

















PROJEKTOWANIE  
ZAKŁADÓW PRZEMYSŁOWYCH



# МАШИНОСТРОЕНИЕ

ЭНЦИКЛОПЕДИЧЕСКИЙ СПРАВОЧНИК

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Председатель Совета и главный редактор  
акад. Е. А. ЧУДАКОВ

С. А. АКОПОВ, И. П. АРТОБОЛЕВСКИЙ, Н. С. АЧЕРКАН, И. М. БЕСПРОЗВАННЫЙ,  
Н. Т. ГУДЦОВ, В. И. ДИКУШИН, А. И. ЕФРЕМОВ, В. К. ЗАПОРОЖЕЦ, А. И. ЗИМИН,  
Н. С. КАЗАКОВ, М. В. КИРПИЧЕВ, В. М. КОВАН, Ю. П. КОНЮШАЯ, А. А. ЛИПГАРТ,  
В. А. МАЛЫШЕВ, Л. К. МАРТЕНС, Л. М. МАРИЕНБАХ, Г. А. НИКОЛАЕВ, И. А. ОДИНГ  
(зам. председателя Редакционного Совета), Е. О. ПАТОН, Л. К. РАМЗИН, П. Н. РУБЦОВ, М. А. САВЕРИН  
(зам. председателя Редакционного Совета), И. И. СЕМЕНЧЕНКО, С. В. СЕРЕНСЕН, К. К. ХРЕНОВ,  
М. М. ХРУЩОВ, П. А. ШАМИН, А. Н. ШЕЛЕСТ, Л. Я. ШУХГАЛЬТЕР (зам. главного редактора),  
А. С. ЯКОВЛЕВ

*РАЗДЕЛ ПЯТЫЙ*

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ЗАВОДОВ И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

ТОМ 14

Ответственный редактор  
канд. техн. наук Л. Я. ШУХГАЛЬТЕР

ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО  
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ  
МОСКВА — 1946



621.006

# BUDOWA MASZYN

PORADNIK ENCYKLOPEDYCZNY

PRACA ZBIOROWA

## PROJEKTOWANIE ZAKŁADÓW PRZEMYSŁOWYCH

*Sc 04*  
*III/3 - 19*  
*IV/2 - 92*

POLITECHNIKA ŚLĄSKA  
KATEDRA ZABUDOWY OSIEDLI



WARSZAWA 1951  
PAŃSTWOWE WYDAWNICTWA TECHNICZNE



535  
S.90

*Poradnik Encyklopedyczny Budowy Maszyn — Projektowanie Zakładów Przemysłowych podaje podstawowe dane do projektowania zakładów przemysłowych z uwzględnieniem ich rozplanowania oraz budowy wydziałów produkcyjnych i pomocniczych.*

*Praca przeznaczona jest dla magistrów i inżynierów mechaników.*



WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE

128961



22 / A

DCB E/10



## AUTORZY

Inż. B. I. AJZENBERG, inż. J. W. ANTOSZIN, kand. nauk techn. D. D. BARKAN, inż. J. M. BOGATYREW, prof. A. S. BRITKIN, prof. dr nauk techn. N. F. BOŁCHOWITINOW, kand. nauk techn. A. W. BRIUSZKOW, inż. L. M. WEINSZTOK, inż. W. O. WORONIECKI, kand. nauk techn. K. P. WYSOCKI, kand. nauk techn. L. I. GOTLIB, prof. dr nauk techn. M. J. JEGOROW, inż. S. I. KANTOR, doc. I. J. KISIN, doc. A. I. KRASOWSKI, doc. dr nauk techn. N. T. KUDRIAWCEW, inż. J. S. KURYSZEWA, laureat Stalinowskiej Nagrody, dr nauk techn. M. G. ŁOZINSKI, prof. dr nauk techn. W. W. MIESZKOW, inż. A. R. MICKUN, inż. M. S. PARIJSKI, inż. N. N. PEJ CZ, inż. Z. L. REGIRER, doc. I. S. SERGIEJEW, inż. G. N. UFMCEW, prof. L. I. FANTAŁOW, doc. S. N. CHRZANOWSKI, doc. kand. nauk techn. B. W. CETLIN, laureat Stalinowskiej Nagrody doc. kand. nauk techn. A. A. SZMYKOW, mgr inż. J. CHMIELEWSKI (część rozdziału XV pt. „Transport szynowy“).

## REDAKTORZY NAUKOWI WYDANIA RADZIECKIEGO

Kand. nauk techn. D. D. BARKAN (rozdz. XVII), prof. A. L. BIER SZADSKI (rozdz. VI), inż. A. S. BLIZNIANSKI (słownictwo i oznaczenia), kand. nauk techn. A. S. WAJNCWAJG (rozdz. XIII), doc. I. J. KISIN (rozdz. V), doc. I. G. KOGBIETLJEW (rozdz. VII), inż. G. A. KONRADI (rozdz. XV), doc. kand. nauk techn. M. N. KUNIAWSKI (rozdz. IV), prof. dr nauk techn. L. M. MARJENBACH (rozdz. I), prof. O. M. RABINOWICZ (rozdz. XV), doc. W. A. RUMIANCEW (rozdz. XV), prof. dr nauk techn. P. S. TITOW (rozdz. VIII), kand. nauk techn. L. M. CHEJFEC (rozdz. X), doc. S. N. CHRZANOWSKI (rozdz. II), doc. D. P. SZIŁOWCEW (rozdz. III).

## TŁUMACZE

Mgr inż. DANISZEWSKI (rozdz. XVI), mgr inż. O. DOMAŃSKI (rozdz. XV), mgr inż. M. GRABOWSKI (rozdz. VI i X), GŁÓWNY INSTYTUT PRACY (rozdz. V i XIII), mgr inż. W. LEŚNIAK (rozdz. II, VIII i IX), mgr inż. W. MAJEWSKI (rozdz. XVII), mgr inż. J. MALANOWSKI (rozdz. VII i XI), mgr inż. E. MISIUREWICZ (rozdz. I), mgr inż. T. PIETRZKIEWICZ (rozdz. V i XII), mgr inż. R. SIEKIERSKI (rozdz. XIV), mgr inż. K. UKIELSKI (rozdz. III i IV).

## REDAKTORZY NAUKOWI WYDANIA POLSKIEGO

Mgr inż. Stefan BŁAŻEWSKI (rozdz. III, IV, VII i XIV), mgr Stanisław BŁAŻEWSKI (rozdz. XVI), mgr inż. T. CYGA-KARPIŃSKI (rozdz. VI i VIII), mgr inż. A. STRZELECKI (rozdz. XV), mgr inż. K. UKIELSKI (rozdz. II, IX, X, XI i XII), mgr T. ZAMŁYŃSKI (rozdz. XVI), E. ZIELENIEWSKI (rozdz. I, V i XVII), pod kierunkiem mgr inż. Stefana BŁAŻEWSKIEGO.







## SPIS TREŚCI

Przedmowa do wydania radzieckiego . . . . .	XI	Program produkcyjny wydziału . . . . .	87
Przedmowa od wydawcy tłumaczenia . . . . .	XII	Wypożyczenie . . . . .	87
<b>PROJEKTOWANIE ZAKŁADÓW</b>			
<b>Rozdział I. Projektowanie odlewni</b>			
Autor: prof. <i>Ł. J. Fantałow</i>			
Tłumacz: mgr inż. <i>Edmund Misiurewicz</i>			
Opiniodawca: inż. <i>Stanisław Komorowski</i>			
Redaktor naukowy PWT: <i>Edmund Zieleniewski</i>			
Klasyfikacja, układ odlewni i podstawy projektowania . . . . .	1	Projektowanie wydziałów (oddziałów) tłoczenia na zimno . . . . .	96
Obliczanie oddziałów topienia (wytapialni) . . . . .	6	Przeznaczenie, klasyfikacja wydziałów tłoczenia na zimno i wyjściowe dane do projektowania . . . . .	96
Obliczanie oddziałów formierskich . . . . .	9	Program produkcji . . . . .	96
Obliczanie oddziałów rdzeniowych . . . . .	16	Wypożyczenie . . . . .	97
Obliczanie suszarni . . . . .	17	Załoga . . . . .	99
Obliczanie oddziałów przygotowania mas formierskich i rdzeniowych . . . . .	18	Zużycie surowców i materiałów pomocniczych . . . . .	100
Obliczanie oczyszczalni . . . . .	19	Gospodarka energetyczna wydziału . . . . .	100
Obróbka cieplna odlewów . . . . .	19	Rozplanowanie powierzchni, jej układ i rozmieszczenie wyposażenia . . . . .	100
Obliczanie magazynów odlewni . . . . .	20	Wskaźniki techniczno-ekonomiczne . . . . .	105
Obliczanie oddziałów pomocniczych . . . . .	22	<b>Rozdział III. Projektowanie wydziałów spawalniczych konstrukcji metalowych</b>	
Obliczanie wewnętrznego transportu wydziałowego	23	Autor: doc. <i>A. J. Krasowski</i>	
Gospodarka energetyczna odlewni . . . . .	25	Tłumacz: mgr inż. <i>Kazimierz Ukielski</i>	
Projektowanie i wymiary odlewni, rozmieszczenie wyposażenia technicznego . . . . .	26	Opiniodawca: mgr inż. <i>Janusz Straszewicz</i>	
Wskaźniki techniczno-ekonomiczne . . . . .	51	Redaktor naukowy PWT: mgr inż. <i>Stefan Błażewski</i>	
<b>Rozdział II. Projektowanie wydziałów obróbki plastycznej metali</b>			
Autorzy: doc. <i>S. N. Chrzanowski</i>			
inż. <i>A. R. Mickun</i>			
inż. <i>W. O. Woroniecki</i>			
Tłumacz: mgr inż. <i>Władysław Leśniak</i>			
Opiniodawca: mgr inż. <i>Janusz Straszewicz</i>			
Redaktor naukowy: mgr inż. <i>Kazimierz Ukielski</i>			
Projektowanie kuźni . . . . .	62	Klasyfikacja wydziałów konstrukcji metalowych i wyjściowe dane do projektowania . . . . .	107
Klasyfikacja wydziałów kuźniczych i dane wyjściowe do ich projektowania . . . . .	62	Program produkcji wydziału . . . . .	108
Program produkcji wydziału . . . . .	62	Wypożyczenie . . . . .	109
Wypożyczenie . . . . .	64	Urządzenia energetyczne i zapotrzebowanie energii	114
Załoga . . . . .	70	Załoga . . . . .	114
Zużycie surowców i paliwa . . . . .	71	Zużycie materiałów . . . . .	114
Energetyka zakładu . . . . .	72	Oznaczenie potrzebnych powierzchni, rozplanowanie powierzchni względem siebie, rozmieszczenie obrabiarek, urządzeń i stanowisk roboczych	117
Rozplanowanie powierzchni, ich układ i rozmieszczenie wyposażenia . . . . .	73	Wskaźniki techniczno-ekonomiczne . . . . .	129
Wskaźniki techniczno-ekonomiczne . . . . .	86	<b>Rozdział IV. Projektowanie wydziałów i oddziałów obróbki cieplnej</b>	
Projektowanie wydziałów produkcji sprężyn i resorów . . . . .	86	Autorzy: laureat Nagrody Stalinowskiej, kand. nauk mech. doc. <i>A. A. Szmykow</i> , inż. <i>Z. L. Regirer</i>	
Przeznaczenie wydziałów produkcji resorów i sprężyn, ich klasyfikacja i wyjściowe wytyczne do projektowania . . . . .	86	laureat Stalinowskiej Premii, dr nauk mech. <i>M. G. Łoziński</i> , inż. <i>J. M. Bogatyriew</i> , kand. nauk. mech. <i>L. J. Gottlib</i> .	
		Tłumacz: mgr inż. <i>Kazimierz Ukielski</i>	
		Opiniodawcy: mgr inż. <i>Marian Kozłowski</i> mgr inż. <i>Santisław Jaślan</i>	
		Redaktor naukowy PWT: mgr inż. <i>Stefan Błażewski</i>	







**Rozdział X. Projektowanie narzędziowni**

Autor: kand. nauk mech. <i>A. W. Briuszkow</i>	
Tłumacz: mgr inż. <i>Mieczysław Grabowski</i>	
Opiniodawca: mgr inż. <i>Tadeusz Pietrkiewicz</i>	
Redaktor naukowy: mgr inż. <i>Kazimierz Ukielski</i>	
Klasyfikacja narzędziowni i podstawowe dane do ich projektowania . . . . .	321
Organizacja gospodarki narzędziowni . . . . .	321
Program produkcyjny narzędziowni . . . . .	326
Wyposażenie . . . . .	326
Załoga . . . . .	336
Zużycie surowców . . . . .	336
Energetyka . . . . .	336
Powierzchnie, ich rozplanowanie i rozmieszczenie urządzeń . . . . .	337

**Rozdział XI. Projektowanie wydziałów remontowych**

Autor: doc. <i>J. E. Kisin</i>	
Tłumacz: mgr inż. <i>Józef Malanowski</i>	
Opiniodawca: mgr inż. <i>Janusz Straszewicz</i>	
Redaktor naukowy: mgr inż. <i>Kazimierz Ukielski</i>	
Wyjściowe dane do projektowania . . . . .	346
Program wydziału . . . . .	347
Wyposażenie i załoga . . . . .	347
Zużycie materiałów . . . . .	348
Powierzchnia wydziału i rozplanowanie wyposażenia . . . . .	348
Wskaźniki techniczno-ekonomiczne . . . . .	351

**Rozdział XII. Projektowanie zakładowych laboratoriów**

Autor: prof. dr nauk mech. <i>N. F. Bołchowitinow</i>	
Tłumacz: mgr inż. <i>Tadeusz Pietrkiewicz</i>	
Opiniodawca: mgr inż. <i>Tadeusz Puff</i>	
Redaktor naukowy: mgr inż. <i>Kazimierz Ukielski</i>	
Zadania, rodzaje i program prac laboratoriów zakładowych . . . . .	353
Dobór wyposażenia laboratorium metaloznawczego . . . . .	354
Dobór wyposażenia laboratorium technologicznego . . . . .	361
Rozplanowanie i urządzenie pomieszczeń . . . . .	363

**PROJEKTOWANIE OGÓLNOZAKŁADOWYCH URZĄDZEŃ****Rozdział XIII. Projektowanie planu generalnego zakładów przemysłu metalowego**

Autor: inż. <i>B. J. Ajzenberg</i>	
Tłumacz: Główny Instytut Pracy	
Opiniodawca: mgr inż. <i>Janusz Straszewicz</i>	
Redaktor naukowy: mgr inż. <i>Kazimierz Ukielski</i>	
Określenie planu generalnego i kolejności jego opracowania . . . . .	365
Podstawowe zasady układania planu generalnego . . . . .	365
Organizacja zakładów . . . . .	366
Schematy przebiegu produkcji . . . . .	366
Łączenie wydziałów i urządzeń . . . . .	368
Wybór rodzaju zabudowy . . . . .	369
Wybór systemu transportu . . . . .	375
Podział terenu zakładów na strefy . . . . .	378
Rozbudowa zakładów . . . . .	380
Warunki przeciwpożarowe, sanitarne i obrony przeciwlotniczej . . . . .	381

Projektowanie zieleńców i urządzenia terenu zakładu przemysłowego . . . . .	383
Organizacja strumieni przepływu pracowników . . . . .	384
Tereny przedzakładowe . . . . .	385
Sieci i przewody instalacyjne . . . . .	385
Warunki topograficzne, geologiczne i hydrogeologiczne ziemi . . . . .	386
Planowanie pionowe i ukształtowanie powierzchni . . . . .	386
Techniczno-ekonomiczne wskaźniki planu generalnego . . . . .	388
Projekt planu generalnego . . . . .	391

**Rozdział XIV. Projektowanie gospodarki transportowej i magazynowej zakładu przemysłowego**

Autor: kand. nauk tech. <i>K. P. Wysocki</i> , doc. kand. nauk tech. <i>B. W. Cellin</i> , mgr inż. <i>Jerzy Chmielewski</i>	
Tłumacz: mgr inż. <i>Roman Siekierski</i>	
Opiniodawca: mgr inż. <i>Stefan Przerwa-Tetmajer</i>	
Redaktor naukowy PWT: mgr inż. <i>Stefan Błażewski</i>	
Wiadomości ogólne . . . . .	394
Wyjściowe dane do projektowania . . . . .	394
Rodzaje i zakres stosowania transportu . . . . .	394
Ustalenie obrotu ładunków . . . . .	396
Schemat sieci transportowej . . . . .	398
Koszt własny przewozów . . . . .	399
Transport szynowy . . . . .	399
Ogólne zasady korzystania z transportu szynowego PKP przez zakłady przemysłowe . . . . .	399
Zasady projektowania kolei przemysłowych . . . . .	401
Założenia do projektu kolei przemysłowych . . . . .	401
Warunki techniczne budowy kolei przemysłowych . . . . .	402
Tabor kolejowy . . . . .	410
Wagony . . . . .	410
Lokomotywy . . . . .	410
Określenie ciężaru pociągu . . . . .	413
Transport bezszynowy . . . . .	415
Techniczne warunki projektowania . . . . .	415
Rodzaje nawierzchni . . . . .	416
Tabor kołowy . . . . .	416
Określenie nośności środków transportowych . . . . .	417
Transport wodny . . . . .	418
Warunki stosowania . . . . .	418
Projektowanie gospodarki magazynowej zakładu . . . . .	419
Klasyfikacja, rodzaje i wyposażenie magazynów . . . . .	419
Klasyfikacja magazynów . . . . .	419
Rodzaje magazynów . . . . .	419
Składowe części magazynów . . . . .	421
Obliczanie powierzchni magazynów ich rozplanowanie i wyposażenie . . . . .	422
Główne magazyny przedsiębiorstwa . . . . .	423
Magazyny główne (centralne) . . . . .	423
Magazyny metali i wyrobów metalowych . . . . .	424
Magazyny narzędzi . . . . .	430
Magazyny czystości . . . . .	433
Magazyny materiałów remontowo-budowlanych i ogniotrwałych . . . . .	433
Magazyny cieczy łatwo palnych . . . . .	434
Magazyny paliwa stałego . . . . .	438
Magazyny butli z gazami . . . . .	440
Magazyny węgla wapnia (karbidu) . . . . .	440
Magazyny materiałów trujących . . . . .	441



## Rozdział XV. Projektowanie gospodarki energetycznej zakładu

Autor: inż. *L. M. Weinstok*

Tłumacz: mgr inż. *Olgierd Domański*

Opiniodawca: mgr inż. *Jerzy Awerjyn*

Redaktor naukowy: mgr inż. *Andrzej Strzelecki*

Projektowanie gospodarki elektrycznej . . . . .	442
Zakres, dane wyjściowe i kolejność wykonywania projektu . . . . .	442
Wybór rodzaju prądu . . . . .	443
Określenie wartości obciążeń i zużycia energii elektrycznej . . . . .	443
Wybór pierwotnego napięcia sieci zakładowych	445
Sieci elektryczne zewnętrzne . . . . .	445
Elektrownie zakładowe . . . . .	447
Wybór miejsca dla stacji transformatorowych . . . . .	449
Wybór mocy i liczby transformatorów oraz napięcia wtórnego . . . . .	450
Układy zasilania . . . . .	450
Poprawa współczynnika mocy . . . . .	452
Wybór silników . . . . .	452
Wybór przyrządów rozruchowych . . . . .	455
Rozruch silników synchronicznych . . . . .	458
Punkty rozdzielcze niskiego napięcia . . . . .	458
Sieci elektryczne dla siły . . . . .	459
Piony szynowe . . . . .	462
Sieci suwnicowe . . . . .	463
Piecze łukowe . . . . .	465
Treść i kolejność projektowania . . . . .	467
Projektowanie urządzeń sprężonego powietrza . . . . .	467
Zużycie sprężonego powietrza . . . . .	467
Dobór sprężarek . . . . .	469
Zużycie energii przez sprężarki . . . . .	470
Napęd sprężarek . . . . .	471
Wybór miejsca dla stacji sprężarek . . . . .	471
Układ przewodów powietrznych i zasadnicze elementy stacji sprężarek . . . . .	471
Układ przewodów powietrznych . . . . .	471
Podstawowe elementy stacji sprężarkowej . . . . .	472
Hala maszyn stacji sprężarek . . . . .	473
Przewody powietrzne . . . . .	473
Zaopatrzenie stacji sprężarek w wodę . . . . .	475
Smarowanie sprężarek . . . . .	477
Przyrządy pomiarowo-kontrolne . . . . .	477
Koszt urządzenia i charakterystyka mechaniczna stacji sprężarek . . . . .	477

## Rozdział XVI. Projektowanie ogrzewania, wietrzenia i oświetlenia zakładu

Autorzy: inż. *G. N. Ufimcew* i prof. dr nauk mech. *W. W. Mieszkow*

Tłumacz: mgr inż. *Witold Daniszewski*

Opiniodawcy: mgr inż. *Mieczysław Nierojewski*  
mgr inż. *Jerzy Awerjyn*

Redaktorzy naukowcy: mgr *Stanisław Błażewski*  
mgr *Tadeusz Zamłyński*

Projektowanie ogrzewania i wietrzenia . . . . .	478
Przybliżone wskaźniki zużycia ciepła na ogrzewanie i wietrzenie . . . . .	478

Ogólne wskazówki dotyczące systemów ogrzewania i wietrzenia . . . . .	480
Ogrzewanie . . . . .	480
Wietrzenie . . . . .	480
Obliczanie strat cieplnych . . . . .	482
Podstawowe straty ciepła oraz dodatki do nich	482
Współczynniki przenikania ciepła do przegród	484
Największe dopuszczalne wartości $k$ dla zewnętrznych ścian . . . . .	485
Podstawowe dane obliczeniowe dla określania objętości wietrzenia . . . . .	486
Określanie ilości powietrza wentylacyjnego według szkodliwych zanieczyszczeń . . . . .	486
Określanie ilości powietrza wentylacyjnego dla odprowadzenia nadmiarów ciepła i wilgoci	486
Określanie ilości powietrza wentylacyjnego dla różnych rodzajów wyciągów lokalnych . . . . .	489
Cdciągi lokalne do szmerglówek, szlifierek i poletek . . . . .	490
Przyrządy grzejne (grzejniki) . . . . .	492
Schematy zasilania instalacji ogrzewanych przez czynnik ogrzewczy . . . . .	495
Wentylatory i silniki elektryczne . . . . .	497
Klimatyzacja w zakładach budowy maszyn . . . . .	502
Projektowanie oświetlenia . . . . .	506
Wiadomości ogólne . . . . .	506
Zasadnicze wielkości i jednostki świetlne	506
Wymagania stawiane urządzeniom oświetleniowym . . . . .	506
Sztuczne oświetlenia . . . . .	507
Źródła światła . . . . .	507
Lampy . . . . .	509
Normy jasności wydziałów w przemyśle maszynowym . . . . .	513
Oświetlenie miejscowe . . . . .	513
Orientacyjne obliczenia i eksploatacja urządzeń oświetleniowych . . . . .	514
Oświetlenia naturalne (dzienne) . . . . .	516
Otwory świetlne . . . . .	516
Zasady i normy oświetlenia naturalnego . . . . .	516
Obliczenia orientacyjne i eksploatacja . . . . .	517

## Rozdział XVII. Projektowanie i wykonanie fundamentów pod urządzenia fabryczne

Autorzy: kand. nauk mech. *D. D. Barkan* i prof. *A. S. Britkin*

Tłumacz: mgr inż. *Władysław Majewski*

Opiniodawca: mgr inż. *Tadeusz Puff*

Redaktor naukowy PWT: *Edmund Zieleniewski*

Fundamenty pod urządzenia podlegające obciążeniom dynamicznym . . . . .	519
Wiadomości ogólne . . . . .	519
Fundamenty maszyn z układem korbowym . . . . .	520
Sposoby zmniejszania drgań fundamentów . . . . .	522
Fundamenty pod zespoły turbino-prądnicowe i silnikoprądnicowe . . . . .	524
Fundamenty pod młoty kuzienne . . . . .	525
Fundamenty pod obrabiarki do metali . . . . .	530
Założenia techniczne do projektowania fundamentów pod obrabiarki . . . . .	530
Materiał fundamentów . . . . .	530
Wskazówki do projektowania . . . . .	531
Konstrukcja zapewniająca możliwość przestawienia obrabiarki bez budowy nowego fundamentu . . . . .	532



## PRZEDMOWA DO WYDANIA RADZIECKIEGO OD REDAKTORA

Niniejszy tom encyklopedycznego podręcznika „Budowa maszyn” poświęcony jest projektowaniu zakładów budowy maszyn, ich wydziałów i oddziałów usługowych. W tomie tym naświetlone są nowoczesne zagadnienia projektowania zakładów wytwórczych przemysłu ciężkiego, transportowego, samochodowego, obrabiarkowego i innych gałęzi przemysłu maszynowego. Zamieszczone są tu dane dotyczące wskaźników techniczno-ekonomicznych, rozmieszczenia i rozplanowania wydziałów, wyposażenia, ogólnozakładowych urządzeń itd. — oparte na już opracowanych materiałach projektowych i w większej swej części zrealizowanych w ciągu pięcioletka stalinowskich.

Rozdziały poświęcone projektowaniu poszczególnych wydziałów opracowane są według następującego planu:

- a. klasyfikacja wydziałów danej specjalności,
- b. zestawienie wyjściowych danych do projektowania,
- c. sposoby opracowania programu produkcyjnego wydziału,
- d. wskazówki dotyczące wytypowania i obliczenia ilości wyposażenia koniecznego do projektowania wydziału,
- e. dane o zestawie i liczebności załogi,
- f. kolejność sporządzenia wykazu zapotrzebowania materiałowego,
- g. wytyczne do rozmieszczenia i rozplanowania wydziałów,
- h. zestawienie wskaźników techniczno-ekonomicznych.

Klasyfikacja wydziałów umieszczona jest na początku każdego rozdziału. Jest ona zestawiona według następujących cech charakterystycznych przy projektowaniu: rodzaj produkcji, wielkość produkcji, ciężarowa i wymiarowa charakterystyka części produkowanych. Wprowadzenie klasyfikacji pozwoliło usystematyzować układ każdego rozdziału stosownie do cech danego wydziału.

W zestawieniu wstępnych danych do projektowania podany jest krótki wykaz wyjściowych materiałów, którymi powinien rozporządzać projektant.

Sposób opracowania produkcyjnego programu wydziału rozpatruje się w zależności od jego profilu organizacyjno-technologicznego. W części rozdziału poświęconej wyposażeniu podane są wskazówki dotyczące wytypowania i określenia ilości wyposażenia koniecznego do projektowanego wydziału.

W niniejszym tomie nie podano na ogół technologicznych parametrów wyposażenia, rozpatrzono je w innych tomach tego „Poradnika” omawiających technologię budowy maszyn (tom 5, 6 i 7) lub konstrukcję maszyn (tom 8 i 9). Wymienione tu dane dotyczące wyposażenia ograniczają się zasadniczo do podania charakterystyki projektowo-montażowej.

Bliżej rozpatrzono tylko ten rodzaj wyposażenia wydziałowego, który zazwyczaj jest wykonywany na miejscu własnymi środkami zakładu.

W części rozdziału omawiającego załogę podane są krótkie wskazówki ułatwiające określenie zawodu i kwalifikacji personelu roboczego, w wielu przypadkach podane są orientacyjne wskaźniki pracochłonności poszczególnych rodzajów czynności.

Kolejność sporządzania wykazu materiałów podstawowych i pomocniczych rozpatruje się w zależności od profilu technologicznego i od właściwości bilansu materiałowo-technicznego projektowanego wydziału.

W części rozdziału omawiającej rozmieszczenie i rozplanowanie powierzchni, oprócz ogólnych wskazówek dotyczących układu i wielkości powierzchni oddziałów da-

nego wydziału, podane są przykłady rozmieszczenia oddziałów produkcyjnych i pomocniczych. Tam też podano przykłady rozmieszczenia typowego wyposażenia. W zakończeniu każdego rozdziału podane jest zestawienie wskaźników techniczno-ekonomicznych.

W niniejszym tomie pominięto dane dotyczące organizacji procesów projektowania (zakres i zestawienie materiałów projektowych, kolejność zatwierdzenia projektów itp.).

Określa je instrukcja Rady Komisarzy Ludowych Związku Radzieckiego „O udoskonaleniu prac projektowych i kosztorysowych i uporządkowaniu finansowania budownictwa przemysłowego” wydana dnia 26 lutego 1938 r. lub będą one wynikać z wytycznych instrukcji dotyczących danego zagadnienia, wydanych w późniejszym czasie<sup>1</sup>).

Równocześnie biorąc pod uwagę różnorodny zakres prac projektowych wykonywanych w różnych fazach projektowania uważaliśmy za celowe podać wytyczne dotyczące metody projektowania w dwóch zasadniczych fazach — wstępnej i technicznej. Konieczne do projektowania informacje o funduszach czasu pracy pracowników i urządzeń zawarte są w wykazach dokumentacji znajdujących się w dyspozycji biur projektowych i wskutek tego nie są w tym tomie zamieszczone. Zagadnienia nowoczesnej techniki zawarte w rozdziałach tego tomu zilustrowane są praktycznymi rysunkami i wykresami (planami generalnymi, wskaźnikami itd.) w takim zakresie, w jakim można było je zaczerpnąć z ostatnich doświadczeń projektowych krajowej budowy maszyn.

Największą uwagę poświęcono projektowaniu potokowych linii produkcyjnych w różnych wydziałach (odlewniach, obróbki plastycznej na zimno, obróbki wiotrowej, lakierniach, montażowych i innych), mechanizacji i automatyzacji specjalnych produkcji (wydziałom powłok metalicznych, spawalniom, wydziałom produkcyjnym za pomocą zmechanizowanych pras itd. najnowszych procesów technologicznych), hartowaniu powierzchni, azotowaniu, za pomocą prądu wysokiej częstotliwości, azotowaniu, cyjanowaniu, pokrywaniu metalami za pomocą natrysku itp.

Równocześnie nie zostało tu dostatecznie szeroko wyjaśnione zagadnienie tych nowych procesów technologicznych, które w czasie oddawania tego tomu do druku nie przekroczyły faz doświadczeń lub kontroli w produkcji przemysłowej i nie uległy poprawkom (na przykład obróbka cieplna w temperaturach poniżej 0°, zdzierania powierzchni wyrobów w celu podniesienia ich wytrzymałości na zmęczenie, nagrzewanie elektryczne prądami wysokiej częstotliwości kęsów do obróbki plastycznej na gorąco i inne). W tych przypadkach ograniczyliśmy się do wskazania ewentualnej poważnej roli tych procesów w strukturze technologicznej projektowanego wydziału. W celu ułatwienia posługiwania się tym tomem dążyliśmy do ujednostajnienia budowy poszczególnych rozdziałów w takim stopniu, w jakim było to dopuszczalne ze względu na charakterystyczne technologiczne cechy poszczególnych wydziałów, specyficzne wskaźniki organizacji ogólnozakładowej, jak również ze względu na indywidualizm poszczególnych członków zespołu autorów.

Umieszczone w tym tomie wskaźniki charakteryzujące pracochłonność poszczególnych wyrobów lub procesów wytwórczych, wydajność urządzeń, strukturę załogi, zużycie surowców, paliwa i innych materiałów pomocni-

<sup>1</sup>) W Polsce obowiązuje Instrukcja Nr 20 PKPG oraz ohólnik MPC Nr 7 z dnia 4. V. 1951 r.



czych, energii elektrycznej sprężonego powietrza, wody, pary itp. są tylko przypadkowe i w żadnym przypadku nie mogą służyć jako polecane normatywy. Posługując się tego rodzaju wzorcowymi materiałami należy brać pod uwagę następujące momenty:

1. Wszystkie podane w tomie wskaźniki zaczerpnięte zostały z dokumentacji do projektów z praktyki zakładowej albo zebrane z danych zawartych w literaturze, przy czym źródła, z których je czerpano podane są w tekście.

2. Dowolny wskaźnik jest tylko w tych warunkach całkowicie pewny, w których został rozpracowany, dlatego też wskaźniki zawarte w tym tomie należy przy ich wykorzystaniu bezwzględnie poddać korekcie w stosunku do charakterystyki projektowanego obiektu (sprowadzając je do poziomu zastosowanego procesu technologicznego, charakterystyki wyrobu, wielkości produkcji itp.) porównując się z odpowiednimi wskaźnikami najbardziej przodujących zakładów i wydziałów pokrewnych projektowanym.

3. Byłoby błędem uważać te wskaźniki jako jakkolwiek stały zakres ograniczający możliwości wysokowydajnej pracy, przeciwnie dowolny z tych wskaźników może i powinien być przekroczony z racji późniejszego doskonalenia technologii i organizacji produkcji, a specjalnie w wyniku wprowadzenia osiągnięć naukowych.

Podczas gromadzenia materiałów do tej pracy wydatną pomoc otrzymali autorzy i redakcja od instytucji projektowych zezwalających na wykorzystanie w „Poradniku” swych materiałów projektowych, informacyjnych<sup>1)</sup> i normatywów, jak również współdziałając z niektórymi autorami, pracownikami tych instytucji, w pracy nad materiałami do „Poradnika”. Za okazaną pomoc niniejszym wyrażamy tym instytucjom głębokie uznanie:

a. Naczelnikowi Państwowego Instytutu Projektowania Zakładów Średniego Przemysłu Budowy Maszyn (Giprosredniasz obecnie Giprosautoprom) inż. J. B. Szejnma-

<sup>1)</sup> Przy opracowaniu były częściowo wykorzystane materiały ręcznego „Poradnika projektowania zakładów budowy maszyn” Giprosremleka przez autorów projektujących rozdziały projektowania wydziałów odlewniczych (rozdz. I), obróbki metali za pomocą procesu tłoczenia (rozdz. II), obróbki drewna (rozdz. VI), malarskich (rozdz. VII); powłok metalicznych (rozdz. VIII), narzędziowych (rozdz. X), jak również laboratorium zakładów (rozdz. XII).

nowi i naczelnikowi technicznego oddziału instytutu inż. B. J. Ajzenbergowi;

b. Naczelnikowi Państwowego Instytutu Projektowania Zakładów Ciężkiego Przemysłu Budowy Maszyn (Giprotiazmasz) tow. W. M. Bielowowi, głównemu inżynierowi instytutu inż. M. J. Chramomu i zastępcy głównego inżyniera inż. J. E. Kisinowi. Również składamy podziękowanie następującym osobom, które dały swoje obszernie wypowiedzi (recenzje) oraz rady co do treści poszczególnych rozdziałów niniejszego tomu: laureatowi Stalinowskiej Nagrody inż. N. A. Szaminowi, inż. N. A. Strukowowi, inż. M. M. Birukowowi i inż. A. I. Czerninowi (rozdz. I); kandydatowi nauk technicznych E. P. Unksowowi, inż. A. N. Turczaninowowi kandydatowi nauk technicznych S. L. Rustemowi, inż. W. I. Grieszinowi, inż. E. Z. Trejwasowi i inż. J. S. Mindlinowi (rozdz. II); laureatowi Stalinowskiej Nagrody inż. A. D. Assonowowi i inż. K. Z. Szepielakowskiemu (rozdz. IV); inż. O. M. Kamieniewowi i inż. A. E. Prokopowiczowi (rozdz. V); prof. P. P. Uspasskiemu i kandydatowi nauk technicznych B. A. Pasnowowi (rozdz. VI); docentowi I. G. Kogbellijewowi, inż. R. M. Wowszynej (rozdz. VII); inż. N. I. Dokinowi (rozdz. VIII); prof. dr nauk technicznych M. E. Jegorowowi (rozdz. X); prof. S. N. Berchenowi (rozdz. XI); prof. dr nauk technicznych W. I. Proswirinowi (rozdz. XII); kandydatowi nauk technicznych A. S. Wajnzawajgowi (rozdz. XIII); docentowi W. A. Kierzanowiczowi, inż. A. I. Karabinowi i inż. Ł. F. Lebidiewowi (rozdz. XV); prof. dr nauk technicznych L. D. Belkindowi, inż. M. S. Riabowowi i inż. W. N. Millerowi (rozdz. XVI); inż. I. M. Balabanowi (rozdz. XVII).

Doświadczenie przy opracowaniu kompletnego informacyjnego poradnika do projektowania zakładów budowy maszyn — jest pierwszym doświadczeniem nie tylko w krajowej, lecz również światowej literaturze technicznej. Zrozumiałe jest więc, że czytelnik znaleźć tu może pewne niedociągnięcia i opuszczenia. Uwagi krytyczne i wnioski co do istoty treści tego tomu, jak również wskazówki co do źródeł, z których jest możliwość otrzymania najnowszych danych dotyczących projektowania zakładów budowy maszyn, prosimy nadsyłać pod adresem Głównej Redakcji w celu wykorzystania ich przy opracowywaniu drugiego wydania poradnika encyklopedycznego „Budowa Maszyn”.

Ł. Szuchhalter

## PRZEDMOWA DO WYDANIA POLSKIEGO

### OD WYDAWCY

Plan 6—letni przewiduje olbrzymi rozwój przemysłu budowy maszyn, tj. przemysłu dającego podstawowe środki wytwarzania dla innych dziedzin wytwórczości. Rozbudowa tego przemysłu stworzy trwałe podstawy rozwoju całej gospodarki narodowej i zmieni w sposób istotny oblicze gospodarcze naszego kraju.

W okresie Planu 6—letniego powstaną nowoczesne zakłady przemysłowe, których projektowanie wymaga od konstruktora dużego doświadczenia zawodowego.

Aby ułatwić pracę maszyn projektantom postanowiono wydać 14 tom „Poradnika Encyklopedycznego Budowy Maszyn”, którego treść jest oparta na bogatych doświadczeniach radzieckich w tej dziedzinie. Tłumaczenia dzieła dokonano z wydania Maszgez, 1946. Część rozdziału XIV, dotycząca transportu szynowego (od str. 399 do str. 415) o innym prześwicie torów niż w Polsce, została zastąpiona opracowaniem dostosowanym do naszych warunków.

W miejscach powołania się na rozporządzenia i normy radzieckie podano w odnośnikach numery odpowiednich Polskich Norm lub odnośne przepisy obowiązujące w Polsce.

Typy maszyn i przyrządów radzieckich podano pisownią rosyjską.

Liczyb w tekście ujęte w [ ] oznaczają kolejny numer spisu literatury załączonego bezpośrednio za omawianym rozdziałem.

W celu ujednostajnienia terminów charakterystycznych dla organizacji zakładów przemysłowych przyjęto następujące ich tłumaczenia:

zawod — zakład, zdanie — budynek, cech — wydział, proliot — nawa, uczestok — sekcja, bytowyje pomieszczenie — pomieszczenie socjalne, masfierskaja — warsztat, służebnyje pomieszczenija — pomieszczenie usługowe.



## Rozdział I

# PROJEKTOWANIE ODLEWNI

### KLASYFIKACJA, UKŁAD ODLEWNI I PODSTAWY PROJEKTOWANIA

**Klasyfikacja odlewni.** W zależności od ciężaru jednostkowego produkowanych odlewów odlewnie żeliwa i staliwa mogą być ujęte w 5 klas (tabl. 1).

KLASY ODLEWNI

Tablica 1

Klasa odlewni	Ciężar jednostkowy odlewów	Maksymalny ciężar jednego odlewu w kg
I	mały	do 100
II	średni	„ 1000
III	większy	„ 5000
IV	duży	„ 15 000
V	bardzo duży	powyżej 15 000

Z kolei odlewnie każdej klasy mogą być podzielone na trzy grupy według swej zdolności wytwórczej rocznej określonej w tonach: grupa pierwsza odlewnie małe, grupa druga odlewnie średnie, grupa trzecia odlewnie duże.

W zależności od stopnia mechanizacji rozróżnia się odlewnie o małym, średnim i dużym stopniu mechanizacji.

Klasyfikacja odlewni żeliwa i staliwa ujęta jest w tabelicy 2.

Klasyfikacja odlewni stopów metali nieżelaznych podana jest w tabelicy 3.

**Układ odlewni:** w skład odlewni wchodzi oddziały produkcyjne i pomocnicze, składy, pomieszczenia biurowe i biurowe.

Produkcyjnymi oddziałami są: formiernia, rdzeniarnia, wytapialnia, oddział przeróbki mas formierskich i rdzeniowych oraz oczyszczalnia i wykańczalnia odlewów.

Pomocniczymi oddziałami są: ślusarnia remontowa, warsztat ciesielski, oddział kadziowy, oddział wyrobu uzbrojenia do form i rdzeni, oddział wstępnego przygotowania materiałów formierskich świeżych (suszenie, przesiewanie, mielenie itp.), laboratorium doświadczalne.

Składy przy odlewniach: materiałów wsadowych, paliwa, topników, materiałów ogniotwórczych, świeżych materiałów formierskich, skrzyń formierskich, wlewnic, gotowych odlewów i wlewków, materiałów pomocniczych, przyrządów i narzędzi, modeli do bieżącej produkcji (podręczny skład modeli).

Pomieszczenia socjalne: szatnie, jadalnie, natryski i umywalnie oraz ustępy.

Pomieszczenia służbowe: biura odlewni i inne.

**Podstawy projektowania.** Podstawą do projektowania odlewni jest program produkcyjny (tablica A).

Program ten powinien obejmować określony ilościowo w tonach i sztukach zakres produkcji z uwzględnieniem tworzywa i rodzaju odlewów:

1. na każdą odmianę produkcji podstawowej zakładu,
2. „ części zamienne do podstawowych produkcji zakładu,
3. dla własnych potrzeb zakładu,
4. „ innych odbiorców.

W programie produkcyjnym odlewni powinno się przewidzieć pewną ilość odlewów w celu zastąpienia braków powstających w warsztacie mechanicznym na skutek wadliwej obróbki oraz innych przyczyn niezależnych od odlewni.

Do programu produkcyjnego należy dołączyć wykaz części lanych (tablica B) dla wszystkich wyrobów z podaniem ich ilości. Podana ilość odlewów powinna uwzględniać oddzielnie potrzeby: produkcji podstawowej, części zamiennych i ewentualne braki powstające przy obróbce z winy wydziału mechanicznego.

Przy produkcji jednostkowej i drobnoseryjnej, dużej różnorodności odlewów i niedokładnej specyfikacji ilościowej projektuje się odlewnię na podstawie wskaźników przybliżonych. Do danych wyjściowych do obliczeń należą:

1. program produkcyjny z podziałem orientacyjnym na grupy ciężarowe odlewów i wymiarami maksymalnego ciężaru jednostkowego oraz wielkości odlewów,

2. wskaźniki techniczno-ekonomiczne, a mianowicie: pracochłonność, wydajność roczna w tonach z 1 m<sup>2</sup> powierzchni formiarni i innych oddziałów produkcyjnych, a także całej odlewni itp. Wskaźniki te powinny być zaczerpnięte z praktyki odlewni produkujących i projektów odlewni podobnych pod względem rodzaju odlewów, planowanej wydajności rocznej, wyposażenia technicznego itp. Ze wskaźników korzysta się przy doborze maszyn i urządzeń, ustaleniu zastawu wsadu, opracowaniu bilansu metalu, obliczeniu zapotrzebowania na materiały podstawowe i pomocnicze, paliwo, na energię oraz przy określaniu kosztów inwestycyjnych, eksploatacyjnych itp.

Przy produkcji seryjnej oraz wielkoseryjnej, w wypadku braku rysunków i wykazów dla niektórych odlewów projektuje się na podstawie kart technologicznych i opisu procesów technologicznych typowych części w każdej grupie ciężarowej.



## Klasyfikacja odlewni

Klasa odlewni Grupa	I			II		
	1	2	3	1	2	3
Wydajność odlewni ton/rok	od 500 do 2000	od 2000 do 6000	powyżej 6000	od 800 do 3000	od 3000 do 9000	powyżej 9000
Typ produkcji	seryjna	wielkoseryjna	masowa	seryjna	wielkoseryjna	masowa
Stopień mechanizacji	mały	średni	duży	mały	średni	duży
System pracy	kolejny z 1 cyklem formowania	kolejny z 2 cyklami formowania	jednoczesny	kolejny z 1 cyklem formowania	jednoczesny	jednoczesny
Przeważający proces technologiczny i wyposażenie techniczne	Formowanie maszynowe w małych skrzynkach. 100% odlewu na mokro. Odlewy odśrodkowe i kokilowe			Formowanie maszynowe w małych i średnich skrzynkach. 80% na mokro, 20% z podsuszaniem form. Odlewy kokilowe		
	Przygotowanie masy i zalewanie na placu	Zmechanizowane przygotowanie, uprzęta nie i transport masy. Zalewanie na przenośnikach rolkowych i członowych		Przygotowanie masy i zalewanie na placu	Zmechanizowane przygotowanie, uprzęta nie i transport masy. Zalewanie na przenośnikach rolkowych i członowych	
	<i>W odlewniach żelaza szarego: żeliwniki od 2 do 6 ton/godz. W odlewniach staliwa: konwertory odlewnicze do 1,5 t lub piece elektryczne do 3 t. W odlewniach żelaza ciągliwego: żeliwniki, piece płomienne lub duplex-proces. Małe maszyny formierskie pneumatyczne i grupy. Bębny do czyszczenia odlewów, płaszczarki pneumatyczne. Szlifierki stałe. Ścinaki pneumatyczne ręczne</i>			<i>W odlewniach żelaza szarego: żeliwniki od 3 do 10 t/godz. W odlewniach staliwa: konwertory odlewnicze - 3 t lub piece elektryczne do 5 t. W odlewniach żelaza ciągliwego: żeliwniki, duplex-proces. Małe i średnie maszyny formierskie pneumatyczne i 2 grupy. Bębny do czyszczenia odlewów, płaszczarki komorowe, odśrodkowe bębny śrutowe do czyszczenia. Szlifierki stałe. Ścinaki ręczne i pneumatyczne</i>		
Charakterystyczne typy wyrobów (wzorcowa specjalizacja zakładów)	Przyrządy pomiarowe, teletechnika i aparatura elektryczna. maszyny do liczenia, pisanie i szycia, drobna armatura			Samochody, traktory, małe silniki Diesla, sprężarki, pompy, maszyny rolnicze i włókiennicze, wagony, małe silniki elektryczne, obrabiarki precyzyjne, armatura		
Charakterystyka ciężkości odlewów	małe do 5 kg	średnie do 50 kg	duże do 100 kg	małe do 30 kg	średnie do 100 kg	duże do 1000 kg
	30÷40%	40÷50%	10÷30%	25÷35%	30÷35%	30÷50%
Charakterystyka wyposażenia transportu bliskiego	Suwnice kratownicowe o udźwigu do 5 ton			Suwnice kratownicowe o udźwigu do 5 ton		
	Żurawie, wózki ręczne, wózki akumulatorowe	Kolejki jednoszynowe, suwnice jedno-belkowe, żurawie, przenośniki członowe rolkowe, taśmowe, kubelkowe		Żurawie, wózki ręczne i akumulatorowe	Kolejki jednoszynowe, suwnice jedno-belkowe, żurawie, przenośniki członowe, rolkowe, taśmowe, kubelkowe	
Charakterystyka budynków odlewni	Budynek 3-nawowy o długości do 60 m, szerokości do 36 m. Składy o małym stopniu mechanizacji. Szerokość od 9÷15 m, wysokość do dolnej krawędzi konstrukcji dachowej 6÷7 m	Budynek 3÷4 nawowy o długości 60÷90 m, szerokości 39÷60 m. Składy zmechanizowane. Szerokość naw 12÷18 m, wysokość do dolnej krawędzi konstrukcji dachowej 7÷9 m	Budynek wielonawowy o długości powyżej 90 m, szerokości powyżej 60 m. Składy zmechanizowane Szerokość naw 12÷18 m, wysokość do dolnej krawędzi konstrukcji dachowej 8÷10 m	Budynek 3-nawowy o długości do 66 m, szerokości do 42 m. Składy o uproszczonej mechanizacji. Szerokość naw 9÷18 m, wysokość do dolnej krawędzi konstrukcji dachowej 9÷11 m	Budynek 3÷4 nawowy o długości 66÷92 m, szerokości do 72 m. Składy zmechanizowane. Szerokość naw 12÷18 m, Wysokość do dolnej krawędzi konstrukcji dachowej 9÷11 m	Budynek wielonawowy o długości powyżej 92 m, szerokości powyżej 72 m. Składy zmechanizowane. Szerokość naw 12÷18 m, wysokość do dolnej krawędzi konstrukcji dachowej 9÷11 m



Tablica 2

## żeliwa i staliwa

III			IV			V		
1	2	3	1	2	3	1	2	3
od 1500 do 4000	od 4000 do 12000	powyżej 12000	od 4000 do 6000	od 6000 do 15000	powyżej 15000	od 5000 do 8000	od 8000 do 18000	powyżej 18000
drobnoseryjna	seryjna	wielkoseryjna	jednostkowa	drobnoseryjna	seryjna	jednostkowa i drobnoseryjna	jednostkowa i drobnoseryjna	jednostkowa i drobnoseryjna
mały	średni	średni	mały	średni	średni	mały	średni	średni
kolejny z 1 cyklem formowania	kolejny z 1 cyklem formowania	jednoczesny	kolejny z 1 cyklem formowania; w odlewniach staliwa dwuzmianowy jednoczesny			kolejny z 1 cyklem formowania; w odlewniach staliwa dwuzmianowy jednoczesny		
Formowanie w skrynkach ręczne, maszynowe i młotaczem; suszy się do 50% form			Formowanie ręczne, młotaczem, częściowo maszynowe. Do 70% formowanie w gruncie na sucho			Formowanie ręczne i młotaczem w skrynkach i gruncie. Formowanie w masie glinowej i na murze. Do 80% na sucho. Częściowo formowanie maszynowe		
Przygotowanie masy i zalewanie na placu	Przygotowanie, uprzążanie i dostarczanie masy zmechanizowane. Zalewanie na przenośnikach rolkowych		Przygotowanie masy i zalewanie na placu	Zmechanizowane przygotowanie, uprzążanie i dostarczanie masy. Zalewanie na placu i na przenośnikach rolkowych		Przygotowanie masy formierskiej i zalewanie na placu	Zmechanizowane przygotowanie, uprzążanie i transport masy. Zalewanie na placu, częściowo na przenośnikach rolkowych	
W odlewniach żeliwa szarego: żeliwaki od 5 ÷ 12 t/godz. W odlewniach staliwa: piece martenowskie i elektryczne do 10 t. Konwertory odlewnicze do 3 t. Młotacze, ubijaki średnie i duże maszyn formierskie pneumatyczne 1, 2 i 3 grupy. Bębny, płaszczarki komorowe, komory hydrauliczne, szliflerki stałe, ścinaki pneumatyczne			W odlewniach żeliwa szarego: żeliwaki od 5 ÷ 15 t/godz. W odlewniach staliwa: piece martenowskie i elektryczne do 10 t. Młotacze, ubijaki pneumatyczne, maszyny formierskie średnie i duże pneumatyczne 2, 3 i 4 grupy. Bębny, płaszczarki komorowe, komory hydrauliczne, szliflerki stałe, ścinaki pneumatyczne			W odlewniach żeliwa szarego: żeliwaki od 6 ÷ 20 t/godz. W odlewniach staliwa: piece martenowskie i elektryczne do 10 ton. Młotacze, ubijaki pneumatyczne. Maszyny formierskie pneumatyczne 2, 3 i 4 grupy. Bębny do czyszczenia odlewów, komory do piaskowania odlewów, szliflerki, komory hydrauliczne, ścinaki pneumatyczne		
Silniki Diesla, sprężarki, pompy o wymiarach średnich. Obrabiarki średnie: tokarki, frezarki, szliflerki, rewalwerówki. Lokomotywy, lokomobile, silniki elektryczne, suwnice, maszyny formierskie, obrabiarki do drzewa, młoty, prasy			Ciężkie silniki Diesla, pompy, sprężarki, większe obrabiarki różnych typów, maszyny drukarskie, urządzenia do rozdrabniania i mielienia, urządzenia kopalniane, duże silniki elektryczne, turbiny, wielkie lokomotywy			Ciężkie obrabiarki, ciężkie walcarki, walcarki wstępne (blooming), duże turbogeneratory i turbiny wodne, dmuchawy wielkopieczowe, duże gazogeneratory, ciężkie młoty, prasy, szaboty, ciężkie koła zamachowe		
małe do 50 kg	średnie do 500 kg	duże do 5000 kg	średnie do 500 kg	duże do 2000 kg	ciężkie do 15000 kg	średnie do 500 kg	duże do 5000 kg	ciężkie powyżej 5000 kg
15 ÷ 25%	20 ÷ 30	45 ÷ 65%	30 ÷ 40%	15 ÷ 25%	35 ÷ 55%	20 ÷ 30%	30 ÷ 40%	30 ÷ 50%
Suwnice kratownicowe o udźwigu do 20 ton. Suwnice wspornikowe o wysięgu 5 m i udźwigu 3 ton			Suwnice kratownicowe o udźwigu do 50 ton. Suwnice wspornikowe o wysięgu 6 m i udźwigu 5 ton			Suwnice kratownicowe o udźwigu do 150 ton. Suwnice wspornikowe o wysięgu 6 m i udźwigu 5 ton		
Wózki szynowe. Wózki elektryczne akumulatorowe	Kolejki jednoszynowe, suwnice jednobelkowe, przenośniki członowe, rolkowe, taśmowe, kubelkowe		Wózki szynowe. Wózki elektryczne akumulatorowe	Przenośniki rolkowe, taśmowe i kubelkowe		Wózki szynowe, wózki akumulatorowe	Przenośniki rolkowe, taśmowe, kubelkowe	
Budynek 3 ÷ 4 nawowy o długości 84 m, szerokości do 48 m. Składy o mechanizacji uproszczonej. Szerokość naw 12 ÷ 21 m. Wysokość do dolnej krawędzi konstrukcji dachowej 10 ÷ 12 m	Budynek 4 ÷ 5 nawowy o długości 84 ÷ 108 m i szerokości 48 ÷ 72 m. Składy zmechanizowane. Szerokość naw 12 ÷ 21 m, wysokość do dolnej krawędzi konstrukcji dachowej 10 ÷ 12 m	Budynek wielonawowy o długości powyżej 108 m i szerokości powyżej 72 m. Składy zmechanizowane. Szerokość naw 12 ÷ 21 m, wysokość do dolnej krawędzi konstrukcji dachowej 10 ÷ 12 m	Budynek 4 ÷ 5 nawowy o długości 72 ÷ 96 m i o szerokości 42 ÷ 60 m. Składy zmechanizowane. Szerokość naw 12 ÷ 24 m, wysokość do dolnej krawędzi konstrukcji dachowej 10 ÷ 15 m	Budynek 5 ÷ 6 nawowy o długości 96 ÷ 120 m i o szerokości 66 ÷ 84 m. Składy zmechanizowane. Szerokość naw 12 ÷ 24 m, wysokość do dolnej krawędzi konstrukcji dachowej 10 ÷ 15 m	Budynek wielonawowy o długości powyżej 120 m i szerokości powyżej 84 m. Składy zmechanizowane. Szerokość naw 12 ÷ 24 m, wysokość do dolnej krawędzi konstrukcji dachowej 10 ÷ 15 m	Budynek 4 ÷ 5 nawowy o długości 84 ÷ 108 m, szerokości 60 ÷ 72 m. Składy zmechanizowane. Szerokość naw 12 ÷ 24 m, wysokość do dolnej krawędzi konstrukcji dachowej 12 ÷ 18 m	Budynek 5 ÷ 6 nawowy o długości 108 ÷ 120 m, szerokości 72 ÷ 90 m. Składy zmechanizowane. Szerokość naw 12 ÷ 24 m, wysokość do dolnej krawędzi konstrukcji dachowej 16 ÷ 20 m	Budynek wielonawowy o długości powyżej 120 m i szerokości powyżej 90 m. Składy zmechanizowane. Szerokość naw 15 ÷ 27 m. Wysokość do dolnej krawędzi konstrukcji dachowej 16 ÷ 20 m



## Klasyfikacja odlewni

Rodzaj stopu	Stopy miedzi (brązy i mosiądze)				
	I		II		III
Klasa odlewni					
Grupa	1	2	1	2	1
Roczna wydajność odlewni w t.	do 400	powyżej 400	do 400	powyżej 400	do 400
Produkcja	jednostkowa	seryjna i wielkoseryjna	seryjna	wielkoseryjna	wielkoseryjna
Sposób odlewania	formy piaskowe		kokile		odśrodkowo
System pracy	kolejny z 1 lub 2 cyklami	jednoczesny	i ednoczesny		jednoczesny
Zasadniczy proces technologiczny i wyposażenie	Formowanie ręczne w małych i średnich skrzynkach przeważnie na mokro. Topienie w piecach tyglowych i piecach elektrycznych. Ręczne przygotowanie masy formierskiej. Oczyszczanie w bębnoch	Formowanie maszynowe w małych i średnich skrzynkach przeważnie na mokro. Zalewanie na przenośnikach rolkowych lub na przenośnikach członowych. Topienie w elektrycznych piecach tyglowych. Zmechanizowane przygotowanie, transport i uprzątnięcie masy formierskiej. Oczyszczanie w piaszczarkach bębnowych	Pojedyncze maszyny ręczne kokilowe. Topienie metalu w piecach tyglowych i elektrycznych. Rozwożenie metalu kolejką jednoszynową podwieszoną w małych kadziach	Maszyny kokilowe o napędzie mechanicznym i pneumatycznym. Topienie w piecach elektrycznych. Rozwożenie metalu kolejką jednoszynową wózkami o napędzie elektrycznym w małych kadziach	Maszyny odśrodkowe. Topienie w tyglowych piecach elektrycznych. Rozwożenie metalu kolejką jednoszynową podwieszoną kadziami specjalnymi lub ręczne roznoszenie metalu
Charakterystyczne typy wyrobów (wzorcowa specjalizacja zakładu)	Przyrządy pomiarowe, maszyny do pisania i liczenia, przyrządy lotnicze i samochodowe, aparatura radiowa, aparatura elektryczna drobna armatura części maszyn dla różnych gałęzi przemysłu budowy maszyn				
Charakterystyka wyposażenia transportu bilskiego	Suwnice kratownicowe o udźwigu do 5 t, suwnice jednobelkowe do 3 t, żurawie przyściennne	Suwnice kratownicowe o udźwigu do 5 t, suwnice jednobelkowe do 3 t, żurawie przyściennne, przenośniki członowe, rolkowe, taśmowe i kulbkowe	Kolejki jednoszynowe podwieszane, wózki podwieszane o napędzie ręcznym	Kolejki jednoszynowe podwieszane, wózki jednoszynowe o napędzie elektrycznym o udźwigu do 500 kG	Kolejki jednoszynowe podwieszane, wózki podwieszane o napędzie ręcznym
Charakterystyka budynku odlewni	Odlewnie metali nieżelaznych o niewielkiej wydajności umieszcza się w budynku odlewni żelwa. Przy wydajności większej odlewnie metali nieżelaznych umieszcza się w osobnym budynku. Szerokość naw 9, 12, 15, m. Wysokość do jezdnii suwnicowej 6-8 m		Odlewnie metali nieżelaznych o niewielkiej wydajności umieszcza się w budynku odlewni żelwa. Przy większej wydajności odlewnie metali nieżelaznych umieszcza się w osobnych budynkach. Szerokość naw 9-12 m, wysokość do dolnej krawędzi konstrukcji dachowej 5 do 8 m		Małe odlewnie umieszcza się wspólnie z inną odlewnią; większe w osobnym budynku. Szerokość naw 9-12 m, wysokość do dolnej krawędzi konstrukcji dachowej 5-8 m

Odlewnie o produkcji wielkoseryjnej i masowej o małej różnorodności odlewów, dla których posiada się wszystkie rysunki i specyfikacje, projektuje się na podstawie kart technologicznych i opisów procesów technologicznych osobno dla każdego rodzaju odlewu przewidzianego w programie produkcyjnym.

Przy projektowaniu odlewni kombinowanych obliczenia wykonuje się osobno dla produkcji jednostkowej i drobnoseryjnej na podstawie przybliżonych wskaźników technologicznych i osobno dla produkcji seryjnej i masowej na podstawie kart technologicznych oraz opisów procesów technologicznych.

Tablica C podaje wzór ramowego programu odlewni.

System pracy odlewni zależy od warunków technologicznych a także od programu produkcyjnego, to jest od rodzaju tworzywa, rocznej wydajności odlewni i ciężaru odlewów. Najbardziej racjonalnym systemem pracy odlewni jest ten, przy którym osiąga się najkrótszy cykl produkcyjny, a zatem największą wydajność załogi i najlepsze wykorzystanie wyposażenia technicznego.

Rozróżnia się dwa zasadnicze systemy pracy w odlewni: jednoczesny i kolejny.

Przy jednoczesnym systemie praca odbywa się we wszystkich oddziałach produkcyjnych jednocześnie w ciągu jednej, dwóch lub trzech zmian. Łączny czas formowania, składania, zalewania, stygnięcia i wybijania przy jednoczesnym systemie powinien być możliwie najkrótszy i w miarę możliwości przekraczać 8 godzin.

System ten stosuje się przy wielkoseryjnej i masowej produkcji przeważnie w odlewniach całkowicie zmechanizowanych o dużych możliwościach produkcyjnych, a także przy fabrykacji stosunkowo drobnych odlewów formowanych maszynowo i odlewanych w formach nie suszonych.

Im odlew jest większy i bardziej skomplikowany oraz im dłużej trwa cykl produkcyjny, tym mniej korzystny jest jednoczesny system pracy.

Przy kolejnym systemie wykonuje się na tym samym miejscu w różnych zmianach różne prace zgodnie z ich technologiczną kolejnością. Przy systemie kolejnym mechanizuje się tylko niektóre czynności, jak np. uprzą-



Tablica 3

## metali nieżelaznych

		Stopy aluminiowe i magnezu			Stopy cynku	
IV	I		II	III	I	
1	1	2	1	1	1	2
do 400	do 300	powyżej 300	powyżej 50	powyżej 50	od 200 od 500	powyżej 500
masowa	jednostkowa	seryjna i wielkoseryjna	wielkoseryjna	masowa	masowa	
pod ciśnieniem	formy płaskowe		kokile	pod ciśnieniem	pod ciśnieniem	
jednoczesny	jednoczesny		jednoczesny		jednoczesny	
Maszyny pneumatyczne - hydrauliczne z komorą ciśnieniową nie podgrzewaną. Topienie w piecach elektrycznych. Rozwożenie metalu kolejką jednoszynową podwieszoną	Formowanie ręczne. Topienie w tyglowych piecach elektrycznych. Przygotowanie masy i zalewanie ręczne. Obcinanie nadlewów piłami. Oczyszczanie w bębnoch	Formowanie maszynowe. Topienie w piecach elektrycznych. Zalewanie na przenośnikach rolkowych i członowych. Zmechanizowane przygotowanie masy. Transport i uprzątnięcie zmechanizowane. Oczyszczanie w piaskarkach pneumatycznych. Obcinanie nadlewów piłami	Przy produkcji do 100 t rocznie ręczne maszyny kokilowe. Przy rocznej produkcji powyżej 100 t maszyny kokilowe napędzane mechanicznie lub pneumatycznie. Topienie w tyglowych piecach elektrycznych. Transport metalu kolejką jednoszynową podwieszoną	Sprężarki. Topienie w tyglowych piecach elektrycznych. Transport metalu kolejką jednoszynową podwieszoną	Automaty i półautomaty tłokowe. Topienie w piecach tyglowych ogrzewanych gazem lub elektrycznie. Transport metalu kolejką jednoszynową podwieszoną	
Silniki lotnicze i samochodowe (gaźniki, bloki cylindrowe, kartery, tłoki) Przyrządy lotnicze i samochodowe, projektorzy, drobna armatura					Aparatura radiowa i kinowa, przybory samochodowe, części lekkie w budowie maszyn	
Kolejki podwieszane jednoszynowe, wyciągi elektryczne, przenośniki	Suwnice jednobelkowe do 3 t, wyciągi elektryczne i wyciągi ręczne	Przenośniki członowe, taśmowe, rolkowe, kulbelkowe	Kolejki jednoszynowe, wyciągi ręczne		Kolejki jednoszynowe, wyciągi ręczne	
	Odlewnie o małej produkcji umieszcza się w budynku wspólnym z innymi odlewniami. Przy dużej produkcji odlewnie umieszcza się zwykle w oddzielnych budynkach. Szerokość naw 9, 12, 15 m. Wysokość do jezdni suwnicowej 6-8 m		Odlewnie o małej produkcji umieszcza się wspólnie z odlewniami siopów miedzi. Przy produkcji powyżej 200 t rocznie — w oddzielnych budynkach. Szerokość naw 9, 12 m. Wysokość do dolnej krawędzi konstrukcji dachowej 5 do 7 m		Przy niedużej produkcji odlewnie umieszcza się przy oddziałach obróbki mechanicznej. Przy produkcji rocznej powyżej 100 t przeważnie w oddzielnym budynku. Szerokość naw 9-12 m. Wysokość do dolnej krawędzi konstrukcji dachowej 5 do 7 m	

tanie odlewni, przygotowanie i przeróbka materiałów formierskich i dostarczanie ich do miejsc pracy.

Jako typowe elementy mechanizacji stosuje się suwnice mostowe, suwnice wspornikowe i żurawie. Składanie, zalewanie i wbijanie form wykonuje się na miejscu w odlewni.

Możliwe są trzy następujące odmiany systemu kolejnego:

1. z jednym cyklem formowania na dobę,
2. z dwoma cyklami formowania na dobę,
3. z dwuzmianowym formowaniem, składaniem i jednoczesnym zalewaniem, wybijaniem i uprzątnięciem.

Przy systemie z jednym cyklem formowania na pierwszej zmianie wykonuje się formowanie i składanie form, przygotowanie masy przymodelowej i rdzeniowej, oczyszczanie i obcinanie odlewów. Podczas tej zmiany pracują także działy pomocnicze i biura. Na drugiej odbywa się topienie metalu i zalewanie form. Jednocześnie mogą być częściowo czynne: rdzeniarnia i oczyszczalnia. Podczas trzeciej zmiany usuwa się z form masę formierską i odlewy, przygotowuje masę formierską,

uprząta i przygotowuje miejsca pracy. Suszarnie do form i rdzeni są czynne podczas drugiej i trzeciej zmiany.

System z jednym cyklem formowania najbardziej nadaje się do odlewni produkujących jednostkowo lub w małych seriach odlewy średnie i większe wymagające dłuższego czasu stygnięcia (nie mniej niż 2 godziny).

Przy systemie kolejnym z dwoma cyklami formowania w ciągu doby czas trwania każdego cyklu wynosi 12 godzin. Z tego czasu na formowanie i składanie zużywa się 8 godzin, a na topienie metalu, zalewanie form, wybijanie odlewów i uprzątnięcie 4 godziny. Taki system stosuje się w odlewniach o produkcji rocznej 3 000 ÷ 6 000 ton cienkościennych i drobnych odlewów wykonywanych w formach nie suszonych.

Kolejny system z dwuzmianowym formowaniem i składaniem oraz jednoczesnym zalewaniem, wybijaniem i uprzątnięciem można stosować tylko w tym przypadku, gdy stygnięcie odlewu trwa nie dłużej niż 8 godzin. System ten zalecany jest dla odlewni produkujących odlewy o średnim ciężarze jednostkowym wykonywane przeważnie w formach suchych.



Tablica A

## Program odlewni

Nazwa wyrobów	Roczna produkcja w sztukach	Ciężar odlewu surowego w t	
		na jedną sztukę	rocznej produkcji
I Produkcja podstawowa			
Tokarka rewolwerowa „1365”	5000	2,75	13 750
Obrabliarka uniwersalna „137”	100	2,7	270
Obrabliarka uniwersalna „P-50”	100	7,3	730
Półautomat „116”	150	2,5	375
Specjalna obrabliarka „I-A-38”	50	12,5	625
Automat	100	6	600
Razem	5500	6	16 350
II Części zamienne	—	—	250
III Odlewy dla potrzeb własnych zakładu	—	—	1000
IV Odlewy dla potrzeb odlewni	—	—	400
V Odlewy innych odbiorców	—	—	2000
Razem	—	—	20 000

## OBLICZANIE ODDZIAŁÓW TOPIENIA (WYTAPIALNI)

Podstawowe założenia. Podstawę do obliczenia oddziały topienia metali stanowią dane określające rodzaj wytapianego metalu, system pracy odlewni, wielkość rocznej produkcji w tonach, ciężar jednostkowy odlewów, maksymalny jednostkowy ciężar odlewu, ilość wsadów i rodzaj paliwa.

W celu dokonania obliczenia oddziały topienia na podstawie rocznego programu produkcyjnego odlewni i warunków technicznych odbioru należy:

1. posegregować odlewy według rodzajów materiałów i przyjęte nazwy wsadów (tablica D),
2. ustalić zapotrzebowanie roczne na płynny metal,
3. sporządzić bilans topienia.

Wybór i ustalenie ilości pieców do topienia.

a. Żeliwiaki. Za podstawę do wyboru i ustalenia ilości pieców do topienia należy przyjąć: roczne zapotrzebowanie płynnego metalu i bilans topienia. Wydajność pieca na godzinę  $Q$  w tonach oblicza się na podstawie wzoru:

$$Q = \frac{Q_r \cdot x}{F \cdot n}$$

$Q_r$  — roczna ilość wsadu metalowego w tonach,  
 $x$  — współczynnik nierównomierności zapotrzebowania metalu, równy  $1,1 \div 1,2$ ,  
 $F$  — roczna ilość godzin (fundusz) pracy pieca,  
 $n$  — ilość jednakowych co do wydajności jednocześnie czynnych pieców.

Wydajność godzinowa żeliwiaka zależy od wielkości średnicy wewnętrznej szybu na poziomie dolnego rzędu dysz i od ilości powietrza zużytego na podmuch.

Tablica 4 podaje charakterystykę żeliwiaków o różnej wydajności.

W odlewniach o produkcji rocznej dochodzącej do 2000 ton ustawia się jeden żeliwiak, w odlewniach o produkcji rocznej wyższej niż 2000 ton — 2 żeliwiaki. Każdy z nich czynny jest na przemian co drugi dzień.

W odlewniach specjalizowanych, produkujących duże ilości odlewów o tym samym składzie chemicznym, jak również w odlewniach stosujących przenośniki członowe ustawia się osobne zespoły piecowe składające się z 2 żeliwiaków każdy.

b. Piece płomienne. Wydajność godzinowa pieców płomienych zależy od ich pojemności, wielkości powierzchni trzonu i czasu trwania wytopu (cyklu).

Tablica 5 podaje charakterystykę pieców płomienych. Piece płomienne mają zastosowanie w odlewniach żeliwa ciągliwego, w których formy zalewane są na placu jak również przy połączonej pracy żeliwiaka z piecem płomiennym.

Pojemność pieca płomiennego przy współpracy z żeliwiakiem powinna być  $1,5 \div 2$  razy większa od wydajności godzinowej żeliwiaka.

c. Piece martenowskie. Wydajność pieca martenowskiego na godzinę zależy od jego pojemności, wielkości powierzchni trzonu, rodzaju procesu martenowskiego, rodzaju i jakości paliwa oraz czasu trwania cyklu wytopu.

Tablica 6 podaje charakterystykę pieców martenowskich.

Pieca martenowskie stosuje się w odlewniach staliwa produkujących średnie i duże odlewy. W ciągu roku pieca martenowskie pracują bez przerwy 320 dni (na 3 zmiany), a w ciągu pozostałych dni w roku, tj. 45 dni, piece re-

## Ramowy pro

Nazwa wyrobów typowych	Ramowy program roczny		Podział odlewów					
	Ilość wyrobów w szt.	Ciężar wyrobów w t	Grupa I — do 10 kg			Grupa II — od 10 do 30 kg		
			ciężar w t	ilość w szt.	przeciętny ciężar 1 szt. w kg	ciężar w t	ilość w szt.	przeciętny ciężar 1 szt. w kg
Podstawowa produkcja								
I Tokarka rewolwerowa typ „1365”	5950	16 350	1080	414000	2,85	1277	72400	17,6
II Części zamienne	—	250	20	—	—	20	—	—
III Odlewy dla potrzeb zakładu	—	1000	50	—	—	100	—	—
IV Odlewy dla potrzeb odlewni	—	400	20	—	—	30	—	—
V Odlewy dla innych odbiorców	—	2000	200	—	—	200	—	—
Razem	—	20 000	1370	—	—	1627	—	—
Przeciętna ilość części w jednej formie	—	—	—	4	—	—	2	—
Maksymalny ciężar jednej części w kg	—	5000	—	—	—	—	—	—
Maksymalne wymiary form w mm	—	3000 × 2000 × 500	—	—	—	—	—	—



Tablica B

## Wykaz części lanych

Nazwa wyrobów	Nr rysunku	Ilość części w sztukach				Ciężar części w kg		Ciężar części na roczny program w t	Materiał (wg GOST W-1412-42) <sup>1)</sup>	
		na jednostkę wyrobu	na produkcję podstawową	na części zamienne	na braki z winny udziału mechanicznego	razem	po obróbce mechanicznej			surowej po oczyszczeniu i ukończeniu
Tokarka rewolwerowa „1365”										
Łoże	651011	I	5000	—	50	5050	825	900	4545	Szcz-24-44
Korpus głowicy	652011	I	5000	—	50	5050	256	300	1515	Szcz-18-36
Suport	655011	I	5000	—	50	5050	163	190	959,5	Szcz-18-36
Oslona	656011	I	5000	—	100	5100	62	70	357	Szcz-18-36
Oslona	657011	I	5000	—	100	5100	45	52	265,2	Szcz-18-36

1) Według PN dla żeliwa szarego wg PN/H-82101  
Według PN dla żeliwa węgla PN/H-83101

montuje się. W ciągu 320 dni pracy pieca używa się płynnej stali do zalewania form przez 6 dni w tygodniu, natomiast w niedzielę (dzień odpoczynku pracowników odlewni staliwa) — na wlewk<sup>1)</sup>.

Remonty pieców martenowskich wykonuje się przezważnie w okresie urlopow robotników.

Wybór pojemności pieców martenowskich zależy od maksymalnego ciężaru jednostkowego odlewu i charakterystyki ciężarowej produkowanych odlewów. Przy tym przyjmuje się, że z jednej kadzi można odlać do 100 form.

Ogólne roczne zapotrzebowanie odlewni staliwa na płynny metal oblicza się na podstawie wzoru:

$$Q = Q_0 + Q_w = \frac{P_0}{a} + \frac{P_w}{b}$$

gdzie:

- $Q$  — zapotrzebowanie roczne w tonach,
- $Q_0$  — zapotrzebowanie roczne płynnego metalu do odlewów stalowych w tonach,
- $Q_w$  — zapotrzebowanie roczne płynnego metalu dla wlewków w tonach,
- $P_0$  — produkcja roczna dobrego odlewu stalowego w tonach,

<sup>1)</sup> Tzw. „wlewek przymusowy” (przyp. opiniodawcy).

$P_w$  — produkcja roczna dobrych wlewków stalowych w tonach,

$a$  — współczynnik uzysku dobrego odlewu stalowego,

$b$  — współczynnik uzysku dobrych wlewków.

Pojemność pieca martenowskiego  $q$  oblicza się na podstawie wzoru:

$$q = \frac{QT}{nF}$$

gdzie:  $T$  — czas trwania wytopu w godzinach,

$n$  — ilość pieców,

$F$  — ilość godzin (fundusz) pracy pieca w ciągu roku.

d. Konwertory odlewnicze. Wydajność godzinowa konwertora odlewniczego uzależniona jest od jego pojemności i czasu trwania procesu (cykl), na który składają się: napełnianie gruszki płynnym surowcem z żeliwiaka oraz okresy świeżenia i wyrobienie stali (odtlenianie, nawęglanie itd.), spust stali i bieżąca naprawa wyprawy konwertora.

Przeciętny czas trwania (cykl) procesu można przyjąć, że wynosi 30 minut.

Tablica 7 podaje charakterystykę konwertorów odlewniczych.

Tablica C

## gram odlewni

według ciężaru												Metoda opracowania programu
Grupa III od 30 do 50 kg			Grupa IV od 50 do 100 kg			Grupa V od 100 do 500 kg			Grupa VI od 500 do 2500 kg			
ciężar w t	ilość w szt.	przeciętny ciężar 1 szt. w kg	ciężar w t	ilość w szt.	przeciętny ciężar 1 szt. w kg	ciężar w t	ilość w szt.	przeciętny ciężar 1 szt. w kg	ciężar w t	ilość w szt.	przeciętny ciężar 1 szt. w kg	
1283	28750	44,8	2390	34 200		4800	2400	200	5520	5950	928	} wg części typowych tokarki rewolwerowej „1365”
100			110			—			—			
150			100			200			400			
30			70			100			150			
300			300			400			600			
1863			2970			5500			6670			
—	1,5	—		1	—	—	1	—	—	1	—	



Tablica 4

## Charakterystyka żeliwniaków

Wyszczególnienie	Przy średniej wewnętrznej szybu w płazczyźnie dżysz w m															
	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	2,0	
Przeciętna wydajność w godz. <sup>1)</sup>	1-1,5	1,5-2,5	2,5-3,5	3,5-4,5	4,5-5,5	5,5-7	7,0-8,5	8,5-10,0	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22	22-25	
Wysokość od podłogi do pomostu usadowego w m	3,5	4,5	4,5	5,5	6	6	7	7	8	8	9	9	10	10	10,5	
Ilość podłaz w m <sup>2</sup> /min	25	30	40	60	75	90	120	150	170	200	240	260	300	330	400	
Moc silnika wentylatora w KM	5	10	13	20	26	30	41	46	50	60	75	90	105	125	150	
Całkowity ciężar żeliwniaka bez zbiornika w t	—	6,0	8,0	11,8	14,5	16,4	20,6	29,4	36,4	40,3	52	66	75	84	100	
Ilość wyciągu ze zbiornikiem w t	—	7,9	10,0	15,5	18,3	21,3	26,0	36,6	43,6	47,5	60	76	81	96	118	
Całkowity ciężar żeliwniaka w t	—	0,73	0,83	0,95	1,1	1,16	1,25	1,4	1,55	1,62	1,75	2,0	2,25	2,75	3,00	
Ciężar całkowity komory iskrowej suchej w t	—	3,2	3,75	5,1	6,0	7,0	8,5	11,1	11,7	13,0	15,0	17,5	20,5	24	27,5	
Ciężar obmuru szybu żeliwniaka w t	—	2	2,5	5,9	6,3	7,1	8,6	13,7	16,5	17,1	21,0	27	34	40	48	
Ilość wyciągu iskrowej komory w t	—	1,0	1,3	1,8	2,3	2,9	4,0	4,6	5,0	5,4	6,0	6,7	7,0	8,7	10	
Ilość wyciągu 1 mb obmuru komina	—	0,40	0,5	0,6	0,7	0,74	0,8	0,85	0,96	1,2	1,8	2,5	3,0	3,4	4,0	

<sup>1)</sup> Mniejsze liczby dotyczą żeliwniaków z jednym rzędem dżysz, większe — żeliwniaków z wielorzędowym systemem dżysz.

Konwertorów odlewniczych używa się przeważnie w odlewniach staliwa produkujących odlewy o małym ciężarze jednostkowym.

e. Piece elektryczne. Piece elektryczne łukowe trójfazowe typu „Heroult“ do topienia stali budowane są w ZSRR przez zakłady przemysłu elektrotechnicznego.

Tablice 8 i 9 podają charakterystykę tych pieców.

Piece elektryczne łukowe i indukcyjne bezrdzeniowe wysokiej częstotliwości stosuje się w odlewniach staliwa do odlewów jakościowych o małym i średnim ciężarze jednostkowym.

Charakterystykę pieców elektrycznych łukowych do topienia brązu i mosiądzu podano w tablicy 10, pieców tyglowych — w tablicy 11 i pieców elektrycznych do stopów aluminiowych — w tablicy 12.

Bilans topienia. Podany w tablicy 13 bilans topienia sporządzony jest dla odlewów średnio skomplikowanych.

Tablica 5

## Charakterystyka pieców płomiennych

Wyszczególnienie	Przy pojemności pieca w tonach			
	5	10	20	30
Powierzchnia trzonu w m <sup>2</sup>	6	8	10	14
Wymiary pieca w m:				
długość	7,4	9,5	10,0	11,0
szerokość	2,0	2,30	2,6	2,8
wysokość	2,2	2,5	2,7	2,8
Czas trwania wytopu w godzinach	5	6	8	10
Przeciętna wydajność w t/godz	1	1,66	2,5	3,0
Średnica wewnętrzna komina w mm	700	800	900	1000
Wysokość komina w m	14	16	18	22
Ogólny ciężar pieca w t	65	100	120	170
Ilość stali walcowanej potrzebna do budowy 1 pieca w t	4,4	7,2	8,5	11,5
Ilość odlewów żeliwnych potrzebna do budowy 1 pieca w t	0,5	0,7	1,0	1,2
Ciężar wyprawy w t	1,8	2,7	4,0	7,0
Ciężar 1 mb obmuru czopucha w t	2,3	2,6	2,7	2,88
Ciężar fundamentu betonowego w t	13,3	18,0	25,0	37,0
Rozchód paliwa na wytop w % ciężaru usadu przy pracy: na węglu kamiennym	40	38	35	30
na ropie naftowej	25	23,5	22	20

Dla innych rodzajów odlewów wskaźniki tablicy 13 powinny być zmienione:

a. odlewy proste — uzysk dobrych odlewów (‰), wzrasta o 18, ilość braków (‰) zmniejsza się o 2, ilość (‰) wylewów i nadlewów zmniejsza się o 6,

b. bardzo skomplikowane odlewy — uzysk dobrych odlewów (‰) zmniejsza się o 6, braków zwiększa się o 2, ilość (‰) wylewów, wylewów i nadlewów zwiększa się o 4.

Dla dokonania obliczeń przybliżonych można przyjmować przeciętny uzysk dobrych odlewów maszynowych w wysokości następującej: żeliwo szare 67‰, żeliwo ciągliwe 50‰, staliwo i stopy metali nieżelaznych 60‰. Przy wzorowym prowadzeniu odlewni ilość braków i zgaru może się znacznie obniżyć, a nawet dochodzić do 3‰. Liczba (‰) rozchodu metalu na wlewy i wylewy może być obniżona o 4 ÷ 6. W wyniku uzysk dobrych odlewów zwiększy się i osiągnie dla odlewu z żeliwa szarego liczbę dochodzącą do 76‰, staliwnego — do 68‰, żeliwa ciągliwe — do 58‰, stopów nieżelaznych — do 70‰<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Przy odlewach odśrodkowych i kokilowych wskaźniki uzysku dobrych odlewów powiększają się w stosunku do poprzednio podanych wskaźników.



Tablica D

## Podział odlewów do maszyn według rodzaju tworzywa i wsadów

Nr. wsadu	Marka żelwa wg GOŚT W-1412-42 <sup>1)</sup>	Rodzaj odlewów do maszyn	Ilość odlewów wykonywanych w ciągu roku w t	Skład chemiczny w %					Własności wytrzymałościowe				
				Si	Mn	P	S	C	Wytrzymałość na rozciąganie w kG/m <sup>2</sup> nie niżej	Wytrzymałość na zgięcie w kG/m <sup>2</sup> nie niżej	Strzałka ugięcia w mm przy rozstawieniu pomiedzy oporami		Wytrzymałość na ścislenie w kG/mm <sup>2</sup>
											600 mm	300 mm	
I	C4-24+44	duże	3038,4	1,4 1,6	0,8 1,0	0,2 0,3		2,8 3,0	24	44	9	3	83
II	C4-18+36	średnie	4006,6	1,8 2,0	0,8 1,0	0,2 0,3	nie więcej niż 0,12	3,2 3,4	18	36	8	2	75
III	C4-15 ÷ 32	małe	3000	2,4 2,8	0,8 1,0	0,3 0,5		3,3 3,4	15	32	7	2	60
		Razem	10045										

<sup>1)</sup> PN/H-82101

**Rozchód materiałów wsadowych.** W tablicach 14 i 15 przy podawaniu stosunku podstawowych materiałów wsadowych w procentach całego wsadu metalowego uwzględnia się:

1. całkowite wykorzystanie odpadków przy produkcji odlewów (wlewów, wylewów, nadlewów, rozprysków i braków),

2. dodatek do wsadu 10% wiórów brykietowanych.

Jeżeli do wsadu nie dodaje się wiórów, to stosunek surówki żelaza zwiększa się i dochodzi do 40%.

**Wzorcowe wskaźniki zużycia paliwa i energii elektrycznej do topienia metali.** Według obliczeń i sprawozdań fabrycznych zużycie koksu przy topieniu żelwa zwykłego w żeliwiakach wynosi 10 ÷ 12% wsadu metalowego, przy topieniu żelwa wysokojakościowego 12 ÷ 14% żelwa ciągliwego — 16 ÷ 18%. Przy skrupulatnym prowadzeniu procesu topienia w żeliwiakach można te liczby zmniejszyć o 2 ÷ 2,5.

Zużycie węgla kamiennego (7 000 cal) przy topieniu żelwa ciągliwego w piecach płomiennych wynosi 20 ÷ 40% wsadu metalowego.

W piecach martenowskich dla odlewów stalowych zużycie paliwa wynosi: ropy naftowej 15 ÷ 18% wsadu metalowego, gazu generatorowego o kaloryczności 1 200 cal/m<sup>3</sup> od 1,5 · 10<sup>6</sup> do 1,7 · 10<sup>6</sup> cal/t<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Są to wartości bardzo niskie charakterystyczne dla warunków hutniczych (przyp. opiniodawcy).

Zużycie energii elektrycznej w piecach elektrycznych łukowych zasadowych wynosi 700 ÷ 800, kwaśnych 400 ÷ 600 kWh na 1 tonę wsadu metalowego. Zużycie materiałów ogniotrwałych i pomocniczych podano w tablicy 16.

## OBLICZANIE ODDZIAŁÓW FORMIERSKICH

**Obliczanie sekcji formowania ręcznego.** Przy projektowaniu sekcji formowania ręcznego odlewni żeliwa szarego można korzystać z tablicy 17, podającej wymiary skrzynek formierskich, ciężar brutto odlewów w formie<sup>1)</sup> oraz pracochłonność procesów formowania i składania form do odlewów o różnym ciężarze jednostkowym, używanych do budowy maszyn.

**Obliczanie sekcji formowania maszynowego.** Formowanie maszynowe stosuje się zwykle przy produkcji serijnej zapewniającej jako minimum dwugodzinną, nieprzerwaną pracę maszyny formierskiej przez tę samą płytę modelową przy formowaniu w skrzyniach lub jednogodzinne zatrudnienie przy formowaniu bezskrzynekowym. Tablicą 18 zawiera charakterystykę technologiczną maszyn formierskich (wstrząsarek pneumatycznych najbardziej rozpowszechnionych w odlewniach ZSRR). Podana w tablicy wydajność maszyn formierskich odnosi się do warunków właściwych wysoko zmechanizowanym odlewniom

<sup>1)</sup> Tzn. odlewu z układem wlewowym (przyp. opiniodawcy).

Tablica 6

## Charakterystyka pieców martenowskich

Wyszczególnienie	Przy pojemności pieca w tonach										
	5	10	12	15	18	20	25	30	35	40	50
Powierzchnia trzonu w m <sup>2</sup>	7,5	9,5	10,5	12,6	14	15,5	18	22	23,5	25	28
Wydajność w tonach na godzinę przy opalaniu:											
ropą naftową	1,25	2,0	2,25	2,8	3,25	3,6	4,4	4,9	5,5	5,8	6,9
gazem generatorowym	0,75	1,25	1,40	1,75	2,1	2,3	2,8	3,3	3,6	4,0	4,8
Czas trwania wytopu <sup>1)</sup> w godzinach przy opalaniu:											
ropą naftową	4,8	5,0	5,25	5,35	5,45	5,5	5,8	6,1	6,3	6,85	7,3
gazem generatorowym	8,0	8,3	8,5	8,6	8,7	8,75	8,9	9,2	9,6	10	10,5
Odstęłość pomiędzy słupami budynku w hali piecowej w m	12	15	15	18	18	21	21	24	24	24	24
Szerokość hali piecowej w m	15	15	15	15	15	18	18	18	18	18	18
Wysokość pomostu roboczego w m	4,5	4,5	4,5	4,5	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,5	5,5
Wysokość od podłogi odlewni do jezdni podsuwnicowej w m	12	12	12	12	12	12,5	12,5	12,5	12,5	14,0	14,0
Głębokość fundamentu w m	4,5	4,5	4,5	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,5	6,0

<sup>1)</sup> Dla pieców zasadowych ze zmechanizowanym załadowaniem.



o produkcji masowej i do przypadku formowania z tego samego modelu w ciągu nie mniej niż jednej zmiany.

Tablica 19 podaje współczynniki przeliczenia wydajności maszyn formierskich w warunkach produkcji seryjnej przy mniejszym stopniu mechanizacji.

Dla odlewów stalowych wskaźniki pracochłonności (tablica 17) powinny być zwiększone o  $10 + 20\%$  (przy produkcji odlewów stalowych masę ubija się mocniej oraz stosuje się ochładzalniki i nadlewy).

Ilość potrzebnych maszyn formierskich  $M$  jednego typu i wymiaru można obliczyć na podstawie wzoru:

$$M = \frac{N}{(F_f - T_m) Q_f}$$

gdzie  $N$  — roczna ilość form potrzebnych typów i wymiarów z uwzględnieniem braku przy formowaniu; ilość tę określa się na podstawie kart technologicznych lub opisów procesów technologicznych formowania;

$F_f$  — roczna ilość godzin (fundusz) pracy maszyn formierskich;

$T_m$  — czas zużyty w ciągu roku na zmianę płyt modelowych w okresie formowania;

$Q_f$  — wydajność maszyn formierskich (form na godzinę).

Otrzymaną ilość maszyn formierskich zaokrągla się do liczb całkowitych. Wszystkie dane ujmują się w formie wykazu obliczenia maszyn formierskich.

Roczna ilość zmian płyt modelowych na jednej maszynie formierskiej równa się iloczynowi ilości części formowanych na danej maszynie przez ilość powtarzających się w ciągu roku serii produkcyjnej każdej części o tym samym mianie.

Przy obliczeniu czasu zużytego w ciągu roku na zmianę płyt modelowych zaleca się przyjmowanie następujących strat na każdą zmianę: dla maszyn 1 grupy 0,15 godz, 2 — 0,3 godz, 3 — 0,50 godz, 4 — 1 godzina.

### Charakterystyka konwertorów odlewniczych

Wyszczególnienie	Przy pojemności konwertora w t			
	1	1,6	2	2,5
Przeciętna wydajność w t/godz	2	3	4	5
Ciśnienie powietrza w at n	0,2	0,3	0,3	0,4
Rozchód powietrza w m <sup>3</sup> /min	50	75	100	125
Moc silnika dmuchawy w kW	44	66	80	88

Obliczanie powierzchni potrzebnej do formowania, składania i zalewania form. Przy ustalaniu powierzchni potrzebnej do formowania maszynowego w odlewniach o małej i średniej mechanizacji powinno się przewidzieć miejsce na maszyny, skrzynki formierskie, podręczny zapas masy formierskiej i rdzeni oraz stoły do składania form.

Wzdłuż maszyn formierskich od strony słupów lub ścian budynku powinno się zostawić wolne odstępy (pasy) szerokości 0,5 ÷ 1,25 m, a od strony stanowisk robotników przy maszynach — pasy szerokości 0,7 ÷ 1 m. Dla wózków lub innych środków transportowych i dla przejścia drogi należy przewidzieć o szerokości 2,2 ÷ 3,3 m.

Wymiary powierzchni potrzebnej dla 1 pary maszyn:

grupa maszyn	1	2	3	4
długość w m	4 ÷ 5	6 ÷ 7	7 ÷ 8	8 ÷ 9
szerokość w m	5	6	7	7
powierzchnia w m <sup>2</sup>	20 ÷ 25	36 ÷ 42	49 ÷ 56	56 ÷ 63

W odlewniach o średniej mechanizacji masę formierską przechowuje się w zasobnikach znajdujących się nad maszynami i zamiast powierzchni dla zapasu masy formierskiej przewiduje się miejsce na umieszczenie krat do wybijania odlanych form.

W odlewniach z przenośnikami członowymi i rolkowymi powierzchnie do formowania, składania i zalewania form zależą od rozstawienia urządzeń. Wzdłuż przenośników członowych i rolkowych powinno się przewidzieć

### Charakterystyka pieców elektrycznych łukowych typu ДСН do topienia stali i typu ДЧМ do podgrzewania żeliwa

Wyszczególnienie	Typ pieca						
	ДСН	ДСН	ДСН	ДСН-3	ДСН-5	ДЧМ-3А	ДЧМ-10А
	0,25	0,5	1,5				
Pojemność pieca w t	0,25	0,5	1,5	3	5	3	10
Moc transformatora w kVA <sup>1)</sup>	225	400	1000	1500	2250	800	2000
Średnica elektrody węglowej w mm	130	231	577	866	1300	—	—
Czas potrzebny na roztopienie metalu w godz <sup>2)</sup>	125	150	225	300	350	225	350
Ilość energii elektrycznej potrzebnej do roztopienia zimnego wsadu w kWh	2	1,3	1,3	1,3	1,5	—	—
Trwałość trzonu zasadowego podana w ilości wytopów	675	600	550	500	475	160	140
To samo dla trzonu kwaśnego	250	350	450	550	550	550	550
Trwałość sklepienia podana w ilości wytopów:	500	700	800	1000	1000	1000	1000
przy trzonie zasadowym	25	35	40	45	45	45	45
przy trzonie kwaśnym	50	75	100	100	100	100	100
Zużycie elektrod węglowych na 1 tonę metalu w kg <sup>3)</sup>	25	23	22	21	21	8	6
Zużycie wody w m <sup>3</sup> /godz	2	3	6	8	10	8	15
Ciężar konstrukcji metalowych w t	4,2	5,2	10,9	14,2	16,3	10,9	19,8
„ obmurza pieca w t	3,3	4,57	9,67	11,6	14,2	7,25	16,1
„ sklepienia pieca w t	0,77	0,94	2,01	2,6	4,52	2,12	4,52

Uwaga. 1. Dla pieców ДСН dopuszcza się przeciążenie w wysokości do 20%.

2. Dla pieców typu ДЧМ przyjęto:

- podgrzewanie żeliwa od 1250—1650°C,
  - wlewanie żeliwa porcjami po 50% pojemności pieca,
  - w czasie każdego wlewania żeliwa piec wyłącza się na 4 min,
  - ruch pieca dwuzmianowy,
  - czas rozgrzewania pieca 20 min,
  - podczas spustu żeliwa piec wyłącza się na 3 min.
- Przy nieprzerwanym spuszczeniu żeliwa bez wyłączenia pieca rozchód energii elektrycznej obniża się o 15—20%.

<sup>1)</sup> Nad kreską podano moc transformatora przy połączeniu Δ, pod kreską — przy połączeniu λ.

<sup>2)</sup> Do pieców ДЧМ-3А i ДЧМ-10А wlewa się płynne żelazo.

<sup>3)</sup> Przy elektrodach grafitowych należy przyjąć liczby 3-krotnie niższe (przyp. opiniodawcy).



Tablica 9

**Charakterystyka pieców wysokiej częstotliwości  
typu ПО do topienia stali**

Wyszczególnienie	Typ pieca			
	ΠΟ-75	ΠΟ-100	ΠΟ-300	ΠΟ-600
Pojemność pieca w kg	100	250	500	1000
Moc generatora w kW	75	140	300	600
Napięcie pieca w V	1400	1400	1900	1900
Częstotliwość prądu zasilającego w okres/sek	2000	2000	500	500
Czas topienia zimnego wsadu w minutach	30-40	35-45	60-75	60-75
Ilość energii elektrycznej potrzebnej do roztopienia zimnego wsadu w kWh	900-1000	700-900	800-850	600-700
Trwałość tyglu o kwośnej wyprawie przy czterech gorących naprawach (ilość wytopów)	60-80	70-80	80-90	80-90

z obu stron odstęp (pasy) o szerokości  $0,7 \div 1$  m na stanowiska robocze i dla umożliwienia prac remontowych. Poza tym należy przewidzieć przejazdy o szerokości  $2,2 \div 3,3$  m dla środków transportowych wewnętrzno-warsztatowych.

Długość przenośników członowych określa się przyjmując, że do zalewania potrzebna jest przestrzeń o długości  $8 \div 12$  m, do formowania  $36 \div 42$  m i do wybijania  $6 \div 8$  m. Przy ustalaniu całkowitej długości przenośnika odlewniczego należy uwzględnić minimalny czas potrzebny na ostygnięcie odlewów.

Maszyny formierskie można umieszczać zarówno zewnętrznie jak i wewnątrz przenośnika.

Tablica 10

**Charakterystyka pieców elektrycznych  
typu ДМК do topienia brązu i mosiądzu**

Wyszczególnienie	Typ pieca			
	ДМК 0,1	ДМК 0,25	ДМК 0,5	ДМК 1
Pojemność pieca w kg	100	250	500	1000
Dopuszczalne przeciążenie w %	50	20	20	20
Moc transformatora w kVA	125	175	250	500
Średnica elektrody grafitowej w mm	75	75	100	150
Czas topienia: brązu w minutach	45	60	80	100
mosiądzu w minutach	30	45	60	75
Ilość energii elektrycznej potrzebnej na wytop przy trójzmiennowej pracy w kWh/t	350	325	275	250
Przeciętna wydajność na godzinę topienia mosiądzu w ciągu całej doby w kg/godz	125	250	450	750
Zużycie elektrod na 1 tonę metalu w kilogramach	4	3,5	3	3
Trwałość wypraw pieca wyrażona w wytopach	300	400	500	600
Różchód wody w m <sup>3</sup> /godz	2	2,5	3	3,5
Ciepła konstrukcji metalowej w kg	1200	1250	1700	2000

Maszyny formierskie dla górnych i dolnych części formy można ustawiać po dwie lub grupami dla górnych i dolnych części form. W tym ostatnim przypadku wstawianie rdzeni odbywa się na przenośniku, a mianowicie na przestrzeni pomiędzy maszynami dla dolnych i górnych części formy. Przy takim rozmieszczeniu maszyn uzyskuje się najlepsze efekty produkcyjne. System ten stosuje się przy produkcji masowej, jeżeli na przenośniku

Tablica 11

**Charakterystyka pieców tyglowych przechyłnych do topienia brązu i mosiądzu**

Wyszczególnienie	Piece ropowe z tygłem o pojemności w kg					Piece koksowe z tygłem o pojemności w kg				
	100	200	300	400	500	100	200	300	400	500
Średnica płaszczki pieca w mm	1000	1150	1250	1300	1400	1000	1200	1300	1400	1500
Ciepła konstrukcji metalowej pieca w kg	700	800	1250	1400	1600	750	900	1350	1500	1750
Ciepła obmurza w kg	500	600	650	700	800	550	650	700	800	900
Wydajność na 1 godz. (przy 6 godzinowym ciągłym topieniu) w kg	100	150	225	250	300	100	150	225	250	300
Różchód paliwa umownego na jeden wytop w kg	14	23	34	42	50	20	36	48	60	75

członowym nie formuje się więcej niż dwie części jednocześnie.

Przy przenośniku członowym ustawia się następujące ilości maszyn formierskich: dla 1 grupy  $12 \div 14$ , dla 2 grupy — 8, dla 3 — 6, dla 4 —  $2 \div 4$  i 2 miotacze stałe. Długość przenośników rolkowych przy maszynach zależy od ilości form, które w razie okresowego podawania metalu płynnego powinno się zgromadzić na przenośniku w oczekiwaniu na zalanie.

Przy ciągłym dostarczaniu metalu przewidziana do zalewania długość odcinka przenośnika rolkowego oblicza się na półgodzinny zapas form.

Jedną zamkniętą linię przenośnika rolkowego przeznacza się na dwie do trzech par maszyn 1 grupy i na jedną parę maszyn 2, 3 lub 4 grupy. Przy układzie przenośników równoległym i w przypadku zalewania w hali wspólnej przyjmuje się jednakową długość dla kilku takich przenośników.

Obliczanie powierzchni potrzebnej do formowania ręcznego. Przy formowaniu ręcznym powinno się przewidzieć

powierzchnie do formowania, wykańczania i składania form.

Przy formowaniu z zalewaniem form suchych ustala się powierzchnie do formowania i wykańczania form oraz powierzchnie do składania form wysuszonych. Przy ustalaniu powierzchni do formowania i składania form oblicza się najpierw ilość stanowisk  $n$  do tego celu na podstawie wzoru:

$$n = \frac{N \cdot T_f}{g \cdot B}$$

gdzie  $N$  ilość form jednakowych wykonywanych w ciągu zmiany;  $T_f$  pracochłonność jednej formy w roboczo-godzinach;  $B$  ilość robotników w brigadzie zajętej przy wykonywaniu jednej formy;  $g$  długość zmiany w godzinach. Przy formowaniu z zalewaniem form suchych oblicza się osobno ilość stanowisk do formowania  $n_f$  i stanowisk do składania form  $n_s$ , ponieważ operacje te odbywają się na różnych stanowiskach. Powierzchnia stanowiska roboczego do formowania  $F_f$  zależna jest od wielkości skrzynki formierskiej, potrzebnych przejść koło formy i miejsca na



Charakterystyka pieców elektrycznych do topienia stopów alumiiniowych

Wyszczególnienie	Typ pieca															
	CAH	CAH	CAH	CAH	CAH	CAH	CAK	CAK	CAT	CAT	CAT	CAM <sup>1)</sup>	CAM <sup>1)</sup>	C3T	C3T <sup>2)</sup>	CMT
	0,3A	0,5A	1,0A	1,5A	2,0A	3,0A	0,15	0,25	0,15A	0,25A	0,5A	0,5A	1,0A	0,105	0,15	1
Pojemność pieca w kg	300	500	1000	1500	2000	3000	150	250	150	250	500	500	1000	100	150	1100
Moc pieca w kW-gorącego	90	120	180	240	300	400	40	80	40	60	80	40	80	60	15	180
zimnego	93	124	186	247	310	414	41	83	41	62	83	41,4	83	62	16	—
Podczas ruchu jałowego	30	35	45	50	55	60	10	20	10	20	30	17	21	15	14	22
Maksymalna temperatura spirali w °C	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1100	1150	1200
Maksymalna temperatura metalu w °C	850	850	850	850	850	850	850	850	800	800	800	850	850	900	1050	825
Wydajność na 1 godz w kg	125	150	225	350	500	650	50	75	55	85	125	550	1500	50	150	125
Czas topienia w godz	2-2,5	2,5-3	3-3,5	3,5-4	3,5-4	4-4,5	2,5-3	2,5-3	2,5-3	2,5-3	3,5-4	1	0,65	1,5-2	5	8
Ilość energii elektrycznej w kWh /t	600	600	600	550	550	550	650	600	600	550	550	47	34	1000	75	718
Zgorzelina metalu (przy czystym wsadzie) w % nie więcej niż	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	I	I	I	1,5	1,5	3	3	3
Ciężar konstrukcji metalowej w t	5,07	7,13	9,57	9,68	11,6	22,35	1,27	1,97	0,95	1,15	1,75	4,11	4,83	1,5	0,47	9,7

<sup>1)</sup> Piece typu CAM służą do podgrzewania aluminium.

<sup>2)</sup> Piece typu C3T służą do podgrzewania brązu.

modele. Powierzchnia stanowisk do składania form  $F_s$  przy zalewaniu form suchych równa jest powierzchni stanowisk do formowania. Przy obliczaniu powierzchni brutto należy uwzględnić również powierzchnię zajmowaną przez próżne skrzynki formierskie, masę formierską, słupy budynku, główne drogi komunikacyjne, przejścia itp.

Przy obliczaniu powierzchni stanowisk do formowania, składania i zalewania form w cdlwniach o małej i średniej mechanizacji przy kolejnym lub dwuzmianowym jednoczesnym systemie pracy z formowaniem, składaniem i zalewaniem form na placu zaleca się korzystać z danych tablicy 20. Tablica ta służy do ustalania powierzchni net-

to jednego stanowiska roboczego przy formowaniu lub składaniu zależnie od wymiaru skrzynek formierskich w świetle. Powierzchnię brutto otrzymuje się przez przemnożenie powierzchni netto przez współczynnik  $a$  i  $b$ . Współczynnik  $a$  służy do obliczenia dodatkowej powierzchni potrzebnej na próżne skrzynki formierskie, masę formierską i rezerwę w razie nierównomiernego formowania i składania. Współczynnik  $b$  uwzględnia straty powierzchni w pobliżu słupów i powierzchnię dodatkową na przejścia. Iloczyn współczynników  $a$  przez  $b$  podaje tablica 20a.

Przy ustalaniu powierzchni potrzebnych dla zalewania form oblicza się ilość stanowisk do zalewania  $n_z$  na podstawie wzoru:

$$n_z = \frac{N_f - n(j+s)}{N_0} \cdot C$$

gdzie  $N_f$  — ilość form w ciągu zmiany,  $n(j+s)$  — ilość stanowisk formowania i składania, wykorzystywanych do zalewania po ukończeniu formowania i składania,  $N_0$  — ilość form w stosie,  $c$  — współczynnik uwzględniający czas stygnięcia.

Przeciętne wielkości  $N_0$  i  $C$  dla różnych grup ciężarowych odlewów żeliwnych i stalowych podano w tablicy 21.

Tablica 22 podaje powierzchnię netto stanowiska do zalewania 1 formy (dla różnych rozmiarów skrzyń formierskich w świetle). Powierzchnię brutto otrzymuje się przez przemnożenie powierzchni netto przez współczynnik  $b$  lub  $b_1$  uwzględniający stratę powierzchni w pobliżu słupów i przed frontem pieców do topienia, przejścia itp. Wielkości liczbowe tych współczynników podaje tablica 22a.

W przypadku wykonania form w gruncie powierzchnia potrzebna do zalewania cddzielnie nie oblicza się, ponieważ suszenie, zalewanie i wybijanie form odbywa się na roboczym stanowisku formowania. Tam odbywa się również stygnięcie. Wielkość stanowisk przyjmuje się taką samą jak do formowania w skrzyniach formierskich (tablica 22).

Bilans topienia

Tablica 13

Rodzaj metalu	Typ pieca	Ciężar odlewów	Uzysk dobrego odlewu w %	Wlewy, wlewowy, nadlewy w %	Brak w %	Zgór w %
Żelwo szare	Żelwiaki	mały	60	30	5	5
		średni	67	23	5	5
		duży	72	18	5	5
Stalowo	Piece martenowskie	mały	55	33	5	7
		średni	62	26	5	7
		duży	68	20	5	7
	Piece elektryczne typu DCH	mały	53-55	36	5	4-6
		średni	60-62	29	5	4-6
Konwertory odlewnicze	mały	48-50	27	7	16-18	
średni	55-57	20	7	16-18		
Żelwo ciągliwe	Żelwiaki lub piece płomienne	mały	50	37	7	6
		mały	50	36	6	8
Brąz	Piec elektryczny typu DMK	mały	60	31	5	4
Mosiądz	Piec elektryczny typu DMK	mały	58	32	5	5
Stopy alumiiniowe	Piec elektryczny typu DAH	mały	60	31	5	4
Stopy magnezu	Piec elektryczny typu CAH	mały	50	39	5	6



Tabela 14

Stosunek zasadniczych materiałów wsadowych w % wsadu (dla żeliwa i staliwa)

Nazwa materiałów	Żelwo szare		Stalwo			Żelwo ciągliwe	
	żeliwaki	żeliwaki	piec martenowski	piec elektryczny	konwertory odlewnicze	piec płomienne	żeliwaki + piec elektryczny
Surowka odlewnicza w gęstach	30-40	—	—	—	—	30-35	20-30
Surowka martenowska w gęstach	—	30	5	30-45	—	—	—
Złom stalowy	8-15	33	50	30-20	25-30	35-45	—
Złom żeliwny	23-25	—	—	—	—	—	—
Złom z odlewni	28-30	25	33	20	30-35	35-40	—
Włóky w brykietach	10-15	10	10	10-15	10-15	10-15	—
Żelazostopy	1-2	2-4	2-4	2-4	1-2	2-3	—

Tabela 15

Stosunek zasadniczych materiałów wsadowych dla stopów metali nieżelaznych w % wsadu

Nazwa materiałów	Stopy				
	brązy	masi- dzu	alumi- niowo- miedzio- we	magne- zowe	cyńko- we
Metale świeże (nowe)	25-36	30-40	40-60	50-60	50-60
Złom nabyty	35-45	30-40	15-20	—	—
Złom z własnej produkcji	30-35	30-35	25-40	50-40	50-40
Dodatki	0,5-1	do 1	do 1	do 1	—

Ogólna powierzchnia stanowisk do formowania, składania i zalewania wynosi:  $F_{(j+s+z)}$  oblicza się na podstawie wzoru:

$$F_{(j+s+z)} = n_f \cdot F_f \cdot a \cdot b \cdot c$$

Wielkość współczynników  $a$ ,  $b$  i  $c$  ustala się na podstawie tablic 20a, 21 i 22a. Przy jednoczesnym systemie pracy powierzchnie formowania, składania i zalewania oblicza się osobno na podstawie tych samych tablic co przy systemie kolejnym (tablica 20 i 22). Do wybijania form wyznacza się oddzielnie stanowisko, którego wielkość usta-

Tabela 16

Stosunek materiałów ogniotrwałych i pomocniczych w % wagowych wsadu metalowego

Nazwa materiałów	Typy pieców do topienia				
	żeliwaki	piec martenowski	piec elektryczny	zasa- dowe	konwertory odlewnicze
Kamień wapienny	4	—	—	—	—
Cegła:					
szamotowa	3	4-6	4-5 <sup>1)</sup>	4-5	6-7
dynasowa	—	2-3	2,5	3,5	5,6
magnezytowa	—	0,5-1,4	0,5-1,0	—	—
kadzłowa	—	1	1	1	1
syfonowa	—	1,5	1,5	1,5	1,5
Szamota mielona	0,2	0,4	0,5	—	—
Gлина ogniotrwała	1,0-1,5	0,4	0,5	0,3-0,5	1-2
Piasek kwarcowy	2-3	—	—	2,5	2,5
Wapno palone	—	5-6	5,0	0,2	—
Fluoryt	—	0,1	0,2	0,05	—
Ruda żelazna	—	4-5	4-5	0,5-1,0	—
Ruda manganowa	—	2	2	0,1	—
Magnezyt mielony lub granulowany	—	1,0-1,5	1-1,5	—	—
Dolomit palony	—	2,5-3,5	1,5	—	—
Koks mielony	—	0,5	0,5	—	1
Drzewo do rozpalania	0,5	0,2	0,3	0,3	0,5
Elektrody do topienia:					
grafitowe	—	—	0,6-1,0	0,8	—
węglowe	—	—	2-3	2,0	—

<sup>1)</sup> W tej liczbie wyroby syfonowe 2 - 2,5%. W piecach indukcyjnych (kwaśnych) rozchód piasku kwarcowego wynosi 2 - 4%, kwarcu w kawałkach 2 - 4%, kwasu borowego 0,05%, szkła tuczonego 1,0 - 1,2% wsadu metalowego.

la się na podstawie przeciętnych wymiarów formy do odlewów danej grupy ciężarowej.

Ilość stanowisk roboczych do wybijania  $n_{tw}$  oblicza się na podstawie wzoru:

$$n_{tw} = \frac{N \cdot t_{tw}}{480 W_w}$$

gdzie  $N$  - ilość form na zmianę,  $t_{tw}$  - czas wybijania jednej formy w robotnikominutach; 480 ilość minut w zmianie roboczej,  $W_w$  - ilość wybijaczy w brygadzie.

Podsumowanie wyników obliczeń stanowisk i grup wagowych umożliwi określenie wielkości powierzchni oddziały formowania, składania, zalewania i wybijania form i w rezultacie sprecyzowanie wskaźnika produkcji dobrego odlewu w tonach z 1 m<sup>2</sup> powierzchni ręcznie.

Tabela 17

Zasadnicze wskaźniki formowania ręcznego

Wyszczególnienie	Grupy ciężarowe odlewów w kg								
	do 5	5-10	10-30	30-50	50-100	100-500	500-2000	2000-5000	powyżej 5000
Wymiary skrzynek formierskich (wewnętrzne) w mm:									
długość	400	500	600	800	1000	1200	2000	3000	5000
szerokość	300	400	500	600	800	1000	1200	2000	3000
wysokość górnej części	80	100	200	250	300	400	500	600	600
wysokość dolnej części	100	150	250	300	400	500	600	700	800
Ilość części w formie	8-12	6-8	3-5	1-3	1-2	1	1	1	1
Pracochłonność procesu formowania i składania na 1 odlewu w robotnikogodz									
odlewy proste	16-20	12-15	12-15	10-12	8-10	7-8	5-7	6-5	5-4
odlewy średnio trudne	35-40	30-35	25-30	20-25	23-20	18-15	15-12	12-10	10-8
odlewy trudne	45-50	40-45	35-40	30-35	25-30	25-27	17-20	15-18	14-12
Pracochłonność składania w % od ogólnej pracochłonności formowania i składania dla odlewów średniej trudności	15	16	18	20	23	26	30	35	40
Ilość robotników w brygadzie formierczy i składaczy <sup>1)</sup>									
przy formowaniu w skrzyniach i zalewaniu form nie suszonych	2	2	2	2	3	4	5	6	7
przy formowaniu w skrzyniach i zalewaniu form suszonych	2	2	2	3	4	4	6	8	8
jak wyżej lecz przy formowaniu w gruncie.	2	2	2	2	3	4	6	8	8

<sup>1)</sup> Przy równoczesnym wykonywaniu trzech form.



Charakterystyka maszyn formierskich (wstrząsarek pneumatycznych)

Grupa maszyn	Wypożyczenie w urządzeniach do transportu	Marka	Typ	Opis typu	Sila wstrząsania w kC przy 6 at n	Zastosowanie	Wymiary maszyn, (długość, szerokość, wysokość) w m	Ciężar maszyn w kg	Zużycie powietrza na 1 skrzynkę w m <sup>3</sup>	Największy wymiar skrzynki w świetle (długość, wysokość) w mm	Ilość maszyn na 1 formę	Ilość robotników w brigadzie	Wydajność (na 1 godz)
1 (małe)	Kolejki podwieszane jednoszynowe albo żurawie z wciągarkami pneumatycznymi lub elektrycznymi o udźwigu od 0,1 do 0,5 t	BΦ-2	Osborn 275-J	Z podprasowaniem i ręcznym wyjmowaniem modeli	100	Formowanie bezskrzynkowe na dwustronnej płycie modelowej	1,3 × 0,64 × 1,55	550	0,1	500 × 300 × 150	1	1	30 ÷ 40
		BΦ-3	Nicols 14-36 Adams 10-32	Z podprasowaniem i przeciąganiem płyty modelowej	225	Formowanie górnych i dolnych skrzyń z następnym ich obracaniem na czopach	1,4 × 1,5 × 1,57	1280	0,8	520 × 400 × 200	2	3	60 ÷ 80
		ЦКБ-121 ЦКБ-131	i 12-38	Z podprasowaniem i trzpieniowym podnoszeniem skrzynek	150	Formowanie górnych i dolnych skrzyń z następnym obracaniem ich ręcznym	1,3 × 0,8 × 1,6	550	0,1	500 × 400 × 200	2	3	60 ÷ 80
2 (średnie)	Kolejki podwieszane jednoszynowe albo żurawie, suwnice jednobelkowe z wciągarkami pneumatycznymi lub elektrycznymi o udźwigu od 0,5 do 1 t	BΦ-7	Nicols 16-41	Z podprasowaniem i przeciąganiem płyty modelowej	270	Formowanie górnych i dolnych skrzyń z następnym ich obracaniem na czopach	1,75 × 1,35 × 2,2	2250	0,12	650 × 425 × 300	2	4	50-70
		BΦ-4	Nicols 18-44	Jak wyżej	400	Jak wyżej	1,7 × 1,23 × 1,95	2600	0,15	670 × 600 × 250	2	4	50 ÷ 70
		ЦКБ-212	Nicols 21-48	Jak wyżej	550	Jak wyżej	2,2 × 1,6 × 2,75	4650	0,20	800 × 600 × 250	2	4	50 ÷ 70
		BΦ-9	Osborn 332	Z podprasowaniem, stołem obrotowym i przenośnikiem rolkowym do przetaczania form	340	Formowanie dolnych skrzyń przy produkcji potokowej w połączeniu z formowaniem górnych skrzyń na wstrząsarkach typu Nicols 18-44 lub 21-48	1,95 × 0,8 × 1,6	1650	0,15	800 × 600 × 300	2	4	50 ÷ 70
		ЦКБ-331	Osborn 602	Bez podprasowania, ze stołem obrotowym i bocznym odprowadzeniem skrzyń	400	Formowanie górnych i dolnych skrzyń i rdzeni	1,85 × 0,83 × 1,2	1275	0,15	670 × 600 × 300	2	4	50 ÷ 70
3 (duże)	Suwnice jednobelkowe, żurawie, suwnice wspornikowe, suwnice kratownicowe o udźwigu od 1,5 do 5 t	BΦ-10	Nicols 33-54	Z podprasowaniem i przeciąganiem płyty modelowej	1050	Formowanie górnych i dolnych skrzyń z następnym, ich obracaniem na czopach	2,7 × 1,6 × 3,0	8000	0,57	1000 × 800 × 300	2	5	40 ÷ 60
		BΦ-20	Osborn 333	Z podprasowaniem, stołem obrotowym i przenośnikiem rolkowym do przetaczania form	645	Formowanie dolnych skrzyń przy produkcji potokowej w połączeniu z formowaniem górnych skrzyń na wstrząsarkach typu Nicols 33-54	1,94 × 1,0 × 2,52	2250	0,20	1300 × 800 × 300	2	5	40 ÷ 60
		BΦ-13	Herman 750	Bez podprasowania, z płytą przerzucaną i stołem do zdejmowania form	325	Formowanie górnych i dolnych skrzyń i rdzeni	2,34 × 1,95 × 2,4	1200	0,15	900 × 500 × 275	2	4	40 ÷ 60
		BΦ-13	1500	Jak wyżej	650	Jak wyżej	2,5 × 2,0 × 2,6	2700	0,2	1000 × 660 × 450	2	4	40 ÷ 60
4 (ciężkie)	Suwnice kratownicowe o udźwigu od 5 do 10 t Suwnice wspornikowe o udźwigu od 3 do 5 t i wysięgu 6 m	BΦ-12	Herman 3000	Bez podprasowania, z płytą przerzucaną i stołem do zdejmowania form	1350	Formowanie skrzyń górnych i dolnych oraz rdzeni	—	5000	0,3	1300 × 1000 × 450	2	5	30 ÷ 40
		BΦ-21	Herman 6000	Jak wyżej	2700	Jak wyżej	—	6500	0,5	2000 × 1000 × 500	2	5	20 ÷ 30
		Herman 10000	Jak wyżej	4550	Jak wyżej	—	9200	0,7	3500 × 1500 × 700	2	5	15 ÷ 20	



Tablica 19

**Współczynniki przeliczenia wydajności maszyn formierskich. (wstrząsarek pneumatycznych) przy różnych stopniach mechanizacji odlewni i różnych wielkościach serii**

Odlewnie	Czas nieprzerwanego formowania z jednego modelu w godz	Współczynnik maszyn formierskich grupy			
		1	2	3	4
Z przenośnikami członowymi odlewniczymi	8	1	1	1	1
	4	0,8	0,8	0,7	0,6
	2	0,7	0,6	0,5	0,4
Z przenośnikami rolkowymi	8	0,8	0,8	0,7	0,6
	4	0,65	0,55	0,40	0,30
	2	0,55	0,50	0,35	0,25
Częściowo zmechanizowane	8	0,7	0,7	0,6	0,5
	4	0,55	0,50	0,35	0,25
	2	0,50	0,45	0,30	0,20
W małym stopniu zmechanizowane	8	0,5	0,5	0,4	0,4
	4	0,4	0,35	0,30	0,20
	2	0,30	0,30	0,20	0,15

Obliczanie parku skrzynek formierskich. Wymiar skrzynek formierskich ustala się zgodnie z GOST 2133-43, pod kątem widzenia konieczności skompletowania typowego parku skrzynek formierskich, którego posiadanie powinno odlewni umożliwić zmniejszenie ilości skrzynek.

Stosowanie skrzynek formierskich specjalnych (nie-normalnych) należy ograniczyć do niektórych wypadków produkcji masowej.

Przy masowej produkcji odlewów można przyjąć, że skrzynki formierskie wytrzymują 30 ÷ 50 tysięcy zalewań.

Zapotrzebowanie odlewni na skrzynki formierskie ustala się na podstawie czasu trwania cyklu: formowania (suszenia), składania, zalewania, stygnięcia i wybijania. Czas stygnięcia odlewów (maszynowych) formowanych w skrzyniach formierskich i gruncie, licząc od momentu ukończenia zalewania do początku wybijania, podaje tablica 23.

W sporadycznych przypadkach, na przykład przy odlewaniu szabot, cylindrów do silników spalinowych, łóż, ram itp. stosuje się specjalny system studzenia w formie.

W odlewniach z przenośnikami członowymi obliczenie parku skrzynek formierskich wykonuje się osobno dla każdego przenośnika i dla każdej formowanej części, na przykład bloku cylindrów samochodu. Poza ilością skrzynek formierskich znajdujących się bezpośrednio w pracy powinno się przewidzieć jeszcze dodatkowo 30% rezerwy, którą przechowuje się w magazynie w celu wymiany uszkodzonych skrzynek lub systematycznej konserwacji i naprawy skrzynek.

Przy projektowaniu odlewni o produkcji jednostkowej i seryjnej park skrzynek formierskich oblicza się wskaźnikową dla każdej grupy wagowej.

Należy ustalić początkową ilość skrzynek i coroczny ich ubytek. Przy produkcji jednostkowej ubytek skrzynek formierskich wagowo wynosi 20-40 ton na 1000 ton odlewu.

**Specjalne rodzaje odlewów.** Odlewanie w koklach stosuje się przy odlewach stalowych, żeliwnych i ze stopów metali nieżelaznych w produkcji seryjnej i masowej. Zasadnicza wyższość tej metody w porównaniu z odlewami w formach piaskowych polega na: oszczędności na masie formierskiej; 4 ÷ 5-krotnym zwiększeniu wydajności pracy robotników; 3- do 5-krot-

nym zwiększeniu uzysku z 1 m<sup>2</sup> powierzchni formierskiej, zmniejszeniu zużycia metalu płynnego, zmniejszeniu nadatków na obróbkę i polepszeniu jakości odlewu.

Odlewy lano odśrodkowe. Maszyny do lania odśrodkowego z poziomą osią obrotu są najczęściej używane przy produkcji masowej odlewów posiadających konfigurację ciał obrotowych (rury, tuleje).

Główne zalety odlewów lanych odśrodkowo: wysoki uzysk dobrego odlewu (do 90%), polepszenie jakości, zmniejszenie ciężaru części, możliwości osiągnięcia znacznej dokładności wymiarowej bez zastosowania obróbki mechanicznej. Na maszynach odśrodkowych z pionową osią obrotu można odlewać części o najrozmaitszych kształtach.

Odlewanie pod ciśnieniem stosuje się powszechnie w produkcji masowej drobnych części. Poza innymi zaletami, przy użyciu tej metody w znacznym stopniu odpada konieczność obróbki mechanicznej części dzięki wysokiej jakości powierzchni i wielkiej dokładności wymiarów, uzyskiwanej przy stosowaniu tej metody.

Odlewanie precyzyjne stosuje się przy wykonywaniu odlewów drobnych o wysokiej dokładności, przede wszystkim ze stopów bardzo twardych i trudno topliwych (łopatki do turbin, narzędzia).

Tablica 24 podaje wzorcową wydajność maszyn i urządzeń stosowanych przy specjalnych rodzajach odlewów.

**Zalewanie i wybijanie form.** Pojemność kadzi odlewniczych dla żeliwa szarego i ciągliwego zależy od ilości metalu wlewanego do formy. Przy zalewaniu drobnych form o metalochłonności do 50 kg, stosuje się kadzie ręczne o pojemności do 150 kg. Średnie formy od 50 do 500 kg zalewa się z kadzi o pojemności od 250 do 1000 kg. Większe formy zalewa się po jednej lub dwie z kadzi o odpowiedniej pojemności.

W odlewniach o produkcji wielkoseryjnej i masowej zalewanie odbywa się z kadzi specjalnych bezpośrednio<sup>1)</sup> do form.

Wskaźniki eksploatacyjne kadzi odlewniczych dla odlewni żeliwa szarego i ciągliwego z przenośnikami członowymi (pojemność, ilość form zalewanych i inne) podane są w tablicy 25. Przy projektowaniu można się posługiwać eksploatacyjnymi wskaźnikami kadzi odlewniczych dla odlewni żeliwa szarego, (tablica 26). Wskaźniki eksploatacyjne kadzi odlewniczych dla odlewni staliwa podaje tablica 27.

Wybijanie masy formierskiej i odlewów ze skrzynek formierskich (ręczne lub za pomocą suwnicy), przy kolejnym systemie pracy w odlewniach o małej mechanizacji, wykonuje się w ciągu trzeciej zmiany na stanowiskach zalewania. W odlewniach o mechanizacji średniej i wysokiej do wybijania stosuje się specjalne kraty potrząsane oraz wibratory zawieszane nad stałymi kratami. Rozmiar krat zależy od wielkości skrzynek formierskich.

Przeciętna pracochłonność wybijania masy ze skrzynek formierskich wynosi na jedną tonę odlewu:

a. przy wybijaniu ręcznym dużych odlewów wykonywanych na sucho 3-4 roboczogodziny, odlewów z różnych grup ciężarowych wykonywanych na sucho 5-8 roboczogodzin, wykonywanych na mokro 2-4 roboczogodzin i

b. przy wybijaniu na kracie potrząsanej odlewów

<sup>1)</sup> Prawdopodobnie autor chciał podkreślić, że przy produkcji masowej i wielkoseryjnej na formach nie ustawia się nadstawek wlewowych (przyp. tłum.).



Powierzchnie stanowisk do formowania ręcznego na świeżo i na sucho oraz składania form na sucho przy odlewach wykonywanych w dwóch skrzyniach formierskich

Szerokość skrzynki formierskiej w mm	Długość skrzynki formierskiej w mm																					
	300	350	400	450	500	600	700	750	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1800	2000	2500	3000	4000	5000
	Powierzchnia netto w m <sup>2</sup>																					
300	2,3	2,5	2,7	2,9	3,1	3,4	4,4	4,6	4,8	5,2	5,5	5,9	6,3	6,7	7,0	7,4	8,4	9,2	14,7	16,9	21,3	25,7
400	2,7	2,9	3,1	3,3	3,5	3,9	4,9	5,2	5,4	5,8	6,2	6,6	7,0	7,4	7,8	8,2	9,4	10,2	16,0	18,3	23,1	27,8
500	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,3	5,5	5,7	5,9	6,4	6,8	7,2	7,7	8,1	8,5	9,0	10,3	11,1	17,2	19,7	24,9	30,0
600	—	3,5	3,8	4,0	4,3	5,5	6,0	6,2	6,5	7,0	7,5	7,9	8,4	8,8	9,3	9,8	11,2	12,1	18,4	21,1	25,6	32,1
700	—	4,6	4,9	5,2	5,4	6,0	6,5	6,8	7,1	7,6	8,2	8,5	9,0	9,5	10,1	10,6	12,1	13,1	19,5	22,5	28,4	34,2
800	—	5,0	5,3	5,6	5,9	6,5	7,0	7,3	7,6	8,2	8,8	9,2	9,7	10,3	10,8	11,4	13,0	14,1	20,8	23,9	30,2	36,4
900	—	—	5,2	6,0	6,3	6,9	7,6	7,9	8,2	8,6	9,2	9,8	10,4	11,0	11,6	12,2	13,9	15,1	22,1	25,3	31,9	38,5
1000	—	—	6,1	6,4	6,7	7,4	8,1	8,4	8,8	9,2	9,8	10,5	11,1	11,7	12,3	13,0	14,8	16,1	23,3	26,7	33,7	40,6
1100	—	—	6,4	6,8	7,1	7,8	8,4	8,8	9,1	9,8	10,4	11,1	11,8	12,4	13,1	13,8	15,8	17,1	24,5	28,3	35,6	42,8
1200	—	—	6,8	7,2	7,5	8,2	8,9	9,3	9,6	10,3	11,0	11,7	12,4	13,4	13,9	14,6	16,7	18,1	25,7	29,5	37,2	44,9
1300	—	—	—	7,6	7,9	8,7	9,4	9,8	10,2	10,9	11,6	12,4	13,1	13,9	14,6	15,4	17,6	19,1	26,9	31,0	39,0	47,0
1400	—	—	—	7,9	8,3	9,1	9,9	10,3	10,7	11,5	12,2	13,0	13,8	14,6	15,4	16,2	18,5	20,1	28,2	32,4	40,7	49,1
1500	—	—	—	—	8,8	9,6	10,4	10,8	11,2	12,0	12,9	13,7	14,5	15,3	16,1	17,0	19,4	21,1	29,4	33,8	42,5	51,3
1600	—	—	—	—	9,2	10,0	10,9	11,3	11,7	12,6	13,5	14,3	15,2	16,0	16,9	17,8	20,2	22,0	30,6	35,2	44,3	53,5
1700	—	—	—	—	9,6	10,5	11,4	11,8	12,3	13,2	14,1	15,0	15,9	16,8	17,7	18,6	21,1	23,1	31,8	36,6	46,0	55,5
1800	—	—	—	—	10,0	10,9	11,9	12,3	12,8	13,7	14,7	15,6	16,5	17,5	18,4	19,4	22,1	24,1	33,0	38,0	47,8	57,7
1900	—	—	—	—	10,4	11,4	12,4	12,8	13,3	14,3	15,3	16,3	17,2	18,2	19,2	20,2	23,1	25,1	34,3	39,4	49,6	59,8
2000	—	—	—	—	10,8	11,8	12,8	13,4	13,9	14,8	15,9	16,9	17,9	18,9	19,9	21,0	24,1	26,1	35,3	40,8	51,3	61,9
2100	—	—	—	—	—	15,9	17,0	17,5	18,1	19,2	20,3	21,4	22,5	23,6	24,7	25,8	29,0	31,2	36,7	42,2	53,1	64,2
2250	—	—	—	—	—	16,7	17,8	18,4	19,0	20,1	21,3	22,4	23,6	24,7	25,9	27,0	30,5	32,8	38,5	44,3	55,8	67,3
2350	—	—	—	—	—	—	18,4	19,0	19,6	20,8	22,0	23,2	24,3	25,5	26,7	27,9	31,4	33,8	39,7	45,7	57,5	69,4
2500	—	—	—	—	—	—	19,3	19,9	20,5	21,7	23,0	24,2	25,5	26,7	27,9	29,2	32,9	35,4	41,6	47,8	60,2	72,6
2750	—	—	—	—	—	—	—	21,3	22,0	23,3	24,8	26,0	27,3	28,7	30,1	31,3	35,3	38,0	44,6	51,3	64,6	77,9
3000	—	—	—	—	—	—	—	—	22,5	24,9	26,3	27,8	29,2	30,6	32,0	33,5	37,7	40,6	47,7	54,8	69,0	83,2
4000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	34,9	36,7	38,4	40,2	42,0	47,4	50,9	59,9	68,8	86,7	104,5

o wielkości średniej formowanych na sucho 3-4 roboczogodzin na mokro 1,5 — 2 roboczogodzin, drobnych odlewów na mokro 2 — 4 roboczogodzin.

Rdzenie z odlewów o objętości masy rdzeniowej do 0,4 m<sup>3</sup> na 1 tonę odlewu wybija się ręcznie lub młotkami pneumatycznymi. Pracochłonność tej roboty wynosi przeciętnie 0,5 roboczogodzin na jedną tonę odlewu.

Tablica 20a

Grupa wg ciężaru odlewów	Współczynniki przeliczeniowe a · b		
	formowania		składania form na sucho
	na mokro	na sucho	
1	2,56	2,72	2,38
2	2,56	2,72	2,38
3	2,4	2,55	2,21
4	2,25	2,4	2,12
5	2,1	2,24	2,12
powyżej 5	1,95	2,08	1,92

Wybijanie rdzeni z odlewów skomplikowanych (na przykład z bloków i głowic cylindrów silników samochodowych i traktorowych) wykonuje się za pomocą wstrząsarek do wybijania rdzeni. Maszyny te ustawione są w pomieszczeniach specjalnych znajdujących się na trasie przenośnika chłodzącego pomiędzy oddziałem wybijania form a oczyszczalnią odlewów. Do usuwania rdzeni z odlewów średnich i dużych (do silników wysokoprężnych, sprężarek, obrabiarek turbin itp.) stosuje się urządzenia hydrauliczne. Wydajności jednej prądnicy wynosi 1,5—2 tony odlewu lub 2 m<sup>3</sup> masy rdzeniowej na 1 godzinę.

Wymiary komór hydraulicznych zależne są od wielkości odlewów. Najczęściej używane są komory o wymiarach 4,5 × 4,5 × 3,5 i 6 × 6 × 4,5 m. Moc silnika do pompy hydraulicznej wynosi 110 kW na dwie prądnice. Metoda hydrauliczna opłaca się przy rocznej produkcji odlewów nie mniejszej niż 5000 ÷ 6000 ton.

#### OBLICZANIE ODDZIAŁÓW RDZENIOWYCH

Przy projektowaniu odlewni przyjmuje się podział rdzeni na siedem grup (tablica 28).

Według rodzaju masy rdzenie dzielą się w zasadzie na piaskowo-gliniaste składające się z mieszaniny piasku, gliny i domieszek organicznych oraz na piaskowo-olejowe z piasku kwarcowego z niewielką domieszką oleju roślinnego lub jego namiastki.

Rdzenie wykonuje się na wstrząsarkach płytowych o udźwigu do 500 kg, maszynach ręcznych ze stołem obrotowym typu Osborn 40 — 42 (C-3, C-4), pneumatycznych wstrząsarkach np. typu Osborn 602 (IKB — 331), Herman-Pneumatic 750 funtów angielskich (Bφ — 20), 1500 funtów angielskich (Bφ 13) i 3000 funtów angielskich (Bφ 12), dmucharkach do rdzeni np. typu Demmler, Osborn i Champion.

Tablica 21

#### Przeciętne wielkości wskaźników $N_0$ i $C$ dla odlewów różnych grup ciężarowych w zależności od rodzaju metalu i sposobu formowania

Wyszczególnienie	Grupa wg ciężaru odlewów w kg								
	do 10	10 — 50	50 — 100	100 — 500	500 — 2000	2000 — 5000	5000 — 10 000	10 000 — 20 000	powyżej 20 000
Ilość form w stosie $N_0$	2	1,5	1,2	1	1	1	1	1	1
Współczynnik $C$ przy formowaniu w skrzynkach formierskich:									
żeluzna szarego	1	1	1	1	1,2	1,8	2,4	3	3,6
stalowa	1	1	1	1,2	1,4	2	3	3,6	4,2
przy formowaniu w gruncie:									
żeluzna szarego	—	—	1,2	1,5	2	3	4	5	6
stalowa	—	—	1,2	1,5	2	3	5	6	7

Przy wybieraniu i obliczaniu ilości maszyn do rdzeni potrzebnych w odlewni zaleca się korzystanie z tablicy 29. Na brak i potłuczenie rdzeni przewiduje się dla dużych i prostych rdzeni 5%, dla małych i skomplikowanych — 10%. Zainstalowanie maszyny do wyrobu rdzeni uważa się za celowe przy obciążeniu nie mniejszym niż 40 — 50%.

Przy projektowaniu odlewni o produkcji masowej (dla odlewni fabryk samochodowych, traktorów i innych) obli-



Tablica 22

## Powierzchnia stanowiska do zalewania przy kolejnym systemie prac

Szerokość skrzyni formierskiej w mm	Długość skrzynki formierskiej w mm																							
	300	350	400	450	500	600	700	750	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1800	2000	2500	3000	4000	5000		
	Powierzchnia netto w m <sup>2</sup>																							
300	0,63	0,69	0,76	0,83	0,90	1,03	1,17	1,23	1,30	1,43	1,47	2,10	2,25	2,41	2,56	2,71	3,17	3,48	4,24	5,0	6,53	8,06		
400	0,71	0,78	0,88	0,93	1,01	1,16	1,31	1,39	1,46	1,61	1,76	2,30	2,45	2,63	2,80	2,96	3,47	3,80	4,64	5,47	7,14	8,82		
500	0,78	0,87	1,01	1,04	1,12	1,29	1,46	1,54	1,62	1,79	1,96	2,49	2,67	2,86	3,04	3,22	3,76	4,13	5,03	5,94	7,76	9,57		
600	—	0,95	1,05	1,14	1,23	1,42	1,60	1,69	1,79	1,97	2,16	2,69	2,88	3,08	3,28	3,47	4,06	4,45	5,44	6,40	8,37	10,32		
700	—	1,04	1,14	1,24	1,34	1,55	1,75	1,85	1,95	2,03	2,35	2,88	3,09	3,30	3,51	3,73	4,36	4,78	5,83	6,88	9,08	11,08		
800	—	1,13	1,24	1,35	1,46	1,67	1,89	2,00	2,11	2,33	2,55	3,08	3,31	3,53	3,75	3,98	4,65	5,10	6,22	7,34	9,59	11,83		
900	—	—	1,33	1,45	1,57	1,80	2,04	2,16	2,27	2,80	3,04	3,28	3,52	3,75	3,99	4,23	4,95	5,43	6,62	7,81	10,20	12,59		
1000	—	—	1,43	1,55	1,68	1,93	2,18	2,31	2,44	2,97	3,22	3,47	3,73	3,98	4,23	4,49	5,24	5,75	7,02	8,28	10,81	13,34		
1100	—	—	—	1,93	2,07	2,33	2,60	2,73	2,87	3,14	3,40	3,67	3,94	4,20	4,47	4,74	5,54	6,08	7,41	8,75	11,42	14,09		
1200	—	—	—	—	2,18	2,60	2,74	2,88	3,02	3,30	3,58	3,87	4,15	4,43	4,71	4,93	5,84	6,40	7,81	9,22	12,03	14,85		
1300	—	—	—	—	—	2,29	2,58	2,88	3,03	3,17	3,47	3,77	4,06	4,36	4,65	4,95	5,25	6,13	6,73	8,21	9,68	12,64	15,60	
1400	—	—	—	—	—	—	2,40	2,71	3,02	3,17	3,33	3,64	3,95	4,26	4,51	4,88	5,19	5,50	6,43	7,05	8,60	10,15	13,25	16,36
1500	—	—	—	—	—	—	—	2,83	3,16	3,32	3,48	3,81	4,13	4,46	4,78	5,10	5,43	5,75	6,73	7,30	9,00	10,62	13,87	17,11
1600	—	—	—	—	—	—	—	—	3,30	3,47	3,63	3,97	4,31	4,65	4,99	5,33	5,67	6,01	7,02	7,70	9,39	11,09	14,48	17,86
1700	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3,61	3,78	4,14	4,49	4,85	5,20	5,55	5,91	6,26	7,32	8,03	9,79	11,56	15,09	18,62
1800	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3,94	4,31	4,68	5,04	5,41	5,78	6,15	6,51	7,62	8,35	10,19	12,02	15,70	19,37
1900	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4,86	5,24	5,62	6,00	6,39	6,77	7,91	8,68	10,58	12,49	16,31	20,13
2000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5,04	5,44	5,83	6,23	6,62	7,02	8,21	9,00	10,99	12,96	16,92	20,88
2100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5,63	6,04	6,45	6,86	7,27	8,50	9,33	11,38	13,43	17,53	21,63
2250	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6,36	6,79	7,22	7,66	8,95	9,81	11,97	14,13	18,45	22,77
2350	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7,02	7,45	7,91	9,25	10,14	12,37	14,60	19,06	23,52
2500	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7,82	8,29	9,69	10,63	12,96	15,30	19,98	24,65
2750	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8,92	10,43	11,44	13,96	16,47	21,50	26,54
3000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11,17	12,25	14,95	17,04	23,03	28,42
4000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15,50	18,91	22,32	29,14	35,96

czenie rdzeniarni należy dostosowywać do potrzeb poszczególnych linii przenośników odlewniczych oraz do typów maszyn formierskich.

Transportowanie rdzeni mokrych i wysuszonych w odlewniach zmechanizowanych odbywa się ruchem ciągłym na przenośnikach kołkowych, podwieszonych i rolkowych, a w odlewniach mało zmechanizowanych — wózkami na płytach lub półkach, lub suwnicami.

Składanie i kompletowanie rdzeni powinno się odbywać na oddzielnych stanowiskach roboczych lub liniach

Tablica 22a

Grupa odlewni wg ciężaru	Współczynnik przeliczeniowy	
	zalewanie na mokro <i>b</i>	zalewanie na sucho <i>b<sub>1</sub></i>
1	1,6	1,7
2	1,6	1,7
3	1,6	1,7
4	1,5	1,6
5	1,5	1,6
powyżej	1,5	1,6

potokowych. W rdzeniarni należy przewidzieć miejsce na magazynowanie rdzeni obliczone na 24 godzinowy zapas. Powierzchnię rdzeniarni dla odlewni o małej i średniej mechanizacji oblicza się na podstawie ilości stanowisk roboczych do formowania rdzeni na stołach i na podłodze.

Wielkość powierzchni potrzebnej do formowania na 1 rdzeniarni i na 1 zmianę przyjmuje się: dla rdzeni drobnych 6 m<sup>2</sup>, dla średnich 8 m<sup>2</sup>, dla dużych 12 m<sup>2</sup>. Zapotrzebowanie powierzchni brutto rdzeniarni na 1 rdzeniarni i na 1 zmianę (z uwzględnieniem powierzchni stanowisk do montażu i magazynowania rdzeni oraz powierzchni potrzebnej na przejścia) wynosi: dla drobnych rdzeni 12 ÷ 15 m<sup>2</sup>, dla średnich 18 ÷ 20 m<sup>2</sup>, dla dużych 25 ÷ 30 m<sup>2</sup>.

Przy obliczeniach przybliżonych wielkość powierzchni brutto rdzeniarni można określić procentowo w stosunku do sumy powierzchni do formowania, zalewania i wybijania

form: dla odlewów zwykłych 10 ÷ 15%, dla odlewów średnio skomplikowanych przy rozchodzie masy rdzeniowej do 0,4 m<sup>3</sup> na 1 tonę 20 ÷ 40%, dla odlewów skomplikowanych przy rozchodzie masy rdzeniowej do 0,7 m<sup>3</sup> na 1 tonę 50 ÷ 70%.

## OBLICZANIE SUSZARŃ

Objętość suszarń komorowych do form oblicza się na podstawie objętości wewnętrznej skrzyń formierskich ustalonej według kart technologicznych. Przy obliczeniu należy określić czas trwania cyklu suszenia (czas przebywania form w suszarzni) oraz współczynnik wypełnienia komory suszarzni.

Czas suszenia zależy od rozmiaru skrzyń formierskich, grubości warstwy masy formierskiej, składu tej masy i temperatury suszenia.

Tablica 30 podaje zalecany sposób suszenia.

Wielkość współczynników wypełnienia suszarń komorowych wozowych przyjmuje się: 0,15 dla odlewów drobnych, 0,2 dla średnich i 0,25 dla dużych. Współczynnik wypełnienia suszarń wgłębnych dużymi jednego typu formami wynosi 0,3.

Ilość suszarek przenośnych do odlewów formowanych w gruncie określa się według powierzchni górnej części formy. Na każde 2 m<sup>2</sup> tej powierzchni potrzebna jest 1 suszarka przenośna.

Czas powierzchniowego podsuszania form na głębokość 30 ÷ 40 mm wynosi 1,5 ÷ 3 godzin i zależy od rozmiarów oraz konfiguracji formy.

Obliczenie suszarń rdzeni przeprowadza się na podstawie wielkości rdzeni lub powierzchni płyt i tac. Wszystkie rdzenie podlegające suszeniu sortuje się na grupy według metod suszenia i według przenośników, dla których są przeznaczone. W razie konieczności wspólnego suszenia rdzeni, które powinny być w zasadzie różnie suszone, należy wypośredkować system suszenia o cechach przeciętnych.

Współczynnik napełnienia suszarń komorowych i szafkowych przyjmuje się dla rdzeni o objętości do 10 dcm<sup>3</sup>



Tablica 23

## Czas stygnięcia odlewów w formach piaskowych

Ciężar odlewu w kg	Największa grubość ścianki w mm	Czas trwania stygnięcia	
		w godz	w min
Formowanie w skrzyniach			
Do 5	5—8	—	10—15
powyżej 5 do 10	10—12	—	15—20
„ 10 — 30	10—15	—	20—30
„ 30 — 50	12—20	—	25—45
„ 50 — 100	15—30	—	30—60
„ 100 — 250	20—40	—	45—90
„ 250 — 500	25—50	1,5—4	—
„ 500 — 2000	30—60	2—8	—
Formowanie w gruncie			
Do 2000	50—80	16—24	—
2000 — 5000	70—100	36—48	—
5000 — 10 000	80—120	60—72	—
10 000 — 15 000	100—130	72—96	—
15 000 — 30 000	120—150	96—120	—
powyżej 30 000	150—180	120—180	—

— 0,06, powyżej 10 do 30 dcm<sup>3</sup> — 0,08, powyżej 30 do 100 dcm<sup>3</sup> — 0,12, a powyżej 100 dcm<sup>3</sup> — 0,18.

Temperaturę i czas suszenia rdzeni o różnym składzie masy rdzeniowej i o różnej objętości podaje tablica 31.

Obliczenie suszarni przenośnikowych do rdzeni zależy od systemów suszenia i przenośników. Dla każdego systemu suszenia na każdej linii przenośnikowej oblicza się osobno powierzchnię płyt i tac podrdzeniowych.

Ilość suszarni przenośnikowych  $N$  dla danego systemu suszenia i przenośnika można obliczyć na podstawie wzoru:

$$N = \frac{P_d \cdot t \cdot l}{p \cdot m \cdot F \cdot L \cdot z}$$

gdzie:  $P_d$  — powierzchnia tac i płyt rdzeniowych w m<sup>2</sup> (roczne zapotrzebowanie),  $t$  — czas suszenia w godz,  $l$  — odległość pomiędzy etażerkami w m,  $p$  — powierzchnia

jednej półki w m<sup>2</sup>,  $m$  — ilość półek w etażerze,  $F$  — ilość godzin (fundusz) pracy suszarni w ciągu roku,  $L$  — ogólna długość przenośnika suszarni w m,  $z$  — współczynnik zapelnienia półek równy 0,6 ÷ 0,8.

Szybkość przenośnika  $v$  oblicza się na podstawie wzoru:

$$v = \frac{L}{t \cdot 60} \text{ m/min.}$$

### OBLICZENIE ODDZIAŁÓW PRZYGOTOWANIA MAS FORMIERSKICH I RDZENIOWYCH

Zapotrzebowanie na masy formierskie i rdzeniowe oraz na materiały wchodzące w ich skład ustala się na podstawie kart technologicznych i zestawień procesów technologicznych lub wskaźników rozchodzących zaczerpniętych z praktyki przodujących odlewni. Przy przeliczaniu objętości mas formierskich ubitych na objętość mas nie ubitych korzysta się ze współczynnika 1,33, a przy przeliczeniu objętości mas rdzeniowych — 1,5. Ciężar 1 m<sup>3</sup> ubitej masy formierskiej przyjmuje się przeciętnie na 1,6 tony, a masy rdzeniowej — 1,8 tony.

W produkcji masowej przy formowaniu na mokro stosuje się tak zwaną masę jednolitą pomijając masę przyrodową. Ilość świeżych dodatków do masy jednolitej wynosi 7 ÷ 8%, w tym pyłu węglowego 1%.

Przy obliczaniu ogólnego zapotrzebowania na masy należy przewidzieć na rozsypywanie przy wykonaniu form i rdzeni 8 ÷ 12% od zapotrzebowania netto wszelkich gatunków mas. Strata ogólna w masach (w tym i strata w oczyszczalni) wynosi od 15 do 20%.

Wyposażenie techniczne oddziału przygotowania mas formierskich oblicza się dla trzech zasadniczych sekcji oddziału:

1. przygotowania materiałów świeżych,
2. przeróbki mas starych (spalonych),
3. przygotowania mas formierskich i rdzeniowych.

Tablica 24

### Wydajność maszyn dla niektórych specjalnych rodzajów odlewów

Rodzaje odlewów	Charakterystyka odlewów	Ciężar lub wymiary odlewów	Rodzaje metalu			
			żeliwo szare	stopy miedziowe	stopy aluminiowe	stopy cynkowe i ołowiano-cynkowe
			wydajność w szt/godz			
Kokilowe	odlewy do maszyn: bez rdzeni z rdzeniami prostymi  z rdzeniami skomplikowanymi	do 1 kg	60—80	80—100	100—120	—
		1—3 kg	50—70	60—80	80—100	—
		3—5 kg	40—50	50—70	70—90	—
		5—20 kg	30—40	40—50	50—70	—
		3—5 kg 5—20 kg	20—30 10—20	30—40 20—30	40—50 30—40	— —
Odsrodkowe	tuleje i wkładki łożyskowe	średnica do 100 mm	25—30	25—30	—	—
		„ 100—200 „	15—20	15—30	—	—
		„ 200—300 „	12—16	12—16	—	—
		powyżej 300 „	8—10	8—10	—	—
		20—30 kg	12—20	—	—	—
Z osłą wirowania poziomą	klocki hamulcowe do samochodów ZIC rury wodociągowe	średnica 150—300 mm	15—30	—	—	—
Pod ciśnieniem	drobne odlewy ze stopów łatwo topliwych wykonywane na automatach prasowych	od ułamków grama do 300 g	—	—	—	400—1000
	średnie odlewy ze stopów aluminiowych i magnezowych wykonywane na pneumatycznych półautomatach	od 300 g do 3 kg	—	—	150—500	—
„ — „	duże odlewy ze stopów miedzianych i aluminiowych wykonywane na maszynach pneumatyczno-hydraulicznych z nie podgrzewaną komorą ciśnieniową	powyżej 2 kg do 5 kg	—	80—120	100—150	—



Tablica 32 zawiera dane ułożone stosownie do wymienionych trzech sekcji. Danymi tymi można posługiwać się przy wyborze i obliczeniu urządzeń do przeróbki mas.

W odlewniach z przenośnikami odlewniczymi wydajność agregatów do przeróbki mas formierskich dostosowuje się do zapotrzebowania obsługiwanych przez nie przenośników odlewniczych. Jeden zespół agregatów nie powinien obejmować więcej niż 5 sztuk mieszalników typu Simpson N 3.

### OBLICZANIE OCZYSZCZALNI

Wypożyczenie techniczne oczyszczalni oblicza się w kolejności operacji technologicznych według grup ciężarowych odlewów lub w odlewniach o produkcji wielkoseryjnej i masowej dla poszczególnych specjalizowanych linii oczyszczania.

Tablica 25

**Eksploatacyjne wskaźniki kadzi rozlewniczych do żeliwa (odlewnie przenośnikowe; transport kadzi za pomocą kolejki podwieszanej jednoszynowej)**

Przeznaczenie przenośnika	Pojemność kadzi w kg	Przeciętna ilość metalu w jednej formie w kg	Przeciętna ilość form zalewanych z jednej kadzi
Formowanie bezskrzynkowe	150—180	9	18—20
Formowanie w skrzynkach jak wyżej	200—250	14	14—18
jak wyżej	200—250	25	8—10
jak wyżej	500	100	5

Przy obliczaniu wyposażenia można przyjąć następującą wydajność w tonach na godzinę: bębny do oczyszczania 0,5 ÷ 0,8, piaseczarki karuzelowe 0,3 ÷ 0,5, piaseczarki komorowe 1,5 ÷ 2,5, ścinaki pneumatyczne 0,3 ÷ 0,5, szlifierki stałe 0,1 ÷ 0,3, szlifierki przerncśne i podwieszane 0,3 ÷ 0,6.

Tablica 26

**Eksploatacyjne wskaźniki kadzi rozlewniczych (bębnowych i zwykłych) dla odlewni żeliwa szarego**

Wyszczególnienie	Pojemność kadzi w kg						
	10—30	50—80	80—150	150—500	500—1000	1000—5000	ponyżej 5000
Długość jednego cyklu w minutach	3—4	4—5	5—6	6—12	12—15	15—20	20—30
Czas nieprzerwanej pracy w godz	2	2—3	3—4	4—6	6—8	8	8
Czas wyprawiania i suszenia kadzi w godzinach	6	6	8	12	12	16	16

### OBRÓBKA CIEPLNA ODLEWÓW

W odlewniach żeliwa szarego stosuje się następujące rodzaje obróbki cieplnej:

1. sezonowanie sztuczne w celu usunięcia naprężeń wewnętrznych (temperatura nagrzewania 550°C, czas nagrzewania 16—24 godzin, typ pieca: komorowy z wysuwającym trzonem o wydajności z 1 m<sup>2</sup> powierzchni trzonu 0,8 ÷ 1 tony);

2. wyżarzanie w celu dokonania zmiany struktury twardego odlewu (temperatura nagrzewania 850 ÷ 900°C, czas nagrzewania 24 godziny, typ pieca i wydajność z 1 m<sup>2</sup> takie same jak i przy sezonowaniu sztucznym).

Tablica 27

**Eksploatacyjne wskaźniki kadzi dla odlewni staliwa**

Wyszczególnienie	Pojemność kadzi w t					
	0,8÷1	2÷3	5÷6	6÷12	15÷20	30÷35
Czas ostygnięcia kadzi po przeciętnym s puście w godz	0,75	1	1	1,5	2	3
Czas trwania przeciętnej bieżącej naprawy kadzi w godz	0,75	1	1	1,25	1,5	2
Czas podgrzewania kadzi po przeciętnej bieżącej naprawie przed użyciem w godz	0,75	1	1	1,25	1,5	2
Czas potrzebny na ustawienie kadzi pod rynnę, spust metalu z pieca i zalewanie w godz	0,75	1	1	1	1	1
Ilość wg topów wytrzymałych przez wykładzinę kadzi do chwili remontu kapitalnego	40	40	35	25	30	25
Czas trwania remontu kapitalnego kadzi w godz	8	8	12	16	24	48
Czas podgrzewania kadzi po kapitalnym remoncie w godz	2	2	3	4	8	12

W odlewniach staliwa odlewy ze staliwa węglatego przechodzą przez następujące rodzaje obróbki termicznej:

1. żarzenie w temperaturze 870 ÷ 900°C (czas żarzenia 16—24 godzin),

2. normalizację przy 870 ÷ 930°C (czas normalizacji 3—4 godzin),

3. ulepszenie, tzn. hartowanie przy 840 ÷ 900°C w wędzie i odpuszczanie przy 550 ÷ 630°C odlewów małych, nieskomplikowanych, lecz odpowiedzialnych (jako dodatkowe zabiegi po żarzeniu lub normalizacji),

4. obróbkę cieplną według zasady pieca trójkomorowego odlewów średnich i większych, odpowiedzialnych: 1 komora — nagrzewanie do 670°C przez 16 godzin, 2 komora — nagrzewanie do 900°C przez 16 godzin i studzenie na powietrzu do 400°C w ciągu 4 godzin, 3 komora — odpuszczanie w temperaturze 200°C przez 24 godziny,

5. żarzenie do 900°C przez 96 godzin, jeśli odlewy są bardzo ciężkie,

6. po zaspawaniu defektów dodatkowe odpuszczanie przy 630°C przez 48 godzin.

Odlewy ze staliwa manganowego Hadfielda hartuje się po podgrzaniu do temperatury 1050 — 1100°C. Czas hartowania (nagrzewania i wytrzymania) odlewów drobnych o grubości ścianek do 25 mm wynosi 7 godzin, średnich o grubości ścianek 25—50 mm — 8 godz, 50—70 mm — 9 godz, odlewów dużych o grubości ścianek powyżej 70 mm — 12 godzin.

Obróbkę cieplną odlewów stalowych przeprowadza się w piecach następujących typów:

1. komorowych z wysuwającym trzonem do żarzenia różnorodnych odlewów, wydajność z 1 m<sup>2</sup> powierzchni trzonu 0,8 — 1,0 tony,

2. przelotowych wahadłowych do żarzenia różnorodnych odlewów ze staliwa węglatego i manganowego, wydajność z 1 m<sup>2</sup> trzonu 0,7 — 0,9 tony,

3. komorowych z wysuwającym trzonem i przesuwnicą (w 1 bloku po 4 piece i więcej). Pieców tych używa się w tych samych przypadkach co i komorowych lecz przy większej produkcji,

4. metodycznych — dla normalizacji w produkcji masowej potokowej: wydajność z 1 m<sup>2</sup> trzonu 1,0—1,2 tony,

5. wgłębnych do odlewów dużych lub ciężkich wydajność z 1 m<sup>2</sup> trzonu — 0,9 ÷ 1 tony.



W odlewniach żeliwa ciągliwego pracujących według amerykańskiej metody żarzenia mają zastosowanie:

1. piece komorowe o pojemności do 30 ton, czas żarzenia do 120 godzin,
2. piece tunelowe typu Dresslera przy większej produkcji, czas żarzenia 120 + 140 godzin,
3. piece elektryczne typu General Electric przy większej produkcji, czas żarzenia 48 ÷ 60 godzin,

Tabela 28

## Wielkość rdzeni

Grupa rdzeni	Wielkość jednego rdzenia w dcm <sup>3</sup>	Grupa rdzeni	Wielkość jednego rdzenia w dcm <sup>3</sup>
1	do 5	5	50 — 100
2	5 — 10	6	100 — 500
3	10 — 30	7	powyżej 500
4	30 — 50		

4. piece komorowe gazowe i elektryczne z wysuwany trzonem, czas żarzenia 30 ÷ 48 godzin<sup>1)</sup>.

Według europejskiej metody żarzenia stosuje się piece tych samych typów, lecz czas żarzenia wynosi 140 ÷ 170 godzin.

## OBLICZANIE MAGAZYNÓW ODLEWNI

Magazyny przy odlewniach. Powierzchnię magazynów materiałów wsadowych i formierskich powinno się obliczać na przechowanie następujących zapasów: materiałów wsadowych pochodzących z dostaw obcych w wysokości jednomiesięcznego zapotrzebowania, odpadków metali w wysokości zapotrzebowania tygodniowego, materiałów formierskich 3 ÷ 6-miesięcznego<sup>2)</sup>. W magazynie materiałów wsadowych i formierskich należy przewidzieć miejsce dla ustawienia następującego wyposażenia: 1. łamacza gęsi, 2. sita do przesiewania i sortowania koksu, 3. łamacza topników, 4. bębnow do czyszczenia wlewów, wylewów i braków z przypalonej masy, 5. urządzenia do przygotowania świeżego piasku i dodatków (suszarki do piasku) i dołów do wyładowywania piasku. Poza tym potrzebne są stanowiska do odważania namiarów, do przechowywania materiałów ogniotrwałych, dodatków i ma-

1) Ostatnio szerokie zastosowanie znajdują piece z atmosferą regulowaną (przyp. opłinodawcy).

2) W warunkach klimatycznych Polski — 75 dniowego (przyp. opłinodawcy).

teriałów pomocniczych, miejsca do wyładowania koksu, topników i metali dostarczanych koleją.

Stopień mechanizacji magazynów materiałów wsadowych i formierskich jak również wielkość magazynów zależą od skali produkcji.

Przy odlewniach urządza się magazyny następujących typów zasadniczych:

1. o małej mechanizacji (szopy lub przykryte dachem magazyny otwarte o szerokości 9—12 m dla odlewni o produkcji rocznej 4000 — 5000 ton),
2. zmechanizowanych za pomocą suwnic o udźwigu 5 i 10 ton z chwytakami i elektromagnesami oraz urządzonych w budynkach lub pod estakadami o szerokości 18—24 m. Wysokość od poziomu do górnej krawędzi szyny jezdni suwnicowej 8—10 m.

Magazyny wsadowe odlewni staliwa z piecami martenowskimi wyposaża się w suwnice o udźwigu 10 ton z urządzeniem do chwytania wanien i z elektromagnesem. Wysokość od poziomu do szyny jezdni suwnicowej wynosi 11 ÷ 13 m.

Magazyny materiałów wsadowych i formierskich przylegają zwykle do głównego budynku odlewni.

W zakładach posiadających kilka wielkich wydziałów odlewniczych urządza się, poza magazynami przy wydziałach, jeszcze magazyny podstawowe metali, materiałów formierskich i paliwa. W tym wypadku zapasy materiałów w magazynach wydziałowych ogranicza się do wysokości jednodobowego zapotrzebowania. Do obliczeń powierzchni magazynów materiałów wsadowych i formierskich przyjmuje się ciężary materiałów luźno nasypanych i wysokości nasypywania podane w tabelicy 33.

System pracy w magazynie jest uzależniony od systemu pracy odlewni. Przy kolejnym systemie pracy z jednym cyklem formowania pracuje się w magazynie na dwie zmiany, a przy dwuzmianowym jednoczesnym systemie pracy odlewni magazyn pracuje na trzy zmiany.

Otrzymaoną z obliczenia wielkość zasieków należy zwiększyć o 25 %, ponieważ — praktycznie biorąc — zasieki nie zawsze są całkowicie zapełnione.

Ilość suwnic  $N$  potrzebnych do przenoszenia materiału (wg rodzajów materiałów) otrzymuje się ze wzoru:

$$N = \frac{Q_p \cdot a \cdot t \cdot d}{q \cdot 60 \cdot F_s}$$

gdzie:  $Q_p$  — ilość materiałów przenoszonych w ciągu roku w tonach,  $a$  — ilość operacji suwnicowych wykonywanych przy danym rodzaju materiału,  $t$  — czas jednej operacji

Tabela 29

## Charakterystyka technologiczna maszyn do rdzeni

Wyszczególnienie	1 grupa maszyn małe		2 grupa maszyn średnie		3 grupa maszyn duże		Dmucha-ki do rdzeni typu Demler C-7
	C-3	C-4	ЛКБ-331	БФ-20	БФ-13	БФ-12	
Przeciętne wymiary skrzynki rdzeniowej w mm	400 × 300	500 × 360	500 × 500	600 × 500	1000 × 660	1250 × 1000	400 × 325
Wysokość przeciągania w mm	200	200	150	300	450	450	—
Ilość robotników obsługujących	1	1	2	2	3	3	2
Wydajność przy produkcji masowej i nieprzerwanej pracy na tej samej skrzynce nie mniej niż przez 8 godzin — skrzynek na 1 godz	25—40	20—30	20—30	20—30	18—25	15—20	150—200
Najmniejsza dopuszczalna ilość godzin pracy nieprzerwanej na tej samej skrzynce rdzeniowej	1	1	2	2	2	2	4
Współczynnik zmiany wielkości wydajności przy zmianie skrzynek w odstępach czasu	1	1	1	1	1	1	1
	4 „	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,5
	2 „	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	—
	1 „	0,4	0,4	0,4	—	—	—
Strata czasu na zmianę skrzynek rdzeniowych i przyrządów w godz	0,1	0,1	0,2	0,25	0,4	0,4	0,5



w minutach,  $d$  — współczynnik nierównomierności dostawy materiałów przyjmowany dla materiałów formierskich 2,5, dla innych — 1,5,  $q$  — ilość materiału przenoszona w ciągu jednej operacji w tonach,  $F_s$  — ilość godzin pracy suwnicy (fundusz) w ciągu roku.

Współczynnik wykorzystania suwnic powinien wynosić przeciętnie nie mniej niż 0,8. Czas jednej operacji suwnicy  $t$  przy elektromagnetycznym uchwycie można przyjąć przeciętnie 1,5 minuty, dla chwytaków na 3 minuty. Tablice 34 i 35 podają wymiary magazynów o małej mechanizacji i zmechanizowanych dla odlewni o różnej wydajności.

**Centralne magazyny metalu.** W centralnych magazynach przechowuje się całkowitą ilość metalu otrzymanego z obcych dostaw, toteż magazyny te oblicza się na 1-miesięczne zapotrzebowanie. Magazyny te można łączyć z oddziałami tłuczenia złomu. Magazyny przyjmujące metal z kolei (wagonami) pracują 365 dni na 3 zmiany, a magazyny wydające metal dostosowują swą pracę do pracy odlewni.

Składy projektuje się w postaci jednoprzelotowych lub dwuprzelotowych estakad o najczęściej spotykanej szerokości 21, 24 i 27 m, długości nie większej niż 150 m. Suwnice z elektromagnesami mają udźwieg 5 — 10 ton. Pod każdą suwnicą prowadzi się tor kolejowy dla przyjmowania i wydawania materiału. Wzdłuż toru kolejowego wydziela się miejsca o szerokości 2,5 m do wyładowania i przechowania każdego wagonu surówki osobno aż do czasu otrzymania wyników analizy kontrolnej. Po otrzymaniu analizy surówkę prze-

ładowuje się do zasieków przeznaczonych na odpowiedni gatunek surówki. Wysokość magazynowania wynosi 3 m. Stosuje się 1 suwnicę na 40 ÷ 60 mb składu.

**Centralne magazyny koksu i materiałów formierskich.** Magazyny te urządza się w budynkach o szerokości 21, 24 i 27 m. Jezdnię suwnicową umieszcza się na wysokości 10—12 m od poziomu. W magazynach urządza się zasięki zagłębione 2 do 3 m i wysokości ogólnej 8—10 m.

Wewnątrz lub zewnątrz magazynu układa się normalny tor kolejowy. Dostarczane materiały zsypuje się z wagonów do dołów, a potem chwytakami przenosi do zasieków.

Po przeciwległej stronie budynku, równoległe do ściany podłużnej, instaluje się przenośnik taśmowy rozdzielczy. Pod przenośnikiem w kilku miejscach jego długości ustawia się zasobniki odbiorcze. Z tych zasobników za pomocą np. kolejki linowej dostarcza się materiał do odlewni.

**Oddziały kafarowe.** Cały złom zakupiony jak również odpadki własne z odlewni, kuźni i wydziału mechanicznego dostarcza się do oddziału kafarowego w celu przygotowania złomu do przetopienia, stosownie do wymagań odlewni. Oddziały kafarowe oblicza się na 1½ miesięczny zapas złomu. Jeżeli istnieje oddział kafarowy, zapas złomu w magazynach wydziałowych ogranicza się do 1-tygodniowego zapotrzebowania.

Magazyn oddziału kafarowego powinien posiadać następujące wyposażenie techniczne:

1. Prasę do pakietowania odcinków blachy. Wydajność prasy na 1 godzinę wynosi 30—40 pakietów o ciężarze od 0,07 do 0,25 tony.

Tablica 30

Suszenie form przy formowaniu w skrzynkach formierskich i w gruncie

Wyszczególnienie	Przeciętne wewnętrzne wymiary skrzynek formierskich w mm				
	od 500×600 do 1200×800	od 1250×900 do 3000×2000	od 3500×2000 do 5000×3000	od 5000×3500 do 5500×4000	powyżej 5500×4000
	<b>Formowanie w skrzynkach formierskich</b>				
	<b>żeliwo szare</b>				
Czas suszenia pierwotnego w godz	6—8	8—12	16—24	24—36	36—48
Czas suszenia wtórnego w godz	½	1—1½	1½—2	2—4	3—6
Temperatura suszenia pierwotnego w °C	400	400	450	450	450
Temperatura suszenia wtórnego w °C	180	200	200	200	200
	<b>staliwo</b>				
Czas suszenia pierwotnego w godz	8—12	16—20	18—24	24—36	36—48
Czas suszenia wtórnego w godz	½	1—1½	1½—2	2—4	6—8
Temperatura suszenia pierwotnego w °C	450	450	500	550	550
Temperatura suszenia wtórnego w °C	200	250	250	250	250
	<b>Formowanie w gruncie</b>				
Czas suszenia w godz	8	12	24	36	48
Temperatura suszenia w °C	400	400	450	450	450

2. Prasę do brykietowania wiórów żeliwnych i stalowych wytwarzające brykiety o średnicy 100—170 mm, wysokości 90—100 mm i ciężarze 8,5 ÷ 10 kg. Wydajność prasy wynosi 15 ÷ 30 ton na 1 zmianę. Napęd prasy — elektrohydrauliczny. Ciśnienie — 300 at. Transport wiórów i brykietów zmechanizowany za pomocą przenośników taśmowych.

3. Prasa — nożyce do cięcia blachy stalowej do pakietowania o wydajności 1,5—2 ton na godzinę.

4. Urządzenia do cięcia złomu tlenem.

Suszenie rdzeni

Tablica 31

Typ rdzeni	Wielkość rdzeni w cm <sup>3</sup>	Temperatura suszenia w °C	Czas suszenia w godz
Piaskowo— — gliniaste	do 10	260—300	2—3
	powyżej 10 do 50	280—320	4—7
	powyżej 50	300—350	8—12
Piaskowo — — olejowe	do 10	200—230	1—1,5
	powyżej 10 do 30	220—240	2—3,5
	powyżej 30	230—250	3,5—5



5. Kafary o wysokości podnoszenia baby do tłuczenia złomu żeliwnego  $8 \div 12$  m przy ciężarze baby  $1,5 \div 3$  ton. Maksymalny ciężar odlewu przeznaczonego do tłuczenia — 25 ton. Wydajność kafaru na jedną dobę  $10 \div 50$  ton. Dla złomu stalowego wysokość podnoszenia baby wynosi  $16 \div 20$  m, ciężar baby  $5 \div 10$  ton, maksymalny ciężar odlewu — 40 ton. Wydajność kafaru  $100 \div 150$  ton na dobę.

Oddziały kafarowe o wydajności rocznej do 2 000 ton wyposaża się w żurawie ustawiane przy wieży kafaru. Jeśli wydajność kafaru ma wynosić 3 000 ton i więcej, to kafary obsługiwane są suwnicami. Miejsca pod suwnicami oblicza się podobnie jak miejsca pod magazyny wsadowe. Rozpiętość jezdni suwnicowej wynosi 12, 15, 18, 21, 24, 27 m. Wysokość od poziomu do szyny jezdni suwnicowej  $8 \div 12$  m.

### OBLICZANIE ODDZIAŁÓW POMOCNICZYCH

Zadaniem oddziału remontowo-mechanicznego jest wykonywanie remontu bieżącego, przeglądu zapobiegawczego i kontroli urządzeń. W oddziale remontowo-mechanicznym wykonuje się również wszystkie prace związane z montażem skrzyń formierskich, płyt, przygotowaniem haków, uzbrojenia rdzeniowego, obróbką wzorców do badań wytrzymałościowych itd. Tablica 36 podaje powierzchnie i wyposażenie tych oddziałów przy odlewniach przy różnej wydajności.

Magazyn modeli do produkcji bieżącej służy do przechowywania modeli potrzebnych do wykonania programu produkcyjnego bieżącego miesiąca. Przy magazynie po-

winny być przewidziane stanowiska robocze dla modelarza i cieśli wykonujących bieżący remont modeli.

Przy magazynie tym należy urządzić w odlewniach dużych o produkcji jednostkowej (budowa maszyn ciężkich) oddział remontu modeli. Zadaniem tego oddziału jest wykonywanie remontu bieżącego modeli oraz zaopatrzenie ich we wszelkie dodatki. Oddział ten wyposaża się w strugarkę wyrówniarzkę, piłę tarczową i taśmową, toczak i suwnicę o udźwigu 5 ton.

Oddział kadzi odlewniczych (wyprawa, naprawa i suszenie kadzi) umieszcza się zwykle bezpośrednio obok wycapialni.

W oddziale kadzi ustawia się kołpak (typu Simpson N 2) do przygotowania gliny do wyprawiania kadzi, gniotowniki do gliny, piece do suszenia małych kadzi, kotliny lub inne urządzenia do suszenia kadzi suwnicowych.

W oddziale tym powinny być zainstalowane suwnice jednobelkowe o udźwigu 3 ton lub suwnice kratownicowe 5-tonowe.

Powierzchnia oddziału kadzi w odlewniach małych wynosi  $48 \div 52$  m<sup>2</sup>, w średnich  $72 \div 90$  m<sup>2</sup>.

Magazyny wydzielone przeznaczone są do przechowywania drobnych materiałów pomocniczych, narzędzi i ubrań roboczych. Powierzchnia magazynu w odlewniach małych wynosi  $18 \div 24$  m<sup>2</sup>, średnich  $32 \div 48$  m<sup>2</sup>, dużych  $48 \div 72$  m<sup>2</sup>. Magazyn wypcaża się w stojaki, skrzynie i półki.

Laboratorium pośpiczne przy odlewniach przeprowadza badania mas formierskich oraz oznaczenia zawartości podstawowych składników stopów.

Tablica 32

Operacje technologiczne i wyposażenie oddziałów przygotowania mas formierskich

Nazwa sekcji	Operacje technologiczne	Wyposażenie techniczne	Wydajność w t/godz	Wydziały odlewnicze, w których instaluje się wyposażenie
Sekcja przygotowania świeżych materiałów	1. Suszenie płasków kwarcowych i gliniastych	a. Płyty do suszenia o powierzchni grzejnej $4,5$ do $15$ m <sup>2</sup> b. Suszarnie pionowe do płasków kwarcowych c. Suszarnie poziome bębnowe	0,25—1,5 1,5—4 2—15	o mechanizacji małej i o wydajności rocznej do 4000 o mechanizacji średniej
	2. Przesiewanie płasków suchych	a. Sita wstrząsowe b. Sita wieloboczne	1,5—3 3,0—15	o mechanizacji średniej i całkowitej o mechanizacji średniej z przenośnikami członowymi odlewniczymi
	3. Mielenie większych kawałków piasków gliniastych	Gniotowniki	1,5—2	o mechanizacji średniej i całkowitej
	4. Wstępne rozdrabnianie większych kawałków gliny ogniotrwalej i węgla kamiennego do wymiarów $50 \times 50 \times 50$ mm	a. Walce rozdrabniające zębate b. Łamacze typu Blake	1,5—2 1,5—2	o mechanizacji średniej i całkowitej
	5. Suszenie gliny i węgla kamiennego	To samo co i do płasków kwarcowych	0,6 wydajności podanej dla płasków kwarcowych	podane dla płasków kwarcowych
	6. Drobne mielenie węgla i gliny	a. Młyny kulowe b. Młyny młoteczkowe typu Raymond c. Młyny kulowe typu Humbolta d. Młyny młoteczkowe typu Lesze	1 2 5	o wydajności rocznej do 4000 t jak wyżej o mechanizacji średniej i pełnej jak wyżej
Sekcja przeróbki starej (przepalanej) masy	1. Rozgniatanie większych brył	Walce o średnicy 300 mm i szerokości $300 \div 700$ mm	1,5—6	o mechanizacji średniej i pełnej
	2. Oddzielenie żelaza i stali 3. Przesiewanie masy przepalanej	Separatorzy elektromagnetyczne a. Rały ręczne i przenośne sita mechaniczne b. Sita wieloboczne i bębnowe	5—50 0,5—1,5 5—50	jak wyżej o mechanizacji małej o mechanizacji średniej i pełnej
Sekcja przygotowania mas formierskich i rdzeniowych	1. Mieszanie płasków starych, świeżych i dodatków z równoczesnym zwilżaniem przy przygotowaniu mas napelniających i jednolitych	a. Mieszarki typu Simpson N 3 b. Mieszarki typu Simpson N 2 c. Mieszarki ślimakowe	6—7 3—3,5 15—30	o mechanizacji średniej i pełnej
	2. To samo przy przygotowaniu mas przymodelowych i rdzeniowych	a. Mieszarki typu Simpson N 3 b. Mieszarki typu Simpson N 2	3—3,5 1,5—1,75	o mechanizacji małej i średniej
	3. Spulchnianie	a. Aparatu typu Royer b. Spulchniacze typu Rapp c. Dezintegratory	5—8 30—50 4—15	o mechanizacji małej o mechanizacji średniej i pełnej o mechanizacji małej



Laboratorium piaskowe pędzienne umieszcza się zwykle przy oddziałach przeróbki mas formierskich. Powierzchnia takiego laboratorium w odlewniach małych wynosi  $15 \div 20 \text{ m}^2$ , średnich  $20 \div 30 \text{ m}^2$  i dużych  $40 \div 50 \text{ m}^2$ .

Pospieszne laboratorium chemiczne umieszcza się w budynkach socjalnych lub w samej odlewni w pobliżu pieców do topienia.

Podręczne laboratorium chemiczne ma powierzchnię dla odlewni małej  $24 \text{ m}^2$ , średniej  $42 \text{ m}^2$ , dużej  $60 \text{ m}^2$ .

### OBLICZANIE WEWNĘTRZNEGO TRANSPORTU WYDZIAŁOWEGO

Wybór maszyn i urządzeń do transportu bliskiego zależy od wielkości produkcji, charakterystyki ciężarowej odlewów oraz seryjności produkcji.

W odlewniach o małej mechanizacji stosuje się przede wszystkim górny transport w postaci suwnic kratownicowych i wspornikowych lub żurawi wspornikowych, suwnic jednobelkowych i kolejek jednoszynowych podwieszonych.

W odlewniach o mechanizacji średniej oprócz górnego transportu stosuje się również transport ciągły dla mechanizacji przeróbki i rozwożenia masy formierskiej.

W całości zmechanizowanych odlewniach transport ciągły obsługuje produkcję na wszystkich jej odcinkach.

Obliczenie wyposażenia suwnicowego przeprowadza się dla poszczególnych oddziałów odlewni.

Magazyny materiałów wsadowych i formierskich. Wybór typów i ilość suwnic określa się na podstawie ilości transportowanych materiałów z uwzględnieniem nierównomierności ich dostawy. Metoda obliczenia została rozpatrzona w rozdziale „Obliczenie magazynów odlewni“.

Hala piecowa. Działy żeliwiakowe posiadające żeliwiaki o średnicy wewnętrznej szybu do 900 mm

Tablica 33

#### Ciężar materiałów luźno nasypanych i wysokość nasypywania materiału w magazynach

Nazwa materiału	Ciężar materiałów luźno nasypanych w $\text{t/in}^2$	Wysokość nasypywania w m	
		w magazynach o małej mechanizacji	w magazynach zmechanizowanych
<b>Metale</b>			
Surówka	3–3,3	1,5	3,0
Łom żelwny	2–2,3	1,5	3,0
Złom stalowy	2–2,3	1,5	3,0
Wlewy i nadlewy	1,5–1,7	1,5	3,0
Żelazostopy	3–4	1,0	2,0
Brykiety wiórowe	2,5–3	1,5	2,0
Pakiety wiórowe	1,3–1,5	—	—
Miedź w gęsiach	4–5	1,5	2,5
Aluminiun	1,3–1,7	1,5	2,5
Stopy żelazkowe	3,5–4,2	1,5	2,5
Ołów	4,5–5	1,5	2,5
Cynk	3,5–4	1,5	2,5
<b>Paliwo i topniki</b>			
Roks	0,45	1,5	2,5
Antracyt	0,7	1,5	2,5
Węgiel kamienny	0,7–0,9	2	4
Węgiel drzewny	0,18–0,2	1,5	—
Kamień wapienny	1,6	2	4,0
Żużel martenowski	1,8	2	4,0
<b>Materiały ogniotrwałe</b>			
Cegła dynasowa lub szamotowa	1,8–2	2	2
Dolomit	1,6–1,8	1,5	2,5
Magnezyt	1,4–1,6	1,5	2,5
<b>Materiały formierskie</b>			
Piaski kwarcowe	1,2–1,4	3,0	6–8
Głina w kawałkach	1,3–1,5	3,0	6–8
Trocinę drzewne	0,3	1,5	3
Torf pokruszony	0,3	1,5	3
Nawóz koński	0,2	1,5	3

wyposaża się w wyciągi pochyłe skipowe lub wyciągi pionowe szybowe o udźwigu 0,6 — 1,5 ton.

Przy żeliwiakach o średnicy szybu 900 mm i więcej ustawia się wsuwnice wsadowe typu Shephard o udźwigu 1,5, 3 i 5 ton zależnie od wielkości żeliwiaków. Jedna taka suwnica może wykonać w ciągu jednej godziny 40–50 operacji i obsłużyć dwa równocześnie czynne żeliwiaki.

Piece martenowskie obsługiwane są przez suwnice wsadowe z wanną. Udźwig tych suwnic można wybrać posługując się tablicą 37 zależnie od pojemności pieca martenowskiego. Jedna suwnica wsadowa obsługuje dwa piece.

Piece elektryczne łukowe załadowuje się przez boczne drzwiczki szuflą ręcznie, za pomocą suwnicy — rynną lub po odsunięciu ruchomego sklepienia od góry — koszem z dnem (otwieranym) zawieszonym na suwnicy. Jedna suwnica może obsłużyć kilka pieców elektrycznych.

Piece płomienne załadowuje się od góry suwnicami kratownicowymi lub jednobelkowymi po usunięciu zdejmowanego sklepienia.

Oddział formowania, składania i zalewania form. Największa ilość operacji suwnicowych przypada na tę zmianę roboczą, w czasie której odbywa się formowanie, wykańczanie i składanie form (pierwsza zmiana przy kolejnym systemie pracy). Ilość operacji suwnicowych przy tych procesach wynosi w sumie 16–24 (dla większych form). Czas trwania jednej operacji zależy od wielkości formy i może być przyjęty na podstawie tablicy 38.

Rdzeniarnia. Ilość operacji suwnicowych przy formowaniu i kompletowaniu dużych rdzeni wynosi od 8 do 10. Jedna operacja trwa przeciętnie 2 minuty.

Oczyszczalnia. Ilość operacji suwnicowych przy średnich i dużych odlewach wynosi od 7 do 9; przeciętny czas trwania jednej operacji 2 minuty.

Przy przybliżonym obliczaniu ilości suwnic w odlewniach o mechanizacji małej i średniej bierze się pod uwagę obciążenie suwnic ujęte w godzinach lub ilość operacji na 1 tonę dobrego odlewu. Obciążenie suwnicy na składzie wsadowym można przyjąć w wielkości 0,5 suwnicogodziny na 1 tonę dobrego odlewu. Na składzie materiałów formierskich 0,3 suwnicogodziny na 1 tonę dobrego odlewu. W dziale topienia (piece martenowskie i elektryczne) 10–25% czasu trwania każdego topu.

Wskaźniki obciążenia suwnic przy skomplikowanych odlewach jednostkowych podaje tablica 39. Z ilości czasu podanego w tablicy 39 na formowanie przypada 40% na składanie 60%.

W rdzeniarni obciążenie suwnic przyjmuje się w wysokości 0,35 suwnicogodzin na 1 tonę dobrego odlewu, a dla oczyszczalni 0,5 suwnicogodzin na 1 tonę dobrego odlewu.

Przy obliczaniu ilości suwnic w odlewniach o jednostkowej i małoseryjnej produkcji oraz o mechanizacji małej i średniej można korzystać z orientacyjnych danych zawartych w tablicy 40.

Obliczanie transportu ciągłego przeprowadza się dla każdej linii potokowej oddzielnie. Przenośniki członowe odlewnicze służą do transportu form w czasie ich formowania, składania, zalewania, stygnięcia i wybijania.

W ZSRR najbardziej rozpowszechnione są przenośniki członowe członowe okrężne konstrukcji „Sojuzprom-mechanizacja” z torem ułożonym na podłodze odlewni.



Tablica 34

**Wymiary magazynów materiałów wsadowych, paliwa, materiałów formierskich i pomocniczych o małej mechanizacji**

Wyszczególnienie	Dla odlewni o wydajności rocznej, w t					
	1000	1500	2000	2500	3000	3500
Miejsce na materiały wsadowe metalowe w m <sup>2</sup>	80	140	190	240	280	330
Miejsce na paliwo, topniki i materiały ogniotrwałe w m <sup>2</sup>	60	90	120	150	180	210
Miejsce na materiały formierskie i suszarki płasku w m <sup>2</sup>	160	220	290	340	400	460
Razem w m <sup>2</sup>	300	450	600	730	860	1000
Wymiary magazynu dostosowane do wymagań rozplanowania w m:						
szerokość	9	9	12	12	12	12
długość	36	54	60	60	72	84
wysokość (dolnej krawędzi konstrukcji dachowej)	4,5	4,5	5	5	6	6
Powierzchnia magazynów (dostosowana do wymagań rozplanowania) w m <sup>2</sup>	324	486	720	720	864	1008
Powierzchnia magazynów na 1000 t produkcji rocznej odlewni w m <sup>2</sup>	324	324	360	288	288	288

Szerokość płyt wózka wynosi 400, 500, 650, 800, 1000 i 1250 mm. Ciężar 1 m<sup>3</sup> żelaznej formy (wymiary w świetle) można przyjąć na 4 tony.

Tablica 41 podaje charakterystykę przenośników członowych odlewniczych różnych wymiarów.

Wydajność przenośnika członowego  $N$ , wyrażona w ilości form przewożonych w ciągu jednej godziny, oblicza się ze wzoru:

$$N = a \cdot n \cdot z = \frac{60 \cdot v \cdot a \cdot z}{t}$$

gdzie:  $a$  — ilość form na jednym wózku,

$n$  — ilość wózków przepuszczanych w ciągu jednej godziny,

$z$  — współczynnik zapętnienia wózków (przyjmuje się 0,8),

$v$  — normalna szybkość przenośnika w m/min,

$t$  — skok platformy (odległość między krawędzią jednego wózka, a taką samą krawędzią następnego wózka).

Przenośniki członowo - płytowe stosuje się w odlewniach zmechanizowanych do odwożenia masy przepalanej spod krat do wybijania i do transportu do oczyszczalni gorących odlewów po wybicciu ich ze skrzyń formierskich. Podczas tego transportu odlewy ostygają. Szybkość przenośników wynosi 0,6—0,7 m/sek. Szerokość przenośników — 400, 450, 600, 800, 1000 i 1200 mm.

Przenośniki taśmowe służą do transportu mas wszelkich rodzajów trasą poziomą lub pochyloną. Dla suchych mas dopuszczalny kąt pochylenia wynosi do 18°, dla wilgotnych do 23°. W odlewniach stosuje się przenośniki taśmowe o szerokości 500, 600 i 800 mm.

Przenośników kubełkowych używa się do transportu materiałów formierskich sypkich.

Tablica 42 podaje wymiary przenośników pionowych kubełkowych stosowanych w odlewni. Wysokość tych przenośników zależna jest od miejsca ustawienia i waha się w granicach 8 — 20 m.

Przenośniki rolkowe (wałkowe) służą w odlewniach do transportu gotowych form do miejsca ich zalania płynnym metalem do chłodzenia form zalanych i transportu zwrotnego pustych skrzynek formierskich. Poza tym przenośniki rolkowe stosuje się często w rdzeniarni i oczyszczalni przy operacjach technologicznych oraz do transportu międzyoperacyjnego.

W odlewniach najczęściej stosowane są przenośniki rolkowe o wymiarach: szerokość 500, 650, 800 i 1000 mm, średnica rolek 73 i 105 mm, podziałka 150 — 200 mm.

Przenośników łańcuchowych podwieszonych okrężnych używa się w odlewniach przenośnikowych (konwejerowych) przeważnie przy transporcie gotowych suchych rdzeni — ze składu do maszyn formierskich, odlewów gorących — z miejsca wybiccia do oczyszczalni, przy transporcie odlewów — na skład. Przenośniki takie stosuje się w suszarniach poziomych o ruchu ciągłym.

Przenośników członowych kołowskich używa się w odlewniach wyposażonych w przenośniki członowe odlewnicze przeważnie do transportu wilgotnych rdzeni do suszarni i zwrotu płyt oraz tac do stanowisk formowania rdzeni.

Tablica 35

**Wymiary zmechanizowanych magazynów materiałów wsadowych, paliwa, materiałów formierskich i pomocniczych**

Wyszczególnienie	Dla odlewni o wydajności rocznej w t						
	5 000	7 500	10 000	12 500	15 000	20 000	25 000
Miejsce na materiały wsadowe metalowe (jednomiesięczny zapas) w m <sup>2</sup>	108	150	200	250	300	410	560
Miejsce na paliwo, topniki i materiały ogniotrwałe w m <sup>2</sup>	144	216	252	336	360	480	570
Zasobniki wsadowe w m <sup>2</sup>	180	216	252	252	288	288	432
Razem magazyn materiałów wsadowych w m <sup>2</sup>	432	582	704	838	948	1178	1562
Miejsce na materiały formierskie: zasieki do magazynowania 4-miesięcznego zapasu oraz doły do rozładowywania w m <sup>2</sup>	396	594	714	882	984	1296	1488
Miejsce na suszarkę płasku w m <sup>2</sup>	216	216	252	252	288	288	432
Razem magazyn materiałów formierskich w m <sup>2</sup>	612	810	966	1134	1272	1584	1920
Ogólna powierzchnia w m <sup>2</sup>	1044	1392	1670	1972	2220	2762	3482
Powierzchnia dostosowana do wymagań rozplanowania w m <sup>2</sup>	1296	1638	1764	2016	2268	2880	3600
Wymiary magazynu dostosowane do wymagań rozplanowania w m:							
długość	72	78	84	96	108	120	150
szerokość	18	21	21	21	21	24	24
wysokość do jezdnii suwnicowej	8	9	9	9	10	10	10
Powierzchnia magazynu na 1000 t produkcji rocznej w m <sup>2</sup>	259	218	176	161	151	144	144
Ilość suwnic wyposażonych w elektromagnesy i chwytaki w szt.	1	1	1	1	2	2	2



Tablica 36

## Powierzchnia i wyposażenie oddziału remontowo-mechanicznego przy odlewni

Wydajność roczna odlewni w t	Powierzchnia w m <sup>2</sup>	Wiertarki do 30 mm	Tokarki o wysokości toczenia 200 mm	Sirugarki poprzeczne (szepingi)	Szlifierki zgrubne o średn. tarczy 500 mm	Toczniki płaskocowe	Prasy ręczne do cięcia drewna	Prasy ręczne do prostowania drewna	Ogniska kowalskie
do 3000	36-54	1	-	-	1	1	-	-	1
3000-6000	54-108	1	1	1	1	1	-	-	1
6000-9000	108-144	1	1	1	1	1	1	1	1
9000-15000	144-180	2	1	1	1	1	1	1	2
15000-25000	180-270	2	2	1	1	1	1	1	2

Tablica 37

## Udźwig suwnic wsadowych z wanną dla pieców martenowskich

Pojemność pieca martenowskiego w t	Udźwig główny w t	Udźwig pomocniczy w t
7-10	1,5	5
15-20	3	10
35-50	5	15

GOSPODARKA ENERGETYCZNA ODLEWNI <sup>1)</sup>

Zapotrzebowanie powietrza sprężonego. Przy ustalaniu zapotrzebowania na powietrze sprężone należy uwzględnić rozchód powietrza na 1 operację dla maszyn i aparatów o ruchu okresowym oraz maksymalne zapotrzebowanie powietrza przez urządzenia o pracy ciągłej.

<sup>1)</sup> Patrz także „Maszynostrojenie” rozdział XV „Projektowanie energogospodarki fabryki”.

Tablica 38

## Czas operacji suwnicowych przy formowaniu i składaniu form

Nazwa operacji	Wymiary skrzynek formierskich w świetle w mm			Przeciętny czas w min
	od 800 × 600 do 1200 × 900	od 1200 × 900 do 3000 × 3000	od 3000 × 3000 do 5000 × 5000	
Formowanie, wykańczanie formy i wstawianie rdzeni	1,5-2	2,5-3	4-6	2,5
Nakrywanie skrzynką górną	3-5	5-7	10-12	6
Wybłanie (ręczne) masy i odlewów z formy	2-4	4-6	8-10	4

Tablica 39

## Obciążenie suwnic w oddziale formowania i składania

Wyszczególnienie	Ciężar jednostkowy odlewów w t					
	do 0,5	od 0,5 do 1	od 1 do 3	od 3 do 10	od 10 do 25	powyżej 25
Ilość operacji suwnicowych na 1 t dobrego odlewu	150	120	100	80	50	35
Przeciętny czas trwania jednej operacji w min	2	2,5	3	5	8	12

Dla maszyn i aparatów o ruchu ciągłym można przyjmując następujący czas pracy w ciągu zmiany: aparaty do piaskowania odlewów 4 godziny, belki i kraty potrzą-

salne 3 godziny, dysze do odmuśnięcia 1 godzinę, ubijaki i ścinaki pneumatyczne 4 godziny. Otrzymaną w ten sposób ogólną ilość powietrza należy powiększyć o 30%, ze względu na nierównomierność zapotrzebowania. Straty można przyjąć w projekcie w wysokości 30 — 35% ogólnego zapotrzebowania powietrza.

Tablica 40

## Wyposażenie w suwnice odlewni o produkcji jednostkowej i małoseryjnej

Nazwa oddziału odlewni	Typ suwnicy	Długość pola obsługiwanego przez jedną suwnicę w m
Skład materiałów wsadowych	suwnica z elektromagnesem i chwytakiem	50-60
Skład materiałów formierskich	suwnica z chwytakiem	50-60
Oddział topienia: żeliwiaki	suwnica do ładowania żeliwiaka	<sup>1)</sup>
piece martenowskie	suwnica wsadowa z wanną	<sup>1)</sup>
Oddział formowania, składania i zalewania: odlewni o średnim ciężarze jednostkowym odlewów	suwnica kratownicowa	30-40
odlewni o dużym ciężarze jednostkowym odlewów	suwnica wspornikowa	60-75
odlewni odlewów ciężkich	suwnica kratownicowa	25-30
	suwnica wspornikowa	50-60
	suwnica kratownicowa	25-30
	suwnica wspornikowa	30-40
Rdzenlarnia	suwnica kratownicowa	40-60
Oczyszczalnia	suwnica kratownicowa	40-60

<sup>1)</sup> Jedna suwnica może obsłużyć dwa piece.

Zapotrzebowanie wody. W przybliżeniu można przyjmując następujące wskaźniki zapotrzebowania wody w odlewniach: na zwilżanie masy formierskiej 10% objętości masy, na gaszenie w żeliwiaku resztek koksu po ukończeniu każdego wytopu 0,5 m<sup>3</sup>, na chłodzenie 1 wlewnicy 0,3 m<sup>3</sup> na 1 dobę.

Tablica 41

## Charakterystyka przenośników członowych odlewniczych

Wyszczególnienie	Przy szerokości wózka przenośnika w mm					
	400	500	650	800	1000	1250
Długość wózka w mm	650	800	1000	1250	1600	2000
Skok wózka	800	1000	1250	1600	2000	2500
Maksymalne wymiary skrzyń formierskich w mm:						
długość	400	900	1125	1400	1800	2250
szerokość	320	400	500	630	800	1050
wysokość	320	400	500	630	800	1000
Obciążeniowy ciężar i zalanej formy w kg	250	500	1000	2000	4000	6000
Maksymalna długość trasy przenośnika w m	227	190	210	195	258	225
Normalna (przeciętna) szybkość przenośnika w m/min	7,5	4,75	3	1,9	1,18	1

Tablica 42

## Charakterystyka przenośników kubelkowych typowych

Typ przenośnika	Pojemność kubelka w dm <sup>3</sup>	Szerokość kubelka w mm	Rozstawienie kubelków w mm	Szybkość taśmy w m/sek	Średnica łębna w mm	Szerokość taśmy w mm	Wydajność w m <sup>3</sup> /godz	Moc silnika w kW
НЛ-204	1,0	200	300	1,25	710	250	25	6,0
НЛ-304	5,2	300	400	1,25	750	350	45	10,0
НЛ-404	10,3	400	500	1,25	900	450	60	15,0







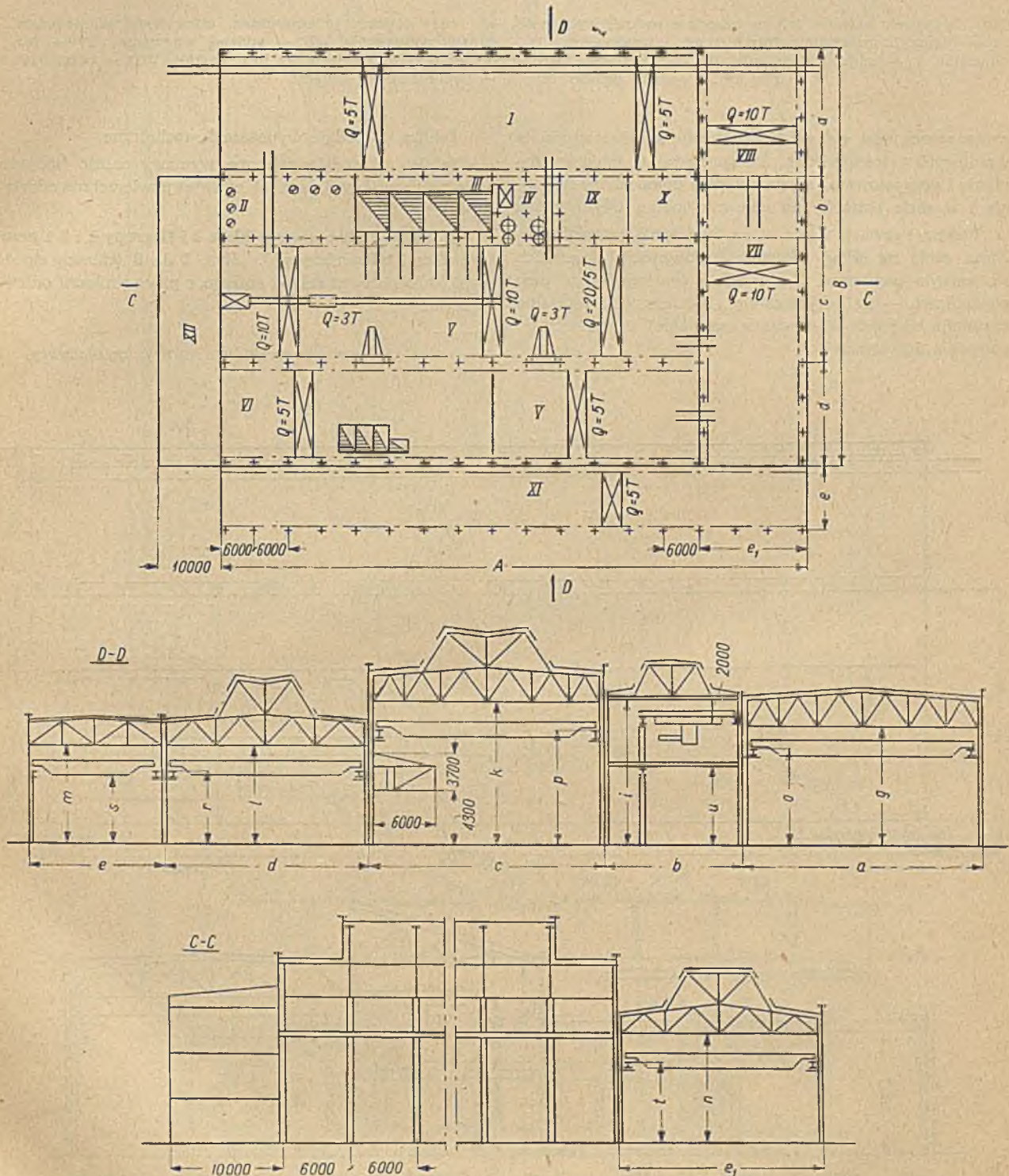
wach (rys. 1). Pierwszą nawę przeznaczają się na magazyn materiałów wsadowych i formierskich, drugą nawę na oddział topienia, rdzeniarnię, oddziały przygotowania mas formierskich cddziały pomocnicze oraz na suszarnię. W nawie tej umieszcza się również w razie potrzeby odlewnię metali nieżelaznych.

Trzecia nawa przeznaczona jest na oddział formowania, składania i zalewania form oraz na oczyszczalnię. Na

pomieszczenia socjalne i biurowe przeznaczają się szczytową część budynku odlewni.

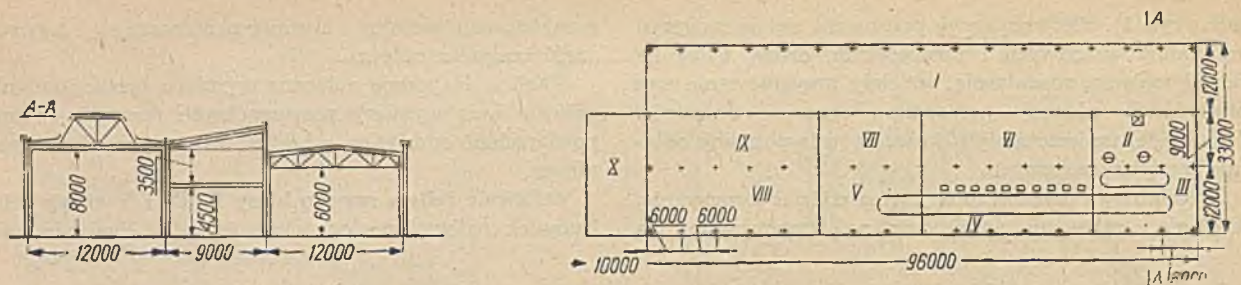
Tablica 43 podaje zalecane wymiary całego budynku odlewni oraz wymiary poszczególnych naw jak również powierzchnie oddziałów, a tablica 44 — wyposażenie techniczne.

Odlewnie żeliwa szarego klasy II, IV i V grupy 2 i 3. Budynek odlewni wielonawowy (rys. 2). Pierwsza nawa



Rys. 2. Projekt odlewni żeliwa szarego o średnim stopniu mechanizacji: I — magazyn materiałów formierskich i wsadowych, II — oddział przygotowania masy formierskiej, III — suszarnia form, IV — oddział żeliwiaków, V — formiarnie, VI — rdzeniarnia, VII oczyszczalnia, VIII — malarnia i skład odlewów, IX — pomieszczenia pomocnicze, X — odlewnia metali nieżelaznych, XI — magazyn skrzynek formierskich i odlewów, XII — pomieszczenia socjalne.





Rys. 3. Projekt odlewni żeliwa szarego o rocznej wydajności 7000 ton z jednym przenośnikiem członowym odlewniczym: I — magazyn materiałów formierskich i wsadowych, II — oddział żeliwiaków, III — oddział zalewania, IV — formiarnia, V — oddział wybijania, VI — rdzeniarnia, VII — oddział przygotowania masy formierskiej, VIII — oczyszczalnia, IX — oddział pomocniczy, X — pomieszczenia socjalne.

przeznaczona jest na zmechanizowany skład materiałów wsadowych i formierskich. Druga nawa na oddziały topienia i przygotowania masy, oddziały pomocnicze, suszarnie i w razie potrzeby na odlewnie metali nieżelaznych.

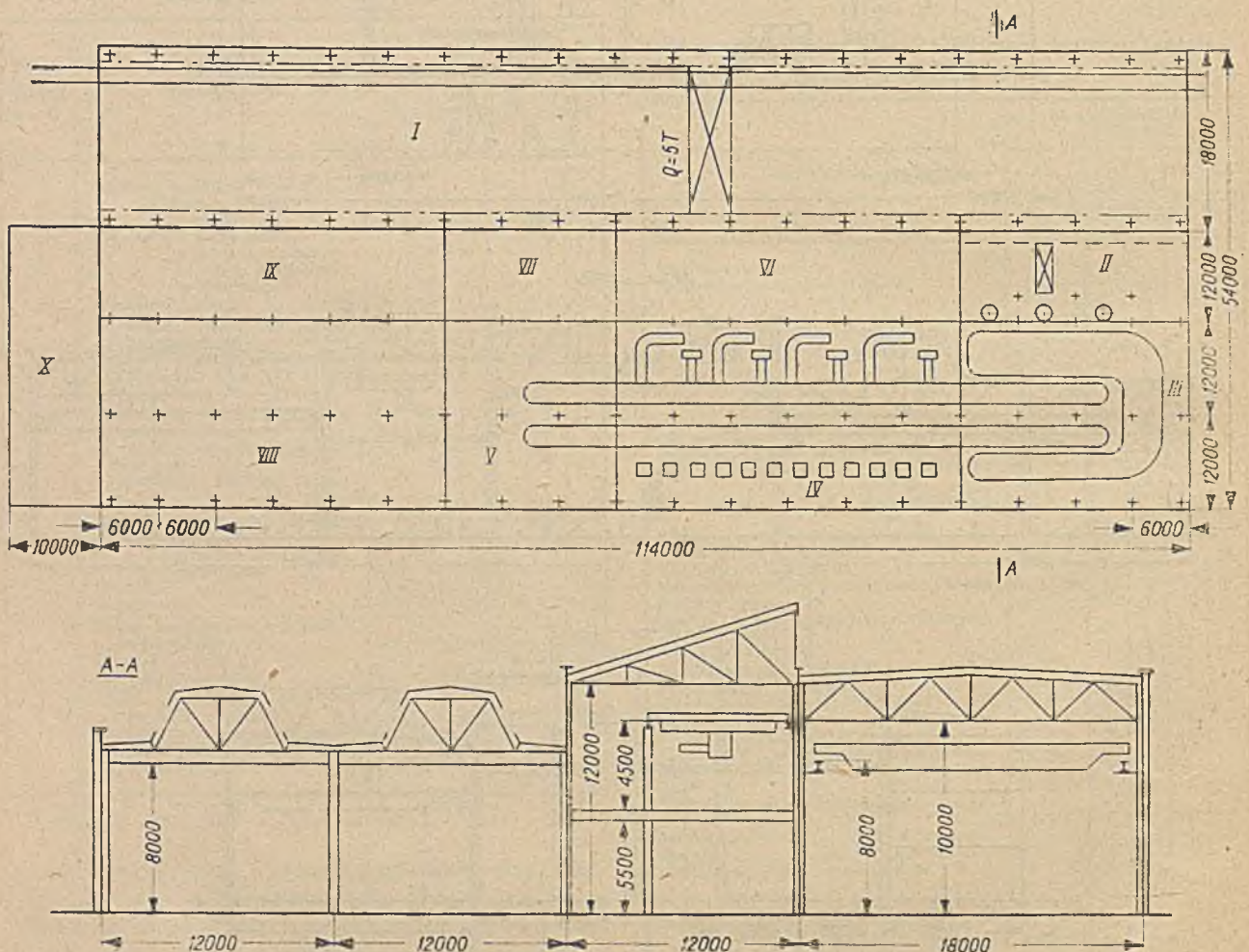
Trzecia i czwarta nawa — na formiarnię i rdzeniarnię. Nawa piąta na skład odlewów i skrzynek formierskich na wolnym powietrzu. Nawa szоста prostopadła do naw poprzednich — na oczyszczalnię. Pomieszczenia socjalne zamykają budynek od strony przeciwległej w stosunku do położenia oczyszczalni.

Tablica 45 podaje wyposażenie techniczne.

Tablica 46 podaje zalecane wymiary całego budynku oraz poszczególnych naw, jak również powierzchnie oddziałów.

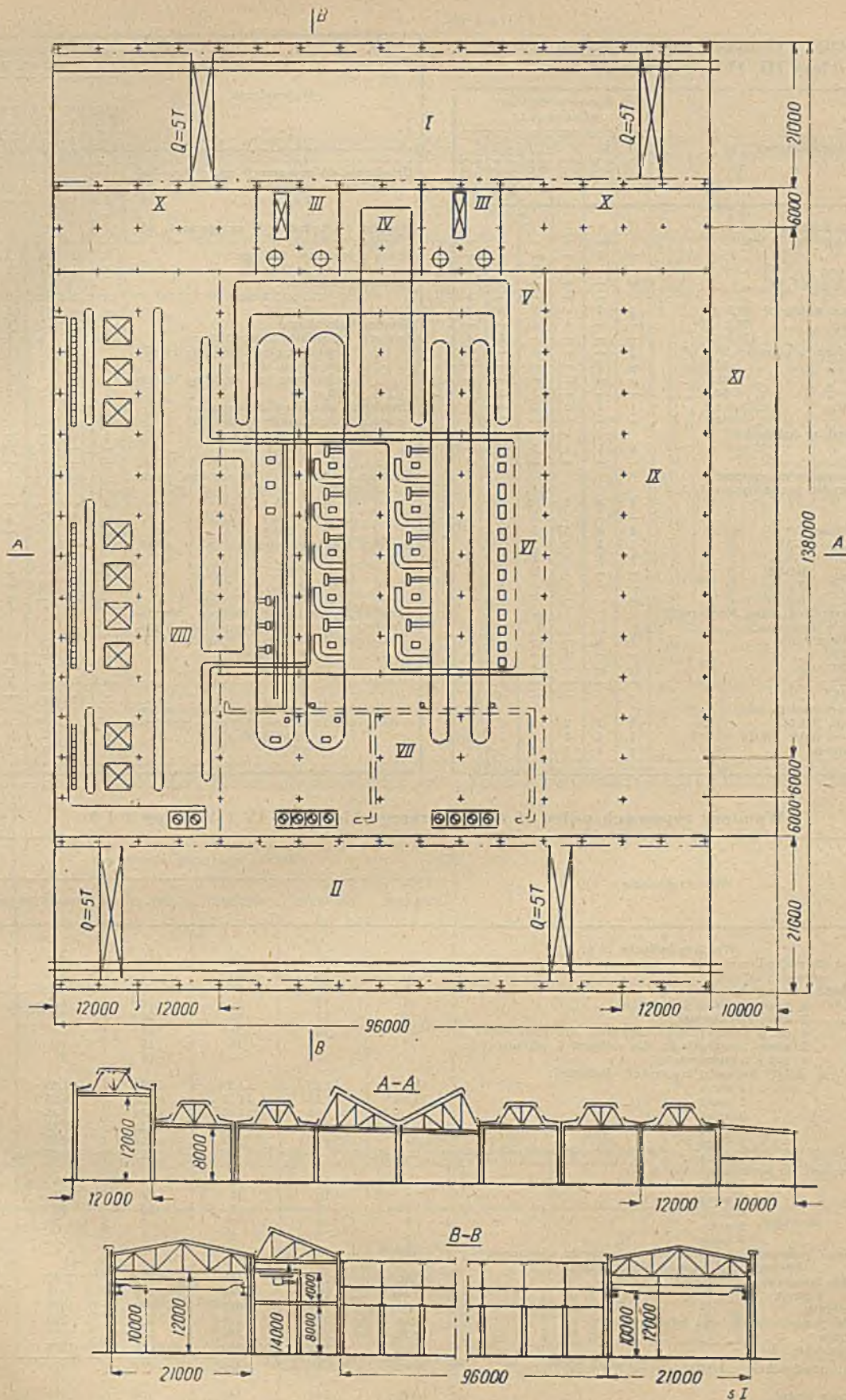
Odlewnie żeliwa szarego klasa I i II grupy 1 i 2 z przenośnikami odlewniczymi<sup>1)</sup>. Rys. 3 do 8 odnoszą się do projektów odlewni żeliwa szarego z przenośnikami odlewniczymi.

<sup>1)</sup> Tzw. odlewnie konwejerowe (przyp. opiniodawcy).



Rys. 4. Projekt odlewni żeliwa szarego o wydajności rocznej 15000 ton z dwoma przenośnikami członowymi odlewniczymi: I — magazyn materiałów formierskich i wsadowych, II — oddział żeliwiaków, III — oddział zalewania, IV — formiarnia, V — oddział wybijania, VI — rdzeniarnia, VII — oddział przygotowania masy formierskiej, VIII — oczyszczalnia, IX — pomieszczenia pomocnicze, X — pomieszczenia socjalne.





Rys. 5. Projekt odlewni żeliwa szarego o rocznej wydajności 60 000 ton z czterema przenośnikami członowymi odlewniczymi: I — magazyn materiałów wsadowych, II — magazyn materiałów formierskich, III — oddział żeliwniaków, IV — oddział kadzi, V — oddział zalewania, VI — formiarnia, VII — oddział wybijania i przygotowania masy formierskiej, VIII — rdzeniarnia, IX — oczyszczalnia, X — pomieszczenia pomocnicze, XI — pomieszczenia socjalne.



Tablica 45

**Wyposażenie techniczne odlewni żeliwa szarego  
klasa III, IV i V grupy 2 i 3**

Wyposażenie	Roczna wydajność odlewni w t						
	5000	6000	7500	8000	10000	15000	20000-23000
Wyposażenie piecowe:							
Zeliwniki o wydajności 5 t/godz	2	—	—	—	—	—	—
„ „ 6 „	—	2	—	—	—	—	—
„ „ 8 „	—	—	2	3	—	—	—
„ „ 10 „	—	—	—	—	3	—	—
„ „ 12 „	—	—	—	—	—	3	—
Suszarnie form o objętości 52,5 m <sup>3</sup>	3	4	—	2	3	3	—
„ „ 76,3 „	—	—	4	4	—	—	—
„ „ 123,0 „	—	—	—	—	4	4	—
Suszarnie do rdzeni o objętości 30 m <sup>3</sup>	2	—	—	—	—	—	—
„ „ 36 „	—	2	—	—	—	—	—
„ „ 45 „	—	—	2	—	—	—	—
„ „ 52,5 „	—	—	—	2	3	4	—
Suszarki szalkowe „ 1,7 „	1	1	2	2	—	—	—
„ „ 4,0 „	—	—	—	—	2	2	—
Suszarki do piasków świetnych: pionowe	1	1	1	1	—	—	—
poziome (bęnowe)	—	—	—	—	1	2	—
Wyposażenie maszynowe							
Maszyny formierskie pneumatyczne 1, 2, 3 i 4 grupy	4	4	8	12	12	12	—
Młotacze	—	—	1	1	1	1	—
Maszyny rdzeniowe C-1	4	4	5	5	9	10	—
„ „ C-3	2	2	2	2	2	2	—
„ „ C-4	1	1	1	2	2	2	—
„ „ BΦ-20	—	—	1	1	2	2	—
„ „ BΦ-12	—	—	—	—	1	1	—
„ „ BΦ-13	—	—	—	—	1	1	—
Agregaty do przeróbki masy formierskiej wypielniającej o wydajności:							
10 m <sup>3</sup> /godz	1	1	—	—	—	—	—
15 „	—	—	1	—	—	—	—
20 „	—	—	—	1	—	—	—
25 „	—	—	—	—	1	—	—
30 „	—	—	—	—	—	1	—
Aparaty do przygotowania masy: przesiewarki typu 3M-14	1	1	2	2	2	2	—
spulchniacze typu Rojer 3M-10	1	1	1	2	2	2	—
młyny typu Reimond	1	1	1	2	2	2	—

Tablica 45 (c. o.)

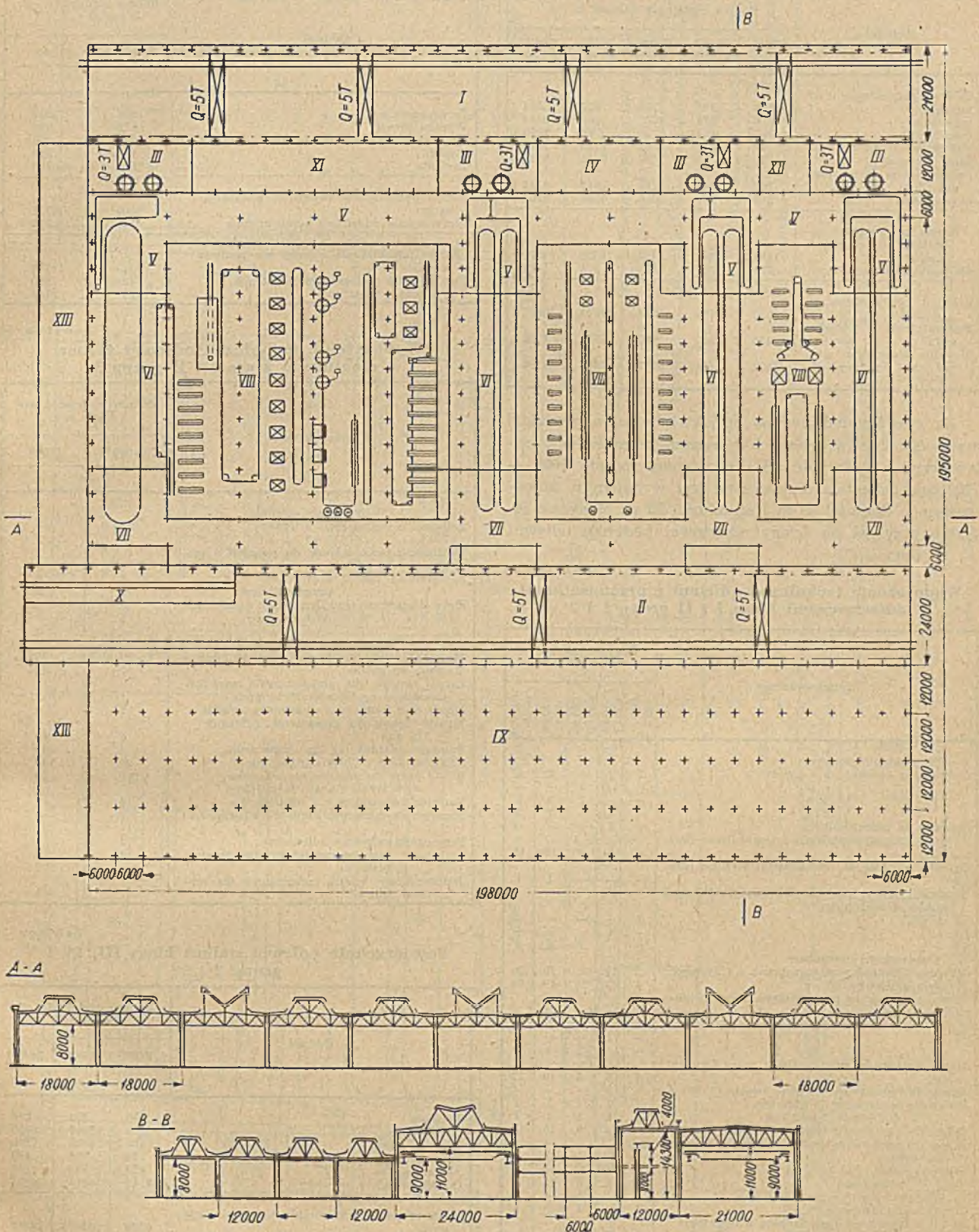
Wyposażenie	Roczna wydajność odlewni w t						
	5000	6000	7500	8000	10000	15000	20000-23000
Urządzenia do regeneracji materiałów formierskich o wydajności: 5 m <sup>3</sup> /godz	1	1	1	—	—	—	—
10 „	—	—	—	1	1	1	—
Maszyny i urządzenia do oczyszczania odlewów: bęby o średnicy 775 mm	2	2	3	3	4	4	—
„ „ 1150 „	1	1	1	1	1	1	—
Płasczarki komorowe 3,5 x 3,5 mm	2	2	2	2	2	2	—
4,5 x 4,5 m	—	—	1	1	2	2	—
Komory hydrauliczne	—	1	1	1	2	2	—
Szlifierki o średnicy tarczy 500 mm	4	4	4	6	6	6	—
„ „ przenośne z wałem gładkim o średnicy tarczy 350 mm	2	2	2	3	3	4	—
„ „ wahadłowe o średnicy tarczy 350 mm	1	1	2	2	3	4	—
Urządzenia transportu bliskiego							
Suwnice kratownicowe o udźwigu 15 t	4	8	—	—	—	—	—
20 t	—	—	8	12	—	—	—
50 t	—	—	—	—	14	16	—
Suwnice wspornikowe o wysięgu 6 m i udźwigu: 1,5 t	1	—	—	—	—	—	—
3,0 t	—	1	2	4	—	—	—
5,0 t	—	—	—	—	4	6	—
Suwnice wsadowe typu Szepard o udźwigu: 1,5 t	1	—	—	—	—	—	—
3,0 t	—	1	1	—	—	—	—
5,0 t	—	—	—	1	1	1	—
Urządzenia transportu ciągłego mechanicznego uprzątanie, przygotowanie i rozprrowadzenie masy o wydajności: 10 m <sup>3</sup> /godz	1	1	—	—	—	—	—
15 „	—	—	1	—	—	—	—
20 „	—	—	—	1	—	—	—
25 „	—	—	—	—	1	1	—
Urządzenia do zmechanizowanego uprzątanania odpadków produkcji o wydajności: 5 m <sup>3</sup> /godz	1	1	—	—	—	—	—
10 „	—	—	1	1	1	1	—

**Wymiary typowych odlewni żeliwa szarego klasa III, IV i V grupy 2 i 3**

Tablica 46

Znaczenie literowe (rys: 2)	Wyszczególnienie	Roczna wydajność odlewni w t					
		5000-5500	6000-7500	8000-9000	10000-12000	15000-18000	20000-23000
	Wymiary budynku w m						
A	Ogólna długość odlewni	84	96	102	102	111	151
B	„ szerokość odlewni	60	84	87	87	87	93
a	Szerokość 1 nawy (składu)	18	18	21	21	21	21
b	„ 2 nawy (oddział żeliwniaków)	12	12	12	12	12	15
c	„ 3 nawy (formiarnia)	15	18	21	21	21	21
d	„ 4 nawy (formiarnia i rdzeniarnia lub formiarnia)	15	18	18	18	18	21
e	„ 5 nawy (przybudówka dla odlewni i rdzeniarni)	—	—	15	15	15	15
f	„ 6 nawy (oczyszczalnia)	—	—	—	18	21	21
	Wysokość dolnej krawędzi konstrukcji dachowej:						
g	1 nawy	11,25	11,25	11,25	11,25	11,25	12,5
i	2 nawy	11,25	11,25	11,25	11,25	11,25	12,5
k	3 nawy	11,5	12,5	13,25	13,25	13,25	15
l	4 nawy	9,25	9,25	9,25	12,25	12,25	12
m	5 nawy	—	9	9,25	9,25	9,25	10
n	6 nawy	—	—	—	9,25	9,25	10
	Wysokość do jezdni suwnicowej:						
o	1 nawy	9	9	9	9	9	10
p	3 nawy	9	10	11	11	11	12
r	4 nawy	7	7	7	10	10	10
s	5 nawy	7	7	7	7	7	8
t	6 nawy	7	7	7	7	7	7
u	6 nawy	6	6	7	7	8	8
	Wysokość pomieszczenia żeliwniaków do pomostu wsadowego						
	Powierzchnie odlewni (brutto) w m <sup>2</sup>						
	Oddział formowania i składania	1548	1728	2142	2412	3780	5040
	„ toпления	144	144	144	216	216	360
	Rdzeniarnia	450	756	864	1072	1080	1800
	Oddział przygotowania masy formierskich	144	216	216	288	288	270
	Suszarnie	216	288	288	396	432	540
	Oczyszczalnia	540	756	810	1288	1575	1953
	Razem powierzchnia oddziałów produkcyjnych	3042	3888	4464	5672	7371	9963
	Odlewnia brązu	144	144	144	216	216	270
	Oddziały pomocnicze	180	216	288	342	432	360
	Malarnia	—	486	486	567	567	—
	Razem bez pomieszczeń socjalnych	3366	4734	5382	6797	8586	10593
	Pomieszczenia socjalne	378	432	720	720	720	750
	Składy materiałów wsadowych i formierskich	1296	1728	1764	1764	1890	2520
	Przybudówka	540	1080	1080	1080	1665	1665





Ryc. 6. Projekt odlewni żeliwa szarego o rocznej wydajności 90 000 ton z siedmioma przenośnikami członowymi odlewniczymi: I — magazyn materiałów wsadowych, II — magazyn materiałów formierskich, III — oddział żeliwiaków, IV — oddział kadzi, V — oddział zalewania, VI — formiarnia, VII — oddział wybijania i przygotowania masy formierskiej, VIII — rdzenia:nia, IX — oczyszczalnia, X — automatyczna wybijalnia rdzeni, XI — ślusarnia remontowa, XII — podrzędny magazyn materiałów pomocniczych, XIII — pomieszczenia socjalne.



Tablica 47

Powierzchnie odlewni żeliwa z przenośnikami odlewniczymi klasa I i II grupy 1 i 2 w m<sup>2</sup>

Oddział	Roczna wydajność odlewni w t				
	5000 7000	12 000 15 000	50 000 55 000	75 000 90 000	90 000 100 000
Oddziały produkcyjne w m <sup>2</sup>					
topienia	168	288	288	452	864
załawan'a	216	576	1152	2160	3384
formowania	360	864	1728	3780	3276
wybijania	162	432	862	1720	2124
wyrobu rdzeni	270	432	2016	6480	7930
przygotowania masy formierskiej	162	240	288	540	2188
oczyszczania	360	864	2016	4896	9504
Razem powierzchnia oddziałów produkcyjnych w m <sup>2</sup>	1698	3696	8350	20728	29270
Oddziały pomocnicze w m <sup>2</sup>	270	864	864	576	1612
Razem bez pomieszczeń socjalnych	1968	4560	9214	20604	30882
Pomieszczenia socjalne w m <sup>2</sup>	210	360	960	1620	1380
Magazyn materiałów wsadowych i formierskich	1152	1404	4032	4896	9198

Na rys. 3 przedstawiono projekt odlewni o produkcji masowej odlewów drobnych z jednym przenośnikiem odlewniczym. Wydajność odlewni wynosi rocznie 5000 — 7000 ton. Odlewnia umieszczona jest w budynku trójnawowym o długości 96 m i szerokości 33 m. Budynek socjalny przylega do ściany szczytowej budynku odlewni.

Tablica 48

## Wyposażenie techniczne odlewni z przenośnikami odlewniczymi klasa I i II grupy 1 i 2

Wyszczególnienie	Roczna wydajność odlewni w t					
	5 000 7 000	12 000 15 000	50 000 55 000	75 000 90 000	90 000 100 000	100 000
Wyposażenie piecowe						
Żelwiaki o wydajności: 4 t/godz	2	2	—	2	2	—
6 "	—	—	2	—	—	—
8 "	—	—	2	2	2	—
12 "	—	—	—	2	2	—
Suszarki do rdzeni półkowe	3	5	—	—	—	—
" " pionowe przenośnikowe (wałkowe)	—	—	9	18	15	—
Suszarki poziome do dodatkowego suszenia rdzeni	—	—	—	1	1	—
Suszarki bębnowe poziome dla suszenia świeżych piasek o wydajności:						
2 m <sup>2</sup> /godz	1	—	—	—	—	—
5 "	—	1	—	—	—	—
10 "	—	—	2	4	4	—
Wyposażenie maszynowe						
Maszyny formierskie pneumatyczne 1 i 2 grupy	12	18	32	50	50	—
Maszyny rdzeniowe	4	11	26	49	49	—
Zespoły maszyn do przygotowania masy formierskiej o wydajności:						
15 m <sup>2</sup> /godz	1	—	—	—	—	—
20 "	—	1	—	—	—	—
30 "	—	—	2	4	4	—
Różne aparaty do przygotowania masy formierskiej	4	6	8	10	12	—
Bębny do czyszczenia odlewów zwykłe $\varnothing$ 775 mm	6	8	—	—	—	—
Płaskarki kuruzelowe $\varnothing$ 2300 mm	1	1	1	1	1	—
" " komorowe 2,5 x 2,5 m	1	1	1	1	1	—
Bębny do czyszczenia śrutowe odśrodkowe	—	—	5	10	10	—
Bębny do czyszczenia śrutowe odśrodkowe o ruchu ciągłym	—	—	1	2	2	—
Szliifarki stałe	4	10	20	40	40	—
" " wahadłowe	2	4	8	15	15	—
Wyposażenie transportu bliskiego						
Sawnice kratownicowe	1	2	4	7	4	—
Sawnice wsadowe typu Szepard o udźwigu:						
1,5 t	1	1	2	—	—	—
3,0 t	—	—	—	4	4	—
Sawnice jednobelkowe, żurawie, jednoszynowe podnośniki podwieszane o udźwigu:						
0,25 t	—	26	32	—	—	—
0,5 t	—	—	—	36	36	—
Przenośniki członowe odlewnicze	1	2	4	7	7	—
Przenośniki podwieszane łańcuchowe okrężne	—	—	8	8	8	—

Tablica 49

## Powierzchnie odlewni żeliwa ciągłego z przenośnikami klasa I i II grupy 3

Oddział	Roczna wydajność odlewni w t	
	10 000	24 000
	w m <sup>2</sup>	
Formowania	1404	3024
Wyrobu rdzeni	432	630
Przygotowania masy formierskiej	216	270
Topienia	144	328
Żarzenia	2808	6120
Razem powierzchnia oddziałów produkcyjnych	5004	10872
Powierzchnia oddziałów pomocniczych	144	270
Razem powierzchnia odlewni bez pomieszczeń socjalnych	5148	11142
Powierzchnia pomieszczeń socjalnych	420	990
Powierzchnia magazynów	1638	2142

Tablica 50

## Wyposażenie techniczne odlewni żeliwa ciągłego klasa I i II grupy 3

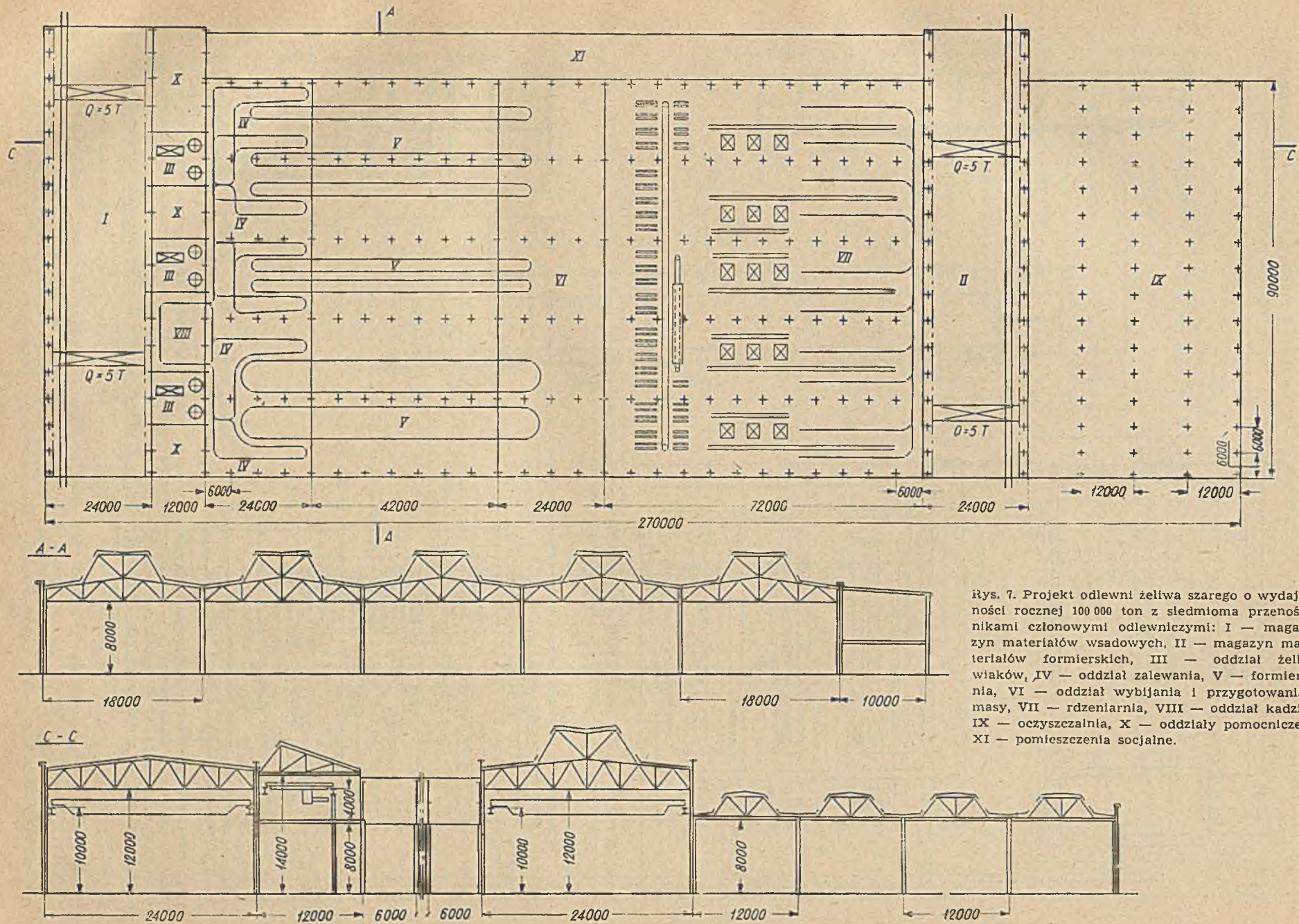
Wyszczególnienie	Roczna wydajność wydzielni w t	
	10 000	24 000
	szt.	
Wyposażenie piecowe		
Żelwiaki o wydajności: 5 t/godz	2	—
10 "	—	2
Elektryczne piece łukowe do rafinacji o pojemności 10 t	—	2
Suszarnie do rdzeni: komorowe	4	2
przenośnikowe	—	2
Piece do żarzenia typu Dresslera o wydajności:		
30 t na dobę	1	—
40 t "	—	2
Wyposażenie maszynowe		
Maszyny formierskie pneumatyczne 1 i 2 grupy	20	38
Maszyny do rdzeni	7	13
Zespół maszyn do przygotowania masy formierskiej o wydajności 25 m <sup>2</sup> /godz	1	2
Młyny typu Reimond o wydajności 1 t/godz	1	2
Zwykłe bębny do czyszczenia odlewów $\varnothing$ 775 mm	6	10
Śrutowe odśrodkowe do czyszczenia	4	10
Szliifarki stałe o $\varnothing$ tarczy 500 mm	20	40
Różne prasy do prostowania odlewów	10	20
Urządzenia transportu bliskiego		
Sawnice kratownicowe o udźwigu 5 t	4	5
Sawnice wsadowe typu Szepard o udźwigu 1,5 t	1	—
" " " " " " 3 "	—	1
Przenośniki członowe odlewnicze	2	4
" " podwieszane łańcuchowe okrężne	2	2
" " " " " " " " " " " "	—	2
Jednoszynowe kolejki podwieszane dla rozwożenia żeliwa	2	4

Tablica 51

## Powierzchnie odlewni staliwa klasa III, IV i V grupy 2 i 3

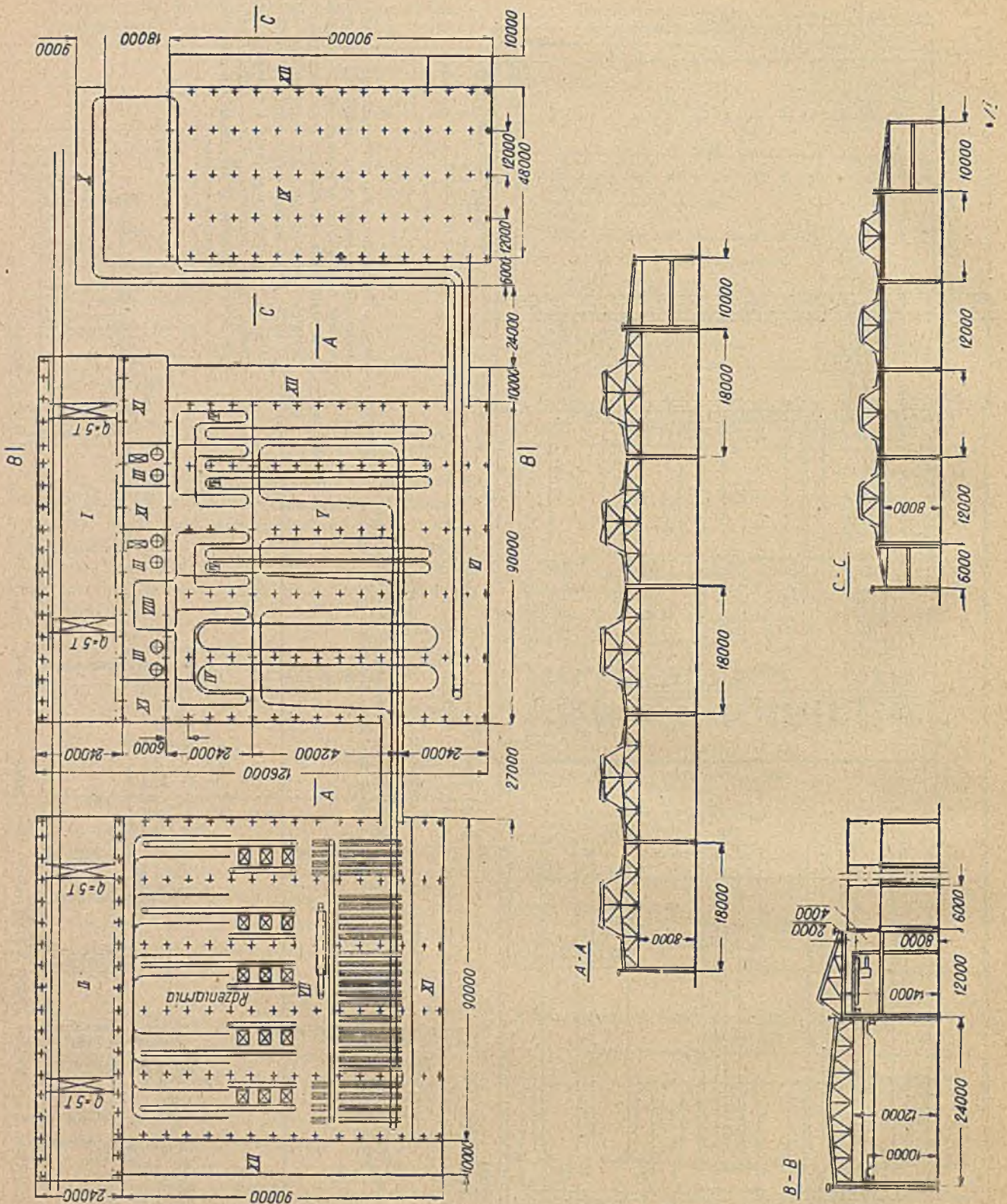
Oddział	Roczna wydajność odlewni w t		
	8 000	18 000	24 000
	w m <sup>2</sup>		
Topienia	450	720	876
Formowania	2520	5040	7488
Wyrobu rdzeni	486	1080	1376
Przygotowania masy formierskiej	180	270	432
Suszarnie	450	990	1152
Oczyszczania	2142	4914	6922
Razem powierzchnia oddziałów produkcyjnych	6228	13014	18246
Oddziały pomocnicze	468	540	864
Razem powierzchnia odlewni bez pomieszczeń socjalnych	6696	13554	19110
Pomieszczenia socjalne i biura	513	1380	1980
Magazyn materiałów wsadowych i formierskich	2520	2320	3744
Magazyn	900	1296	1512





Rys. 7. Projekt odlewni żeliwa szarego o wydajności rocznej 100 000 ton z siedmioma przenośnikami członowymi odlewniczymi: I — magazyn materiałów wsadowych, II — magazyn materiałów formierskich, III — oddział żeliwniaków, IV — oddział zalewania, V — formiernia, VI — oddział wybijania i przygotowania masy, VII — rdzelnia, VIII — oddział kadzi, IX — oczyszczalnia, X — oddziały pomocnicze, XI — pomieszczenia socjalne.





Rys. 8. Projekt odlewni żeliwa szarego mieszczącej się w trzech budynkach o wydajności rocznej 100 000 ton z siedmioma przenośnikami odlewniczymi: I — magazyn materiałów wsadowych, II — magazyn materiałów formierskich, III — oddział żeliwiaków, IV — oddział zalewania, V — formiarnia, VI — oddział wybijania i przygotowania masy formierskiej, VII — rdzeniarnia, VIII — oddział kadzi, IX — oczyszczalnia, X — zmechanizowana wybijalnia rdzeni, XI — pomieszczenia pomocnicze, XII — pomieszczenia socjalne.



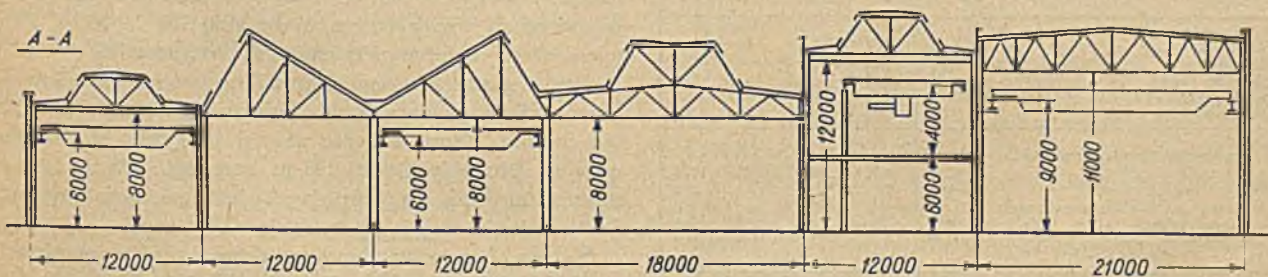
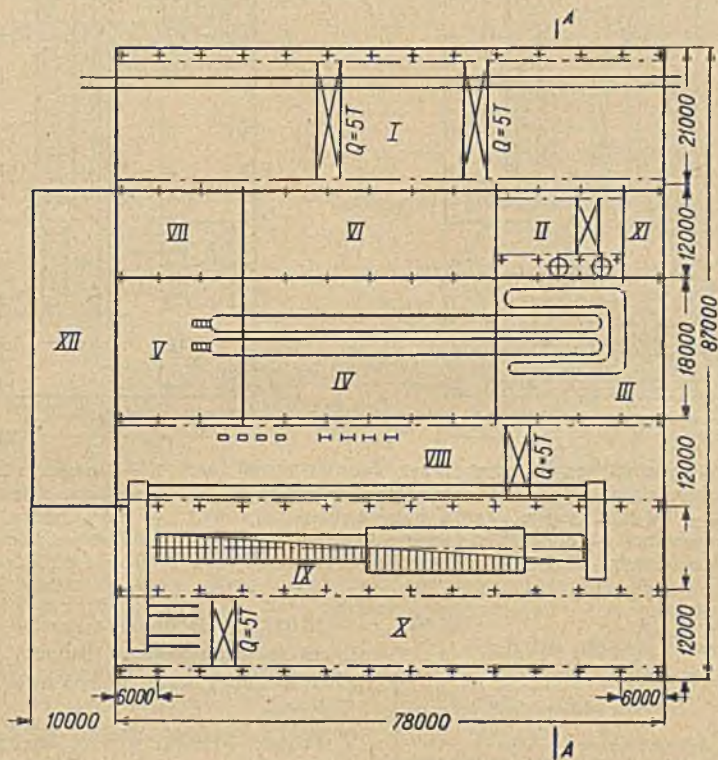
Tablica 52

Tablica 52 (c. d.)

Wyposażenie techniczne odlewni staliwa  
klasa III, IV i V grupy 2 i 3

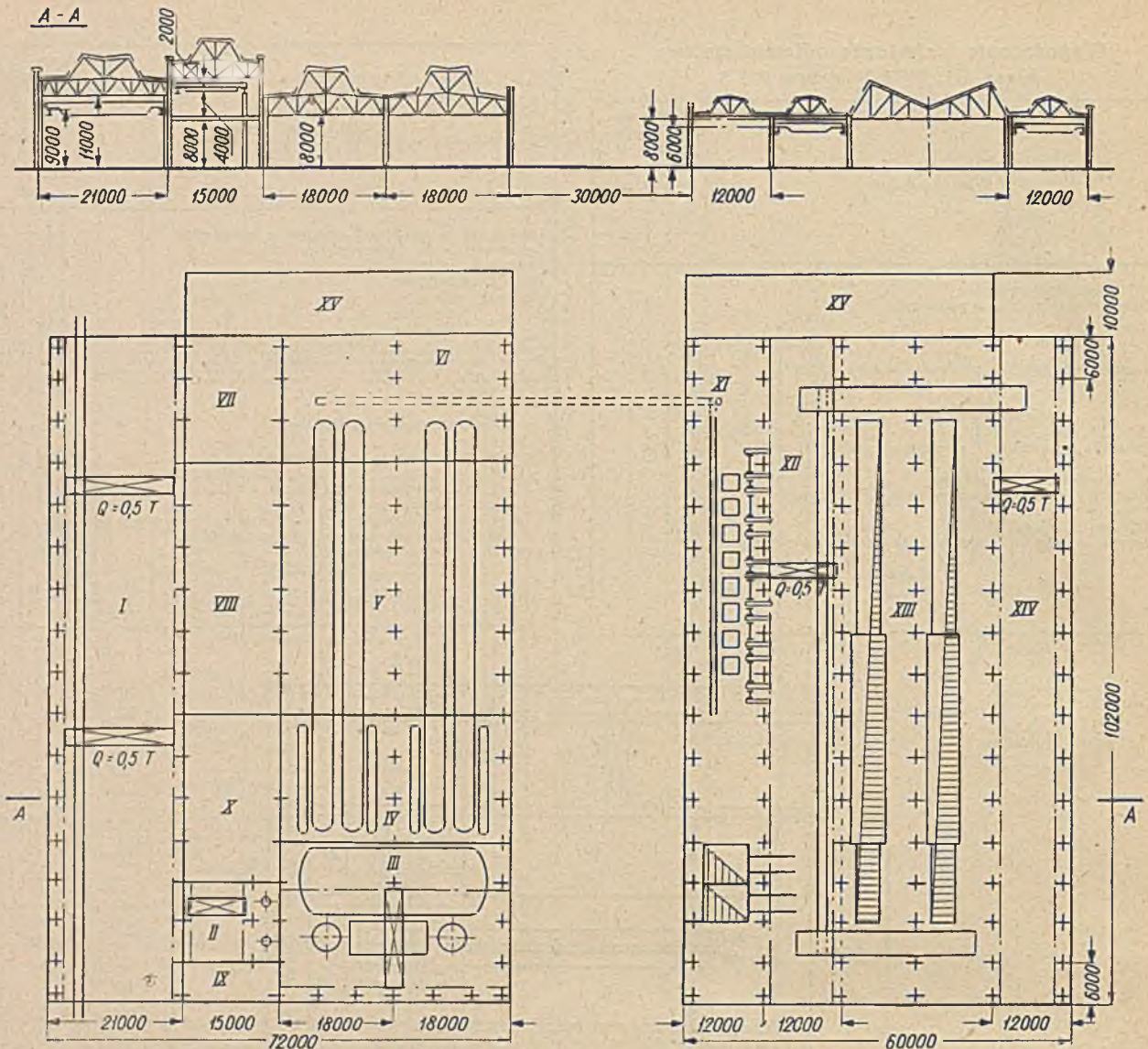
Wyszczególnienie	Roczna wydajność odlewni w t		
	8 000	18 000	24 000
	sztuk		
Wyposażenie piecowe			
Piecce martenowskie o pojemności 10 t	1	2	—
" " " " " " 20 t	—	—	2
" elektryczne łukowe " " 3 t	2	—	—
" " " " " " 5 t	—	1	2
Suszarnie do form o objętości komory 52 m <sup>3</sup>	5	—	—
" " " " " " 77 "	—	4	5
" " " " " " 105 "	—	1	2
" do rdzeni " " 52 "	1	—	—
" " " " " " 77 "	—	—	3
Piecce do wyżarzania o powierzchni trzonu 12 m <sup>2</sup>	3	—	—
" " " " " " 15 m <sup>2</sup>	—	3	5
Wyposażenie maszynowe			
Maszyne formierskie pneumatyczne 1, 2 i 3 grupy	4	8	10
Młotacze	1	1	1
Myszyni do rdzeni	7	9	12
Zespoły maszyn do przeróbki masy formierskiej o wydajności:			
10 t/godz	1	—	—
20 " "	—	1	—
30 " "	—	—	1

Wyszczególnienie	Rodna wydajność odlewni w t		
	8 000	18 000	24 000
	sztuk		
Urządzenia do regeneracji materiałów formierskich	1	1	1
Bębny zwykłe do czyszczenia $\varnothing$ 775 mm	3	5	7
Komory do piaskowania	4	6	8
Komory hydrauliczne	1	1	1
Szlifierki stałe	5	8	10
" " przenośne	4	6	8
" " wahadłowe	3	5	7
Prasy 50 t do prostowania odlewów	1	—	—
" " 75 t " "	—	1	—
" " 100 t " "	—	—	1
Urządzenia transportu bliskiego			
Suwnice kratownicowe o udźwigu do 30 t	10	—	—
" " z elektromagnesem i wanną o udźwigu do 10 t	—	19	24
" " wsadowe z wanną	1	1	1
Zmechanizowane narzędzia do sprzątania odpadków masy o wydajności:			
5 t/godz	1	—	—
10 " "	—	1	—
15 " "	—	—	1



Rys. 9. Projekt odlewni żeliwa ciągliwego o wydajności rocznej 10 000 ton: I — magazyn materiałów formierskich i wsadowych, II — oddział żeliwiaków, III — oddział zalewania, IV — formiarnia, V — oddział wybijania, VI — rdzeniarnia, VII — oddział przygotowania masy formierskiej, VIII — oddział pierwszego oczyszczania i pakowania, IX — oddział wyżarzania, X — oddział wtórnego oczyszczania, XI — oddział kadzi, XII — pomieszczenia socjalne.





Rys. 10. Projekt odlewni żeliwa ciągłego o wydajności rocznej 24 000 ton: I — magazyn materiałów wsadowych i formierskich, II — oddział żeliwiaków, III — oddział pieców elektrycznych, IV — oddział zalewania, V — formiarnia, VI — oddział wybijania, VII — oddział przygotowania masy formierskiej, VIII — rdzeniarnia, IX — oddział kadzi, X — pomieszczenie pomocnicze, XI — oddział pierwszego oczyszczania, XII — oddział pakowania odlewów, XIII — oddział wyżarzania, XIV — oddział wtórnego oczyszczania, XV — pomieszczenia socjalne.

Tablica 53

Powierzchnie odlewni stopów miedzi

Oddział	Roczna wydajność odlewni w t				
	400	500	800	1200	1800
	w m <sup>2</sup>				
Topienia	54	54	72	144	162
Formownia	216	252	405	540	756
Wyrobu rdzeni	72	108	135	180	216
Oczyszczania	144	144	270	360	720
Przygotowania masy	54	54	72	72	54
Razem powierzchnia oddziałów produkcyjnych	540	612	954	1296	1908
Oddziały pomocnicze	)	)	)	)	270
Magazyn materiałów wsadowych i formierskich	216	270	432	576	648
Pomieszczenia socjalne i biura	189	189	243	243	297

) Przewiduje się przy pomieszczeniach socjalnych i magazynach.

Rys. 4 przedstawia projekt odlewni z 2 przencownikami odlewniczymi. Wydajność odlewni wynosi rocznie 12 000

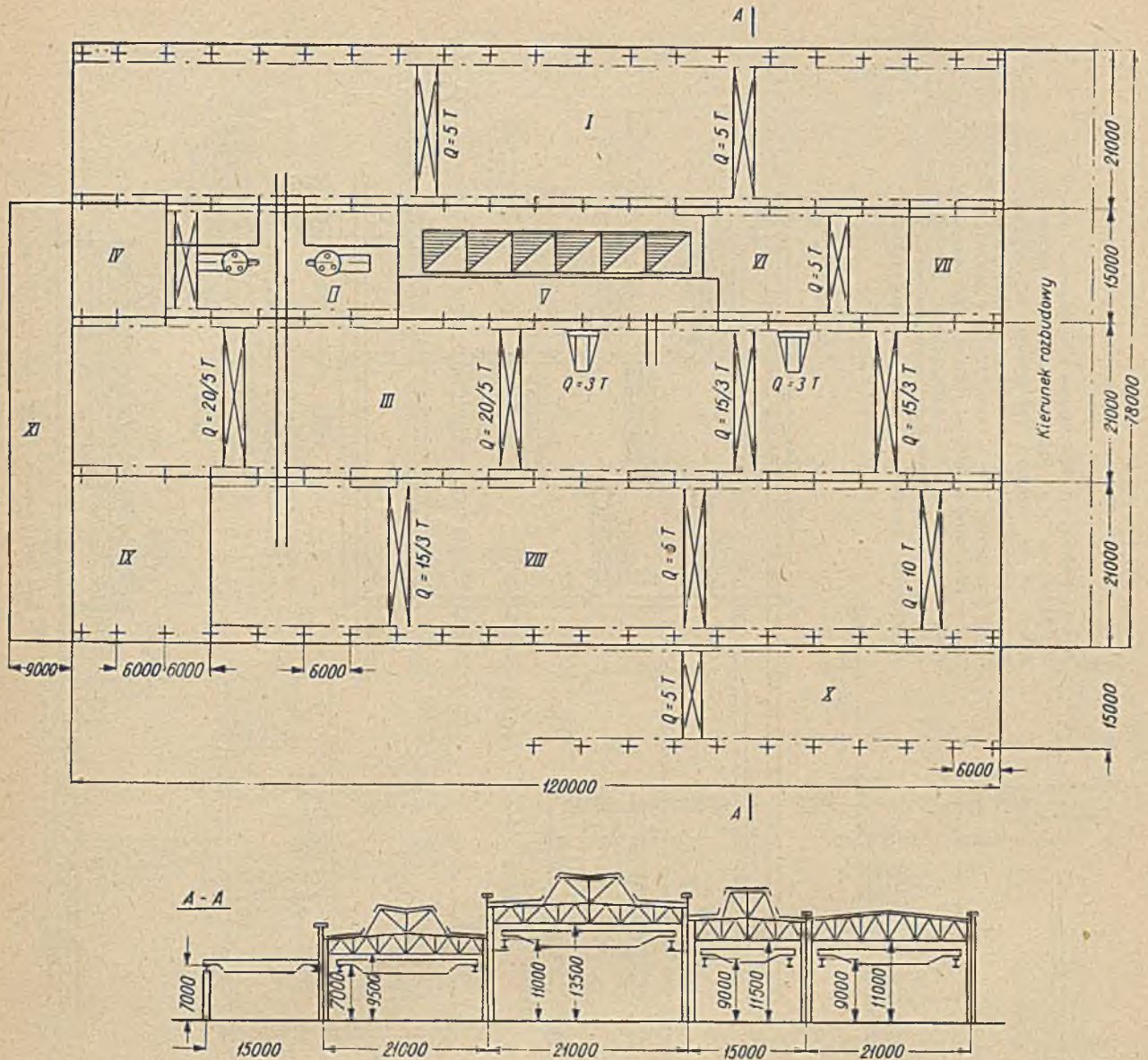
— 15 000 ton drobnych odlewów masowych. Budynek odlewni czteronawowej c. długości 114 m i szerokości 54 m. Pomieszczenia socjalne znajdują się w szczytowej części budynku.

Projekt odlewni wyposażonej w 4 przenośniki odlewnicze podano na rys. 5. Wydajność takiej odlewni wynosi rocznie 50 000 — 60 000 ton. Rozplanowanie naw jest kombinowane. Wymiary budynku wynoszą 138 × 96 m. Pomieszczenia socjalne przylegają do oczyszczalni.

Rys. 6 przedstawia projekt odlewni wyposażonej w 7 przenośników odlewniczych. Wydajność 75 000 — 90 000 ton rocznie. Rozmieszczenie naw w odlewni jest kombinowane. Długość odlewni 198 m, szerokość 195 m. Rdzeniarnie mieszczą się pomiędzy liniami przenośnikowymi. Pomieszczenia socjalne przylegają do odlewni.

Na rys. 7 przedstawiono projekt odlewni wyposażonej w 7 przenośników odlewniczych. Wydajność 90 000 — 100 000 ton rocznie. Rdzeniarnia umieszczona jest pomiędzy oddziałem wybijania form a magazynem materiałów formierskich. Pomieszczenia socjalne przylegają do odlewni.





Rys. 11. Projekt odlewni staliwa o wydajności rocznej 3 000 ton, wyposażonej w piece elektryczne: I — magazyn materiałów wsadowych i formierskich, II — oddział wytapiania, III — formiernia, IV — oddział kadzi, V — suszarnie z przesuwnicą, VI — rdzeniarnia, VII — oddział przygotowania mas formierskich, VIII — oczyszczalnia, IX — pomieszczenia pomocnicze, X — magazyn skrzynek, XI — pomieszczenia socjalne.

Rys. 8 przedstawia projekt odlewni żeliwa szarego wyposażonej w 7 przenośników odlewniczych. Wydajność 100 000 ton rocznie. Odlewnia umieszczona jest w trzech oddzielnych budynkach.

Tablica 47 podaje powierzchnie poszczególnych oddziałów odlewni z przenośnikami odlewniczymi, a tablica 48 — wyposażenie techniczne odlewni przenośnikowych.

Odlewnie żeliwa ciągłego klasy I i II grupy 3. Rys. 9 i 10 przedstawiają schematyczne projekty odlewni żeliwa ciągłego.

Na rys. 9 podano projekt odlewni żeliwa ciągłego o wydajności 10 000 ton rocznie. Budynek odlewni długości 78 m i szerokości 87 m ma 6 naw.

Projekt odlewni żeliwa ciągłego o wydajności rocznej 24 000 ton przedstawia rys. 10. Odlewnia umieszczona jest w 2 oddzielnych budynkach. Budynek właściwej odlewni długości 102 m i szerokości 72 m ma 5 naw. Wymiary budynku obróbki cieplnej w rzucie poziomym wyno-

szą 102 × 60 m. Odległość pomiędzy budynkami jest równa 30 m. Transport odlewów z odlewni do oddziału obróbki cieplnej odbywa się za pomocą przenośnika członowego płytowego. Powierzchnie poszczególnych oddziałów podano w tablicy 49, a wyposażenie techniczne — w tablicy 50.

Odlewnie staliwa klasy III, IV i V grupy 2 i 3. Trzy projekty odlewni staliwa przedstawiono na rys. 11, 12 i 13.

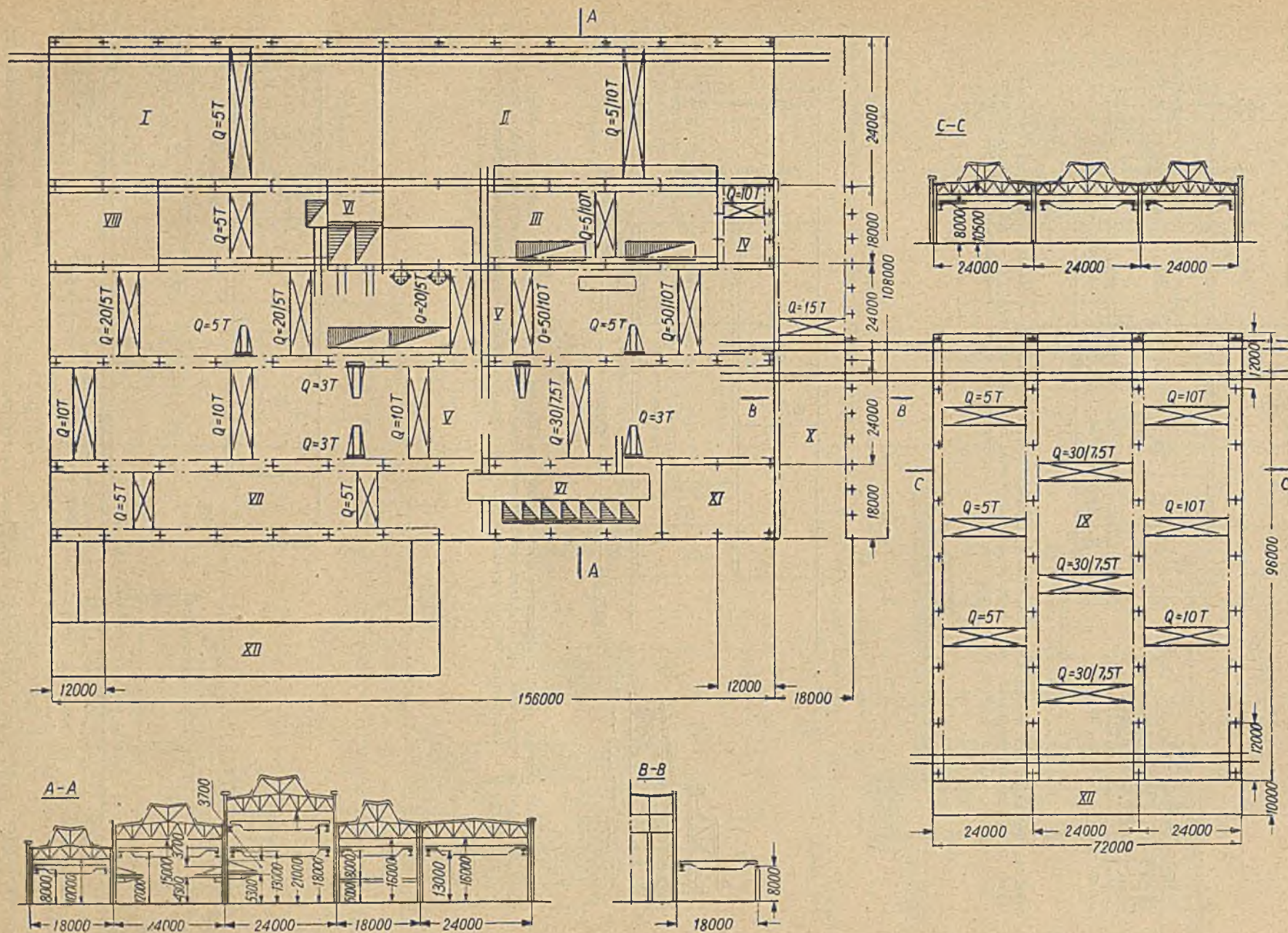
Na rys. 11 podano projekt odlewni staliwa wyposażonej w elektryczne piece łukowe. Wydajność roczna 8 000 ton. Odlewnia zajmuje czteronawowy budynek o długości 120 m i szerokości 78 m.

Rysunek 12 przedstawia projekt odlewni wyposażonej w elektryczne piece łukowe o wydajności rocznej 18 000 ton. Odlewnia zajmuje dwa oddzielne budynki. Właściwa odlewnia mieści się w budynku pięcionawowym o długości 120 m i szerokości 93 m. Budynek trójnawowy oczyszczalni ma 78 m długości i 63 m szerokości.



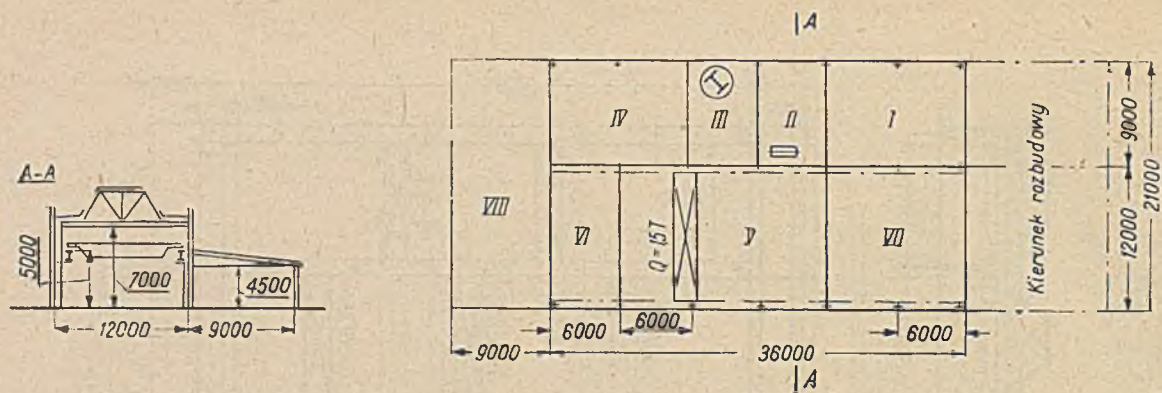




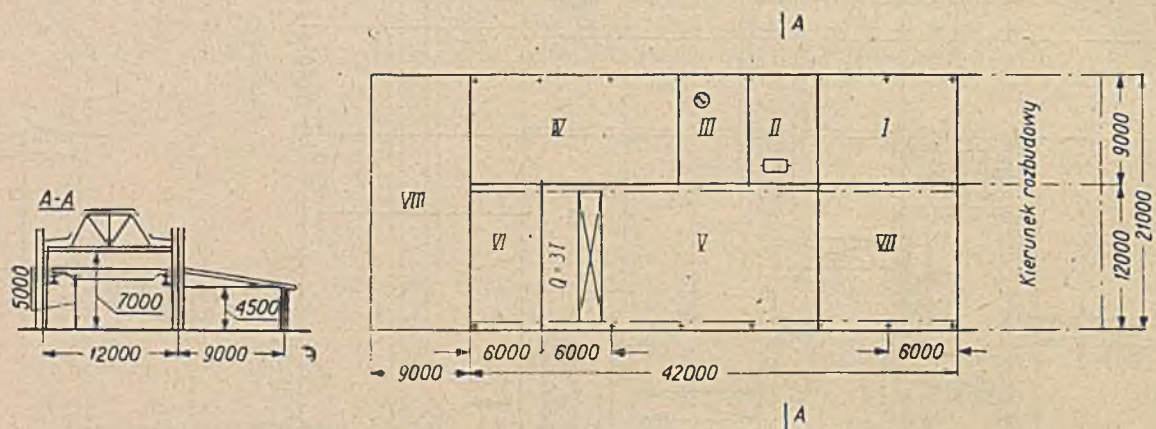


Rys. 13. Projekt odlewni staliwa o wydajności rocznej 25 000 ton: I — magazyn materiałów formierskich, II — magazyn materiałów wsadowych, III — oddział wytapiania, IV — oddział kadzi, V — formiarnia, VI — suszarnia, VII — rdzeniarnia, VIII — oddział przygotowania masy formierskiej, IX — oczyszczalnia, X — magazyn skrzynek formierskich i wlewków, XI — pomieszczenia pomocnicze, XII — pomieszczenia socjalne.

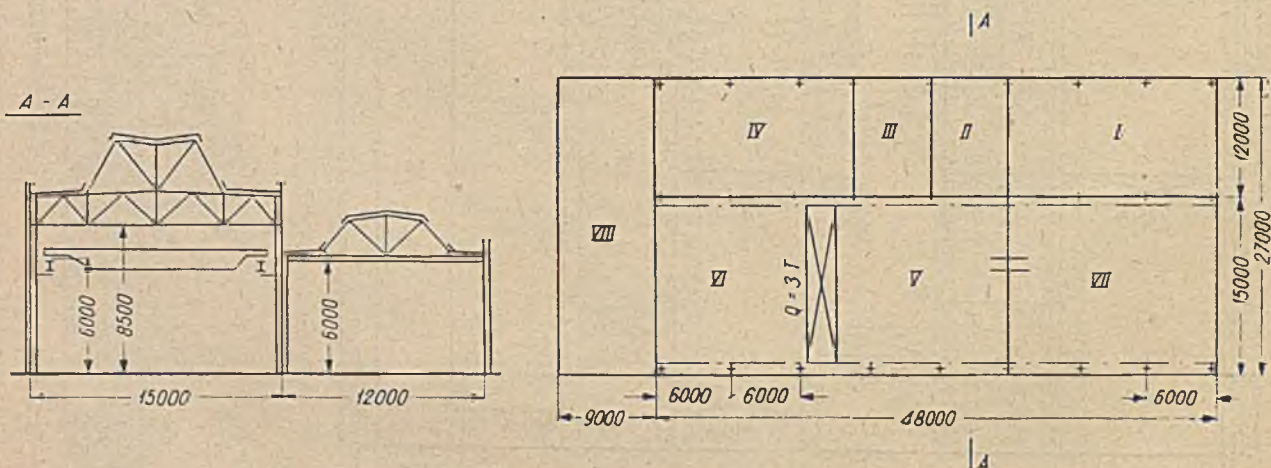




Rys. 14. Projekt odlewni metali nieżelaznych o wydajności rocznej 400 ton: I — magazyn materiałów wsadowych, II — oddział wytapiania, III — oddział przygotowania masy formierskiej, IV — magazyn materiałów formierskich, V — formiarnia, VI — rdzeniarnia, VII — oczyszczalnia, VIII — pomieszczenia socjalne.

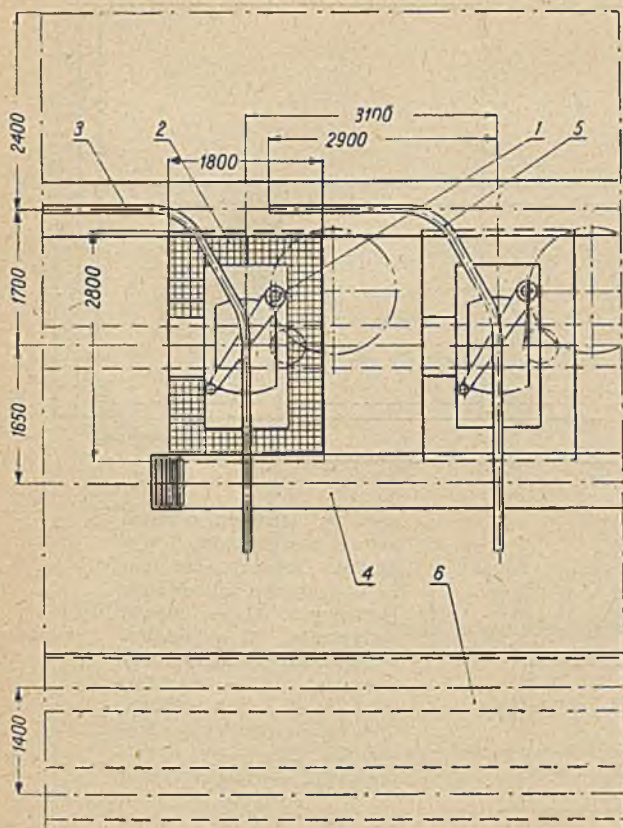


Rys. 15. Projekt odlewni metali nieżelaznych o wydajności rocznej 500 ton: I — magazyn materiałów wsadowych, II — oddział wytapiania, III — oddział przygotowania masy formierskiej, IV — magazyn materiałów formierskich, V — formiarnia, VI — rdzeniarnia, VII — oczyszczalnia, VIII — pomieszczenia socjalne.

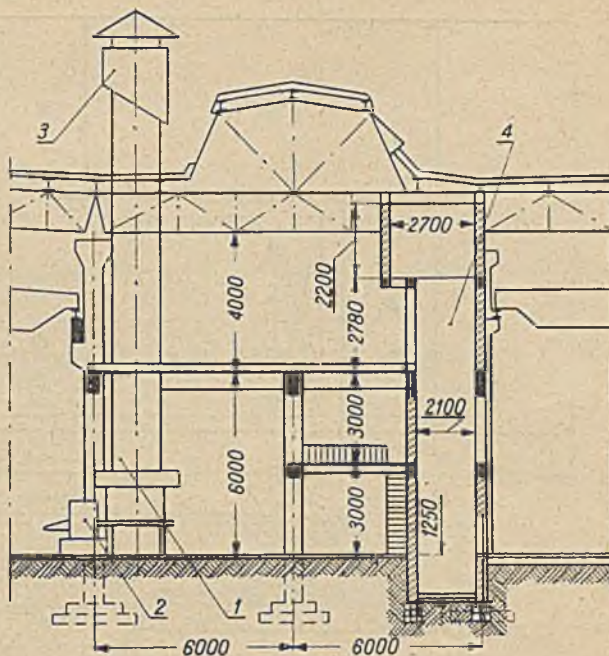


Rys. 16. Projekt odlewni metali nieżelaznych o wydajności rocznej 800 ton: I — magazyn materiałów wsadowych, II — oddział wytapiania, III — oddział przygotowania masy formierskiej, IV — magazyn materiałów formierskich, V — formiarnia, VI — rdzeniarnia, VII — oczyszczalnia, VIII — pomieszczenia socjalne.

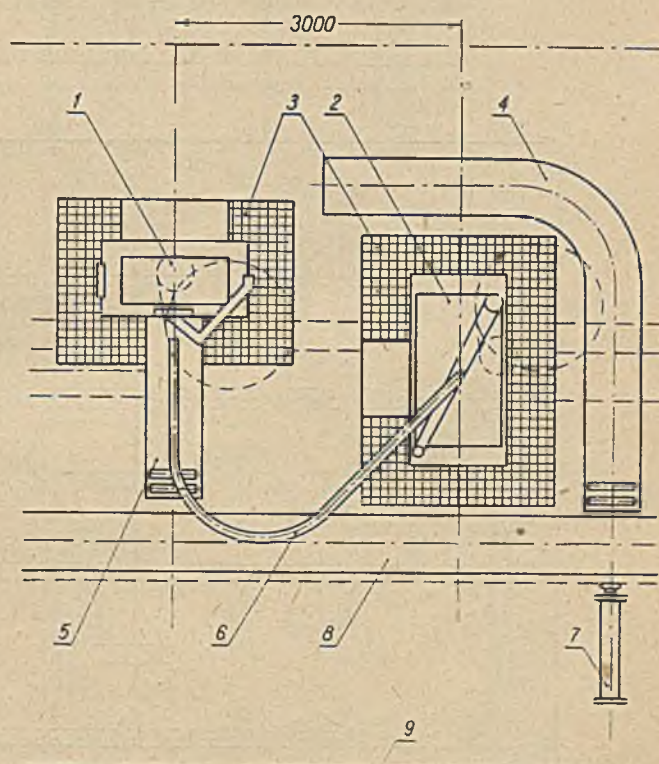




Rys. 17. Ustawienie dwóch maszyn formierskich marki 8Φ — 4, wewnątrz przenośnika członowego odlewniczego: 1. maszyna formierska marki 8Φ — 4, 2. krata do usuwania przesypanej masy formierskiej, 3. kolejka jednoszynowa podwieszona  $Q = 0,5$  tony, 4. przenośnik rolkowy dla zwrotu skrzyń formierskich, 5. przenośnik członowy odlewniczy, 6. okapturzenie chłodzące przenośnika członowego.



Rys. 18. Ustawienie żeliwiaka o wydajności 5 ton/godz.: 1. żeliwiak, 2. zbiornik żelwa płynnego, 3. łapacz iskier, 4. wyciąg szybowy.



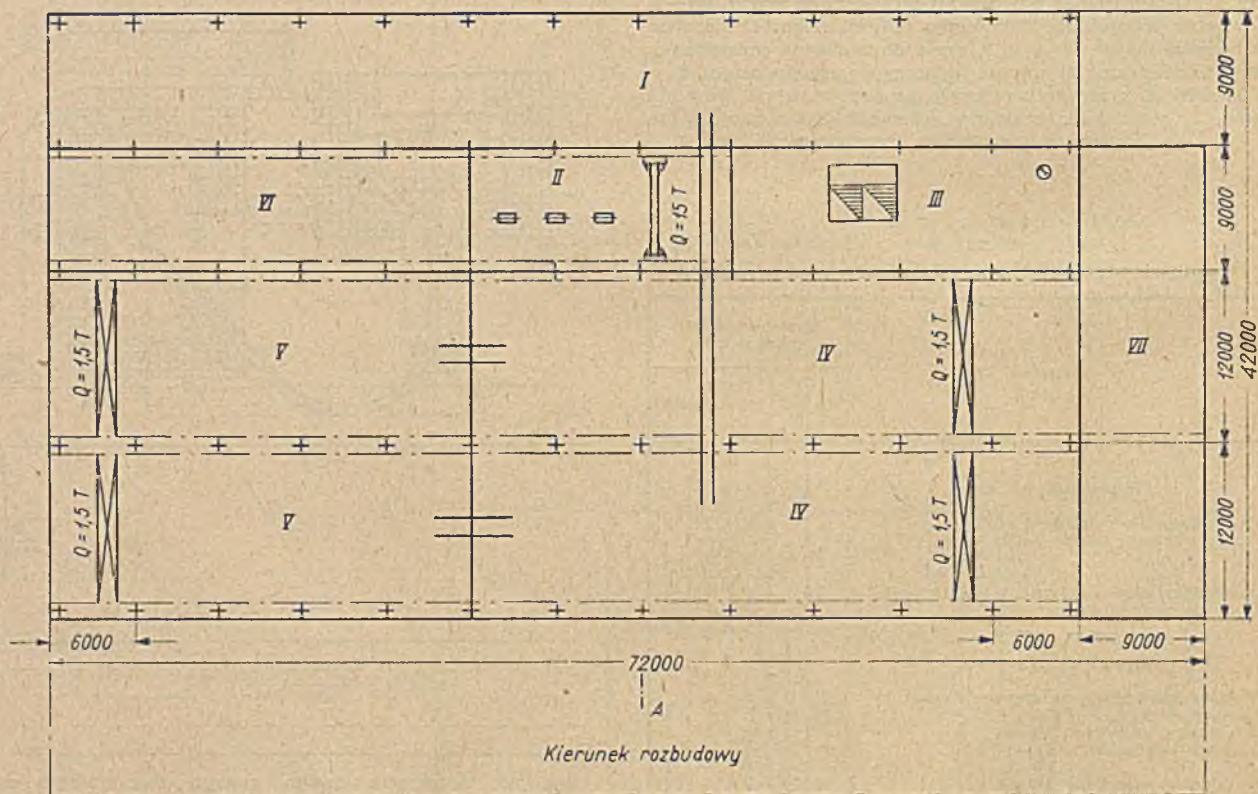
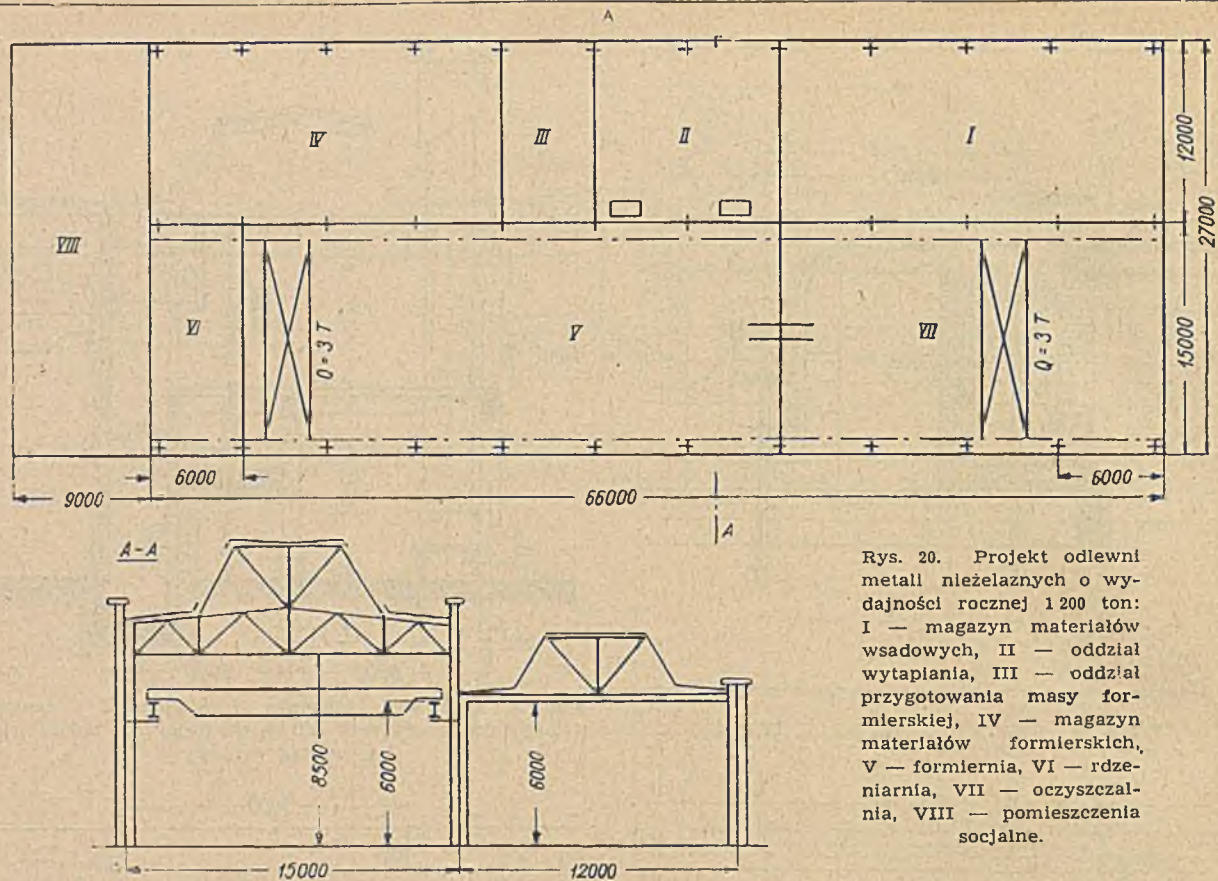
Rys. 19. Ustawienie dwóch maszyn formierskich marek ЦКБ-311 i ЦКБ-221 na zewnątrz przenośnika członowego odlewniczego: 1. maszyna formierska ЦКБ-311, 2. maszyna formierska ЦКБ-221, 3. krata do usuwania przesypanej masy formierskiej, 4. przenośnik rolkowy do skrzyń formierskich pustych, 5. przenośnik rolkowy do form złożonych, 6. kolejka jednoszynowa podwieszona, 7. spychacz pneumatyczny do skrzynek formierskich pustych, 8. przenośnik członowy odlewniczy, 9. okapturzenie przenośnika członowego chłodząco-wyciągowe.

Tablica 54

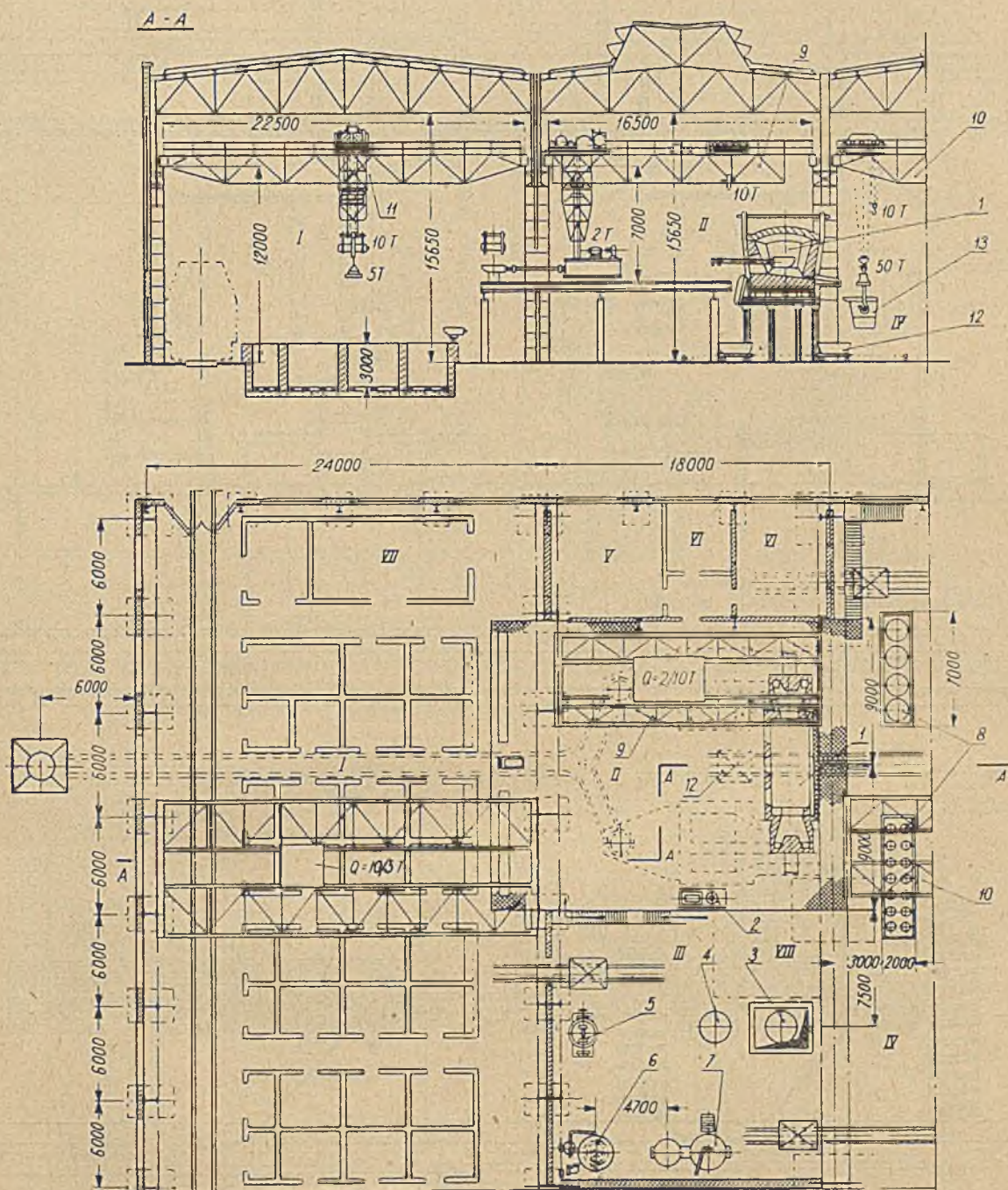
### Wyposażenie techniczne odlewni stopów miedzi

Wyposażenie	Roczna wydajność odlewni w t				
	400	500	800	1200	1800
<b>Wyposażenie piecowe</b>					
Piece tyglowe o pojemności 200 kg	1	1	2	2	2
„ elektryczne lukowe ДМК-0,125	1	2	—	—	—
„ „ „ ДМК-0,25	—	—	2	3	3
„ „ „ ДМК-0,50	—	—	—	—	2
Śuszkarki szalkowe o objętości komory 0,7 m <sup>3</sup>	1	1	2	3	4
Płyty do suszenia piasku: 6 m <sup>2</sup>	1	1	—	—	—
„ „ 15 m <sup>2</sup>	—	—	1	1	1
<b>Wyposażenie maszynowe</b>					
Maszyny formierskie pneumatyczne 1 grupy	2	2	4	4	—
Maszyny rdzeniowe	1	1	2	3	3
Prześciawarki przenośne 3M-14	1	1	1	2	2
Mieszarki kolotokowe: 3M-1	1	1	—	—	—
„ 3M-2	—	—	1	1	2
Spulchniacze typu Rojer 3M-10	1	1	1	2	2
Młyny kulowe o wydajności 75 kg/godz	1	1	1	1	1
Bębny do czyszczenia odlewów ∅ 775	1	1	1	1	2
Piecarki karuzelowe ∅ 2300	—	—	1	1	1
Szlifierki siate ∅ 500 mm	1	1	1	2	2
Prasy do obcinania wlewów itd.	—	—	1	1	1
<b>Wyposażenie transportu bliskiego</b>					
Suwnice jednobelkowe o udźwigu 1,5 t	1	—	—	—	2
„ „ 3 t	—	1	1	2	3



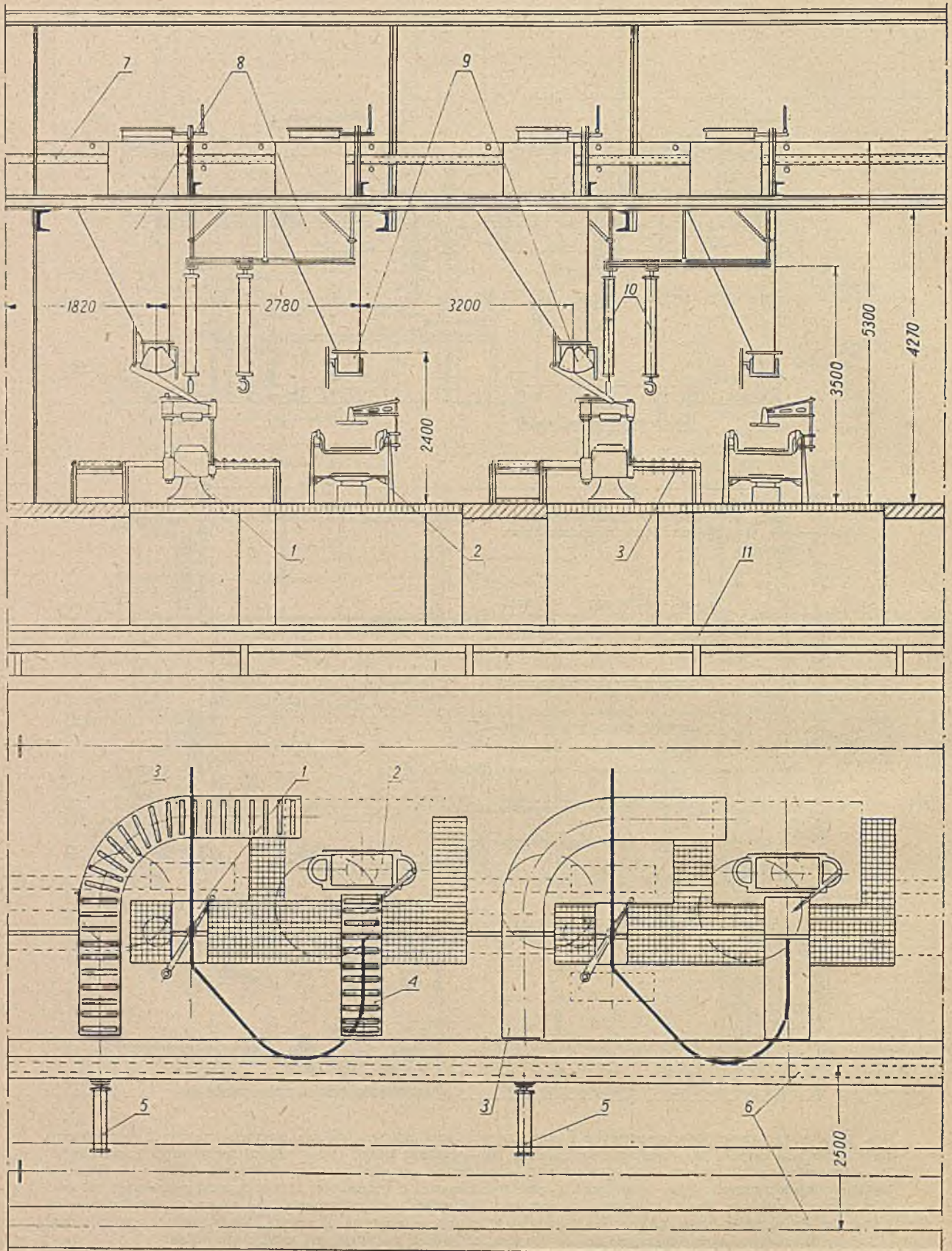






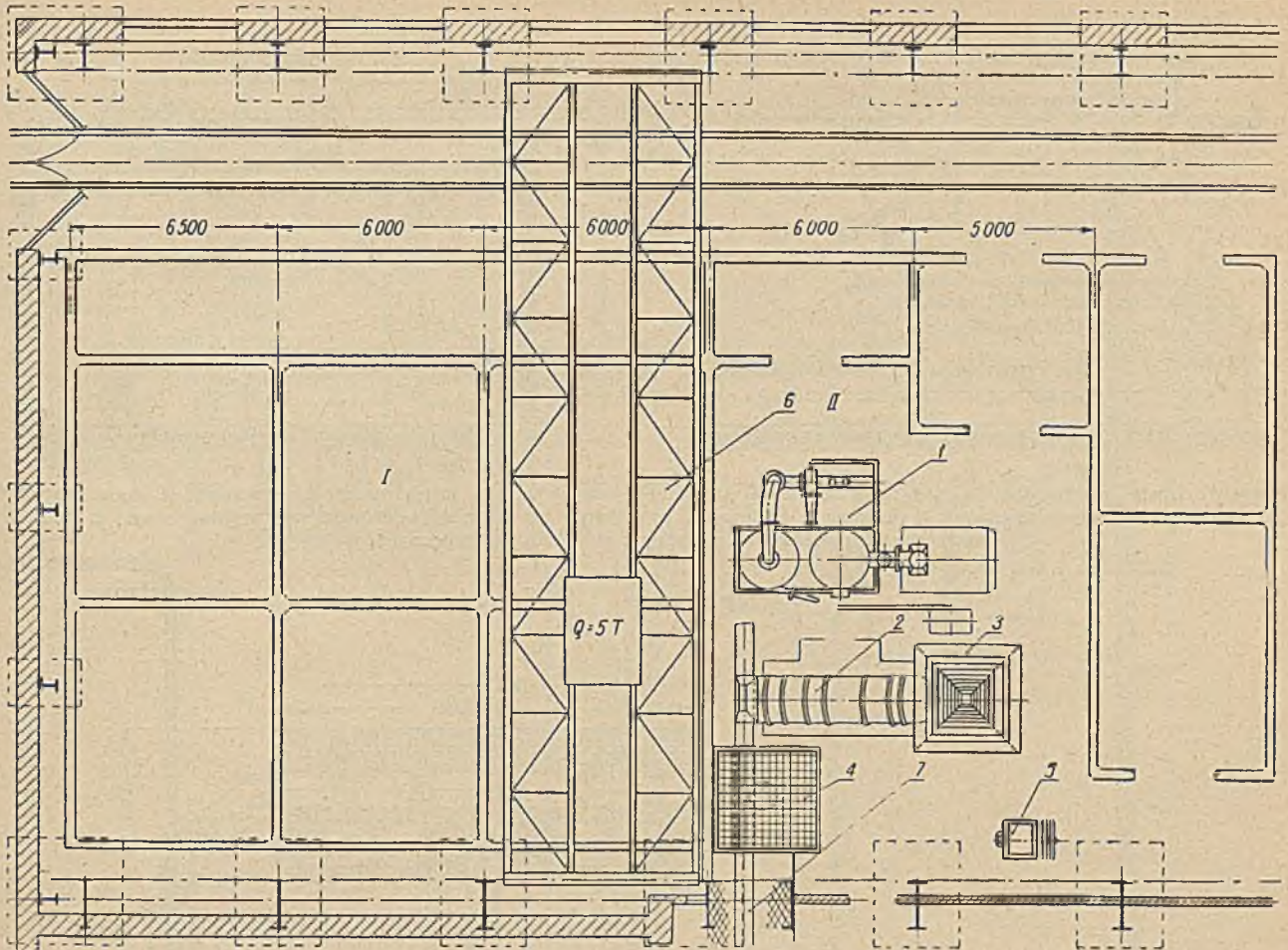
Rys. 22. Magazyn materiałów wsadowych i oddział wytopiania odlewni staliwa (martenowskiej): I — magazyn materiałów wsadowych, II — oddział wytopiania, III — oddział kadzi, IV — oddział formowania i zalewania, V — laboratorium pospieszne, VI — biuro, VII — magazyn materiałów ogniotrwałych, VIII — magazyn kształtek ogniotrwałych (tzw. syfonów), 1. piec martenowski o pojemności 15 ton, 2. młot powietrzny 250 kG, 3. miejsce do remontu kadzi, 4. miejsce do remonu sklepień, 5. gniotownik, 6. ekran z wentylatorem, 7. miejsce do suszenia kadzi, 8. doły do wlewków, 9. suwnica wsadowa z wanną, 10. suwnica odlewnicza, 11. suwnica z elektromagnesem do wanień, 12. wózek do żużla, 13. kadź rozlewnicza.



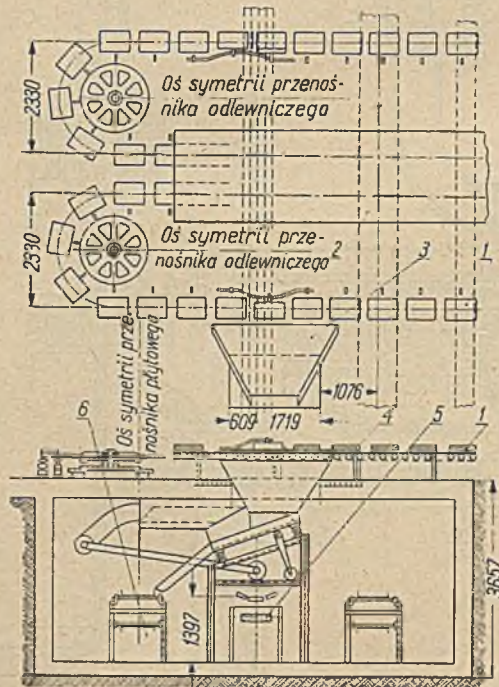


Rys. 23. Ustawienie maszyn formierskich marek БФ-3 i ЦКБ-311 przy przenośniku członowym odlewniczym: 1. maszyny formierskie marki БФ-3, 2. maszyny formierskie marki ЦКБ-311, 3. przenośniki rolkowe do skrzyń formierskich pustych, 4. przenośnik rolkowy do złożonych form, 5. spychacze pneumatyczne do skrzynek formierskich pustych, 6. przenośnik członowy odlewniczy, 7. przenośnik taśmowy do podawania masy formierskiej, 8. zbiorniki do masy formierskiej, 9. miarkowniki, 10. wciągniki pneumatyczne 0,5 ton, 11. przenośnik taśmowy do odprowadzania przesypanej masy formierskiej.

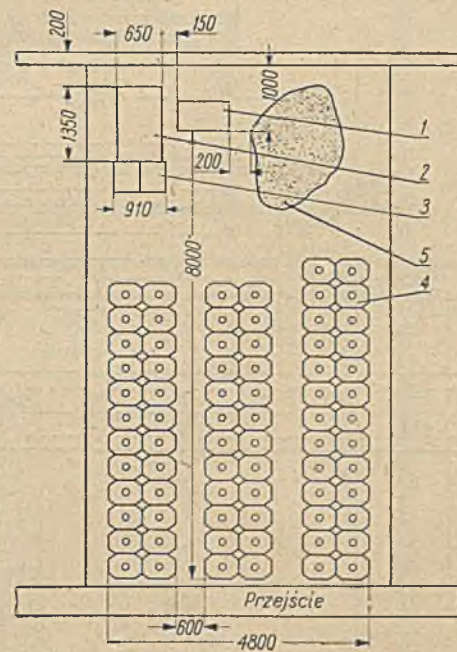




Rys. 24. Magazyn materiałów formierskich i suszarka piasku: I — magazyn materiałów formierskich, II — suszarka piasku, 1. młyn Reimonda (1 tona/godz), 2. bębnowa suszarka piasku (5 ton/godz), 3. zbiornik odbiorczy, 4. zbiornik odbiorczy, 5. młyn kulowy (75 kg/godz), 6. suwnica 5 t z chwytakiem, 7. przenośnik taśmowy.

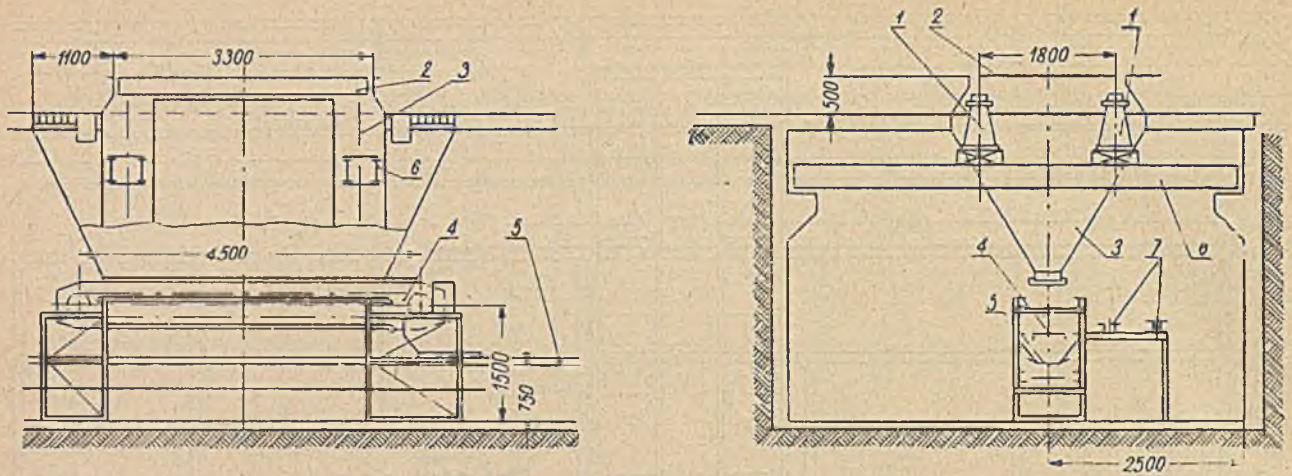


Rys. 25. Urządzenia do wybijania masy przy formowaniu bezskrzynkowym z zastosowaniem przenośnika członowego odlewniczego: 1. człony przenośnika, 2. okapturzenie przenośnika członowego chłodząco-wyciągowe, 3. pochylnia, 4. sito wstrząsane, 5. przenośnik taśmowy do odprowadzenia masy wybitej, 6. przenośnik płytowy do odprowadzenia odlewów.

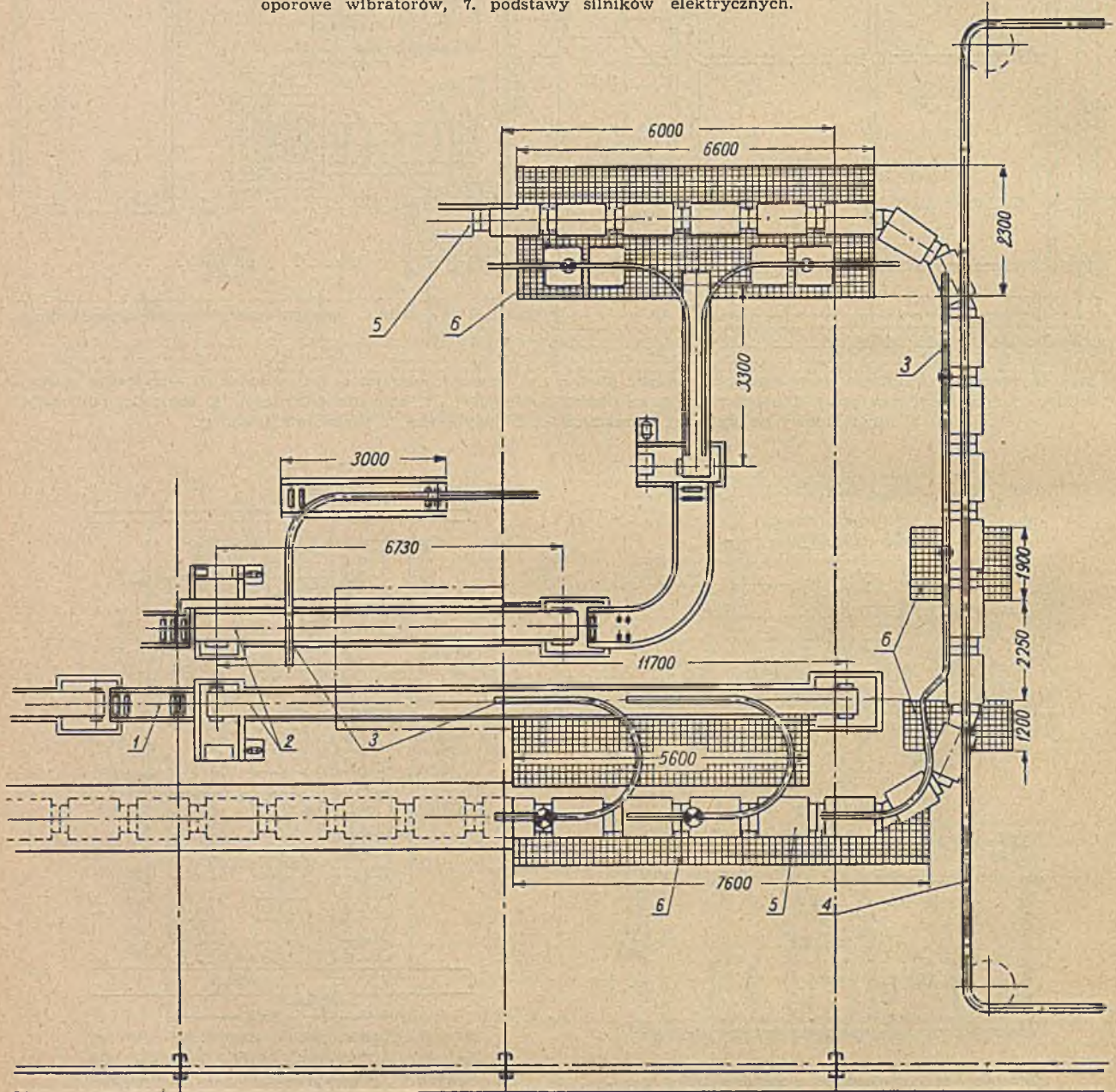


Rys. 26. Rozmieszczenie stanowiska roboczego do formowania bezskrzynkowego na maszynie formierskiej BΦ-2: 1. maszyna BΦ-2, 2. półka do rdzeni, 3. podkładki pod formę i ramki (zakłady), 4. gotowe formy, 5. masa formierska.





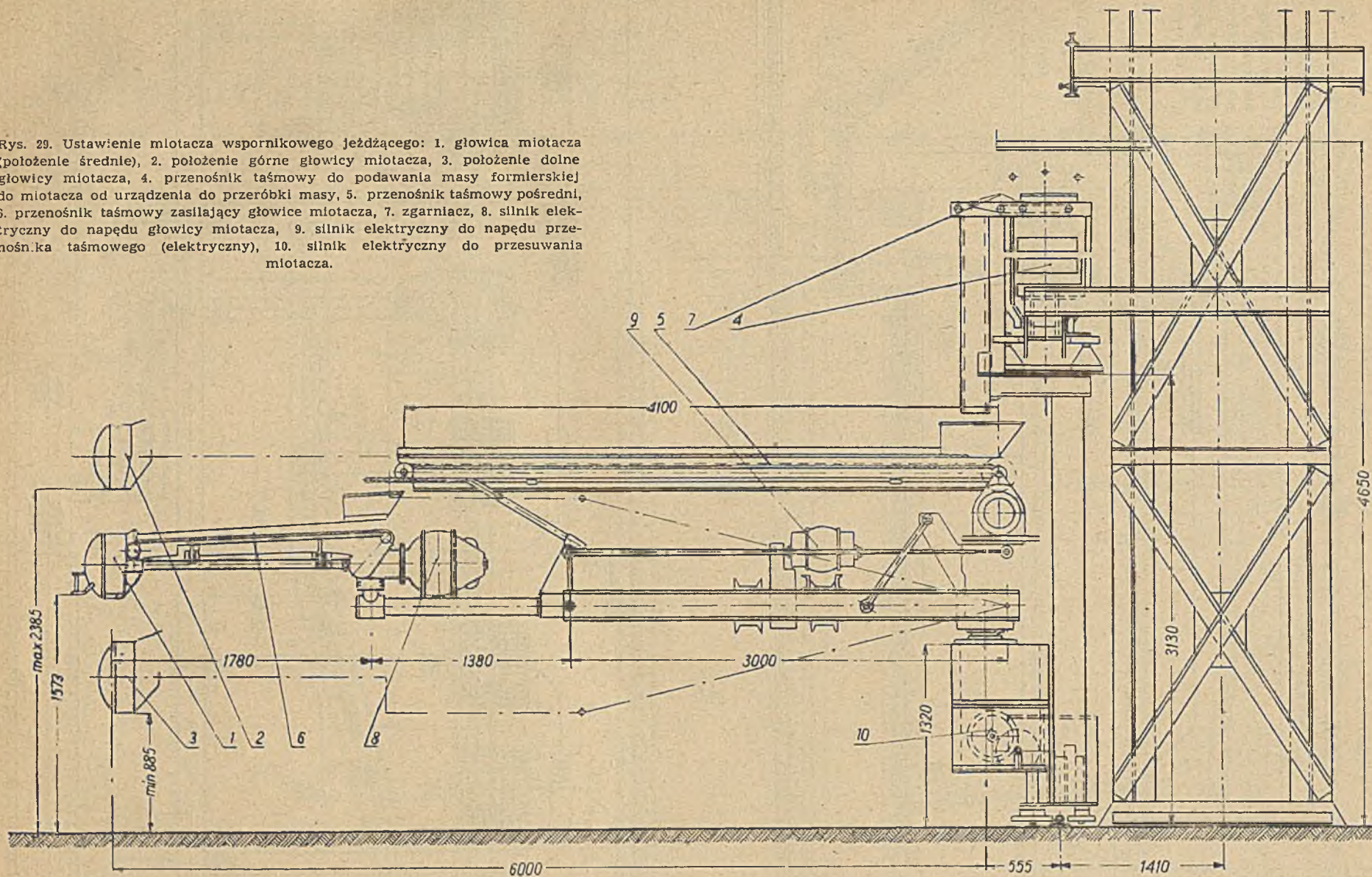
Rys. 27. Krata wstrząsana do wybijania masy formierskiej z dużych skrzyń formierskich: 1. wibratory, 2. rama kraty, 3. zbiornik do masy przepalanej, 4. przenośnik płytowy, 5. przenośnik taśmowy do odprowadzenia wybitej masy, 6. belki oporowe wibratorów, 7. podstawy silników elektrycznych.



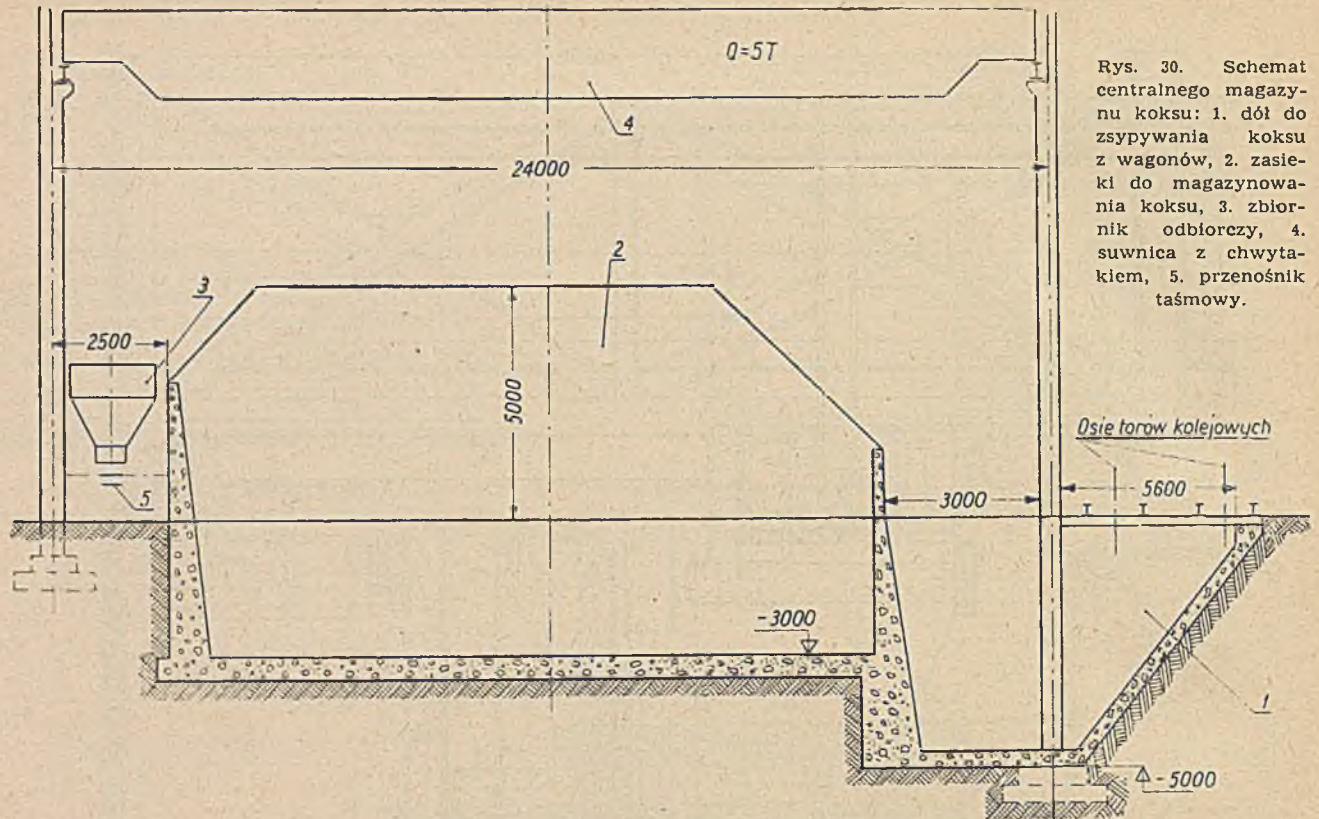
Rys. 28. Urządzenie do wybijania masy z formy głów cy cylindrowej silnika samochodu 1,5 tonowego: 1. przenośniki rolkowe, 2. przenośniki taśmowe, 3. kolejki podwieszane jednoszynowe, 4. przenośnik podwieszony okrężny dla odlewów, 5. czony przenośnika odlewniczego, 6. kraty do masy formierskiej.



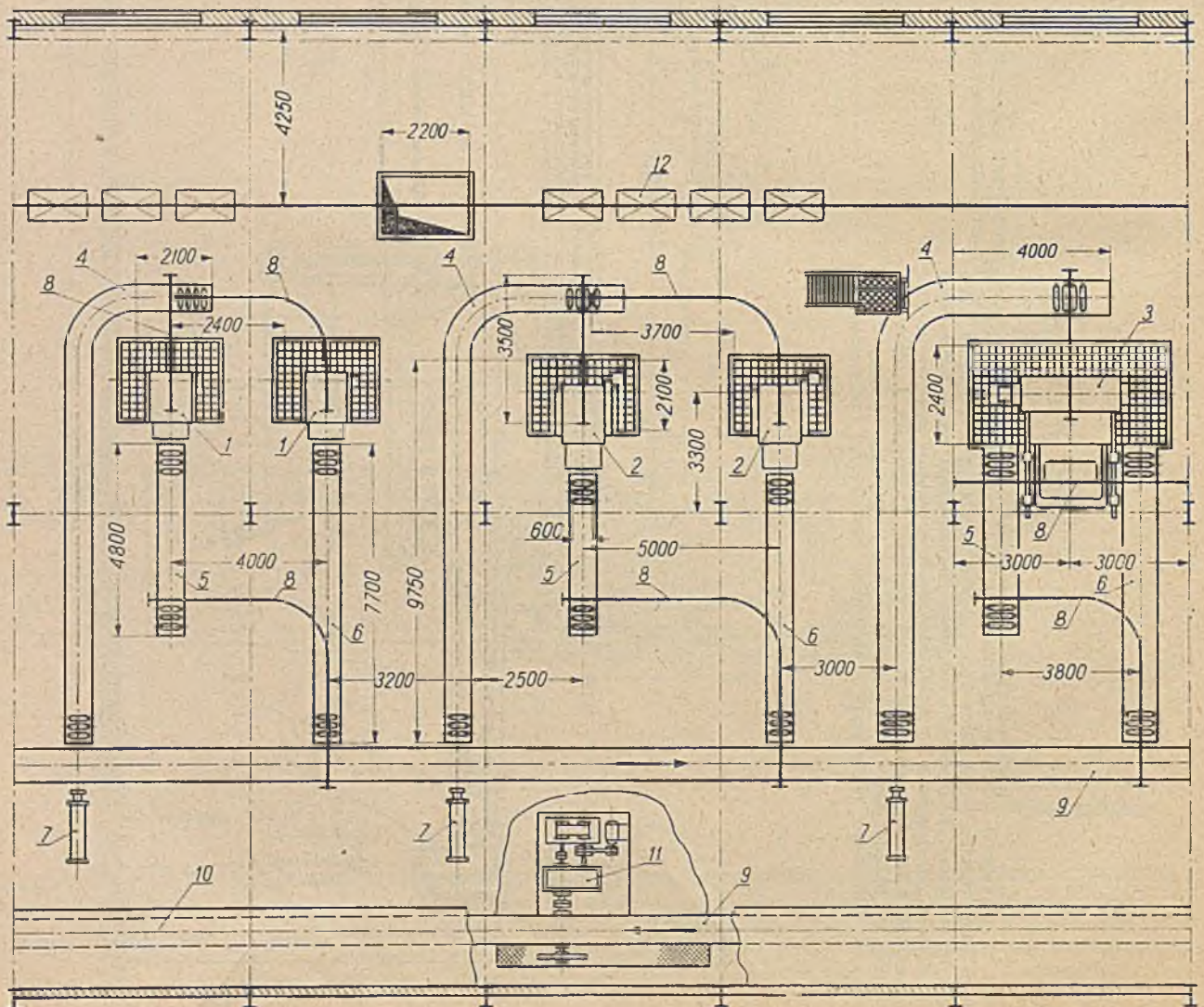
Rys. 29. Ustawienie młotacza wspornikowego jeżdżącego: 1. głowica młotacza (położenie średnie), 2. położenie górne głowicy młotacza, 3. położenie dolne głowicy młotacza, 4. przenośnik taśmowy do podawania masy formierskiej do młotacza od urządzenia do przeróbki masy, 5. przenośnik taśmowy pośredni, 6. przenośnik taśmowy zasilaający głowicę młotacza, 7. zgarniacz, 8. silnik elektryczny do napędu głowicy młotacza, 9. silnik elektryczny do napędu przenośnika taśmowego (elektryczny), 10. silnik elektryczny do przesuwania młotacza.







Rys. 30. Schemat centralnego magazynu koksu: 1. dół do zsypywania koksu z wagonów, 2. zasieki do magazynowania koksu, 3. zbiornik odbiorczy, 4. suwnica z chwytnikiem, 5. przenośnik taśmowy.

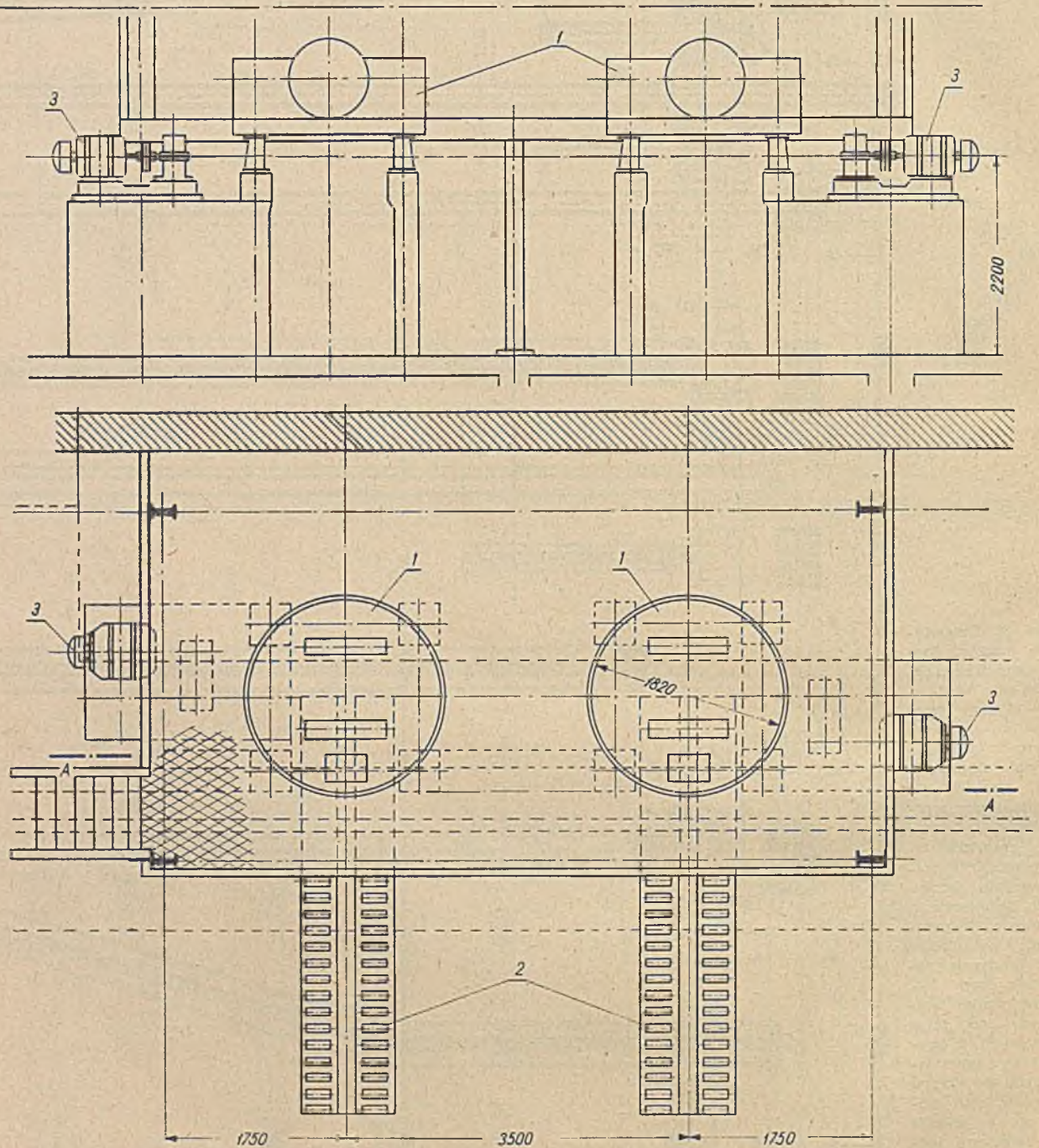






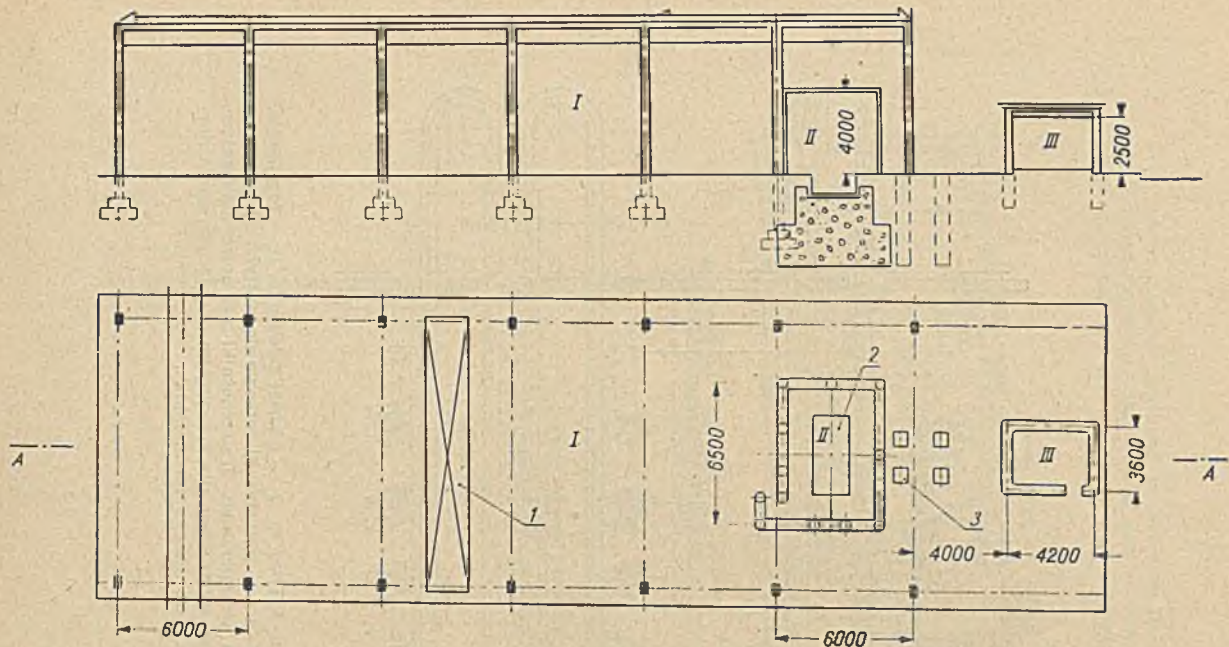


A-A



Rys. 33. Urządzenie z dwoma gniotownikami 3M-2a do przygotowania mas rdzeniowych i przymodelowych: 1. gniotowniki marki 3M-2a, 2. przenośniki rolkowe do przesuwania skrzyni z masą, 3. silniki elektryczne do napędu gniotowników.





Rys. 34. Oddział tłuczenia złomu o wydajności rocznej 4 000 ton: I — magazyn złomu, II — miejsce do tłuczenia złomu, III — pomieszczenie dla wciągarki, 1. suwnica z elektromagnesem, 2. szabota, 3. fundament pod wieżą kofaru.

Na rysunku 13 podano projekt odlewni staliwa o rocznej produkcji 25 000 ton. Odlewnia zajmuje dwa budynki. Właściwa odlewnia mieści się w budynku pięcynawowym o długości 156 m i szerokości 108 m. Oczyszczalnia jest to trójnawowy budynek o długości 96 m i szerokości 72 m. Wielkość powierzchni oddziałów podano w tablicy 51, a wyposażenie techniczne — w tablicy 52.

**Odlewnie metali nieżelaznych.** Rys. 14 przedstawia projekt odlewni metali nieżelaznych (I klasy) przeznaczonej do produkcji drobnych odlewów z brązu i mosiądzu. Roczna wydajność odlewni wynosi 400 ton. Odlewnię rozmieszczono w budynku dwunawowym o długości 36 m i szerokości 21 m (bez pomieszczeń socjalnych).

Na rys. 15 podano projekt odlewni metali nieżelaznych o wydajności rocznej 500 ton (II klasa). Długość budynku odlewni równa jest 42 m, szerokość 21 m.

Na rys. 16 przedstawiono projekt odlewni metali nieżelaznych dla produkcji drobnych odlewów z brązu i mosiądzu (III klasa). Wydajność roczna odlewni wynosi 800 ton. Odlewnia zajmuje budynek dwunawowy o długości 48 m i szerokości 27 m.

Projekt odlewni metali nieżelaznych o wydajności rocznej 1 200 ton (II klasa) umieszczonej w budynku dwunawowym o długości 66 m i szerokości 27 m przedstawia rys. 20.

Na rys. 21 podano projekt odlewni metali nieżelaznych o wydajności rocznej 1 600 ton dla produkcji odlewów z brązu i mosiądzu (II klasa). Budynek odlewni o długości 72 m i szerokości 42 m ma cztery nawy. Powierzchnię poszczególnych oddziałów odlewni podaje tablica 53, a wykaz wyposażenia technicznego tablica 54.

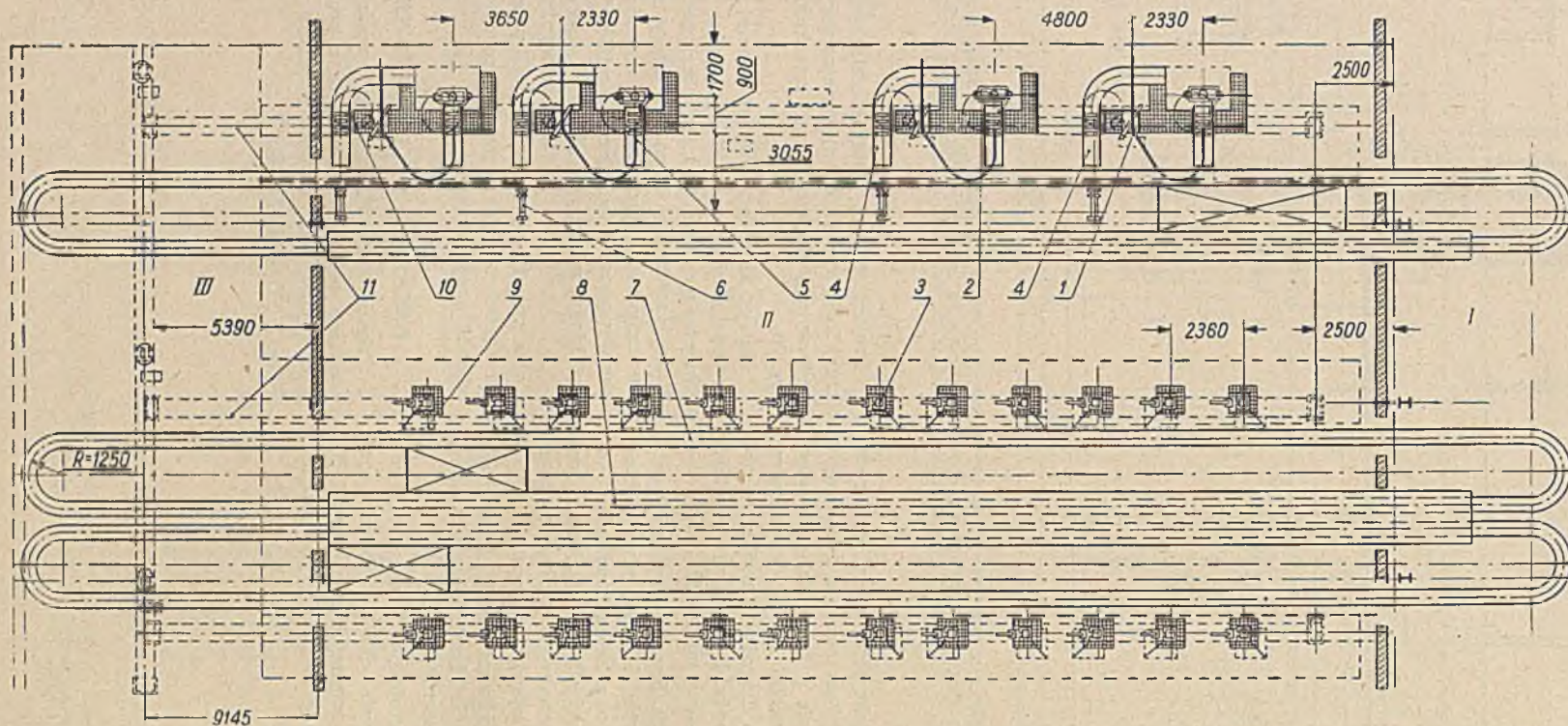
**Przykłady zalecanych układów ustawienia wyposażenia technicznego.**

Na rys. 17 do 19 i 22 do 43 przedstawiono zalecane rozwiązania węzłów technologicznych w różnych działach odlewni i magazynach.

#### WSKAŹNIKI TECHNICZNO-EKONOMICZNE

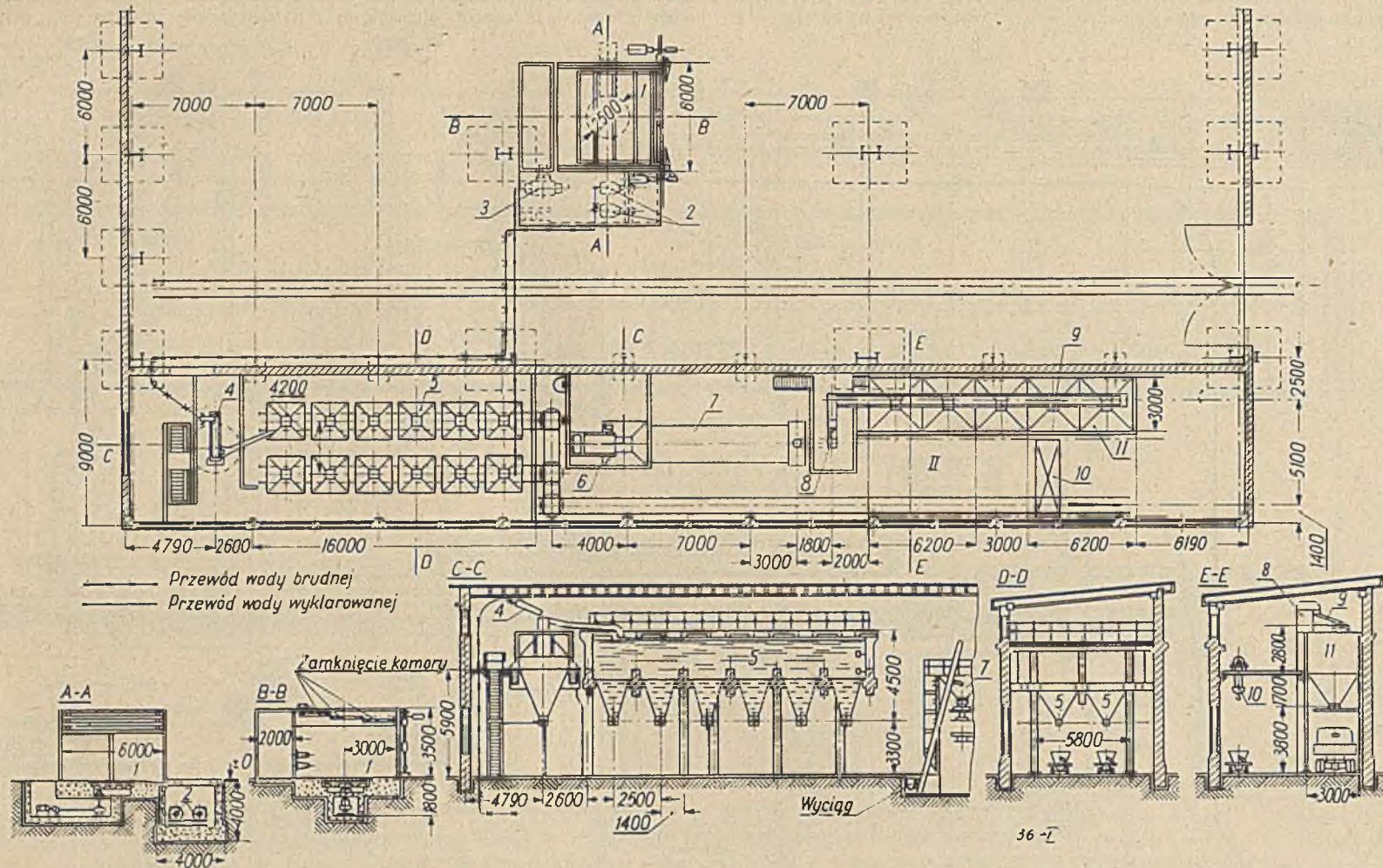
Tablice 55 do 58 zawierają wskaźniki techniczno-ekonomiczne odlewni zaczerpnięte z projektów i praktyki produkcyjnej fabryk budowy maszyn ciężkich i średnich, budowy obrabiarek i innych.





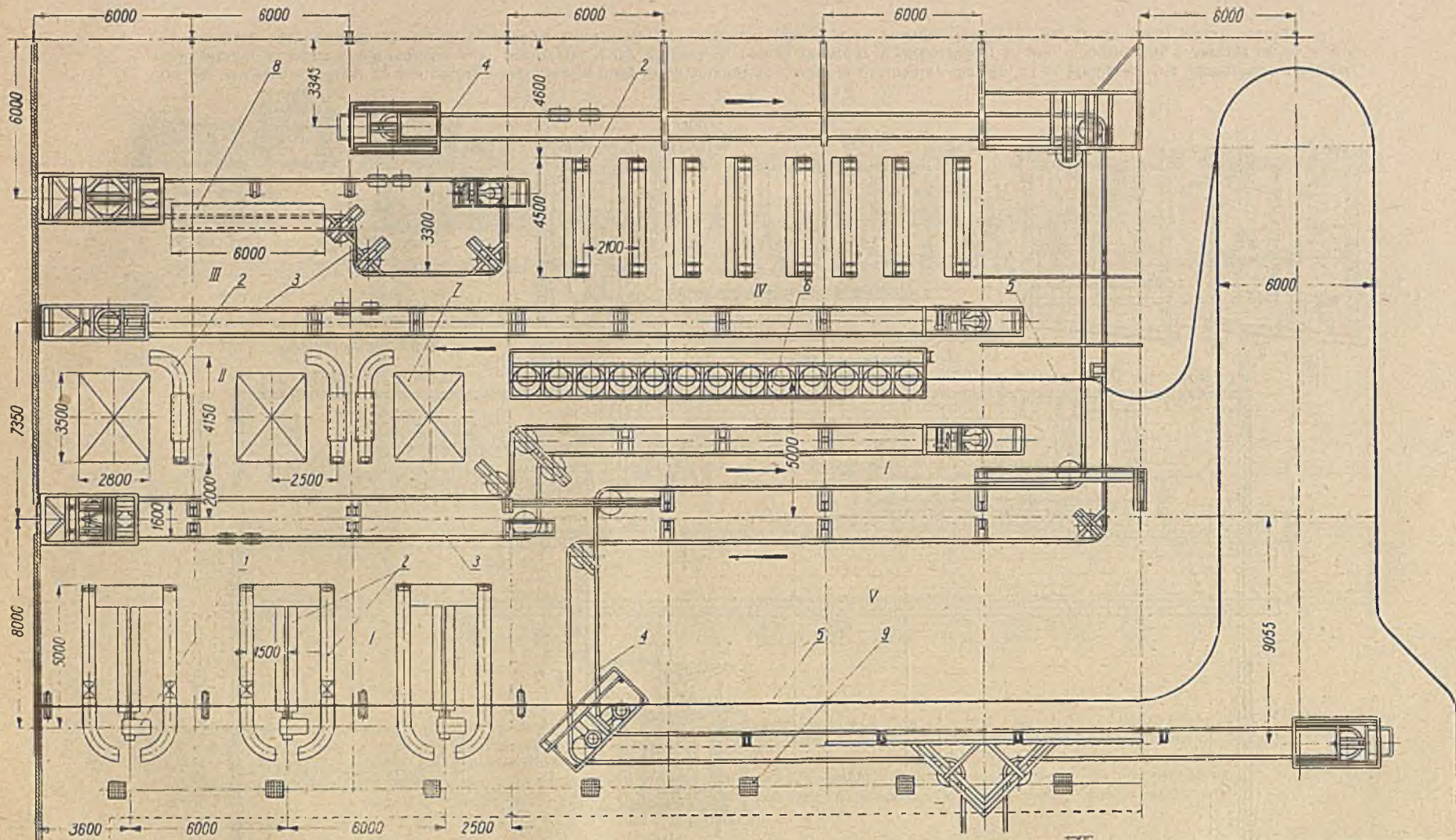
Rys. 35. Ustawienie przenośników członowych odlewniczych do maszyn formierskich marek БФ-2, БФ-4 і БФ-7: I — oddział zalewania, II — formiarnia, III — oddział wybijania, 1. maszyny formierskie БФ-4, 2. maszyny formierskie БФ-7, 3. maszyny БФ-2, 4. przenośniki rolkowe do pustych skrzyń formierskich, 5. przenośniki rolkowe do gotowych form, 6. spychacze pneumatyczne do pustych skrzyń formierskich, 7. przenośniki członowe odlewnicze, 8. okapturzenie przenośników członowych ochładzająco-wyciągowe, 9. zbiorniki (o przekroju kwadratowym) masy dla maszyny БФ-2, 10. okrągłe zbiorniki dla maszyn БФ-4, БФ-7, 11. przenośniki taśmowe do zbędnej masy spod maszyn formierskich.





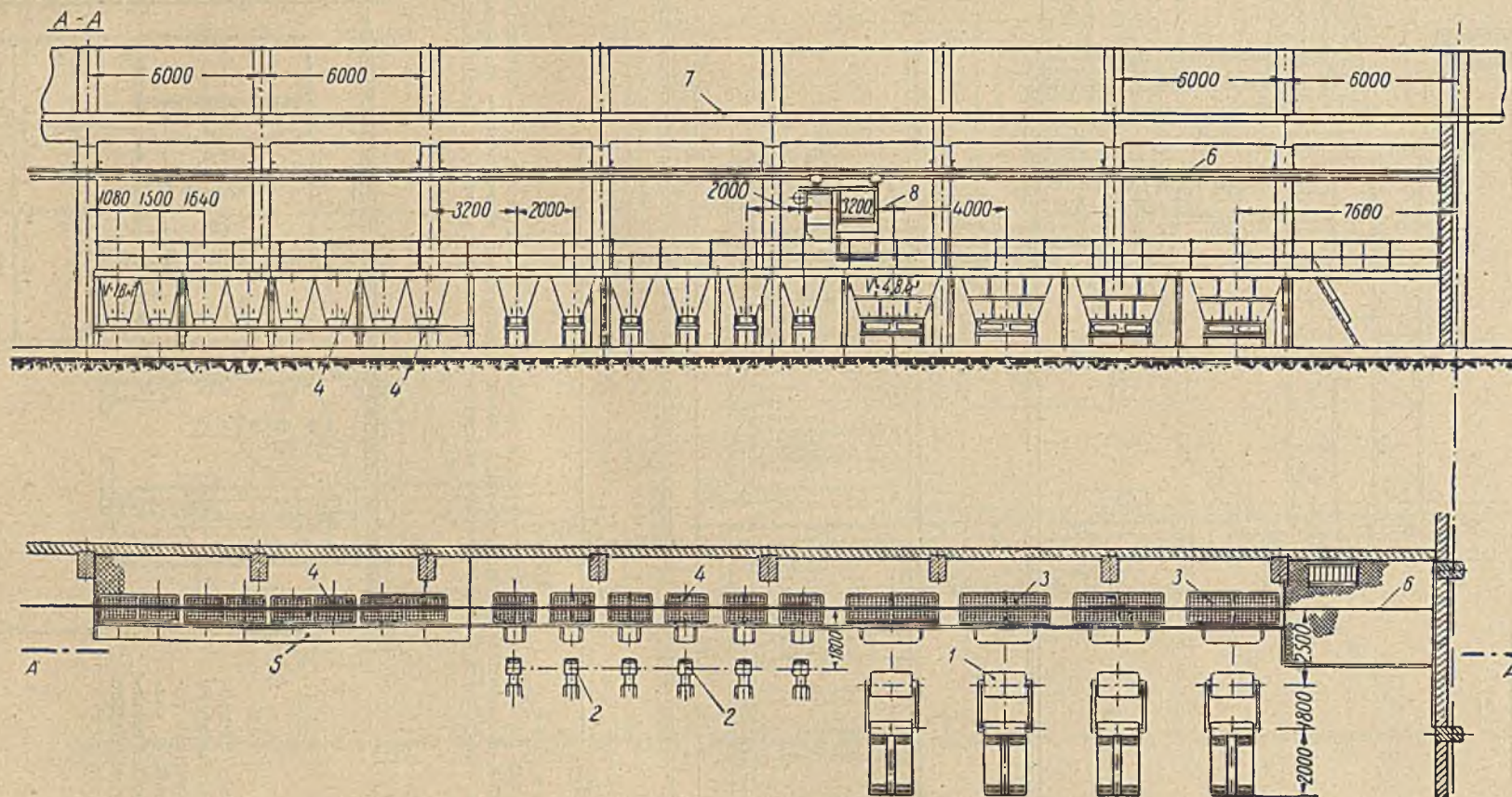
Rys. 36. Ustawienie komory hydraulicznej z regeneracją masy formierskiej: I — oddział obcinania odlewów, II — pomieszczenie odstoju i regeneracji piasku, 1. komora hydrauliczna, 2. pompy do wody brudnej, 3. pompa do wody wyklarowanej, 4. sito, 5. odstojniki, 6. wyciąg (skip), 7. suszarka bębnowa do piasku, 8. przenośnik kubełkowy, 9. przenośnik taśmowy, 10. suwnica jednobelkowa, 11. zbiorniki piasku suchego.





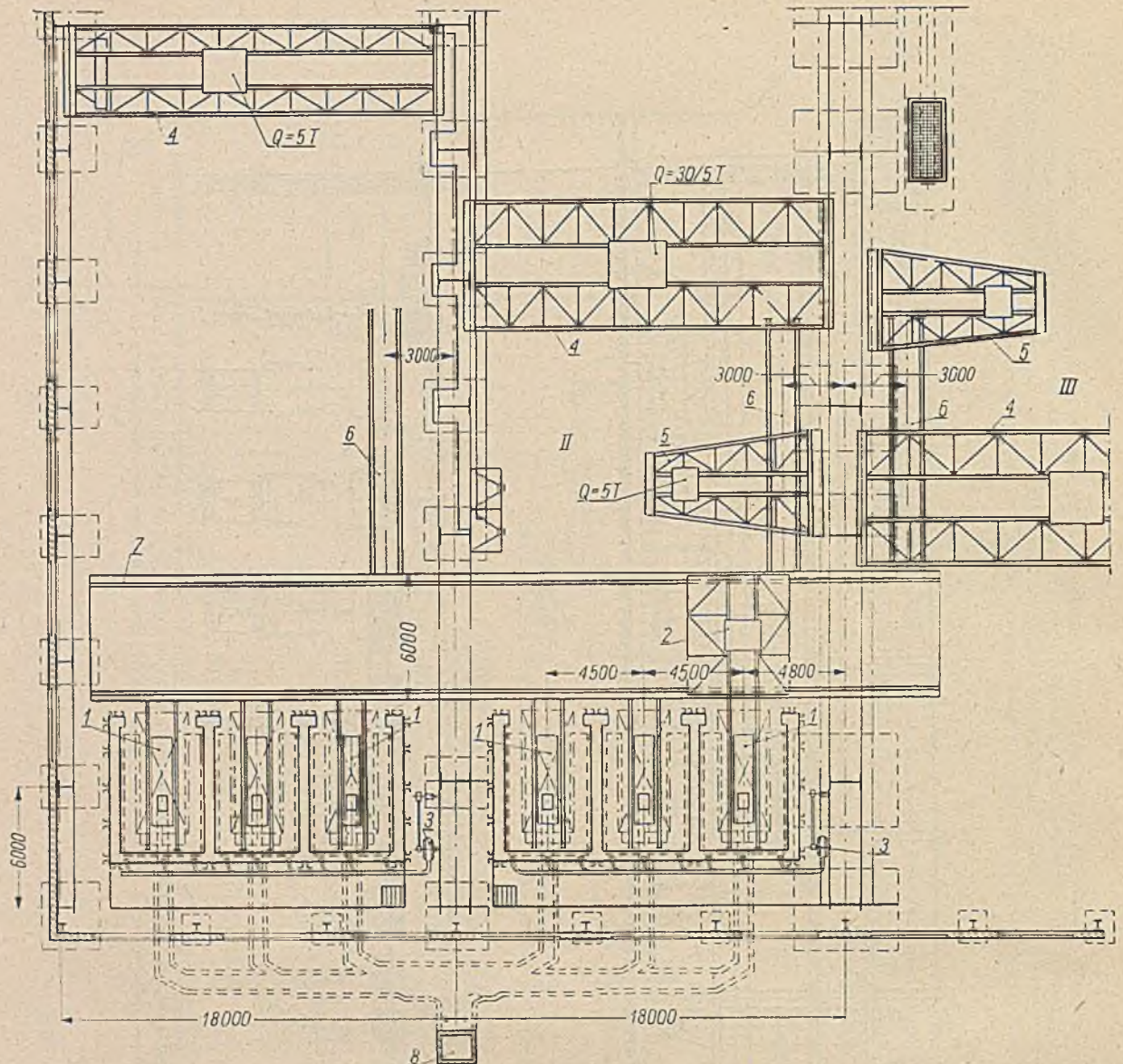
Rys. 37. Rdzeniarnia odlewni samochodowej: I formowanie rdzeni, II — suszenie rdzeni, III — wtórne suszenie rdzeni, IV — dopasowywanie i kompletowanie rdzeni, V — magazyn rdzeni dla przenośnika członowego odlewniczego, 1. dmucharki do rdzeni, 2. przenośniki rolkowe, 3. przenośniki kołyskowe do transportu rdzeni, 4. przenośniki podwieszane okrężne do transportu rdzeni, 5. kolejki jednoszynowe podwieszane do transportu masy rdzeniowej, 6. stanowiska robocze do ręcznego formowania rdzeni, 7. suszarnie pionowe (wieżowe) do rdzeni (o ruchu ciągłym), 8. suszarka pozioma do rdzeni, 9. kraty do przesypanej masy rdzeniowej i zabrakowanych rdzeni.





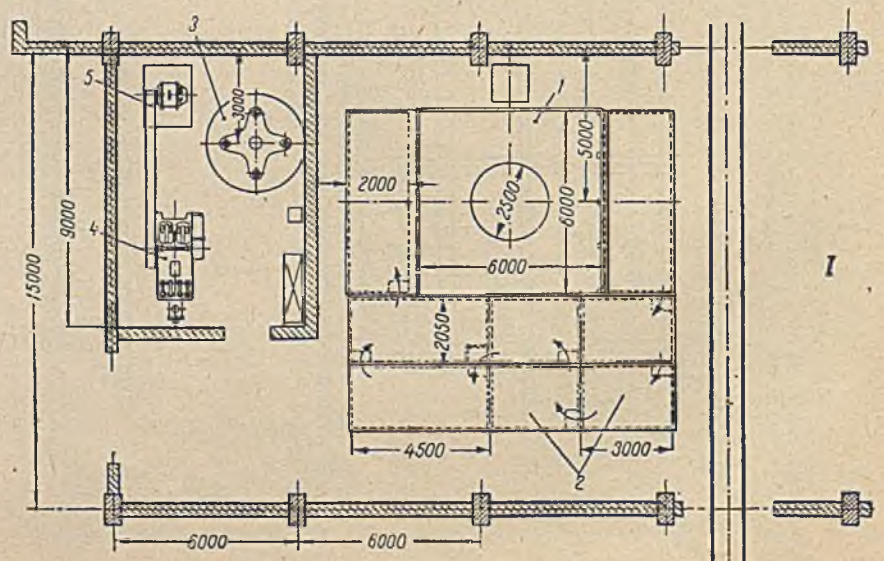
Rys. 38. Rozmieszczenie stanowisk roboczych do ręcznego i maszynowego formowania rdzeni: 1. maszyny formlerskie marki  $8\Phi - 20$ , 2. maszyny do formowania rdzeni C-4, 3. zbiorniki o pojemności  $4,8 \text{ m}^3$ , 4. zbiorniki o pojemności  $1,8 \text{ m}^3$ , 5. stoły do ręcznego formowania rdzeni, 6. kolejka jednoszynowa podwieszona, 7. jezdnia suwnicy elektrycznej 5 tonowej, 8. wózek elektryczny jednoszynowy podwieszony 2,5 tonowy.



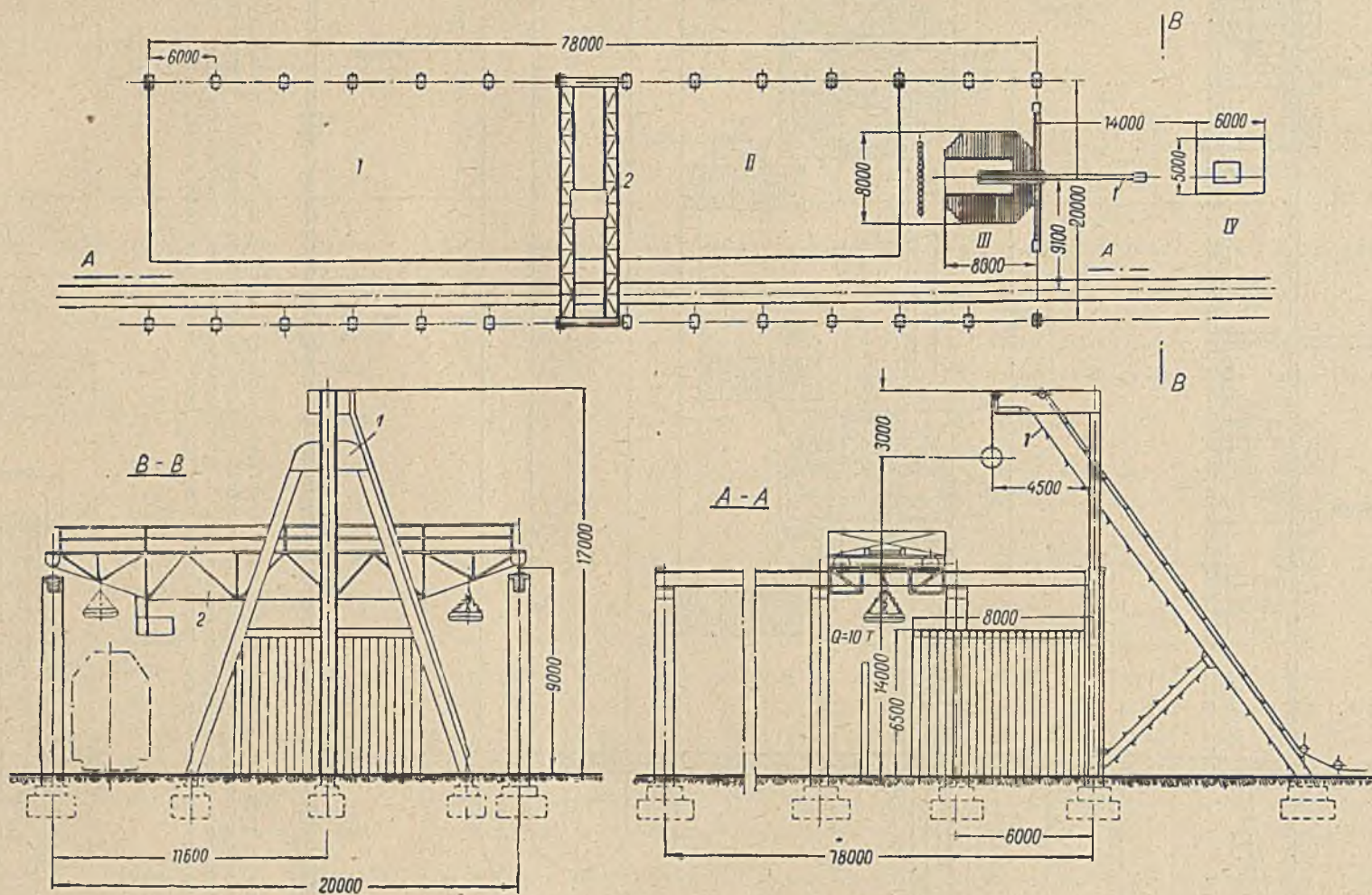


Rys. 39. Zestaw składający się z 6 suszarń komorowych z przesuwnicą: I — rdzeniarnia, II — formiarnia, III — oddział składania form i zalewania, 1. suszarnie do form i rdzeni, 2. wózek przesuwaną, 3. wentylatory dla suszarń, 4. suwnice, 5. suwnice wspornikowe, 6. tory dla wozów suszarnianych, 7. tor przesuwnic, 8. komin suszarń.

Rys. 40. Ustawienie komory hydraulicznej do czyszczenia odlewów z pompą o wysokim ciśnieniu: 1. nawa oczyszczalni, 2. odstożnik, 3. akumulator, 4. pompa o wysokim ciśnieniu, 5. silnik elektryczny do napędu pompy.

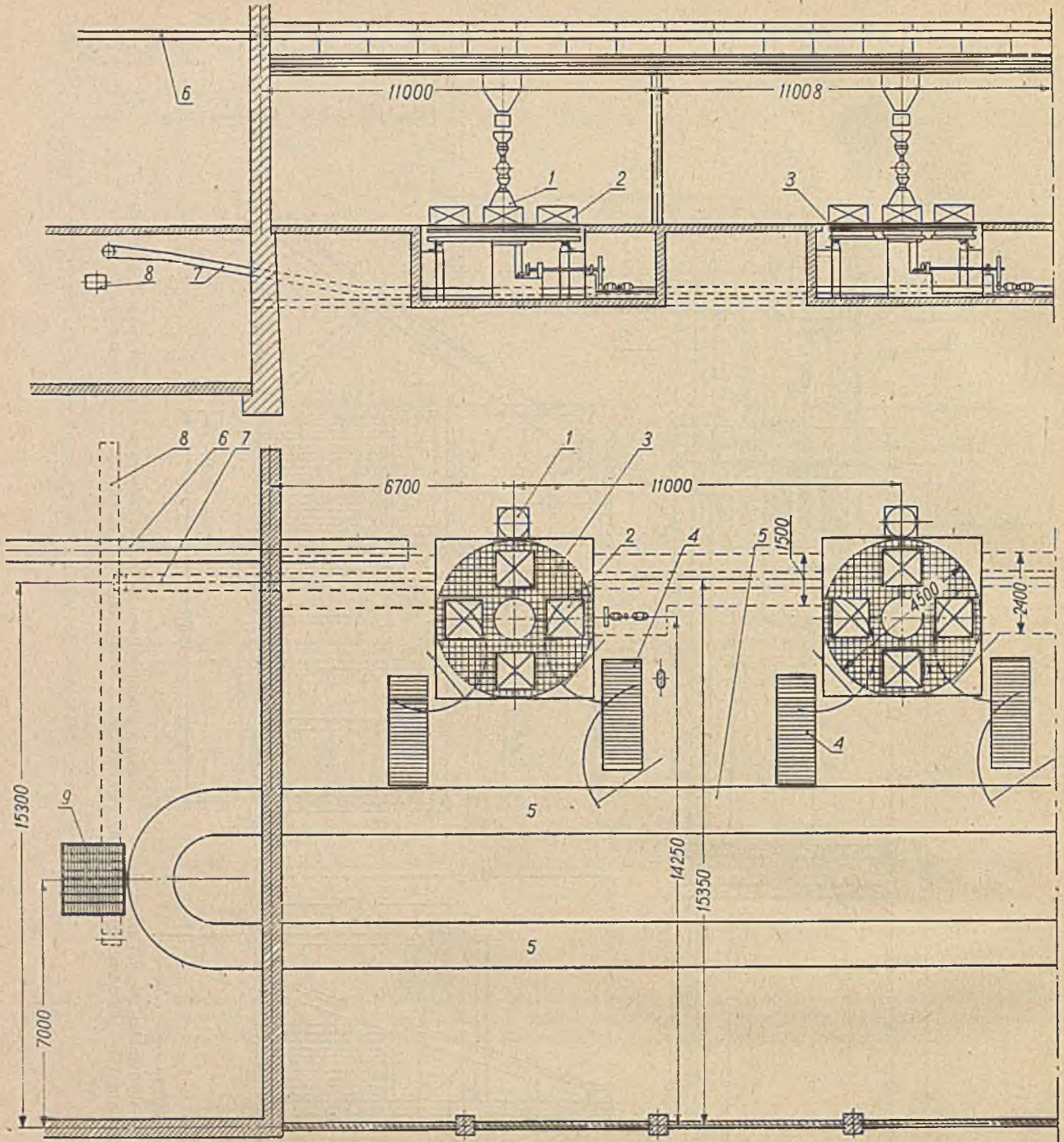




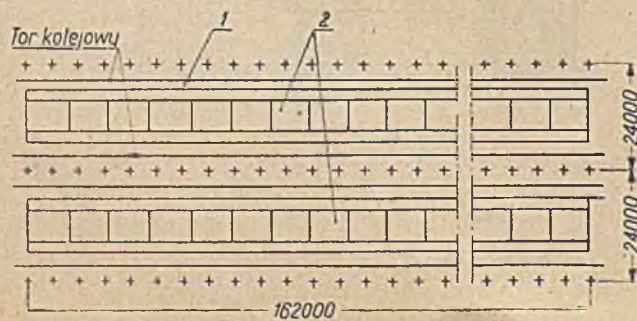


Rys. 41. Urządzenie kofaru o wydajności rocznej 15 000 ton: I — magazyn złomu żelaznego, II — magazyn złomu stalowego i stalowego, III — rozbijalnia, IV — pomieszczenie dla windy elektrycznej, 1. wieża kofaru, 2. suwnica z elektromagnesem.





Rys. 42. Ustawienie przy przenośniku członowym odlewniczym miotaczy stałych z karuzelą: 1. miotacz typu stałego, 2. maszyny formierskie przeciągowe, 3. karuzele, 4. przenośniki rolkowe do skrzyń formierskich, 5. przenośnik członowy odlewniczy, 6. przenośnik taśmowy do masy formierskiej, 7. przenośnik taśmowy do odprowadzenia masy formierskiej przesypanej, 8. przenośnik taśmowy do odprowadzenia masy przepalanej spod kraty potrząsalnej, 9. krata potrząsalna.



Rys. 43. Schemat centralnego magazynu surówki: 1. miejsce do wyładowywania surówki, 2. zasieki na surówkę.



Wskaźniki techniczno-ekonomiczne odlewni żeliwa szarego

Klasa odlewni	Grupa odlewni	Rodzaj produkcji	Produkcja roczna w tysiącach ton	Typ produkcji	Stopień mechanizacji	Procent formowania maszynowego	Procent formowania na świecie	Procent dobrego odlewu	Rozchód masy formierskiej w tonach na 1 tonę dobrego odlewu			Roczna wydajność 1 m <sup>2</sup> powierzchni w t			Roczna wydajność w t			Powierzchnie oddziałów (w % powierzchni formiernej)		Przeciętna pracochłonność robót ręcznych w roboczogodz/t		
									ogólny	w tej liczbie świeżej	w tej liczbie sztywnej	formieni	produkcyjnej	całej	na jednego formierza	na jednego robotnika produkcyjnego	na jednego robotnika	rdzeniarni	oczyszczalni	formowanie	wyróbrdzeni	oczyszczanie
I	1	Przyrządy pomiarowe, maszyny do liczenia, szycia	0,5÷2	seryjna	mały	50-60	100	55-65	6-8	0,8-1,0	2,5-3,5	1,6-2,2	1,0-1,4	70-80	28-30	18-22	15-25	25-40	30-40	10-15	8-10	
	2	i pisanie, armatura drobna,	powyżej 2 do 6	wielkoseryjna	średni	70-90	100	55-65	6-8	0,8-1,0	3,2-4,6	1,8-3,0	1,2-1,6	80-100	30-32	22-26	15-25	25-40	30-40	10-15	8-10	
	3	aparatura elektryczna i telekomunikacyjna	powyżej 6	wielkoseryjna i masowa	duży	100	100	55-65	6-8	0,8-1,0	6-10	3-4	1,8-2,2	90-120	36-40	28-32	15-25	25-40	-	-	-	
II	1	Samochody, traktory, małe sprężarki, silniki Diesla i pompy, małe obrabiarki, maszyny rolnicze, maszyny włókiennicze, małe maszyny elektryczne	0,8+3	seryjna	mały	60-70	80-90	60-67	4,5-6	0,7-1,0	2,8-3,6	1,8-2,4	1,2-1,6	80-100	35-40	24-28	40-80	60-80	25-35	10-15	8-10	
	2	Wagony	10÷15	wielkoseryjna	średni	100	100	65-70	3,5-4,5	0,6	8-10	3-4,5	1,8-2,7	100-120	60-80	35-40	10-15	20-30	-	-	-	
	2	Armatura	10÷12	"	"	100	100	55-62	5-6	1,0	6-8	1,5-2	1,0-1,2	70-80	40-50	28-32	30-40	30-40	-	-	-	
	2	Maszyny włókiennicze	10+15	"	"	100	80-90	60-65	5-6	0,6	6-8	1,5-2	1,0-1,2	90-100	45-55	30-35	10-15	20-30	-	-	-	
	3	Samochody 1,5 ton	150+160	masowa	duży	100	100	60-65	5-6	1,0	8-12	3,5-5	1,8-2,3	80-100	50-70	28-36	80-100	70-80	-	-	-	
	3	" 3 "	50+60	wielkoseryjna i masowa	"	100	100	63-67	4,8-5,5	1,0	10-14	4-5,5	2,0-2,8	90-120	60-80	30-40	70-90	70-80	-	-	-	
	3	Traktory	80÷100	jak wyżej	"	100	100	60-65	4,8-5,5	0,9	12-16	4-6	2-3,5	100-120	70-90	35-42	60-70	70-75	-	-	-	
III	3	Maszyny rolnicze	10÷25	wielkoseryjna	"	100	80-90	65-70	5-6	0,7	8-12	3-4,5	1,8-2,3	80-90	50-60	28-32	10-15	20-30	-	-	-	
	1	Silniki Diesla	3÷4	seryjna	mały	20-30	20-30	60-65	5-6	1,0	3-4,2	1,3-1,5	0,8-1,0	70-90	30-35	25-30	30-40	40-50	20-25	10-13	8-10	
	2	Lokomobile	8÷10	średnioseryjna	średni	30-40	40-50	62-67	5,5-6	0,9	3,5-5	1,3-1,7	1,0-1,2	70-90	30-40	25-30	20-30	40-50	15-18	7-8	7-9	
	3	Parowozy	15+20	jak wyżej	"	40-50	50-60	62-67	5,5-6	0,9	4,5-5,2	1,2-1,7	1,0-1,2	70-90	35-45	25-30	20-30	40-50	10-12	6-8	5-6	
	3	Obrabiarki średnie	20÷30	seryjna	"	80-90	40-50	65-67	4,5-5	0,8	6-8	2,4-2,8	1,8-2	100-120	70-80	35-40	60-70	40-50	20-15	10-12	8-10	
IV	1	Suwnice	3÷4	jednostkowa	mały	12-18	60-80	65-67	5-5,5	0,7	3,5-5	1,4-1,6	1,0-1,2	90-100	30-40	25-35	20-30	30-40	10-14	5-7	5-6	
	3	Urządzenia dla przemysłu chemicznego	15÷20	"	średni	10-15	8-12	62-67	5,5-6	1,0	3,5-5	1,4-1,6	1,0-1,2	80-90	40-50	25-35	50-60	40-50	15-20	7-8	7-8	
VI	2	Obrabiarki ciężkie	10+12	"	"	10-15	8-12	65-67	4-4,5	0,8	3,5-5	1,8-2,4	1,4-1,6	80-90	40-50	25-35	50-60	40-50	15-20	7-8	7-8	
	3	Młoty i prasy ciężkie	18+24	drobnoseryjna	"	5-10	20-30	65-67	4-4,5	0,6	3,5-4	1,5-1,8	0,7-0,9	90-100	40-50	25-40	10-30	30-40	15-20	5-7	5-7	
	3	Maszyny hutnicze	15+20	jednostkowa	"	5-10	15-20	65-67	4-4,5	0,6	4-4,5	1,5-1,8	0,7-0,9	90-100	40-50	25-40	20-30	30-40	14-18	4-7	5-7	



Wskaźniki techniczno-ekonomiczne odlewni staliwa

Klasa odlewni	Grupa odlewni	Rodzaj produkcji	Produkcja roczna w tysiącach ton	Typ produkcji	Stopień mechanizacji	Procent formowania maszynowego	Procent formowania na mokro	Procent dobrego odlewu	Rozchód masy formierskiej na 1 t dobrego odlewu w t			Roczna wydajność 1 m <sup>2</sup> powierzchni w t			Roczna produkcja w t			Powierzchnia oddziałów (w % powierzchni formiarni)		Przeciętna pracochłonność robót ręcznych w roboczogodz/t		
									ogólny	w tej liczbie świeżej	formiarni	produkcyjnej	całej	na jednego formiarni	na jednego robotnika produkcyjnego	na jednego robotnika	rdzeniarni	oczyszczalni	formowanie	wyrób rdzeni	oczyszczanie	
I	1	Różne lekkie odlewy	0,5 ÷ 2,0	seryjna	mały	70-80	100	55-60	6-8	0,8-1,0	2-2,6	1,0-1,2	0,7-0,9	60-70	28-32	16-20	30-40	100-120	30-40	10-15	10-15	
	2		powyżej 2,0 do 6,0	wielkoseryjna	średni	80-90	100	55-60	6-8	0,8-1,0	2,7-3,6	1,4-1,6	0,8-1,2	70-80	30-36	18-24	30-40	100-120	30-40	10-15	10-15	
	3		powyżej 6,0	wielkoseryjna i masowa	duży	100	100	50-60	6-8	0,8-1,0	6-8	2,5-3,0	1,2-1,4	80-90	32-40	24-26	30-40	100-120	-	-	-	
II	1	Różne lekkie i średnio-ciężkie odlewy	0,8 ÷ 3,0	seryjna	mały	70-80	80-90	55-63	4,5-6	0,8-1,2	2,2-3,0	1,2-1,6	0,8-1,2	60-70	28-32	20-22	40-60	100-120	30-40	10-12	10-15	
	2		powyżej 3,0 do 9,0	wielkoseryjna	średni	80-90	80-90	55-63	4,5-6	0,8-1,2	2,6-3,4	1,5-1,8	1,2-1,4	80-90	36-40	26-28	40-60	100-120	30-40	10-15	10-15	
	3		powyżej	wielkoseryjna i masowa	duży	100	100	55-63	4,5-6	0,8-1,2	6-8	3-4	1,6-1,8	100-120	40-50	30-34	40-60	100-120	-	-	-	
III	3	Traktory	25 ÷ 40	seryjna i masowa	„	100	100	52-62	5-5,5	1,0	7-9	3,3-4,2	1,4-1,8	100-120	60-70	30-40	30-40	100-120	-	-	-	
	3	Wagony: duże odlewy drobne odlewy	100 ÷ 150 25 ÷ 40	masowa	„	100	100	55-65 55-62	4,5-5,5 5,5-6	1,2 1,2	8-10 15-20	3,4-4,6 2,8-4,2	1,4-2,5 1,4-1,8	120-150 100-130	70-90 60-80	40-50 35-45	50-60 50-60	100-120 100-120	-	-	-	
	3	Parowozy	40 ÷ 60	seryjna	średni	20-30	40-50	55-60	5-6	1,2	5-6	1,2-1,4	0,8-1,0	60-80	40-50	25-30	40-50	100-120	8-10	5-6	7-9	
V	3	Turbiny	15 ÷ 20	drobnoseryjna	średni	5-10	20-30	42-55	6-6,5	1,8	2-2,5	0,7-0,8	0,5-0,6	40-60	25-30	15-20	50-70	100-120	35-40	15-20	15-20	
	2	Maszyny i wyposażenie kuzni i prasowni	5 ÷ 8	jednostkowa	mały	5-10	8-10	55-60	4-5	1,0	3,5-4,5	1,2-1,5	0,8-0,9	60-80	40-50	25-30	40-50	100-120	15-20	5-8	8-10	
	3	Maszyny hutnicze	20 ÷ 25	„	średni	5-10	8-10	55-60	4-5	1,0	3-3,5	1,2-1,4	0,8-0,9	50-70	30-40	20-30	40-50	100-120	15-20	5-8	8-10	



Wskaźniki techniczno-ekonomiczne odlewni żeliwa ciągłego

Tablica 57

Klasa odlewni	Grupa odlewni	Rodzaj produkcji	Roczna produkcja w tysiącach ton	Typ produkcji	Stopień mechanizacji	Procent formowania maszynowego	Procent formowania na mokro	Ilość dobrego odlewu	Rozchód masy formierskiej na 1 tonę dobrego odlewu w 1		Roczna wydajność 1 m <sup>2</sup> powierzchni w 1			Roczna produkcja w 1			Powierzchnie oddziałów (w % powierzchni formierni)		Przeciętna pracochłonność robót ręcznych w roboczogodz/t		
									ogólny	w tej liczbie świeżej	formierni	produkcyjnej	całej	na jednego formierza	na jednego robotnika prod.	na jednego robotnika	rdzeniarni	oczyszczalni	formowanie	wyrob rdzeni	oczyszczanie
I	1	Części małych aparatów, części hamulców	0,5÷2 powyżej 2 do 6	seryjny wielkoseryjny	mały średni	70—80 80—90	100 100	48—52 48—52	6—8 6—8	0,6—0,8 0,6—0,8	2,0—2,8 2,8—3,6	1,0—1,4 1,4—1,8	0,8—1,0 1,0—1,2	50—60 70—90	27—36 34—40	18—20 24—28	30—40 30—40	70—120 80—120	30—40 30—40	10—15 10—15	8—10 8—10
	2	Samochody, traktory, maszyny rolnicze i włókiennicze	0,8÷3 powyżej 3 do 9,0	wielkoseryjny i masowy	mały średni	80—90 90—100	100 100	48—52 48—52	5—7 5—7	0,6—0,8 0,6—0,8	2,2—3,0 3,0—3,8	1,2—1,6 1,6—2,0	0,8—1,2 1,2—1,4	70—90 80—100	34—38 32—40	24—28 26—32	30—50 30—50	80—120 80—120	30—40 —	10—15 —	8—10 —
3																					
II	3	15÷25	wielkoseryjny i masowy	„	100	100	40—50	6—6,5	0,7	8—10	1,8—2,5	1,2—1,8	60—80	32—36	25—30	30—50	100	—	—	—	
																					3

Wskaźniki techniczno-ekonomiczne odlewni metali niezależnych (brąz i mosiądz)

Tablica 58

Klasa odlewni	Grupa odlewni	Rodzaj produkcji	Roczna produkcja w tysiącach ton	Typ produkcji	Stopień mechanizacji	Procent formowania maszynowego	Procent formowania na świeżo	Procent dobrego odlewu	Rozchód masy formierskiej w tonach (na 1 tonę) dobrego odlewu		Wydajność 1 m <sup>2</sup> powierzchni w tonach na rok			Roczna produkcja w tonach			Powierzchnie oddziałów (w % powierzchni formierni)		Przeciętna pracochłonność robót ręcznych w roboczogodz/t		
									ogólny	w tej liczbie świeżej	formiarni	produkcyjnej	całej	na jednego formierza	na jednego robotnika produkcyjnego	na jednego robotnika	rdzeniarni	oczyszczalni	formowanie	wyrob rdzeni	oczyszczanie
I	1	Przyrządy pomiarowe, maszyny do pisania, przyrządy lotnicze, armatura, części przyrządów	0,4 powyżej 0,4 do 2	wielkoseryjna „	mały mały i średni	45—50 70—80	100 100	50—60 50—60	6—8 6—8	0,7—0,9 0,7—0,9	1,8—2,6 2,0—2,4	0,7—0,8 0,8—1,0	0,5—0,6 0,6—0,7	40—60 50—70	20—25 25—28	14—18 16—20	15—20 15—20	40—50 40—50	40—50 30—40	12—18 12—18	8—10 8—10
II	2	Części do parowozów, części wagonowe i części zamienne (zapasowe)	1,5—3,5	wielkoseryjna	średni, duży	70—80	60—80	60—65	4,5—6	0,7—0,9	4—6	1,6—2,0	1,2—1,4	80—100	30—40	25—27	20—30	50—60	30—40	12—18	8—10



## Rozdział II

# PROJEKTOWANIE WYDZIAŁÓW OBRÓBKI PLASTYCZNEJ METALI

## PROJEKTOWANIE KUŹNI

### KLASYFIKACJA WYDZIAŁÓW KUŹNICZYCH I DANE WYJŚCIOWE DO ICH PROJEKTOWANIA

Klasyfikacja wydziałów kuźniczych (tablica 1) ułożona została na podstawie następujących cech:

- przeważający w rozpatrywanym wydziale proces technologiczny otrzymywania gotowych odkuwek, na przykład: kucie swobodne pod młotami i tłoczniami, kucie w matrycach pod młotami, na kuźniarkach poziomych, automatach, półautomatach, walcowanie na walcach kuźniczych itp;
- rodzaj produkcji wydziału, która w zależności od założonego programu może być jednostkowa, małoseryjna, seryjna, wielkoseryjna i wreszcie masowa;
- maksymalny ciężar odkuwki kształtowej w wydziałach pracujących metodą swobodnego kucia albo maksymalny ciężar odkuwki matrycowej w wydziałach, w których typową jest produkcja z matryc; cecha ta w znacznym stopniu wpływa na wybór maksymalnej mocy projektowanego parku maszynowego;
- orientacyjna wielkość rocznej produkcji wydziału, charakteryzująca jego wydajność.

Na podstawie pierwszych dwóch cech (a i b) określa się klasę i dokładną nazwę wydziału.

*I i II klasa* — wydziały kuźnicze (produkcja jednostkowa i małoseryjna, rzadziej seryjna), w których dominującym procesem technologicznym jest kucie swobodne na młotach i w mniejszym stopniu na tłoczniach stosunkowo niewielkiej mocy (800 ÷ 1500 T). W wydziałach takich kucie w matrycach albo wcale nie stosuje się, albo tylko w niewielkim zakresie.

*III klasa* — wydziały kuźniczo tłoczeniowe (produkcja jednostkowa i małoseryjna), w których dominuje proces technologiczny swobodnego kucia na tłoczniach różnej mocy.

*IV klasa* — wydziały kuźnicze, matrycowe (produkcja wielkoseryjna, w stosunku do niektórych części — masowa). Podstawowym procesem technologicznym jest kucie w matrycach.

*V klasa* — wydziały kuźnicze matrycowe o wąskiej specjalności (np. wyrób śrub, nitów i innych wyrobów metalowych, sprężyn, zaworów silników spalinowych, kos itp.) i produkcji wielkoseryjnej oraz masowej. Przeważający proces technologiczny — kucie w matrycach, walcowanie na walcach kuźniczych, wyginanie i inne.

Stosownie do maksymalnego ciężaru wyrobów i orientacyjnej wielkości produkcji rocznej, wszystkie wydziały kuźnicze podlegają dalszemu podziałowi na grupy wewnątrz każdej klasy.

Wydziały odpowiadające każdej grupie posiadają swe specjalne właściwości, na przykład charakterystykę parku maszynowego, procesu technologicznego i transportowo-podnośnego, typ budynku, podobne lub bliskie wskaźniki techniczno-ekonomiczne [13].

**Założenia do projektu.** W skład założeń do projektu wchodzi:

- program rocznej produkcji,
- zmianowość pracy wydziału (jeżeli to powinno być ustalone w czasie projektowania w związku z wyliczeniem obciążenia maszyn) i fundusz czasu maszyn oraz obsługi,
- rodzaj paliwa,
- źródło energii dla młotów i tłocznii.

### PROGRAM PRODUKCJI WYDZIAŁU

**Projektowanie wstępne.** Roczny program produkcji wydziałów I i II klasy, przy projektowaniu wstępnym, powinien zawierać następujące dane:

- ilość odkuwek zasadniczego programu zakładu w tonach,
- ilość odkuwek matrycowych w tonach albo sztukach zasadniczego programu zakładu,
- ilość odkuwek na potrzeby własne zakładu (wydziałów: remontowego, narzędziowego i budownictwa ogólnego) w tonach,
- ilość odkuwek dla innych zakładów w tonach,
- ilość odkuwek matrycowych dla innych zakładów w tonach albo sztukach.

Jako uzupełnienie należy podać ilość produkcji ze stali stopowej jak również przechodzącej wstępną obróbkę cieplną, to jest wyżarzenie czy normalizację.

Dla dokonania wyboru mocy i obliczenia parku maszynowego do produkcji odkuwek drogą swobodnego kucia, należy odkuwki podzielić na grupy w zależności od ciężaru.

Zaleca się stosować następującą siatkę wagową odkuwek w kG: 2; 2—4; 4—10; 10—25; 25—50; 50—100; 100—200; 200—500; 500—1000; 1000—2000; 2000—4000; 4000—8000; 8000—16 000; 16 000—32 000. Poza tym należy ustalić nazwę, ciężar i wymiary największych odkuwek [18].

Przy projektowaniu niewielkich wydziałów (I klasy I grupy), których park maszynowy przyjmuje się czasami bez wyliczeń wstępnych, biorąc tylko pod uwagę skompletowanie parku pod względem technologicznym, zamiast rozbicia na grupy wagowe można się ograniczyć do ustalenia największego ciężaru jak również największych wymiarów odkuwek.



Klasyfikacja wydziałów kuźniczych

Nazwa wydziału	Kuźniczy						Kuźniczo-tłoczeniowy		Kuźniczy do kucia w matrycach		Kuźniczy do kucia w matrycach (produkcji specjalnej)			
	I		II				III		IV		V			
	1	2	1	2	3	4	1	2	1	2	1	2		
Przeważający proces technologiczny	kucie swobodne		kucie swobodne i częściowo w matrycach				kucie swobodne		kucie w matrycach		kucie w matrycach, walcowanie na walcach kuźniczych, zginanie, kucie swobodne			
Rodzaj produkcji	jednostkowa i małoseryjna	małoseryjna i jednostkowa	małoseryjna i jednostkowa		małoseryjna i seryjna		jednostkowa i małoseryjna		wielkoseryjna i masowa		wielkoseryjna i masowa			
Największy ciężar odkuwek kształtowych (kucie swobodne) lub odkuwek matrycowych (kucie i spęczanie) w kG	4	25	70	320	1) 700 ÷ 4500	1) 3000 ÷ 100 000	70 000	200 000	45	150	w zależności od wykonywanej produkcji			
Orientacyjna wielkość produkcji rocznej w tonach	do 150	150 ÷ 400	400 ÷ 1500	1500 ÷ 4000	4000 ÷ 15 000	15 000 ÷ 25 000	20 000 ÷ 35 000	35 000 ÷ 60 000	5000 ÷ 100 000	20 000 ÷ 150 000	200 ÷ 20 000	500 ÷ 30 000		
Charakterystyczne rodzaje budowy maszyn														
1) Uwaga. W zależności od największej mocy parku maszynowego, zgodnie z poniższą tablicą			1 grupa: budowa obrabiarek lekkich, kuźnie wydziałów narzędziowych wielkich zakładów budowy maszyn 2 grupa: budowa obrabiarek lekkich, produkcja lekkiego sprzętu transportowo-podnośnego				1 grupa: budowa obrabiarek, stocznie (male), sprzęt taborowy. 2 grupa: budowa obrabiarek, budowa silników, budowa sprzężarek, stocznie, budowa maszyn kuźniczych 3 grupa: budowa obrabiarek ciężkich, budowa silników, sprzężarek, maszyn do budowy dróg, stocznie, budowa maszyn kuźniczych, budowa ciężkiego sprzętu transportowo-podnośnego, budowa lokomobil, budowa wagonów 4 grupa: budowa parowozów, budowa ciężkich silników Diesla i ciężkich sprzężarek, budowa maszyn kuźniczych i pras, budowa maszyn młyńskich i łamaczy, budowa maszyn do budowy dróg, budowa turbin		1 i 2 grupa: zakłady budowy ciężkich maszyn hutniczych, zakłady specjalne produkcji ciężkich odkuwek, budowa ciężkich turbin		1 grupa: produkcja motocykli, maszyn rolniczych, samochodów i ciągników, wielkoseryjna produkcja wagonów towarowych, produkcja narzędzi ślusarsko-montażowych, skrawających i innych, łożysk kulkowych, maszyn do szycia. 2 grupa: budowa kotłów i zbiorników, budowa ciężkich ciągników		1 grupa: produkcja znormalizowanych części maszyn: śrub, nakrętek, nitów, wkrętów kolejowych, haków telegraficznych 2 grupa: produkcja siekier, widel, resorów, sprzężyn, podków, okuć budowlanych, kos, pilników i tp.	
Park maszynowy	Największy ciężar odkuwki w kG													
Młot 5 T	700													
Prasa 800 T	3 000													
Prasa 1 000 T	4 500													
Prasa 1 200 T	6 000													
Prasa 1 500 T	10 000													



## Przykład opracowania programu produkcji wydziału

Nr kolejny	Nr rysunku	Nr części	Nazwa części	Marka stali	Ilość sztuk w komplecie	Ciężar jednostkowy odkuwki kG	Program roczny	
							Ilość odkuwek w sztukach	Ciężar w tonach
1. Prasa KH — 15 (program roczny 125 sztuk)								
1	6 428	137	wał mimośrodowy	St. 45 <sup>1)</sup>	1	31,6	125	3,95
2	6 422	312	podpora wyrzutnika	St. 45	2	0,7	250	0,175
3	6 432	219	krzywka hamulca	StY — 8 <sup>2)</sup>	1	2,9	125	0,362
.....								
Razem na prasę KH-15								
					—	—	1 750	8,82
2. Prasa PB-51 (program roczny 200 sztuk)								
.....								
Razem na cały program								
					—	—	22 000	140,6

1) Skład chemiczny St. 45 — C = 0,40 ± 0,50%; Mn = 0,50 ± 0,80%; Si = 0,17 ± 0,37%; Cr ≤ 0,3%; Ni ≤ 0,30%; S ≤ 0,045%; P ≤ 0,045%

2) Skład chemiczny St. Y-8 — C = 0,75 ± 0,85%; Mn ≤ 0,40%; Si = 0,35; Cr = 0,20%; Ni = 0,25%; S < 0,02%; P < 0,04%.

Przy projektowaniu zakładów II klasy należy ustalić największe i najmniejsze powierzchnie rzutu odkuwek jako uzupełnienie wytycznych dokładnie opracowanych w odniesieniu do odkuwek kutech swobodnie.

Program wydziałów produkujących znaczną ilość wyrobów kutech w matrycach opracowuje się podobnie jak program wydziałów IV klasy (patrz poniżej).

W razie konieczności dokładnego wyliczenia parku maszynowego program wydziału opracowuje się według tablicy A.

Przy projektowaniu wydziałów III klasy, które jak wynika z ich charakterystyki, muszą być traktowane indywidualnie i są bardzo kosztowne, konieczna jest bardziej głęboka analiza wyboru parku maszynowego. Dlatego w założeniach do projektowania takich wydziałów, pomimo wielkiej ilości wagowej odkuwek i ich rozbieżności wagowej, należy wykazać według tablicy A konkretne odkuwki, które mogą być przyjęte jako typowe przy wyborze mocy i wyliczeniu ilości pras.

Przy projektowaniu wydziałów IV klasy program, zależnie od koniecznej dokładności opracowania, powinien zawierać wytyczne podane w tablicy B albo C [16].

Program tych wydziałów w odniesieniu do odkuwek kutech swobodnie powinien zawierać wytyczne podane dla wydziałów I i II klasy.

Przy projektowaniu wydziałów V klasy (produkcja wyspecjalizowana) założenia do projektu opracowuje się zależnie od właściwości produkcji, według jednej z wymienionych powyżej tablic (A, B lub C).

Projektowanie szczegółowe. Przy projektowaniu szczegółowym obliczenie parku maszynowego stosunkowo często przeprowadza się na podstawie wskaźników. W przypadku takim program roczny wydziału opracowuje się w zakresie podanym powyżej dla projektowania wstępnego.

W razie konieczności szczegółowego opracowania procesu technologicznego program można zestawić według tablicy C.

## WYPOSAŻENIE

Wypożyczenie podstawowe. Wybór i obliczenie ilości wyposażenia podstawowego niezbędnego do wykonania zadań związanych z procesem technologicznym, mogą być dokonane:

a. według wskaźników z uwzględnieniem poszczególnych ciężarów odkuwek;

b. na podstawie zestawienia procesów technologicznych wszystkich wyrobów, założonych w programie;

c. według kart procesu technologicznego na każdy poszczególne wyrob.

Z reguły metodę „a” stosuje się przy projektowaniu wstępnym, metodę zaś „b” i „c” — przy projektowaniu szczegółowym.

W jednym projekcie można stosować również kombinacje obydwóch metod.

## Przykład opracowania programu produkcji wydziału II klasy

Podział programu wydziału według typów	Liczba typowy-miarów	Program roczny					
		podstawowy		części zapasowych		razem	
		tyś szt.	ton	tyś szt.	ton	tyś szt.	ton
Oddział zwijania na zimno							
Sprężyny pracujące na ściskanie	74	7900	320,0	3400	102,0	11300	422,0
Sprężyny pracujące na rozciąganie	10	156	13,5	69	5,7	225	19,2
Pierścienie oporowe	16	1200	4,2	550	1,8	1750	6,0
Pierścienie dławnicowe	9	2400	36,3	1300	20,5	3700	56,8
Podkładki Growera	—	30 000	150,0	41 800	210,0	71800	360,0
Razem			524,0		340,0		864,0
Oddział zwijania na gorąco							
Sprężyny pracujące na ściskanie	2	160	1920	50	820	210	2740

Przy projektowaniu wstępnym wybór i wyliczenie ilości maszyn zasadniczych przeprowadza się na podstawie wskaźników podanych w tablicach 2, 3, 4, 5, 6, 7 i 8, albo na podstawie innych wskaźników, otrzymanych z produkujących wydziałów pokrewnych lub analogicznych do projektowanego.

Tablica 2 zawiera orientacyjne dane charakteryzujące niezbędny ciężar bijaka młota w zależności od ciężaru odkuwek i przekroju materiału wyjściowego [20].

W tablicy 3 podane zostały orientacyjne dane konieczne do wyrobu siły nacisku tłoczni prasy w zależności od



Tablica C

## Przykład szczegółowego opracowania programu produkcji wydziału

Nr kolejny	Nr rysunku	Nr części	Nazwa części	Marka stali	Ciężar odlewki w kG	Program roczny					
						produkcja podstawowa		części zapasowe		razem	
						w szt.	w ton.	w szt.	w ton.	w szt.	w ton.
1. Ciągnik gasienicowy typu B (program roczny 5 000 szt.)											
1	B-820	10-161	Koła zębate	15 HM <sup>1</sup> )	2,5	5 000	12,5	1 250	3,13	6 250	15,63
2	B-680	10-125	Półoska tylnego mostu	35 <sup>2</sup> )	3,0	10 000	30,0	2 500	7,5	12 500	37,5
3	B-810	10-220	Krzywkowa zwrotna	30X <sup>3</sup> )	1,6	10 000	16,0	2 500	4,0	12 500	20,5
Razem na ciągnik B					—	—	—	790,0	—	100,0	890,0
2. Ciągnik gasienicowy typu B (program roczny 16 000 szt.)											
Razem według programu					—	—	—	5 600,0	—	600,0	6 200,0

- 1) Skład chemiczny stali 15HM — C = 0,10 ÷ 0,20%; Mn = 0,40 ÷ 0,70%; Si = 0,17 ÷ 0,37%; Cr ≤ 0,30%; Ni = 1,50 ÷ 2,00%; V = 0,10 ÷ 0,20%; Mo = 0,20 ÷ 0,30%; S < 0,040%; P < 0,040%;  
 2) Skład chemiczny stali 35 — C = 0,30 ÷ 0,40%; Mn = 0,50 ÷ 0,80%; Si = 0,17 ÷ 0,37%; Cr ≤ 0,3%; Ni ≤ 0,30%; S ≤ 0,045%; P ≤ 0,045%;  
 3) Skład chemiczny stali 30X — C = 0,25 ÷ 0,35%; Mn = 0,50 ÷ 0,80%; Si = 0,17 ÷ 0,37%; Cr = 0,80 ÷ 1,1%; Ni ≤ 0,3%; S ≤ 0,04%; P ≤ 0,04%.

Tablica 2

## Ciężar bijaka młota w zależności od ciężaru odlewki

Ciężar bijaka młota w T	Ciężar odlewki w kG			Maksymalny przekrój materiału wyjściowego (bok kwadratu) w mm	Ciężar bijaka młota w T	Ciężar odlewki w kG			Maksymalny przekrój materiału wyjściowego (bok kwadratu) w mm
	Odlewki w matrycach		ciężar maksymalny wałów gładkich			Odlewki w matrycach		ciężar maksymalny wałów gładkich	
	ciężar średni	ciężar maksymalny				ciężar średni	ciężar maksymalny		
0,1	0,5	2	10	50	0,75	12	40	140	135
0,15	1,5	4	15	60	1,0	20	70	250	160
0,2	2	6	25	70	2,0	60	180	500	225
0,3	3	10	45	85	3,0	100	320	750	275
0,4	6	18	60	100	5,0	200	700	1500	350
0,5	8	25	100	115					

największego ciężaru przekuwanych na nich bloków (w przypadku gdy bloki w toku wykonywania odlewki nie podlegają wstępnemu osadzeniu [20]).

Liczbę jednostek potrzebnego parku maszynowego ( $n_p$ ) i współczynnik jego obciążenia ( $K_{ob}$  %) można ustalić posługując się wzorami:

$$n_p = \frac{P}{F_0 N} \text{ i } K_{ob} = \frac{n_p}{n_r} \cdot 100\%$$

gdzie  $P$  — ciężar rocznego programu odlewki w kG danej grupy wagowej,  $N$  — wydajność godzinowa maszyny w kg,  $F_0$  — obliczeniowy roczny fundusz czasu pracy maszyny w godzinach,  $n_r$  — rzeczywista przyjęta liczba jednostek maszynowych.

Tablica 4 zawiera dane dotyczące wydajności godzinowej młotów do kucia swobodnego; dane te są stosowane przy projektowaniu kuźniczo-tłoczniowych zakładów budowy maszyn ciężkich, odpowiadających warunkom produkcji małoseryjnej.

Dane te odnoszą się do odlewki podzielonych na 9 grup według trudności ich wykonania. Szkice odlewki typowych dla każdej grupy podane na rys. 1 (Szkice typowych odlewki [20]).

W tablicy 5 podano analogiczne dane dla tłoczni kuźniczych (bez użycia manipulatorów), stosowane do tego samego celu. Typowe odlewki tych grup przedstawia rys. 2 [20]. W przypadku gdy obciążenie młotów czy tłoczni określa się dla odlewki różnych grup trudności wykonania, godzinowa wydajność parku maszynowego może być przyjęta jako średnia z podanych w tablicach danych dla tych grup.

Tablica 6 zawiera dane stosowane przy projektowaniu wydziałów kuźniczych, kucia w matrycach, zakładów

Tablica 3

## Siła nacisku prasy w zależności od ciężaru przekuwanych bloków

Siła nacisku prasy w T	Ciężar przekuwanych bloków lub wlewków w kG		Siła nacisku prasy w T	Ciężar przekuwanych bloków lub wlewków w kG	
	średni	maksymalny		średni	maksymalny
600	1000	3000	1500	8000	17 000
800	2000	5500	2000	14 000	28 000
1000	3500	8000	3000	30 000	55 000
1200	5000	11 000	5000 ÷ 6000	80 000	120 000
			10 000	160 000	250 000



Tablica 4

## Godzinowa wydajność młotów do kucia swobodnego w kG (patrz rys. 1)

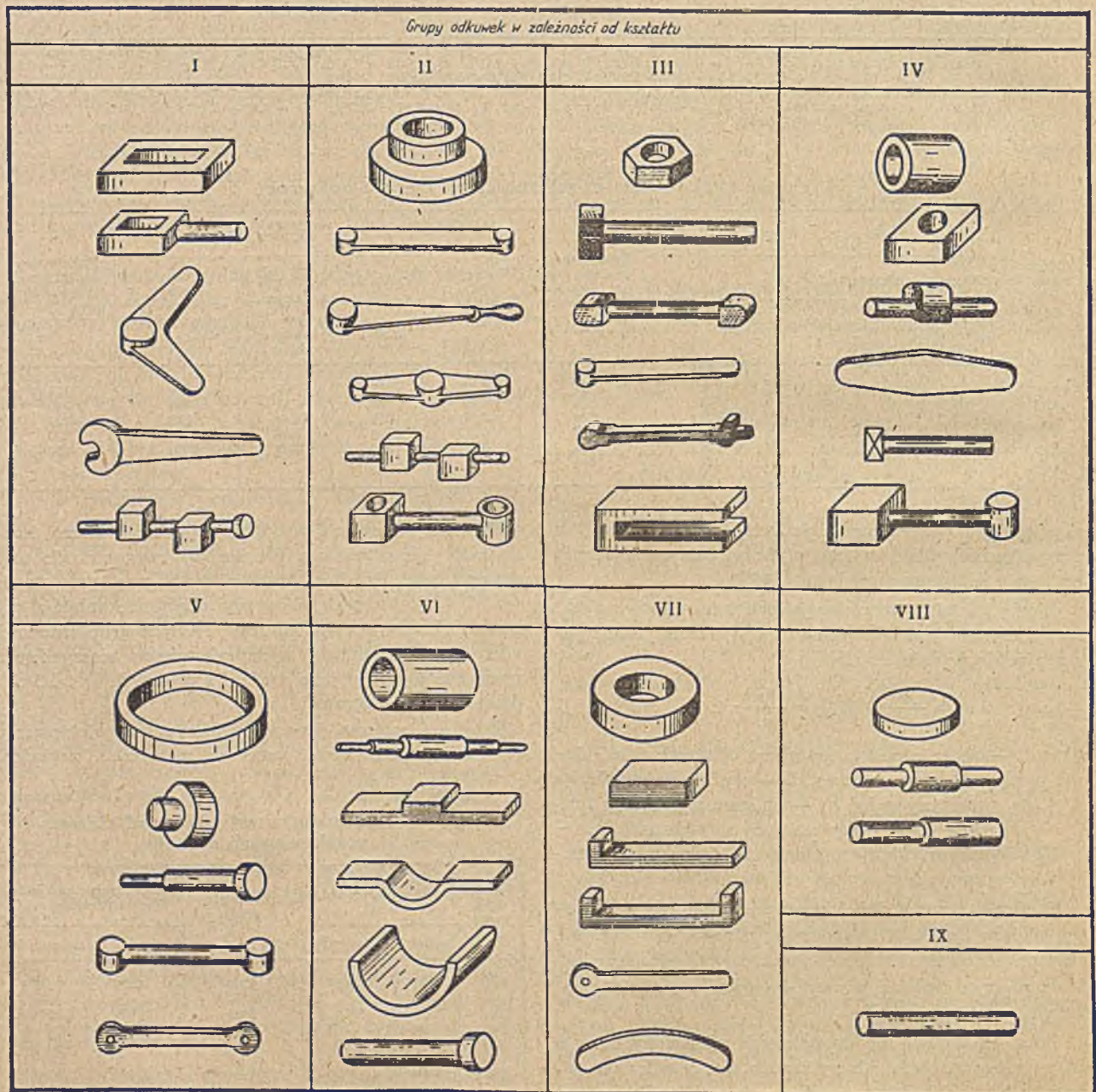
Grupa trudności odkuwek	Ciężar bljaka młota w T										
	0,1	0,15	0,2	0,3	0,4	0,5	0,75	1	2	3	5
I	3,5	4,5	6	9	13	17	26	37	83	115	155
II	6	7,5	9	15	25	38	65	97	160	210	250
III	7	9	12	19	30	45	80	115	220	295	380
IV	9	11	14	26	40	60	105	145	235	310	410
V	12	15	18	32	52	75	133	165	265	350	500
VI	14	19	25	42	68	98	155	200	320	430	580
VII	20	25	32	50	75	105	170	225	370	500	650
VIII	28	32	40	60	90	120	210	300	555	715	920
IX	85	95	115	155	200	250	370	465	915	1200	1500

przemysłowych produkcji ciągników, samochodów i łożysk kulkowych, dotyczące godzinowej wydajności młotów porowo-powietrznych i kuźniarek poziomych do produkcji odkuwek średnich co do ciężaru i trudności wykonania [16].

W tabelicy 7 umieszczono dane odnoszące się do ilości maszynogodzin i normogodzin przypadających na 1 tonę odkuwek w wydziałach kuźniczych dla kucia w matrycach zakładów przemysłowych produkcji ciągników, samochodów, wagonów i łożysk kulkowych, a w tabelicy 8 — podano rozbieżność procentową wyposażenia podstawowego, według typo-wymiarów odkuwek produkowanych w tych wydziałach [16].

Wskaźniki podane w tabelicach 6 i 7 nie zawierają czasów potrzebnych do przestawienia produkcji i ustawienia matryc na młotach i kuźniarkach poziomych. Dlatego otrzymaną przy użyciu tych wskaźników liczbę maszyn należy skorygować stosownie do przewidywanej wielkości serii i ilości części, ustalonych w założeniach dla maszyn każdego typo-wymiaru wyrobów.

Przy projektowaniu szczegółowym wybór i określenie ilości podstawowego parku maszynowego mogą być dokonywane według wszystkich trzech opisanych metod.

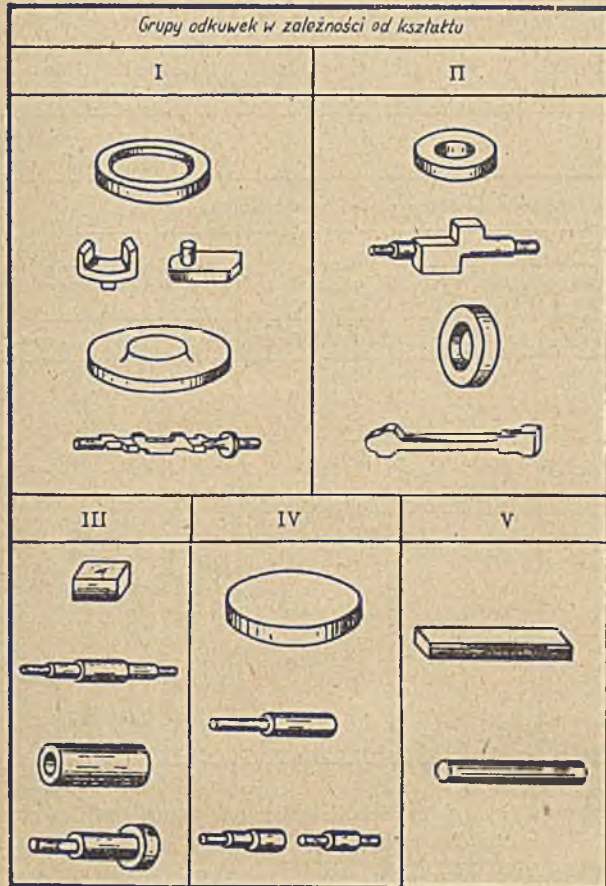


Rys. 1. Szkice typowych odkuwek dziewięciu grup trudności (do tablicy 4).



Tablica 5

Grupa trudności odkówek	Godzinowa wydajność tłoczni w kG przy sile nacisku prasy w T						
	600	800	1000	1200	1500	2000	3000
I	270	320	370	430	480	570	680
II	510	600	700	790	890	1000	1150
III	650	850	1040	1250	1450	1750	2100
IV	930	1150	1400	1640	1920	2250	2630
V	1550	1830	2100	2400	2750	3250	4400



Rys. 2. Szkice typowych odkuwek pięciu grup trudności (do tablicy 5).

Metodę wskaźników stosuje się tylko do tej części zasadniczego programu wydziału, która podana jest tylko wagowo z rozbiciem na grupy wagowe i zarazem odznacza się prostotą oraz łatwością opanowania procesów technologicznych.

Dwie pozostałe metody przewidują dokładne opracowanie procesu technologicznego dla poszczególnych części wchodzących w program wydziału. W wyniku zestawia się ogólny wykaz wszystkich operacji procesu technologicznego i wyliczenie parku maszynowego lub sporządza się karty procesu technologicznego dla każdej części. Wobec dużej pracochłonności wykonania zestawienia kart procesu technologicznego stosowanie tej metody poleca się tylko w odniesieniu do części specjalnie odpowiedzialnych a także przy specjalnych trudnościach i nieznaności procesu technologicznego w projektowanym wydziale.

**Wypośażenie transportowo — podnośne.** Wypośażenie transportowo podnośne wydziałów kuźniczych wszystkich klas można podzielić na dwie grupy:

- wypośażenie związane z poszczególnymi kuźniczymi agregatorami i przeznaczone do obsługi w czasie pracy, do wkładania i wyjmowania surowca z pieca oraz do jego podawania na agregat kuźniczy;
- ogólnowydziałowe wypośażenie transportowo-podnośne, które może być wykorzystane do celów podanych w punkcie „a”, jednakże przeznaczone jest do wykonywania w tym czasie innych prac w wydziale (na przykład do transportu surowców, odkuwek, materiałów palnych, obsługi pieców, obróbki cieplnej, remontu parku maszynowego itd).

Zasadniczym wypośażeniem transportowo-podnośnym w zakładach I i II klasy są suwnice i żurawie stałe, w zakładach III klasy — suwnice, w zakładach IV i V klasy — suwnice i jednoszynowe podwieszane przenośniki.

W wydziałach, które posiadają park maszynowy składający się z tłoczni (II i III klasa), całkowitą użyteczność wykazały przede wszystkim sadzarki toczące się na szynach lub bezszynowe, służące do załadowywania i wyładowywania surowca z pieca i podawania go na tłocznie jak również manipulatory wykonywujące pracę przesuwania i przekręcania odkuwek w czasie kucia ich na tłoczniach. Sadzarki bezszynowe niewielkiej nośności (do 2 T) poleca się do pracy przy wielkich młotach do 5 ÷ 6 T i tłoczniach do 600 T.

Tablica 6

Średnia wydajność godzinowa					
młotów parowo-powietrznych przy kuciu w matrycach		kuźniarek poziomych			
Ciężar bijaka młota w T	Części samochodowo-ciągnikowe kG/godz	Wymiar maszyny w calach	Części samochodowo-ciągnikowe w kG/godz	Pierścienie łożysk tocznych	
				w szt/godz	w kG/godz
0,5	120	1	30	—	—
1,0	250	1 1/2	60	—	—
2,0	550	2	100	320	50
3,0	750	3	150	285	150
4,0	1200	4	250	215	240
5,0	1500	5	400	164	310
6,0	1800	6	600	—	—
9,0	2500	7	—	127	550
		7 1/2	1000	—	—

Użycie manipulatorów przy tłoczniach w przypadku dostatecznej ilości pieców grzewczych zezwala na osiągnięcie współczynnika wykorzystania tłoczni w czasie 75 ÷ 80% i ułatwia ogromnie pracę kowali zmniejszając jednocześnie ilość robotników pomocniczych.

W zakładach wyposażonych w tłocznie o sile nacisku 800 ÷ 1500 T, nośność sadzarek przyjmuje się zwykle 5 ÷ 10 T.

Udźwig manipulatorów wybiera się w zakresie 2 ÷ 30 T według następujących danych:<sup>1)</sup>

Siła nacisku prasy wT	Udźwig manipulatora wT
600	2
800	3
1000÷1200	5
1500	5÷10
2000	15÷20
2500÷3000	30

Udźwig oraz typ żurawi i suwnic bezpośrednio obsługujących agregaty kuźnicze w wydziałach I, II i III klasy,

<sup>1)</sup> Według ostatnich danych manipulatory wyrabiane są o udźwigu do 75 T (oferta formy The Alliance Machine Company, Ohio, USA, maj 1944 r.).



Tablica 7

Przedmiot produkcji	Ogólna wydajność wydziału odkuwek w tys. ton	Zużycie maszynogodzin i normogodzin na 1 tonę odkuwek							normo-godzinny
		maszynogodzinny							
		młoty			kuźniarki poziome	inne wyposażenie podstawowe	razem		
		kucie w matrycach		kuźniarki			dla wyposażenia podstawowego	dla całego wyposażenia	
parowo-powietrzne	cierne	kuźniarki							
Produkcja ciągników									
a. ciągnik gąsienicowy 5 ton	30 ÷ 100	1,1 ÷ 1,2	—	—	0,7 ÷ 0,8	0,3 ÷ 0,4	2,1 ÷ 2,4	4,0 ÷ 4,5	8 ÷ 9
b. ciągnik gąsienicowy do 10 ton	50 ÷ 150	0,7 ÷ 1,1	—	—	0,5 ÷ 0,6	0,2 ÷ 0,3	1,4 ÷ 2,0	4,0 ÷ 4,5	7 ÷ 8
Produkcja samochodowa									
3-tonowy samochód ciężarowy	30 ÷ 100	1,5	0,4 ÷ 0,8	—	0,8	0,15 ÷ 0,3	2,7 ÷ 3,3	4,0	12 ÷ 13
Produkcja wagonów									
wagony kryte wielkiej ładowności, wagony otwarte, platformy (lory)	50 ÷ 75	0,3	—	0,8	0,5	1,2	2,9	3,6 ÷ 5,5	11 ÷ 14
Produkcja łożysk kulkowych	15 ÷ 40	1,0	—	0,5	1,0 ÷ 1,2	1,5	3,9 ÷ 4,4	4,5 ÷ 5,4	13 ÷ 18

Tablica 8

Przedmiot produkcji	Ogólna wydajność wydziału odkuwek w tys. T	Rozbicie wyposażenia podstawowego według typo-rozmiarów (wyrażone w %).													
		młoty									kuźniarki (100%) w T/godz		kuźniarki poziome (100%) w T/godz		
		parowo-powietrzne do kucia w matrycach (100%) w T/godz					cierne do kucia w matrycach (100%) w T/godz								
		do 1 T	1 ÷ 2 T	2 ÷ 3 T	3 ÷ 6 T	6 ÷ 9 T	do 0,5 T	0,5 ÷ 1 T	1 ÷ 2 T	do 1 T	1 ÷ 3 T	do 2''	2 ÷ 4''	4 ÷ 7,5''	
Produkcja ciągników															
a. ciągnik gąsienicowy 5 t	30 ÷ 100	35	40	10	15	—	—	—	—	—	—	30	65	5	
b. ciągnik gąsienicowy 10 t	50 ÷ 150	20	54	10	6	10	—	—	—	—	—	18	25	57	
Produkcja samochodów															
3-tonowy samochód ciężarowy	30 ÷ 100	35	25	20	15	5	35	50	15	—	—	39	50	11	
Produkcja wagonów															
wagony kryte wielkiej ładowności, wagony otwarte, platformy, (lory)	50 ÷ 75	43	29	14	14	—	—	—	—	63	37	—	80	20	
Produkcja łożysk kulkowych	15 ÷ 40	60	40	—	—	—	—	—	—	65	35	—	50	50	

jak również porównawczo-przykładowy udźwig ogólnowydziałowych suwnic podany jest w tablicy 9, zawierającej orientacyjne dane zaczerpnięte z całego szeregu projektów wydziałów kuźniczych i kuźniczo-tłocznioowych zakładów budowy maszyn ciężkich i średnich jak również obrabiarek [15].

Procesy technologiczne w wydziałach IV i V klasy, w razie posługiwania się parkiem maszynowym do kucia w matrycach i spęczania, obsługiwane są lokalnym sprzętem transportowo-odnośnym w rodzaju przenośników jednoczynowych, wałkowych i podnośników. Te ostatnie ustawia się obok wielkich kuźniarek poziomych; służą one do podnoszenia i puszczenia ciężkiego pręta w czasie przekładania go z jednego przyrządu do drugiego.

Żurawie stałe znajdujące się niekiedy przy tych maszynach używane są zasadniczo do ustawiania matryc. Konieczność zainstalowania ogólnowydziałowych suwnic i ich ilość ustala się w każdym poszczególnym przypadku, poczynając od szczególnych potrzeb każdego wydziału, a przede wszystkim uwzględniając wielkości i kierunek przepływu ładunków w danym wydziale. Przy określaniu udźwigu suwnic bezwzględnie należy brać pod uwagę ciężar najcięższych części maszyn demontowanych w czasie remontu. Na przykład: przy projektowaniu wydziału młotów udźwig suwnic określa się biorąc pod uwagę ciężar bijaka młotów. Ilość ogólnowydziałowych suwnic

przyjmuje się w przybliżeniu obliczając jedną suwnicę na 40 ÷ 50 m długości nawy [15].

Piece. Przy określaniu ilości i ustalaniu wymiarów powierzchni spodów kuźniczych pieców grzewczych należy przestrzegać następujących warunków:

- każda jednostka parku produkcyjnego zazwyczaj powinna być obsługiwana co najmniej przez jeden piec;
- wymiary pieców powinny zapewniać pełną wydajność obsługiwanych jednostek;
- przy określaniu wymiarów powierzchni spodów pieców współpracujących z młotami do kucia swobodnego i tłoczniami należy przyjmować ilość podlegającego grzaniu materiału biorąc pod uwagę możliwości powtórnego grzania i podgrzewania odkuwek podczas ich wykonywania;
- przy określaniu wymiarów powierzchni spodów pieców współpracujących z młotami do kucia w matrycach, kuźniarkami poziomymi i innymi agregatami do kucia w matrycach, z których otrzymujemy gotową odkuwkę z jednego zagrania, ciężar materiału podlegającego grzaniu w ciągu jednej godziny przyjmuje się zgodnie z ciężarem materiału, koniecznym do zabezpieczenia przyjętej w projekcie wielkości produkcji.

Właściwa wydajność pieców (grzana ilość metalu w kg/m<sup>2</sup> powierzchni spodu pieca na godzinę), przy ustalaniu powierzchni trzonów pieców może być orientacyj-



Tablica 9

## Udzwąg suwnic i żurawi

Ciężar bijaka lub siła nacisku tłoczni w T	Suwnice i żurawie obsługujące bezpośrednio agregaty (grupa a)			Udzwąg ogólny suwnic elektrycznych wydziału (grupa b) w T
	typ	udzwąg w T	ilość	
Młoty do kucia swobodnego				
0,5	ręczny stal <sup>1)</sup>	0,5	1	3 <sup>2)</sup>
0,75	" "	0,5	1	3 <sup>2)</sup>
1,0	" "	1,0	1÷2 <sup>3)</sup>	3 <sup>2)</sup> ÷5
2,0	ręczny lub elektryczny stal	1,5÷2,0	2	5
3,0	" "	2,5÷3,0	2	5
5,0	" "	3,5÷5,0	2	5÷10
Tłocznie				
600	elektryczny stal <sup>4)</sup>	5	2	5÷10
800	suwnica	15/3	1	5÷10
1000	"	15/3÷20/5	2	10÷15
1200	"	20/5÷30/5	2	15
1500	"	30/5	2	15
2000	"	40/10	2	15÷20
3000	"	80/30	2	40/10
5000÷10000	"	150/75	2	50/10
10000	"	250/80	2	75/15

- 1) Żuraw przy młocie 0,5 T stawia się tylko w przypadku, gdy młot ten jest największy w wydziale.
- 2) Typ suwnicy jednobelkowej.
- 3) W zależności od ilości pieców.
- 4) Żurawie stałe mogą być zastąpione suwnicami 5÷10 T.

Tablica 10

Średnia wydajność pieców z 1 m<sup>2</sup> trzonu

Operacja	Typ pieca	Średnia wydajność pieca w kg/m <sup>2</sup> godz
1. Grzanie materiałów do kucia swobodnego i w matrycach	komorowy z wysuwaniem trzonem metodyczny	200÷250 <sup>1)</sup> 250÷500
2. Grzanie wlewków do kucia	z wysuwaniem trzonem	~150
3. Wyzarzenie a. odkuwek spod młotów b. odkuwek tłoczonych c. specjalnie wielkich odkuwek tłoczonych	komorowe i niewielkie piece z wysuwaniem trzonem pionowe i z wysuwaniem trzonem pionowe i z wysuwaniem trzonem	35÷50 <sup>2)</sup> 14÷19 <sup>2)</sup> 5÷7 <sup>2)</sup>
4. Normalizowanie a. odkuwek spod młota b. odkuwek tłoczonych	komorowe małe piece z wysuwaniem trzonem z wysuwaniem trzonem	75÷100 60÷75 25÷35
5. Odpuszczanie odkuwek tłoczonych	z wysuwaniem trzonem	40

1) Podana tu średnia wydajność właściwa odnosi się do zwykłej stali konstrukcyjnej i normalnej temperatury przestrzeni roboczej pieców (1300°) przy produkcji jednostkowej lub seryjnej; w przypadku lepszej organizacji grzania, przy produkcji wielkoseryjnej i masowej, wartość wskaźnika wydajności może być przyjęta w granicach 350÷500 kg/m<sup>2</sup> godz [5].

2) Niższe wartości odnoszą się do większych odkuwek.

Tablica 11

## Średnie wielkości powierzchni trzonów pieców

Ciężar bijaka młota w T	Piece do obsługi młotów do kucia swobodnego		
	orientacyjna powierzchnia trzonu jednego pieca w m <sup>2</sup>	ilość pieców	przykładowe wymiary powierzchni trzonów (głębokość × szerokość) w mm
0,1	0,27	1	470 × 580
0,15	0,34	1	580 × 580
0,2	0,34	1	580 × 580
0,3	0,47	1	580 × 810
0,4	0,47	1	580 × 810
0,5	0,74	1	700 × 1 050
0,75	0,93	1	800 × 1 160
1,0	1,2÷1,6	1	1 160 × 1 390
2,0	2,0÷2,5	2	1 280 × 1 980
3,0	2,8÷3,2	2	1 600 × 2 000
5,0	5,5÷6,0	2	2 000 × 3 000

Tablica 12

## Średnie wielkości powierzchni trzonów pieców

Siła nacisku prasy w T	Piece do współpracy z prasami kuzniczymi		
	orientacyjna powierzchnia trzonów pieców obsługujących prasy w m <sup>2</sup>	przykładowe wymiary powierzchni trzonów (głębokość × szerokość) w mm	typ pieca
600	19	3 000 × 2 100	z wysuwaniem trzonem
		2 200 × 3 500	do grzania końców prętów
		2 000 × 2 500	do grzania końców prętów
800	23	4 000 × 2 100	z wysuwaniem trzonem
		2 200 × 3 500	do grzania końców prętów
		2 000 × 2 500	do grzania końców prętów
1 000	26	4 000 × 2 100	z wysuwaniem trzonem
		2 200 × 3 500	do grzania końców prętów
		2 000 × 2 500	do grzania końców prętów
1 200	30	4 500 × 2 700	z wysuwaniem trzonem
		4 000 × 2 100	z wysuwaniem trzonem
		2 200 × 3 500	do grzania końców prętów
1 500	38	2 000 × 2 500	do grzania końców prętów
		4 500 × 2 700	z wysuwaniem trzonem
		4 000 × 2 100	z wysuwaniem trzonem
2 000	50	2 200 × 3 500	do grzania końców prętów
		2 000 × 2 500	do grzania końców prętów
		4 500 × 2 700	z wysuwaniem trzonem
3 000	68	4 000 × 2 100	z wysuwaniem trzonem
		2 200 × 3 500	do grzania końców prętów
		2 000 × 2 500	do grzania końców prętów
5 000 i 6 000	135	7 500 × 3 200	z wysuwaniem trzonem
		4 500 × 2 700	z wysuwaniem trzonem
		3 200 × 4 000	do grzania końców prętów
10 000	250	2 200 × 3 500	do grzania końców prętów
		9 300 × 4 000	z wysuwaniem trzonem
		7 500 × 3 200	z wysuwaniem trzonem
		4 000 × 4 500	do grzania końców prętów
		3 200 × 4 000	do grzania końców prętów



nie przyjęta według danych zawartych w tablicy 10, zestawionej na podstawie danych wziętych z projektów różnych gałęzi zakładów przemysłowych budowy maszyn [3, 5, 10, 15].

W tablicach 11 i 12 podano orientacyjnie średnie wielkości powierzchni trzonów pieców współpracujących z młotami do kucia swobodnego (w zależności od ciężaru bijaka młota) i tłoczniami kuźniczymi (w zależności od siły nacisku tłoczni).

Powierzchnie spódów pieców według tablicy 11 orientacyjnie odpowiadają wydajności młotów przy kuciu części V ÷ VII grupy trudności (tablica 4).

Zasadniczy typ pieca — komorowy, wsadowy. Przy młocie 5 T jako jeden z pieców przyjęć można piec z wysuwaniem trzonem albo piec metodyczny, jeśli proces technologiczny, przewiduje dla części odkuwek kucie wlewków.

W tablicy 12 orientacyjnie podane są powierzchnie trzonów wszystkich pieców odpowiadających wydajności tłoczni przy kuciu części średniej grupy trudności (II i III grupa z tablicy 5), wykonywanych bez użycia manipulatorów.

Jeśli grupa trudności będzie różna w stosunku do grupy przyjętej, to znalezioną w tablicy 12 ogólną powierzchnię pieców należy dokładniej przeliczyć.

Ilość pieców z rozbiem według typów (piece z wysuwaniem trzonem do grzania końców), a także wybór powierzchni trzonów poszczególnych pieców oblicza się, licząc za punkt wyjścia podaną w tablicy ogólnej powierzchnię trzonów pieców, przypuszczalny charakter prac wykonywanych na tłoczniach, wymiary wlewków i odkuwek.

Dobierając głębokość pieców należy brać pod uwagę największą długość surowca przeznaczonego do grzania.

Do wykonania obróbki cieplnej gotowych odkuwek, a także dla międzyoperacyjnego wyżarzania wielkich odkuwek w czasie ich obróbki należy przewidzieć wyposażenie wydziału w piece do obróbki cieplnej.

Ogólną powierzchnię trzonów tych pieców  $F_t$  można obliczyć według wzoru:

$$F_t = \frac{P_t}{f \cdot T} \text{ m}^2$$

gdzie

$P_t$  — ciężar odkuwek podlegających obróbce cieplnej w kG,

Tablica 13

#### Sposoby odprowadzania spalin

Charakterystyka pieca	Rodzaj paliw	Metody odprowadzania spalin
1. Wielkie i średnie piece o powierzchni trzonu 2m <sup>2</sup> i wyżej	każde	przez poziomy przewód kominowy do kominu
2. Średnie i małe piece	stałe	podobnie
3. Średnie i małe piece	plynne	pod okap silnego ssącego wentylatora lub bezpośrednio na wydział, jeżeli jego wysokość jest dostateczna
4. Średnie i małe piece	gazowe	pod okap silnego ssącego wentylatora lub bezpośrednio na wydział, jeżeli jego wysokość jest dostateczna i pod warunkiem, że w powietrzu wewnątrz wydziału nie będzie więcej niż 0,02 g/m <sup>3</sup> dwutlenku siarki, 0,02 g/m <sup>3</sup> czadu (tlenku węgla), a łączna zawartość węglowodorów nie przekroczy 0,2 g/m <sup>3</sup> (GOST 1324)

$f$  — wydajność właściwa pieca w kG/m<sup>2</sup>/godzinę (tablica 10),

$T$  — rzeczywisty roczny fundusz czasu pracy pieca w godzinach.

Ilość pieców można określić dopiero po wyznaczeniu ich dokładnych wymiarów stosownie do wymiarów odkuwek, które mają podlegać obróbce cieplnej.

Odprowadzenie gazów spalinowych z pieców przeprowadza się różnymi sposobami. Tablica 13 podaje zalecane sposoby odprowadzania spalin zależnie od wielkości pieców i rodzaju paliwa.

Oddziały remontowe w wydziałach kuźniczych. Zadaniem oddziałów remontowych wydziałów kuźniczych jest przeprowadzanie bieżącego i częściowo średniego remontu parku maszynowego. Wielkość tego oddziału zależy od wielkości samego wydziału kuźniczego i przyjętej w zakładzie struktury organizacyjnej oddziału głównego mechanika.

W wydziałach I i II klasy (1 i 2 grupa) oddział remontowy umieszcza się na niewielkiej powierzchni bezpośrednio w wydziale i wyposaża się go w stoły warsztatowe z imadłami do prac ślusarskich. W wydziałach II klasy (3 i 4 grupy), a także w wydziałach II i IV klasy projektuje się wyodrębniony warsztat remontowy z potrzebnym kompletem podstawowych obrabiarek (tokarki, wiertarki, strugarki poprzeczne i w rzadkich przypadkach frezarki uniwersalne i strugarki podłużne).

#### ZALOGA

Pracownicy produkcyjni. W wydziałach kuźniczych za pracowników produkcyjnych uważa się wszystkich pracowników związanych z parkiem maszynowym wydziałów, w tej liczbie obsługę młotów i pras kuźniczych, obsługę suwnic kuźniczych, obsługę sadzarek i manipulatorów (grupa „a” wyposażenia podnośno-transportowego), palaczy pieców, pracowników obróbki cieplnej, wytrawialni i oczyszczalni odkuwek.

Określenia ilości pracowników produkcyjnych  $A$  można dokonać na podstawie wzoru:

$$A = \frac{F_o \cdot K_{ob} \cdot B \cdot n_r}{100 F_r}$$

gdzie  $F_o$  — obliczony roczny fundusz czasu pracy maszyn w godzinach,

$F_r$  — roczny fundusz czasu pracy jednego pracownika w godzinach,

$K_{ob}$  — współczynnik obciążenia maszyny w ‰,

$B$  — ilość robotników w brygadzie obsługującej daną maszynę,

$n_r$  — rzeczywista ilość maszyn tego typu.

Tablica 14

#### Skład brygad obsługi młotów

Nazwa zawodu	Ciężar bijaka w T						
	0,1; 0,15; 0,2	0,3; 0,4; 0,5	0,75; 1,0	2,0	3,0	5,0	
Kowal	1	1	1	1	1	1	
Pomocnik kowala	0	0	0	0	0 ÷ 1 <sup>1)</sup>		1
Podręczny kowala	1	1	1	1	2	3 ÷ 4 <sup>1)</sup>	
Maszynista	0	1	1	1	1	1	
Maszynista na suwnicy	0	0	0	1	1	1	
Razem skład brygady	2	3	3	4	5 ÷ 6 <sup>1)</sup>		7 ÷ 8 <sup>1)</sup>

1) W zależności od stopnia trudności i ciężaru odkuwek.



Tablica 15

## Skład brygady obsługi tłoczni hydraulicznych i parowo-hydraulicznych

Nazwa zawodu	Siła nacisku tłoczni prasy w T									
	600	800	1000	1200	1500	2000	3000	5000	6000	10 000
Praser	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Pomocnik prasera	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Podręczny prasera <sup>1)</sup>	3÷4	3÷4	3÷4	3÷4	4	4	4÷5	5	5	5
Maszynista	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Maszynista na suwnicy <sup>2)</sup>	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
Razem skład brygady	7÷8	7÷8	8÷9	8÷9	9	9	9÷10	10	10	10

1) Przy użyciu manipulatorów przy prasach 600 ÷ 2000 T ilość podręcznych ulega zmniejszeniu o 50%.

2) Liczba maszynistów na suwnicach odpowiada ilości suwnic obsługujących tłocznice.

Tablica 16

## Skład brygady obsługi młotów do kucia w matrycach

Zawód	Ciężar bójka młota w T					Zawód	Ciężar bójka młota w T				
	0,5÷0,75	1÷2	3÷4	5÷6	do 9		0,5÷0,75	1÷2	3÷4	5÷6	do 9
Kowal	1	1	1	1	1	Praser (obcinalnie gratu)	0	1	1	1	1
Pomocnik kowala	0	1	1	1	2	Pomocnik prasera	0	0	1	1	2
Piecowy	1	1	1	1	1	Razem skład brygady	2	4	5	6	8
Pomocnik piecowego	0	0	0	1	1						

Tablica 17

## Skład brygady kuźniarek poziomych, buldożerów i tłoczni ciernych

Zawód	Wymiary kuźniarki poziomej				Siła nacisku w T			
					buldożery		tłocznie cierne	
	1"—3"	4"	5"—6"	7½"	50—150	200—300	30—180	200—500
Praser	1	1	1	1	1	1	1	1
Pomocnik prasera	0	1	2	3	0	1	0	1
Piecowy	1	1	1	1	1	1	1	1
Razem skład brygady	2	3	4	5	2	3	2	3

W przypadkach gdy obciążenie maszyn jest zbliżone do całkowitego funduszu czasu pełnych zmian, ilość pracowników produkcyjnych można ustalić według ilości maszyn, składu ilościowego brygady i ilości zmian pracy.

Składy brygad według danych biur projektowych za zakładów budowy maszyn ciężkich i średnich oraz zakładów budowy obrabiarek podano w tablicach 14, 15, i 17 [16].

**Pracownicy pomocniczy.** Ilość pracowników pomocniczych ustala się w stosunku do stanu pracowników produkcyjnych. Stosunek ten powinien być jak najniższy.

Zakładając, że przy projektowaniu organizacja pracy i mechanizacja procesów produkcyjnych jest racjonalna, liczba ta może zmniejszyć się poniżej wskaźników podanych w tablicy 29 (wskaźniki techniczno-ekonomiczne wydziałów kuźniczych).

**Pracownicy inżynieryjno-techniczni i biurowi.** Pośród pracowników tej kategorii należy przyjmować

- w przypadku projektowania wstępnego w stosunku do ilości wszystkich robotników,
- w przypadku projektowania szczegółowego — według stanu etatów zgodnie z organizacją wydziału i jego oddziałów.

## ZUŻYCIE SUROWCÓW I PALIWA

Całkowity ciężar surowca potrzebnego do wykonania odkuwek składa się z ciężaru samych odkuwek, odpadów

zwrotnych (braki, obcinki, końcówki) i odpadów bezzwrotnych (odpał, zgorzelina).

Dla różnych klas wydziałów kuźniczych wskaźnik wydajności (stosunek ciężaru dobrych odkuwek do ciężaru zużytego materiału) jest różny.

Przy projektowaniu wstępnym zapotrzebowanie surowca dla wydziałów różnych klas można obliczyć na podstawie danych zawartych w tablicy 13, zaczerpniętych z projektów i praktyki zakładów budowy ciężkich oraz średnich maszyn i obrabiarek. Przy projektowaniu szczegółowym zapotrzebowanie surowca określa się przez zaczerpnięcie koniecznych danych z zestawienia procesu technologicznego i z kart technologicznych.

Z wyników obliczeń zestawia się wykaz zapotrzebowanego surowca.

**Określenie zużycia paliwa.** W zależności od warunków miejscowych do ogrzewania pieców w wydziałach kuźniczych stosować można paliwo każdego typu: stałe, płynne i gazowe.

Stosuje się również grzanie za pomocą energii elektrycznej w piecach oporowych i indukcyjnych prądami wysokiej częstotliwości.

Zużycie paliwa odniesienia w % ciężaru produkowanych odkuwek może być orientacyjnie określone według danych zawartych w tablicy 19.



## Wskaźniki wydajności materiału

Klasa	II				III	IV	V	
Grupa	1 1 2	1	2	3 <sup>1)</sup>	4 <sup>2)</sup>	1 i 2	1 i 2	1 i 2
Wskaźnik wydajności materiału	0,83 ÷ 0,93	0,81 ÷ 0,91	0,80 ÷ 0,90	0,75 ÷ 0,85	0,70 ÷ 0,80	0,55 ÷ 0,75	0,73 ÷ 0,80 <sup>1)</sup>	0,85 ÷ 0,95

1) Wskaźniki niższe (0,75 i 0,7) odnoszą się do przypadku wykonywania pewnej części odkuwek z wlewków.

## Zużycie właściwe paliwa w % ciężaru odkuwek

Przeznaczenie paliwa	Klasy i grupy wydziałów kufniczych					
	I	II		III	IV	V
	1 i 2	1 i 2	3 i 4	1 i 2	1 i 2	1 i 2
1. Podgrzewanie metalu do kucia swobodnego i w matrycach bez uwzględnienia obróbki cieplnej odkuwek	45 ÷ 55	45 ÷ 60	50 ÷ 70	60 ÷ 70	30 ÷ 45	25 ÷ 35
2. Jak wyżej, lecz z uwzględnieniem obróbki cieplnej	50 ÷ 60	50 ÷ 65	70 ÷ 85	80 ÷ 100	—	—

## ENERGETYKA ZAKŁADU

Młoty i prasy napędzane są za pomocą pary lub sprężonego powietrza.

Przyjmuje się ciśnienie pary dolotowej dla młotów do kucia swobodnego: a. przy niewykorzystaniu zużytej pary (ciśnienie wylotowe 1,1 at n) — 6 ÷ 7 at n przed młotem, b. przy pracy z wykorzystaniem pary odlotowej (ciśnienie wylotowe 1,8 — 2 at n) — 7 ÷ 8 at n [2].

W wydziałach kucia w matrycach (IV klasa) ciśnienie pary dolotowej wynosi zwykle 7 ÷ 9 at n. Ciśnienie pary dla pras parowo-hydraulicznych przyjmuje się 10 ÷ 12 at n.

Dopuszczalną temperaturę pary przegrzanej przyjmuje się nie wyższą od 200°C ze względu na pogorszenie warunków pracy dławnic przy wysokich temperaturach.

Zużycie pary na godzinę można określić: a. biorąc za punkt wyjścia pojemność cylindrów młotów i multiplikatorów tłoczni, pomnożoną przez ilość skoków, b. jako średnią wielkiej ilości znanych wynikowych danych z tej dziedziny, jak również prospektowych danych firm produkujących młoty i tłocznie (Massey, Erie, Chambersburg, Davy i inne).

Tablica 20 zawiera dane o średnim zużyciu pary nasyconej przez młoty do kucia swobodnego i w matrycach bez uwzględnienia strat w przewodach, a tablica 21 — przez prasy parowo-hydrauliczne. (Według ostatnich wiadomości wydziały kufniczo-prasowe w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej wyposaża się zazwyczaj w szybkie prasy z napędem wyłącznie hydraulicznym).

Straty pary wynikłe z nieszczelności i kondensacji w obrębie wydziału dla pary nasyconej można przyjmować jako 10% zużycia pary dla młotów i pras, a dla pary przegrzanej — 30% [7].

Według danych zawartych w tablicy 20 i 21 nie bierze się pod uwagę zwiększonego zużycia pary, zachodzącego w przypadku okresowo nieprzerwanej pracy parku maszynowego w czasie kucia (trwałe maksimum).

To zwiększone zużycie bywa od 1,5 do 2,5 raza większe, niż średnie wartości podane w tablicach. Powinno ono być skompensowane w tym okresie zwiększeniem wydajności

kotłów i wykorzystaniem zwiększonej pojemności akumulatorów parowych [4, 7, 9].

Tablica 22 podaje zużycie pary przy jej swobodnym wypływie z dyszy w zależności od średnicy dyszy i początkowego ciśnienia.

## Średnie zużycie pary przez młoty

Ciężar bijaka młota w T	Średnie zużycie pary		
	przy kuciu w matrycach		przy kuciu swobodnym w kg/godz
	na pracę młota w kg/godz	na przedmuchanie matryc w % ilości pary zużytej na pracę młota	
0,5	680	14	600
0,75	840	14	660
1,0	970	14	920
1,5	1 200	14	1 150
2,0	1 400	8	1 320
2,5	1 550	8	1 470
3,0	1 700	8	1 600
4,0	2 000	8	1 850
5,0	2 250	5	2 100
6,0	2 500	5	—
7,0	2 700	5	—
8,0	2 900	5	—
9,0	3 100	5	—
10,0	3 300	5	—

## Średnie zużycie pary przez tłocznie parowo-hydrauliczne

Sila nacisku prasy w T	Średnie zużycie pary w kg/godz	Sila nacisku prasy w T	Średnie zużycie pary w kg/godz
600	2 600	2 500	5 900
800	2 800	3 000	6 700
1 000	3 200	5 000	10 200
1 200	3 500	6 000	12 100
1 500	4 000	10 000	22 000
2 000	4 900		



Tablica 22 pozwala określić zużycie pary dla różnych przypadków jej stosowania (na przykład do przedmuchiwania matryce).

Tablica 22

**Zużycie pary w kg/godz przy swobodnym nieprzerwanym wpływie z dyszy**

Średnica dyszy w mm	Para nasycona					Para przegrzana $t = 200^{\circ}\text{C}$				
	początkowe ciśnienie pary w at n									
	10	9	8	7	6	10	9	8	7	6
7	214	195	175	154	140	204	184	167	148	115
8	282	257	228	200	185	268	240	220	196	150
9	356	324	287	255	235	338	300	278	245	190
10	439	400	357	314	284	415	375	340	300	235
11	536	486	434	395	346	505	455	415	365	285
12	638	580	515	450	410	600	540	495	435	340
13	745	676	602	530	466	700	640	580	510	400
14	867	784	700	615	559	816	737	670	590	460

**Sprężone powietrze.** Przy projektowaniu pracy parku maszynowego wydziałów kuźniczych (opartej na użyciu sprężonego powietrza) posługując się podanymi poprzednio danymi można obliczyć zużycie pary, a następnie stosując współczynniki porównawcze między sprężonym powietrzem a parą — zużycie powietrza.

Orientacyjny współczynnik porównawczy wynosi: 1 kg pary nasyconej odpowiada 1 m<sup>3</sup> powietrza zassanego podczas pracy podgrzewania powietrza sprężonego i 0,7 m<sup>3</sup> — przy podgrzewaniu powietrza sprężonego do temperatury — 160°C [4, 6, 12].

Przy projektowaniu wydziałów kuźniczych, które pracują przy zastosowaniu sprężonego powietrza w celu uniknięcia zamarzania skrzynek suwakowych i przewodów wydmuchowych, temperaturę dostarczanego do młota powietrza należy utrzymać w granicach 60 ÷ 80°.

Osiągnąć to można jedynie w pewnych przypadkach przez zaizolowanie przewodów powietrznych i zbiorników akumulujących, należy jednak stosować urządzenie umożliwiające podgrzewanie powietrza spalinami, które uchodzą z pieców itp.

Celowość użycia pary czy sprężonego powietrza do napędu parku maszynowego wydziału kuźniczego należy rozstrzygać w każdym poszczególnym przypadku opierając się na warunkach miejscowych, a przede wszystkim na możliwości zakładu dostarczenia sprężonego powietrza lub pary oraz ich koszcie własnym.

Zastosowanie powietrza zamiast pary lub odwrotnie nie powoduje zmian konstrukcyjnych parku maszynowego.

Tablica 23

Średnica dyszy w mm	Zużycie powietrza w m <sup>3</sup> /godz przy ciągłym podmuchu i ciśnieniu w at n							
	10	9	8	7	6	5	4	3
4	90	80	70	60	55	45	35	30
5	130	120	105	90	85	70	60	48
6	185	175	150	140	120	100	85	70
7	270	250	220	185	165	140	115	90
8	330	300	270	240	210	180	150	120
9	420	380	340	300	270	200	185	150
10	510	460	420	380	330	280	240	190
11	630	570	510	450	400	350	295	225
12	750	660	600	540	480	410	340	270
13	870	780	700	630	560	480	400	320
14	1000	900	810	720	640	540	450	360

Tablica 23 zawiera dane dotyczące zużycia sprężonego powietrza przy podmuchu ciągłym w zależności od ciśnienia i średnicy dyszy. Posługując się danymi zawartymi w tabeli można określić zużycie sprężonego powietrza do różnych celów (na przykład do przedmuchiwania matryce).

Zapotrzebowanie (roczne) energii elektrycznej ustala się według wytycznych podanych w rozdziale pt. Projektowanie gospodarki energetycznej zakładu.

Woda przemysłowa w wydziałach kuźniczych może znaleźć zastosowanie w następujących przypadkach:

- przy pracy tłoczni hydraulicznych i podnoszeniu ich stołów roboczych;
- przy pracy cylindrów powrotnych pras parowo-hydraulicznych i podnoszeniu ich stołów;
- do chłodzenia matryce na kuźniarkach poziomych lub tłoczniach ciernych;
- do chłodzenia armatury piecowej;
- do chłodzenia osłon ochronnych i do zasłon wodnych przy piecach;
- do chłodzenia narzędzi kuźniczych.

Zużycie wody w przypadkach wymienionych w punktach c, d i e można wyliczyć na podstawie średnicy przewodu rurowego i ciśnienia (pod jakim następuje wpływ) według wzoru:

$$Q = \mu F \sqrt{2gh}$$

gdzie  $Q$  — zużycie wody w m<sup>3</sup>/sek;  $\mu$  — współczynnik wpływu, średnio 0,6;  $F$  — powierzchnia przekroju przewodu w m<sup>2</sup>;  $g$  — przyspieszenie ziemskie równe 9,81 m/sek<sup>2</sup>;  $h$  — ciśnienie wody w metrach słupa wody.

## ROZPLANOWANIE POWIERZCHNI, ICH UKŁAD I ROZMIESZCZENIE WYPOSAŻENIA

**Rozplanowanie powierzchni.** Wydziały kuźnicze składać się mogą z następujących oddziałów produkcyjnych, pomocniczych, a także pomieszczeń usługowych i socjalnych.

- Oddziały produkcyjne: przygotowawczy, kucia swobodnego, kucia w matrycach, obróbki cieplnej, oczyszczania powierzchni (trawalnia odkuwek, szorownia i piaskownia).
- Oddziały pomocnicze: składy surowca, składy rygli, międzyoperacyjne, wyrobów gotowych, materiałów ogniotrwałych, narzędzi, matryce, materiałów pomocniczych, części zapasowych do parku maszynowego, oddziały pomp i akumulatorów powietrza i pary, wydziałowe podstacje transformatorów, oddział remontowych mechanika wydziałowego, oddział narzędziowy i matrycowy.
- Pomieszczenia usługowe i socjalne: biura wydziału, świetlica i jadalnia, szatnia, natryski, ustępy.

W zależności od wielkości wydziału, charakteru produkcji i procesu technologicznego, niektóre z wymienionych oddziałów mogą być pominięte lub połączone z innymi oddziałami.

**Układ powierzchni.** Układ powierzchni produkcyjnych i pomocniczych wydziału powinien umożliwiać realizację założonej potokowości procesu produkcyjnego.

Wszystkie oddziały, nie wymagające specjalnie wysokich budynków i obsługi suwnicami, w miarę możliwości należy umieszczać nie w zasadniczych nawach produkcyjnych, lecz w niższych nawach bocznych na parterze przybudówek usługowych.



## Schematy rozmieszczenia parku maszynowego i urządzeń

Tablica 24

Nazwa urządzeń	Schemat ustawienia urządzeń	Charakterystyka rozstawienia urządzeń
1 - młot parowo - powietrzny		Miejsca pracy osłonięte od ciepła promieniującego z pieca. W przypadku tym: a. wydłuża się powierzchnia produkcyjna zajęta przez młot i piec, a przez to wydłuża się nawa i b. przy przenoszeniu surowca z pieca na młot i odwrotnie, żuraw musi obrócić się o 180°. Ten zalecony schemat spotyka się w nowych wydziałach kuźniczych
2 - piec do obsługi młota		Długość powierzchni produkcyjnej skrócona w stosunku do poprzedniego schematu. Mniejszy jest również kąt obrotu żurawia (90°). Jednak miejsce pracy podlega działaniu ciepła promieniującego z pieca. Rozmieszczenie często spotykane, lecz nie zalecane
1 - młot pneumatyczny		Ciepło promieniujące z pieca nie pada na miejsce pracy kowala i maszynisty. Rozmieszczenie zalecane
2 - piec do obsługi młota		Warunki pracy kowala i maszynisty niezadowalające, ponieważ ich miejsca pracy znajdują się w pobliżu pieca. Rozmieszczenie nie zalecane
1 - młot do pracy w matrycach 2 - piec obsługujący młot		Rozmieszczenie urządzeń, przy którym: a. ciepło promieniujące z pieca nie pada na miejsce pracy, b. piec znajduje się na lewo od młota, nie od strony jego dźwigni regulacyjnych. Rozmieszczenie zalecane
3 - tłocznia do obcinania gratu		Schemat taki sam jak poprzedni. Wygodniejsze umieszczenie tłoczni obcinającej; warunki pracy trochę się pogarszają na skutek tego, że część ciepła promieniującego z pieca pada na miejsce pracy. Rozmieszczenie zalecane
4 - tłocznia do obcinania gratu (druga)		Nieprawidłowe położenie pieca; znajduje się on po stronie dźwigni regulacyjnych młota. Rozmieszczenie nie zalecane
5 - dopuszczalne (lecz nie zalecane) miejsce dla drugiej tłoczni		Spotykane w praktyce rozmieszczenie urządzeń w przypadku, gdy młot obsługiwany jest przez dwie tłocznie do obcinania rąbków. Rozmieszczenie zalecane
1 - kuźniarka pozioma		Rozmieszczenie urządzeń, przy którym wygodnie jest praserowi docisnąć surowiec (pręt) do prawej nieruchomej części tłoczni. Rozmieszczenie zalecane
2 - piec		Odwrotnie niż poprzednio; rozmieszczenie urządzeń nie zalecane i nieprawidłowe
3 - piec		Rozmieszczenie stosowane tylko w razie konieczności obsługiwaną tłocznię dwoma piecami
1 - tłocznia cierna		Rozmieszczenie prawidłowe urządzeń dla tłoczni posiadających dźwignię uruchamiającą z prawej strony miejsca pracy. Rozmieszczenie zalecane
2 - piec		Prawidłowe rozmieszczenie urządzeń dla tłoczni posiadających dźwignię uruchamiającą z lewej strony miejsca pracy. Rozmieszczenie zalecane



Powierzchnię  $F$  wydziału można określić przy projektowaniu według wzoru:

$$F = \frac{Q}{a \cdot c} \text{ m}^2$$

gdzie  $Q$  — roczny program produkcji w tonach,  $a$  — roczna wydajność odkuwek z 1 m<sup>2</sup> powierzchni wydziału na jedną zmianę (tablica 29, Wskaźniki techniczno-ekonomiczne wydziałów kuźnicowych);  $c$  — ilość zmian pracy przyjęta w projekcie.

Przy projektowaniu wielkich wydziałów otrzymany rezultat należy sprawdzić przez przykładowe rozplanowanie powierzchni oraz rozmieszczenie parku maszynowego i urządzeń.

Projektując szczegółowo powierzchnię wydziału (ogólną i produkcyjną) bezwarunkowo należy oprzeć się na rozplanowaniu powierzchni produkcyjnej i rozmieszczeniu parku maszynowego i urządzeń. Powierzchnie składów i magazynów należy zaprojektować stosownie do norm obowiązujących przy przechowywaniu materiałów i norm obciążenia 1 m<sup>2</sup> powierzchni zgodnie z danymi umieszczonymi w rozdziale pt. Projektowanie gospodarki transportowo-magazynowej.

**Rozmieszczenie parku maszynowego i urządzeń.** Rozmieszczając park maszynowy i urządzenia w wydziale należy zapewnić: a. potokowość przebiegu procesu produkcyjnego, b. racjonalną organizację stanowisk pracy, c. zachowanie zasad bezpieczeństwa i higieny pracy (szczególnie odnośnie do oświetlenia i wentylacji).

Potokowość procesu produkcyjnego osiąga się przez rozmieszczenia parku maszynowego i urządzeń zgodnie z kolejnością operacji procesu technologicznego.

Racjonalną organizację stanowisk pracy osiąga się przez najbardziej celowe wzajemne rozmieszczenie podstawowego oraz związanego procesem technologicznym pomocniczego parku maszynowego, urządzeń i pieców (na przykład młota do kucia w matrycach, pieca i tłoczniaka do obcinania gratu).

Tablica 24 zawiera schematy wzajemnego rozmieszczenia podstawowego i związanego z nim pomocniczego parku maszynowego urządzeń i pieców, wykazując zalety i wady każdego schematu.

W przypadku wykonywania pracy na agregatach (operacja wstępna na jednym młocie, a operacja wykańczająca na drugim młocie) w celu uzyskania szybkiego podawania odkuwki z pierwszej operacji na drugą młoty powinny być możliwie jak najmniej oddalone jeden od drugiego (rys. 14 linie  $b$  i  $c$ ).

W razie konieczności obcinania gratu przed kuciem w matrycy wykańczającej między młotami umieszcza się tłocznik obcinający (rys. 14 linia  $a$ ).

Przy wielkich tłocznikach zazwyczaj piece obsługujące, tak jak przy młotach do kucia w matrycach, ustawia się na lewo od tłoczni. Brak dźwigni uruchamiających i regulujących przy tłocznikach zezwala na ustawianie pieców po dowolnej stronie.

Aby osiągnąć dobre warunki oświetlenia i wentylacji, stanowiska pracy należy ustawić prawidłowo w stosunku do okien i świetlików umieszczając je wzdłuż ścian budynku. Inne ustawienie stanowisk pracy (na przykład wzdłuż środkowego przejścia), zwłaszcza w przypadku dwurzędowego rozmieszczenia maszyn i urządzeń w nawie, pogarsza warunki wentylacji, ponieważ świeże powietrze

napływające przez okna nie dochodzi do stanowisk pracy, gdyż unosi się do góry porwane wstępującymi prądami wytwarzanymi przez piece.

Rozmieszczenie maszyn i urządzeń w przypadku stosowania kierunku poprzecznego przebiegu procesu produkcji przedstawione jest na rysunku 14.

Tablice 25, 26 i 27 zawierają dane służące do orientacyjnego określenia długości między podstawowymi i wspólnymi urządzeniami (wymiary podano według najbardziej wystających części) [14, 16].

Na rysunku kompozycyjnym wydziału należy dać rozstawianie maszyn i urządzeń, odległości między nimi i przyległymi elementami budynków, przebieg przewodów rurowych pary, gazu, sprężonego powietrza, ropy jak również położenie przewodów kominowych.

Tablica 25

## Odległości między urządzeniami

Młoty parowo-powietrzne do kucia w matrycach					
<p>1 — młot 2 — piec 3 — tłocznik do obcinania gratu 4 — przyległe urządzenia</p>					
ciężar biljaka młota w T	wymiar w mm				
	A	a	b	c	d
0,5	5 500	800	700	1 500	1 500
0,75	5 500	800	700	1 500	1 500
1	5 500	1 000	800	2 000	2 000
1,5	6 500	1 000	800	2 000	2 000
2	6 500	1 200	800	2 000	2 000
2,5	6 500	1 200	800	2 000	2 000
3	7 500	1 400	1 000	3 000	3 000
4	7 500	1 400	1 000	3 000	3 000
5	7 500	1 800	1 200	4 000	4 000
6	7 500	1 800	1 200	4 000	4 000
Młoty cierne do kucia w matrycach					
<p>1 — młot 2 — piec 3 — tłocznik do obcinania gratu 4 — przyległe urządzenia</p>					
ciężar biljaka młota w T	wymiar w mm				
	A	a	b	c	d
0,5	5 500	800	700	1 500	1 500
0,75	5 500	800	700	1 500	1 500
1	5 500	1 000	800	2 000	2 000
1,5	6 500	1 000	800	2 000	2 000



## Odległości między urządzeniami

Kuzniarki poziome						Maszyny poziome do gięcia, buldożery					Tłoczenie ciearne				
<p>1 — kuzniarka pozioma 2 — piec 3 — maszyna do obcinania gratu 4 — przyległe urządzenie</p>						<p>1 — buldożer 2 — piec 3 — przyległe urządzenie</p>					<p>1 — tłocznia ciearna 2 — piec 3 — przyległe urządzenie</p>				
wymiary maszyny w calach	wymiary w mm					siła nacisku maszyny w T	wymiary w mm				siła nacisku tłoczni w T	wymiary w mm			
	A	a	b	c	d		A	a	b	c		A	a	b	c
1	4 750	700	500	1 500	1 500						20	4 500	700	1 500	1 500
1½	4 000	800	500	2 000	2 000	35	4 000	1 000	1 500	1 500	30	4 500	700	1 500	1 500
2	5 000	800	500	2 000	2 000	45	4 000	1 000	1 500	1 500	60	4 500	700	1 500	1 500
3	4 250	800	500	3 000	3 000	100	4 000	1 000	1 500	1 500	100	4 500	1 000	2 000	2 000
4	5 000	1 000	500	3 000	3 000	200	4 000	1 200	2 000	2 000	180	5 000	1 000	2 000	2 000
5	4 700	1 000	500	3 500	3 500	300	4 500	1 200	2 000	2 000	300	5 000	1 500	3 000	3 000
6	4 000	1 000	500	3 500	3 500						500	5 000	1 500	3 000	3 000
7½	4 250	1 000	500	4 000	4 000										

## Odległości między urządzeniami

Tablica 27

Młoty parowo-powietrzne						Młoty powietrzne					
<p>1 — młot 2 — piec 3 — urządzenie sąsiadujące</p>						<p>1 — młot 2 — piec 3 — urządzenie sąsiadujące</p>					
Typ	Ciężar bijaka w T	Wymiary w mm				Ciężar bijaka w T	Wymiary w mm				
		A	a	b	c		A	a	b	c	
Jednokolumnowy	1	6 500	2000	2000	2000	0,075	3 500	800	2 000	2 000	
Jednokolumnowy	2	7 500	2 500	3 000	3 000	0,1	4 500	800	2 000	2 000	
Jednokolumnowy	3	7 500	3 000	3 000	3 000	0,15	4 500	1 000	2 000	2 000	
Jednokolumnowy	3	7 500	3 000	3 000	3 000	0,2	4 500	1 000	2 000	2 000	
Bramowy	2	7 500	2 500	3 000	3 000	0,3	4 000	1 000	2 000	2 000	
Bramowy	2	7 500	2 500	3 000	3 000	0,4	4 000	1 000	2 000	2 000	
Bramowy	3	7 500	3 000	3 000	3 000	0,5	4 500	1 250	2 500	2 500	
Bramowy	3	7 500	3 000	3 000	3 000	0,75	5 500	1 500	3 000	3 000	
Bramowy	5	8 500	4 000	4 000	4 000	1,0	5 500	2 000	3 000	3 000	

**Budynki wydziałów kuzniczych.** Wydziały kuznicze I klasy mogą być umieszczone albo w oddzielnych niewielkich budynkach, albo razem z innymi wydziałami na przykład obróbki cieplnej.

W zależności od wielkości wydziału budynek może posiadać jedną lub dwie nawy. W przypadku ostatnim w głównej nawie (szerokość 12, rzadziej 15 m) umieszcza się podstawowe oddziały produkcyjne, a w uzupełniającej

nawie (szerokość 6 ÷ 9 m) oddziały przygotowawcze, magazyny surowców lub przygotowanych pociętych kawałków stali, skład gotowych odkuwek, oddziały obróbki cieplnej, wymagające oddzielnych pomieszczeń, (cyjanowanie, azotowanie, trawienie), oddziały kontroli produkcji i inne. Budynki tego typu przeważnie wchodzi w skład zakładów budowy obrabiarek.

Do dobrego rozplanowania wydziałów II klasy dogodne są jednonawowe i dwunawowe budynki, opisane powyżej dla wydziałów I klasy, a rzadziej — trzynawowe. Ostatnie są dużo trudniejsze do wentylacji.

Budynki warsztatów III klasy mają nie mniej niż dwie nawy, z których jedna przeznaczona jest na tłocznie, druga na piece.

W razie konieczności rozmieszczenia dużej ilości tłocznii nie należy ustawiać ich w jednej nawie, ponieważ w przypadku tym budynek byłby nadmiernie długi, a jego wysokość, przyjęta według najwyższej tłoczni, byłaby zbyt duża dla mniejszych pras. Poza tym skupienie w jednej nawie wielkiej ilości tłocznii o sile nacisku 100 T, a nawet więcej, komplikuje pracę transportu wewnętrznego.

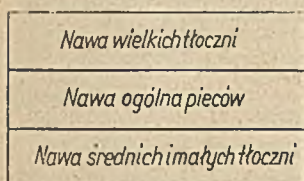
Wydziały tego rodzaju należy projektować w 3-nawowym budynku posiadającym dwie nawy przeznaczone na tłocznie, a środkową nawę znajdującą się między nimi przeznaczoną na piece (rys. 3), albo w budynku czteronawowym składającym się z dwóch naw, przeznaczonych na tłocznie i dwóch bocznych — na piece. Pierwszy sposób projektowania, ze względu na warunki wentylacji, jest najlepszy.

Spotyka się jednak wydziały kuznicze wybudowane według drugiego schematu, przy czym do naw znajdujących się w środku, a przeznaczonych na tłocznie, dodaje się jeszcze jedną lub kilka naw, w których rozmieszcza

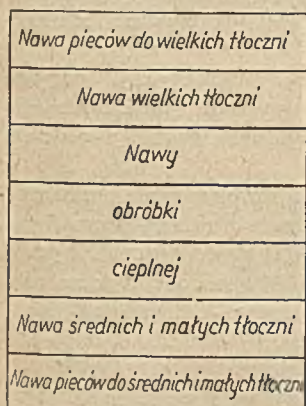


się piece do wyżarzania i normalizowania odkuwek jak również urządzenia do wtórnej obróbki cieplnej (rys. 4).

Przeważnie dla wydziałów IV klasy najbardziej charakterystyczny jest typ budynku składający się z dwóch, trzech lub więcej podłużnych naw szerokości  $18 \div 24$  m, odległych od siebie nie mniej niż 24 m. Do czoła tych naw przylega jedna, dwie lub trzy nawy poprzeczne (rys. 13). Budynki takie, projektowane zasadniczo dla wydziałów kuźniczych kucia swobodnego i kucia w matrycach — w zakładach budowy samochodów i ciągników, mogą być dobrze wentylowane i są one również



Rys. 3. Schemat układu powierzchni w budynku trzynawowym wydziału kuźniczego wyposażonego w tłocznie (nawa wszystkich pieców położona jest między dwiema nawami tłocznymi).



Rys. 4. Schemat układu powierzchni wydziału kuźniczego wyposażonego w tłocznie w budynku wielonawowym (nawy pieców położone są po bokach naw tłoczni).

naw ustala się na podstawie warunków dobrej wentylacji wydziału.

Tablica 28 zawiera orientacyjne dane, odnoszące się do wysokości i szerokości naw, zebrane z projektów wydziałów kuźniczych zakładów budowy maszyn ciężkich i średnich jak również budowy obrabiarek, w zależności od charakterystyki zainstalowanego w nich parku maszynowego (młoty do kucia swobodnego i w matrycach, tłocznie) [15].

Wysokość naw w zależności od charakterystyki młota jest podana zakładając zużywanie suwnicy do demontażu i montażu tłoczyska młota w czasie jego remontu. W przypadku kiedy w wydziale znajduje się tylko jeden wielki młot wymagający znacznego powiększenia wysokości budynku, niepotrzebnej dla pozostałej części nawy, celowe jest zrezygnowanie z używania suwnicy do wyciągania tłoczyska młota. W takim przypadku młot powinien być umieszczony w środku między dwoma wiązarami. Wiązary wykonuje się wzmocnione. Do ich górnego podciągu

przymocowuje się poprzeczną belkę, do której będziemy mogli doczepić dźwig służący do wyciągania tłoczyska. Montaż i demontaż innych części młota w przypadku remontu przeprowadza się za pomocą suwnicy.

Tablica 28 podaje wysokości naw, liczone do powierzchni główki szyn torów podsuwnicowych, zaokrąglone w górę do 0,5 m.

Wysokość i szerokość naw, w których mieszczą się piece, podaje tablica 28 zakładając rozmieszczenie ich obok naw tłoczni według rys. 4. Jeżeli nawa pieców jest w środku między dwiema nawami tłoczni (rys. 3), szerokość jej powinna być uzależniona od wymiarów pieców ustawionych w dwóch rzędach i od możliwości przeprowadzenia przewodów wyciągowych.

Ustawiając młoty parowo-powietrzne do kucia w matrycach, wysokości naw mogą być przyjmowane takie same, jak dla młotów swobodnego kucia, ponieważ wysokości młotów tego samego ciężaru różnią się stosunkowo niewiele.

Przy rozmieszczaniu młotów do kucia w matrycach w wydziałach kuźniczych I i II klasy szerokość naw przyjmuje się tę samą, co dla młotów do kucia swobodnego (zgodnie z tablicą 28).

Tablica 28

## Wysokość i szerokość naw wydziałów kuźniczych

Ciężar bijaka młota lub siła nacisku tłoczni w T	Wysokość naw w m		Szerokość naw w m	
	do główki szyny jezdni podsuwnicowej	do wysokości podciągu kratownicy w nawach bez suwnic	przy jednorzędowym ustawieniu maszyn i urządzeń	przy dwurzędowym rozstawieniu maszyn i urządzeń i jednym przejściu środkowym
Młoty pneumatyczne (typ Beché)				
0,1	4,5	5	6	9
0,15	4,5	5	6	9
0,2	4,5	5	6	12
0,3	4,5	5	6÷9	12
0,4	6	6	9	12
0,5	6	6	12	15
0,75	6	6	12	15
1,0	6	6	12	15+18
Młoty parowo-powietrzne do kucia swobodnego				
0,5	7	6	9	12÷15
0,75	7	6	9	15
1,0	8	—	12	15+18
2,0	9	—	15	21
3,0	10÷11 <sup>1)</sup>	—	15÷18	21
5,0	11÷12 <sup>1)</sup>	—	18÷21	—
Kuzniarki				
600	10	—	21	—
800	10	—	21	—
1 000	11	—	18÷21 <sup>2)</sup>	9 5
1 200	11	—	18÷21 <sup>2)</sup>	9 5
1 500	12	—	21÷24	9÷12 6
2 000	12	—	21÷24	9÷12 6
3 000	13	—	24÷27	12÷15 6÷7
5000/6000	16	—	27÷30	12÷15 7÷8
10 000	19	—	27÷30	15 8÷10
Nawy pieców				
szerokość <sup>3)</sup> w m				
wysokość <sup>4)</sup> w m				

1) Górne wartości odnoszą się do wyższych młotów bramowych.  
2) W razie istnienia nawy pieców lub gdy część długości pieca mieści się w sąsiedniej nawie

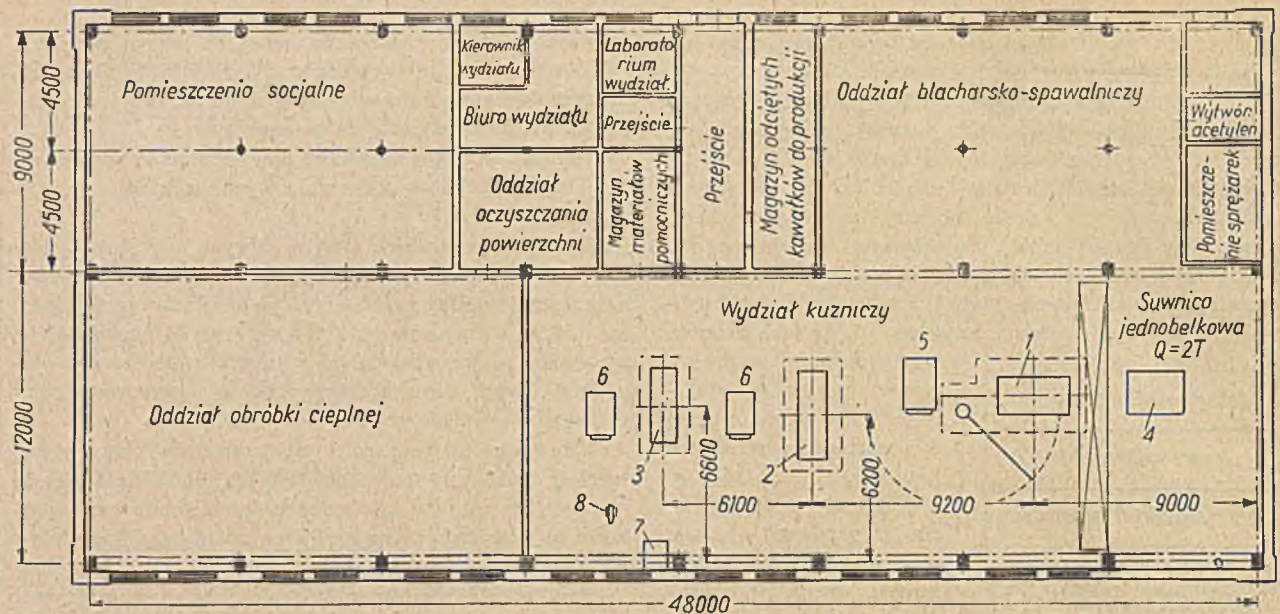
3) Szerokość nawy powinna być zgodna z długością pieców i konstrukcją urządzeń powietrzno-grzewczych, np. rekuperatory zewnętrzne rozszerzają nawę.

4) Wysokość podana jest dla naw bez suwnic; przy projektowaniu szczegółowym powinna ona być związana z wysokością przewidzianych pieców.

Szerokość naw wydziałów IV klasy omówiona była poprzednio.

Przykładowe rozplanowanie powierzchni i rozmieszczenia maszyn i urządzeń w wydziałach kuźniczych różnych klas i grup podane są na rys. 5-13.





Rys. 5. Wydział kuzniczy zakładu budowy obrabiarek: 1 — młot 1 T parowo-powietrzny, 2 — młot 0,5 T powietrzny, 3 — młot 0,15 T powietrzny, 4 — piec grzewczy o powierzchni trzonu 1,2 × 1,5 m, 5 — piec grzewczy o powierzchni trzonu 0,8 × 1,2 m, 6 — piec grzewczy o powierzchni trzonu 0,6 × 0,8 m, 7 — ognisko kowalskie, 8 — kowadło.

Rys. 5 przedstawia rozplanowanie powierzchni wydziału kuzniczego zakładów budowy obrabiarek w dwunawowym budynku o powierzchni ogólnej wynoszącej 1000 m<sup>2</sup>.

Budynek ma nawę główną szerokości 12 m i dodatkową nawę szerokości 9 m, obie nawy pokryte są dachem jedno- i dwuspadowym.

W budynku mieści się wydział kuzniczy o produkcji rocznej 800 ÷ 1200 ton oduwek zależnie od stopnia trudności ich wykonania (II klasa 1 grupa).

W nawie głównej, obsługiwanej suwnicą jednobelkową 2 T, znajdują się wszystkie podstawowe maszyny kuznicze i piece jak również oddział obróbki cieplnej.

W nawie dodatkowej mieszczą się: oddział blacharsko-spawalniczy, skład przygotowanych pociętych kawałków metalu, magazyn materiałów pomocniczych i oddział oczyszczania powierzchni części po obróbce cieplnej. Tu również znajdują się pomieszczenia socjalne, laboratorium wydziałowe (obróbki cieplnej) i biuro wydziału.

Na rys. 6 przedstawiony jest wydział kuzniczy zakładu budowy okrętów o powierzchni całkowitej 2900 m<sup>2</sup> i wydajności rocznej 8 000 ÷ 10 000 ton oduwek (II klasa 3 grupa).

Wydział wyposażony jest w park maszynowy złożony z tłoczni (tłocznie do kucia 1200 i 750 T) i młotów (2; 1; 0,5; 0,25 i 0,15 T), rozmieszczony w dwóch nawach.

Tłocznie umieszczono w jednej osi. Pozwala to na wykorzystanie ustawionego między tłoczniami manipulatora obrotowego do obsługi dwu tłoczni, którego udźwign, w zależności od przyjętego ciężaru oduwek, można ustalić na 3 ÷ 5 T, a w szczególności do przekazywania części wstępnie obrobionych pod prasą 1200 T na tłocznę wykańczającą 750 T.

W głównej nawie przewidziano dwie suwnice o udźwigu 20/5 T każda. Jedna z nich przeznaczona jest do obsługi tłoczni 1200 T a drugą, współpracującą w rzadkich przypadkach z pierwszą, w czasie pozostałym powinna wykonywać wszelkie prace pędnośno-transportowe. Na wolnej od pieców powierzchni nawy piecowej umieszcza się oddział pomp i zbiorników powietrza oraz drobne maszyny i urządzenia kuznicze.

Warsztat mechaniczno-remontowy i skład materiałów pomocniczych, jako niewymagające pomieszczeń, umieszczono na parterze jednopiętrowej przybudówki pomieszczeń socjalnych.

Rozplanowanie powierzchni produkcyjnej, przyjęte w tym projekcie, przewiduje istnienie dwóch całkowicie wydzielonych oddziałów — oddziału tłoczni i oddziału młotów.

Rys. 7 przedstawia [16] plan rozmieszczenia parku maszynowego i urządzeń w wydziale kuzniczo-tłoczniowym zakładu produkcji parowozów (II klasa 4 grupa). Wydajność wydziału wynosi około 18 000 ton oduwek na rok.

W wydziale znajduje się parowo-hydrauliczna tłocznia kuznicza o sile nacisku 1500 ÷ 2000 T i parowo-powietrzne młoty 12, 5, 3 T i mniejsze.

Cały park maszynowy i urządzenia wydziału mieszczą się w trzynawowym budynku o powierzchni około 8000 m<sup>2</sup>.

W nawie o szerokości 12 m znajdują się piece grzewcze z ruchomymi trzonami. W nawie środkowej o szerokości 24 m umieszczono parowo-hydrauliczną tłocznia kuzniczą o sile nacisku 1500 ÷ 1200 T i parowo-powietrzne młoty kuznicze 5 i 12 T. Należy zaznaczyć, że instalowanie młotów do kucia swobodnego z ciężarem bijaka powyżej 5 T nie jest polecane i należy zastępować je tłoczniami. Obecność w tym wydziale młota 12 T jest wyjątkiem.

Do obsługi środkowej nawy przewidziano 3 suwnice elektryczne o udźwigu 30/5, 20/5 i 10 T.

Przyległą nawę o szerokości 18 m zajmują młoty kuznicze do 3 T. Nawa ta obsługiwana jest dwiema suwnicami elektrycznymi, każda o nośności 5 T.

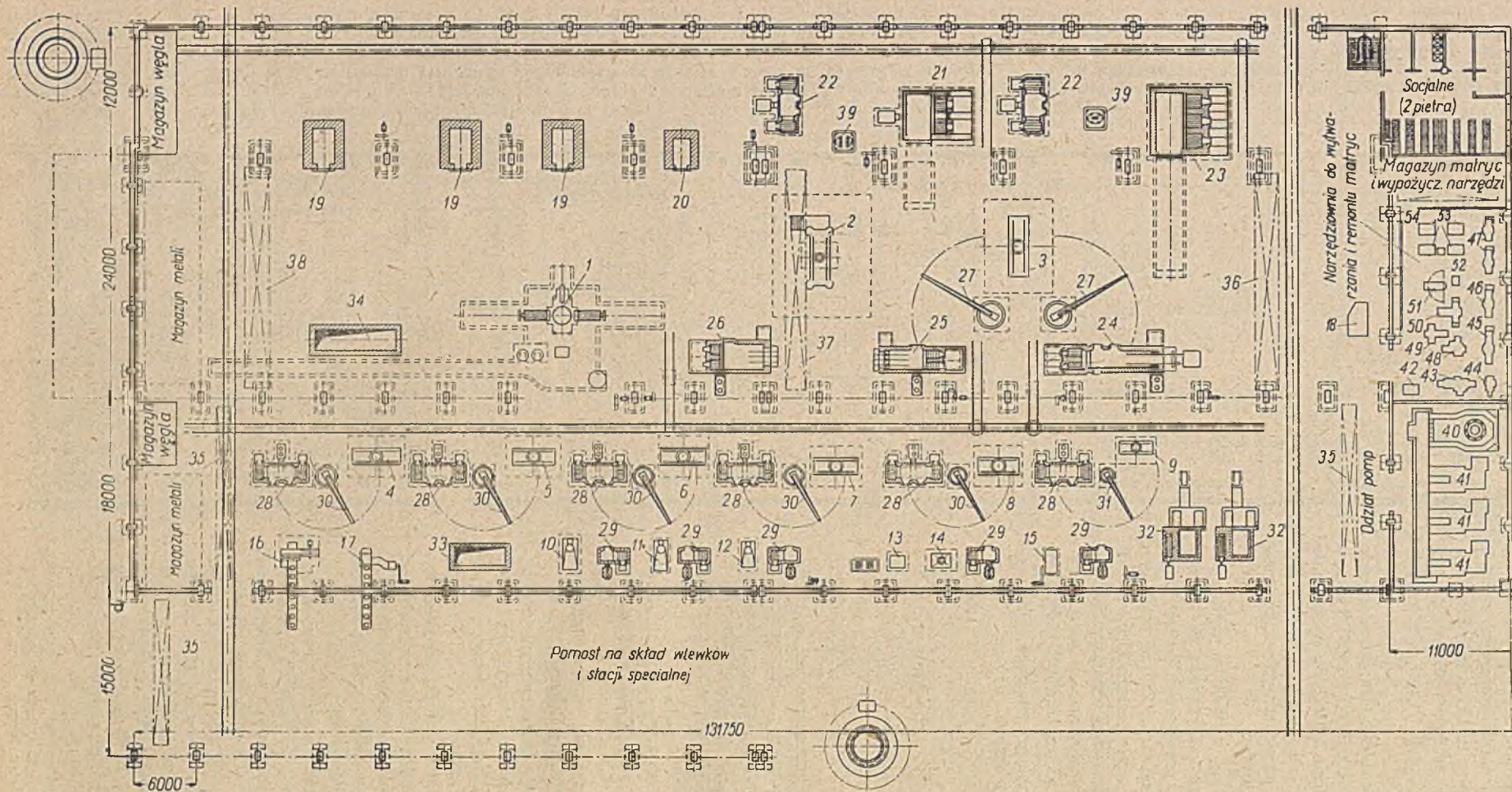
Do budynku przylega otwarty pomost o powierzchni około 1000 m<sup>2</sup>, służący za skład półfabrykatów i wlewków. Szerokość pomostu między csiami słupów wynosi 15 m. Pomost obsługuje jedna suwnica elektryczna o udźwigu 5 T. Dostawa paliwa stałego do pieców i wywóz popiołu przeprowadza się wózkami poruszającymi się po torze wąskotorowym (projekt przewiduje możliwość przejścia na opalanie pieców paliwem gazowym).

Rysunek 8 [16] uwiadcza rozmieszczenie parku maszynowego i urządzeń w wydziale kuzniczo-tłoczniowym



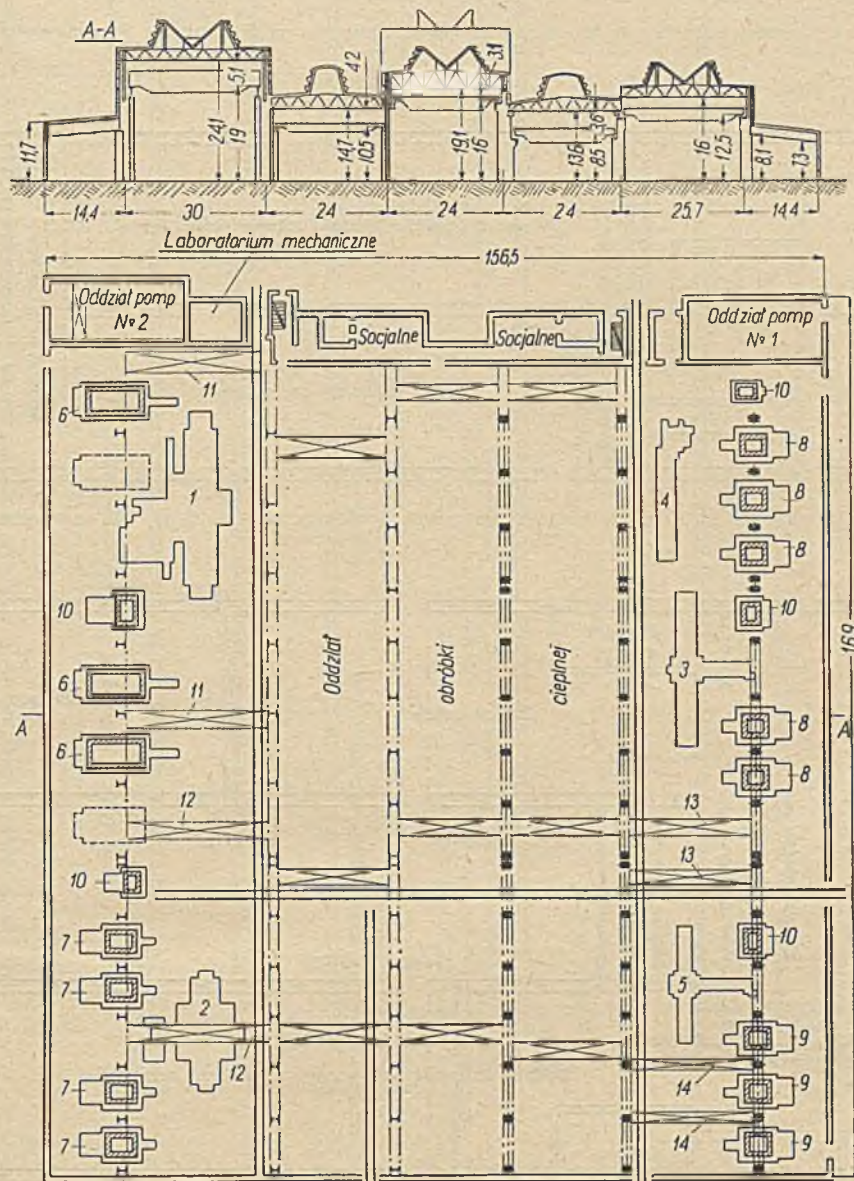






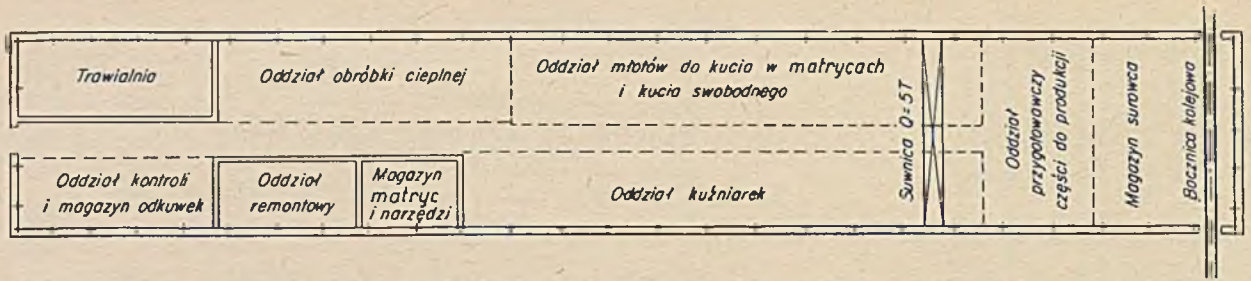
Rys. 7. Wydział kuźniczo-tłoczniowy zakładu budowy parowozów: 1 — tłocznia kuźniczaparowo-hydrauliczna o sile nacisku 1500 — 1200 T, 2 — młot parowy 12 T, 3 — młot parowy 5 T, 4 — młot parowy 3 T, 5 — młot parowy 2,5 T, 6 — młot parowy 2,5 T, 7 — młot parowy 2 T, 8 — młot parowy 1,5 T, 9 — młot parowy 1 T, 10 — młot powietrzny 150 kG, 11 — młot powietrzny 250 kG, 12 — młot powietrzny 150 kG, 13 — dwustronna tłocznia do obcinania gratu 50 T, 14 — młot spadowy deskowy 570 kG do kucia w matrycach, 15 — kuźniarka pozioma 200 T, 16 — nożyce 1100 T, 17 — nożyce hydrauliczne 200 T, 18 — piła tarczowa o średnicy piły 1600 mm, 19 — piec grzewczy z regeneratorami (powierzchnia trzonu 1,5 × 3 m), 20 — piec grzewczy z regeneratorem (powierzchnia trzonu 1,5 × 3 m), 21 — piec grzewczy z wysuwaniem trzonem o powierzchni 2 × 4 m, 22 — piec grzewczy o powierzchni trzonu 2 × 1,2 m, 23 — piec do normalizowania i wyżarzania (powierzchnia trzonu 2 × 6 m), 24 — piec grzewczy metodyczny (powierzchnia trzonu 7,5 × 1,9 m), 25 — piec półmetodyczny (powierzchnia trzonu 31 × 2 m), 26 — piec półmetodyczny do grzania końców, 27 — żurawie wspornikowe (Q = 3 T, L = 7 m), 28 — piec grzewczy (powierzchnia trzonu 2 × 1,2 m), 29 — piec grzewczy (powierzchnia trzonu 1 × 0,9 m), 30 — żurawie wspornikowe (Q = 3 T, L = 5,2 m), 31 — żuraw wspornikowy (Q = 1 T, L = 5,2 m), 35 — suwnice Q = 5 T, 36 — suwnica Q = 10 T, 37 — suwnica Q = 20/5 T, 38 — suwnica Q = 30/3 T, 39 — prasy Wooda, 40 — akumulator powietrza 150 at, 41 — poziome pompy dwucylindrowe, wysokoprzężne, 42 — płyta traserska, 43 — strugarka 620 × 1200 mm, 44 — strugarka poprzeczna (skok 600 mm), 45 — tokarka 300 1500 mm, 46 — tokarka 200 × 1500 mm, 47 — tokarka 200 × 1000 mm, 48 — karuzelówka o średnicy 815 mm, 49 — frezarka pionowa 420 × 1600 mm, 50 — frezarka uniwersalna 420 × 1600 mm, 51 — wiertarka promieniowa o średnicy 35 mm, 52 — ostrzarka, 53 — płyta montażowa 1 × 1,5 m, 54 — suwnica jednobelkowa Q = 2 T.



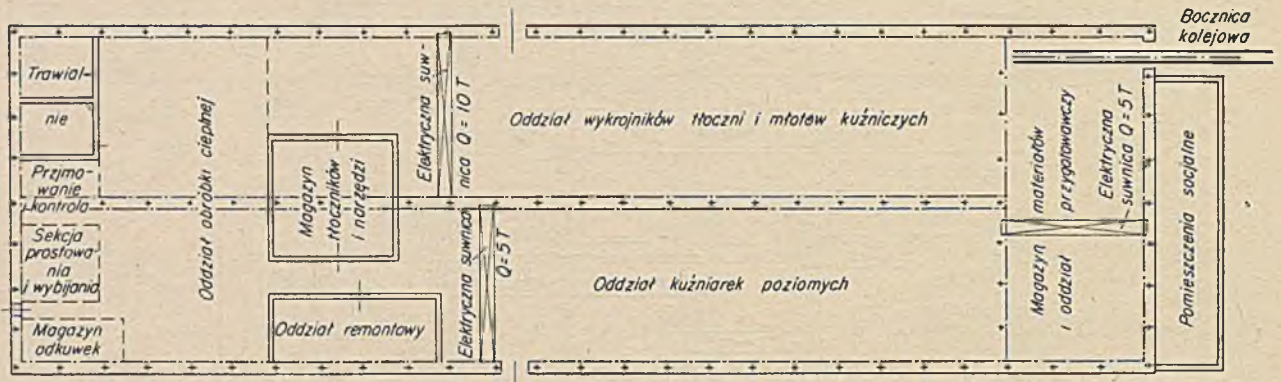


Rys. 8. Wydział kuźniczo-tłoczeniowy zakładu budowy maszyn ciężkich: 1 — tłocznia parowo-hydrauliczna 10000 T, 2 — tłocznia parowo-hydrauliczna 5000 T, 3 — tłocznia parowo-hydrauliczna 3000 T, 4 — pozioma tłocznia hydrauliczna 3000 T, 5 — tłocznia parowo-hydrauliczna 1500 T, 6 — piece grzewcze z wysuwany trzonem  $10 \times 3,6$  m, 7 — piece grzewcze z wysuwany trzonem  $7 \times 3,2$  m, 8 i 9 — piece grzewcze z wysuwany trzonem  $3,2 \times 2,2$  m, 10 — piece do grzania końców, 11 — suwnice  $Q = 250/70$  T, 12 — suwnice  $Q = 150/50$  T, 13 — suwnice  $Q = 80/30$  T, 14 — suwnice  $Q = 35/10$  T.

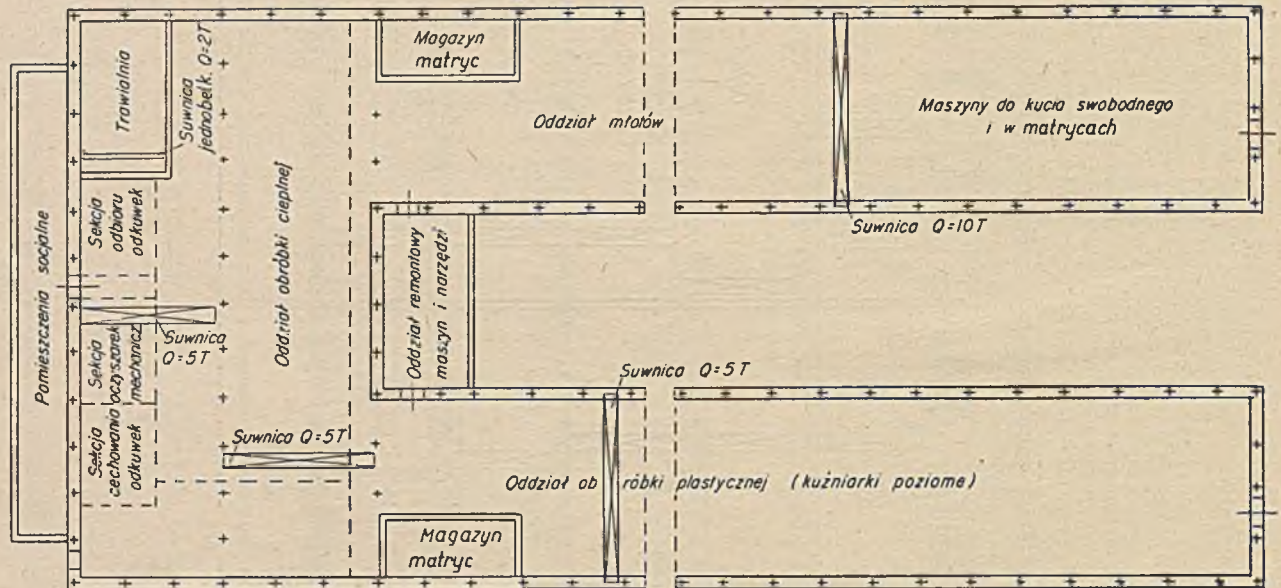




Rys. 9. Wydział kuźniczy do kucia w matrycach, umieszczony w budynku jednonawowym.



Rys. 10. Wydział kuźniczy do kucia w matrycach, umieszczony w budynku dwunawowym.



Rys. 11. Wydział kuźniczy do kucia (budynek w kształcie litery II).

kuźnych naw równa się 102 m, a trzeciej — 96 m. Na zewnątrz między drugą a trzecią nawą podłużną znajduje się budynek o szerokości 12 m i o powierzchni 288 m<sup>2</sup>. W budynku tym mieści się magazyn kwasów potrzebnych dla trawalnia i urządzenia do krystalizacji siarczanu żelaza. Skład surowców i oddział przygotowawczy znajdują się w oddzielnym budynku.

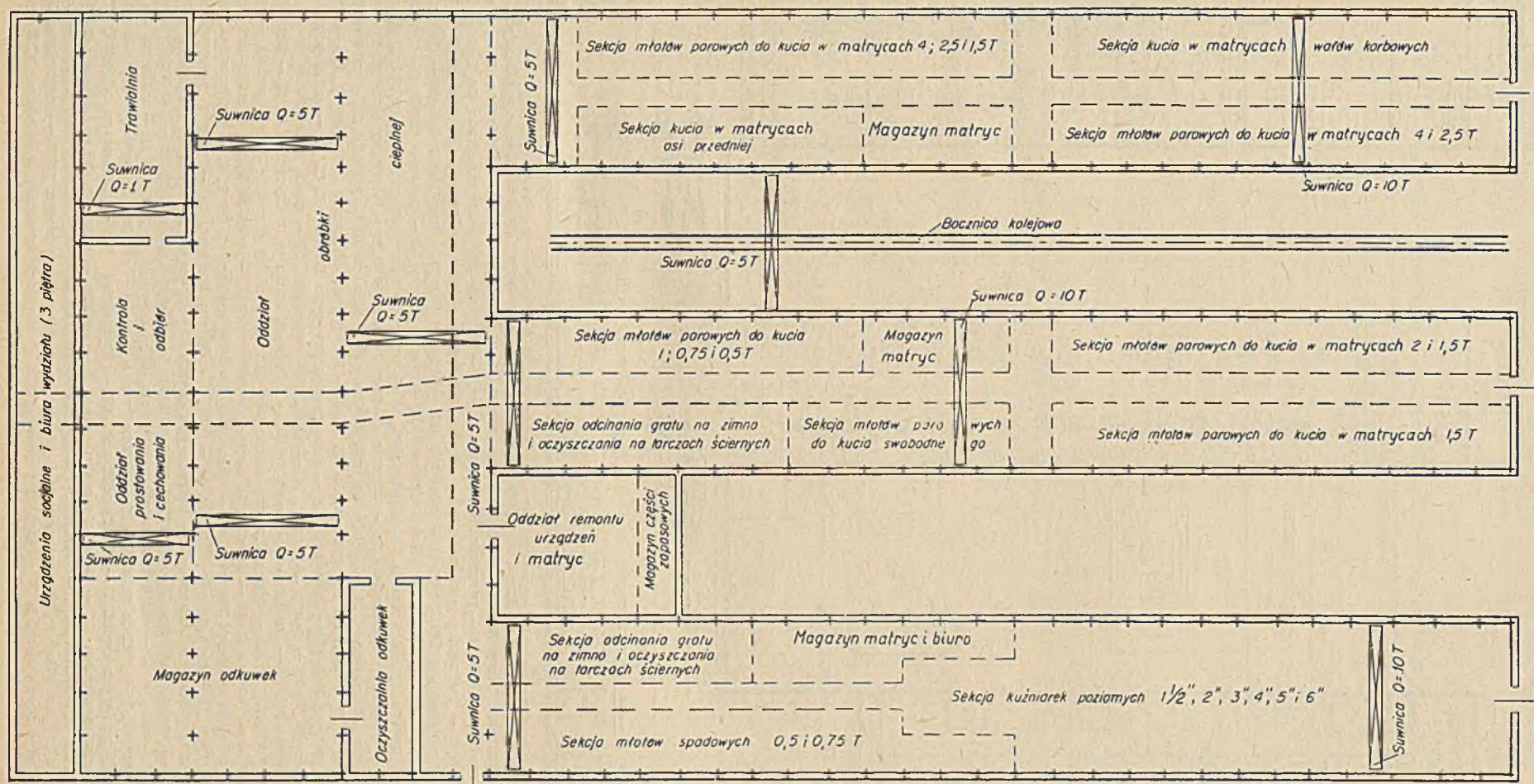
W pierwszej nawie podłużnej umieszczono maszyny i urządzenia ciężkich młotów do kucia w matrycach; obsługują je dwie suwnice elektryczne o udźwigu 5 i 10 T. Największa moc zainstalowanego młota do kucia w matrycach wynosi 7 T, a zakres pracy kuźniarki poziomej — 6".

W drugiej poprzecznej nawie zainstalowano średnie i lekkie maszyny kuźnicze, obsługiwane dwiema suwnicami o udźwigu 5 T każda. Największa moc zainstalowanego młota do kucia w matrycach wynosi 2 T, a zakres pracy kuźniarki poziomej — 4".

W trzeciej podłużnej nawie umieszczono oddział mechaniczny i obróbki cieplnej do produkcji matryc, obsługiwane suwnicą elektryczną o udźwigu 5 T.

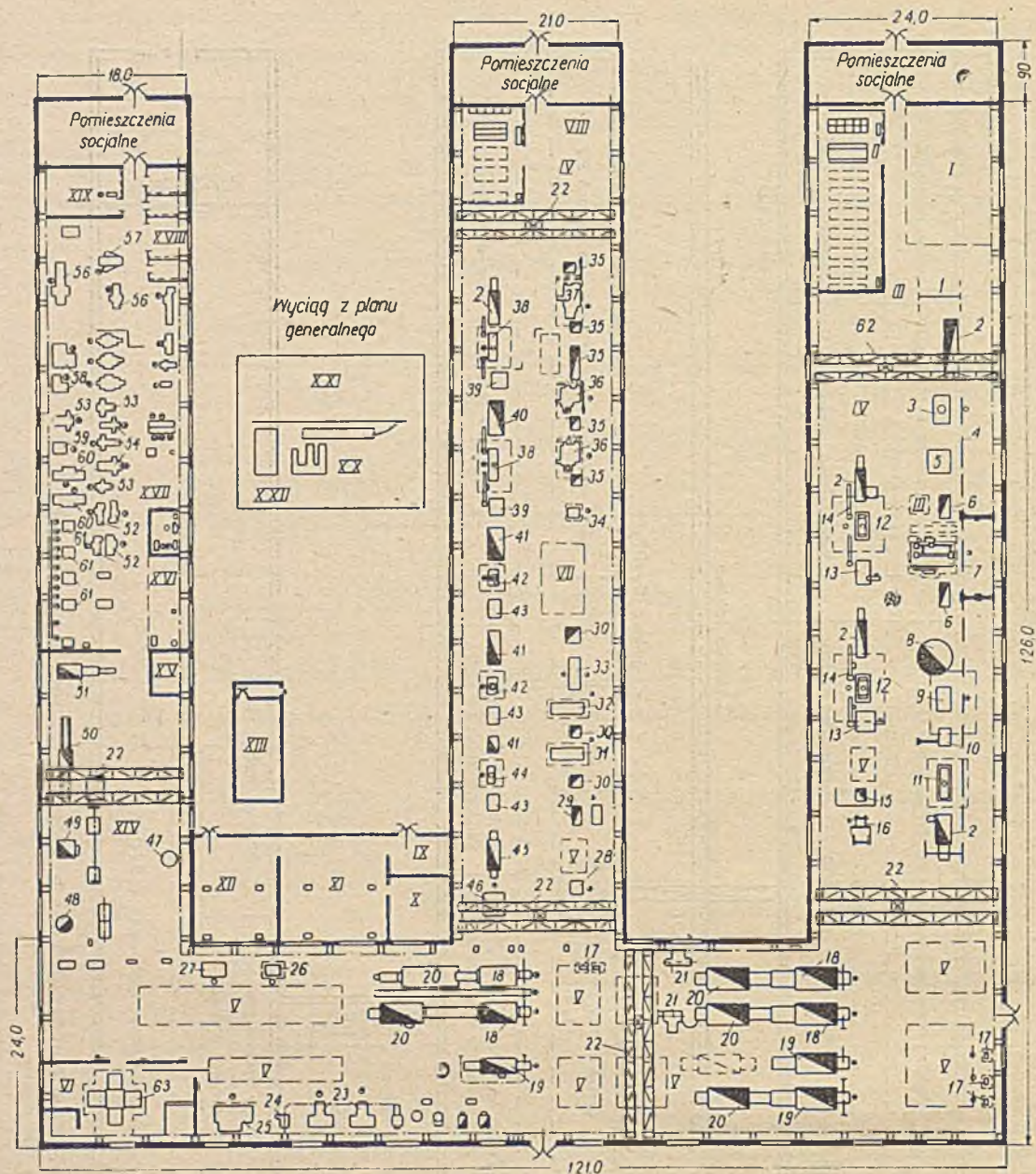
W nawie poprzecznej znajdują się oddział obróbki cieplnej (wyżarzanie i normalizowanie odkuwek) oraz trawialnia i oczyszczalnia. Są one obsługiwane suwnicami





Rys. 12. Wydział kuźniczy do kucia w matrycach (budynek w kształcie litery III).





Rys. 13. Wydział kuźniczy do kucia w matrycach zakładu budowy części samochodowo-ciągnikowych (budynek w kształcie litery III): 1 — suwnica jednobelkowa  $Q = 0,25$  T, 2 — piec metodyczny, 3 — młot do kucia w matrycach 7 T, 4 — przenośnik jednoszynowy, 5 — tłocznia do obcinania gratu 450 T, 6 — piec szczelinowy, 7 — kuźniarka pozioma 6", 8 — piec obrotowy, 9 — młot do kucia w matrycach 4 T, 10 — tłocznia do obcinania gratu 350 T, 11 — młot 2 T, 12 — młoty do kucia w matrycach 3 T, 13 — tłocznia do obcinania gratu 275 T, 14 — przenośniki członowe, 15 — piec grzewczy, 16 — buldożer 200 T, 17 — ostrzarki, 18 — piec hartownicze z koszami na przenośniku, 19 — piec do normalizowania z komorami do chłodzenia, 20 — piec do odpuszczania, 21 — tłocznia do prostowania 100 T, 22 — suwnice  $Q = 5$  T, 23 — płaskownice typu „Villebrator“, 24 — bęben do oczyszczania, 25 — komora do śrutowania, 26 — młot spadowy z deską 0,75 T, 27 — tłocznia do wyłaczania 800 T, 28 — tłocznia do obcinania gratu 200 T, 29 — ogniśko kowalskie gazowe, 30 — piec komorowe, 31 — młot powietrzny typu Beché 0,15 T, 32 — młot powietrzny typu Beché 0,35 T, 33 — prasa „Arboga“, 34 — kuźniarka rotacyjna, 35 — piec szczelinowy, 36 — kuźniarki poziome 3", 37 — kuźniarka pozioma 4", 38 — młoty do kucia w matrycach 2 T, 39 — tłocznia do obcinania gratu 200 T, 40 — piec grzewczy dwukomorowy, 41 — piec grzewcze komorowe, 42 — młoty do kucia w matrycach 1 T, 43 — tłocznia do obcinania gratu 90 T, 44 — młot do kucia w matrycach 0,75 T, 45 — piec ze stopniowanym trzonem, 46 — tłocznia do kucia w matrycach 450 T, 47 — piaskownica ze stołem obrotowym, 48 — piec do odpuszczania, 49 — piec z kullstym trzonem, 50 — piec z przepychaczem, 51 — piec z wysuwającym trzonem, 52 — tokarka pociągowa, 53 — frezarki pionowe, 54 — frezarki uniwersalne, 56 — frezarki poziome, 57 — frezarka promieniowa, 58 — frezarka koplarka, 59 — karuzelówka, 60 — szlifierki do wałków, 61 — szlifierki z giętkim wałkiem, 62 — suwnica  $Q = 10$  T, 63 — maszyna do trawienia odkuwek, I — miejsce na buller, II — składy foremników, III — miejsce do przechowywania matryc, IV — składy naciętych części, V — składy odkuwek, VI — trawialnia, VII — miejsce na odpadki, VIII — miejsce remontu pieców, IX — skład siarczanu żelaza X — oddział chłodniczy, XI — oddział krystalizacyjny, XII skład kwasów, XIII — piwnica na oleje, XIV — oddział obróbki cieplnej matryc, XV — biuro, XVI — miejsce na skład międzyoperacyjny i oddział spawania elektrycznego, XVII — ostrzalnia, XVIII — skład części zapasowych, XIX — magazyn metalu, XX — budynek wydziału kuźniczego, XXI — magazyn metalu, XXII — wydział mechaniczny.



elektrycznymi o udźwigu 5 T. Poza tymi suwnicami, stanowiącymi ogólnie zakładowe środki transportu, przy poszczególnych agregatach przewidziane są zgodnie z zapro-

jektowanym procesem technologicznym, stałe podwieszane drogi transportowe z podnośnikami, przenośniki człono-we i inne miejscowe środki transportu.

Tablica 29

## Wskaźniki techniczno-ekonomiczne wydziałów kuzniczych

Nazwa wskaźnika	Jednostka miary	Klasy i grupy wydziałów kuzniczych											
		I		II				III		IV			
		1	2	1	2	3	4	1	2	1	2		
Produkcja odkuwek w stosunku do ciężaru surowca	%	65-95	83-93	81-91	80-90	75-85	70-80	55-75	55-75	72-80	72-80		
Zużycie na jedną T odkuwek	paliwa w odniesieniu do grzania i podgrzewania metalu (nie biorąc pod uwagę obróbki cieplnej odkuwek normalizowania i wyżarzania)	%	45-55	45-55	45-60	45-60	50-70	50-70	60-70	60-70	30-45	30-45	
		%	50-60	50-60	50-65	50-65	70-85	80-100					
		T	8	8	7-8	6-7	6-7	4,5-6	4-5,5	4-5,5	3,5-5	3,5-5	
Roczna produkcja odkuwek na	jak wyżej, lecz z obróbką cieplną	T	45-75	40-70	30-40	15-25	5-10	1-2	0,5-1,5	0,4-1,0	2,1-4,4 <sup>1)</sup>	1,4-2,0	
		pracownika produkcyjnego <sup>2)</sup>	T	5-10	15-25	20-35	30-50	35-55	50-80	100-160	120-180	$\frac{170-185^3)}{160-210}$	230-300
			pracownika według rejestru <sup>2)</sup>	T	4-8	12-20	16-28	20-30	20-30	30-45	50-90	60-100	$\frac{90-95^3)}{120-150}$
na 1 m <sup>2</sup> powierzchni produkcyjnej (w odniesieniu do jednej zmiany)	T			0,3-0,5	0,5-1,0	0,6-1,1	0,7-1,3	1,0-1,5	0,9-1,5	1,0-1,2	0,9-1,0	$\frac{1,5-2^4)}{2-2,5}$	3,5-4
	na 1 m <sup>2</sup> powierzchni całkowitej (w odniesieniu do jednej zmiany <sup>1)</sup> )	T	0,2-0,3	0,3-0,6	0,5-0,9	0,6-1,0	0,8-1,2	0,7-1,2	0,8-0,9	0,7-0,8	$\frac{1-1,5^4)}{1,5-2}$	2,5-3	
Zaloga		stosunek ilościowy pracowników pomocniczych do produkcyjnych	%	15-25	15-25	15-25	30-45	35-50	35-50	60-100	60-100	85-100 <sup>7)</sup>	85-100
	%		15-20	11-15	11-15	10-13	10-12	10-12	8-10	8-10	10-12	10-12	
	%		10-15	6-8	6-8	6-7	4-6	4-6	5-6	5-6	4-5	4-5	
	%		5-10	4-5	4-5	2-3	2-3	2-3	2-4	2-4	2-3	2-3	

1) Zużycie pary podano tylko dla odkuwek otrzymanych z maszyn z napędem parowym.

2) Produkcja podana uwzględnia ilość pracowników zajętych przy obróbce cieplnej odkuwek (normalizowanie, wyżarzanie).

3) Wskaźniki dla wydziałów I, II, III klasy uwzględniają powierzchnię potrzebną do obróbki cieplnej.

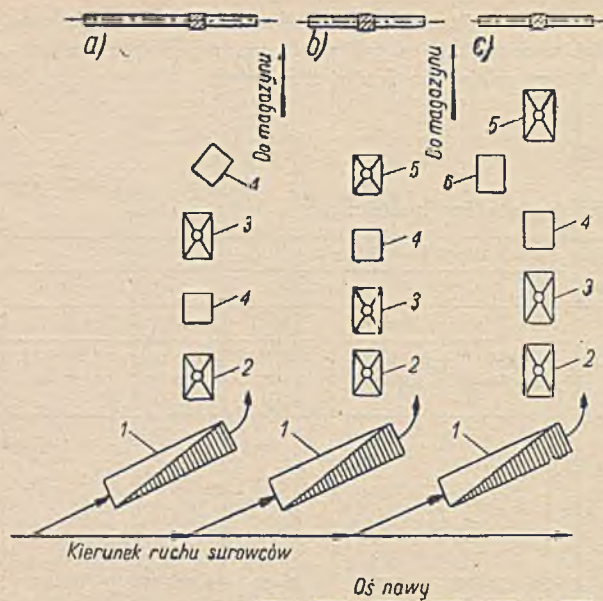
4) Patrz również tablica 7.

5) Wskaźniki w liczniku odnoszą się do wydziałów w zakładach budowy samochodów (samochód ciężarowy do 3 ton), a w mianowniku -- w zakładach wielkoseryjnej budowy wagonów.

6) Wskaźniki w liczniku odnoszą się do wydziałów w zakładach budowy samochodów (samochód ciężarowy do 3 ton), a w mianowniku -- w zakładach budowy ciągników (ciągnik wagi do 5 ton).

7) Wskaźnik obejmuje pracowników magazynu surowców.





Rys. 14. 1 — piece metodyczne, 2 — młoty do kucia wstępnego w matrycach, 3 — młoty wykańczające do kucia w matrycach, 4 — tłocznie do obcinania gratu, 5 — młoty do prostowania odkuwek, 6 — maszyna do krępowania korb wałów wykorbionych.

Spośród nowych wydziałów kuźniczych w USA (Chrysler, Oldsmobile, Chevrolet) produkujących wielkie serie odkuwek, park maszynowy i urządzenia rozmieszczone są nie wzdłuż, lecz w poprzek naw, przy czym tworzone są krótkie linie procesów technologicznych (rys. 14).

W przypadku tym strumień ładunków biegnie od środka nawy do zewnętrznej ściany i dalej przez drzwi do składu odkuwek. Możliwy jest naturalnie i odwrotny kierunek ruchu ładunków, przy którym surowiec podaje się wzdłuż bocznych przejazdów, a gotowe odkuwki odprowadzane są do środka nawy.

#### WSKAŹNIKI TECHNICZNO-EKONOMICZNE

Tablica 29 zawiera zestawienie wskaźników techniczno-ekonomicznych wydziałów kuźniczych I, II, III i IV klasy<sup>1)</sup>.

Podane wskaźniki w większości przypadków zaczerpnięte są z projektów budowy zakładów maszyn ciężkich, budowy obrabiarek (wydziały I, II i III klasy) i budowy maszyn średnich (wydziały IV klasy) [15] i [16].

<sup>1)</sup> Wskaźniki dla wydziałów klasy V, ponieważ obejmują wydziały o różnorodnej specjalnej produkcji, nie mogą być zawarte w tablicy zbiorowej.

#### LITERATURA I ŹRÓDŁA

1. GONCZAROW M. A.: Proizvodstvo krupnych pokovok. Maszgliz. M. 1945.
2. ZIMIN A. J. prof.: Rasczot i konstrukcja kuźniczych maszyn cz. 1. Gosudarstvennoje nauczno-techničeskoe izdatielstwo maszynostroitelnoj literatury. M. 1940.
3. ILIN H.G.: Termičeskaja obrabotka krupnych pokovok iz kaczestwiennyh stalej. Metalurgizdat. M. 1934.
4. KARABIN A. J.: Energičtka parowych i wozdusznych molotow kuznicy. Ukrmaszgliz. 1939.
5. KASJENKOW M. A.: Rabota i obsluźiwanije kuźniczych pieczej. Maszgliz. M. 1944.
6. LEBIEDIEW L. F.: Wozdusznošilowoje choziajstwo. Maszgliz. 1939.
7. Leningradskoe otdielenije Orgenergo: Tieplowoje choziajstwo promprijatiji. Energičizdat. M. 1934.
8. LUBOWNY J. S. I FALKIN A. A.: Ekonomija metala w kuźniczych cechach. Maszgliz. 1939.
9. NEJMANER K. F. prof.: Techniko-ekonomičeskije pokazateli i drugije materiaty dla projektirovanija kuźniczych cechow. Moskowskij Institut im. Stalina. M. 1938.
10. ORŁOW: Praktyka proizvodstwa krupnych pokovok. Metalbiuro. M. 1931.
11. PARNICKI A. A I PIETRUCHOW P. Z.: Kuźniczyje manipulatory OHTN. M. 1938.
12. SUCHARIEW N. W.: Rabota kuznicy na szatom wozduchie. Promizdat. M. 1947.
13. Klasifikacija kuźniczych cechow. Biuro techničeskich normatiwow HKCC. 1943. Awtor inż. S. N. CHRZANOWSKI.
14. Albom kuźnicznawo oborudowanija i tipowyje schlemy raspołożenija jewo w cechie. Giproenergoprom. M. 1939. Awtor inż. N.S. BRODIECKI.
15. Projekty kuźniczych cechow riada wagono-parowozow-awtomobilestankostroitelnych i drugih zawodow. Giprotiaźmasz. Giprosriedmasz. Giprostanok. M. 1939-1944.
16. Sprawocznik projektanta maszynostroitelnych zawodow. Giprosriedmasz. Kniga I. Maszgliz. M. 1946. Razdiel Kuźniczyje cechi. Awtory: inż. B. J. AJZENBERG, inż. G. Z. LASZCZENKO, inż. A. N. MANSUROW.
17. Tablicy wriemieni nagriewow chołodnych i goriaczich slitkow uglerodistych i legirowannyh stalej HKM3 i Y3TM.
18. Tipowyje zapiski k techničeskomu projektu. Indeks N-00-1. Giprotiaźmasz. M. 1940.
19. Tipowaja zapiska k techničeskomu projektu. Indeks III-00-15. Giprotiaźmasz. M. 1940.
20. Ukрупnionnyje normy proizwoditelnosti kowocznych molotow i priessow. Indeks IV-M-9 Giprotiaźmasz. M. 1940. Awtor inż. S. N. CHRZANOWSKI.

### PROJEKTOWANIE WYDZIAŁÓW PRODUKCJI SPRĘŻYN I RESORÓW

#### PRZEZNACZENIE WYDZIAŁÓW PRODUKCJI RESORÓW I SPRĘŻYN, ICH KLASYFIKACJA I WYJŚCIOWE DANE DO PROJEKTOWANIA PRZEZNACZENIE WYDZIAŁÓW PRODUKCJI RESORÓW I SPRĘŻYN

Wydziały (oddziały) produkcji resorów przeznaczone są do wykonywania kompletnych resorów i piór resoro-

wych jako części zamiennych. Wydziały produkcji resorów przy zakładach samochodowych produkują również wsporniki przednich i tylnych zderzaków do samochodów osobowych.

W zakładach budowy wagonów produkcja resorów łączy się zazwyczaj w jeden wydział z produkcją sprężyn zwijanych na gorąco.

Wydziały (oddziały) produkcji sprężyn przeznaczone są do wyrobu sprężyn płaskich i spiralnych zwijanych na zimno i gorąco.



Samodzielne wydziały produkcji sprężyn spotyka się przede wszystkim w specjalizowanych zakładach produkujących masowo części znormalizowane.

Oddziały wytwarzające sprężyny spiralne na zimno wchodzi zazwyczaj w skład wydziałów obróbki plastycznej na zimno, masowej produkcji części znormalizowanych lub wydziałów produkcji resorów i sprężyn. Oddziały wytwarzające sprężyny spiralne na gorąco wchodzi w skład wydziałów kuźniczych lub produkcji resorów i sprężyn.

Klasyfikacja wydziałów produkcji resorów i sprężyn (tablica 30) przeprowadzona jest z uwzględnieniem następujących kryteriów:

- przedmiotów, które projektowany wydział ma wytwarzać (resory, sprężyny, albo jedne i drugie);
- charakterystycznych procesów technologicznych i urządzeń stosowanych do wyrobu resorów lub sprężyn;
- rodzaju wytwórczości wydziału, która w zależności od założenia programu produkcji może być małoseryjna, seryjna, wielkoseryjna i wreszcie masowa;
- orientacyjnego ciężaru wyrobów wydziału, to jest ciężaru zmontowanego resoru lub sprężyny (dane kryterium w znacznej mierze charakteryzuje rodzaj i moc projektowanego wyposażenia wydziału);
- orientacyjnej rocznej produkcji wydziału, określającej jego moc.

Według tych kryteriów określa się klasę wydziału (po dokładnym określeniu jego zadań) jak również i grupę w danej klasie.

Dane wyjściowe do projektowania. Danymi wyjściowymi do projektowania są:

- roczny program produkcyjny,
- zmianowość pracy wydziału (jeżeli nie jest ustalona w czasie projektowania w związku z wyliczeniem obciążenia parku maszynowego i urządzeń),
- fundusze czasu pracy parku maszynowego, urządzeń i robotników,
- rodzaj paliwa.

Tablica A

#### Przykład opracowania programu produkcji wydziału I klasy

Nazwa wyrobu	Ilość wyrobów na		Ilość resorów na			
	zasadniczy program zakładu	części zapasowe	jednostkę wyrobu		program zasadniczy i części zapasowe	
			szt	kg	szt	ton
3-tonowy samochód ciężarowy	15 000	10 000	6	192,2	150 000	4805

#### PROGRAM PRODUKCYJNY WYDZIAŁU

Przy projektowaniu wstępnym roczny program produkcyjny może być określony według tablicy A dla wydziałów I klasy i według tablicy B dla wydziałów II klasy.

Przy projektowaniu wyodrębnionych oddziałów wytwarzania sprężyn na zimno i na gorąco program należy ustalić osobno dla każdego z tych oddziałów (tablica B).

Dla wydziałów III klasy program ustala się osobno dla resorów i osobno dla sprężyn, według tablic A i B.

Przy projektowaniu szczegółowym jako dopełnienie do tablic A i B podaje się roczny program produkcji wydziału według tablicy C, dającej wykaz części, które wchodzi do programu wydziału produkcji resorów lub sprężyn.

Tablica 31 zawiera dane dotyczące ciężaru i ilości sztuk resorów, potrzebnych do wykonania jednostki produkowanej, stosowane przy projektowaniu zakładów samochodowych i fabryk wagonów [10], [12].

Tablica B

#### Przykład opracowania dokładniejszego programu produkcji wydziału

Nr kolejny	Nazwa wyrobu albo przeznaczenie odkuwek	Ilość sztuk w programie rocznym		Ciężar odkuwek	
		kompletów	części	na komplet w kG	programu w T
1	Samochód ciężarowy A	25 000	5 375 000	451	11 250
2	Samochód ciężarowy AA	12 500	2 500 000	269	3 363
	Razem	37 500	7 875 000	—	14 613
3	Części zapasowe samochodu ciężarowego A samochodu ciężarowego AA	5 000	1 000 000	125	625
		2 500	400 000	110	275
	Razem	7 500	1 400 000	—	900
4	Odkuwki dla innych zakładów	500	100 000	350	175
5	Odkuwki na potrzeby wydziału remontowego	—	—	—	500
	Ogółem	45 500	9 375 000	—	16 188
	W tej liczbie odkuwki ze stali stopowej				5 125

#### WYPOSAŻENIE

Dobór i określenie ilości podstawowego parku maszynowego i urządzeń. Przy projektowaniu wstępnym dobór i obliczenie podstawowego parku maszynowego i urządzeń przeprowadza się na podstawie orientacyjnie nakreślonego procesu technologicznego produkcji resorów lub sprężyn stosownie do założonego programu wydziału. W tym samym celu przy szczegółowym projektowaniu należy opracować dokładnie proces technologiczny każdego wyrobu wchodzącego do programu wydziału, a to na podstawie zestawionego wykazu procesów technologicznych lub oddzielnych kart technologicznych.

Przy projektowaniu wydziałów produkcji sprężyn grupy 2 i 4 zaleca się opracowanie kart typowych procesów technologicznych dla grup jednego typu wyrobów wchodzących do programu wydziału. W jednym projekcie można również zastosować obie metody jednocześnie.

Poniżej przedstawione są przykładowo przebiegi procesu technologicznego dla produkcji: a. resorów, b. sprężyn pracujących na ściskanie i rozciąganie pierścieni oporowych i łożnicowych produkowanych na zimno i c. sprężyn produkowanych na gorąco.

a. Przebieg procesu technologicznego przy masowym wyrobie resorów (samochody i wagony) przedstawiono w tablicy 32.

b. Przebieg procesu technologicznego wyrobu sprężyn i pierścieni na zimno przedstawiono w poniższym wykazie:

#### A. sprężyny pracujące na ściskanie:

- zwiniecie na automacie do zwijania,
- mycie w maszynach do mycia,



## Klasyfikacja wydziałów produkcji resorów i sprężyn

Nazwa wydziału	Resorowy		Sprężynowy				Resorowo-sprężynowy	
	I		II				III	
	1	2	1	2	3	4	1	2
Charakterystyczny proces technologiczny i stosowane wyposażenie	wycinanie piór za pomocą przyrządów i prostych maszyn z następującą obróbką cieplną	cięcie piór w tłocznikach postępowych; wycinanie piór resorów załączanych w piecach zmechanizowanych na specjalnych wysokowydajnych maszynach, z równoczesnym hartowaniem	zwijanie sprężyn na zimno na zwijarkach uniwersalnych i przyrządach, ręczne szlifowanie końców; dla sprężyn płaskich - wycinanie i gięcie w tłocznikach	zwijanie sprężyn na zimno na specjalnych uniwersalnych automatach; zmechanizowane szlifowanie końców na specjalnych obrabiarkach; dla sprężyn płaskich wycinanie i gięcie w tłocznikach	zwijanie sprężyn na gorąco na zwijarkach z uprzednim przewężeniem końców na młotce lub walcach kuźniczych i ręczne szlifowanie końców	zwijanie sprężyn na gorąco na specjalnych zwijarkach z uprzednim przewężeniem końców na walcach kuźniczych zmechanizowane szlifowanie końców na specjalnych maszynach	przy produkcji resorów stosuje się proces odpowiadający I klasie I grupie; do produkcji sprężyn proces odpowiadający II klasie 3 grupie	przy produkcji resorów stosuje się proces odpowiadający I klasie 2 grupie; do produkcji sprężyn proces odpowiadający II klasie 4 grupie
Typ produkcji	małoseryjna i seryjna	wielkoseryjna i masowa	małoseryjna i seryjna	wielkoseryjna i masowa	seryjna i wielkoseryjna	wielkoseryjna i masowa	małoseryjna i masowa	wielkoseryjna i masowa
Orientacyjny ciężar wyrobu (resor zmontowany, sprężyna) w kg	9 ÷ 80	9 ÷ 88	0,003 ÷ 0,4	0,003 ÷ 0,4	8 ÷ 25	8 ÷ 25	resory - 25 ÷ 80 sprężyny - 8 ÷ 25	resory 25 ÷ 80 sprężyny 8 ÷ 25
Orientacyjna produkcja roczna w T	300 ÷ 1500	15000 ÷ 35000	6 ÷ 15	200 ÷ 2500	100 ÷ 2000	5000 ÷ 20000	400 ÷ 1500	20000 ÷ 30000
Charakterystyczne gałęzie przemysłu	naprawa samochodów w warsztatach remontowych; naprawa taboru w remontowych warsztatach kolejowych	budowa wagonów, budowa parowozów, budowa samochodów i ciągników	budowa przyrządów, oddziały produkcji sprężyn w wydziałach narzędziowych	budowa samochodów i ciągników, budowa silników, budowa maszyn rolniczych, budowa motocykli, broni małokalibrowej i wydziału zakładów produkcji sprężyn	budowa ciągników, czołgów, wagonów	budowa wagonów, ciągników i czołgów	naprawa taboru w kolejowych warsztatach remontowych, budowa parowozów	budowa wagonów, budowa parowozów



3. szlifowanie końców (jeżeli jest wymagane przez warunki techniczne) ręcznie na tarczy szmerglowej lub na specjalnej maszynie,
  4. prostowanie ręczne,
  5. odpuszczanie w piecu typu Homo albo piecu solnym (sprężyn, wykonanych z drutu o średnicy dochodzącej do 0,6 mm zazwyczaj nie odpuszcza się),
  6. posadzanie na mechanicznej lub ręcznej prasie,
  7. próba na siłę nośną,
  8. malowanie w wannie.
- B. Sprężyny pracujące na rozciąganie:
1. zwiniecie na automacie uniwersalnym lub specjalnym,
  2. odpuszczanie w piecu typu Homo lub w piecu solnym,
  3. rozwałcowanie końców i prostowanie sprężyn zwinionych na automacie uniwersalnym za pomocą przyrządu ręcznego,
  4. odginanie końców,
  5. odcinanie nadmiaru na prasach,
6. wypróbowanie,
  7. malowanie lub nakładanie specjalnej powłoki ochronnej.
- C. Pierścienie zabezpieczające (o podwyższonej dokładności typu pierścienia sworznia tłokowego):
1. kształtowanie na specjalnym automacie,
  2. prostowanie pierścienia za pomocą prasy,
  3. hartowanie,
  4. mycie w maszynie do mycia,
  5. odpuszczanie w piecu typu Homo lub w piecu solnym,
  6. szlifowanie powierzchni płaskich na szlifierce do płaszczyzn,
  7. przeszlifowanie zamknięcia na ściernicy.
- D. Pierścienie dławicowe:
1. zwiniecie za pomocą silnika elektrycznego z trzpieniem,
  2. odpuszczanie w piecu typu Homo,
  3. zwijanie ręczne.

Wykaz części wchodzących do programu wydziału

Tablica C

Nr rysunku	Nr części	Nazwa części	Materiał	Ciężar części w kg	Program roczny					
					zasadniczy		części zapasowe		razem	
					szt.	ton	szt.	ton	szt.	ton
1 - 2045	1206	główny resor piórowy	St. 75 <sup>1)</sup>	6,35	336.000	2133	23 500	149	359.500	2282

1) Skład chemiczny stali 75 — C = 0,70 ÷ 0,80%; Mn = 0,45 ÷ 0,75%; Si = 0,15 ÷ 0,30%; Cr ≤ 0,30%; Ni ≤ 0,30%.

Charakterystyka resorów samochodowych i wagonowych

Tablica 31

Nazwa wyrobu	Nośność w T	Znak stali na resor	Nazwa resorów	Liczba resorów na jednostkę wyrobu	Wymiary resorów w mm			Ciężar w kg	
					odległość między środkami oczek	szerokość	grubość	jednego resoru	kompletu na jednostkę wyrobu
Samochód osobowy	0,5	50 — XΓ <sup>1)</sup>	przedni	2	908	45	46	8,9	53,8
			tylny	2	1 320	45	60	17,2	
			reakcyjny	1	490	25	23	1,6	
Samochód ciężarowy	1,5	50 — XΓ	przedni	2	790	57	72,5	16,4	96,8
			tylny	2	897	57	125	32	
Jak wyżej	2,5	50 — XΓA <sup>2)</sup>	przedni	2	1 100	65	78	29	174
			tylny	2	1 300	65	108	42	
			dodatkowy	2	900	65	48	16	
Jak wyżej	3	55 — C <sub>2</sub> <sup>3)</sup>	przedni	2	985	63	72	23,7	192,8
			tylny	2	1 350	76	101	55	
			dodatkowy	2	957	76	46	17,4	
Jak wyżej	3,5	55 — C <sub>2</sub>	przedni	2	1 045	63	104	32	252
			tylny	2	1 336	76	127	66	
			dodatkowy	2	1 000	76	72	28	
Jak wyżej	5	55 — C <sub>2</sub>	przedni	2	1 160	76	100	49,7	305,8
			tylny	2	1 430	89	124	81,7	
			dodatkowy	2	1 170	89	38	21,5	
Jak wyżej	5—7	60 — C <sub>2</sub> <sup>4)</sup>	przedni	2	1 150	89	91	53	340
			tylny	2	1 470	89	120	88	
			dodatkowy	2	1 038	89	57	29	
Jak wyżej	8	55 — C <sub>2</sub>	przedni	2	1 160	76	100	49,7	281,2
			tylny	2	1 190	89	95	58,1	
			dodatkowy	2	1 190	89	57	32,8	
Wagon kolejowy z wózkiem „Daimond”	50	Ct . 75	—	8	515	114	84	25 44	203,52
Platforma kolejowa	20	Ct . 75	eliptyczny	4	1 020	108	201	77,65	310,60
Jak wyżej	30	Ct . 75	taki sam	4	1 025	130	200	91	364,0

1) Skład chemiczny stali 50 — XΓ — C = 0,45 ÷ 0,55%; Mn = 0,70 ÷ 1,0%; Si = 0,15 ÷ 0,30%; Cr = 0,90 ÷ 1,20%; Ni ≤ 0,5%.

2) Skład chemiczny stali 50 — XΓA — C = 0,45 ÷ 0,55%; Mn = 0,80 ÷ 1,0%; Si = 0,15 ÷ 0,30%; Cr = 0,95 ÷ 1,20%; Ni ≤ 0,2%.

3) Skład chemiczny stali 55 — C<sub>2</sub> — C = 0,50 ÷ 0,60%; Mn = 0,60 ÷ 0,90%; Si = 1,5 ÷ 2,0%; Cr ≤ 0,30%; Ni ≤ 0,50%.

4) Skład chemiczny stali 60 — C<sub>2</sub> — C = 0,55 ÷ 0,65%; Mn = 0,60 ÷ 0,90%; Si = 1,5 ÷ 2,0%; Cr ≤ 0,30%; Ni ≤ 0,50%.



Tablica 32

## Proces technologiczny masowej produkcji resorów

Nr porządkowy	Nazwa operacji	Urządzenie
<b>Przygotowanie</b>		
1')	Cięcie płaskownika stalowego na płótra resorowe o ustalonej długości ( $\geq 800$ mm)	Nożyce mechaniczne do cięcia płaskownika grubości do 12 mm lub 25 mm
1a	Cięcie, ścinanie końców na trapez i przebijanie otworu środkowego w wykrojniku postępowym ( $< 800$ mm). Przebijanie otworów na zimno dopuszczalne dla piór o grubości 9,5 mm i średnicy otworu równej 1,1 + 1,2 grubości pióra.	Prasa mimośrodowa 100 + 200 T
2	Przebijanie otworów bocznych i środkowych na zimno lub gorąco	Prasa mimośrodowa 35 + 70 T. Piec z przenośnikiem do grzania końców i środków piór resorowych
3	Wydarczanie wypukłości na gorąco	Prasa 50 + 70 T. Piec z przenośnikiem do grzania środków resorów
3a	Owiercanie otworów pod chomątko	Jednowrzecionowa wiertarka pionowa 25 mm
4	Zawinięcie na gorąco oczka głównego pióra na dwóch maszynach (jednocześnie lub kolejno)	Maszyna do zawijania. Piec z przenośnikiem do jednoczesnego ogrzania obu końców pióra resorowego
5	Przebijanie na gorąco otworów na smarowniczkę i kablrowanie oczek na wysokość	Prasa mimośrodowa 50 T
6	Prasowanie na gorąco końców podglównego pióra	Prasa mimośrodowa 50 + 90 T albo pneumatyczna (hydrauliczna) prasa o mocy jak wyżej
6a	albo Odcłaganie na gorąco końców podglównego pióra	Walce kuznicze z ujęciem pióra na szerokość. Piec z przenośnikiem zewnętrznym do grzania końców
<b>Obróbka cieplna</b>		
7	Głębokie i jednoczesne hartowanie pióra w oleju. Przy grubości piór resorowych $\geq 10$ mm przed głębkim i hartowaniem zaleca się prostowanie na gorąco w imadle pneumatycznym	8 - stronna lub 10 - stronna maszyna do gięcia i hartowania. Piec z przenośnikiem i automatyczną regulacją temperatury
8	Odpuszczanie z kolejnym chłodzeniem w wodzie	Piec z przenośnikiem człownikowym, z automatyczną regulacją temperatury Wanna z przenośnikiem
<b>Montaż</b>		
9	Prostowanie krzywizny (w miarę potrzeby) piór o długości powyżej 800 mm i grubości do 10 mm	Maszyna do prostowania piór resorowych
10a	Dopasowanie 1 i 2 pióra resorowego (dla tylnych resorów samochodu typu ЗИС-5)	Operacja ręczna
11a	Obwiniecie 2 pióra wokół 1 - pióra resorów samochodowych ЗИС 5 (pióra są składane kłami montażowymi i w tym stanie poddane są nagraniu końców)	Piec do grzania końców z zewnętrznym przenośnikiem łańcuchowym. Specjalna obwłajarka ЗИС
12	Kompletowanie piór resorowych	Operacja ręczna
13	Rozwiercanie oczek (w miarę potrzeby)	Wiertarka
14	Wprasowywanie tulejek	Prasa pneumatyczna do wprasowywania tulejek Prasa pneumatyczna do nitowania chomatek
15a	Przygotowywanie chomatek	Operacja ręczna
16	Smarowanie piór i nakładanie na ściągacz	Imadlo pneumatyczne pionowe lub poziome
17	Montaż piór na środkowy sworzni lub w kłami montażowej	Operacja ręczna
18	Montaż chomątka	Operacja ręczna
18b	Obcłnienie chomatek	Prasa hydrauliczna typu Uwarowa
19a	Szlifowanie końców (dla resorów, gdy pióra podglówne jest owinięte wokół pióra głównego - szlifowanie ma miejsce po 14 operacji)	Szlifowanie Szlifterka dwustronna
20	Przeciąganie tulejek	Przeciągarka pionowa
20a	Rozwiercanie tulejek	Dwuwrzecionowa lub jednowrzecionowa wiertarka
21	Osadzenie resoru	Hydrauliczna prasa do gięcia
22	Próba resoru na nośność	Prasa do prób
23	Ostateczny odbiór	Operacja ręczna
24	Odtuszczenie resoru	Operacja ręczna
25	Malowanie resoru	Pistolet, komora do malowania lub wanna

1) Operacje oznaczone numerami kolejnymi bez liter odnoszą się do produkcji resorów samochodowych i wagonowych; operacje oznaczone literą „a” tylko do produkcji resorów samochodowych; literą „b” tylko do produkcji resorów wagonowych.

Zwijanie pierścieni dławnicowych przy użyciu silnika stosuje się przy średnicy materiału dochodzącej do 1,8 mm.

Zwijanie na zimno sprężyn może być wykonywane z materiału o średnicy dochodzącej do 19 mm pod warunkiem, że stosunek średnicy wewnętrznej zwiniętej sprężyny do średnicy wyjściowego pręta będzie  $\geq 6$ .

c. Przebieg procesu technologicznego wyrobu sprężyn, zwijanych na gorąco, ma następującą charakterystyczną kolejność dokonywanych operacji:

1. cięcie materiału na wymiar na nożycach,
2. grzanie końców w piecu,
3. ścienienie końców na walcach kuźniczych albo na młotach typu Beché,
4. grzanie w piecu komorowym,
5. zwinięcie na zwijarce,
6. prostowanie ręczne w stanie gorącym,
7. obróbka cieplna — hartowanie i odpuszczanie,
8. szlifowanie końców na specjalnej tarczy ścierniej,
9. posadzanie,
10. próba nośności
11. malowanie, suszenie.

Liczbę jednostek parku maszynowego i urządzeń  $n_p$ , koniecznych dla danej operacji oraz wskaźnik obciążenia maszyn i urządzeń  $K_o$  w procentach, określa się ze wzoru:

$$n_p = \frac{P_z}{N \cdot F_o}$$

$$K_o = \frac{n_p}{n_f} \cdot 100\%$$

gdzie  $P_z$  — ilość części przewidziana w programie rocznym, podlegająca danej operacji, w sztukach;  $N$  — wydajność godzinowa maszyn lub urządzeń w sztukach;  $F_o$  — obliczeniowy roczny fundusz czasu pracy maszyn lub urządzeń w godzinach;  $n_f$  — rzeczywiście przyjęta liczba jednostek maszynowych lub urządzeń.

Przy projektowaniu wstępnym wyliczoną w ten sposób ilość maszyn, ilość urządzeń i wskaźnik obciążenia wpisuje się do odpowiedniego wykazu.

Przy szczegółowym projektowaniu ilość maszyn parku maszynowego i ilość urządzeń określa się na podstawie zbiorczego wykazu ich obciążenia, sporządzonego według kart procesu technologicznego. Przy określeniu całkowitego obciążenia maszyn należy uwzględnić czas potrzebny na przezbrownienie maszyn; przy 1-5 częściach związanych z maszyną, czas na przezbrownienie można przyjąć jako 20% rocznego obciążenia maszyny w godzinach i odpowiednio: przy 5 ÷ 10 części — 3%, 10 ÷ 15 części — 5%, 15 ÷ 20 części — 10%, 20 ÷ 30 części — 15%, 30 a nawet więcej części — 20%. W okresie ośmiogodzinnej zmiany można przyjmować nie więcej niż trzy przezbrownienia.

Ostatnio zastosowano w USA operację mającą na celu podniesienie odporności na zmęczenie, polegającą na poddawaniu sprężyn i resorów (po ich wykonaniu i obróbce cieplnej) działaniu strumienia śrutu (shot pinning) w specjalnych agregatach.

Urządzenia transportowo - podnośne wydziałów produkcji resorów i sprężyn. Jako środki transportowo-podnośne, obsługujące procesy technologiczne wydziałów produkcji resorów i sprężyn, stosowane są przeważnie prze-

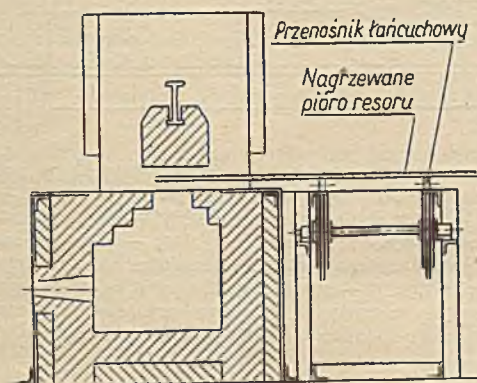


nośniki: łańcuchowe, członowe i podwieszane, suwnice jednobelkowe, przenośniki jednoszynowe z podnośnikami elektrycznymi i ręcznymi. Poza tym spośród środków transportu naziemnego można kęrczstać z wózków akumulatorowych i silnikowych lub w razie niewielkich i przypadkowych strumieni ładunków z wózków ręcznych.

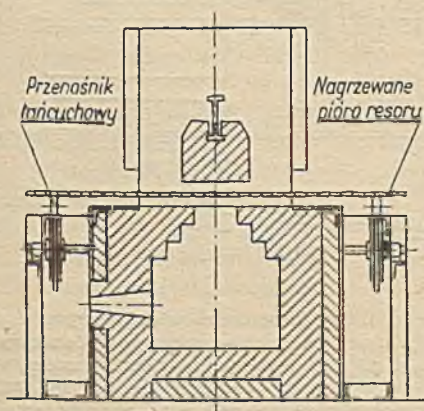
Urządzenia suwnicowe w wydziałach produkcji resorów i sprężyn mogą być stosowane w magazynie surowców, obsługiwany zależnie od wielkości magazynu suwnicą o udźwigu 5 T lub suwnicą jednobelkową o udźwigu  $2 \div 3$  T.

W nawach produkcyjnych wydziałów mieszczących wielką ilość maszyn i urządzeń w celu ułatwienia remontów instaluje się suwnice, których udźwig powinien odpowiadać ciężarowi największej części albo montażowego zespołu części urządzenia.

Urządzenia piecowe. W wydziałach I klasy 2 grupy i II klasy 4 grupy należy stosować piece zmechanizowane; w wydziałach o produkcji małoseryjnej i seryjnej — piece komorowe z otworami wsadowymi i piece szczelinowe. Wymiary i konstrukcja pieców powinna odpowiadać potrzebom procesu technologicznego odnośnie do ilości grzanego materiału w celu zapewnienia żądanej wydajności obsługiwanych przez piec urządzeń jak również w odniesieniu do szybkiej pracy, temperatury nagrzewania i ogólnej ekonomicznej wydajności pracy.



Rys. 15. Schemat przekroju pieca do grzania końców piór resorów z zewnętrznym przenośnikiem.



Rys. 16. Schemat przekroju pieca do grzania środków piór resorów z zewnętrznym przenośnikiem.

Piece do grzania końców piór resorów przed zawinięciem oczka (rys. 15). Zależnie od wielkości produkcji może być stosowany piec z przenośnikiem zewnętrznym lub bez niego. W napędzie przenośnika powinna być przewidziana zmiana szybkości. Długość nagrzewanego końca wynosi  $140 \div 175$  mm.

Piec do grzania środkowej części piór resorów przed tłoczeniem wypukłości i przebijaniem otworów (rys. 16). Zależnie od wielkości produkcji piec ten może być stosowany z przenośnikiem zewnętrznym lub też bez przenośnika. W skład urządzeń napędowych powinien wchodzić reduktor obrotów i skrzynka zmiany szybkości. Długość nagrzewanej części środkowej  $70 \div 100$  mm.

Piece pracy ciągłej z przenośnikiem typu Rockwella do grzania piór resorowych przy obróbce cieplnej hartowania nadaje się do pracy z jednym lub dwoma (zależnie od długości i grubości piór) gnąco-hartowniczymi bębniami typu Gogano. Długie pióra układa się po jednej sztuce na szerokość pieca. Krótkie pióra układa się na przemian z piórami średnimi. Szerokość trzonu pieca wynosi  $1400 \div 1850$  mm długość  $9000 \div 11000$  mm. Wydajność pieca  $1,5 \div 2$  ton/godz przy średnim załadunku trzonu pieca  $150 \text{ kg/m}^2$ , godz. Przenośnik składa się zazwyczaj z pięciu łańcuchów wykonanych ze stali ognioodpornej. Stosuje się do niego skrzynkę zmiany szybkości.

Piec pracy ciągłej typu Rockwell do odpuszczania piór resorów ustawia się w linii produkcyjnej z piecem hartowniczym i urządzeniem gnąco-hartującym. Przenośnik członowy wyposażony jest w skrzynkę zmiany szybkości.

Pióra resorów układa się na przenośniku na kant. Powierzchnia trzonu pieca bywa zwykle nieco większa niż pieca hartowniczego. Wydajność pieca równa jest wydajności pieca do hartowania ( $1,5 \div 2$  ton/godz). Piec wyposażony jest w aparaturę do automatycznej regulacji temperatury.

## ZAŁOGA

Pracownicy produkcyjni. W wydziałach produkcji resorów i sprężyn do pracowników produkcyjnych zaliczeni są wszyscy robotnicy pracujący na maszynach i urządzeniach produkcyjnych, przy obróbce cieplnej, montażu, próbach i malowaniu wyrobów produkowanych jak również ustawiacze maszyn. Liczba pracowników produkcyjnych może być orientacyjnie obliczona na podstawie rocznego programu produkcji wydziału i założonej rocznej produkcji na jednego pracownika (tablica 33).

Metoda określenia ilości pracowników produkcyjnych według ustalonych ilości maszyn i urządzeń podana jest w rozdziale „Projektowanie wydziałów kuzniczych“ w punkcie „Załoga“.

Pracownicy pomocniczy. Całkowita ilość pracowników pomocniczych może być przyjęta w stosunku do ilości pracowników produkcyjnych. W przypadku projektowania racjonalnej organizacji pracy i mechanizacji procesów pomocniczych można obliczyć wskaźniki podane w tablicy 33.

Pracownicy inżyniersko-techniczni i administracyjni. Liczebność tych kategorii pracowników należy przyjąć: a. przy projektowaniu wstępnym — w stosunku do całkowitej liczby robotników, b. przy projektowaniu szczegółowym — po obliczeniu etatów zgodnie ze strukturą kierownictwa wydziału i jego sekcji.



### ZUŻYCIE SUROWCÓW I PALIWA

Przy projektowaniu wstępnym zapotrzebowanie surowców przez wydziały różnych klas może być określone według danych zaczerpniętych z praktyki projektowej i produkcyjnej (tablica 33).

Przy projektowaniu szczegółowym zużycie surowców określa się na podstawie sporządzonego zestawienia procesu technologicznego lub kart technologicznych przez wybór odpowiednich danych.

W wydziałach produkcji resorów i sprężyn na gorąco może być używane paliwo wszelkiego rodzaju. W celu uproszczenia konstrukcji pieców i zmniejszenia zajętej przez nie powierzchni poleca się stosowanie do grzania pieców (specjalnie w wydziałach produkcji masowej i wielkoseryjnej) paliw gazowych jak również energii elektrycznej.

Zużycie paliwa odniesienia może być określone w procentach w stosunku do ciężaru produkcji wydziału według orientacyjnych danych zawartych w tablicy 33.

### GOSPODARKA ENERGETYCZNA WYDZIAŁU

Określenie zapotrzebowania energii przeprowadza się według wskaźników jej zużycia na tonę produkcji wydziału (tablica 33).

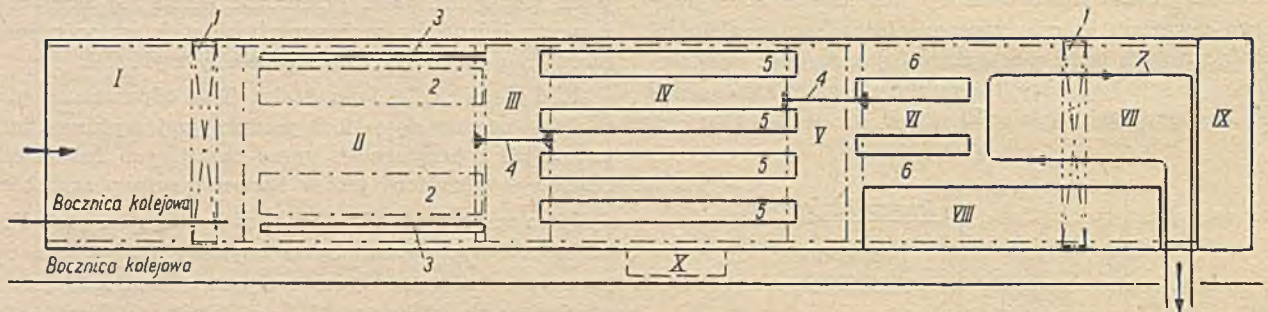
Zużycie sprężonego powietrza przy nieprzerwanym podmuchu, w zależności od średnicy dyszy i ciśnienia, podane jest w rozdziale II „Projektowanie wydziałów kuźniczych“ (tablica 23).

Określenie zużycia wody w zależności od powierzchni przekroju rury i ciśnienia podane jest jak wyżej w rozdziale „Energetyka wydziału“.

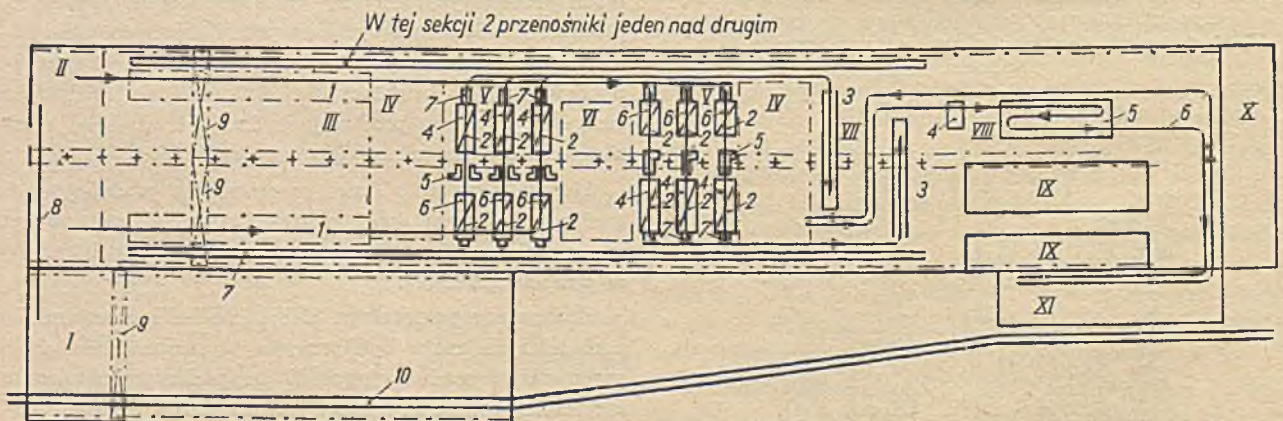
### ROZPLANOWANIE POWIERZCHNI, ICH UKŁAD I ROZMIESZCZENIE WYPOSAŻENIA

W skład wydziałów produkcji resorów i sprężyn wchodzi oddziały produkcyjne i pomocnicze jak również pomieszczenia usługowe i socjalne.

Oddziały produkcyjne wydziałów produkcji resorów są następujące: oddział przygotowawczy części do produkcji, drobnych części, wyginania i obróbki cieplnej piór, montażowy, prób, kontroli i malarski.



Rys. 17. Rozplanowanie wydziału produkcji resorów zakładu budowy samochodów (produkcja wielkoseryjna) z podłużnym rozmieszczeniem pieców do obróbki cieplnej: I — magazyn surowców, II — oddział przygotowawczy, III — powierzchnia do magazynowania międzyoperacyjnego półfabrykatów, IV — oddział obróbki cieplnej, V — powierzchnia do magazynowania międzyoperacyjnego półfabrykatów, VI — oddział montażowy, VII — lakiernia, VIII — oddziały usługowe, IX — pomieszczenia socjalne, X — piwnica do chłodzenia oleju i splywu zużytego oleju; 1 — suwnice elektryczne, 2 — wyposażenie oddziału przygotowawczego, 3 — przenośnik członowy płytowy, 4 — suwnice jednobelkowe, 5 — agregaty do obróbki cieplnej piór resorowych, składające się z pieca hartowniczego, maszyny wyginająco-hartującej i pieca do odpuszczania, 6 — przenośniki montażowe, 7 — przenośnik łańcuchowy podwieszony do transportu resorów.



Rys. 18. Rozplanowanie wydziału produkcji resorów zakładu budowy samochodów (produkcja wielkoseryjna i masowa) z poprzecznym rozmieszczeniem pieców: I — otwarty pomost jako magazyn surowców, II — magazyn wydziałowy surowców, III — oddział przygotowawczy, IV — powierzchnia do magazynowania międzyoperacyjnego półfabrykatów, V — oddział obróbki cieplnej, VI — piwnica do chłodzenia oleju i splywu zużytego oleju, VII — oddział montażowy, VIII — lakiernia, IX — oddziały usługowe, X — pomieszczenia socjalne, XI — rampa załadunkowa resorów; 1 — wyposażenie oddziału przygotowawczego, 2 — agregaty do obróbki cieplnej piór resorów składające się z pieca do hartowania, maszyny wyginająco-hartującej i pieca do odpuszczania, 3 — przenośniki montażowe, 4 — komory do lakierowania resorów, 5 — suzarnie resorów, 6 — przenośnik łańcuchowy podwieszony do transportu resorów, 7 — przenośnik członowo-płytowy, 8 — tor kolejki wąskotorowej, 9 — suwnica elektryczna, 10 — bocznica kolejowa.



Oddziały produkcyjne wydziałów produkcji resorów w zakładach remontowych: oddział przygotowawczy części do produkcji, montażu resorów eliptycznych, produkcji resorów piórowych, składający się z sekcji czyszczenia starych resorów, demontażu resorów, produkcji nowych części, obróbki cieplnej, montażu, prób, kontroli i malowania.

Oddziały produkcyjne wydziałów produkcji sprężyn zwijanych na zimno: automatów zwijających, tłoczni, obróbki cieplnej, posadzenia sprężyn, prób, kontroli i oddział malarski.

Oddziały produkcyjne wydziałów produkcji sprężyn zwijanych na gorąco: przygotowawczy części do produkcji, zwijania sprężyn, obróbki cieplnej, posadzenia sprężyn, prób, kontroli i malarski.

Oddziały pomocnicze wydziałów produkcji resorów i sprężyn: magazyny surowców, części przygotowanych do produkcji, międzyoperacyjne, gotowej produkcji, składy narzędzi, tłoczniaków, materiałów pomocniczych, części zapasowych urządzeń, remontowo-mechaniczny, narzędziownia ogólna i oddział tłoczniaków.

Pomieszczenia usługowe i socjalne: biuro wydziału, świetlica i jadalnia, szatnie natryski i ustępy.

W zależności od wielkości wydziału, charakteru produkcji i procesu technologicznego, niektóre z wymienionych oddziałów mogą być pominięte albo włączone do innych oddziałów.

**Określenia powierzchni wydziałów.** Przy projektowaniu wstępnym i szczegółowym określenia powierzchni wydziałów dokonuje się metodami podanymi w rozdziale „Projektowanie wydziałów kuźniczych.“

Tablica 33 zawiera dane konieczne do obliczeń wstępnych, dotyczące wydajności z 1 m<sup>2</sup> powierzchni wydziałów produkcji resorów i sprężyn.

Rozplanowanie powierzchni oddziałów produkcyjnych i pomocniczych wydziałów produkcji resorów i sprężyn oraz rozmieszczenie w nich wyposażenia powinny całkowicie odpowiadać warunkom płynnego przebiegu produkcji.

Wydziały produkcji resorów w zakładach samochodowych umieszcza się w oddzielnym budynku albo w jednej z naw budynku wydziału kuźniczego, ukształtowanego w formę litery U lub podwójnego U.

Zaprojektowany racjonalnie przebieg procesu technologicznego produkcji resorów prowadzi do długich potoków, w następstwie czego budynki tych wydziałów mają często kształt wydłużony. W zależności od wielkości produkcji i rozmieszczenia urządzeń szerokość nawy lub każdej z nich (przy budynkach dwunawowych) przyjmuje się w granicach 18 + 36 m. Wysokość nawy przy zastosowaniu suwnic przyjmuje się w granicach 6 + 7,5 m licząc do główki szyny jezdni podsuwnicowej, a w razie braku suwnic 5 + 6 m do podciąg kratownicy.

Na rys. 17 i 18 przedstawione są dwa schematy rozplanowania wydziałów produkcji resorów w zakładach budowy samochodów (I klasa 2 grupa) z poprzecznym i podłużnym rozmieszczeniem pieców obróbki cieplnej.

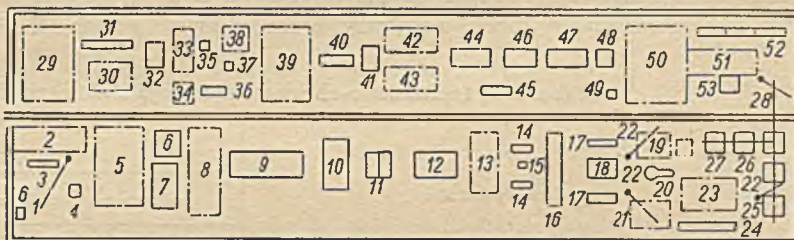
Na rys. 19 przedstawiony jest schemat rozmieszczenia wyposażenia przy potokowym montażu na oddziale montażowym wydziału produkcji resorów (produkcja wielkoseryjna lub masowa). Montaż odbywa się na przenośniku członowym, płytowym.

Na rysunku 22 przedstawiony jest schemat rozmieszczenia wyposażenia wielkiego wydziału produkcji resorów i sprężyn zakładu budowy wagonów (III klasa 2-grupa).

Przy planowaniu rozmieszczenia wyposażenia wydziału produkcji resorów i sprężyn należy dążyć do stworzenia dwóch samodzielnych potoków produkcyjnych resorów i sprężyn. Potoki te mogą się zbiegać przy montażu zespołu złożonego z resorów i sprężyn, jeżeli jest to wynikiem procesu technologicznego i konstrukcji produkowanego wyrobu.

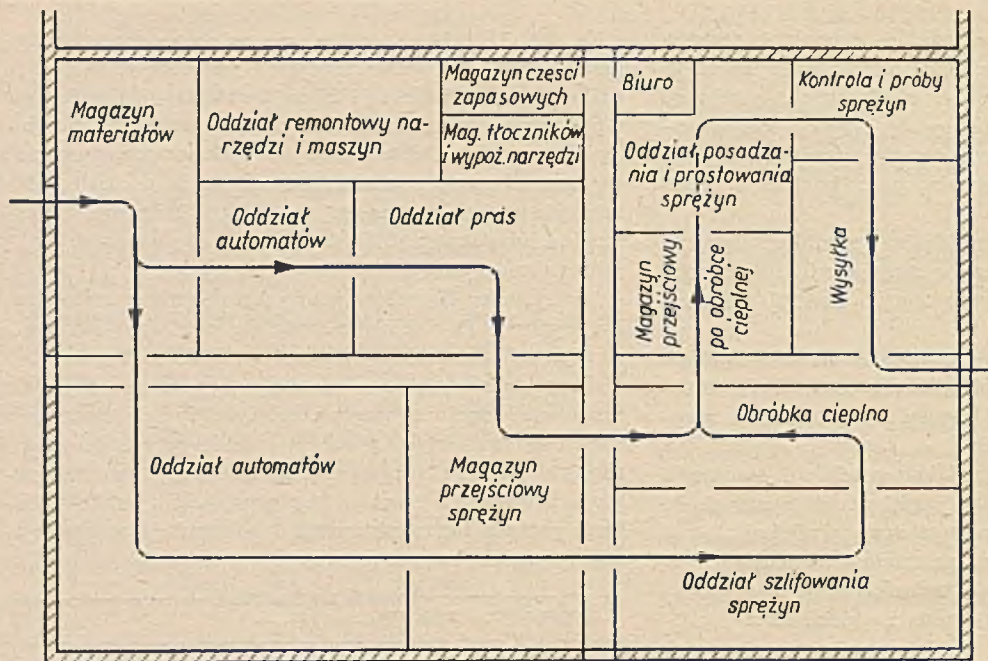


Rys. 19. Schemat rozmieszczenia wyposażenia oddziału montażowego wydziału produkcji resorów (produkcja wielkoseryjna i masowa): 1 — przenośnik montażowy członowo-płytowy, 2 — stojak, 3 — tłocznia do wtłaczania tulejek, 4 — maszyny do szlifowania końców resorów, 5 — tłocznia do przeciągania tulejek, 6 — maszyny do nitowania chomątek, 7 — dwa stanowiska do operacji ręcznych, 8 — imadła do montażu resorów, 9 — stanowiska operacji ręcznych, 10 — przechyłna prasa hydrauliczna do prób resorów na strzałkę węgla.



Rys. 20. Rozmieszczenie wyposażenia wydziału produkcji resorów i sprężyn zakładu remontu wagonów: 1 — żuraw stały do wyładowywania resorów, 2 — powierzchnia do składania resorów uszkodzonych, 3 — prasa do zdejmowania chomątek, 4 — płyta do demontażu resorów, 5 — powierzchnia do składania rozebranych resorów, 6 — pompy pras zdejmujących chomątki, 7 — piec do wyżarzania resorów i sprężyn, 8 — powierzchnia do składania wyżarzonych piór, 9 — piec grzewczy, 10 — maszyna wyginająca, 11 — wanny do hartowania, 12 — piec do odpuszczania, 13 — powierzchnia do składania odpuszczonych piór, 14 — płyty do prostowania, 15 — prasa Brinella, 16 — stojaki na pióra, 17 — imadła pneumatyczne do montażu resorów, 18 — piec do chomątek, 19 — powierzchnia składania resorów, 20 — prasy do mocowania chomątek, 21 i 23 — powierzchnie do składania piór i nakładek resorów eliptycznych, 22 — żurawie stałe, 24 — imadło do montażu resorów eliptycznych, 25 — prasa do prób, 26 — zbiornik do malowania, 27 — stojaki do suszenia, 28 — przenośnik jednoszynowy, 29 — stojaki płaskiej stali, 30 — powierzchnia do składania naciętych piór, 31 — przenośnik rolkowy, 32 — nożyce mechaniczne, 33 — powierzchnia do składania pociętych piór, 34 — powierzchnia do składania naciętych piór głównych, 35 — wiertarka, 36 — piec szczelnowy do grzania końców piór głównych, 37 — maszyna do zawijania oczek, 38 — powierzchnia do składania zawiniętych piór głównych, 39 — powierzchnia przygotowawcza sprężyn, 40 — piec do grzania prętów, 41 — maszyna do zwijania sprężyn, 42 — powierzchnia do składania nowych zwiniętych sprężyn, 43 — powierzchnia do składania sprężyn przeznaczonych do remontu, 44 — piec grzewczy, 45 — maszyna do mechanicznego prostowania sprężyn, 46 — wanna do hartowania, 47 — piec do odpuszczania, 48 — płyta, 49 — prasa Brinella, 50 i 51 — powierzchnie do odbioru sprężyn, 52 — imadła, 53 — prasa do prób.





Rys. 21. Rozplanowanie wydziału produkcji sprężyn na zimno (produkcja wielkoseryjna i masowa).

Schemat rozmieszczenia wyposażenia w wydziale produkcji resorów i sprężyn zakładu budowy wagonów (III klasa 1 grupa) przedstawiono na rys. 20.

Również tutaj znajdują się dwa samodzielne potoki: remontu resorów i remontu sprężyn.

Potok produkcyjny wyrobu nowych resorów i sprężyn wpada do potoku remontu stanowiąc z nim od tej chwili jeden wspólny potok produkcyjny.

Wydziały produkcji sprężyn zwijanych na zimno umieszcza się w budynkach charakterystycznych dla wydziałów mechanicznych. Wysokość naw przy braku suwnic

przyjmuje się zależnie od szerokości naw w granicach  $4 + 6$  m licząc do podciągów kratownicy. Wysokość pomieszczeń wydziałów produkcji sprężyn zwijanych na gorąco przyjmuje się analogicznie do wydziałów produkcji resorów.

### WSKAŹNIKI TECHNICZNO- EKONOMICZNE

Tablica 33 zawiera wskaźniki techniczno-ekonomiczne zebrane z pewnej ilości wydziałów produkcji resorów i sprężyn I i II klasy zakładów budowy maszyn.

Rys. 21 podaje rozplanowanie wydziału produkcji sprężyn zwijanych na zimno o produkcji wielkoseryjnej i masowej (II klasa 2 grupa). Przybliżony podział powierzchni wydziału na jego oddziały (w procentach w stosunku do całej powierzchni produkcyjnej) przedstawia się następująco: oddział automatów — 39%, pras — 20%, szlifiernia — 20%, obróbki cieplnej — 10%, posadzenia i prostowania sprężyn — 5%, lakierowania 4%, kontroli 2%.

Rys. 23 przedstawia przykład schematu rozmieszczenia wyposażenia w wydziale produkcji sprężyn zwijanych na gorąco (II klasa, 3 grupa) przy produkcji seryjnej.

Tablica 33

### Wskaźniki techniczno-ekonomiczne wydziałów produkcji resorów i sprężyn

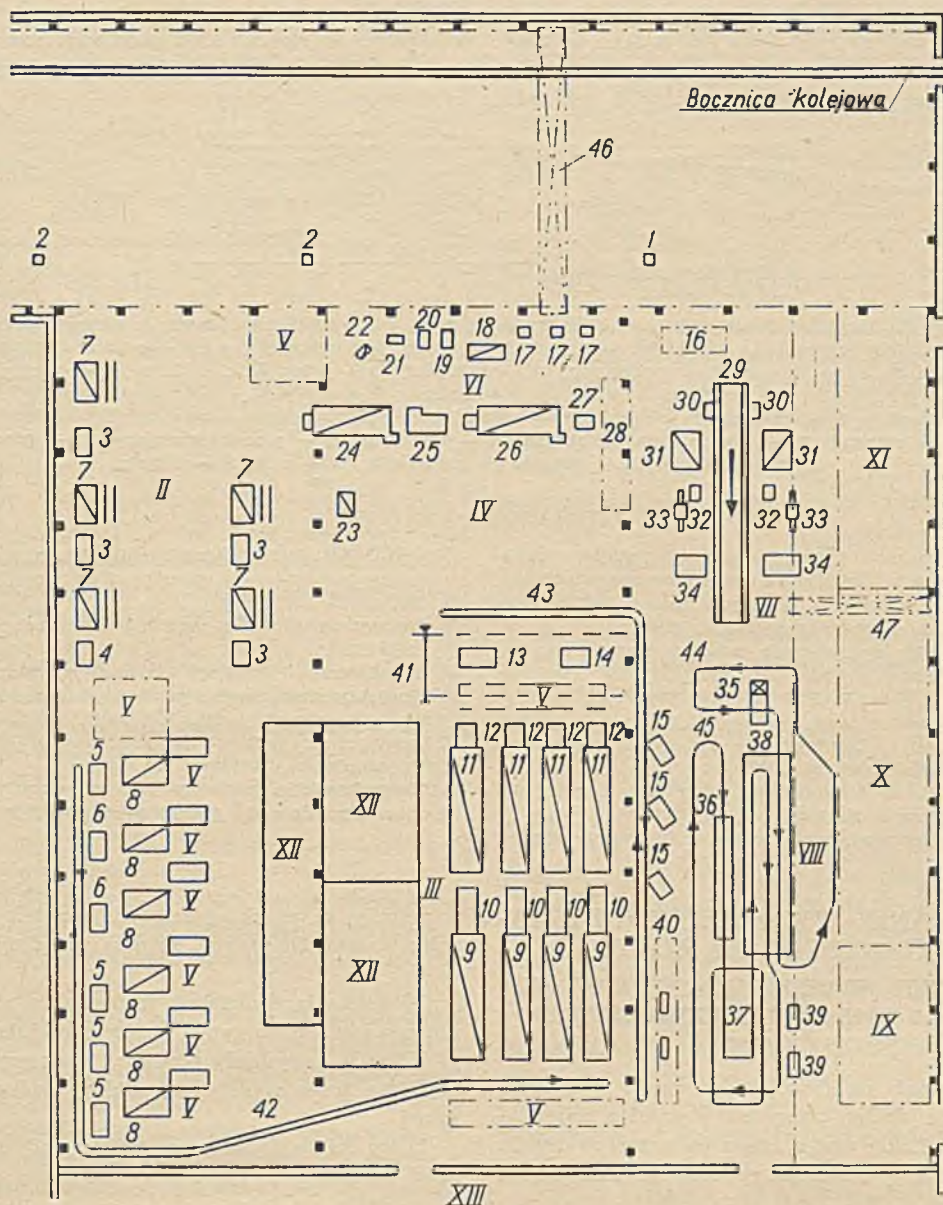
Nazwa wskaźnika	Nazwa, klasa i grupa wydziału				
	produkcja resorów (I klasa)		produkcja sprężyn (II klasa)		
	1 grupa	2 grupa <sup>1)</sup>	2 grupa <sup>1)</sup>	3 grupa	4 grupa
Produkcja roczna w T na jednego pracownika produkcyjnego na 1 m <sup>2</sup> powierzchni produkcyjnej na jedną zmianę	40 ÷ 70 0,5 ÷ 1	175 ÷ 240 2 ÷ 4	8,5 ÷ 9,4 0,8 ÷ 1	70 ÷ 80 1 ÷ 2	110 ÷ 180 3 ÷ 5
Powierzchnia pomocnicza (bez pomieszczeń socjalnych) w stosunku do produkcyjnej w %	55 ÷ 65	50 ÷ 60	50 ÷ 55	55 ÷ 65	50 ÷ 60
produkcyjna na jednostkę wyposażenia podstawowego w m <sup>2</sup> <sup>2)</sup> jak wyżej ogólna w m <sup>2</sup>	20 ÷ 25 32 ÷ 45	40 ÷ 55 60 ÷ 80	12 ÷ 14 23 ÷ 25	20 ÷ 25 32 ÷ 45	40 ÷ 55 60 ÷ 80
Zaloga pracowników pomocniczych w stosunku do produkcyjnych w %	50 ÷ 60	40 ÷ 50	50 ÷ 60	50	50
pracowników inżynierjno-technicznych w stosunku do pracowników fizycznych w %	12	10	14	14	14
pracowników administracyjnych w stosunku do pracowników fizycznych w %	6	5	6	6	6
pracowników usługowych w stosunku do pracowników fizycznych w %	4	3	3	3	3
Moc zainstalowana silników elektrycznych w kW na 1 tonę	0,017 ÷ 0,02	0,014 ÷ 0,017	0,1 ÷ 0,14	0,01 ÷ 0,014	0,01 ÷ 0,014
Zużycie na 1 tonę produkcji wydziału surowca w tonach	1,04	1,03	1,1	1,1	1,1
powietrza sprężonego w m <sup>3</sup>	30	96 ÷ 120	—	—	—
pary w tonach	—	0,8	1,2 ÷ 1,5	—	0,8
wody w m <sup>3</sup>	5 ÷ 7	12 ÷ 14	18 ÷ 24	5 ÷ 7	12 ÷ 14
maszynogodzin	3 ÷ 4	4 ÷ 5 <sup>3)</sup>	85 ÷ 90 <sup>3)</sup>	2 ÷ 3	3 ÷ 4 <sup>3)</sup>
normogodzin	30 ÷ 50	9 ÷ 12	115 ÷ 125	6 ÷ 8	6 ÷ 8
oleju do hartowania w % do ciężaru surowca	1 ÷ 1,5	1 ÷ 1,5	0,2	1 ÷ 1,5	1 ÷ 1,5
paliwa w % do ciężaru surowca	26	20	—	26	26

1) Wskaźniki podane w odniesieniu do wydziałów produkcji resorów i sprężyn zakładów budowy samochodów

2) Do liczby wyposażenia wliczono piece grzewcze i do obróbki cieplnej.

3) Wskaźniki uwzględniają próby resorów i sprężyn na nośność, jako operację procesu technologicznego.



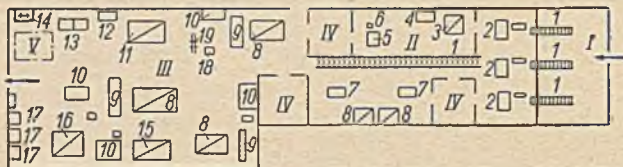


Rys. 22. Rozplanowanie powierzchni i rozmieszczenie urządzeń wydziału produkcji resorów i sprężyn zakładu budowy wagonów (produkcja wielkoseryjna): I — magazyn surowców, II — sekcja przygotowawcza oddziału produkcji sprężyn, III — sekcja obróbki cieplnej sprężyn, IV — powierzchnia przeznaczona do naprawy braków, V — składy międzyoperacyjne, VI — sekcja przygotowawcza i obróbki cieplnej oddziału produkcji resorów, VII — sekcja montażu resorów, VIII — sekcja lakiernicza sprężyn i resorów, IX — skład gotowych sprężyn, X — sekcja kompletowania sprężyn i resorów w zespoły, XI — składy gotowej produkcji, XII — baza remontowa i skład, XIII — pomieszczenia socjalne; 1 — nożyce mechaniczne, 2 — nożyce wielonożowe, 3 — walce kuźnicze, 4 — walce kuźnicze wielkiej mocy, 5 i 6 — maszyny do zwijania sprężyn, 7 — piec szczelinowy do grzania końców prętów albo urządzenie do grzania elektrycznego indukcyjnego, 8 — piece przelotowe do grzania prętów przed zwijaniem albo urządzenie grzania elektrycznością, 9 — piece hartownicze z przenośnikami, 10 — zbiorniki z przenośnikami, 11 — piece przelotowe do odpuszczania, 12 — zbiorniki z przenośnikami, 13 i 14 — szlifiereki do szlifowania końców sprężyn, 15 — tłocznie hydrauliczne do próby sprężyn, 16 — powierzchnia do składania piór resorowych, 17 — wiertarki do wiercenia środkowego otworu w piórze, 18 — piec do grzania głównego pióra resoru, 19 i 20 — tłocznie do głęcia i obcinania głównych piór resorów, 21 — tłocznia cierna do formowania sprężyn, 22 — piec komorowy do grzania przed formowaniem, 23 — piec komorowy do naprawy braków, 24 — piec z przenośnikiem łańcuchowym do grzania piór resorów przed hartowaniem, 25 — maszyna do głęcia i hartowania ze zbiornikiem i przenośnikiem, 26 — piec do odpuszczania z przenośnikiem członowo-płytowym, 27 — zbiornik z przenośnikiem, 28 — powierzchnia przeznaczona do kompletowania resorów przed montażem, 29 — przenośnik członowy do montowania resorów, 30 — imadła pneumatyczne do zbiorniki z przenośnikami do chłodzenia chomatek, 34 — tłoczenie hydrauliczne do prób resorów, 35 — komora natryskowa, 36 — maszyna do mycia, 37 — komora lakiernicza, 38 — suszarnia, 39 — imadła, 40 — powierzchnia przeznaczona do kompletowania sprężyn, 41 — suwnica jednobelkowa, 42, 43, 44, i 45 — przenośniki łańcuchowe podwieszane, 46 — suwnica elektryczna ( $Q = 5 T$ ), 47 — suwnica jednobelkowa ( $Q = 0,5 T$ ).



Wskaźniki wydziałów III klasy, produkujących jednocześnie resory i sprężyny, nie mogą być podane w tablicy zbiorczej, ponieważ ich wartości zależą od stosunku obydwoch produkcji do całkowitej wydajności wydziału.

Wskaźniki wydziałów tej klasy powinny być rozpatrywane oddzielnie w stosunku do produkcji resorów i sprężyn; są one zbliżone do wskaźników wydziałów odpowiednich grup I i II klasy.



Rys. 23. Rozmieszczenie wyposażenia w wydziale produkcji sprężyn zwijanych na gorąco przy produkcji seryjnej: I — magazyn surowców, II — oddział przygotowawczy, III — oddział obróbki cieplnej, IV — składy międzyoperacyjne, V — kontrola; 1 — przenośniki rolkowe, 2 — nożyce, 3 — piec, 4 — wałce kuźnicze, 5 — nożyce, 6 — tłocznia, 7 — młoty, 8 — piece do grzania przed zwijaniem, 9 — maszyny do zwijania, 10 — zbiorniki do hartowania, 11 — piec do odpuszczania, 12 — zbiornik, 13 — tłocznia do zaciskania, 14 — ostrzarki, 15 — piec hartowniczy, 16 — piec do odpuszczania, 17 — tłocznia do zaciskania, 18 — stół, 19 — stojak.

### LITERATURA I ŹRÓDŁA

- DAMM R. K. prof. i kolektiw priepodawatelej Leningradskawo inżynierow żeleznodorożnawo transporta.: Wagonoriemontnyje zawody i osnovy ich projektowanija Cz. 2. Transzeldorizdat. M. 1940.
- LEJKIN I FOMIN: Sprawocznik mastiera riessornowo cecha awtomobilnawo zawoda. OHTMHKIJ. M. 1925
- MUCHOW B. T. i TARAPIN B. N.: Nawiwka pruzlin, L. 1936.
- PERELMAN E. L.: Izgotowlenije i riemont wagonnych riessor. Transzeldorizdat. M. 1937.
- RYBARZ A. A.: Proizwodstwo riessor w Amerikie. „Priedprijatije“ nr 4. M. 1934.
- SANDERS: Proizwodstwo riessor. Gosmaszmietizdat. M. 1933.
- CHORŻER: Miecchaniczeskije i mietallurgiczeskije preimuszczestwa „shot — pinning“. „Iron Age“, 1945, III i IV. t. 155, nr 13 i 14.
- Normy wyrabotki w riessornych cechach ЗИС, ГАЗ i „Krasnaja Etna“.
- Predłożenija i katalogi inostrannyh firm.
- Projekty riessornych i pruzlinnych cehow zawodow sriedniawo maszinostrojenja. (1941-1945).
- Sprawocznik projektanta maszinostroitelnych zawodow. Giprosredmasz, Maszgziz. M. 1946.
- Tiechniczeskije projekty riekonstruciji riessornych cehow ispołnenijne zawodami ЗИС i ГАЗ.

## PROJEKTOWANIE WYDZIAŁÓW (ODDZIAŁÓW) TŁOCZENIA NA ZIMNO

### PRZEZNACZENIE, KLASYFIKACJA WYDZIAŁÓW TŁOCZENIA NA ZIMNO I WYJŚCIOWE DANE DO PROJEKTOWANIA

Wydziały tłoczenia na zimno przeznaczone są do produkcji wyrobów z blachy, taśmy jak również z walcowanego materiału profilowego, z czego po przeprowadzeniu montażu otrzymujemy oddzielne podzespoły lub całkowi-

te zespoły, na przykład całkowicie metalowe kabiny kierowców samochodowych, zespoły urządzeń gazogeneratorów.

Klasyfikacja wydziałów tłoczenia na zimno (tabl. 34) ułożona jest według typów procesu produkcyjnego.

Klasa I — wydziały produkcji małoseryjnej i seryjnej.

Klasa II — wydziały produkcji wieloseryjnej i masowej.

Klasy dzielą się na grupy zależnie od wielkości wydajności rocznej.

Klasyfikacja wydziałów (oddziałów) tłoczenia na zimno

Tablica 34

Klasa	I		II	
	1	2	1	2
Grupa				
Rodzaj produkcji	małoseryjna i seryjna		wielkoseryjna i masowa	
Przeważający proces technologiczny	tłoczenie na zimno (wyciśnięcie i gięcie)	tłoczenie na zimno (wyciśnięcie, gięcie, wyciągnięcie)	tłoczenie na zimno (wszystkie rodzaje operacji)	
Orientacyjny program roczny wydziału w tonach	do 1000	1000 + 5000	1000 + 10 000	powyżej 10 000
Charakterystyka gałęzi przemysłu	budowa maszyn hutniczych i górniczych, maszyny doświadczalne i inne		budowa ciągników, motocykli i innych	budowa samochodów i inne gałęzie budowy maszyn

Dane wyjściowe do projektowania powinny zawierać wyszczególnienie wyrobów i ich ciężar (zespołów, części) włączając wyszczególnienie części zapasowych, roczny program produkcji, rysunki wyrobów, zespołów i części, które będą produkowane w projektowanym wydziale, da-

ne dotyczące zmianowości pracy wydziału, funduszu czasu pracy maszyn i robotników oraz inne dane.

### PROGRAM PRODUKCJI

Przy projektowaniu wstępnym na podstawie założonego rocznego programu produkcji zestawia się program wy-



Tablica 35

Ilość uderzeń na minutę	Wydajność godzinowa tłoczni w sztukach przy powierzchni części tłoczonych w m <sup>2</sup>								
	do 0,1		0,11 ÷ 0,25		0,26 ÷ 0,5		powyżej 0,5		
	przełotowo	usu-nąc część	usu-nąc część i odpad	usu-nąc część	usu-nąc część i odpad	usu-nąc część	usu-nąc odpad	usu-nąc część	usu-nąc część i odpad
130	1440	990	925	815	745	—	—	—	
100	1375	955	900.	790	725	570	490	435	
75	1280	910	860	760	700	555	475	425	
60	1215	875	830	735	680	545	470	420	
45	1145	840	795	710	655	530	455	410	
35	1030	735	745	670	620	505	440	395	
30	925	720	690	625	580	480	420	455	
25	855	680	650	590	550	460	405	455	
20	—	—	—	550	515	435	385	455	
17	—	—	—	505	485	605	510	455	
12	—	—	—	720	720	575	490	440	
10	—	—	—	600	600	530	490	440	
8	—	—	—	480	480	480	480	480	
6	—	—	—	360	360	360	360	360	
4	—	—	—	240	240	240	240	240	

U w a g a : Dane umieszczone pod linią odnoszą się do przypadków, kiedy prasę obsługuje dwóch lub więcej robotników.

działu według typowych przedstawicieli (I klasa) według grup części (II klasa) albo według zestawienia wagowego wszystkich wyrobów. Opracowywanie procesów technologicznych ogranicza się do ustalenia przebiegów produkcji pozwalających określić skład oddziałów produkcyjnych wydziału. Wyjątek stanowią części i zespoły złożone, dla których należy mieć dokładne wytyczne procesu technologicznego w postaci kart obróbki.

Przy *szczegółowym projektowaniu* na podstawie założonej rocznej produkcji układa się dokładny program wydziału uzupełniony wykazem i rysunkami wykonawczymi części.

Proces technologiczny opracowuje się na podstawie rysunków wykonawczych wszystkich typowych części programu produkcyjnego wydziału. Przy opracowywaniu procesu technologicznego ustalanie czasów operacji na tłoczniach przeprowadza się na podstawie norm technicznych lub przyjmuje się czasy według analogicznych wskaźników osiągniętych z praktyki przodujących pokrewnych wydziałów.

### WYPOSAŻENIE

Wyboru podstawowego technologicznego wyposażenia można dokonać:

### Czas przezbajania tłoczni

Tablica 36

Siła nacisku tłoczni w T	Czas na przezbajanie w %	
	rodzaj produkcji	
	małoseryjna	seryjna
do 90	12 ÷ 13	7 ÷ 9
100 ÷ 250	15 ÷ 18	10 ÷ 12
300 ÷ 500	20 ÷ 23	13 ÷ 15
600 ÷ 1200	25 ÷ 30	16 ÷ 18

- według wskaźników techniczno-ekonomicznych,
- według wykazów przebiegów produkcyjnych,
- według kart procesu technologicznego. Punkty a i b stosuje się przy projektowaniu wstępnym, a punkt c, a także czasami b — przy projektowaniu szczegółowym.

Ilość jednostek potrzebnego wyposażenia przy projektowaniu wstępnym można obliczyć według wzoru:

$$n = \frac{\tau_{mg} \cdot N_r}{F_o}$$

gdzie:

- $n$  — obliczeniowa ilość jednostek wyposażenia,
- $\tau_{mg}$  — pracochłonność wyrobu podana w maszynogodzinach,
- $N_r$  — roczna ilość wyrobów z włączeniem części zapasowych,
- $F_o$  — roczny fundusz czasu pracy wyposażenia w godzinach.

Wartość  $\tau_{mg}$  przy projektowaniu wstępnym może być przyjęta według wskaźników osiągniętych z praktyki przodujących wydziałów pokrewnych do projektowanego.

Tablica 35 zawiera wytyczne odnoszące się do godzinowej wydajności tłoczni, zezwalające na określenie ilości tłoczni z uwzględnieniem wymiarów tłoczonych części.

Przy określaniu ilości urządzeń koniecznych dla wydziału tłoczenia na zimno należy bezwarunkowo uwzględnić czas na przezbajanie maszyn w maszynogodzinach. Tablica 36 zawiera dane o wielkości tych strat dla wydziałów I klasy w procentach od rocznego funduszu czasu maszyny.

Tablica 37 podaje czas trwania założenia i zdjęcia tłoczników wraz z ich ustawieniem (w minutach) w wydziałach II klasy.

Roczną liczbę przebrożeń określa się ilością partii przechodzących przez każdy typ tłoczni, w zależności do założonego programu rocznego.

Tablica 37

Konstrukcja tłoczników	Czas trwania założenia i zdjęcia tłoczników wraz z ustawieniem (w nim) przy powierzchni spodu tłocznika w m <sup>2</sup>										
	0,05	0,15	0,25	0,5	0,75	1,2	1,5	2,0	3,0	5,0	7,0
Tłoczniki bez wyrzutnika	18	21	24	27	40	—	—	—	—	—	—
	22	28	35	45	53	80	120	160	225	265	290
z wyrzutnikiem płytkowym	22	25	27	32	48	—	—	—	—	—	—
	25	34	40	53	63	—	—	—	—	—	—
z poduszką sprężynową lub gumową	27	29	32	35	53	—	—	—	—	—	—
	33	41	52	66	85	113	155	200	265	330	350
z poduszką pneumatyczną	37	42	55	65	76	—	—	—	—	—	—
	42	48	62	85	108	133	185	230	315	390	410

Uwaga: Dane umieszczone nad linią odnoszą się do tłoczników z czopem, a dane umieszczone pod linią — bez czopa.



Skład parku tłoczni

Nazwa grupy wyposażenia	Samochody ciężarowe 5 T	Samochody ciężarowe 3 T z silnikiem Diesla	Ciągniki gąsienicowe naftowe ITA i gazogeneratorskie T27 40 KM	Ciągniki gąsienicowe C — 65 z silnikiem Diesla	Motocykle M — 72	Armatura samochodów ГАЗ - АА i М — 1	Produkcja koszyczków do łożysk kulkowych	Produkcja łożysk i armatury	Produkcja przyrządowania elektrycznego (Prądnice, rozruszniki i inne)
Tłocznie mimośrodowe i korbowe o sile nacisku do 45 T	22,2	28,7	43,5	21,6	52,5	80,0	67,0	90,0	61,0
Jak wyżej o sile nacisku 50 ÷ 100 T	18,2	18,0	15,5	8,0	15,8	12,5	13,0	—	31,0
Jak wyżej ze stołem zdjmowalnym o sile nacisku 50 ÷ 100 T	9,0	2,5	6,5	3,0	5,3	1,5	—	—	—
Jak wyżej o sile nacisku 50 ÷ 100 T z automatycznym podajnikiem	1,5	4,5	3,0	2,7	5,3	2,5	7,0	—	—
Tłoczenie korbowe pojedynczego działania o sile nacisku 100 ÷ 250 T	15,5	17,5	17,0	20,0	15,8	2,0	13,0	5,0	8,0
Jak wyżej podwójnego działania o sile nacisku 100 ÷ 250 T	—	7,0	—	2,7	—	0,5	—	—	—
Jak wyżej pojedynczego działania o sile nacisku 300 ÷ 500 T	15,9	13,5	8,0	20,0	5,3	—	—	5,0	—
Jak wyżej podwójnego działania o sile nacisku 300 ÷ 500 T	2,2	2,2	1,5	2,0	—	—	—	—	—
Jak wyżej pojedynczego działania o sile nacisku 600 ÷ 1200 T	6,6	3,0	2,0	10,0	—	—	—	—	—
Jak wyżej podwójnego działania o sile nacisku 600 ÷ 1200 T	4,5	0,8	—	—	—	—	—	—	—
Jak wyżej pojedynczego działania o sile nacisku 1500 ÷ 2500 T	2,2	0,8	—	10,0	—	—	—	—	—
Prasy medalierskie o sile nacisku 400 ÷ 1000 T	2,2	1,5	3,0	—	—	1,0	—	—	—
Razem w %	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Tablica A

Obliczenie ilości wyposażenia i jego obciążenia

Nazwa części, zespołu i wyrobu	Nr części	Nr karty obróbki	Ilość sztuk programu rocznego	Obciążenie maszyn (w liczniku — w minutach na 1 szt, w mianowniku — w godzinach na program roczny)		
				tłocznia 94 E 150 T	tłocznia Nr 7 88 T	tłocznia cierna 80 T
Pokrywa plast.	250	1	1 000 000	0,08	0,07	0,05
				1340	1100	900
Tłumik	352	2	500 000	0,14	0,11	—
				1200	900	—
Tylny zderzak	420	3	500 000	0,10	0,14	—
				1400	1200	—
Razem			2 000 000	0,32	0,32	0,05
				3940	3200	900
Roczny fundusz czasu pracy w godz	—	—	—	4740	4740	4740
Obliczeniowa ilość maszyn $n_w$	—	—	—	0,83	0,67	0,19
Przeniesienie obciążenia maszyny	—	—	—	—	0,19	—
Przyjęta ilość maszyn $n_p$	—	—	—	1	1	—
Wskaźnik obciążenia maszyn $\frac{n_w \cdot 100}{n_p}$	—	—	—	83%	86%	—

Przy projektowaniu niewielkich wydziałów tłoczenia na zimno wyboru wyposażenia można dokonać opierając się na konieczności posiadania kompletu wyposażenia. W przypadku tym bierze się pod uwagę największy i najmniejszy obwód części.

Przykładowy skład parku tłoczni (stosunek tłoczni według siły nacisku i typu w istniejących i zaprojektowanych wydziałach tłoczenia na zimno) podaje tablica 38.

Przy obliczeniu potrzebnej ilości wyposażenia oraz jego obciążenia można posługiwać się tablicą A.

Wybór urządzeń podnośno-transportowych. a. Do podawania materiałów, półfabrykatów, wyrobów gotowych tłoczników itd. na maszyny, do pieców, wanien, składów konieczne jest zastosowanie wózków ręcznych o udźwigu

do 350 kG ze stałą lub podnośną platformą, wózków akumulatorowych lub silnikowych o udźwigu 0,75 ÷ 1,5 T, a także samochodów. b. Do obsługi linii potokowych lub transportu masowego materiałów, półfabrykatów i części w poszczególnych sekcjach wydziału stosuje się przenośniki łańcuchowe, taśmowe i rolkowe, jak również pochylnie i inne środki urządzeń transportowych bez napędu. c. Do przenoszenia ciężkich wyrobów i tłoczników, jak również do celów remontowych, wyposażenia, konieczne jest zastosowanie suwnic o udźwigu do 30 T, suwnic jednobelkowych do 3 T, przenośników jednoszynowych do 2 T i innych.

Charakterystykę i ilość potrzebnych środków transportu przy projektowaniu szczegółowym określa się według



zestawienia wagowego przepływu ładunków przez wydział (wykonanego na podstawie jego programu produkcyjnego), danych o obciążeniu maszyn, ciężaru zespołów i obrabianych części w oddziałach, jak również danych charakteryzujących ciężar tłoczników i remontowanych zespołów maszynowych.

Skład podstawowego wyposażenia oddziałów remontów mechanicznych, określa się na podstawie pracochłonności wykonywanych przez te oddziały robót (zazwyczaj wydział remontów mechanicznych przeprowadza planowe przeglądy i kontrolę, bieżący i średni remont wyposażenia wydziału, jak również remont przewodów rurowych). Na komplet maszyn niewielkich oddziałów remontowych obsługujących wyposażenie wydziału składa się 6 ÷ 7 obrabiarek do metali, w tej liczbie: 2 ÷ 3 tokarki, 1 frezarka uniwersalna, 1 strugarka, 2 wiertarki. Wskazówki potrzebne do projektowania oddziałów remontu mechanicznego podane są w rozdziale „Projektowanie wydziałów remontowych“.

Skład wyposażenia oddziału remontu tłoczników jest zależny od wielkości parku tłoczników, ich konstrukcji i innych warunków określających pracochłonność robót przy ich bieżącym i średnim remoncie (kapitałny remont i wyrób tłoczników z reguły wykonuje się w narzędziowni zakładu).

Komplet podstawowego wyposażenia oddziału remontu tłoczników wielkiego wydziału składa się z 9 ÷ 10 obrabiarek do metali, w tej liczbie: 2 ÷ 3 tokarki, 1 frezarka uniwersalna, 2 strugarki, 2 wiertarki, 2 szlifierek do płaszczyszyn. W skład urządzeń pomocniczych wchodzi: 1 ÷ 2 ostrzarki, 1 ÷ 2 tłocznie ręczne oraz 2 ÷ 3 szlifierek z giętkim wałkiem.

Roczne zużycie tłoczników przy projektowaniu wstępnym określa się w procentach od posiadanego początkowo stanu: w wydziałach I klasy o produkcji małoseryjnej — 10 ÷ 15%, seryjnych — 25 ÷ 35%, w wydziałach II klasy o produkcji wielkoseryjnej i masowej — 45 ÷ 55%.

Przy szczegółowym projektowaniu wyliczenia rocznego zapotrzebowania na tłocznie można dokonać według wzoru:

$$n_m = \frac{N_r}{Z}$$

gdzie

- $n_m$  — roczne zużycie tłoczników,
- $N_r$  — ilość części w programie rocznym,
- $Z$  — trwałość tłoczników.

Przytoczone w tablicy 39 orientacyjne dane o trwałości tłoczników przyjęte są w założeniu, że:

- a. materiał obrabiany jest wytrawiony i natłuszczony,
- b. materiałem użytym na części pracujące tłoczników jest stal Y — 8, Y — 9 i Y — 10<sup>1)</sup>, posiadająca normalną twardość po obróbce cieplnej,
- c. ilość ostrzeń tłoczni wynosi 20 ÷ 25, ilość średnich remontów 2 ÷ 3, kapitałnych 1.

Dane z tablicy 39 powinny zostać zmniejszone o 10 ÷ 20% przy podwyższonej twardości obrabianego materiału i powiększenie o 45 ÷ 60% dla tłoczników wykonanych ze stali stopowych.

1) Skład chemiczny stali Y-8: C=0,75÷0,85%; Mn ≤ 0,40%; Si=0,35%; Cr=0,20%; Ni=0,25%.

Skład chemiczny stali Y-9: C=0,86÷0,94%; Mn ≤ 0,35%; Si=0,35%; Cr=0,20%; Ni=0,25%.

Skład chemiczny stali Y-10: C=0,95-1,09%; Mn ≤ 0,30%; Si=0,35%; Cr=0,20%; Ni=0,25%.

Tablica 3

## Trwałość tłoczników

Nazwa tłoczni	Grubość surowca w mm	Orientacyjna trwałość tłoczników w tysiącach uderzeń
Wykrojnik	0,25 ÷ 0,5	700 ÷ 900
	1,0	450 ÷ 650
	1,5	350 ÷ 550
	2,0	250 ÷ 450
	3,0	250 ÷ 400
	6,0	150 ÷ 300
Dziurkownik	do 4	150 ÷ 250
Tłocznik gnący prosty	„ 3	900 ÷ 1100
„ „ złożony	„ 3	450 ÷ 600
Ciągownik	„ 3	1200 ÷ 1600
Tłocznik złożony	„ 3	250 ÷ 400
Tłocznik do wyciskania	—	100 ÷ 150

## ZAŁOGA

Pracownikami produkcyjnymi wydziałów tłoczenia na zimno są: obsługa tłoczni, spawacze elektryczni, lakiernicy, obsługa piaskownic, wanien trawiących, pieców do wyżarzania, obrabiarek i inni.

Do pracowników pomocniczych zaliczają się: kontrolerzy, brakarze, pracownicy oddziałów pomocniczych, usługowych, magazynów i składów, kierowcy wózków akumulatorowych i silnikowych oraz inni pracownicy transportowi.

Ilość koniecznych pracowników produkcyjnych w wydziale tłoczenia na zimno można obliczyć wstępnie według wzoru:

$$A = \frac{\tau_g \cdot N_r}{F_r}$$

gdzie

- $A$  — obliczeniowa ilość pracowników produkcyjnych,
- $\tau_g$  — pracochłonność wyrobów wyrażona w normogodzinach,
- $N_r$  — roczna produkcja wyrobów włączając części zapasowe,
- $F_r$  — roczny fundusz czasu pracy pracownika w godzinach.

Przy szczegółowych obliczeniach należy posługiwać się wzorem:

$$A = \frac{F_o \cdot K_{ob} \cdot n_m \cdot a}{100 \cdot F_r}$$

gdzie:

- $F_o$  — roczny fundusz czasu pracy wyposażenia w godzinach,
- $n_m$  — przyjęta w projekcie ilość wyposażenia,
- $K_{ob}$  — współczynnik obciążenia wyposażenia,
- $F_r$  — roczny fundusz czasu pracy pracownika w godzinach,
- $a$  — zagęszczenie pracowników, to znaczy ilość pracowników na jednostkę wyposażenia.

Wartość liczbowa średniego zagęszczenia pracowników  $a$  można określić przy użyciu danych z tablicy 40 podającej wskazówki o rozmieszczeniu pracowników w sekcjach tłoczenia na zimno jak również o składzie brygad obsługujących tłocznie.

Ilość pracowników pomocniczych w wydziale można obliczyć przyjmując 40 — 50% od ilości pracowników produkcyjnych.



Tablica 40

## Rozmieszczenie pracowników w sekcji tłoczenia

Typy tłoczní i rodzaje prac	Ilość tłoczní	Ilość robotników	Grupa pracownika
Tłoczenie części małych i średnich wymiarów na tłoczních jednostojakowych, pochylonych dwustojakowych z wysięgiem (praca odbywa się z jednej strony)	1	1	III
Jak wyżej przy pracy z płaskownika na tłoczních z automatycznym podawaniem	2	1	II—III
Jak wyżej przy pracy z kręgu na specjalnych tłoczních z automatycznym podawaniem	4	1	II—III
Jak wyżej przy tłoczeniu na tłoczních automatach posiadających urządzenie automatyczne w rodzaju zasobnika lub magazynu	6	1	II—III
Tłoczenie części średnich i wielkich wymiarów na tłoczních dwustojakowych pojedynczego i podwójnego działania (praca odbywa się z obu stron przez dwóch robotników)	1	2—3	II—III
Tłoczenie specjalnie wielkich wymiarowo części o ciężarze do 50 kg na tłoczních o wielkiej sile nacisku 1000 ÷ 1200 T	1	3—4	II—IV

## ZUŻYCIE SUROWCÓW I MATERIAŁÓW POMOCNICZYCH

Całkowity ciężar metalu potrzebnego do wykonania przedmiotu składa się z ciężaru tłoczonej części i ciężaru odpadów (odcinków, wycinków i innych).

Przy projektowaniu wstępnym zapotrzebowanie na surowce określa się na podstawie ciężaru gotowego przedmiotu i (w procentach od niego) ciężaru odpadów. Przy szczegółowym projektowaniu zużycie surowca oblicza się na podstawie wykazu zbiorczego procesu technologicznego lub kart obróbki.

Ciężar odpadów w wydziałach tłoczenia na zimno wynosi 20 — 25% ciężaru przedmiotów (samochody, ciągniki, motocykle, rowery i inne).

Zapotrzebowanie smarów, stosowanych przy tłoczeniu na zimno jako materiał pomocniczy, można obliczyć orientacyjnie przyjmując 3,0 — 8,0 kg na 1 tonę przerabianego surowca, albo przyjąć na podstawie danych doświadczalnych o zużyciu smarów w kg na 1 m<sup>2</sup> blachy w arkuszach (np. według tablicy 41).

Tablica 41

## Zużycie smarów

Materiał tłoczony i nazwa operacji	Nazwa i skład smaru	Zużycie smaru w kg na 1 m <sup>2</sup> powierzchni blachy
Blacha stalowa Wyciąganie Ciągnięcie płytkie Ciągnięcie głębokie	Olej maszynowy	0,025
	Smar M-2; talk 1500 g; szare mydło 1500 g; woda 50 l	0,030
	Smar M-4; olej wrzeczonowy 40 kg, kwas octowy 3,5 kg, soda kaustyczna 32 <sup>o</sup> Baumé 360 cm <sup>3</sup> , płynne mydło 3,5 kg, talk 14 kg, woda 80 — 130 l	0,040
Blacha mosiężna Ciągnięcie płytkie Ciągnięcie głębokie	Olej maszynowy	0,015
	Smar M-9; mydło zawierające 60% kwasów tłuszczowych — 4 kg, mydło płynne zawierające 40% kwasów tłuszczowych — 13 kg, olej roślinny — 5 kg, woda 1350 l	0,040
Blacha aluminiowa Ciągnięcie płytkie Ciągnięcie głębokie		0,030
	Nafta, tania wazelina techniczna lub lój techniczny	0,035

## GOSPODARKA ENERGETYCZNA WYDZIAŁU

Zasadniczymi odbiorcami energii elektrycznej są silniki elektryczne do napędu maszyn, spawarki elektryczne, piece elektryczne, suszarnie i inne urządzenia grzewcze.

Paliwo używane jest w dwóch stanach: płynnym i gazowym. Gaz może być stosowany do lutowania, grzania pieców lub suszarni, podgrzewania płynów i do innych celów.

Powietrze sprężone do 6 at n używane jest do zasilania pneumatycznych zderzaków tłoczní, maszyn pneumatycznych, piaskownic, pneumatycznych wyrzutników przy tłoczních, odmuchiwanie tłoczních oraz do innych celów.

Parę o niskim ciśnieniu stosuje się do podgrzewania płynów w wannach trawiących, w maszynach do mycia, w wannach do mycia i próbach na szczelność, jak również do grzania komór suszarnianych.

Wodę używa się do wanień trawiących i przemywających, prób na szczelność zbiorników, maszyn do mycia, chłodzenia maszyn spawalniczych i aparatów.

Wymiany płynu w wannach do prób dokonuje się raz na cztery zmiany, do mycia części — raz na dwie zmiany, do płukania w trawialniach — co dwie godziny.

## ROZPLANOWANIE POWIERZCHNI, JEJ UKŁAD I ROZMIESZCZENIE WYPOSAŻENIA

W skład powierzchni wydziałów tłoczenia na zimno wchodzi powierzchnie oddziałów produkcyjnych i pomocniczych, jak również usługowych i socjalnych.

Oddziały produkcyjne: przygotowania części do produkcji, tłoczní, obróbki cieplnej, trawialnia, obróbki mechanicznej, profilowania, spawalnia, montażowy, powłok ochronnych, malarski i inne.

W przypadku organizacji wydziału, związanej z określoną produkcją, charakterystycznej dla wielkich wydziałów II klasy, mogą istnieć oddziały do produkcji określonego przedmiotu, na przykład w wydziale tłoczenia na zimno zakładu budowy samochodów — oddział produkcji ram, wielkich części składowych (błotniki, maska, kabina kierowcy, nadwozie itd.).

Oddziały pomocnicze: remontu tłoczních, remontu mechanicznego, pakownia, przygotowania emulsji i smarów, pomp i akumulatorów (w przypadku istnienia w wydziale tłoczních hydraulicznych), magazyny surowców, składy przejściowe, magazyny wyrobów gotowych, tłoczních,

Tablica 42

## Powierzchnia na jedną tłoczníę

Nazwa tłoczní	Siła nacisku prasy w T	Powierzchnia na jedną prasę w m <sup>2</sup>	
		jednopunktowa	dwupunktowa
Korbowe i mimośrodowe	6 ÷ 12	5 ÷ 6	—
	15 ÷ 45	7 ÷ 8	—
	50 ÷ 90	10 ÷ 12	18 — 20
	100 ÷ 200	15 ÷ 18	25 ÷ 30
	225 ÷ 450	20 ÷ 25	35 ÷ 40
	500 ÷ 1 000	30 ÷ 35	45 ÷ 55
1 100 ÷ 2 000		65 ÷ 80	
Prasy automatyczne (typu „Henry Right” i mimośrodowe z automatycznym podajnikiem)	50 ÷ 100	20 ÷ 25	—
	100 ÷ 200	—	55



przrzędów i narzędzi, materiałów pomocniczych, części nabywane i inne.

Pomieszczenia usługowe i socjalne: biuro wydziału, jadalnia, szatnia, natryski i ustępy.

Zależnie od wielkości wydziału, charakteru produkcji i procesu technologicznego, niektóre z wyliczonych oddziałów mogą nie istnieć lub mogą łączyć się z innymi oddziałami. Powierzchnia oddziałów pomocniczych, włączając w to składy, zależy od wielkości produkcji i sposobu rozmieszczenia wyposażenia wynosi  $75 \pm 90\%$  powierzchni produkcyjnej.

Przy wstępnym projektowaniu powierzchni produkcyjną wydziału tłoczenia na zimno można wyznaczyć według jednostkowej powierzchni produkcyjnej (w  $m^2$  na jednostkę wyposażenia), której wielkość przyjmuje się według analogicznych, najlepszych istniejących, lub zaprojektowanych wydziałów. Według projektów wydziałów tłoczenia na zimno zakładów budowy samochodów, ciągników, motocykli i łożysk kulkowych wskaźnik ten wynosi (w  $m^2$  na jednostkę wyposażenia) zależnie od wielkości i materiałochłonności produkowanych części: dla oddziałów produkujących podwozia samochodu ciężarowego 1,5 ton TA3-AA i osobowego M-1-27, kabiny kierowców i nadwozia do tych samochodów -35, podwozia samochodu ciężarowego 3 tonowego ЗИС-5, podwozia samochodu ciężarowego 3 tonowego z silnikiem Diesla — 39, podwozia samochodu ciężarowego 5 ton — 40, części dla ciągnika kołowego 30 KM-20, ciągnika gąsienicowego 40 KM, motocykla do 500  $m^3$  — 22, motocykla z wózkiem — 35, koszyki do łożysk kulkowych — 23, części gaźnika i przrzędów elektrycznych samochodowych i ciągnikowych — 11.

Za pomocą tego samego wskaźnika wyznacza się wielkość jednostkowej powierzchni każdego z oddziałów produkcyjnych wydziału tłoczenia na zimno, na przykład w zakładach samochodowych na jednostkę wyposażenia przypada dla oddziałów (w  $m^2$ ): przygotowania części do produkcji 50  $\pm$  60, ram 45  $\pm$  60, części wielkich (błotniki, maska, kabina kierowcy, nadwozie, osłona chłodnicy i inne) 35  $\pm$  40, części średnich (bębny hamulcowe, osłony dyferencjału, tarcze sprzęgieł i inne) 20  $\pm$  25, części drobnych 10  $\pm$  12.

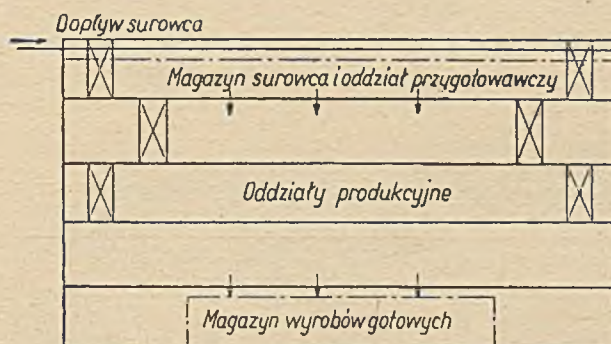
W tablicy 42 podane są wielkości powierzchni jednostkowych, koniecznych dla tłoczni o różnej charakterystyce.

Tablica 43 orientacyjnie zawiera dane dotyczące układu powierzchni oddziałów produkcyjnych, pomocniczych

i magazynów jak również przejść głównych w wydziałach tłoczenia na zimno II klasy (% od powierzchni całkowitej.) Powierzchnię pomieszczeń usługowych i sędjalnych określa się według ilości pracowników, biorąc za punkt wyjścia powierzchnię przewidzianą dla jednego pracownika.

Przy szczegółowym projektowaniu powierzchnię wydziału określa się jako wynik rozplanowania jego oddziałów, a także rozmieszczenia całego wyposażenia produkcyjnego i pomocniczego. Powierzchnie magazynów w przypadku tym wylicza się zgodnie z ilością przechowywanych surowców i materiałów (patrz rozdział „Projektowanie gospodarki magazynowej“).

Układ oddziałów produkcyjnych i kierunek przebiegu ładunków mogą być prostopadłe (rys. 24) lub równoległe do naw wydziału (rys. 25). Układ według rys. 25 daje pewną oszczędność powierzchni uzyskanej kosztem bocznic kolejowych i przejazdów, polepsza stopień wykorzystania suwnic do transportu surowców, materiałów pomocniczych i części przygotowanych do produkcji z oddziału przygotowawczego tłoczni.



Rys. 24. Schemat przebiegu ładunków w kierunku prostopadłym do osi naw wydziału.

Umieszczając wydział tłoczenia na zimno w jednym budynku z wydziałem mechanicznym przebiegi ładunków można projektować:

- równoległe do naw wydziału mechanicznego (rys. 26),
- prostopadłe do naw wydziału mechanicznego (rys. 27),
- w przedłużeniu naw wydziału mechanicznego (rys. 28).

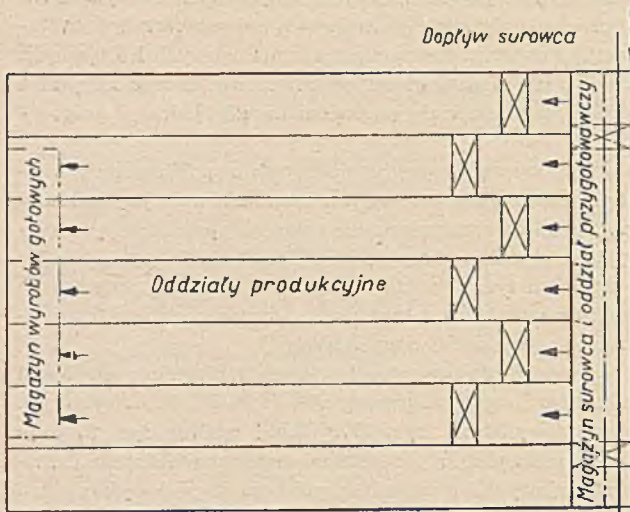
Schematy podane na rys. 26 i 28 są najbardziej rozpowszechnione.

Tablica 43

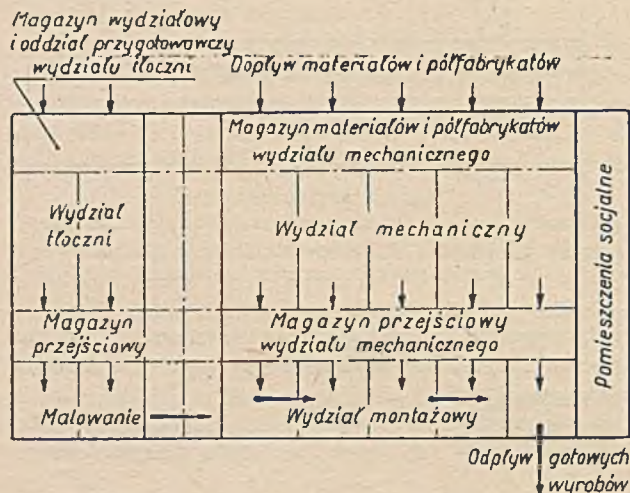
Procentowy stosunek powierzchni produkcyjnych, pomocniczych i magazynów

Nazwa powierzchni	Procentowy stosunek powierzchni	Nazwa powierzchni	Procentowy stosunek powierzchni
I. Oddziały produkcyjne		III. Magazyny	
przygotowawczy	2 $\div$ 2,5	surowców przy 25 $\div$ 30 dnowym okresie magazynowania	10 $\div$ 8
tłoczni	39 $\div$ 45	wyrobów gotowych (w tej liczbie składów przejściowych) i ekspedycji	4 $\div$ 6
wyżarzanie i trawienie półfabrykatów	2 $\div$ 2,5	materiałów pomocniczych i różnych	1
lakiernia	7 $\div$ 6	magazyny razem	25 $\div$ 24
powłok ochronnych	5 $\div$ 4		
oddziały produkcyjne razem	55 $\div$ 60		
II. Oddziały pomocnicze, łącznie z ich powierzchnią magazynową		IV. Przejazdy i bocznic kolejowe	
remontu tłoczników	2,5 $\div$ 3	przejazdy centralne:	
remontu mechanicznego	2,5 $\div$ 2	a. przy stosunku szerokości budynku do jego długości 1 : 2	4
pakownia	0,5	b. jak wyżej 1 : 5	8,5
przygotowania emulsji	0,2	Bocznic kolejowa z rampą wyładowniczą:	
podsiłki elektrycznych	0,8	a. kierunek bocznic wzdłuż budynku	7
oddziały pomocnicze razem	6,5	b. bocznic w szczytowej części budynku	4,5
		przejazdy i bocznic razem	13,5 $\div$ 9,5
		Oddziały pomocnicze, składy, drogi i bocznic	45 $\div$ 40

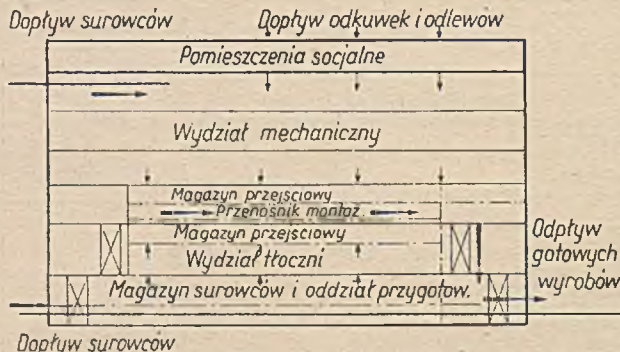




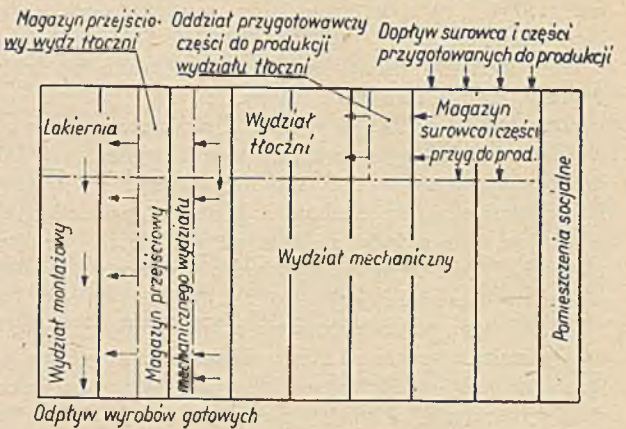
Rys. 25. Schemat przebiegu ładunków w kierunku równoległym do osi naw wydziału.



Rys. 26. Schemat równoległego ułożenia naw wydziału tłoczenia na zimno do naw wydziału mechanicznego.



Rys. 27. Schemat przebiegu ładunków w nawach wydziału tłoczenia na zimno odbywający się prostopadłe do naw wydziału mechanicznego.



Rys. 28. Schemat przebiegu ładunków w nawach wydziału tłoczenia na zimno, gdy rozmieszczone są one w przedłużeniu naw wydziału mechanicznego.

Na planie wydziału schematycznie nakreśla się zarysy budynku, nanosi siatkę słupów i granice oddziałów (rys. 29).

Wysokość naw do podciągów kratownic waha się w granicach od 5 do 15 m i zależy przede wszystkim od wysokości i siły nacisku tłoczni, które mają być zainstalowane oraz od obecności i udźwigu suwnic elektrycznych. W przypadkach szczególnych tłocznie mogą być umieszczone na górnych piętrach budynku. Obciążenie stropu nie może w tym przypadku przekraczać 1,2 T/m<sup>2</sup>.

Celowe jest rozmieszczać poszczególne oddziały wydziału w następującej kolejności. Na początku wydziału — magazyn surowców, oddział przygotowawczy i pakownia, gdzie przewiduje się umieszczenie bocznicy kolejowej lub wjazdów dla transportu międzywydziałowego. Następnie umieszcza się oddziały tłoczni. W przypadku dużej długości pomieszczenia tego oddziału przewiduje się poprzeczne przejazdy co 60 ÷ 65 m. Takie same przejazdy umieszcza się za każdym z oddziałów produkcyjnych. Na końcu oddziału tłoczni umieszcza się magazyn przejściowy, a za nim — oddziały lakiernicze i powłok ochronnych. Na końcu wydziału powinien się znajdować magazyn wyrobów gotowych.

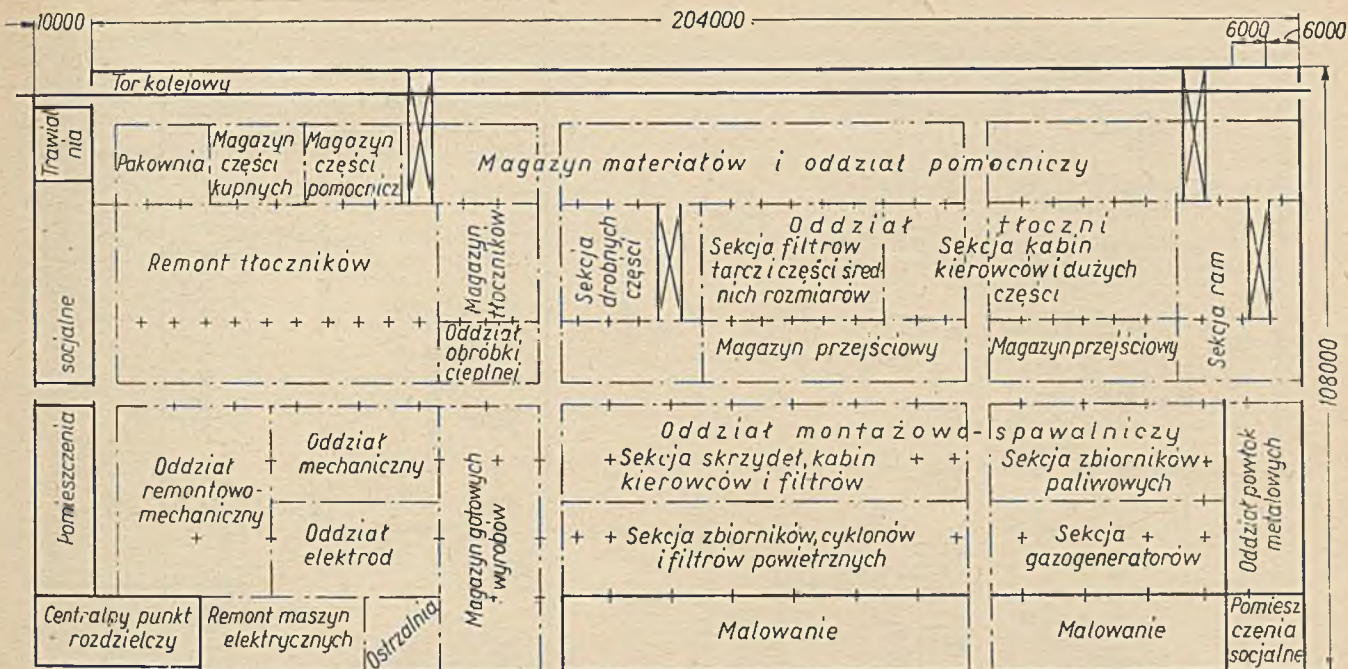
Magazyn tłoczników, oddziały remontu tłoczników i maszyn umieszcza się w pobliżu oddziału tłoczni albo na jego terenie, a magazyny i składy materiałów pomocniczych i innych — na końcu warsztatu.

Przy produkcji małoseryjnej i seryjnej (rys.32) tłocznie i maszyny w wydziałach tłoczenia na zimno umieszcza się według typów lub grup maszyn i urządzeń, przy produkcji zaś wielkoseryjnej i masowej (rys.33) — w kolejności operacji procesu technologicznego wyrobu części i montażu zespołów.

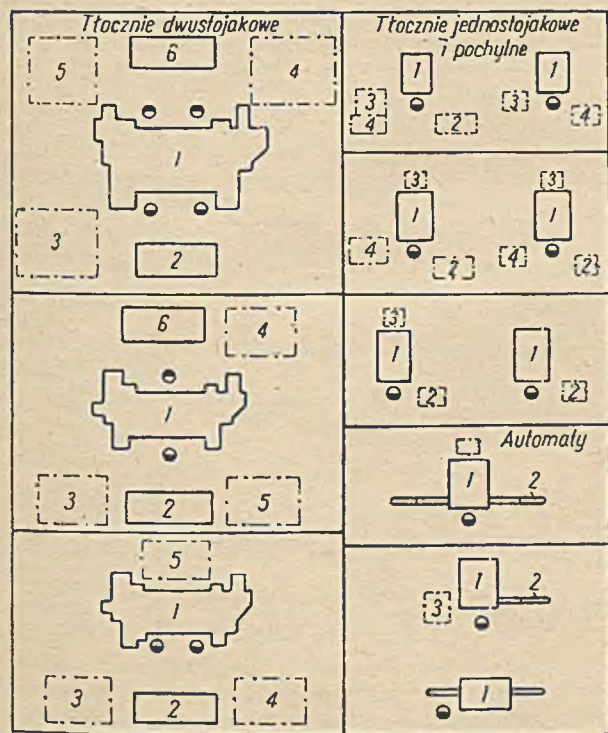
W tych przypadkach, gdy w jednej linii produkcyjnej wytwarza się kilka części, wyposażenie należy umieszczać w kolejności obróbki najbardziej pracochłonnych części. Przy rozmieszczaniu wyposażenia należy przewidzieć organizację pracy na tłoczniach, biorąc pod uwagę miejsca na półfabrykaty, odpady i wyroby gotowe. Przykładowe rozplanowanie miejsc pracy podano na rys. 30.

Odległości zalecane między tłoczniami i słupami jak również ścianami budynku, wymiary przejść między maszynami, przejść głównych i przejazdów podano na rys. 31.

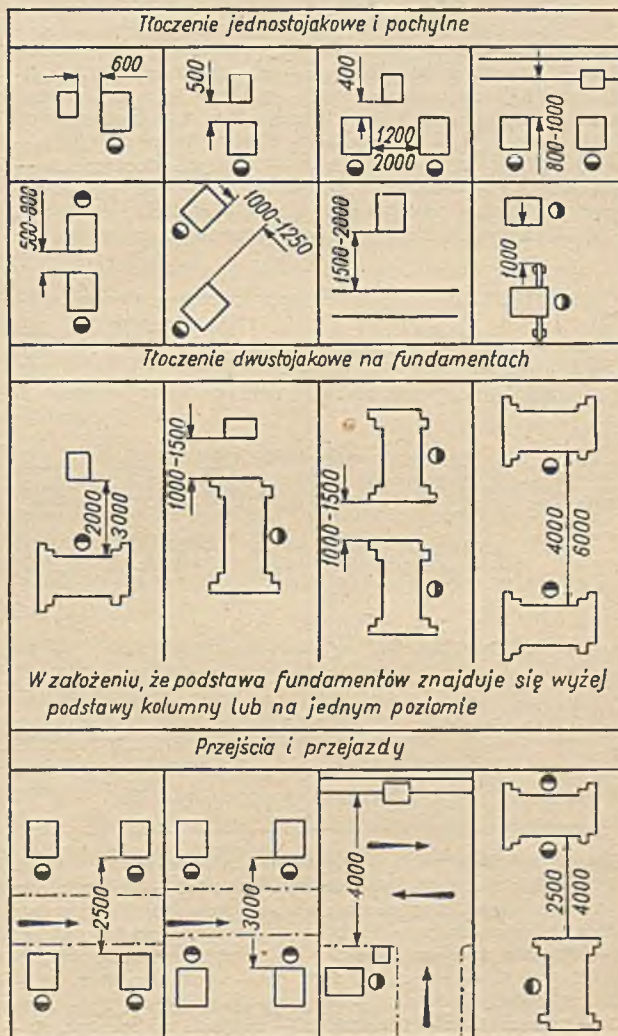




Rys. 29. Rozplanowanie wydziału tłoczenia na zimno zakładu budowy ciągników produkującego części, podzespoły oraz zespoły do ciągników ropnych i gazogeneratorowych.



Rys. 30. Rozmieszczenie stanowisk roboczych w wydziałach tłoczenia na zimno; dla tłoczni dwustojakowych: 1 — tłocznia, 2 1 3 — sekcje przygotowawcze, 4 — sekcja wyrobów gotowych 5 — sekcja odpadków, 6 — stół na wyroby gotowe; dla tłoczni jedno stojakowych i przechyłnych: 1 — tłocznia, 2 — sekcja przygotowawcza, 3 — sekcja wyrobów gotowych, 4 — sekcja odpadków; dla automatów: 1 — tłocznia, 2 — podajniki do tłoczni, 3 — sekcja wyrobów gotowych.

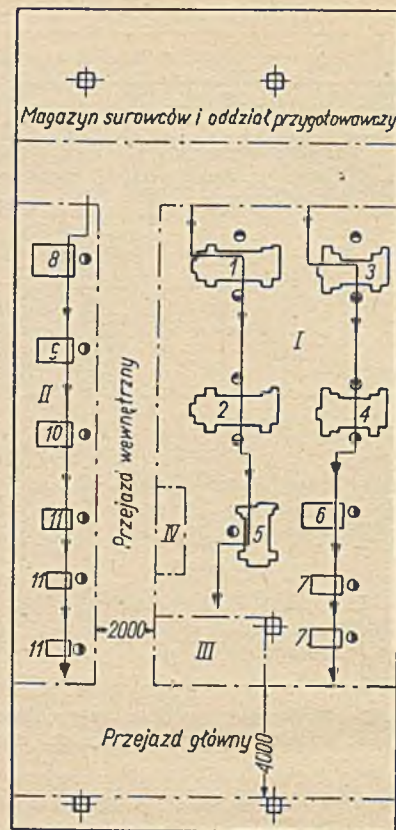


Rys. 31. Odległości i odstępy między tłoczniami.

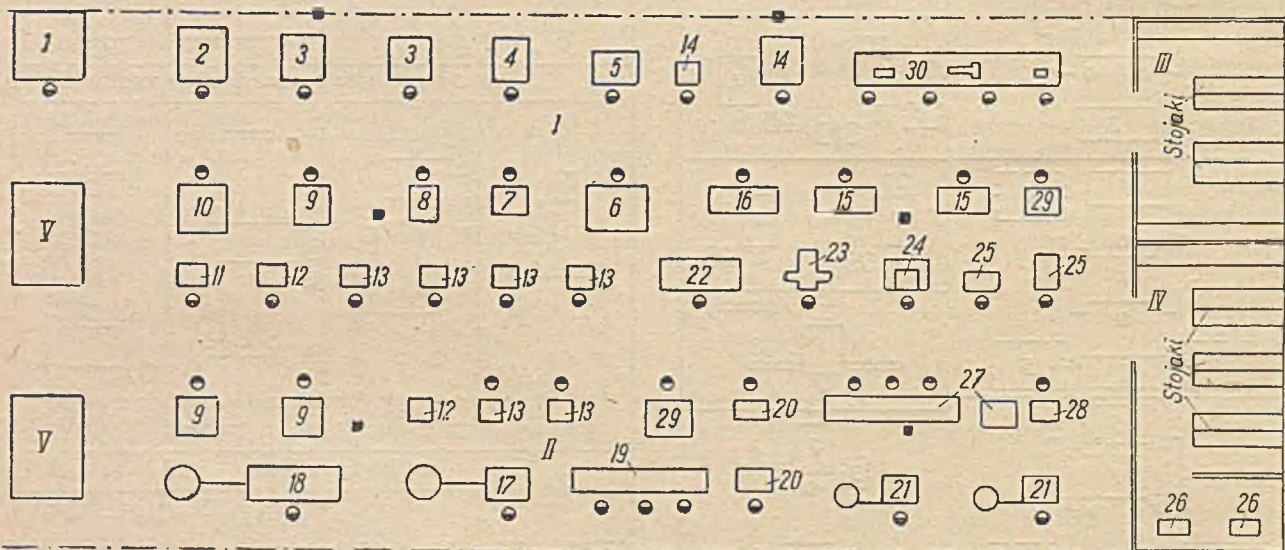




Rys. 32. Przykładowe rozmieszczenie grupowe wyposażenia wydziału tłoczenia na zimno: I — oddział tłoczeniowy, II — oddział obróbki mechanicznej, III — oddział ślusarsko-montażowy, 1 — tłocznia 100 T, 2 — tłocznia 60 T, 3 — tłocznia 40 T, 4 — tłocznia 35 T, 5 — tłocznia 25 T, 6 — tłocznia 15 T, 7 — tłocznie 3 ÷ 6 T, 8 — tokarki, 9 — maszyna tłocząca, 10 — gwinciarzki, 11 — tokarki rewolwerowe, 12 — wiertarka dwuwrzecionowa, 13 — frezarka pozioma, 14 — szlifierka ostrzarka, 15 — stół warsztatowy, 16 — urządzenia do spawania.

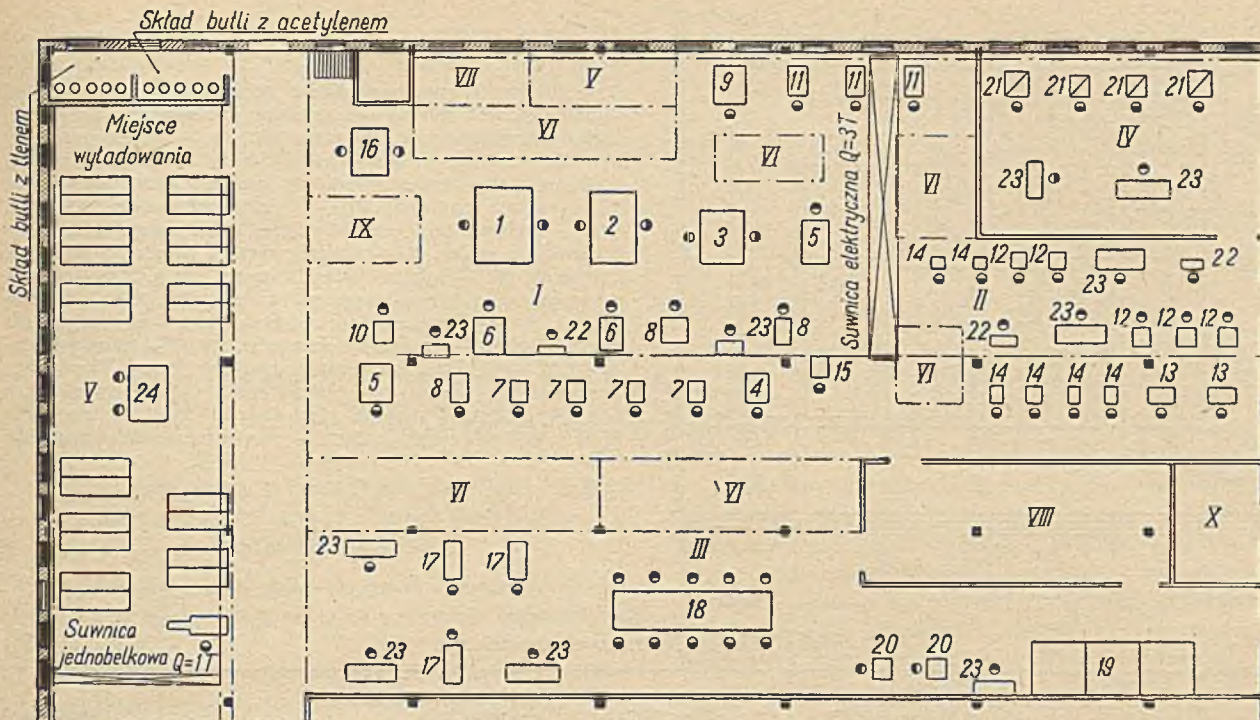


Rys. 33. Przykładowe rozmieszczenie wyposażenia wydziału tłoczenia na zimno zgodnie z przebiegiem procesu technologicznego: I — sekcja wielkich części, II — sekcja drobnych części, III — sekcja wyrobów gotowych, IV — magazyn tłoczników, 1 — tłocznia 450 T, 2 — tłocznia 350 T, 3 — tłocznia 250 T, 4 — tłocznia 180 T, 5 — tłocznia 100 T, 6 — tłocznia 90 T, 7 — Tłocznie 25 — 45 T, 8 — tłocznia 90 T, 9 — tłocznia 60 T, 10 — tłocznia 45 T, 11 — tłocznie 15 — 25 T.



Rys. 34. Rozplanowanie wydziału tłoczenia na zimno zakładu produkcji gaźników: I — sekcja wielkich części, II — sekcja drobnych części i obróbki mechanicznej, III — magazyn przejściowy, IV — magazyn wyrobów gotowych, V — sekcja stojaków do części przygotowanych do produkcji; 1 — tłocznia mimośrodowa 100 T, 2 — tłocznia mimośrodowa 60 T, 3 — tłocznie mimośrodowe 25 T, 4 — tłocznia jednostojakowa 15 T, 5 — tłocznia cierna, 6 — tłocznia medaljerska 400 T, 7 — tłocznia do ciecía taśmy, 8 — tłocznia mimośrodowa „Weingarten”, 9 — tłocznia jednostojakowa 25 T, 10 — tłocznia Kirchselsa, 11 — obcinarka 6 T, 12 — obcinarka 5 T, 13 — obcinarka 3 T, 14 — aparaty do spawania punktowego, 15 — tokarki rewolwerowe, 16 — maszyna do tłoczenia, 17 — maszyna do odsadzania, 18 — dwustronny automat do odsadzania, 19 — wiertarki, 20 — tokarki, 21 — zwijarki do sprężyn, 22 — tokarka, 23 — frezarka pozioma, 24 — automat, 25 — gwinciarzki, 26 — bębny do oczyszczania, 27 — stoły montażowe, 28 — szlifierka-ostrzarka, 29 — walce prostujące, 30 — stół warsztatowy.





Rys. 35. Rozplanowanie wydziału tłoczenia na zimno zakładu budowy motocykli: I — sekcja tłoczni, II — sekcja montażu zespołów, III — sekcja spawania części i zespołów, IV — sekcja lutowania części, V — magazyn surowców i sekcja przygotowawcza, VI — magazyn międzyoperacyjne półfabrykatów, VII — magazyn tłoczników, VIII — magazyn wyrobów gotowych, IX — magazyn części przygotowanych do produkcji, X — skład materiałów pomocniczych; 1 — tłocznia mimośrodowa 345 T, 2 — tłocznia mimośrodowa 180 T, 3 — tłocznia mimośrodowa 215 T, 4 — tłocznia 600 T, 5 — tłocznia mimośrodowa 106 T, 6 — tłocznia mimośrodowa 88 T, 7 — tłocznie do cięcia z taśmy 26 T, 8 — tłocznie automatyczne 43 T, 9 i 10 — tłocznie do prostowania 56 T, 11 — maszyna do profilowania wyrobów z blachy, 12 — tłocznie do wyginania, 13 — tłocznie śrubowe, 14 — wiertarki, 15 — bębny do oczyszczania, 16 — walce do prostowania, 17 — aparaty do spawania elektrycznego AHT-16, 18 — stanowiska spawalnicze, 19 — kabina do spawania drobnych części, 20 — wanny, 21 — plece do wyżarzania, 22 — szlifierki-ostrzarki, 23 — stoły warsztatowe, 24 — nożyce do cięcia metalu.

Rys. 29, 34 ÷ 36 przedstawiają przykładowo rozplanowanie powierzchni i rozmieszczenie wyposażenia wydziałów tłoczenia na zimno.

Rys. 29 przedstawia rozplanowanie wydziału tłoczenia na zimno zakładu budowy ciągników produkującego części, podzespoły i zespoły do ciągników ropnych i gazogeneratorowych. Powierzchnia wydziału rozplanowanego w 7 nawach równa się (bez pomieszczeń socjalnych) 220,32 m<sup>2</sup>.

Rys. 34 przedstawia rozplanowanie wydziału tłoczenia na zimno (I klasy) wchodzącego w skład głównego budynku zakładu budowy gaźników. Powierzchnia wydziału rozplanowanego w trzech sześciometrowych nawach wynosi 756 m<sup>2</sup>, a wysokość naw przyjęto 5,5 m.

Magazyn surowców i części przygotowanych do produkcji znajduje się na początku wydziału, magazyn gotowych wyrobów — w przeciwległym końcu. Wyposażenie wydziału ułożono w 4 linie produkcyjne. Siłę nacisku tłoczni przyjęto na 3 ÷ 100 T. Wielkie tłocznie położone są na początku linii.

Transport części przygotowanych do produkcji, wyrobów gotowych i tłoczników obsługiwany jest wózkami akumulatorowymi i ręcznymi.

Rys. 35 przedstawia rozplanowanie wydziału tłoczenia na zimno (II klasa, 1 grupa) z zakładu budowy motocykli, o powierzchni 2240 m<sup>2</sup>.

Proces technologiczny w tym wydziale jest analogiczny do procesu wydziału przedstawionego na rys. 34. W związku z istnieniem wielkich tłocznii do obsługi ich przewidziane są suwnice elektryczne.

Rys. 36 przedstawia rozplanowanie wydziału tłoczenia na zimno zakładu budowy samochodów (II klasa, 2 grupa). Wydział rozmieszczono na powierzchni 47 700 m<sup>2</sup>, w 10 nawach szerokości 24 m.

Magazyn surowców i części przygotowanych do produkcji położony jest na końcu wydziału, prostopadle do naw głównych.

Maszyny i urządzenia przygotowawcze do produkcji znajdują się przy magazynie surowców. Potok produkcyjny części ułożony jest zgodnie z procesem technologicznym z ruchem wzdłuż nawy.

Składy wyrobów gotowych umieszczone są z przeciwległej strony wydziału.

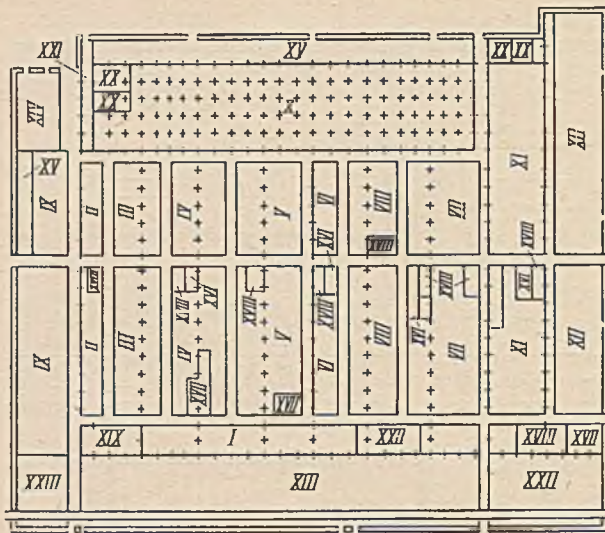
Ciężkie tłocznie ześrodkowano na początku naw przyległych do magazynu surowców. Takie umieszczenie zezwala na uniknięcie niepotrzebnego transportu surowców i wielkich części przygotowanych do produkcji.

W związku z istnieniem parku tłoczni o wielkiej sile nacisku wysokość naw przyjęto 12 m licząc do podciągów kratownic. Wyjątek stanowi nawa oddziału ram samochodowych, posiadająca wysokość 15 m. Wszystkie nawy wyposażone są w suwnice elektryczne o udźwigu 5, 10, 15 i 30 T, a oddział ram samochodowych — suwnicę o udźwigu 60 T.

#### WSKAŹNIKI TECHNICZNO — EKONOMICZNE

Tablica 44 zawiera zbiór wskaźników techniczno-ekonomicznych poszczególnych wydziałów tłoczenia na zimno.





Rys. 36. Rozplanowanie wydziału tłoczenia na zimno zakładu budowy samochodów: I — oddział przygotowawczy i magazyn części przygotowanych do produkcji, II — sekcja produkcji kół, III — sekcja produkcji karterów, IV — sekcja produkcji białników, V — sekcja produkcji masek i kabin kierowców, VI — sekcja nadwozi, VII — sekcja zbiorników benzyny, VIII — sekcja części jednostkowych, IX — sekcja wyżarzania i trawienia części, X — sekcja mycia i składania wyrobów gotowych, XI — sekcja tłoczenia części ramy, XII — sekcja montażu ramy, XIII — magazyn blach i taśm, XIV — laboratorium, XV — pomieszczenia socjalne, XVI — wypożyczalnia narzędzi, XVII — magazyn tłoczników, XVIII — biura wydziału, XIX — sekcja prasowania odpadków, XX — magazyny chemikaliów, materiałów budowlanych, ubrań specjalnych i innych, XXI — oddział gruntowania, XXII — magazyny materiałów taśmowych, XXIII — powierzchnia do sortowania.

Tablica 44

## Wskaźniki techniczno-ekonomiczne

Nazwa wskaźnika	Wydział tłoczn. produkcji podwozia ГАЗ		Wydział tłoczenia na zimno ЗИС		Wydział tłoczenia gazo-genera'tora ХТЗ		Wydział koszyków fabryki łożysk tłocznych w Saratowie	Wydział tłoczenia na zimno fabryki gaźników w Moskwie	Wydział tłoczenia na zimno fabryki gaźników w Leningradzie
	dla oddziału tłoczn.	w stosunku do zakładu	dla oddziału tłoczn.	w stosunku do wydziału	dla oddziału tłoczn.	w stosunku do wydziału			
Stosunek% parku produkcyjnego (100%):									
a. tłocznie	57,8	33,4	29,0	24,8	31,5	21,5	58,3	32,8	36,0
b. obróbka wlotowa	12,3	19,7	33,4 <sup>1)</sup>	37,4	17,5	27,7	12,7	15,2	17,3
c. spawarki elektryczne	13,7	8,9	11,5	10,0	22,8	16,4	—	22,0	3,4
d. suszarnie i piece	—	2,8	—	1,1	—	2,6	—	—	—
e. pozostałe	16,2	35,2	26,1	26,7	28,2	31,8	29,0	30,0	43,3
Sredni tonaż tłoczni	182	—	188	—	106	—	43	71	33
Stosunek procentowy załogi:									
a. pracownicy produkcyjni w stosunku do ogółu pracowników	80,0	57,0	79,0	66,0	83,0	57,0	70,0	7,0	78
b. pracownicy pomocniczy w stosunku do produkcyjnych	26,0	73,0	27,0	49,0	20,0	74,0	27,0	23,0	28
c. pracownicy inżynierjno-techniczni do ogółu pracowników	5,7	9,1	7,6	12,5	5,4	14,5	10,0	9,3	9,0
Stosunek procentowy powierzchni:									
a. powierzchnia produkcyjna w % powierzchni całkowitej	65,0	57,0	62,0	61,0	69,0	52,0	60	56	68
b. powierzchnia pomocnicza w % powierzchni produkcyjnej	54,0	76,0	61,0	34,0	45,0	92,0	67,0	79	17
Powierzchnia produkcyjna na jednostkę parku maszynowego w m <sup>2</sup>	33	25	39	38	38	26	27	23	10
Ilość operacji tłoczenia na jedną część	2,4	—	3,3	—	1,7	—	3,3	2,0	3,0
Ilość przerabianego surowca rocznie na jedną prasę w ton/rok	370	—	408	—	523	—	62	160	8
Jak wyżej na 1 m <sup>2</sup> powierzchni produkcyjnej	6,5	5,2	2,8	2,6	11,0	3,1	1,3	1,6	0,46
Pracochłonność na 1 tonę przerabianego surowca w maszynogodzinach	14,0	—	24,0	—	19,0	—	147,0	75,0	297,0
Jak wyżej w roboczegodzinach	20,0	—	38,0	—	35,0	—	298,0	100,0	480,0
Zużycie powietrza sprężonego w m <sup>3</sup> na 1 tonę wyrobów	—	194	—	238	—	176	—	16,4	84,5
Zużycie pary w tonach na 1 tonę wyrobów	—	0,76	—	0,41	—	0,51	—	0,25	1,44
Zużycie wody przemysłowej w m <sup>3</sup> na 1 tonę wyrobów	—	4,2	—	2,9	—	9,0	—	2,4	14,9

<sup>1)</sup> Duża ilość obrabiarek do metali w wydziale tłoczenia na zimno ЗИС uwzględniana jest dużą ilością części, podlegających obróbce mechanicznej.



## Rozdział III

# PROJEKTOWANIE WYDZIAŁÓW SPAWALNICZYCH KONSTRUKCJI METALOWYCH

### KLASYFIKACJA WYDZIAŁÓW KONSTRUKCJI METALOWYCH I WYJŚCIOWE DANE DO PROJEKTOWANIA

Klasyfikacja wydziałów konstrukcji metalowych (tablica 1) została uszeregowana na podstawie następujących właściwości:

- a. *rodzaj produkcji*: produkcja jednostkowa i małoseryjna, średnioseryjna, wielkoseryjna i masowa,
- b. *proces technologiczny dominujący w danym wydziale*: operacje przygotowawcze i montażowe, spawanie elektryczne łukowe i inne, przy różnym stopniu ich mechanizacji,
- c. *rodzaj surowca przeważający w produkowanych konstrukcjach*,
- d. *produkcja wydziału*: roczna wydajność w tonach.

Według dwóch pierwszych właściwości wszystkie wydziały konstrukcji metalowych można podzielić na trzy klasy.

I klasa — wydziały produkcji jednostkowej i małoseryjnej wykonującej spawanie łukowe na stojakach montażowych z zastosowaniem urządzeń uniwersalnych do automatycznego spawania łukowego i oporowego.

Nitowanie stosuje się jedynie w niektórych specjalnych konstrukcjach podlegających znacznym obciążeniom dynamicznym lub gwałtownym zmianom temperatury. Nitowanie odbywa się zasadniczo mechanicznie.

II klasa — wydziały produkcji średnioseryjnej, w których powszechnie używane są uchwyty montażowe, stojaki zmechanizowane do ręcznego spawania i specjalne urządzenia do automatycznego spawania łukowego i oporowego.

III klasa — wydziały produkcji wielkoseryjnej i masowej gdzie są stosowane specjalne przyrządy i urządzenia do montażu, spawania i mechanicznego nitowania. Dla wydziałów tej klasy charakterystycznym może być stosowanie profili giętych z blachy.

Tablica 1

Klasyfikacja wydziałów konstrukcji metalowych

Klasa	I		II		III	
	1	2	1	2	1	2
Produkcja	Jednostkowa i małoseryjna		Średnioseryjna		Wielkoseryjna i masowa	
Przeważający rodzaj surowca	Blacha stalowa $\delta \leq 5$ mm. Stal walcowana $g \leq 3$ kg (1 mb) Rury $d_w \leq 50$ mm	Blacha stalowa $\delta > 5$ mm. Stal walcowana $g > 3$ kg (1 mb) Rury $d_w > 50$ mm	Blacha stalowa $\delta \leq 5$ mm. Stal walcowana $g \leq 3$ kg (1 mb) Rury $d_w \leq 50$ mm	Blacha stalowa $\delta > 5$ mm. Stal walcowana $g \leq 3$ kg (1 mb) Rury $d_w > 50$ mm	Blacha stalowa $\delta \leq 5$ mm. Stal walcowana $g \leq 3$ kg (1 mb) Rury $d_w \leq 50$ mm	Blacha stalowa $\delta > 5$ mm. Stal walcowana $g > 3$ kg (1 mb) Rury $d_w > 50$ mm
Charakterystyczny proces technologiczny	Ręczne spawanie łukowe na stojakach. Spawanie oporowe na maszynach uniwersalnych	Ręczne spawanie łukowe na stojakach. Spawanie automatyczne na urządzeniach uniwersalnych. Maszynowe i ręczne nitowanie pneumatyczne	Cięcie i gięcie profili i blach. Montaż w uchwytach. Spawanie łukowe na stojakach zmechanizowanych. Spawanie oporowe w specjalnych przyrządach	Montaż w uchwytach. Ręczne spawanie łukowe na zmechanizowanych urządzeniach obrotowych. Spawanie automatyczne na urządzeniach specjalnych. Nitowanie pneumatyczne	Tłoczenie i gięcie profili i blach. Montaż i ręczne spawanie na zmechanizowanych urządzeniach obrotowych. Spawanie automatyczne	Montaż i ręczne spawanie na zmechanizowanych urządzeniach. Spawanie automatyczne na ściśle specjalnych urządzeniach. Nitowanie mechaniczne
Produkcja roczna w tonach	do 6000	od 6000 do 50 000	od 3000 do 15 000	od 15 000 do 50 000	od 3000 do 15 000	powyżej 15 000
Charakterystyczna produkcja	Urządzenia wentylacyjne. Specjalne opakowania. Lekkie konstrukcje kratowe specjalnego przeznaczenia. Gazowe zbiorniki utrzymujące stałe ciśnienie.	Konstrukcje obudowy kotłów. Konstrukcje i podstawy maszyn ciężkiego typu. Wiazary, ramy i inne nośne konstrukcje urządzeń podnośno-transportowych. Stałe zbiorniki utrzymujące stałe ciśnienie. Konstrukcje budowlane. Przęsła mostów	Metalowe, znormalizowane opakowania i małe zbiorniki. Części budowlane: okna, drzwi, blaszane ogrodzenia i inne. Urządzenia wentylacyjne. Konstrukcje ciętych profili. Przewody i kształtki dla przemysłu torfowego	Suwnice znormalizowanych typów. Parowozy, wagony, cysterny. Zbiorniki. Konstrukcje dla przemysłu chemicznego i koksowego. Wieże radiowe i słupy linii wysokiego napięcia. Typowe konstrukcje budowlane. Przęsła mostów. Typowe kotły	Metalowe znormalizowane opakowania i małe zbiorniki. Konstrukcje aparatury elektrycznej. Lekkie konstrukcje przemysłu obrotowego	Wagony towarowe. Kotły parowe i lokomobile. Konstrukcje maszyn rolniczych. Konstrukcje kadłubów



Każda z klas dzieli się na grupy w zależności od przeważającego rodzaju materiału używanego do produkowanych konstrukcji.

W zakładach przemysłowych konstrukcje metalowe stanowią znaczną część produkcji. Dlatego też program, charakter produkcji, specjalizacja i praca projektowanego wydziału określa się profilem zakładu przemysłowego, w skład którego wchodzi ten wydział.

W przemyśle budowlanym produkcja konstrukcji metalowych jest ześrodkowana w oddzielnych zakładach lub warsztatach. Zakłady przemysłowe konstrukcji metalowych mogą być zaliczone według typu zasadniczej produkcji przede wszystkim do I klasy i 2 grupy. Roczna ich wydajność waha się od 5 ÷ 6 tysięcy ton (warsztaty przy wielkich budowach zakładów ciężkiego przemysłu) do 45 ÷ 50 tysięcy ton (specjalne zakłady przemysłowe konstrukcji metalowych).

W związku z rosnącym stosowaniem w budownictwie znormalizowanych części metalowych (okucia okienne, świetliki górnego światła, ogrodzenia z blachy itd.) zakłady wyspecjalizowane w ich produkcji zostają wydzielone. Mogą one być zaliczone do II klasy (grupy 1, a rzadziej grupy 2).

Wyjściowe dane do projektowania wydziałów konstrukcji metalowych są następujące:

- roczny program produkcji,
- warunki techniczne prób i odbioru wyrobów gotowych,
- zasady pracy oraz roczna ilość maszynogodzin urządzeń i roczna ilość godzin pracy robotników będących do dyspozycji.

### PROGRAM PRODUKCJI WYDZIAŁU

Roczny program produkcji jest to wykaz produkowanych wyrobów z podaniem ich ilości i ciężaru. Wykaz wyrobów należy podzielić na jednolite konstrukcyjne grupy, następnie dla każdej grupy ustalić proces technologiczny i określić ilość pracy wykonywanej w poszczególnych oddziałach wydziału. Jednocześnie ustala się wykaz i ilość zespołów i części nadchodzących do oddziału montażowego z innych wydziałów zakładu.

Program produkcji przy szczegółowym projektowaniu może być sporządzony według wzoru podanego w tablicy A.

Wykazane w tej tablicy obciążenie oddziału przygotowawczego powinno być rozdzielone według rodzajów materiałów i półfabrykatów stosowanych do produkcji wyrobów wskazanych w programie projektowanego wydziału (stal walcowana według odmian, blacha, kątownik, dwuteownik itd., odlewy żeliwne i stalowe, odkuwki, części znormalizowane, elektrody i inne).

Wyniki tych obliczeń w formie tablicy zestawieniowej określają roczne zapotrzebowanie materiałów potrzebnych do wykonania ustalonego programu. Wielkość ubytków, spalania i innych strat oblicza się w procentach od ciężaru wyrobów.

Celowość i możliwość przeprowadzenia szczegółowych obliczeń technologicznych jest uzależniona od przynależności danego wydziału do określonej klasy (tablica 1) i od dokładności opracowania programu produkcji. Stosuje się następujące rodzaje programu produkcji wydziału konstrukcji metalowych:

- warunkowy program* produkcji przyjmuje się przy projektowaniu wydziałów I i częściowo II klasy, tj. przy niestałej i nieokreślonej specyfikacji produkowanych wyrobów,
- przewidywany program* produkcji przyjmuje się przy projektowaniu wydziałów II klasy w tych przypadkach, kiedy produkcja jest różnorodna odnośnie typorozmiarów i może podlegać częstym zmianom,
- dokładny program* produkcji przyjmuje się przy projektowaniu wydziałów III klasy (niekiedy II klasy), gdy ilość i rodzaj produkcji jest określony.

Program warunkowy produkcji jednostkowej lub małoseryjnej opracowuje się w ogólnej formie, zazwyczaj przez podanie ciężaru (np. 5000 ton konstrukcji suwnic metalowych o udźwigu 50 ÷ 125 T, kotły lokomobili rolniczych 75 KM o ogólnym ciężarze 2500 T itd.).

Program przewidywany ustala się z typowych wyrobów charakterystycznych dla danej produkcji stosownie do ich powtarzalności, wymiarów i ciężaru. W celu uproszczenia projektowania, przy jednoczesnym zapewnieniu wystarczającej dokładności, przeprowadza się skrócenie programu przez jego podział na grupy konstrukcyjne jednakowych wyrobów i przez wybór z każdej grupy typowego wyrobu, który najlepiej uwydatnia charakterystyczne właściwości reprezentowanej grupy. Wykazane w założonym programie pozostałe ilości wyrobów każdej grupy

Tablica A

Program rocznej produkcji wydziału konstrukcji metalowych

Nazwa wyrobu	Program roczny w sztukach	Ciężar jednostki produkowanej w wydziale konstrukcji metalowej w kg		Roczna produkcja w tonach				
		oddział przygotowawczy	oddział montażowy	oddziału przygotowawczego	oddziału montażowego	wydziału		
						razem	w tej liczbie	
						spawanych	nitowanych	
Suwnice mostowe elektryczne Normalne mostowe suwnice elektryczne o udźwigu 30/5 T	20	30 000	34 000	600	680	680	680	—
Razem suwnic mostowych elektrycznych	75	—	—	1100	1200	1200	1200	—
Żurawie Żurawie na wagonach kolejowych o udźwigu 10 T	180	12 000	30 000	2160	5 400	5400	5 400	—
Razem żurawi	295	—	—	6600	8600	8600	8600	—
Łącznie suwnic i żurawi	—	—	—	7700	9800	9800	9800	—



przelicza się za pomocą współczynników na pewną ilość typowych wyrobów grupy. W wyniku przeliczenia otrzymuje się obliczeniowy program przewidywany służący jako podstawa do dalszego opracowania projektu.

Przy wyborze typowego wyrobu konieczne jest uwzględnienie następujących wymagań, które stanowią o dokładności obliczeń technologicznych.

1. Typowy wyrób powinien zajmować w grupie pierwsze miejsce w rocznym programie produkcji pod względem ilości lub ciężaru.

2. Ciężar jednostkowy typowego wyrobu ( $Q_0$ ) nie powinien różnić się więcej niż dwukrotnie od ciężaru jednostkowego ( $Q$ ) każdego innego wyrobu tej samej grupy, tj.

$$\frac{1}{2} \leq \frac{Q_0}{Q} \leq 2$$

3. Wybór typowego wyrobu powinien być oparty możliwie dokładnie na współczynnikach techniczno-ekonomicznych uzyskanych z wykonanych już projektów lub obliczonych z danych produkcyjnych przodujących wydziałów o zbliżonym charakterze pracy.

Do obliczeń przewidywanego programu stosuje się dwa rodzaje współczynników: współczynnik ciężaru ( $k_c$ ) i współczynnik pracochłonności ( $k_p$ ). Współczynnik  $k_c$  służy do określenia przewidywanych ilości wyrobów przy zachowaniu stałego ciężaru rocznej produkcji każdej grupy. Współczynnik  $k_p$  służy do określenia przewidywanych ilości wyrobów przy zachowaniu stałej pracochłonności dla wykonania planowanych wyrobów każdej grupy.

Wartości obu współczynników określa się następującymi zależnościami [17]:

$$k_c = \frac{Q_0}{Q}; k_p = \left(\frac{Q_0}{Q}\right)^{2/3}$$

Za pomocą współczynnika  $k_c$  określa się ciężar i asortyment materiałów koniecznych do wykonania rocznego programu każdej grupy wyrobów. Współczynnikiem  $k_p$  należy się posługiwać przy obliczaniu ilości wyposażenia, ilości stanowisk roboczych, liczebności robotników produkcyjnych, czasu trwania cyklu produkcyjnego i innych danych.

Dokładny program wydziału o produkcji wielkoseryjnej i masowej (III klasy) jest to wykaz wszystkich wyrobów z podaniem ich ilości i ciężaru, uzupełniony rysunkami wykonawczymi i specyfikacjami części każdego wyrobu. Na wykazie tym oparte są obliczenia technologiczne, zapotrzebowanie surowców, siły roboczej, urządzeń itp.

Proces produkcyjny konstrukcji metalowych składa się z dwóch grup zasadniczych operacji — przygotowawczych i montażowych, które przeprowadza się w wyspecjalizowanych oddziałach wydziału.

Operacje przygotowawcze (najczęściej obróbka stali walcowanej) obejmują znaczenie, cięcie, gięcie na zimno i na gorąco, wykonanie otworów, obróbkę brzegów, prostowanie po obróbce i podobne czynności.

Operacje montażowe obejmują właściwy montaż, spawanie, nitowanie, obróbkę końców, wykonanie otworów w złączach montażowych, malowanie i cechowanie.

Prócz wymienionych operacji zasadniczych zawsze zachodzą następujące operacje przygotowawcze: prostowanie stali walcowanej dokonywane w magazynie surowców, prasowanie według wzorców wykonywane w specjalnym warsztacie i inne operacje podobnego charakteru.

Jeżeli wydział konstrukcji metalowych nie ma własnego magazynu surowców, a korzysta z magazynu ogólnego zakładu, to przy wydziale powinien być zorganizowany magazyn wyprostowanego surowca w celu pokrycia bieżących potrzeb.

Wytyczne do opracowania procesu technologicznego produkcji konstrukcji metalowych znajdują się w 5 tomie „Sprawocznika“.

Przy wstępnym projektowaniu do obliczania pracochłonności należy posługiwać się zgrubnymi normami na jednostkę wyrobu lub jednostkę pracy (długość szwu spawalniczego, długość cięcia itd), zaczerpniętymi z uprzednio wykonanych projektów lub z danych obliczeniowych przodujących wydziałów konstrukcji metalowych, o ile możliwe, analogicznych według klasy i grupy do wydziału projektowanego.

Przy szczegółowym projektowaniu wydziałów I i II klasy pracochłonność operacji przygotowawczych (przede wszystkim obrabiarkowych) określa się według norm odnoszących się do 1 tony stali walcowanej danego profilu (blacha, kątownik itp.).

Pracochłonność operacji montażowych określa się normami odnoszącymi się do 1 tony wyrobów podlegających montażowi.

Pracochłonność operacji spawalniczych, nitowań itd. określa się ilością metrów bieżących szwów, ilością nitowań itd. odnoszących się do 1 tony wyrobów w zależności od ciężaru, typu i charakteru konstrukcji.

Przy szczegółowym projektowaniu wydziałów III klasy pracochłonność określa się według norm czasu jednostkowego wszystkich operacji procesu technologicznego i wszelkich wyrobów należących do programu wydziału.

## WYPOSAŻENIE

Ilość obrabiarek lub ilość stanowisk roboczych  $S_r$  oblicza się ze wzoru:

$$S_r = \frac{\sum N \cdot t}{F_d \cdot m}$$

gdzie  $S_r$  — oznacza obliczeniową ilość urządzeń lub stanowisk roboczych koniecznych do wykonania danej operacji,

$N_1, N_2, N_3, \dots, N_n$  — roczna ilość różnych typo-rozmiarów wyrobów podlegających danej operacji,

$t_1, t_2, t_3, \dots, t_n$  — norma czasu wykonania danej operacji każdego typorozmiaru wyrobów,

$F_d$  — rzeczywisty fundusz czasu (ilość maszynogodzin) urządzenia w godzinach na jedną zmianę,

$m$  — współczynnik zmienności.

W przypadku gdy projektowanie wydziału przeprowadza się na podstawie programu złożonego z typowych wyrobów, wtenczas  $N$  oznacza roczną ilość wyrobów wprowadzonych do typowego wyrobu,  $t$  — normę czasu wykonania danej operacji typowego wyrobu.



## Wybór podstawowych urządzeń

Operacje produkcyjne	Obrabiany materiał	Nazwa urządzenia	Techniczna charakterystyka urządzenia lub graniczne wymiary przekrojów obrabianych przedmiotów		Uwagi
			wydziały		
			I, II, III klasy 1 grupy	I, II, III klasy 2 grupy	
Prostownie stali walcowanej	Blacha i profile stalowe małych wymiarów	Walce do prostowania blachy	7÷9 walcowe. Prostownie blachy do wymiaru 3000×10 mm	7 walcowe. Prostownie blachy do wymiaru 3000×40 mm	—
	Kątowniki stalowe	Walce do prostowania kątowników	9 walcowe. Prostownie kątowników do wymiarów 100×100×12 mm	1) 9 walcowe. Prostownie kątowników do wymiarów 200×200×24 mm 2) Prostownie kątowników do wymiarów 150×150×20 mm	—
	Belki i ceowniki	Prasy poziome do prostowania i gięcia. Prasy pionowe do prostowania i gięcia	Prostownie i gięcie belek do nr 18 Prostownie i gięcie belek do nr 18	Prostownie i gięcie dwuteowników i ceowników do nr 60 Prostownie i gięcie dwuteowników i ceowników do nr 45	Stosuje się również do prostowania i gięcia kątowników i szyn
	Wszystkie profile	Płyty do prostowania	Profile wszystkich wymiarów. Prostownie drobnych części i usuwanie miejscowych wgnieceń w blaszce stalowej	Profile wszystkich wymiarów. Prostownie drobnych części	—
Cięcie stali walcowanej	Blacha, profile małych wymiarów, taśma stalowa	Prasy do cięcia: a) z nożami podłużnymi; b) z nożami poprzecznymi	Długość noży od 300÷500 mm. Cięcie blachy o grubości do 10 mm. Długość noży 200÷500 mm. Wysięg 500÷700 mm. Cięcie blachy o grubości do 10 mm	Długość noży od 400÷600 mm. Cięcie blachy o grubości do 20 mm. Długość noży od 300÷400 mm. Wysięg 600÷750 mm. Cięcie blachy o grubości do 20 mm	—
		Nożyce gilotynowe	Wysięg 500÷750 mm. Cięcie blachy szerokości do 2500 mm, grubości do 12 mm	Wysięg 500÷750 mm. Cięcie blachy o szerokości do 3000 mm, grubości do 40 mm	—
		Nożyce rolkowe	Cięcie blachy po linii prostej i po łukach o grubości do 10 mm	Cięcie blachy po linii prostej o grubości do 25 mm	—
	Kątowniki stalowe	Nożyce do cięcia kątowników	Cięcie kątowników do 120×120×12 mm jednostronne	Cięcie kątowników do 200×200×25 mm jednostronne i dwustronne	—
	Belki, ceowniki i kątowniki dużych wymiarów	Nożyce profilowe	Z otwartym dostępem do cięcia belek i ceowników do nr 24	Z otwartym dostępem i bramową ramą do cięcia belek i ceowników do nr 60	Mają ograniczone zastosowanie ze względu na niedostateczną czystość cięcia i deformację krawędzi
	Rury i profile zwartych przekrojów	Pily mechaniczne ramowe	Drobne profile	—	—
	Rury, belki, ceowniki, kątowniki dużych wymiarów	Pily tarczowe, pily ciernie	Średnica tarczy 600÷950 mm Średnica tarczy 600÷1000 mm	Średnica tarczy 1300—1500 mm Średnica tarczy 1000÷1500 mm	—
			Wszystkie profile	Palniki do cięcia gazem (acetylenowe, tlenowe, benzynowotlenowe i in.), ręczne, półautomatyczne i automatyczne	Cięcie po linii prostej i krzywej wszystkich profili i rozmiarów
			Z kompletem końcówek do cięcia stali o grubości do 10 mm	Z kompletem końcówek do cięcia stali o grubości do 100 mm	



Tablica 2 (c. d.)

## Wybór podstawowych urządzeń

Operacje produkcyjne	Obrabiany materiał	Nazwa urządzeń	Techniczna charakterystyka urządzenia lub graniczne wymiary przekrojów obrabianych przedmiotów		Uwagi	
			wydziały I, II, III klasy 1 grupy	wydziały I, II, III klasy 2 grupy		
Ostateczna obróbka krawędzi i przygotowanie do spawania	Blachy prostokątne, profile małych wymiarów, segmenty części walcowej kotłów	Strugarki podłużne i do obróbki krawędzi		Długość strugania do 12 000 mm. Wysokość obrabianej wiązki do 250 mm stali dowolnego gatunku	Stosuje się do strugania krawędzi po cięciu na nożycach gilotynowych palnikiem lub gazowym ręcznym (płomieniem) i w celu przygotowania do spawania na styk blachy grub. 15 mm i większej	
		Palniki do cięcia gazem automatyczne i pół-automatyczne	—	Stal o zawartości C $\leq 0,27\%$ i o grubości do 100 mm	—	
	Krażki blachy (w tej liczbie kolnierze)	Tokarki karuzelowe	—	Dla stali o zawartości C $> 0,27\%$ i o grubości $t > 100$ mm	—	
		Palniki do cięcia gazem automatyczne i pół-automatyczne		Dla stali o zawartości C $\leq 0,27\%$ i o grubości $t \leq 100$ mm	—	
	Arkusze blachy kształtowe	Palniki do cięcia gazem automatyczne i pół-automatyczne	—	Dla stali o zawartości C $\leq 0,27\%$ i o grubości $t \leq 100$ mm	—	
	Części cylindryczne kotłów	Tokarki do zgrubnej obróbki lub tokarki karuzelowe	—	bez ograniczeń	—	
		Palniki do cięcia gazem automatyczne i pół-automatyczne	—	Dla stali o zawartości C $\leq 0,27\%$ i o grubości $t \leq 100$ mm	—	
	Dno kotłowe bez wiazów	Tokarki karuzelowe	—	bez ograniczeń	—	
		Palniki do cięcia gazem automatyczne i pół-automatyczne	—	Dla stali o zawartości C $\leq 0,27\%$ i o grubości $t \leq 100$ mm	—	
	Dna kotłowe z wiazami	Tokarki karuzelowe	—	Tylko z dwoma lub trzema suportami	—	
	Kątowniki, belki i ceowniki	Frezarki do obróbki krawędzi	—	Średnice tarczy 700 ÷ 800 mm długość do 2500 mm. Obróbka brzegów części w wiązkach do 2,5 m długości	—	
	Wszystkie profile	Młotki pneumatyczne do cięcia	—	Cięcie krawędzi pojedynczych profili wszystkich wymiarów	—	
		Szlifierki do czyszczenia	—	Średnica tarczy do 300 mm. Stałe i przenośne. Czyszczenie brzegów części	—	
	Cięcie na zimno i gorąco	Blacha i profile małych wymiarów	Walce do gięcia blach trzy i czterowalcowe	Cięcie na zimno blach o grubości do 10 mm szerokości do 3000 mm	Cięcie blach na zimno (gorąco) o grubości do 40 mm (75 mm) i o szerokości do 13000 mm	—
		Blacha	Prasy do gięcia blach	Cięcie na zimno i wywijanie na zimno krawędzi blach o grubości 4 ÷ 5 mm i o długości do 3000 mm	Cięcie blach o grubości 40 mm, w wyjątkowych przypadkach do 160 ÷ 180 mm, długości do 5000 mm; w wyjątkowych przypadkach do 12000 mm	—
Maszyny do wywijania brzegów kolnierzy			Wywijanie brzegów blach oraz wywijanie i stawianie kolnierzy walczaków o grubości do 10 mm	Wywijanie brzegów blach i stawianie kolnierzy i części walcowych kotłów o grubości do 20 mm	—	



## Wybór podstawowych urządzeń

Operacje produkcyjne	Obrabiany materiał	Nazwa urządzeń	Techniczna charakterystyka urządzenia lub graniczne wymiary przekrojów obrabianych przedmiotów		Uwagi
			wydziały I, II, III klasy 1 grupy	wydziały I, II, III klasy 2 grupy	
Cięcie na zimno i gorąco	Kątowniki	Walce do kształtowania kątowników trzy i czterowalcowe poziome i pionowe	Cięcie na zimno kątowników do 100×100×10 mm	Cięcie na zimno (gorąco) kątowników do 150×150×20 mm	—
	Belki, ceowniki dużych wymiarów	Prasy poziome mimośrodowe do prostowania i gięcia	Cięcie na zimno belek i ceowników do nr 20	Cięcie na zimno (gorąco) belek i ceowników do nr 45, a kątowników do 200×200×20 mm	—
Nagrzewanie blach do gięcia na gorąco	Blacha	Piece do nagrzewania blachy	—	Zewnętrzne rozmiary poziome do 4,5×16,0 m (dla blach 3××13 m)	—
Wiercenie i rozwiercanie otworów	Konstrukcje składane	Wiertarki promieniowe stałe lub prznośne, bramowe lub na wózkach	Wiercenie otworów do $\varnothing$ 32 mm. Wysięg wrzeciona do 2500 mm	Wiercenie i rozwiercanie otworów do $\varnothing$ 120 mm. Wysięg wrzeciona do 3000 mm	—
		Wiertarki ręczne	Wiercenie otworów do $\varnothing$ 12 mm	Wiercenie otworów do $\varnothing$ 32 mm i rozwiercanie do $\varnothing$ 50 mm	—
Spawanie łukowe ręczne	Konstrukcje składane (spawanie szwów bez ograniczenia kształtów, długości i rozmieszczenia przestrzennego)	Transformatory spawalnicze Maszyny spawalnicze prądu stałego napędzane silnikiem prądu zmiennego Te same maszyny, lecz napędzane silnikiem spalnym	Przy pracy ciągłej natężenie prądu spawalniczego 150÷250 A To samo zastosowanie, lecz przy spawaniu elektrodami nie przystosowanymi do prądu zmiennego lub przy spawaniu cienkościennych części elektrodami o odwrotnej biegunowości To samo zastosowanie, lecz przy spawaniu w warunkach polowych i w braku sieci elektrycznej prądu zmiennego	Przy pracy ciągłej natężenie prądu spawalniczego do 600 A To samo zastosowanie, lecz przy spawaniu elektrodami nie przystosowanymi do prądu zmiennego To samo zastosowanie, lecz przy spawaniu w warunkach polowych i w braku sieci elektrycznej prądu zmiennego	—
Spawanie łukowe pod warstwą topnika	Konstrukcje składane (spawanie szwów prostoliniowych długości większej od 0,5÷1,0 m. w poziomym położeniu lub spawanie szwów pachwinowych; przy spawaniu kształtów cylindrycznych i rur wypełnianie szwów zewnętrznych)	Głowice samoczynne przesuwne na suwnicach bramowych, suwnicach jednobelkowych. Stanowisko robocze zapatrzone w urządzenia do obracania przedmiotu lub w stojaki dla ustawiania przedmiotów do spawania szwów pachwinowych	Zasilanie energii z transformatorów spawalniczych dużej mocy lub z transformatorów spawalniczych połączonych równolegle Przy ciągłej pracy natężenie prądu spawalniczego sięga 600 A	Przy ciągłej pracy natężenie prądu spawalniczego sięga 2000 A	—
		Przewoźne agregaty	W tym samym przypadku jak wyżej	W tym samym przypadku jak wyżej	—
	Konstrukcje składane (spawanie kolistych zewnętrznych szwów, nieograniczonej długości w położeniu poziomym, lub spawanie szwów pachwinowych)	Stoły urządzenia na obrotowych wspornikach. Stanowiska robocze wyposażone w zmechanizowane stoły z rolkami, ustawjaki itp. do obracania przedmiotów przy spawaniu	W tym samym przypadku jak wyżej	W tym samym przypadku jak wyżej	—
	Konstrukcje składane (spawanie prostoliniowych i promieniowych zewnętrznych szwów dłuższych od 0,5÷1,0 m położeniu poziomym lub spawanie szwów pachwinowych)	Głowice spawalnicze na obrotowych wspornikach umocowanych na samoczynnych wózkach przesuwających się na suwnicach bramowych suwnicach jednobelkowych itp. Stanowiska robocze wyposażone w zmechanizowane urządzenia do zmiany położenia, stołami z rolkami i innymi do obracania przedmiotów	W tym samym przypadku jak wyżej	W tym samym przypadku jak wyżej	—



Tabela 2 (c. d.)

## Wybór podstawowych urządzeń

Operacje produkcyjne	Obrabiany materiał	Nazwa urządzeń	Techniczna charakterystyka urządzenia lub graniczne wymiary przekrojów obrabianych przedmiotów		Uwagi
			wydziały I, II, III klasy 1 grupy	wydziały I, II, III klasy 2 grupy	
Zgrzewanie oporowe (punktowe i liniowe rzadziej stykowe)	Konstrukcje składane	Maszyny do zgrzewania oporowego	Zgrzewanie punktowe części o łącznej grubości do 8 mm i zgrzewanie liniowe do 4 mm; zgrzewanie stykowe przekroju do 4000 mm <sup>2</sup>	Zgrzewanie punktowe części o łącznej grubości do 25 mm i zgrzewanie liniowe do 4 mm; zgrzewanie stykowe przekroju do 4000 mm <sup>2</sup>	—
Obróbka cieplna	Walczaki spawane i połączenia przedmiotów spawanych	Piece do obróbki cieplnej	—	Rozmiary pieców (do walczków) 1,6 × 12 m do 3,1 × 15 m	—
Wiercenie otworów w konstrukcjach nitowanych	Wszystkie profile (prócz rur)	Prasy jednostemplowe lub dwustemplowe do wycinania otworów	Wycinanie otworów do $\varnothing$ 12 mm w ściankach o grubości do 10 mm. Wysięg 200 ÷ 300 mm	Wycinanie otworów do $\varnothing$ 25 mm w ściankach o grubości do 20 mm. Wysięg 500 ÷ 800 mm	W prasach wyposażonych w urządzenia do kopiowania wysięg dochodzi do 2000 mm
		Prasy wielostemplowe do wycinania otworów, ze stolami i z podzielnicą	—	Wycinanie otworów do $\varnothing$ 25 mm w ściankach grubości do 20 mm. Ilość stempli od 4 do 48	Prasy z największą ilością stempli do 6, z otwartym dostępem i wysięgiem do 800 mm. Przy większej ilości stempli — obrabiarki typu bramowego
Wiercenie otworów w konstrukcjach nitowanych	Wszystkie profile	Wiertarki promieniowe stałe, ścienne i przevozne. Wiertarki ręczne pneumatyczne	Wiercenie otworów do $\varnothing$ 20 mm. Wysięg ramienia do 2000 mm. Wiercenie do $\varnothing$ 20 mm	Wiercenie otworów do $\varnothing$ 50 mm. Wysięg ramienia do 2500 mm. Wiercenie do $\varnothing$ 50 mm.	Przewoźne wiertarki promieniowe normalne lub bliźniacze, ustawiane na wózku bramowym wysokości 600 mm rozstęp kół 4000 mm
		Wiercenie otworów do $\varnothing$ 50 mm. Wysięg ramienia do 2500 mm. Wiercenie do $\varnothing$ 50 mm.	Wiercenie otworów do $\varnothing$ 50 mm. Wysięg ramienia do 2500 mm. Wiercenie do $\varnothing$ 50 mm.	Przewoźne wiertarki promieniowe normalne lub bliźniacze, ustawiane na wózku bramowym wysokości 600 mm rozstęp kół 4000 mm	
Nitowanie	Konstrukcje składane	Kabłąki nitownicze: a. pneumatyczne i elektryczne b. hydrauliczne Ręczne młotki pneumatyczne do nitowania. Pneumatyczne podtrzymki	Nitowanie na zimno rzadziej na gorąco nitów do $\varnothing$ 12 mm. Wysokość dostępu do 400 mm. Wysięg 200 ÷ 800 mm	Nitowanie na gorąco nitów $\varnothing$ do 40 mm. Wysokość dostępu do 600 mm. Wysięg 400 ÷ 1900 mm	—
			Nitowanie nitów do 12 mm	Nitowanie nitów do 32 mm	—
Nagrzewanie nitów	—	Paleniska przenośne i piece do nagrzewania	Powierzchnia użyteczna pieca 200 × 500 mm	Powierzchnia użyteczna pieca 200 × 500 mm	—
		Piece elektryczne	Nagrzewające jednocześnie 2 ÷ 4 nitów	Nagrzewające jednocześnie 2 ÷ 4 nitów	—



Obliczenie powierzchni stojaków  $S$  służących do montażu i spawania lub rozwiercania otworów i nitowania oblicza się według wzoru:

$$S = \frac{N \cdot T \cdot s}{F_d \cdot m} = \frac{N \cdot T \cdot Q}{F_d \cdot m \cdot q} \text{ m}^2$$

gdzie  $N$  — roczna ilość produkcji typowych wyrobów,  
 $T$  — czas trwania cyklu operacyjnego na danym stojaku,  
 $s$  — powierzchnia zajmowana przez jeden stojak,  
 $F_d$  — rzeczywisty roczny fundusz czasu w godzinach na jedną zmianę,  
 $m$  — współczynnik zmienności,  
 $Q$  — ciężar w tonach typowych wyrobów,  
 $q$  — dopuszczalne obciążenie na 1 m<sup>2</sup> stojaka w tonach.

Wskazówki dotyczące wyboru urządzeń stosowanych w wydziale konstrukcji metalowych podane są w tablicy 2 (patrz także tablica 5).

Podnośno-transportowe urządzenia stosowane w wydziałach konstrukcji metalowych mogą być podzielone na dwie grupy:

1. Urządzenie miejscowe związane z poszczególnymi obrabiarkami lub stanowiskami pracy, przeznaczone do podawania, przenoszenia (w czasie wykonywania obróbki) i do usuwania surowców, części zespołów lub wyrobów gotowych — żurawie stałe wspornikowe, transportery jednoszynowe, podnośniki elektryczne, wózki na szynach i transportery rolkowe.

2. Urządzenia podnośno-transportowe całego wydziału przeznaczone do transportu surowców, części, zespołów i wyrobów gotowych w zakresie oddziałów wydziału oraz do ich transportu do innych wydziałów — suwnice mostowe elektryczne, suwnice warsztatowe jednobelkowe, wózki szynowe, wózki spalinowe i elektryczne oraz wagonetki.

Do prac montażowych, załadowniczych i rozładowniczych na otwartych placach stosuje się suwnice na torach kolejowych i na gąsienicach, a w rzadkich przypadkach żurawie masztowe i stałe.

Przy projektowaniu wydziału ilość i udźwig suwnic elektrycznych mostowych i innych środków transportowych dla potrzeb całego wydziału określa się na podstawie kierunku i intensywności przepływu transportowanych przedmiotów o największych wymiarach i największym ciężarze.

Przy określaniu ilości suwnic mostowych można się kierować następującymi, praktycznie przyjętymi zależnościami — jedna suwnica mostowa do transportu dziennego 60 ÷ 80 ton w magazynie surowców, 40 ÷ 60 ton w oddziale przygotowawczym i 30 ÷ 50 ton w oddziale montażowym.

Charakterystyka urządzeń podnośno-transportowych stosowanych w wydziałach konstrukcji metalowych podana jest w tablicy 3.

## URZĄDZENIA ENERGETYCZNE I ZAPOTRZEBOWANIE ENERGII

Ilość i rodzaj urządzeń energetycznych wydziałów (transformatory, spawarki, silniki, grzejniki elektryczne, przyrządy pneumatyczne i inne) określa się na podstawie wykazu danych charakterystycznych urządzeń.

Do określenia mocy stacji transformatorów i rocznego zużycia energii elektrycznej sporządza się ogólny wykaz

całego wyposażenia energetycznego z podaniem charakterystyki silników, a także współczynników jednoczesności każdej obrabiarki, suwnicy, spawarki i innych urządzeń. Wykaz ten służy zarazem jako podstawa do opracowania projektu energetycznego wydziału.

Analogiczny wykaz sporządza się dla instalacji i przyrządów pneumatycznych w celu określenia mocy stacji sprężarek i obliczenia rocznego zużycia sprężonego powietrza.

## ZAŁOGA

Potrzebną ilość pracowników produkcyjnych dla każdej czynności procesu technologicznego określa się według wzoru:

$$A = \frac{N \cdot t}{F_{rz}}$$

$N$  — ilość sztuk typowych wyrobów w programie rocznym,

$t$  — norma czasu w godzinach dla jednej sztuki,

$F_{rz}$  — rzeczywista ilość godzin pracy jednego pracownika w roku.

W tablicach 4 i 5 podane są ogólne dane o pracochłonności jednej obrabiarki lub jednego pracownika względnie stanowiska roboczego (przy czynnościach ręcznych) i stanie liczebnym brygad obsługujących obrabiarkę.

Liczbę pracowników pomocniczych można określić procentowo do liczby pracowników produkcyjnych, wynosi ona średnio do 30%.

Liczbę pracowników inżynieryjno-technicznych, administracyjnych i personelu pomocniczego należy przyjąć:

1. przy wstępnym projektowaniu — w stosunku procentowym od ogólnej liczby pracowników,

2. przy szczegółowym projektowaniu — z obliczenia etatów wynikających z organizacji wydziału i jego oddziałów.

## ZUŻYCIE MATERIAŁÓW

Zużycie podstawowych materiałów do wykonania programu określa się w zależności od ciężaru przewidzianych do produkcji wyrobów.

Ilość odpadków materiału walcowanego w wydziałach konstrukcji metalowych wynosi (w procentach ciężaru obrabianych części): dla blachy 4 ÷ 8%, dla profilów o małych przekrojach, płaskowników i kątowników 4 ÷ 6%, dla belek i ceowników 3 ÷ 5%, dla walcówki okrągłej, kwadratowej i rur 2 ÷ 4% i dla innych profili walcowanych 2 ÷ 3%.

Te średnie wartości strat mogą być obniżone przez racjonalne opracowania konstrukcyjne i technologiczne, a przede wszystkim przez racjonalne cięcie surowców.

Zużycie elektrod dochodzi do 2 ÷ 3% ciężaru konstrukcji spawanych, odpadki elektrod przy spawaniu ręcznym wynoszą 20 ÷ 30%, a przy automatycznym 5 ÷ 10% całkowitego ciężaru elektrod.

Zużycie topników przy spawaniu automatycznym pod ich warstwą wynosi 85 ÷ 100% ciężaru elektrod.

Zużycie tlenu, acetyleny lub karbidu przy spawaniu i cięciu gazem przy wstępnym projektowaniu określa się według średniego zużycia na godzinę na jeden palnik do spawania lub palnik do cięcia; przy projektowaniu szczegółowym — na 1 mb spawanego lub ciętego szwu. Zużycie nitów przyjmuje się w granicach 7% ciężaru nitowanych konstrukcji; straty nitów wahają się średnio w granicach 10 ÷ 15% ciężaru nitów.



## Urządzenia podnośno-transportowe wydziałów konstrukcji metalowych

Czynności podnośno-transportowe	Zasadnicze typy urządzeń podnośno-transportowych w wydziałach I, II i III klasy				Uwagi
	grupa 1		grupa 2		
	nazwa	udźwąg w tonach	nazwa	udźwąg w tonach	
1. Rozładowanie surowców dostarczanych odkrytymi wagonami kolejowymi do magazynu, układanie surowców w stery w miejscach składowania przy obrabiarkach i stanowiskach roboczych wstępnej obróbki (prostowanie lub cięcie płomieniem)	Suwnice mostowe elektryczne Suwnice warsztatowe jednobelkowe	5,0 1,5 ÷ 3,0	Suwnice mostowe elektryczne	5,0 ÷ 20,0	W składach na otwartej przestrzeni suwnice bramowe, mostowe, elektryczne oznaczonego udźwigu
2. Prace podnośno-transportowe w miejscach składowania surowców przy obrabiarkach i stanowiskach roboczych w magazynach surowców	Te same typy urządzeń jak poprzednio oraz żurawie wspornikowe przyściennie	0,5 ÷ 1,0	Te same typy urządzeń jak poprzednio oraz żurawie wspornikowe przyściennie	1,5 ÷ 3,0	—
3. Transport surowców i półfabrykatów z magazynu na stanowiska robocze i obrabiarki oddziału wstępnej obróbki, transport części w tym oddziale od jednej obrabiarki lub jednego stanowiska roboczego do następnego lub do magazynu międzyoperacyjnego	Suwnice mostowe elektryczne Suwnice warsztatowe jednobelkowe Wózki elektryczne Wagoniki wąskotorowe	3,0 ÷ 5,0 1,5 ÷ 3,0 1,0 ÷ 1,5 1,5 ÷ 3,0	Suwnice mostowe elektryczne Wózki elektryczne Wagoniki wąskotorowe	5,0 ÷ 10,0 1,5 ÷ 3,0 3,0 ÷ 5,0	W przypadku niedostatecznego wykorzystania suwnic mostowych będą one użyte do wykonywania czynności przewidzianych w punkcie 4. We wszystkich oddziałach wydziału 2 grupy z poprzecznymi przesłami, suwnice wyposażone są dwoma wózkami do transportu surowców i części znacznej długości
4. Prace podnośno-transportowe w miejscach składowania przy obrabiarkach lub na stanowiskach cięcia płomieniem w oddziale przygotowawczym; przenoszenie surowców i ciężkich części do strugarek, krawędziarek, tokarek karuzelowych lub tokarek zgrubnej obróbki, pras do kształtowania blachy, maszyn do zaginania krawędzi lub wywijania kolnierzy, do pieców podgrzewających; usuwanie obrobionych części i surowców od wykazanych obrabiarek i maszyn na miejsca składowania i od pieców do maszyn i pras	Żurawie stałe wspornikowe ściennie Wózki elektryczne Transportery jedno-szynowe	0,5 ÷ 1,0 0,5 ÷ 1,0 0,5 ÷ 1,0	Żurawie stałe wspornikowe ściennie Podnośniki elektryczne Transportery jedno-szynowe	1,5 ÷ 3,0 1,5 ÷ 3,0 1,5 ÷ 3,0	—
5. Podawanie surowców do walców prostujących i pras do kształtowania jak również usuwanie surowców od tych obrabiarek	Transportery rolkowe	—	Transportery rolkowe	—	—
6. Podawanie surowców do walców do kształtowania i usuwanie gotowych części na miejsca składowania	Te same typy urządzeń jak poprzednio oraz żurawie stałe wspornikowe przyściennie	0,5	Te same typy urządzeń jak poprzednio oraz żurawie stałe wspornikowe przyściennie	0,5 ÷ 1,0	—
7. Podawanie surowców do pil tarczowych i ramowych	Wózki szynowe	0,5	Wózki szynowe	0,5 ÷ 1,0	—
8. Podawanie surowców do nożyce gilotynowych, pras do wycinania otworów i do płyt do prostowania, usuwanie obrobionych części i surowców od wymienionych obrabiarek do miejsca składowania	Wózek akumulatorowy z przyrzecpami; transportery rolkowe; stoły kulowe	—	Wózek akumulatorowy z przyrzecpami; transportery rolkowe	—	—
9. Podawanie surowców do pras do wycinania, do cięcia kątowników i innych kształtówek, do frezarek krawędziowych i wiertarek	Transportery rolkowe lub stoły podnośne z rolkami	—	Transportery rolkowe lub stoły podnośne z rolkami	—	—
10. Podawanie małych części do różnych obrabiarek lub usuwanie tych części na miejsca składowania przy obrabiarkach i przy wszelkich rodzajach stanowisk roboczych	Pochyłe rynny, rzadziej równie pochyle	—	Pochyłe rynny, rzadziej równie pochyle	—	—



Tablica 3 (c. d.)

Czynności podnośno-transportowe	Zasadnicze typy urządzeń podnośno-transportowych w wydziałach I, II, i III klasy				Uwagi
	Grupa 1		Grupa 2		
	nazwa	udźwąg w tonach	nazwa	udźwąg w tonach	
11. Transport części w magazynach międzyoperacyjnych przy ich sortowaniu i kompletowaniu	Wózki ręczne	0,2 ÷ 0,6	Wózki ręczne Wózki elektryczne	0,2 ÷ 0,6 0,5 ÷ 1,0	
12. Transport części i półfabrykatów z magazynów międzyoperacyjnych do miejsc składania w oddziale spawania montażowego zespołów, transport spawanych zespołów do oddziału spawania zespołów w większe obiekty, następnie zaś transport większych jednostek produkcji do oddziału ogólnego spawania montażowego	W wydziałach III klasy transportery łańcuchowe i inne. W wydziałach wszystkich klas: transportery jednoszynowe, wózki elektryczne, wózki na szynach, Suwnice warsztatowe jednobelkowe, suwnice mostowe elektryczne	0,5 ÷ 1,5 0,5 ÷ 1,0 0,5 ÷ 1,0 1,5 ÷ 3,0 5,0 ÷ 10,0	Wózki elektryczne Wózki na szynach Suwnice warsztatowe jednobelkowe. Suwnice mostowe elektryczne Transportery jednoszynowe Wagony wąskotorowe i szerokotorowe	1,0 ÷ 3,0 1,0 ÷ 1,5 3,0 ÷ 5,0 5,0 ÷ 15,0 1,5 ÷ 3,0 5,0 ÷ 10,0	W przypadkach niedostatecznego wykorzystania suwnic mostowych elektrycznych lub suwnic warsztatowych jednobelkowych będą one użyte dla wykonania czynności przewidzianych w punktach 13, 14, 15
13. Czynności podnośne transportowe w miejscu składania oddziału spawania montażowego zespołów i obsługa czynności technologicznych na stanowiskach roboczych	W wydziałach III klasy: „ zgarbiacze z transporterów, rynnę pochyle, równic pochyle, spusty W wydziałach wszystkich klas: żurawie stałe wspornikowe przyściennne, podnośniki elektryczne, transportery jednoszynowe	0,5 ÷ 1,5 0,5 ÷ 1,0 0,5 ÷ 1,5	Żurawie stałe wspornikowe przyściennne Podnośniki elektryczne Transportery jednoszynowe	1,5 ÷ 3,0 1,5 ÷ 3,0 1,5 ÷ 3,0	Patrz uwagi punktu 3 i 12
14. Podawanie części do miejsc montażu, wstępne łączenie i spawanie zespołów, a także transport gotowych zespołów do miejsc składania	W wydziałach III klasy: pochyle rynny i równic pochyle, stoły obrotowe do spawania montażowego, transportery łańcuchowe, linowe, taśmowe i inne W wydziałach wszystkich klas patrz punkt 13		Te same typy urządzeń jak w punkcie 13		Patrz uwagi do punktu 3 i 12
15. Obsługa montażu i spawanie w oddziałach ogólnego spawania montażowego	Suwnice mostowe elektryczne Suwnice warsztatowe jednobelkowe Transportery jednoszynowe Podnośniki elektryczne	10,0 ÷ 20,0 3,0 ÷ 5,0 1,5 ÷ 3,0 1,5 ÷ 3,0	Suwnice mostowe elektryczne Suwnice warsztatowe jednobelkowe Transportery jednoszynowe Podnośniki elektryczne	20,0 ÷ 50,0 3,0 ÷ 5,0 1,5 ÷ 3,0 1,5 ÷ 3,0	Patrz uwagi do punktu 3 i 12
16. Transport zmontowanych części w oddziale ogólnego spawania montażowego i ich transport do malarni oraz magazynu gotowych wyrobów wydziału	W wydziałach III klasy (zgodnie z punktem 12) W wydziałach wszystkich klas: suwnice elektryczne suwnice warsztatowe jednobelkowe, wózki elektryczne, wózki wąskotorowe i szerokotorowe	10,0 ÷ 20,0 5,0 ÷ 10,0 1,5 ÷ 3,0 5,0 ÷ 10,0	Suwnice mostowe elektryczne Transportery Wózki wąskotorowe i szerokotorowe	20,0 ÷ 50,0 20,0 ÷ 50,0 10,0 ÷ 20,0	Patrz uwagi do punktu 3. W przypadku niedostatecznego wykorzystania suwnic mostowych elektrycznych i innych będą one użyte do wykonania czynności przewidzianych w punkcie 17
17. Ładowanie gotowych wyrobów wydziału na wagony kolejowe	Suwnice mostowe elektryczne Żurawie przwożne i stałe wspornikowe	10,0 ÷ 20,0 1,0 ÷ 3,0	Suwnice mostowe elektryczne Żurawie przwożne i stałe wspornikowe	20,0 ÷ 50,0 3,0 ÷ 10,0	Patrz uwagi do punktu 16



Tablica 4

**Wskaźniki orientacyjne produkcji wydziału konstrukcji metalowych na operacjach przygotowawczych (w czasie 8-godzinnej zmiany)**

Nazwa czynności (operacji)	Jednostka miary	Rodzaj obrabianego surowca				Ilość pracowników w brygadzie
		blacha	profile metalnych wyprofilowanych	łajowniki	dwuteowniki i ocetowniki	
Prostowanie na walcach	ton obrabiarkę	23	23	30	—	2
Prostowanie i gięcie na prasach młmośrodowych	ton obrabiarkę	—	—	16	8	2
Znaczenie obrysia	metrów bieżących stanowisko robocze	165	140	—	—	1
Znaczenie otworów	sztuk stanowisko robocze	2900	2900	2900	1400	1
Cięcie nożycami	ton obrabiarkę	13	12	11,5	11,5	2
Cięcie piłą	ton obrabiarkę	—	—	—	50	2
Cięcie płomieniem $\delta = 8 \div 16$ mm	metrów bieżących stanowisko robocze	85	85	—	—	2
Cięcie płomieniem $\delta$ większej niż 16 mm	metrów bieżących stanowisko robocze	60	60	—	—	2
Wiercenie otworów w konstrukcjach nitowanych	sztuk stanowisko robocze	1400	1400	500	400	1
Wycinanie otworów w miejscach wyznaczonych	sztuk stanowisko robocze	1800	1800	2000	1500	1
Wycinanie otworów według wzorca z tekstury	sztuk stanowisko robocze	3000	3000	3500	3000	1
Struganie krawędzi	metrów bieżących obrabiarkę	150	120	—	—	1
Cięcie na walcach	ton obrabiarkę	10	5	2,5	2,5	2
Prostowanie ręczne na płycie	ton stanowisko robocze	5	5	—	—	2

**OZNACZENIE POTRZEBNYCH POWIERZCHNI, ROZPLANOWANIE POWIERZCHNI WZGLĘDEM SIEBIE, ROZMIESZCZENIE OBRABIAREK, URZĄDZEŃ I STANOWISK ROBOCZYCH**

Oznaczenie potrzebnych powierzchni. W skład wydziału konstrukcji metalowych wchodzi oddziały: produkcyjny (przygotawczy i montażowy), pomocniczy oraz pomieszczenia usługowe i socjalne.

W skład oddziału przygotowawczego wchodzi: warsztaty wzorców, sekcja trasowania surowców, sekcja obróbki mechanicznej, sekcja oczyszczania (wykwazania, piaskowania i bębnowania).

W skład przygotowawczego wydziału wyrobu kotłów, prócz wymienionych, wchodzi także sekcje: rurowa, obróbki plastycznej i mechanicznej<sup>1)</sup>.

W skład oddziału montażowego wchodzi następujące sekcje: montażu zespołów, ogólnego montażu, nitowania, kontroli technicznej gotowych wyrobów i na-

<sup>1)</sup> W zakładach produkujących masowo kotły, sekcje: rurowa i obróbki plastycznej mogą być projektowane jako wydzielone oddziały lub nawet samodzielne wydziały.

prawy części. Sekcje obróbki cieplnej (głównie w wydziałach budowy kotłów), umieszcza się w linii produkcyjnej.

W skład oddziału pomocniczego wchodzi: wydziały magazynu surowców z sekcją przygotowania surowców, magazyn elektrod, narzędzi, części zapasowych i materiałów pomocniczych, magazyn międzyoperacyjny, magazyn półfabrykatów, magazyn gotowych wyrobów, gdzie odbywa się także malowanie i wyładowanie wyrobów, wydziałowa podstacja transformatorów, warsztat mechanika wydziałowego.

W pomieszczeniach usługowych i socjalnych znajdują się: biuro wydziałowe, pokój odpoczynkowy i jadalnia, szatnia, natryski, ustępy.

W zależności od rozmiaru wydziału, charakteru produkcji i właściwości procesów technologicznych, niektóre w wymienionych oddziałach i pomieszczeniach mogą być wydzielone od innych oddziałów bądź połączone z nimi.

**Rozplanowanie powierzchni.** Rozmieszczenie oddziałów produkcyjnych i pomocniczych powinno w największym stopniu odpowiadać warunkom zapewniającym płynność przebiegu fabrykacyjnego, przy jednoczesnym zapewnieniu dogodnych połączeń transportowych między oddziałami i działami wydziału.

Magazyn surowców i oddział przygotowawczy dzieli się na równoległe linie produkcyjne w celu zapewnienia płynności transportu poszczególnych gatunków walcowanego

Tablica 5

**Wskaźniki orientacyjne produkcji wydziałów konstrukcji metalowych na operacjach montażowych (w czasie jednej 8-godzinnej zmiany)**

Nazwa czynności (operacji)	Jednostka miary	Rodzaj konstrukcji		Uwagi
		spawana	nitowana	
Montaż konstrukcji ciągnic	ton			Dla konstrukcji nitowanych nie uwzględniono przygotowania i rozwiercania otworów
a. rurociągów	1 robotnika	1,0	1,0	
b. składanych belek dwuteowych	1 robotnika	1,5	2,0	
c. złożonych przekrojów z zestawu belek dwuteowych (kolumny itp)	1 robotnika	1,3	1,6	
Montaż konstrukcji kratowych	ton			
a. więźarów dachowych	1 robotnika	1,0	2,3	
b. złącz, dźwigarów	1 robotnika	2,0	1,0	
Montaż części mostów do wysylki (z uwzględnieniem ogólnego całkowitego montażu)	ton	—	1,6	
Montaż całkowity mostów	1 robotnika	—	1,0	
Spawanie łukowe automatyczne	metrów stanowisko robocze	190	—	dwóch robotników
Spawanie łukowe ręczne	ton	25	—	jeden robotnik
$\delta = 6 \div 8$ mm	"	15	—	
$\delta = 10 \div 12$ mm	"	10	—	
$\delta = 14 \div 16$ mm	"	20	—	
Spawanie łukowe ręczne przeciętnie	sztuk	—	—	
Rozwiercanie otworów na obrabiarkach	obrabiarkę	—	800	
Rozwiercanie otworów przyrządami pneumatycznymi	sztuk	—	300	
Nitowanie kablakami	stanowisko robocze	—	—	trzech robotników
Nitowanie młotkami pneumatycznymi	"	800 ÷ 1000	—	
Wstępne malowanie konstrukcji	ton	—	300 ÷ 400	
	robotnika	6	—	



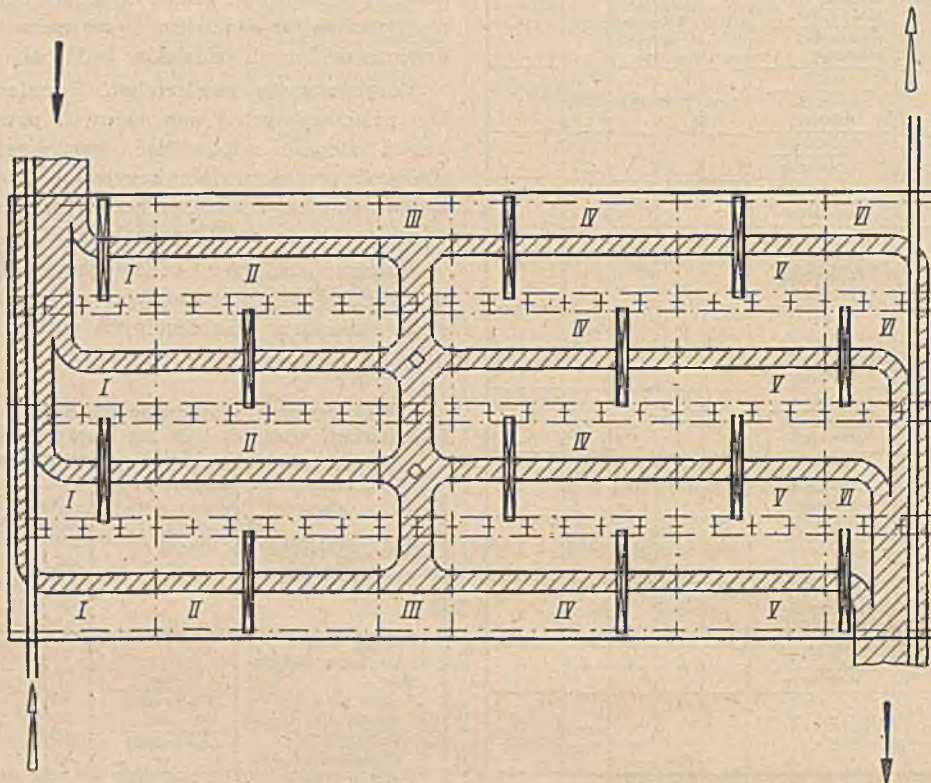
surowca — blach, kątowników, belek, ceowników i innych kształtówek.

W magazynie półfabrykatów po zakończeniu procesu obróbki kształtowników następuje sortowanie i kompletowanie części, wskutek czego ruch surowców w magazynie może się odbywać w kierunku prostopadłym do przebiegu fabrykacyjnego.

Przygotowanie różnych konstrukcji do spawania (lub nitowania) przy produkcji do 6 a nawet 8 tysięcy ton rocznie wykonuje się w oddzielnych liniach produkcyjnych w oddziale ogólnego montażu; przy produkcji na większą skalę — w oddziałach specjalnych dla danych typorozmiarów wyrobów.

powyżej 10 ÷ 12 tysięcy rocznie zalecany jest drugi sposób. W tym przypadku początek i koniec linii produkcyjnych — magazyn surowców i dział ogólnego montażu gotowych wyrobów jak również magazyn półfabrykatów — rozmieszcza się pod suwnicami z kierunkiem ruchu poprzecznym do linii produkcyjnych (rys. 4, 5, 6, 7, 8).

Zastosowanie suwnic o kierunku mieszanym pozwala zapobiec rozrzucaniu surowców i wyrobów dużych wymiarów w czasie całego procesu wytwórczego, co daje dużą oszczędność w powierzchni. Dla wygodnego uchwycenia surowców i gotowych wyrobów o długich wymiarach, suwnice o poprzecznych kierunkach ruchu zaopatruje się często dwoma wózkami.



Rys. 1. Schemat wydziału spawalniczego konstrukcji metalowych o podłużnym rozmieszczeniu linii produkcyjnych odnoszący się do wydziałów wszystkich klas i grup przy produkcji nieskomplikowanych wyrobów: I — magazyn i wstępna obróbka surowców, II — oddział przygotowawczy, III — międzyoperacyjny magazyn części, IV — oddział montażu zespołów, V — oddział ogólnego montażu, VI — magazyn gotowych wyrobów. Czarne i białe strzałki wskazują możliwe kierunki przywozu surowców i wywozu wyrobów gotowych.

Magazyny surowców i gotowych wyrobów powinny mieć bocznice kolejowe normalnotorowe.

W pobliżu magazynu surowców i oddziału przygotowawczego (obróbki) umieszcza się trasernię i kuźnię dla dokonywania gięcia na gorąco.

Przyjęto trzy sposoby rozplanowania powierzchni wydziałów konstrukcji metalowych:

1. z ruchem suwnic mostowych równoległym do linii produkcyjnych,
2. z ruchem mieszanym suwnic mostowych (podłużnym i poprzecznym),
3. z ruchem suwnic mostowych w kierunku poprzecznym do linii produkcyjnych.

Pierwszy i drugi sposób rozplanowania powierzchni stosuje się dla wydziałów o produkcji do 20 a nawet 25 tysięcy ton rocznie, (rys. 1, 2, 3), przy czym dla produkcji

Racjonalne rozplanowanie wydziału o produkcji rocznej 20 ÷ 25 000 ton osiąga się przez zastosowanie suwnic mostowych z ruchem poprzecznym we wszystkich fazach produkcji, a wózków na szynach do transportu równoległego do linii produkcyjnych. Podobne rozplanowanie daje znaczne oszczędności powierzchni, ponieważ podawanie od operacji do operacji odbywa się suwnicami najkrótszą drogą (rys. 9, 10).

Rys. 1 przedstawia często stosowane w praktyce rozplanowanie wydziałów wszystkich klas i grup przy produkcji wyrobów metalowych jednego typu i nieskomplikowanych, tj. składających się ze stosunkowo niewielkiej ilości części i zespołów. Na schemacie tym przedstawione są cztery równoległe, samodzielne linie produkcyjne. Specjalizację poszczególnych nawet oddziałów produkcyjnych takich wydziałów osiąga się następującym spcso-



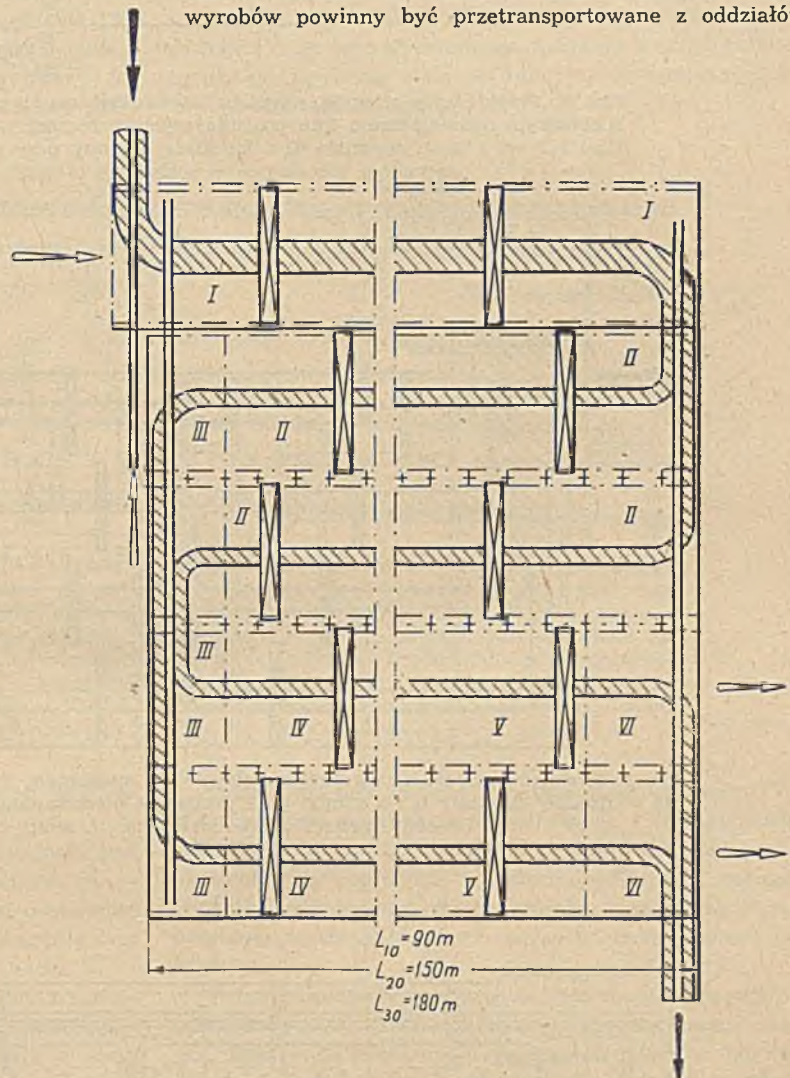
hem: w oddziale przygotowawczym przez grupowanie jednego rodzaju obrabianego surowca, a w oddziałach zespołów i ogólnego montażu przez podział na typorozmiary produkowanych wyrobów.

W takim przypadku transport produkowanych części i zespołów w kierunku podłużnym dokonuje się zazwyczaj suwnicami, a w kierunku poprzecznym (w magazynach surowców, międzyoperacyjnych i gotowych wyrobów) — środkami transportowymi na szynach, wózkami elektrycznymi i ręcznymi oraz innymi środkami transportu naziemnego.

Rys. 2 przedstawia schemat rozplanowania powierzchni wydziału spawalniczego konstrukcji metalowych z dwiema równoległymi liniami produkcyjnymi. Ten rodzaj rozplanowania jest odpowiedni dla wydziału I klasy (rzadziej II klasy) 1 i 2 grupy przy produkcji wyrobów różnego typu i stosunkowo skomplikowanych (składających się z dużej ilości części i zespołów). Ostatnia okoliczność uwarunkowuje znaczne wydłużenie oddziałów produkcyjnych. Z tego względu w celu uzyskania powierzchni wydziału w formie mniej wydłużonej przyjęto falisty przebieg linii produkcyjnych. Specjalizację poszczególnych naw oraz przebieg transportu części i zespołów osiąga się w sposób podany na rys. 1. Magazyn surowców (I) umieszczono na pomoście przylegającym do szczytowej ściany wydziału. Przyjęta zależność [12] między wymiarami długości wydziału, a roczną produkcją podana jest na rys. 2.

Rys. 3 przedstawia schemat przykładowego rozplanowania wydziału produkcji konstrukcji metalowych jednego typu, ciężkich i stosunkowo nieskomplikowanych (wydziały budowy kotłów II, rzadziej III klasy, 2 grupy). Równoległe linie produkcyjne w tym przypadku mają zastosowanie tylko w oddziałach przygotowawczym i montażu zespołów, natomiast w oddziale ogólnego montażu i spawania istnieje jedna tylko ogólna linia produkcyjna. Specjalizację poszczególnych naw produkcji w oddziale przygotowawczym osiąga się przez grupowanie jednego rodzaju obrabianego surowca, a w oddziale montażu zespołów i spawania przez wstępne przygotowanie różnych zespołów produkowanych wyrobów. Transport części i zespołów przewidziany jest analogicznie jak dla schematów rys. 1 i 2. Wielkość produkowanych wyrobów w wydziałach kotłowych jeszcze w większym stopniu w porównaniu z poprzednim przykładem uzasadnia znaczne wydłużenie wydziałów produkcyjnych. Dlatego też przyjęte pętlowe rozmieszczenie linii produkcyjnej pozwala na dwukrotne skrócenie długości wydziału, koniecznej dla podłużnej linii produkcyjnej. Przykładowy stosunek [12] długości wydziału w zależności od jego wydajności przedstawiony jest na rys. 3. Magazyny surowców (I) i gotowych wyrobów (VI) rozmieszczone są na pomoście przylegającym do szczytowej ściany wydziału.

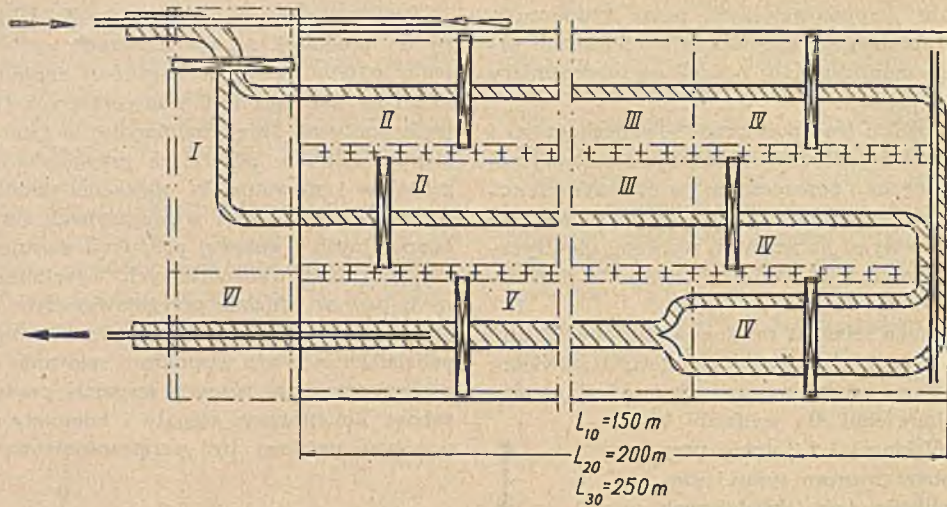
Przy projektowaniu wydziałów II i III klasy, 1 i 2 grupy do produkcji *skomplikowanych wyrobów metalowych jednego typu* (budowa wagonów) znajduje zastosowanie mieszany kierunek linii transportowych (rys. 4). Równoległe podłużne linie produkcyjne w tym przypadku występują tylko w oddziałach przygotowawczych montażu zespołów i spawania. W oddziałach montażu i spawania ogólnego, jak również w magazynach surowców międzyoperacyjnych i gotowej produkcji stosuje się poprzeczne kierunki linii transportowych. Specjalizację poszczególnych naw w oddziale przygotowawczym osiąga się przez grupowanie jednego gatunku obrabianego surowca, a w oddziałach montażu zespołów i spawania — przez wstępne przygotowanie różnych zespołów produkowanych wyrobów. Zmontowane zespoły i komplety produkowanych wyrobów powinny być przetransportowane z oddziałów



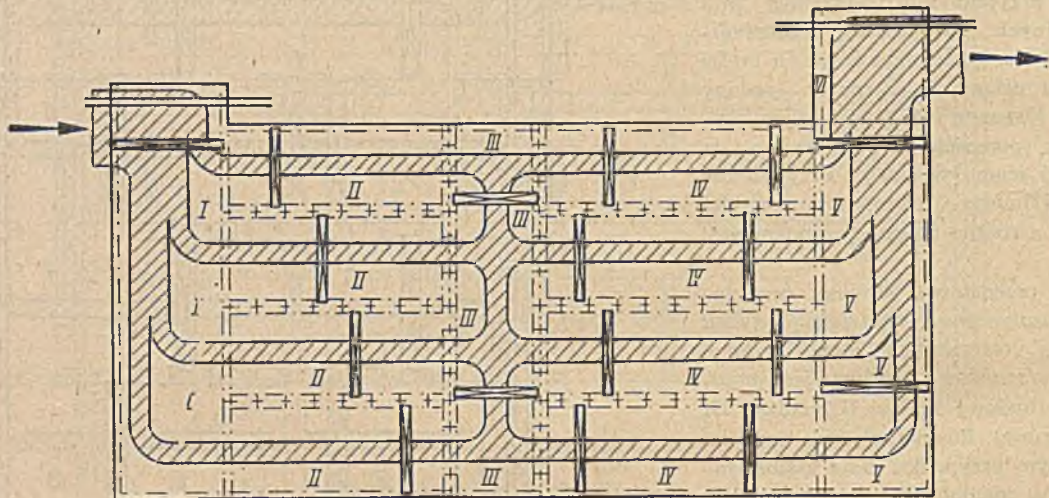
Rys. 2. Schemat wydziału konstrukcji metalowych II i III klasy (1 i 2 grupy) o falistym rozmieszczeniu linii produkcyjnej o rocznej wydajności 10 000 t ( $L_{10}$ ), 20 000 t ( $L_{20}$ ) i 30 000 t ( $L_{30}$ ). Oznaczenie w schemacie to samo co na rys. 1.

montażu i spawania bezpośrednio do miejsc dalszej obróbki w linii ogólnego montażu. Dlatego też rozmieszczenie produkcji zespołów w podłużnych nawach oddziału montażu zespołów i spawania jest uwarunkowane kolejnością rozmieszczenia odpowiednich stanowisk roboczych linii ogólnego montażu w końcowej poprzecznej nawie wydziału.

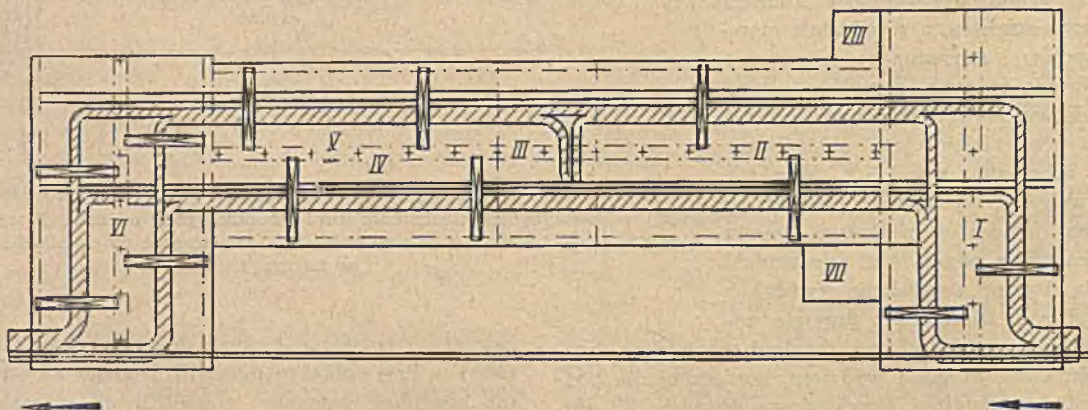




Rys. 3. Przykładowy schemat wydziału konstrukcji metalowych (wydział budowy kotłów) o pętlowym rozmieszczeniu linii produkcyjnych, o rocznej wydajności 10 000 t ( $L_{10}$ ), 20 000 t ( $L_{20}$ ) i 30 000 t ( $L_{30}$ ); wydziały II i III klasy 2 grupy przy produkcji nieskomplikowanych wyrobów. Oznaczenia w schemacie te same, co na rys. 1.



Rys. 4. Schemat wydziału konstrukcji metalowych o mieszanym rozmieszczeniu linii produkcyjnych dla wydziałów III klasy (1 i 2 grupy) przy produkcji nieskomplikowanych wyrobów (budowa wagonów). Oznaczenia w schemacie te same, co i na rys. 1.



Rys. 5. Schemat przebiegu produkcji zakładu konstrukcji metalowych o rocznej wydajności 16 000 + 20 000 t: I — wydział przygotowania surowca, II — wydział obróbki surowca, III — magazyn półfabrykatów, IV — wydział montażowo-spawalnicy, V — wydział montażowo-łutowniczy, VI — wydział ogólnego montażu, VII — trasernia, VIII — kuźnia. Pozostałe oznaczenia te same, co i na rys. 1.



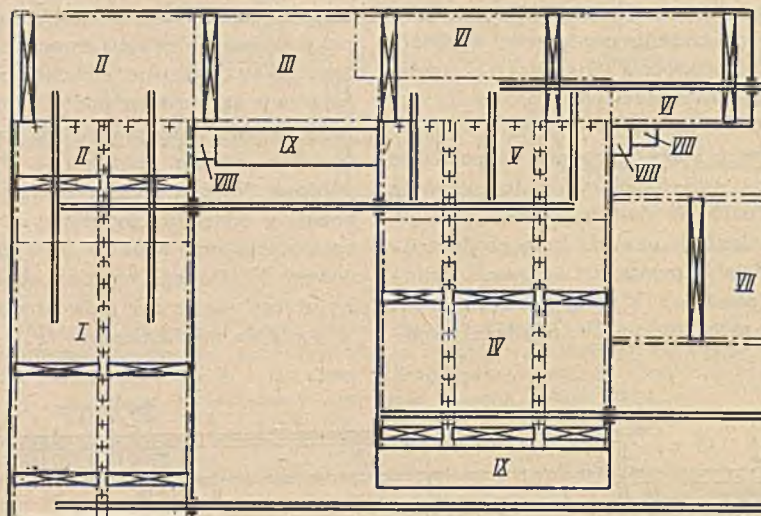




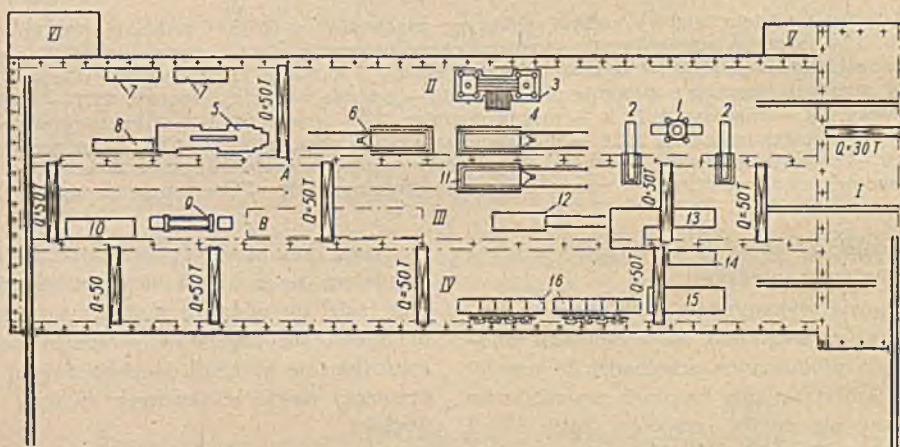
nawą poprzeczną i nawami podłużnymi utrzymana jest za pomocą wózków na szynach.

Surowce podlegające obróbce mechanicznej i plastycznej w tym wydziale dostarczane są z magazynu surowców I do odpowiednich naw II i IV, w których przesuwają

działów zakładu. Linia produkcyjna w tej środkowej nawie skierowana jest do magazynu surowców. W nawie spawalniczej i obróbki cieplnej przeprowadza się montaż, spawanie i obróbkę cieplną gotowych cylindrycznych płaszczy kotłowych. Po kontroli rentgenem szwów spa-



Rys. 7. Schemat rozplanowania wydziałów budowy suwnic fabryki ciężkiego przemysłu o rocznej wydajności 12 000 t: I — oddział przygotowawczy wydziału konstrukcji metalowych, II — oddział montażowo-spawalniczy wydziału konstrukcji metalowych, III — oddział rozciągania ram wózków suwnicy, IV — wydział mechaniczny, V — oddział montażu zespołów, VI — wydział montażowy, VII — przestrzeń otwarta do montażu, VIII — stacja transformatorów, IX — pomieszczenie socjalne.



Rys. 8. Rozplanowanie wydziału spawanych cylindrów kotłowych (płaszczy cylindrycznych) zakładu budowy kotłów, o rocznej produkcji 10 000 t: I — magazyn surowców, II — nawa obróbki plastycznej, III — nawa spawania i obróbki cieplnej, A — sekcja spawalnicza, B — sekcja montażu, IV — nawa mechanicznego montażu; V — stacja pomp i akumulatorów. VI — pomieszczenia socjalne. 1 — prasa hydrauliczna czterokolumnowa 4500, 2 — piec z wysuwającym trzonem, 3 — prasa hydrauliczna bliźniacza do głębia 8000 t, 4 — piec z wysuwającym trzonem do prasy 3, 5 — czterowalcowe walce do głębia blach, 6 — piec z wysuwającym trzonem dla walców, 7 — frezarki do obróbki krawędzi 2 szt., 8 — automat do spawania podłużnych szwów z dwoma palnikami, 9 — obrabiarka do obcinania brzegów płaszcza kotłowego, 10 — automat do spawania kolistych szwów z dwoma palnikami, 11 — piec z wysuwającym trzonem, 12 — komora do czyszczenia śrutem, 13 — komora do kontroli rentgenem, 14 — płyta traserska; 15 — wiertarki promieniowe (2 szt.), 16 — wiertarki promieniowanie (8 szt.) w zespołach po 4 szt. na wspólnej podstawie.

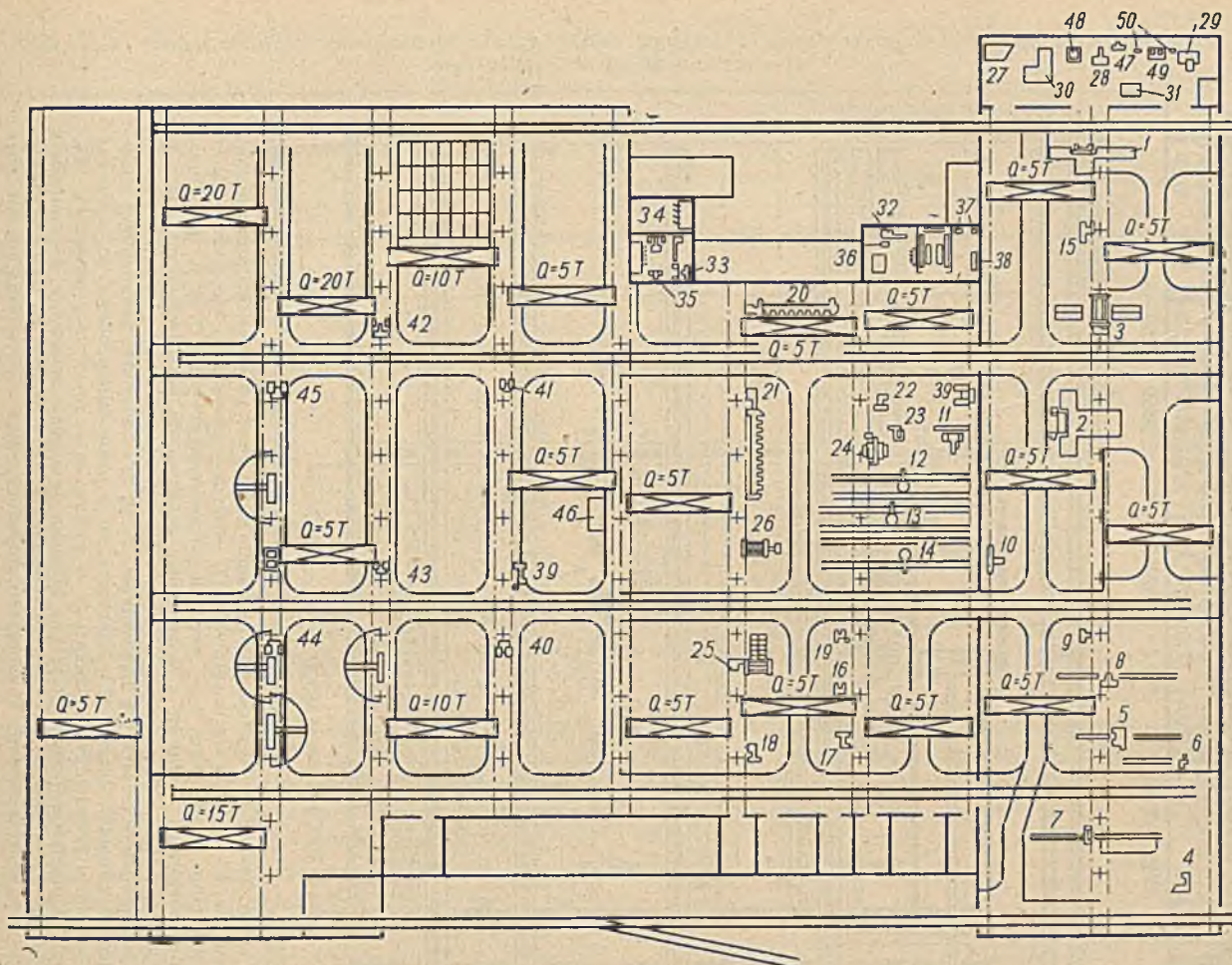
się w procesach obróbki do przeciwnego końca budynku wydziału.

Poprzeczny tor kolejowy w końcu tego budynku służy do transportu części i półfabrykatów do środkowej nawy spawania i cieplnej obróbki III z naw II i IV z innych wy-

walniczych i ostatecznym odbiorze, gotowe wyroby wywożone są z wydziału przez magazyn surowców.

Rys. 9 przedstawia plan wydziału konstrukcji metalowych ciężkiego przemysłu [12] o rocznej produkcji 18 000 tcn. Wydział ten (I klasa, 2 grupa) rozmieszczony





Rys. 9. Rozplanowanie wydziału konstrukcji metalowych fabryki ciężkiego przemysłu o rocznej produkcji 18 000 t: 1, 2 — nożyce gilotynowe, 3 — walce do prostowania blachy, 4 — prasa do prostowania kątowników, 5 — prasa mimośrodowa do prostowania, 6 — nożyce kombinowane, 7 — nożyce do cięcia kątowników, 8 — piła do cięcia surowców na zimno, 9 — nożyce kombinowane, 10 — automat do cięcia płomieniem, 11, 12, 13, 14 — wiertarki promieniowe, 15, 16, 17, 18 — prasy do wycinania otworów, 19 — nożyce kombinowane, 20, 21 — strugarki-krawędziarki (1 = 9 i 12 m), 22, 23 — strugarki pneumatyczne, 24 — strugarka podłużna, 25, 26 — walce do wyginania blachy, 27 — maszyna do gięcia kształtówek, 28 — młot Beché, 29 — prasa cierna, 30, 31 — płyty do gięcia; 32, 33 — tokarki, 34 — strugarki poprzeczne, 35, 36 — wiertarki pionowe, 37 — ostrzarki do wiertel, 38 — szlifierka ręczna, 39 — prasy pionowe do prostowania, 40, 41, 42, 43, 44, 45 — szlifierki dwutarczowe, 46 — płyta traserska 2 x 5 m., 47 — wentylator, 48, 49 — paleniska, 50 — wanny z płynami do hartowania.

jest w dziesięciu poprzecznych nawach, według schematu c poprzecznym kierunku ruchu suwnic mostowych, przy podłużnym kierunku transportu produkowanych wyrobów na wagonikach po torze kolejowym. Rozstęp między kolumnami w tych nawach przyjęto 12 m, zamiast jak zwykle 6 m<sup>1</sup>), w celu zapewnienia bardziej wygodnego transportu materiałów, zespołów i wyrobów gotowych w kierunku podłużnym.

Surowce dostarczane są do wydziału z centralnego magazynu zakładowego torami kolejowymi.

Torami kolejowymi położonymi w dolnej części planu wydziału dostarczane są kształtówki, natomiast torami położonymi w górnej części planu transportowana jest blacha i wyroby metalowe, które dostarczane są do wydziałowego magazynu wyrobów metalowych mieszczącego się w 7 nawie (licząc z prawej).

W pierwszych dwóch nawach wykonuje się wstępną obróbkę surowca dostarczanego do wydziału, w 3 i 4 nawie przygotowanie części, w 5, 6 i 7 — montaż zespołów;

w 8 i 9 — ogólny montaż wyrobów, w 10 nawie znajduje się malarnia i magazyn gotowych wyrobów.

Rys. 10 przedstawia plan i przekrój zakładu *konstrukcji metalowych budowlanych* [36] o rocznej produkcji 40 000 ÷ 45 000 ton (według klasyfikacji wydziałów konstrukcji metalowych produkcja taka warunkowo może być zaliczona do II klasy 2 grupy).

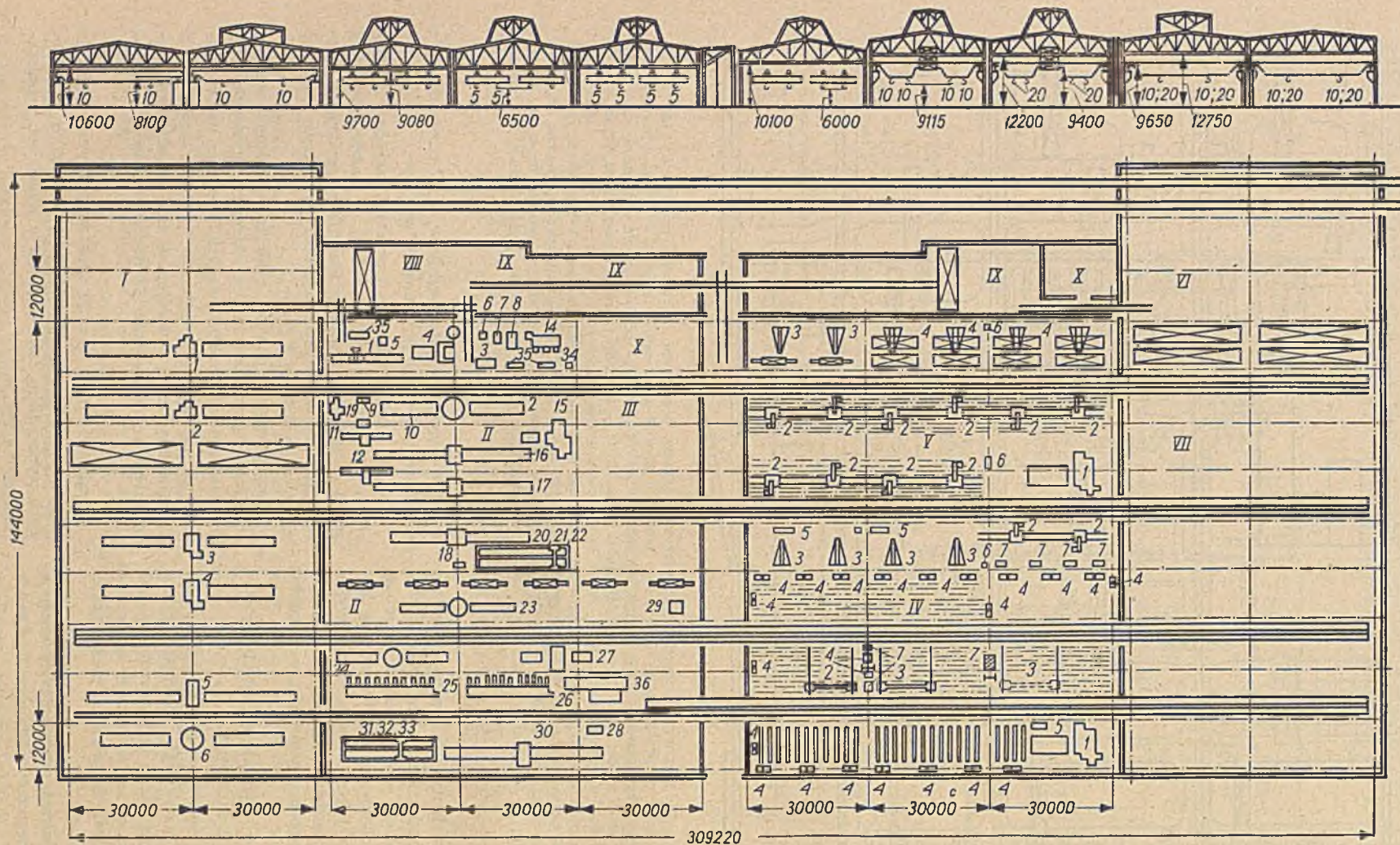
Rozplanowanie danego zakładu wykonano według schematu z poprzecznym kierunkiem ruchu suwnic przy podłużnym ruchu produkowanych wyrobów na wagonikach po torach kolejowych. Na większej części swojej długości tory te są podwójne w celu umożliwienia powrotu pustych wagoników do początku procesu wytwórczego.

Przedstawiona na rys. 10 linia produkcyjna obejmuje 10 poprzecznych naw. Rozstawienie kolumn w tych nawach wynosi 12 m, tak samo, jak w wydziałach przedstawionych na rys. 9.

Przebieg linii produkcyjnej w poszczególnych nawach określa się przedstawionym na planie (rys. 10) rozmie-

<sup>1</sup>) PN/B-02351 Moduł budownictwa przemysłowego.





Rys. 10. Plan i przekrój zakładu konstrukcji metalowych o rocznej produkcji 40 000 + 45 000 t: I — wydział przygotowania surowców: 1, 2 — walce do prostowania kątowników, 3, 4 — walce do prostowania blachy, 5 — prasa mimośrodowa do prostowania, 6 — piła do cięcia surowców, II — wydział obróbki: 1, 2 — nożyce kątowe podwójne, 3 — nożyce do cięcia blachy, 4 — nożyce gilotynowe, 5 — walce do zaginania kątowników, 6 — prasa do przebijania otworów, 7, 8, 9, 10 — prasy dwustemplowe 80 t do przebijania otworów, 11, 12 — prasy czterostemplowe do przebijania otworów z urządzeniem ręcznym do przesuwania materiału na żądaną długość, 14 — strugarka do krawędzi (L = 4200), 15 — frezarka do obróbki końców, 16 — automatyczne podawacze kątowników, 17 — automatyczne podawacze różnych kształtówek, 18 — urządzenia do przesuwania blachy na żądaną długość, 19 — frezarka do kątowników, 20, 21, 22 — wiertarki promieniowe ruchome, 23, 24 — nożyce gilotynowe obrotowe, 25, 26 — strugarki krawędzi, 27 — walce do zginania blachy, 28 — żłobliarka, 29 — prasa mimośrodowa, 30 — automatyczne urządzenie do przesuwania belek i korytek na żądaną długość, 31, 32, 33 — wiertarki promieniowe ruchome, 34 — toczak; 35 — płyty do prostowania, 36 — walce do zaginania blachy (8000 × 36), III — magazyn półfabrykatów, IV — wydział montażowo-spawalnictwa: 1 — frezarka do obróbki końców, 2, 3 — automaty do spawania elektrycznego, 4 — transformatory spawalnictwa, 5 — wiertarka promieniowa przenośna, 7 — aparaty spawalnictwa, V — wydział montażowo- nitowniczy: 1 — frezarka do obróbki końców, 2 — wiertarki promieniowe ruchome, 3, 4 — żurawie przyściennne z kabłąkami nitowniczymi, 5 — wiertarka promieniowa przenośna, 6 — spawarki elektryczne, 7 — płyty traserskie, VI — wydział montażu ogólnego, VII — malarnia, VIII — kuźnia, IX — wydział mechaniczny, X — stacja sprężarek.



Tablica 6

## Wskaźniki techniczno-ekonomiczne pięciu rodzajów wydziałów spawalniczych konstrukcji metalowych o produkcji 5 do 30 ton rocznie

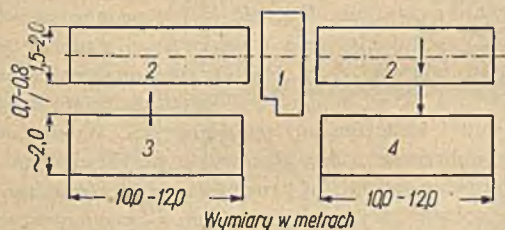
Klasa wydziału według tablicy 1	Nazwa oddziału	Roczna produkcja w tonach	Roczna produkcja w tonach					
			na 1 produkcyjnego robotnika	na 1 robotnika	na 1 m <sup>2</sup> powierzchni produkcyjnej		na 1 m <sup>2</sup> ogólnej powierzchni	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Klasa I Grupa 2	Przygotowawczy	5 000	90	72	2,00	2,66	1,70	2,20
	Montażowy	4 500	45	33	1,50	1,80	1,36	1,65
	Łącznie wydziału	5 000	32,4	24,4	0,91	1,15	0,80	1,00
Klasa I Grupa 2	Przygotowawczy	10 000	110	83	2,50	3,34	2,08	2,7
	Montażowy	9 000	52	39	1,87	2,25	1,73	2,1
	Łącznie wydziału	10 000	38	29	1,13	1,43	1,00	1,25
Klasa I Grupa 2	Przygotowawczy	15 250	145	108	—	5,07	—	4,3
	Montażowy	12,250	49	38	—	1,80	—	1,7
	Łącznie wydziału	15 250	43	33	—	1,55	—	1,42
Klasa II Grupa 2	Przygotowawczy	20 000	120	91	3,10	3,80	2,77	3,10
	Montażowy	18 000	56	43	2,34	2,75	2,04	2,40
	Łącznie wydziału	20 000	41	31	1,42	1,70	1,25	1,43
Klasa II Grupa 2	Przygotowawczy	30 000	135	100	3,53	4,60	3,06	3,80
	Montażowy	27 000	63	47	2,60	3,18	2,33	3,00
	Łącznie wydziału	30 000	46	35	1,58	2,00	1,40	1,75

U w a g a: W kolumnach 6 i 8 podane są wskaźniki dla wydziałów budowy kotłów, w kolumnach zaś 7 i 9 dla wydziałów budowy suwnic i innych z przewyższającym ilościowo materiałem walcowanym.

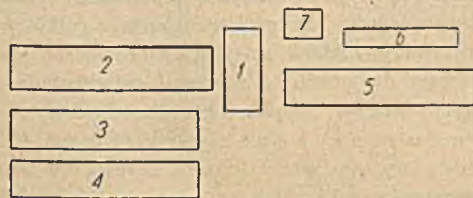
szczeniem oddzielnych wydziałów, naw produkcyjnych, magazynów.

Szerokość naw wydziałów konstrukcji metalowych wszystkich klas i grup przyjmuje się od 18 do 30 m. Nawy o szerokości 24 ÷ 30 m przyjmuje się zwykle dla wydziałów zakładów ciężkiego przemysłu produkujących konstrukcje metalowe wielkich rozmiarów, dźwigary suwnic mostowych, ciężkie kratownice, wsporniki itp. jak również dla specjalnych zakładów konstrukcji budowla-

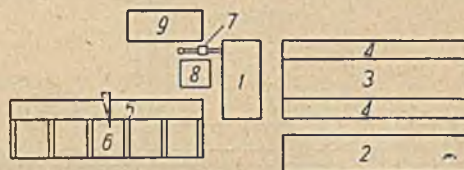
nych i mostowych. Typowe przęsła mostów rozpiętości 23 ÷ 27 m montuje się w wydziale na gotowo i dlatego szerokość naw wydziału musi wynosić 27 ÷ 30 m.



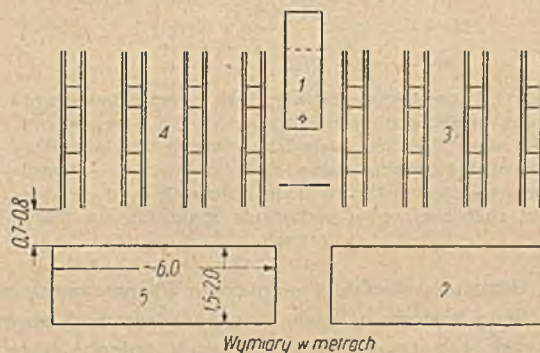
Rys. 11. Schemat rozplanowania stanowiska roboczego prostowania blach i profili o małych przekrojach: 1 — wałce, 2 — stoły rolkowe, 3 — miejsce składania surowca do prostowania, 4 — miejsce składania surowca wyprostowanego.



Rys. 12. Schemat rozplanowania stanowiska roboczego przy nożycach gilotynowych do cięcia poprzecznego blachy: 1 — nożyce, 2 — stół do podawania (rolkowy), 3 — miejsce do składania blach przeznaczonych do cięcia, 4 — miejsce dla długich części pociętego materiału, 5 — miejsce dla krótkich części pociętego materiału, 6 — miejsce do odpadków; 7 — skrzynka do ścinków.

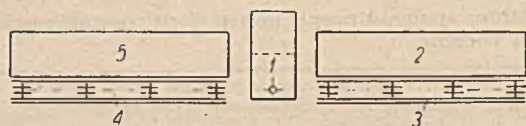


Rys. 13. Schemat rozplanowania stanowiska roboczego przy nożycach kątowych dwustronnych stałych do cięcia według oporu materiału długiego i krótkiego: 1 — nożyce, 2 — miejsce składania surowca do cięcia, 3 — stół przeładunkowy transportera rolkowego, 4 — stoły z rolkami do podawania materiału, 5 — stół rolkowy z oporem do składania materiału długiego, 6 — miejsce do składania materiału pociętego, 7 — miejsce cięcia według oporu na krótkie odcinki, 8 — skrzynia do odcinków, 9 — miejsce składania pociętego materiału krótkiego.

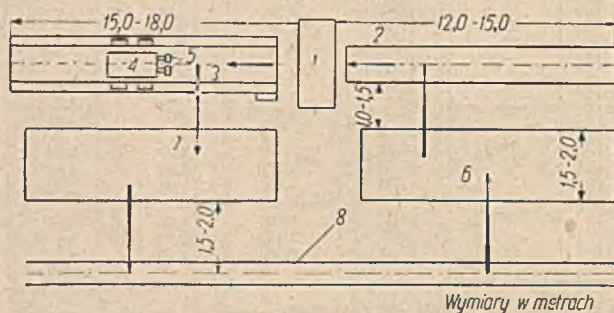


Rys. 14. Schemat rozplanowania stanowiska roboczego przy prasie do przebijania otworów w blasze w miejscachznaczonych: 1 — prasa do przebijania otworów, 2 — miejsce składania przygotowanego materiału, 3 — stoły z wózkami do podawania blachy, 4 — stoły z wózkami do odbioru blachy po obróbce, 5 — miejsce składania obrobionej blachy.

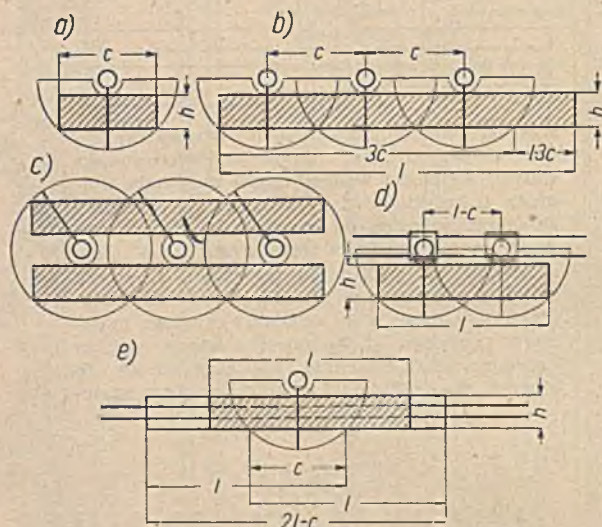




Rys. 15. Schemat rozplanowania stanowiska roboczego przy prasie do przebijania otworów w kątownikach w miejscach oznaczonych: 1 — prasa do przebijania otworów, 2 — miejsce do składania materiału przed obróbką, 3, 4 — stoły rolkowe do podawania i odbioru, 5 — miejsce składania materiału po obróbce.



Rys. 16. Schemat rozplanowania stanowiska roboczego z automatycznymi podajnikami: 1 — prasa wielostemplowa, 2 — stół z przygotowanym materiałem, 3 — stół odbioru materiału z urządzeniem dzielącym, 4 — wózek do podawania materiału, 5 — kleszcze przy wózku do chwytania obrabianego materiału, 6 — miejsce do składania materiału przed obróbką, 7 — miejsce składania materiału po obróbce, 8 — tor do wagoników.



Rys. 17. Rozmieszczenie wiertarek promieniowych do obróbki części o długości  $l$  i o szerokości  $h$  za pomocą: a — jednej wiertarki stałej, b — trzech wiertarek stałych obsługujących jedną linię stołów, c — trzech wiertarek obsługujących dwie linie stołów, d — wiertarki ruchomej, e — podawania materiału na wagonikach.

W oddziałach obróbki i montażu o 30-metrowych nawach należy zastosować dwie linie podwieszonych suwnic mostowych lub suwnic warsztatowych jednobelkowych. Ułatwia to manewrowanie przy obsłudze linii produkcyjnej i przyczynia się do zwiększenia przepustowości poszczególnych stanowisk roboczych, w szczególności na montażu, a także na całym warsztacie.

Podłużny rozstęp kolumn stosowany w budynkach wydziału konstrukcji metalowych wynosi zwykle 6 m.

W wydziałach o poprzecznych nawach produkcyjnych rozstęp kolumn w środkowych rzędach przyjmuje się równy 12 m, co zapewnia możliwość wygodnego rozmieszczenia ciężkich urządzeń (walców do prostowania, nożyc gilotynowych, frezarek do obróbki końców i innych), które zwykle ustawia się między kolumnami.

Wysokość budynku (odległość od podłogi wydziału do główki szyn toru suwnic) w oddziale montażowym określa się największym zarysem montowanych wyrobów i waha się w granicach od 6 do 10 m. W magazynach surowców i oddziałach obróbki umieszcza się główkę szyny na wysokości nie mniejszej od 6 m w celu umożliwienia wjazdu do wydziału wagonów kolejowych.

Wysokość budynku może być mniejsza, jeżeli oddziały montażowe i magazyn wyposażone są w podwieszane do dźwigów suwnice jednobelkowe lub transportery jednoszynowe; w tym przypadku wysokość budynku (odległość od podłogi do podciągów dźwigarów dachowych) może być przyjęta nie większa niż  $6,5 \div 7$  m.

Przy wstępnym projektowaniu wielkość powierzchni każdego oddziału lub całego wydziału może być określona ze wzoru:

$$F = \frac{Q}{q}$$

gdzie  $Q$  — roczna produkcja w tonach dla danego oddziału lub całego wydziału,

$q$  — roczna wydajność w tonach z jednego  $m^2$  powierzchni oddziału lub wydziału (patrz tablica 6).

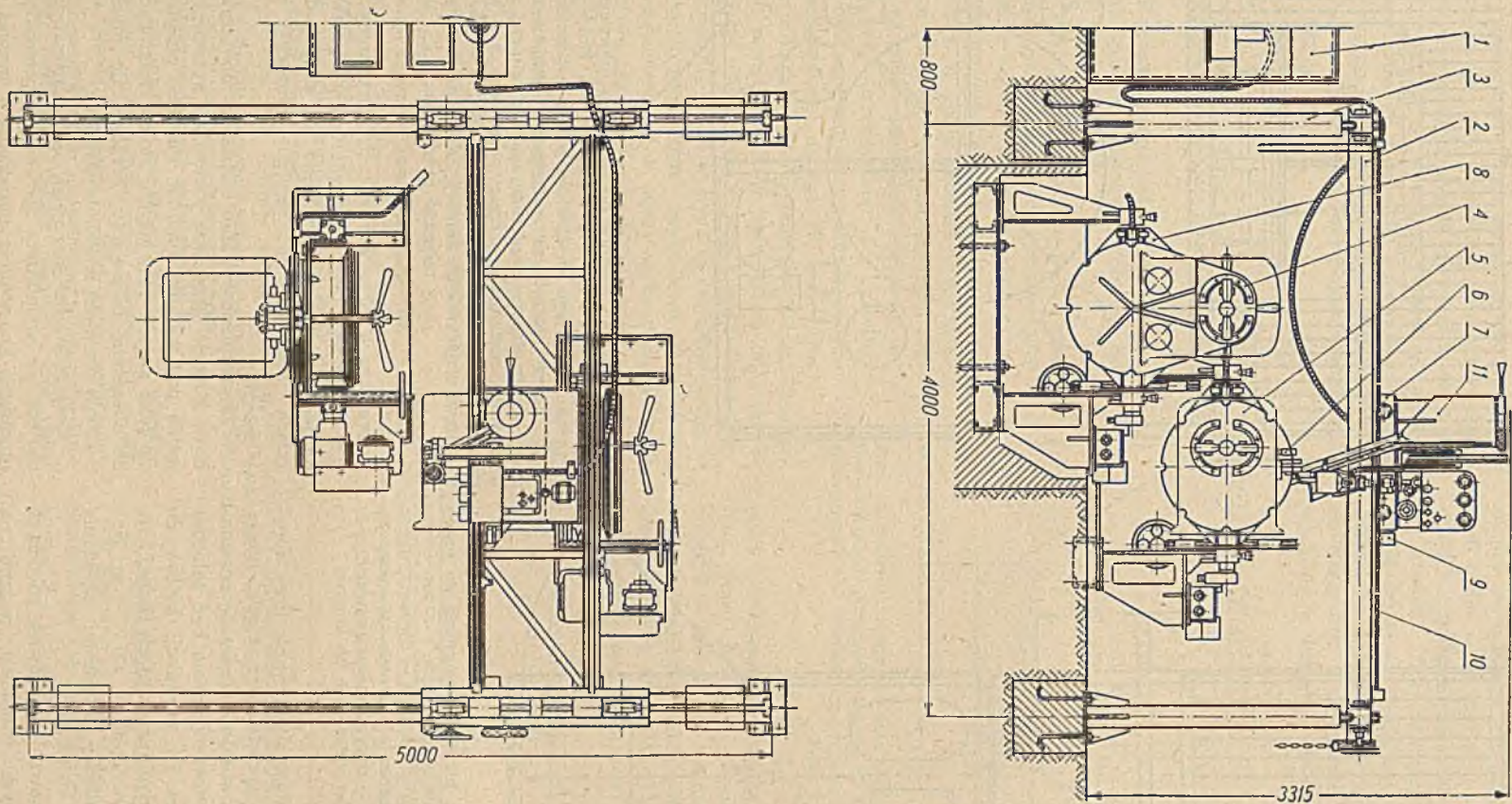
Podanym wzorem można się posługiwać także do określenia powierzchni magazynów półfabrykatów i gotowych wyrobów. W tym przypadku  $Q$  oznacza ilość jednocześnie magazynowanego surowca, półfabrykatów lub gotowych wyrobów, a  $q$  — przyjętą nośność  $1 m^2$  powierzchni magazynu. Wartość  $Q$  i  $q$  podane są w rozdziale XIV „Projektowanie transportowej i magazynowej gospodarki fabryki“ (tom 14). Otrzymane wyniki należy powiększyć o 25 ÷ 50% na powierzchnie zajęte drogami, przejściami i urządzeniami pomocniczymi. Wyniki otrzymane z obliczenia należy sprawdzić przykładowym rozplanowaniem powierzchni i rozmieszczeniem urządzeń.

Przy szczegółowym projektowaniu — powierzchnie oddziałów i wydziałów ustala się przez rozplanowanie urządzeń, dróg transportowych, stanowisk roboczych i magazynów.

Rozmieszczenie urządzeń i stanowisk roboczych. Przy rozplanowaniu stanowisk roboczych należy przewidzieć wyposażenie obrabiarek w transportery rolkowe lub w inne urządzenia podnośno-transportowe. W bezpośredniej bliskości transportera rolkowego powinny być przewidziane miejsca składowania surowca dostarczanego do obróbki, miejsca składowania części cębrobionych, wiórów, ścinów i innych odpadków.

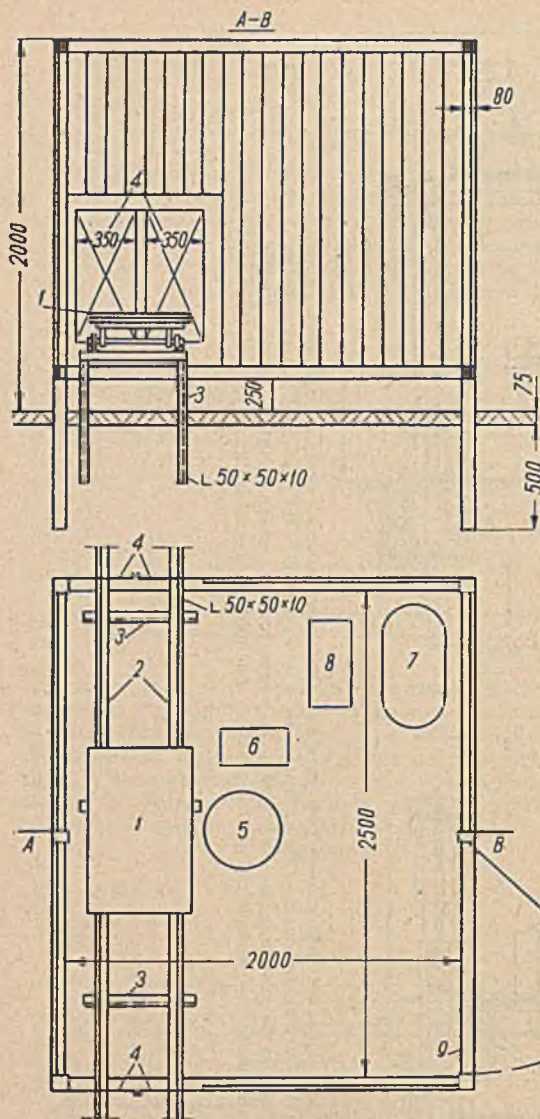
W rozmieszczeniu urządzeń odległości między sąsiednimi obrabiarkami określa się wymiarami transporterów rolkowych, wymiarami miejsca składowania surowca jak również niezbędnymi przejściami. Wymiary transporterów rolkowych podane są w rozdziale „Technologia produkcji konstrukcji metalowych“ (tom 5). Wymiary miejsc składowania określa się ilością i wymiarami surowca i części dostarczonych do obróbki lub wymiarami ułożonych części obrabianych i przygotowanych do dalszego transportu. Zapas surowca lub części przy obrabiarence powinien zapewniać ciągłość pracy w okresie





Rys. 18. Stanowisko spawania automatycznego pod warstwą topników szwów skrzyni ogniowej kotła lokomobilii 4 ЛП 20 : 1 — źródło prądu, 2 — belka ruchoma, 3 — wspornik belki ruchomej, 4 i 5 — chwytaki do mocowania zespołu do spawania, 6 — wskaźnik, 7 — samoczynny wózek z automatyczną główką spawalniczą, 8 — ustawiacz, 9 — wyłącznik końcowy, 10 — obcinak, 11 — zbiornik zasysający topniki.





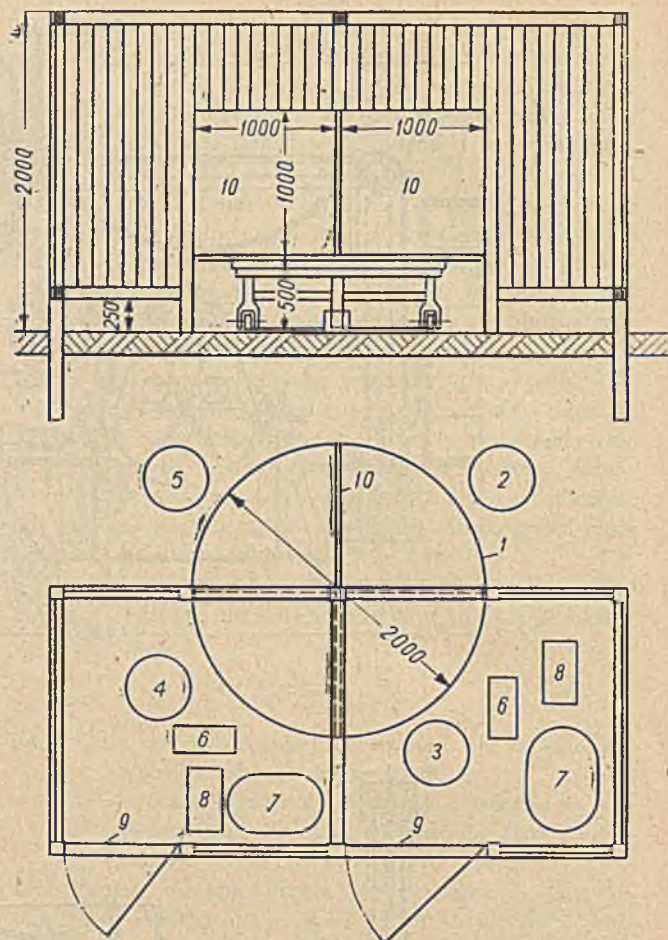
Rys. 19. Komora do spawania łukowego ręcznego do pracy w linii produkcyjnej: 1 — wózek transportera, 2 — tor wózka transportera, 3 — pomost do torów wózka, 4 — dwuskrzydłowe drzwi ze sprężynami do zamykania, 5 — stołek dla spawacza, 6 — skrzynka z elektrodami, 7 — transformator spawarki, 8 — regulator prądu, 9 — drzwi wejściowe do komory.

połowy zmiany. Wymiary miejsc składowania przy obrabiarkach wstępnej obróbki (prostowanie, cięcie, gięcie, wiercenie, przebijanie otworów itd.) określa się znormalizowanymi wymiarami surowca; mogą one być założone dla blachy stalowej  $6 \times 2$  m (w produkcji kotłów do  $13 \times 3$  m), dla profilów o małych przekrojach  $12 \times 1,5$  m, dla kątowników, belek i ceowników —  $12 \times 1$  m. Należy przewidzieć przejścia między miejscami składania i obrabiarkami szerokości  $0,7 \div 0,8$  m.

Kilka przykładów rozplanowania stanowisk roboczych w oddziale przygotowawczym (obróbki) podano na rys. 11 + 17.

Wielką oszczędność powierzchni daje zastosowanie obrabiarek przesuwanych obrabiających nieruchomo ułożony surowiec lub części.

Rys. 17 przedstawia przykłady rozplanowania stanowiska roboczego przy wierceniu otworów wiertarkami promieniowymi [36]. Zastosowanie przesuwanych wiertarek (rys. 17d) pozwala na dokonanie obróbki części dowolnej długości za pomocą jednej wiertarki, czego nie da się



Rys. 20. Podwójna komora do spawania łukowego ręcznego ze stołem obrotowym: 1 — stół obrotowy, 2 — stołek dla pracownika przygotowującego części do spawania, 3 — stołek dla spawacza wykonującego pierwszą operację spawalniczą, 4 — stołek dla spawacza wykonującego drugą operację spawalniczą, 5 — stołek dla pracownika zdejmującego części pospawane, 6 — skrzynka z elektrodami, 7 — transformator spawarki, 8 — regulator prądu, 9 — drzwi wejściowe do komory, 10 — pionowe przegrody (4 szt.) na stole obrotowym.

przeprowadzić przy wiertarkach nieruchomych (rys. 17a, b, c). Prócz tego przy pracy wiertarką przesuwaną potrzebna jest mniejsza powierzchnia niż przy podawaniu surowca wózkami do jednej wiertarki nieruchomej (rys. 17e).

Przy rozplanowywaniu oddziałów montażowych wyjątkowe korzyści przynoszą stanowiska automatycznego spawania pod warstwą topnika. Podobne urządzenia stosuje się jako zasadę przy użyciu stołów rolkowych, urządzeń do obracania, ustawiaczy, urządzeń do unieruchomienia i innych urządzeń zmechanizowanych.

Rozplanowanie stanowisk automatycznego spawania określa się wymiarami spawanych przedmiotów, typem produkcji, konstrukcją urządzenia i innymi warunkami.

Często spotykanym przykładem jest przedstawione na rys. 18 stanowisko automatycznego spawania skrzyni ogniowej kotła lokomobilii [43]. Główna spawalnicza (palnik) przymocowana do wspornika samoczynnie poruszającego się wózka ma możliwość przesuwać się w kierunku poprzecznym po ruchomej belce i w podłużnym — po torach między kolumnami razem z ruchomą belką, obsługującą w ten sposób dowolny punkt stanowiska produkcyjnego ograniczonego kolumnami słupami. Spawanie pro-



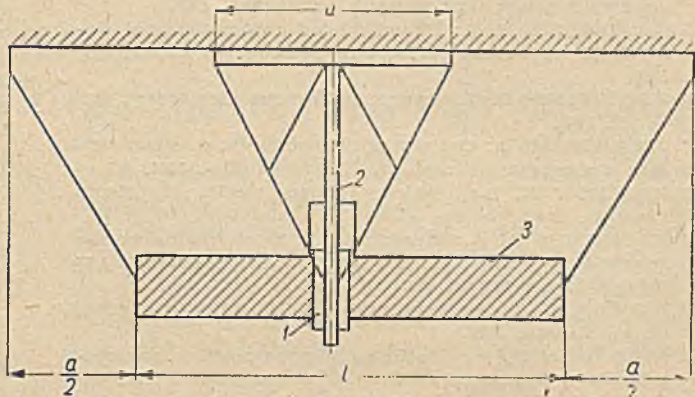
wadzone jest kolejno na dwóch ustawiaczach. Na jednym z nich wykonywane jest spawanie szwów krzywoliniowych, a na drugim prostoliniowych szwów skrzynki ogniowej. Spawanie szwów od wewnątrz i spawanie połączeń szwów krzywoliniowych z prostymi dokonuje się ręcznie. Wymiary podanego stanowiska spawania automatycznego wynoszą  $5 \times 4$  m. Prócz tego punkt zasilania prądem zajmuje  $2,0 \times 0,63$  m.

Na rysunkach 19 i 20 [4] podane są przykłady racjonalnego rozplanowania w linii produkcyjnej stanowisk roboczych przy spawaniu elektrycznym ręcznym stosunkowo niewielkich zespołów.

Na rys. 19 przedstawiona jest w rzucie i przekroju komora spawania łukowego ręcznego do pracy w linii produkcyjnej.

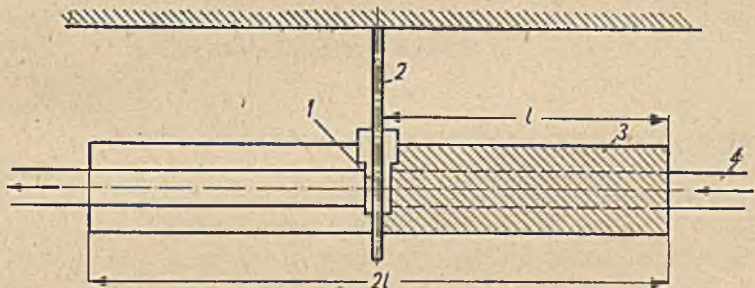
Charakterystyczną właściwością tego stanowiska roboczego jest przesuwanie przez komorę na transporterze części przeznaczonych do spawania i uprzednio montowanych na przenośniku montażowym. W cyklu produkcyjnym składającym się z kilku operacji spawalniczych rozdziela się je na odpowiednią ilość stanowisk roboczych. Zespoły przeznaczone do spawania przechodzą kolejno przez szereg komór podobnych do przedstawionej na rys. 19, przy czym jako stół spawalniczy wykorzystany jest wózek transportera. Powrót pustych wózków transportera do stanowiska wyjściowego odbywa się zwykle drugim torem leżącym poza komorami. Praca w komorze może być przeprowadzona przy przerywanym swobodnym przesuwaniu wózków transportera, tj. w miarę wykonywania robót w komorze (rys. 19) lub przy przerywanym przymusowym przesuwaniu wózków podporządkowując się do rytmu pracy w wydziale. W ostatnim przypadku wszystkie wózki transportera powinny być między sobą połączone łańcuchem albo liną powodującą periodyczny ruch postępowy od specjalnego napędu. Drugi przykład komory spawania łukowego ręcznego przedstawiony jest na rys. 20. Ten typ komory może być zalecany do przypadków spawania zespołów o małej ilości operacji spawalniczych w jednym cyklu roboczym. Transport części do montażu i spawania, jak również transport zespołów po spawaniu, może być dokonywany za pomocą transportera umieszczonego poza komorą. Dostarczone części składane są na stole obrotowym montażowo-spawalniczym. Po przygotowaniu zespołu do spawania stół obraca się o  $90^\circ$  (w kierunku wskazówki zegara), przy czym zestawiony w przyrządach zespół trafia na pierwsze stanowisko spawalnicze. Przy następnym takcie roboczym stół znów

obraca się o  $90^\circ$  w tym samym kierunku i spawany zespół trafia na drugie stanowisko spawalnicze, a w tym czasie na pierwsze stanowisko podany zostaje nowy zespół do spawania. Przy następnym takcie roboczym spawany zespół przesuwa się na nowe stanowisko robocze w celu zdjęcia go z przyrządów, po czym zostaje przeniesiony na transporter dla przesłania go do dalszych operacji na wydziale, a wszystkie stanowiska robocze omawianej ko-



Rys. 21. Schemat rozplanowania stanowiska roboczego przy nitowaniu kabląkiem podwieszonym na żurawiu przyściennym: 1 — kabląk nitowniczy, 2 — żuraw przyścienny, 3 — nitowany przedmiot o długości  $l$ .

mory powtarzają te same operacje z następnymi zespołami danej produkcji. Podobnie jak podwieszony na wciągniku kabląk do spawania punktowego znajdują także zastosowanie kabląki do nitowania podwieszony na żurawach przyściennych (rys. 21) [36]. Ostatnim ustępują kabląki bez podłużnego przesuwu (rys 22) [36].



Rys. 22. Schemat rozplanowania stanowiska roboczego przy nitowaniu kabląkiem podwieszonym na belce nieruchomej: 1 — kabląk nitowniczy, 2 — belka nieruchoma, 3 — nitowany przedmiot o długości  $l$ , 4 — tor do wagoników.

#### WSKAŹNIKI TECHNICZNO-EKONOMICZNE

W tabelicy 6 podano podstawowe wskaźniki techniczno-ekonomiczne pięciu rodzajów wydziałów konstrukcji metalowej I i II klasy.

#### LITERATURA I ŹRÓDŁA

1. Akademia nauk UCCP. Instytut elektroszwarki. Album stanków dla awtomatycznej szwarki. 1937.
2. Akademia nauk UCCP. Instytut elektroszwarki. Nowiej-szaja elektroszwarcznaja apparatura dla szwarki pod słojem flusow. „Awtołiennojie dielo” Nr 4 str. 1-4. 1945.
3. AŁOW A. A.: Elektrody dla łukowej szwarki i napławkki. Izd. Swarocznego otdiela ЦНИИТМАШ. 1944.
4. Wsiesiołoznoje naučnoje inżynierno-łiechničeskoje ob-szczestwo swarszczykow БННТОС. Ozdorowlenije ustowij truda pri szwarkie łukowej ługoj. ОНТИ НКТП СССР. Л.М. 1936.
5. Gipromasz. Sbornik rukowodiaszczich matieriałow Sierija VII, wyp. I. Oborudowanije cłechow łietalliczeskich kon-strukcij. Izd. НКТП. 1932.
6. Giprosriedmasz. Projektnyje matieriały. 1939-1944.
7. Giprosriedmasz. Tipowaja pojasnitielnaja zapiska po łiechnołogičeskoj i transportnoj czasti k łiechničeskomu pro-jektu zagotowitielnojo cłecha. Sierija I, wyp. kn. 2.M. 1941.
8. Giprosriedmasz. Tipowaja pojasnitielnaja zapiska po łiechnołogičeskoj i transportnoj czasti k łiechničeskomu pro-jektu sborocno-swarocznego cłecha. Sierija I, wyp. 116, kn. 10. M. 1940.



9. Giprośriedmasz. Fondy wriemieni rabocznych oborudowanija dla projektrowanija zawodow HKCM. Sierja I, wyp. 122, M. 1940. a
10. Giprołiaźmasz. Normy wriemieni na kotielno-zagotowitelnyje operaciji. 1940.
11. Giprołiaźmasz. Normy wspomagatielnogo wriemieni pri elektrodugowej swarke. Indeks ш-жк-25.
12. Giprołiaźmasz. Projektnyje materiały. 1940-1946.
13. Giprołiaźmasz. Sprawocznik po oborudowaniju ciechow metalicznych konstrukcyj. 1940.
14. Giprołiaźmasz. Sztucznoje wriemia otriezki zagotowok na dyskowych pilach i priwodnych nożowkach. 1939.
15. GRIEBIELNIK P. G.: Nowyj mietod awtomatycznej elektrodugowej swarki leżaszczim elektrodom. Izd. X. ДТ 1940.
16. GRIEBIELNIK P. G.: Swarka nakłonnym elektrodom. Izd. X. ДТ. 1940.
17. JEGOROW M. E.: Osnovy projektrowanija miechanicznych i sborocznych ciechow. ГНТИ НКМ СССР. 1944.
18. KOZAKOW N. L.: Schiemy prisposoblenija dla sborki i swarki. „Awtoğiennoje dzieło“ No 4, str. 26-28. 1944.
19. KAZIMIROW A. A.: Miechanizacija izgotowlenija kotłow żeleznodorożnych cistiern. Institut elektroswarki АН УССР Kijew 1939.
20. KLEBANOW N. N.: Apparatura i tehnologija gazowej riezki. Maszgis. 1939.
21. KLEBANOW N. N.: Tiechnika bezopasnosti w swarocznom diele. Oborongiz. 1941.
22. KRASOWSKIJ A. I.: Organizacija elektrodnich mastierskich. Izd. X T. 1941.
23. KRASOWSKIJ A. I.: Osnovy projektrowanija swarocznych ciechow. ОНТИ НКПСССР. 1936.
24. MORRISON K.: Sprawocznik po kotłostrojeniju. 1939.
25. Narkommasz. Gławelektroprom. Masziny dla kontaktnej swarki. Tiechniczeskij sprawocznik. НКМ — Goskontora sprawocznikow i katalogow. 1938.
26. Narkomstroj. Normy i rascenki na stroitielnyje i montažnyje raboty na 1944 g. otd. 9 i 10.
27. NAUMAN W. G.: Tiechnologija gazowej swarki. ОНТИ НКП СССР. 1937.
28. НИИТЯЖМАШ. Normatiwnyje materiały po tiechniczekomu normirowaniju swarocznych operacij (krupnosierijnoje i massowoje prołwodstwo). M, diekabr 1939.
29. PATON E. O.: Skorostnaja awtomatycznej swarka pod słojem flusa. Maszgis. 1942.
30. PATON E. O.: Ustanowki dla awtomatycznej swarki bałok. Izd. X. ДТ. 1941.
31. PATON E. O.: i OSTROWSKAJA C. A.: Skorostnaja awtomatycznej swarka pod słojem flusa. Maszgis. 1944.
32. PATON E. O., SIEWBO, RAJEWSKIJ i PATON B. E.: Awtomatycznej swarka pod słojem flusa stroitielnych mietalokonstrukcij Strojzdat Narkomstroja. 1944.
33. RABINOWICZ J. J.: Masziny i apparaty dla dugowej swarki ОНТИ. 1937.
34. Sprawocznik swarszczika. Izd. Orgmietalla. 1937.
35. Stalkonstrukcija. Projektnaja kontora HKC СССР Projekty zawodow i mastierskich mietalokonstrukcij, raboty tiechnologičeskogo otdiela. 1939-1945.
36. Stalkonstrukcija. Projektnaja kontora HKC СССР. Projekty zawodow mietalokonstrukcij 1939-1944.
37. TARCHOW N. A.: Izgotowlenije elektrodow dla dugowej elektroswarki. Maszgis. 1944.
38. UDOTOW K. A. i BRINBERG I. E.: Skorostnaja swarka w tiazołom maszynostrojenii i pierspektiwy jejo razwija na 1945 g. „Awtoğiennoje dzieło“ No 1, str. 6-10. 1945.
39. FIELDMAN G. I.: Swarocznyje prisposoblenija. zd. ХДТ. 1941.
40. CHRIENOW K. K. i JARCHO W. I.: Tiechnologija dugowej elektroswarki. Maszgis. 1940.
41. ЦБТМ НКМ СССР. Kuzniecno-priessowoje oborudowanije. Standartgiz. M.- . 1941.
42. CEGIELSKIJ W. E. i ZDANOW W. A.: Elektroswarocznoje dzieło. Maszgis. 1944.
43. ЦНИИТ МАШ. Projektnyje materiały otdiela swarki. 1944-1946.
44. CZERNIAK W. S. i KOŁYŻENKOW P. A.: Apparatura dla gazowej riezki. Awtoğiennoje dzieło No 1, str. 13-15. 1944.
45. CZESNOKOW A. S.: Tiechnologija izgotowienija mietallich czeskich konstrukcij. Strojzdat Narkomstroja. 1944.



## Rozdział IV

# PROJEKTOWANIE WYDZIAŁÓW I ODDZIAŁÓW OBRÓBKI CIEPLNEJ

## PROJEKTOWANIE WYDZIAŁÓW OBRÓBKI CIEPLNEJ

### KLASYFIKACJA WYDZIAŁÓW (ODDZIAŁÓW) OBRÓBKI CIEPLNEJ I DANE WYJŚCIOWE DO ICH PROJEKTOWANIA

Klasyfikacja wydziałów i oddziałów obróbki cieplnej (tablica 1) została przeprowadzona na następującej zasadzie:

- przeznaczenia (obróbka cieplna odkuwek i odlewów, przedmiotów wykonanych na gotowo i innych);
- miejsca w planie organizacyjnym zakładu (wydział samodzielny, oddział, grupa urządzeń umieszczona w linii produkcyjnej);
- przeważającej operacji w obróbce cieplnej;
- dziedziny budownictwa maszynowego charakteryzującego dany wydział czy oddział.

Klasyfikacja wydziałów i oddziałów obróbki cieplnej przeprowadzona jest według pierwszej cechy (punkt a.), a w niektórych przypadkach według drugiej cechy (punkt b.).

Wszystkie wydziały obróbki cieplnej dzielą się na grupy według miejsca zajmowanego w planie organizacyjnym zakładu.

Założenia przy projektowaniu wydziałów i oddziałów obróbki cieplnej. Założenia przy projektowaniu są następujące:

- roczny program produkcji,
- główna produkcja wydziału,
- załączony czas pracy urządzeń i pracowników,
- rodzaj paliwa itp.

### PROGRAM PRODUKCJI WYDZIAŁU (ODDZIAŁU)

Wstępne projektowanie. Roczny program produkcji wydziałów i oddziałów (tabl. A) powinien zawierać następujące dane:

- ilość wyprodukowanych części, nie wymagających poprawek, wyrażoną w jednostkach wagowych (zespoły zasadnicze plus części zapasowe);
- orientacyjny procent braków (tabl. 2) otrzymanych w dziale obróbki cieplnej i w wydziałach dalszej obróbki (braki i części nadające się do poprawienia).

Po rozdzieleniu wszystkich części zespołu (maszyny) podlegających obróbce cieplnej i określeniu zasadniczych operacji obróbki cieplnej w danym wydziale lub oddziale rozdziela się całość produkcji na operacje technologiczne (tabl. B).

Wielokrotność grzania (c) wynika z uprzednio dokonanego rozdziału na poszczególne operacje i wyraża się stosunkiem sumarycznego ciężaru G części podlegających grzaniu do ciężaru  $P_p$  gotowej produkcji wydziału. Orientacyjne wskaźniki ciężaru niektórych produkowanych zespołów i części obrabianych cieplnie, wielokrotność grzania i rozdział na poszczególne operacje obróbki cieplnej podane są w tablicach 3 i 4.

Szczegółowe projektowanie. Przy szczegółowym projektowaniu należy opracować technologiczny program obróbki cieplnej w celu zestawienia kart przebiegu technologicznego (tabl. C) na każdą część obrabianą lub wspólnych wykazów dla wszystkich cieplnie obrabianych części. Podstawą do opracowania technologicznego programu obróbki cieplnej jest wykaz zawierający numer części, nazwę, rodzaj materiału według norm, rodzaj obróbki wstępnej, ciężar części nieobrobionej i obrobionej, twardość powierzchni i rdzenia mierzone w wielu miejscach warunki cieplno-chemicznej obróbki, a także wielkość dopuszczalnego zwichrzenia i inne dane. Całkowity cykl kolejnego przechodzenia części obrabianej przez wydziały przyjmuje się według jednego ze schematów podanych w tablicy 5.

### WYPOSAŻENIE (ZASADNICZE, TECHNOLOGICZNE)

Za podstawę do wyboru i obliczenia zasadniczego technologicznego wyposażenia mogą służyć:

- programy produkcji wydziału rozdzielone na poszczególne operacje,
- dane o ogólnej wydajności urządzeń  $P_n$ , podane w karcie lub wykazie technologicznego programu (tablica C) oraz dane o wydajności wagowego obciążenia przy danej operacji  $P_o$  w kg (tabl. D),
- ilość godzin (fundusz czasu) obliczona przy uwzględnieniu czasu  $\tau_p$  na załadowanie i wyładowanie oraz na operacje pomocnicze dla danego urządzenia

$$n_o = \sum \frac{P_o}{P_n} : T (1 - \tau_p)$$

Wielkość  $\frac{P_o}{P_n}$  wyraża ilość maszynogodzin lub piecogodzin, koniecznych przy danej operacji do wykonania programu miesięcznego (rocznego), czyli obciążenie godzinowe urządzenia; obliczenia można przeprowadzić według tablicy D. Czas zużyty na operacje pomocnicze przy pracy urządzeń do obróbki cieplnej (przebrabianie przy piecach o ciągłym działaniu, załadowanie i wyładowanie



Klasyfikacja wydziałów (oddziałów) obróbki cieplnej

Tablica 1

Nazwa wydziału	Wydziały (oddziały) obróbki cieplnej odłuków i odlewów				Wydziały (oddziały) obróbki cieplnej części mechanicznie obrabianych na gotowo				Oddziały obróbki cieplnej wydziałów remontowych	Wydziały (oddziały) obróbki cieplnej narzędzi				Oddziały (wydziały) obróbki cieplnej matryc		
	I			II	III				IV	V	VI		VII		VIII	IX
	1	2	3	1	1	2	3	4	1	1	1	2	1	2	1	1
Przeznaczenie	Obróbka cieplna odłuków i półfabrykatów			Obróbka cieplna odlewów kształtowych żelaznych i metali kolorowych	Obróbka cieplna części mechanicznie obrabianych na gotowo				Obróbka cieplna części wstępnie obrabianych mechanicznie lub po obróbce plastycznej na zimno	Obróbka cieplna części produkowanych przez wydział remontowy	Obróbka cieplna narzędzi i przyrządów tnących		Obróbka cieplna przyrządów pomiarowych		Obróbka cieplna matryc do pracy na gorąco	Obróbka cieplna matryc i przyrządów do pracy na zimno
Miejsce w strukturze fabryki	Grupa 1. Wydział Samodzielny  Grupa 2. Oddział kuzni  Grupa 3. Urządzenie umieszczone w linii produkcyjnej obróbki plastycznej			Oddział odlewni wykonującej kształtowe odlewy stalowe, żelazne i z metali kolorowych	Grupa 1. Wydział Samodzielny  Grupa 2. Oddział przy wydziale obróbki mechanicznej (wspólny budynek)  Grupa 3. Oddziały przeznaczone specjalnie do obróbki danych grup części  Grupa 4. Urządzenie umieszczone w linii produkcyjnej obróbki mechanicznej				Oddział przy wydziale obróbki plastycznej na zimno, spęczniania i ciągnięcia	Oddziały przy wydziałach remontowych	Grupa 1. Wydział samodzielny  Grupa 2. Oddział przy narzędziowni  Wydział (oddział) należący do klasy VI i VII		Grupa 1. Wydział samodzielny  Grupa 2. Oddział przy narzędziowni		Oddziały przy wydziale produkcji matryc	Oddziały przy wydziale produkcji przyrządów i matryc
Przeważające operacje obróbki cieplnej	Wyżarzanie, normalizacja z odpuszczaniem w wysokich temperaturach, ulepszenie (hartowanie z odpuszczeniem w wysokich temperaturach), oczyszczanie ze zgorzeli w bębniach i w płaskownicach, chemiczne trawienie			Wyżarzanie, normalizowanie, hartowanie i odpuszczanie, oczyszczanie ze zgorzeli - czyszczenie w bębniach z piaskiem	Nawęglanie, cyjanowanie, azotowanie, normalizowanie, hartowanie, odpuszczanie w wysokich i niskich temperaturach, Oczyszczanie ze zgorzeli - elektrolityczne i chemiczne trawienie, płaskowanie, mycie				Wyżarzanie, normalizowanie, odpuszczanie w wysokich temperaturach, czyszczenie ze zgorzeli - chemiczne trawienie, czyszczenie w bębniach	Analogicznie do klasy III prócz azotowania i elektrolitycznego trawienia	Wyżarzanie, normalizowanie, hartowanie, odpuszczanie w wysokich i niskich temperaturach, zgrzewanie części tnących, cyjanowanie, oczyszczanie ze zgorzeli - chemiczne i elektrolityczne trawienie, mycie, prostowanie		Nawęglanie, azotowanie, chromowanie, cyjanowanie, hartowanie, odpuszczanie w wysokich i niskich temperaturach, azotowanie, chromowanie		Wyżarzanie, hartowanie z odpuszczaniem w wysokich temperaturach, azotowanie, chromowanie	Nawęglanie cyjanowanie, azotowanie, chromowanie, hartowanie, odpuszczanie w wysokich i niskich temperaturach
Dziedzina budowy maszyn	Grupa 1. Budowa obrabiarek, budowa maszyn rolniczych, produkcja części zamiennych ciągników, budowa ciężkich maszyn, budowa wagonów, produkcja łożysk tocznych  Grupa 2. Wszystkie zakłady budowy maszyn produkcji seryjnej, wielko-seryjnej i masowej  Grupa 3. Zakłady produkcji potokowo-masowej			Wszystkie zakłady produkcji seryjnej i masowej	Grupa 1. Analogicznie do grupy klasy I  Grupa 2. Zakłady produkcji potokowo-masowej (rzadkie przypadki)  Grupa 3. Zakłady produkcji masowo-potokowej				Zakłady produkcji seryjnej i masowej. Fabryki wyspecjalizowane	Zakłady budowy ciężkich maszyn. Wszystkie fabryki produkcji wielkoseryjnej i potokowo-masowej	Grupa 1. Zakłady wyspecjalizowane typu „Frezer”  Grupa 2. Wspólny wydział - wszystkie zakłady produkcji seryjnej i masowej		Grupa 1. Zakłady wyspecjalizowane typu „Kablbr”		Zakłady produkcji seryjnej i potokowo-masowej  Budowa samochodów i ciągników, budowa czołgów, budowa silników Diesla, budowa obrabiarek i wagonów, budowa rowerów i motocykli	



Tablica A

Specyfikacja części podlegających obróbce cieplnej w wydziale Nr 2 przy produkcji 5000 sztuk motocykli na miesiąc<sup>1)</sup>

Nr części	Nazwa części	Rodzaj materiału	Ciężar części nieobrobionych, obrobionych w kg	Ilość części na zespol		Ilość części na program produkcyjny t/miesiąc	Części zamienne %	Produkcja części dobrych t/miesiąc	Braki w działach <sup>2)</sup> %			Braki łącznie		Program produkcji działu (całkowita ilość części zamiennych i braków)		Przebieg części przez dział
				w szt.	w kg				T <sub>1</sub>	M	T <sub>2</sub>	%	t/miesiąc	szt/miesiąc	t/miesiąc	
10-023	Sektor skrzyni biegów	20X <sup>3)</sup>	0,7	1	0,7	3,5	10	3,85	1,5	—	—	1,5	0,06	5585	3,91	P-T <sub>2</sub> -M <sub>0</sub>
10-107	Koło zębate trzeciego biegu	12X2H4 <sup>4)</sup>	1,2	1	1,2	6,0	20	7,20	2,0	2,0	—	4,0	0,29	6240	7,49	K-T <sub>1</sub> -M-T <sub>2</sub> M-M <sub>0</sub>

1) Obliczenie może być także przeprowadzone w stosunku rocznym

2) Znaczenie: T<sub>1</sub> i T<sub>2</sub> - pierwszy i drugi wydział obróbki cieplnej, M - wydział mechaniczny, K - kuźnia, P - wydział obróbki plastycznej na zimno, M<sub>0</sub> - montaż

Oznaczenia powyższe stosuje się i w dalszych tablicach.

3) Skład stali 20X - C = 0,15 ÷ 0,20%; Mn = 0,3 ÷ 0,6%; Si = 0,17 ÷ 0,37%; Cr = 0,7 ÷ 1,0%; Ni = 0,3%; S &lt; 0,04%; P &lt; 0,04%;

4) Skład stali 12X2H4 - C = 0,17%; Mn = 0,3 ÷ 0,6%; Si = 0,17 ÷ 0,37%; Cr = 1,25 ÷ 1,75%; Ni = 3,25 ÷ 3,75%; S &lt; 0,04%; P &lt; 0,04%

Tablica 2

## Orientacyjny procent braków i części nadających się do poprawienia w wydziałach obróbki cieplnej

Grupa stali	Nazwa następnej obróbki	Obróbka cieplna odkuwek		Obróbka cieplna części po obróbce mechanicznej		Obróbka cieplna narzędzi	
		po wyżarzaniu i normalizowaniu	po ulepszeniu	po ulepszeniu	po obróbce chemiczno-cieplnej	narzędzia tnące i pomiarowe	matryce
Węgłowa lub niskostopowa	bez prostowania	max 0,1	max 0,2	0,5	0,5	0,2	—
	z prostowaniem	„ 0,2	„ 0,3	0,5 ÷ 1,0	0,5 ÷ 1,0	0,5	—
Średniostopowa	bez prostowania	„ 0,1	„ 0,2	0,5 ÷ 1,0	0,75 ÷ 1,25	0,5	1,0
	z prostowaniem	„ 0,2	„ 0,5	0,75 ÷ 1,25	1,0 ÷ 1,5	1,0	—
Wysokostopowa	bez prostowania	0,5 ÷ 1,0	1,0 ÷ 1,5	1,25 ÷ 1,5	2,0 ÷ 2,5	1,5 ÷ 2,0	2,0 ÷ 3,0
	z prostowaniem	0,5 ÷ 1,0	1,0 ÷ 1,5	1,5 ÷ 2,0	2,0 ÷ 2,5	do 3,0	—

U w a g a: Ilość braków powstałych w kuźni wykrywanych przy trawieniu odkuwek przyjmuje się ok. 1,5%. Ilość braków powstałych w wydziałach mechanicznych według danych doświadczalnych przyjmuje się 1 ÷ 4%, w zależności od kształtu części oraz od rodzaju i wielkości obróbki mechanicznej.

Tablica B

## Rozdział programu produkcji na zasadnicze operacje obróbki cieplnej w wydziale Nr 2 przy produkcji 5000 sztuk motocykli na miesiąc

Nr części	Nazwa części	Rodzaj materiału	Program produkcji wydziału Pp t/miesiąc	Rozdział części na operacje w tonach								
				wyżarzanie	normalizowanie	nawęglanie	cyjanowanie	azotowanie	hartowanie	odpuszczanie w wysokich temperaturach	odpuszczanie w niskich temperaturach	Inne operacje
10-023	Sektor skrzyni biegów	20X	3,91	—	—	—	3,91	—	—	—	3,91	—
10-107	Koło zębate trzeciego biegu	12X2H4	7,49	—	7,49	7,49	—	—	7,49	—	7,49	—
10-115	Wał	45XH <sup>1)</sup>	24,82	—	—	—	—	—	24,82	24,82	—	—
10-121A	Kamicę kulisy	38XM10A <sup>2)</sup>	1,22	—	—	—	—	1,22	1,22	1,22	—	—
Wielokrotność grzania			Pp = 37,44	—	7,49	7,49	3,91	1,22	33,53	26,04	11,40	—
$c = \frac{G}{P} = \frac{89,08}{37,44} = 2,4$			G = 89,08									

1) Skład stali 45XH - C = 0,35 ÷ 0,45%; Mn = 0,5 ÷ 0,8%; Si = 0,17 ÷ 0,37%; Cr = 0,45 ÷ 0,75%; Ni = 1,0 ÷ 1,5%; S &lt; 0,04%; P &lt; 0,04%.

2) Skład stali 38XM10A - C = 0,35 ÷ 0,42%; Mn = 0,3 ÷ 0,6%; Si = 0,17 ÷ 0,37%; Cr = 1,35 ÷ 1,65%; Ni = 0,04%; S &lt; 0,03%; P &lt; 0,04%; Mo = 0,1 ÷ 0,5%; Al = 0,7 ÷ 1,10%.



## Rozdział ciężaru cieplnie obrabianych części różnych zespołów na zasadnicze operacje obróbki cieplnej

Nazwa zespołu	Ciężar surowych części cieplnie obrabianych (w % ciężaru całkowitego lub w kg)	Odkuwki				Ciężar części surowych cieplnie obrabianych (w % ciężaru całkowitego lub w kg)	Części obrabiane mechanicznie								
		Wielokrotność grzania c	Rozdział na zasadnicze operacje obróbki cieplnej w %				Wielokrotność grzania c	Rozdział na zasadnicze operacje obróbki cieplnej w %							
			wytwarzanie i normalizowanie	hartowanie	odpuszczenie			naugęglanie	cyjanowanie	azotowanie	hartowanie	odpuszczenie w wysokich temperaturach	odpuszczenie w niskich temperaturach	normalizowanie	
Silniki: gaznikowe - samochodowe lub ciężnikowe	40-50%	1,2-1,4	70-75	15-17	15-17	35-40%	2,0-2,8	10	0,5-10	-	-	40	10	do 2	
gaznikowe samolotowe	50-60%	1,4-1,8	30	20-25	45-50	40-50%	2,5-3,5	15	2,5	15	25	15	25	„ 2	
Silniki Diesela samolotowe lub do czołgów	50-60%	1,5-2,0	30	20-25	45-50	40-50%	2,5-3,5	15	2,5	15	25	15	25	„ 2	
Samochody ciężarowe:															
5 ton	700-900 kg	1,2-1,6	25-30	30-37	30-37	350-500 kg	2,3-2,8	15-20	do 5	-	20-25	35-40	15-30	„ 5	
3 „	600-800 „	1,2-1,6	25-30	30-37	30-37	300-400 „	2,3-2,8	8-12	2,0-13	-	25-30	40-45	8-12	„ 5	
1,5 „	300-400 „	1,2-1,6	40-50	25-30	25-30	120-250 „	2,3-2,8	8-12	2,0-13	-	25-30	40-45	8-12	„ 5	
Samochody osobowe:															
typ MM	250-300 „	1,3-1,7	30-40	30-35	30-35	100-150 „	2,3-2,8	8-15	5,0-18	-	25-30	40-45	8-15	„ 5	
Willis	250-300 „														
Buick	280-350 „														
Motocykle	80-90 „	1,2-1,5	35	37	37,5	60-70 „	2,0-2,5	12-15	do 5	-	25-30	35-40	12-15	-	
Ciągniki gąsienicowe:															
do 15 ton	700-900 „	1,2-1,5	25-30	30-37	30-37,5	300-380 „	2,3-2,8	15-20	„ 5	-	20-25	35-40	15-20	do 5	
„ 10 „	600-800 „	1,2-1,5	25-30	30-37	30-37,5	250-350 „	2,3-2,8	15-20	„ 5	-	20-25	35-40	15-20	do 5	
Czołgi (bez wyposażenia silnika)	20-30%	1,2-1,4	20-30	35-40	35-40	70-80%	2,3-2,8	5-10	-	-	30-35	20-25	35-40	„ 5	
Obrabiarzki	15-20%	1,2-1,5	do 80	10	10	10-15%	2,3-2,5	20-25	do 5	2-3	40-45	10-15	30-35	„ 3	
Wagony czterokołowe (z wózkami „Diamond“)	3300 kg (osie)	1,0	100	-	-	600 kg (sprężyny i resorły)	2,0	do 5	„ 2	-	50	50	-	-	

U w a g i: 1. Ciężary części cieplnie obrabianych podane są bez ciężaru odlewów stalowych, żelwnych i aluminiowych

2. Rozdział produkcji wydziału na operacje oczyszczania ze zgorzeli:

A. Przyjmując za 100% ciężar Pp wszystkich odkuwek obrabianych cieplnie:

a. trawienie w kwasach 60 ÷ 70%; b. czyszczenie w bębniach 30 ÷ 40%; przy zastosowaniu piaskownic: a. trawienie w kwasach 30 ÷ 40%; b. czyszczenie w wibratorach 60 ÷ 70%.

B. Przyjmując za 100% ciężar Pp wszystkich części cieplnie obrabianych części (po obróbce mechanicznej):

a. piaskowanie 75 ÷ 85%; b. mycie 15 ÷ 25%; przy zastosowaniu trawienia elektrolitycznego: a. piaskowanie 30 ÷ 45%; b. mycie 15 ÷ 25%; c. trawienie elektrolityczne 45 ÷ 50%.

## Orientacyjny podział narzędzi według poszczególnych operacji obróbki cieplnej

Rodzaj narzędzia	Rodzaj stali i % jej stosowania	Podział na operacje w % od produkcji						
		wytwarzanie i normalizowanie	naugęglanie	cyjanowanie	hartowanie	podgrzewanie wstępne przy ogrzewaniu do hartowania	odpuszczenie w wysokich temperaturach	odpuszczenie w niskich temperaturach
Narzędzia tnące	stale szybko tnące i zastępcze	60	-	80	100	40 ÷ 60	100	-
	30 ÷ 40%							
	stale stopowe	60 ÷ 80	-	20	100	40	-	100
Narzędzia pomiarowe	stale węglowe	50 ÷ 60	-	-	100	20	-	100
	8 ÷ 10%	25 ÷ 35	20 ÷ 30	-	100	-	20 ÷ 40	80
Uchwyty Przyrządy	40, 50, 40X, 15, 20 i inne, ok. 10%	10	15 ÷ 20	15 ÷ 20	100	-	60	40
	40, 50, 40X, 15, 15X i inne, ok. 30%	10	10 ÷ 15	10 ÷ 20	70	-	50	40

U w a g a: Sumaryczną ilość obrabianych cieplnie narzędzi i przyrządów określa się zakładając na każde 100 obrabialek do metali produkcję 140 ÷ 150 ton/rok, patrz rozdział „Projektowanie narzędziowni“.

Skład stali: 40-C=0,35 ÷ 0,45%	Mn=0,5 ÷ 0,8%	Si=0,17 ÷ 0,37%	Cr~ 0,3%	Ni~0,3%	S<0,45%	P<0,045%
50-C=0,45 ÷ 0,55%	Mn=0,5 ÷ 0,8%	Si=0,17 ÷ 0,37%	Cr~ 0,3%	Ni~0,3%	S<0,045%	P<0,045%
15-C=0,1 ÷ 0,2%	Mn=0,35 ÷ 0,65%	Si=0,17 ÷ 0,37%	Cr~ 0,3%	Ni~0,3%	S<0,045%	P<0,045%
20-C=0,15 ÷ 0,25%	Mn=0,35 ÷ 0,65%	Si=0,17 ÷ 0,37%	Cr~ 0,3%	Ni~0,3%	S<0,045%	P<0,045%
15X-C=0,1 ÷ 0,2%	Mn=0,3 ÷ 0,6%	Si=0,15 ÷ 0,30%	Cr~ 0,7 ÷ 1,0%	Ni≤0,3%	S<0,04%	P<0,04%
40X-C=0,35 ÷ 0,45%	Mn=0,5 ÷ 0,8%	Si=0,17 ÷ 0,37%	Cr~ 0,8 ÷ 1,0%	Ni≤0,3%	S<0,04%	P<0,04%
X12M-C=1,45 ÷ 1,70%		Si ≤ 0,4%	Cr~11,0 ÷ 12,5%	Ni≤0,35%	S<0,5 ÷ 0,8%	P<0,15 ÷ 0,30%



Karta technologicznego programu obróbki cieplnej

Lp	Kolejność przechodzenia części przez wydział		Szkic części, przygotowanie i sposób ich układania	Charakterystyka części
	Nazwa zasadniczych operacji	Dział		
1	Kucie w matrycach	K		Nr części 19 – 216 Nazwa części: koło zębate czwartego biegu Materiał – stal Rodzaj stali 12X2H4A) Ciężar części obrobionej 11,5 kg
2	Obróbka cieplna: normalizowanie, odpuszczanie w wysokich temperaturach, trawienie	T <sub>1</sub>		
3	Obróbka mechaniczna	M		
4	Obróbka cieplna: nawęglanie odpuszczanie w wysokich temperaturach hartowanie mycie odpuszczanie w niskich temperaturach piaskowanie	T <sub>2</sub>		
5	Obróbka mechaniczna	M		
6	Montaż	M <sub>0</sub>		
Warunki techniczne części				Kontrola techniczna (operacja 7-ma)
Twardość rdzenia HRC = 30 ± 35 „ powierzchniowa HRC ≥ 60 Głębokość warstwy nawęglanej zębów 1,3 ± 1,6 mm Dopuszczalna wchrowatość i eliptyczność – wchrowatość wleńca ≤ 0,4 mm				1. Oględziny zewnętrzne obejmują 100% sztuk 2. Próba twardości pilnikiem obejmuje 100% sztuk 3. Próba twardości na powierzchni zębów, jeden zab każdego koła w trzech miejscach obejmuje 100% sztuk, twardość HRC ≥ 60 4. Próba twardości rdzenia zęba w jednym miejscu obejmuje 100% sztuk – HB = 321 ± 429 5. Kontrola zwłochowania obwodu wleńca szczelnym miernikiem obejmuje – 100% i wynosi max. 0,4 mm 6. Kontrola niewspółśrodkowości wleńca i płaszy linią obejmuje – 100% sztuk i wynosi max. 0,15 mm. 7. Kontrola suwmiarką Ø 72 mm obejmuje – 100% sztuk 8. Kontrola podziałki zębów sprawdzianem szczękowym obejmuje 100% sztuk.

Nr operacji obróbki cieplnej	Nazwa operacji	Nazwa i charakterystyka techniczna urządzenia (powierzchnia F trzonu pieca)	Nazwa urządzeń pomocniczych	Ilość urządzeń pomocniczych szt.	Ładunek części			Porządek procesu						Wydajność urządzenia				
					do urządzeń pomocniczych szt.	na agregat szt.	t°C	nagrzewanie		wytężanie w temp		razem		Okresytmu pracy min	Środowisko chłodzące	Temperatura środowiska chłodzącego °C	ogólna P <sub>n</sub> kg/godz (szt/godz)	jednostkowa P <sub>f</sub> kg/m <sup>2</sup> /godz
								godz	min	godz	min	godz	min					
1	Nawęglanie: zabezpieczenie pakowanie grzanie wypakowanie	Pieco o ciągłym działaniu F = 10 × 1,2 m	Skrzynia Ø 300; h420mm	46	5	230	900 ± 10	–	–	–	–	18	–	47	W skrzyni	do 250	147/12,8	12,3
2	Odpuszczanie w wysokich temperaturach	Pieco o ciągłym działaniu F = 10,6 × 1,0 m	Podstawa	12	12	144	650 ± 10	–	–	–	–	4	–	20	Powietrze	–	414/36,0	39
3	Hartowanie	Pieco komorowe F = 1,7 m <sup>2</sup>	–	–	–	10	800 ± 10	–	–	–	–	40	–	–	Ocieł	do 60	173/15	100,2
4	Mycie	Maszyna do mycia	–	–	–	10	60–90	–	–	–	–	20	–	–	–	–	345/30,0	–
5	Odpuszczanie w niskich temperaturach	ΠН 32 – Д 2	Kosz	1	50	50	180	–	–	–	–	–	–	–	–	–	192/16,6	–
6	Płaskowanie	Płaskownica komorowa	–	–	–	5	–200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	345/30	–

1) Skład stali 12X2H4A: C < 0,17%; Mn = 0,3 ± 0,6%; Si = 0,17 ± 0,37%; Cr = 1,25 ± 1,75%; Ni = 3,22 ± 3,75%; S ≤ 0,03%; P ≤ 0,035%.



## Schemat kolejności przechodzenia części przez wydziały (dla zasadniczych przedmiotów produkcji)

Droga części <sup>1)</sup>	Czynniki określające wybór schematu	Przedmioty podlegające obróbce cieplnej (przykładowe)
$K-T_1-M-Mo$ lub $O-T_1-M-Mo$	Żądana twardość części $H_B \leq 270 + 300$ , co pozwala na przeprowadzenie dalszej mechanicznej obróbki wiotrowej Nie wymaga się powierzchniowego utwardzenia części	Kute w matrycach segmenty gasienic ciągników i czolgów, korbowody silników gaźnikowych samochodowych i ciągnikowych, załuszczenia resorów, mało obciążone koła zębate obrabiarek, osie wagonowe itp.
$K-T_1-Mo$ lub $O-T_1-Mo$	Brak obróbki mechanicznej pozwala na założenie dowolnej twardości części	Resory, sprężyny skręcane na gorąco, łane segmenty gasienic ciągników i czolgów i łane części wykonane ze stali „Hadfielda”
$K-T_1-M-T_2-M-Mo$	Żądana twardość $H_B$ części większa niż $270 + 300$	Wały korbowe i rozrządce silników, wysoko obciążone koła zębate wszystkich typów maszyn, wrzeczona obrabiarek.
$O-T_1-M-T_2-M-Mo$	Wymagania podane odnośnie do warstwy wierzchniej (nawęglanie, azotowanie i tp.) Wymagane założone właściwości mechaniczne	
$K-T_1-M-G-T_2-G-M-Mo$	Wymagane miejscowe zabezpieczenie za pomocą pokrycia galwanicznego przy obróbce cieplno-chemicznej (nawęglanie, azotowanie) Wymagane odłuszczenie powierzchni części i następnie pokrycie galwaniczne	Walek pompki wodnej silnika, wysoko obciążone koła zębate z otworami wielowpustowymi; tuleje cylindryczne silników (azotowanie)
$K-T_1-M-T_2-M-T_2-M-Mo$	Zdjęcie nadmiaru obróbką mechaniczną po nawęglaniu, przed hartowaniem, przy braku miejsc zabezpieczonych, nie podlegających nawęglaniu, na przykład rozwiercanie otworów, struganie rowków wpustowych	Sworznie tłokowe silnika, koła zębate z otworami wielowpustowymi itp.
$T_1-M-T_2-M-Mo$	Przesłanie na fabrykę produkcyjną półfabrykatów cieplnie nieobrobionych (odkówek lub walcówki)	Tuleje cylindryczne z półfabrykatu rurowego; części znormalizowane z materiału prętowego
$M-T_2-M-T_2-M-Mo$	Analogicznie do schematu $K-T_1-M-T_2-M-T_2-M-Mo$	
$M-T_2-M-Mo$	Produkcja części ze stali prętowej	Śruby, wpusty, wały i wałki, sworznie tłokowe
$M-T_2-Mo$	Brak żądań odnośnie jakości powierzchni	Sworznie czolgów i ciągników, śruby, nakrętki, wałki, tulejki
$P-T_2-P-Mo$	Głębokie ciągi — wycińnię części z blachy	Obudowa filtra olejowego silnika, reflektory samochodowe i łane, gilzy pocisków
$P-T_2-Mo$	Wymagana twardość $H_B \geq 256$	

1) Oznaczenie warsztatów:  $K$  kuźnia,  $T_1$  i  $T_2$  — pierwszy i drugi wydział obróbki cieplnej,  $M$  — wydział mechaniczny,  $Mo$  — montaż,  $O$  — odlewnia  $G$  — wydział galwanicznego pokrywania,  $P$  — wydział obróbki plastycznej na zimno.

części do pieców komorowych przy pracy partiami, chłodzenie, załadowanie i wyładowanie pieców z wysuwaniem trzonem) określa się w zależności od ilości przebrojen lub ilości cykli na dobę (tabl. 6).

Na podstawie powyższych danych określa się obliczeniową ilość  $n_o$  jednostek urządzeń. Zakłada się, że rzeczywista ilość urządzeń  $n_f$  musi być większa; stosunek obliczeniowej ilości urządzeń do rzeczywistej nazywa się współczynnikiem wykorzystania wyposażenia

$$k = \frac{n_o}{n_f}$$

Współczynnik wykorzystania  $k$  powinien być nie mniejszy od  $0,8 + 0,9$ . Dla specjalnego urządzenia można przyjąć mniejsze  $k$ .

Całkowitą wydajność wyposażenia  $P_c$  wyraża się w kg/godz lub szt/godz. Poza tym dla pieców wprowadza

się wskaźniki: wydajność jednostkową w odniesieniu do  $1 \text{ m}^2$  roboczej powierzchni trzonu pieca ( $P_f$ , kg/m<sup>2</sup> godz.) lub  $1 \text{ m}^3$  roboczej pojemności pieca ( $P_v$ , kg/m<sup>3</sup> godz.).

Dla pieców komorowych, pieców ciągłego działania, pieców z wysuwaniem spodem, pieców-wanien, pieców tyglowych, a także dla zbiorników chłodzących, urządzeń do wytrawiania, zbiorników do mycia itp.

$$P_c = \frac{m(gn + g_1)}{\tau} = \frac{60(gn + g_1)}{z} \text{ kg/godz (brutto)}$$

$$P_n = \frac{mgn}{\tau} = \frac{60gn}{z} \text{ kg/godz (netto)}$$

$$P_f = \frac{P_c}{F} \text{ kg/m}^2 \text{ godz}, \quad P_v = \frac{P_c}{V} \text{ kg/m}^3 \text{ godz}$$

gdzie:

$m$  — ilość skrzynek mieszczących się w roboczej pojemności pieca,

$R$  — ilość rzędów skrzynek na szerokość trzona,

$n$  — ilość części mieszczących się w skrzynce,

$g$  — ciężar części w kg,

$g_1$  — ciężar skrzynki w kG,

$\tau$  — całkowity czas trwania zabiegu obróbki cieplnej w godzinach,

$z$  — okres rytmu pracy pieca (przy piecach przechodnich okresowych)

$z = \frac{R \cdot 60 \tau}{m} \text{ min}; F$  — robocza powierzchnia trzonu pieca m<sup>2</sup>,

$V$  — robocza objętość pieca m<sup>3</sup>.

Tablica 6  
Współczynnik czasu trwania czynności pomocniczych przy obróbce cieplnej

Nazwa operacji	Czas trwania procesu w godzinach	Współczynnik $\tau_p$ czasu trwania czynności pomocniczych w zależności od ilości załadowań i cykli ( $n_c$ ) na dobę				
		$n_c = 1$	$n_c = 2$	$n_c = 3$	$n_c = 4$	$n_c = 5$
Grzanie w piecach o działaniu ciągłym, piecach komorowych i piecach-waninach, przy użyciu przenośników	12	0,15				
	8	0,33	0,66			
	4	0,16	0,32	0,48	0,64	
	2	0,08	0,16	0,24	0,32	0,40
	1	0,04	0,08	0,12	0,16	0,20
Grzanie w piecach z wysuwaniem spodem	12	0,25	0,33			
	8	0,16	0,24			
Grzanie w piecach komorowych przy pracy partiami	6	0,12		0,36		
						0,1 ÷ 0,2



Tablica D

## Obliczenie wyposażenia wydziału obróbki cieplnej

Nr części	Nazwa części	Program wydziału $P_p$ T/mie- siąc	Operacje i typ wyposażenia									
			nawęglanie				hartowanie		czyszczenie ze zgorzeli			
			piec płonowy typu „Heavy Duty”		piec ciągłego działania $F=0,75 \times 6,0$ m		piec typu ПНТ-3		piaskownica komorowa		wanna elektro- lityczna	
			wydajność $P_n$ kg/godz	obciążenie pieca $\frac{P_o}{P_n}$ godz	$P_n$	$\frac{P_o}{P_n}$	$P_n$	$\frac{P_o}{P_n}$	$P_n$	$\frac{P_o}{P_n}$	$P_n$	$\frac{P_o}{P_n}$
10-208	Walek rozrządczy	37,60	40	940	—	—	—	—	80	470	—	—
10-107	Koła zębate trzeciego biegu	7,49	—	—	180	415	300	25	—	—	250	30
10-115	Wał	24,82	—	—	—	—	320	78	80	310	—	—
Razem			—	1420	—	730	—	2300	—	1320	—	290
Ilość godzin (fundusz czasu) $T$ godz/mies			660,0		645,0		660,0		585,0		585,0	
Współczynnik czasu trwania czynności pomocniczych $\tau_p$			0,1		0,33		0,24		0,1		0,12	
Obliczeniowa ilość urządzeń: $n_o = \Sigma \frac{P_o}{P_n} : T (1 - \tau_p)$			2,4		1,7		3,8		2,5		0,56	
Przyjęta ilość urządzeń $n_f$			3,0		2,0		4,0		3,0		1,0	
Współczynnik wykorzystania urządzenia $k = \frac{n_o}{n_f} 100\%$			80,0		85,0		95,0		83,0		56,0	

Tablica 7

Jednostkowa wydajność pieców (netto kg/m<sup>2</sup> godz) przy różnych operacjach obróbki cieplnej

Typ pieca	Operacja						
	wyżarzanie	normalizo- nie	hartowanie	odpuszczanie w niskich i wy- sokich temper- aturach	nawęglanie		gazowe cyjanowa- nie
					gazowe	w stałym środku nawęglają- cym	
Komorowy poziomy	40÷60	120÷160	120÷160	100÷140	—	8÷12	—
Komorowy z wysuwaniem trzonem	35÷50	60÷80	60÷80	60÷80	—	8÷12	—
Przemychowy ciągłego działania	50÷70	150÷200	150÷200	140÷180	40÷50	15÷18	80÷100
Z przenośnikiem	—	180÷220	180÷220	150÷200	—	—	—
Karuzelowy (z trzonem obrotowym)	—	180÷200	180÷200	150÷180	—	15÷18	—
Z rolkami obracającymi się	40-100 (żeliwo ciągłwe)	180÷220	180÷220	150÷200	—	—	—

Przy zastosowaniu przenośników w piecach, maszynach do mycia, wytrawiania itp.

$$P_n = 60 q w = \frac{qL}{\tau} \text{ kg/godz}$$

$$P_f = \frac{P_n}{F_h} \text{ kg/m}^2 \cdot \text{godz}$$

gdzie:

$q$  — ładowność części na 1 m przenośnika kg/m,

$w$  — szybkość przenośnika m/min,

$L$  — długość przenośnika m,

$F_h$  — robocza powierzchnia przenośnika m<sup>2</sup>.

Dla pieców tunelowych (obróbka cieplna drutów i taśm)

$$P_n = 60 n \cdot g_2 \cdot w = \frac{g n_2 L}{\tau} \text{ kg/godz}$$

gdzie:

$n$  — ilość jednocześnie przeciąganych drutów (taśm),

$g_2$  — ciężar 1 m drutu (taśmy) kG.

Dane o jednostkowej wydajności pieców podane są w tablicy.

Wydajność pras do prostowania przyrządów do badania twardości określa się według norm technicznych.

Piecy do obróbki cieplnej klasyfikuje się według trzech wzajemnie zalegających się cech:

- zastosowanie do poszczególnych technologicznych procesów obróbki cieplnej,
- rodzaj paliwa, energii,
- właściwości konstrukcyjne (mechanizacja i warunki załadowania części oraz ich transport w roboczej objętości pieca).



## Zasady wyboru pieców dla różnych

O p e r a c j a	Zalecana konstrukcja pieca, rodzaj źródła energii
<p style="text-align: center;"><b>Wyżarzanie</b></p> <p>Wyżarzanie drobnych części, kształtowych odlewów stalowych, narzędzi, matryc</p> <p>Wyżarzanie drutów, rur, przewodów, wałów korbowych, wałów turbin itp.</p> <p>Wyżarzanie dużych części o złożonej budowie, a głównie kształtowych odlewów stalowych, matryc</p> <p>Wyżarzanie drobnych części, odlewów żeliwnych, stalowych i z metali kolorowych</p>	<p>Proste niezmechanizowane piece komorowe o powierzchni trzonu od <math>0,6 \times 0,8 \sim 0,5 \text{ m}^2</math> do <math>2 \times 3 \sim 6,0 \text{ m}^2</math> przy stosunku długości do szerokości 1,3 : 1,5. Wszystkie rodzaje paliwa</p> <p>Piece pionowe o średnicy roboczej 300 : 1400 mm, wysokości 500 : 3000 mm, a także piece o specjalnym przeznaczeniu. Wszystkie rodzaje paliwa.</p> <p>Piece z wysuwającym trzonem o powierzchni od <math>1,5 \times 3,0</math> do <math>3,0 \times 6,0</math> i większe przy stosunku długości do szerokości <math>1,8 \div 2,0</math> (do 3,0). Wszystkie rodzaje źródła energii.</p> <p>Przy krótkim czasie trwania procesu 4 ÷ 6 godz i małych wymiarach części, piece o działaniu ciągłym, przepychowe. Wszystkie rodzaje paliwa</p> <p>Piece specjalne z regulacją szybkości chłodzenia. Paliwo — gaz i ropa</p> <p>Piece tunelowe typu Dresslera. Paliwo — gaz i ropa</p> <p>Piece elektryczne typu elewatorowego</p>
<p style="text-align: center;"><b>Wyżarzanie w atmosferze ochronnej</b></p> <p>Wyżarzanie drutów i specjalnych odlewów</p> <p>Wyżarzanie taśmy walcowej na zimno, blach, prętów itp.</p> <p>Wyżarzanie żeliwa ciągłego</p>	<p>Piece pionowe (elektryczne, gazowe i ropne) z mufkami hermetycznymi typu Grönnwald lub Pfüffert</p> <p>Piece typu dzwonowego, mufkowe, cylindryczne ПHK — 900 lub ПCK — 320 lub prostokątne. Grzanie elektryczne lub gazowe rurami promieniującymi</p> <p>Piece ciągłego działania przepychowe lub z rolkami obracającymi się. Grzanie elektryczne lub gazowe rurami promieniującymi</p>
<p style="text-align: center;"><b>Normalizowanie</b></p> <p>Normalizowanie części różnych kształtów i ciężarów</p> <p>Normalizowanie stosunkowo drobnych części (ciężar do 15 kg) w wydziałach potokowo-masowej produkcji</p> <p>Normalizowanie blach i części obrabianych plastycznie na zimno</p>	<p>Proste, niezmechanizowane piece pionowe, komorowe i z wysuwającym trzonem, jak piece do wyżarzania. Wszystkie rodzaje źródła energii</p> <p>Piece ciągłego działania — przepychowe jednorzędowe lub dwurzędowe o powierzchni spodu od <math>0,6 \times 3,0 \text{ m}</math> (dla drobnych części), <math>0,8 \times 4,5 \text{ m}</math> do <math>1,8 \times 8,0 \text{ m}</math>. Piece karuzelowe z trzonem obrotowym. Wszystkie rodzaje źródła energii</p> <p>Piece ciągłego działania z rolkami obracającymi się. Wszystkie rodzaje paliwa</p>
<p style="text-align: center;"><b>Normalizowanie w atmosferze ochronnej</b></p> <p>Normalizowanie w atmosferze ochronnej części obrabianych plastycznie na zimno</p>	<p>Piece ciągłego działania (elektryczne lub gazowe z rurami radiacyjnymi) przepychowe, z rolkami obracającymi się itp.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Nawęglanie w stałych środkach</b></p> <p>Nawęglanie części przy produkcji seryjnej lub jednostkowej</p> <p>Nawęglanie części specjalnych</p> <p>Nawęglanie części przy produkcji seryjnej i masowej</p> <p>Nawęglanie drobnych części o nieskomplikowanej budowie, krążki, przewody, śruby, sworznie itp.</p>	<p>Proste, niezmechanizowane, piece komorowe, jak piece do wyżarzania. Wszystkie rodzaje źródła energii</p> <p>Piece z wysuwającym spodem, jak piece do wyżarzania. Paliwo — gaz i ropa</p> <p>Piece ciągłego działania - przepychowe, jednorzędowe, dwurzędowe i trzyczędowe, powierzchnia spodu od <math>0,8 \times 5,0 \text{ m}</math> do <math>1,8 \div 2,2 \times 10 \div 25 \text{ m}</math>. Paliwo — gaz i ropa. Stosuje się też grzanie elektryczne (rzadko)</p> <p>Piece karuzelowe z trzonem obrotowym (rzadko) Paliwo — gaz i ropa. Stosuje się też grzanie elektryczne (rzadko)</p> <p>Piece z retortą obrotową: <math>\varnothing 0,3 \div 0,5 \text{ m}</math>, długość <math>1,2 \div 2,0 \text{ m}</math>. Paliwo — gaz i ropa. Stosuje się też i grzanie elektryczne (rzadko)</p>
<p style="text-align: center;"><b>Nawęglanie gazowe</b></p> <p>Nawęglanie drobnych części przy produkcji seryjnej i jednostkowej i nawęglanie narzędzi pomiarowych</p> <p>Nawęglanie kół zębatych, wałków rozrządowych itp.</p> <p>Nawęglanie drobnych części</p> <p>Nawęglanie drobnych części przy produkcji seryjnej i masowej</p>	<p>Piece elektryczne pionowe, mufkowe typu „Homocarb”, mocy 12 ÷ 25 kW</p> <p>Piece elektryczne pionowe, mufkowe typu „Heavy-Duty”</p> <p>Piece (ropne, gazowe i elektryczne) z obrotową retortą, poziome <math>\varnothing 0,3 \div 0,5 \text{ m}</math>, długość <math>1,2 \div 2,0 \text{ m}</math></p> <p>Piece (ropne, gazowe i elektryczne) ciągłego działania, mufkowe, przekrój mufki <math>760 \times 460 \text{ mm}</math>, długość <math>5 \div 9 \text{ m}</math></p>



Tablica 8

## operacji obróbki cieplnej

Warunki procesu technologicznego	Warunki eksploatacji urządzenia																																			
<p>Temperatura procesu 650 ÷ 900°C dla stali specjalnych — do 1100°C. Regulacja temperatury w granicach <math>\pm 15 \div 20^\circ\text{C}</math>; całkowita długość trwania procesu <math>\tau_n + \tau_p = 3</math> godz Założona prędkość chłodzenia w <math>^\circ\text{C}/\text{godz}</math>. Przy wyżarzaniu izotermicznym stopniowy sposób pracy</p>	<p>Przy czasie trwania operacji 3 ÷ 6 godz jednostkowa wydajność pieca 60 ÷ 100 <math>\text{kg}/\text{m}^2</math> godz, przy czasie 5 ÷ 10 godz i dłuższym — 40 ÷ 70 <math>\text{kg}/\text{m}^2</math> godz</p> <p>Dopuszczalne obciążenie powierzchni trzonu pieca komorowego poziomego 300 ÷ 500 <math>\text{kg}/\text{m}^2</math>,</p> <p>pieca z wysuwaniem spodem 800 ÷ 2000 <math>\text{kg}/\text{godz}</math> pieców elewatorowych 3,5 ÷ 5,0 <math>\text{t}/\text{m}^2</math></p>																																			
<p>Jak wyżej, poza tym hermetycznie zamknięta komora pieca lub zastosowanie atmosfery ochronnej</p>	<p>W piecach pionowych wykorzystanie roboczej pojemności 30 ÷ 50% Sprawność pieców gazowych i ropnych 15 ÷ 22% Sprawność pieców elektrycznych 60 ÷ 70%</p> <p>Załadowanie pieców 30 ÷ 70% roboczej pojemności przy stosunku <math>P_c : P_n = 1,1 \div 1,5</math></p> <p>Pojemność mufl przy piecach cylindrycznych 3 ÷ 10 t przy piecach prostokątnych 10 ÷ 60 t</p>																																			
<p>Temperatura procesu 850 ÷ 950°C Regulacja temperatury w granicach <math>\pm 10 \div 15^\circ\text{C}</math> Czas trwania procesu <math>\leq 3</math> godz</p> <p>Czas wytrzymania w temperaturze równy 1/4 ÷ 1/5 czasu nagrzewania</p>	<p>Jednostkowa wydajność 40 ÷ 100 <math>\text{kg}/\text{m}^2</math> godz Sprawność 15 ÷ 25% (65 ÷ 75% przy piecach elektrycznych). Jednostkowa wydajność (brutto) pieców: komorowych 120 ÷ 160 <math>\text{kg}/\text{m}^2</math> godz z wysuwaniem trzonem 60 ÷ 80 <math>\text{kg}/\text{m}^2</math> godz</p> <p>Jednostkowa wydajność pieców ciągłego działania: przepychowych 150 ÷ 200 <math>\text{kg}/\text{m}^2</math> godz, z przenośnikami 180 ÷ 220 <math>\text{kg}/\text{m}^2</math> godz, karuzelowych 180 ÷ 200 <math>\text{kg}/\text{m}^2</math> godz</p> <p>Dopuszczalne obciążenie trzonu pieców komorowych i karuzelowych 250 ÷ 300 <math>\text{kg}/\text{m}^2</math> na taśmie przenośnika 250 ÷ 300 <math>\text{kg}/\text{m}^2</math>, na podstawkę 300 ÷ 500 <math>\text{kg}/\text{m}^2</math> przy stosunku <math>P_c:P_n = 1,25 \div 1,50</math></p>																																			
<p>Jak wyżej, poza tym zastosowanie atmosfery kontrolnej</p>	<p>Sprawność pieców ropnych i gazowych 20 ÷ 28%, elektrycznych 65 ÷ 80%</p>																																			
<p>Temperatura procesu 900 ÷ 940°C, regulacja w granicach <math>\pm 10 \div 15^\circ\text{C}</math> Orientacyjny czas trwania procesu (w godz) w zależności od grubości warstwy nawęglonej <math>\delta</math> mm</p> <table border="1" data-bbox="107 1432 654 1747"> <thead> <tr> <th rowspan="2"><math>\delta</math> mm</th> <th colspan="2">Nawęglanie</th> </tr> <tr> <th>w stałych środkach godz</th> <th>gazowe godz</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0,4 ÷ 0,7</td><td>6 ÷ 8</td><td>4 ÷ 6</td></tr> <tr><td>0,6 ÷ 0,9</td><td>8 ÷ 10</td><td>5 ÷ 7</td></tr> <tr><td>0,8 ÷ 1,2</td><td>10 ÷ 12</td><td>6 ÷ 8</td></tr> <tr><td>1,0 ÷ 1,4</td><td>13 ÷ 15</td><td>8 ÷ 10</td></tr> <tr><td>1,2 ÷ 1,6</td><td>16 ÷ 18</td><td>9 ÷ 12</td></tr> <tr><td>1,4 ÷ 1,8</td><td>18 ÷ 20</td><td>12 ÷ 14</td></tr> <tr><td>1,5 ÷ 1,9</td><td>19 ÷ 21</td><td>14 ÷ 16</td></tr> <tr><td>1,6 ÷ 2,0</td><td>20 ÷ 22</td><td>15 ÷ 17</td></tr> <tr><td>1,8 ÷ 2,2</td><td>22 ÷ 24</td><td>16 ÷ 18</td></tr> <tr><td>2,0 ÷ 2,4</td><td>23 ÷ 25</td><td>17 ÷ 19</td></tr> </tbody> </table>	$\delta$ mm	Nawęglanie		w stałych środkach godz	gazowe godz	0,4 ÷ 0,7	6 ÷ 8	4 ÷ 6	0,6 ÷ 0,9	8 ÷ 10	5 ÷ 7	0,8 ÷ 1,2	10 ÷ 12	6 ÷ 8	1,0 ÷ 1,4	13 ÷ 15	8 ÷ 10	1,2 ÷ 1,6	16 ÷ 18	9 ÷ 12	1,4 ÷ 1,8	18 ÷ 20	12 ÷ 14	1,5 ÷ 1,9	19 ÷ 21	14 ÷ 16	1,6 ÷ 2,0	20 ÷ 22	15 ÷ 17	1,8 ÷ 2,2	22 ÷ 24	16 ÷ 18	2,0 ÷ 2,4	23 ÷ 25	17 ÷ 19	<p>Jednostkowa wydajność (netto) pieców 6 ÷ 12 <math>\text{kg}/\text{m}^2</math> godz przy grubości warstwy nawęglonej 1,2 ÷ 1,8 mm dla części pojedynczych 18 ÷ 20 <math>\text{kg}/\text{m}^2</math> godz Stosunek <math>P_c:P_n = 1,5 \div 2,5</math>. Rozchód paliw (ropa) 0,12 ÷ 0,15 <math>\text{kg}/\text{kg}</math> Zużycie energii elektrycznej 0,45 ÷ 0,60 <math>\text{kWh}/\text{kg}</math> Sprawność pieców ropnych i gazowych 18 ÷ 25% Sprawność pieców elektrycznych 50 ÷ 75%</p> <p>Załadowanie pieca retortowego — 20 ÷ 30% roboczej pojemności, środka nawęglającego 50 ÷ 75% pojemności, wydajność 23–40 <math>\text{kg}/\text{godz}</math></p>
$\delta$ mm		Nawęglanie																																		
	w stałych środkach godz	gazowe godz																																		
0,4 ÷ 0,7	6 ÷ 8	4 ÷ 6																																		
0,6 ÷ 0,9	8 ÷ 10	5 ÷ 7																																		
0,8 ÷ 1,2	10 ÷ 12	6 ÷ 8																																		
1,0 ÷ 1,4	13 ÷ 15	8 ÷ 10																																		
1,2 ÷ 1,6	16 ÷ 18	9 ÷ 12																																		
1,4 ÷ 1,8	18 ÷ 20	12 ÷ 14																																		
1,5 ÷ 1,9	19 ÷ 21	14 ÷ 16																																		
1,6 ÷ 2,0	20 ÷ 22	15 ÷ 17																																		
1,8 ÷ 2,2	22 ÷ 24	16 ÷ 18																																		
2,0 ÷ 2,4	23 ÷ 25	17 ÷ 19																																		
<p>Jak wyżej, poza tym użycie środka nawęglającego gazowego, zamiast stałego Jak wyżej Jak wyżej Jak wyżej</p>	<p>Załadowanie części 50 ÷ 60% pojemności Sprawność 60 ÷ 70% Załadowanie części do retorty 60 ÷ 70% pojemności. Sprawność 65 ÷ 75%. Jednostkowe zużycie energii elektrycznej 0,20 ÷ 0,30 <math>\text{kWh}/\text{kg}</math> Załadowanie retorty 2000 ÷ 2500 <math>\text{kg}/\text{m}^2</math>. Wydajność jednostkowa 40 ÷ 65 <math>\text{kg}/\text{m}^2</math> godz Dopuszczalne obciążenie trzonu 250 ÷ 300 <math>\text{kg}/\text{m}^2</math>. Jednostkowe zużycie paliwa (ropy) 0,10 ÷ 0,12 <math>\text{kg}/\text{kg}</math>. Sprawność pieców gazowych i ropnych 18 ÷ 25%, elektrycznych 65 ÷ 70%</p>																																			



O p e r a c j a	Zalecana konstrukcja pieca, rodzaj źródła energii
<p style="text-align: center;"><b>Cyjanowanie kąpielowe</b></p> <p>Cyjanowanie narzędzi (wierła, frezy, noże itp.)</p> <p>Cyjanowanie części ze stali konstrukcyjnej przy masowej produkcji</p>	<p>Piece - wanny (ropne, gazowe i elektryczne), prostej konstrukcji, niezmechanizowane, wymiary tygla <math>\varnothing 250 \div 700</math>; <math>h = 300 \div 800</math> mm Piec elektrodowe typu „Ajax“</p> <p>Piece - wanny zmechanizowane z obracającym się wałem ślimakowym, z podwieszonym przenośnikiem; dźwigniowe Paliwo — gaz, ropa (rzadko)</p>
<p style="text-align: center;"><b>Cyjanowanie gazowe</b></p> <p>Gazowe cyjanowanie narzędzi ze stali szybko tnącej gatunków PФ1, ЭИ — 184, ЭИ — 290 ЭИ-262 i inne.</p> <p>Gazowe cyjanowanie kół zębatach, wałów i innych części</p>	<p>Piece elektryczne, komorowe, niezmechanizowane, poziome i pionowe</p> <p>Piece elektryczne lub gazowe, komorowe, niezmechanizowane, poziome i pionowe. Piece mufłowe ciągłego działania</p>
<p style="text-align: center;"><b>Azotowanie</b></p> <p>Azotowanie tulei cylindrycznych, wałów korbowych silników, łożysk, przegubów, kulaków, krzywek, kół zębatach, ślimacznicy, obrotowych, narzędzi pomiarowych, matryc, kół wodnych itp.</p>	<p>Piece elektryczne niezmechanizowane pionowe, komorowe i z przenośną komorą grzejącą i dwoma niezależnymi spodami: komorowe — wymiary mufli od <math>0,34 \times 0,24 \times 0,18</math> m do <math>1,6 \times 1,2 \times 0,5</math> m; pionowe — <math>\varnothing 0,35 \div 0,60</math> m i głęb. <math>0,4 \div 1,1</math> m, z przysuwaną komorą grzejącą — do <math>2,5 \times 1,2 \times 0,8</math> m</p>
<p style="text-align: center;"><b>Hartowanie</b></p> <p>Hartowanie różnych części maszyn, narzędzi, przyrządów, matryc itp.</p>	<p>Piece wszystkich typów w zależności od wymiarów obrabianych cieplnie przedmiotów, programu wydziału, serijności produkcji, temperatur procesów. Dla pieców zmechanizowanych ciągłego działania (przepychowych, przenośnikowych) stosuje się zmechanizowane zbiorniki chłodzące (przenośnikowe, elewatorowe i inne), zmontowane wraz z piecem jako jeden agregat. Wszystkie rodzaje źródeł energii.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Hartowanie w atmosferze ochronnej</b></p> <p>Części jak wyżej</p>	<p>Jak wyżej piece elektryczne lub gazowe z przewodami promieniującymi lub mufłami</p>
<p style="text-align: center;"><b>Odpuszczanie</b></p> <p>Odpuszczanie różnych rodzajów części maszyn i narzędzi po hartowaniu</p>	<p>Piece elektryczne niezmechanizowane — komorowe poziome, podobne do pieców do normalizowania i hartowania. Piec (elektryczny z cyrkulacją powietrza) zmechanizowany ciągłego działania — przenośnikowy, przepychowy z rolkami obracającymi się, przechodnie z podwieszonym przenośnikiem typu Young Brothers, pionowe z przenośnikiem. Piec pionowy typu ПН — 32, ПЛ, Lindberg Homo. Piec - wanny (gazowe, cyrkulacyjne, rzadziej, ropne) — oliwowe, solne, olejowe typu BC-21; BC-22; MB</p>
<p>Obróbka cieplna w temperaturach poniżej 0°C</p>	<p>Chłodnie i komory chłodzące</p>

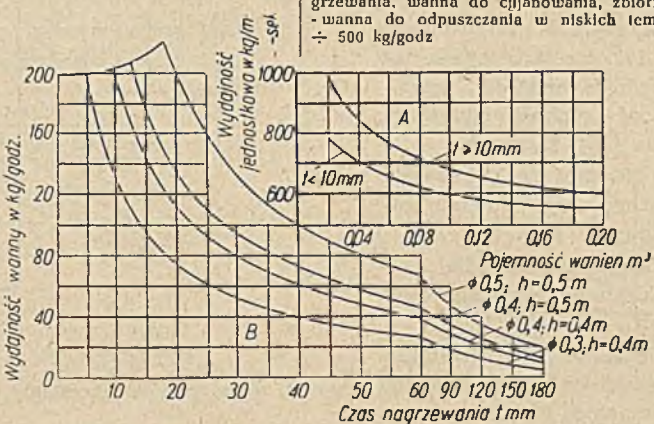
Skład stali: PФ — 1: C = 0,7 ÷ 0,8%; Mn > 0,4%; Si ≤ 0,4%; Cr = 3,8 ÷ 4,6%; V = 1,0 ÷ 1,4; W = 17,5 ÷ 19%

ЭИ — 184: C = 0,8 ÷ 1,0%; Mn > 0,4%; Si ≤ 0,5%; Cr = 7,0 ÷ 9%; V = 1,0 ÷ 1,5%; W = 3,5 ÷ 4,8%

ЭИ — 290: C = 0,85 ÷ 1,0%; Mn > 0,4%; Si ≤ 0,4%; Cr = 3,6 ÷ 4,3%; Mo 2,6 ÷ 3,3%; V = 1,2 ÷ 2,0%; W = 2,6 ÷ 3,3%.



Tablica 8 (c. d.)

Warunki procesu technologicznego	Warunki eksploatacji urządzenia
<p>Temperatura procesu dla narzędzi ze stali szybko tnącej <math>530 \div 560^{\circ}\text{C}</math>, dla stali konstrukcyjnych <math>780 \div 850^{\circ}\text{C}</math>. Czas trwania całego procesu <math>5 \div 60</math> min</p>	<p>Wydajność wanień według krzywych wykresu 1. Wydajność jednostkowa wanień ołowianych (przy ich stosowaniu dla grzania do hartowania) według obliczenia krzywej A wynosi <math>15 \div 20\%</math> więcej niż przy kąpiel solnej. Sprawność wanień gazowych i ropnych <math>7 \div 12\%</math>, elektrycznych <math>50 \div 65\%</math>, elektrodowych <math>60 \div 70\%</math>. Wydajność pieców - wanień „Ajax” — <math>60 \div 180</math> kg/godz</p> <p>Zmechanizowane piece - wanny, agregaty o następującym układzie: wanna do podgrzewania, wanna do cyjanowania, zbiornik chłodzący, maszyna do mycia, piec - wanna do odpuszczania w niskich temperaturach. Wydajność agregatu <math>250 \div 500</math> kg/godz</p> 
<p>Grzanie części w temperaturze <math>530 \div 560^{\circ}\text{C}</math> w atmosferze: gaz nawęglający <math>+ 20 \div 40\%</math> amoniaku lub <math>70 \div 80\%</math> gaz generatorowy <math>+ 20 \div 30\%</math> amoniaku. Wytrzymałanie <math>30 \div 60</math> min</p> <p>Cyjanowanie gazowe w wysokich temperaturach w środowisku: gaz nawęglający <math>70 \div 80\%</math> <math>+ 30 \div 20\%</math> amoniaku w temperaturze <math>780 \div 850^{\circ}\text{C}</math>. Wytrzymałanie 1 godz</p>	<p>Przykład: dla pieców pionowych mocy 20 kW z koszem <math>\varnothing 500</math> mm, wysokość 100 mm, maksymalne załadowanie 350 kg</p> <p>Układanie części na podstawki <math>250 \div 300</math> kg/m<sup>2</sup>. Wydajność jednostkowa <math>100 \div 120</math> godz. Sprawność pieców gazowych <math>20 \div 25\%</math>, pieców elektrycznych <math>65 \div 75\%</math></p>
<p>Temperatura procesu <math>500 \div 600^{\circ}\text{C}</math> (i do <math>650^{\circ}\text{C}</math>) przy zwykłym i stopniowym zabiegu; zakres regulacji temperatur <math>\pm 10^{\circ}\text{C}</math>. Całkowity czas trwania procesu do 80 godz</p>	<p>Załadowanie części <math>1500 \div 2000</math> kg na 1 m<sup>3</sup> pojemności mufl</p>
<p>Temperatura procesu wyższa o <math>30 \div 50^{\circ}\text{C}</math> od <math>A_c_3</math> (dla stali szybko tnącej do <math>1320^{\circ}\text{C}</math>, dla stali Hadfielda <math>1050 \div 1100^{\circ}\text{C}</math>). Czas trwania podgrzewania od 15 min do 2 godz i dłużej w zależności od wymiarów części i wielkości wsadu. Czas wytrzymałania w temperaturze wynosi <math>1/4 \div 1/5</math> czasu podgrzewania</p>	<p>Jak dla pieców do normelizowania</p>
<p>Jak wyżej, poza tym zastosowanie atmosfery ochronnej</p>	<p>Jak wyżej</p>
<p>Temperatura procesu: odpuszczanie w niskich temperaturach <math>150 \div 240^{\circ}\text{C}</math>, odpuszczanie w wysokich temperaturach <math>400 \div 600^{\circ}\text{C}</math>; czas nagrzewania — do zrównania temperatury wsadu z temperaturą pieca; wytrzymałanie w temperaturze <math>1 \div 3</math> godz i dłużej dla części większych wymiarów</p>	<p>Jednostkowa wydajność o <math>15 \div 25\%</math> niższa niż pieców do hartowania tego samego typu</p>
<p>Temperatura od <math>60^{\circ}</math> do <math>80^{\circ}\text{C}</math></p>	<p>Wydajność procesu — w zależności od załadowania komory. Czas trwania procesu dla narzędzi <math>10 \div 80</math> min, dla części maszyn — do 2 godz.</p>



Dane potrzebne do wyrobu pieców dla różnych procesów technologicznych obróbki cieplnej uwzględnia tabela 8. [1, 2]

Wentylatory i sprężarki. Typ wentylatora do zasilania pieców powietrzem określa się w zależności od założonego systemu spalania. Rozróżnia się następujące wentylatory wirnikowe: niskiego ciśnienia — 100 ÷ 300 mm H<sub>2</sub>O, wysokiego ciśnienia — 700 ÷ 1200 mm H<sub>2</sub>O, turbodmuchawy do 5000 mm H<sub>2</sub>O i sprężarki do 5 at n.

Należy wybrać taki wentylator, aby ciśnienie powietrza przy wyjściu z niego było 50 ÷ 100 mm H<sub>2</sub>O wyższe niż przy dyszach lub palnikach. Średnicę przewodu powietrza przyjmuje się w zależności od szybkości przepływu powietrza, która wynosić powinna 12 ÷ 15 m/sek.

Przy ciśnieniu powietrza do 700 mm H<sub>2</sub>O przewody powietrzne wykonuje się z blachy, przy ciśnieniu powyżej 700 mm H<sub>2</sub>O z rur ciągnionych.

Wentylatory rozmieszcza się indywidualnie (dla każdego pieca) lub grupowo (dla kilku pieców). Powietrze rozprawdza się w zwykły sposób.

Wybór wentylatorów i określenie ich ilości (instaluje się najmniej dwa ze współczynnikiem wykorzystania 60 ÷ 70%) uzależnione jest od średniego godzinnego rozchodu paliwa, przy czym współczynnik jednoczesności pracy pieców przyjmuje się 1,0.

Urządzenie do chłodzenia. Chłodzenie części odbywa się w zbiornikach chłodzących, przyrządach, specjalnych maszynach i prasach. Charakterystyka różnych rodzajów zbiorników, maszyn i urządzeń podana jest w tabeli 9 [1].

Przy obliczaniu zbiorników przyrost temperatury cieczy chłodzącej  $t'_x - t''_x$  przyjmuje się: dla oleju 10<sup>o</sup> C, dla wody 5<sup>o</sup> C, a dla roztworów soli i innych cieczy 8<sup>o</sup> C.

Przy obliczaniu przewodów szybkość przepływu cieczy pod ciśnieniem przyjmuje się w granicach 1,0 ÷ 1,5 m/sek, a szybkość przy splywie swobodnym — 0,5 ÷ 1,0 m/sek.

Ciecz chłodząca oziębia się za pomocą:

a. wody przepływającej przez węzownice umieszczone w zbiornikach lub płynącej między podwójnymi ściankami zbiorników (ostatnie stosuje się przy obróbce cieplnej żelaznych części lub przy małym obciążeniu pieców);

b. specjalnych urządzeń chłodzących.

Do układu centralnego zasilania zbiorników cieczy chłodzącej i jego oziębiania wchodzi: zbiorniki o pojemności 1,25 ÷ 1,40 całej ilości cieczy chłodzącej będącej w obiegu, filtry (nie mniej niż dwa, włączane równolegle), pompy o ciśnieniu 2,5 ÷ 4,0 at n, chłodnie (włączane równolegle) i zbiorniki chłodzące.

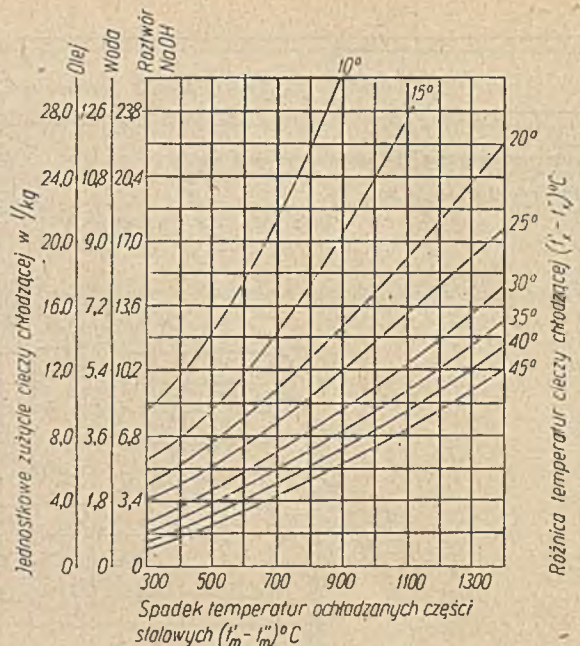
Stosowane są różnych systemów centralne chłodnice cylindryczne z zawalcowanymi w dna rurami (typu Körtinga), rury wmontowane we wnętrza rur i najczęściej stosowane chłodnice płaskie, montowane bezpośrednio na zbiornikach chłodzących.

Ilość chłodnic (przy ich założonej powierzchni chłodzącej) lub niezbędną powierzchnię chłodzącą  $F_x$  określa się z bilansu cieplnego (wymiana ciepła między cieczą chłodzącą a wodą).

Podstawową jednostką do obliczenia ilości cieczy chłodzącej w systemie chłodzącym jest ilość cieczy potrzebna na chłodzenie jednostki metalu  $v_x$  l/kg (rys. 1).

Z równania bilansu cieplnego dla 1 kg metalu:

$$v_x = \frac{c_m (t'_m - t''_m)}{c_x (t'_x - t''_x)} \text{ l/kg}$$



Rys. 1. Nomogram do określania ilości cieczy chłodzącej.

gdzie:

- $c_m$  — ciepło właściwe metalu w kcal/kg °C,
- $c_x$  — „ „ „ cieczy chłodzącej w kcal/litr °C,
- $t'_m - t''_m$  — spadek temperatur metalu,
- $t'_x - t''_x$  — przyrost „ „ cieczy chłodzącej.

Całkowita ilość cieczy chłodzącej w systemie chłodzącym

$$V_x = \sum P \cdot v_x \text{ l/godz}$$

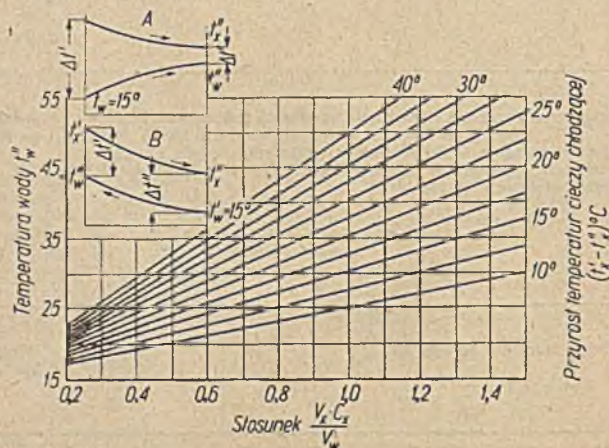
gdzie:

$P$  oznacza ilość chłodzonego metalu w kg/godz.

Ciepła właściwe cieczy chłodzącej wynoszą:

- $c_x$  dla wody wynosi 1,0 kcal/l °C,
- $c_x$  dla oleju wynosi 0,45 kcal/l °C,
- $c_x$  dla 10-procentowego roztworu sody kaustycznej wynosi 0,85 kcal/l °C.

Chłodnice dzielą się według sposobu wymiany ciepła na dwa typy: współbieżne — schemat A i przeciwbieżne — schemat B (rys. 2).



Rys. 2. Nomogram do określania rozchodu wody w chłodnicy o przepływie: A — współbieżnym, B — przeciwbieżnym.



Tablica 9

Urządzenia chłodzące i oczyszczające

Operacja	Zalecana konstrukcja urządzenia	Warunki procesu technologicznego	Warunki eksploatacji urządzenia																																				
Chłodzenie Jednostkowe i masowe ochładzanie różnych części maszyn i narzędzi	Zbiorniki chłodzące niezmechanizowane, ustawione przy piecach i wannach o działaniu periodycznym Zbiorniki chłodzące, zmechanizowane, stanowiące jeden agregat z piecami ciągłego działania, zaopatrywane w poziome przenośniki, pionowe clewatory z koszami lub pionowe podnośniki	Równomierne chłodzenie części z żądaną prędkością; temperatura płynu chłodzącego: woda 20 ÷ 35°C, olej do 80°C roztwór sody kaustycznej 20 ÷ 35°C	Patrz obliczenie zbiorników																																				
Chłodzenie kół zębatych, tarcz i innych części maszyn i narzędzi (frezów) dużej średnicy i o małej grubości	Prasy do chłodzenia typu „Gleason” (pneumatyczne)		<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Typ prasy „Gleason”</th> <th colspan="2">Średnica przewodu oleju w mm</th> <th rowspan="2">Ciśnienie powietrza w at n</th> <th rowspan="2">Rozchód powietrza sprężonego przy ciśnieniu w m<sup>3</sup>/min</th> <th colspan="4">Rozchód oleju chłodzącego w l/min przy temperaturze na wejściu w °C</th> <th rowspan="2">Godzina wydajność przy chłodzeniu kół zębatych szt.</th> </tr> <tr> <th>wlot</th> <th>wyjot</th> <th>20</th> <th>27</th> <th>33</th> <th>38</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>15”</td> <td>50</td> <td>75</td> <td>5 ÷ 6</td> <td>0,40 ÷ 0,55</td> <td>25</td> <td>38</td> <td>45</td> <td>75</td> <td>15 ÷ 60</td> </tr> <tr> <td>25”</td> <td>50</td> <td>75</td> <td>5 ÷ 6</td> <td>0,55 ÷ 0,68</td> <td>40</td> <td>60</td> <td>68</td> <td>115</td> <td>10 ÷ 50</td> </tr> </tbody> </table>	Typ prasy „Gleason”	Średnica przewodu oleju w mm		Ciśnienie powietrza w at n	Rozchód powietrza sprężonego przy ciśnieniu w m <sup>3</sup> /min	Rozchód oleju chłodzącego w l/min przy temperaturze na wejściu w °C				Godzina wydajność przy chłodzeniu kół zębatych szt.	wlot	wyjot	20	27	33	38	15”	50	75	5 ÷ 6	0,40 ÷ 0,55	25	38	45	75	15 ÷ 60	25”	50	75	5 ÷ 6	0,55 ÷ 0,68	40	60	68	115	10 ÷ 50
Typ prasy „Gleason”	Średnica przewodu oleju w mm		Ciśnienie powietrza w at n		Rozchód powietrza sprężonego przy ciśnieniu w m <sup>3</sup> /min	Rozchód oleju chłodzącego w l/min przy temperaturze na wejściu w °C				Godzina wydajność przy chłodzeniu kół zębatych szt.																													
	wlot	wyjot		20		27	33	38																															
15”	50	75	5 ÷ 6	0,40 ÷ 0,55	25	38	45	75	15 ÷ 60																														
25”	50	75	5 ÷ 6	0,55 ÷ 0,68	40	60	68	115	10 ÷ 50																														
Chłodzenie różnych długich części (wałów karbowych, wałów rozrządzących, osi, tylnych pół osiek)	Maszyny chłodzące pneumatyczne, pionowe z urządzeniem do obracania części chłodzonych		Wydajność maszyny 30 ÷ 90 części na godz; ciśnienie powietrza dla opuszczania matrycy — 5 ÷ 7 at n dla przyciskania górnej części matrycy 2 ÷ 5 at n (w zależności od wymiarów części)																																				
Chłodzenie przednich osi tarcz, sprzęgieł, dźwigni sterowniczych samochodu i innych Chłodzenie wieszaków dźwigni itp. Chłodzenie wałów, osi, resorów itp.	Maszyny chłodzące dla chłodzenia części w stanie ściśniętym z jednoczesnym nadaniem żądanego kształtu Maszyny chłodzące o dużej wydajności: a. typu karuzelowego z 5 ÷ 8 parami matryc b. typu bębnowego z 5 ÷ 6 parami matryc	Zabezpieczenie deformacji lub miejscowe chłodzenie części	Wydajność (na godz) do 25 przednich osi lub do 120 tarcz  Wadajność maszyn (na godz): a. typu karuzelowego — do 400 części b. typu bębnowego — 90 ÷ 200 części																																				
Wytrawianie w roztworach kwasów Wytrawianie różnych rodzajów odkuwek i półfabrykatów	Urządzenie stałe do wytrawiania, składające się z ustawionych rzędami zbiorników do wytrawiania, mycia i neutralizacji; wytrawianie w wannach z 5 ÷ 15 procentowym roztworem kwasu siarkowego w temperaturze 40 ÷ ÷ 80°C z inhibitorami w ilości 0,1 ÷ 1,5% objętości roztworu kwasu  Urządzenie półautomatyczne maszyny typu „Mesta” (zespół wanien jak podano wyżej)  Urządzenia zmechanizowane dużej wydajności	Usunięcie z odkuwek, odlewów i półfabrykatów zgorzeli powstalej podczas nagrzewania przy obróbce cieplnej lub mechanicznej na gorąco	Wydajność 500 ÷ 5000 kg/godz w zależności od wtelkości usadu (300 ÷ 1800 kg) i czasu wytrawiania (20 ÷ 60 min)  <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Średnica cylindra w mm</th> <th rowspan="2">Maksymalne załadowanie do jednego kosza kg</th> <th colspan="3">Maksymalna wydajność w t/godz przy czasie trwania procesu w min</th> </tr> <tr> <th>20</th> <th>30</th> <th>40</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>305</td> <td>450</td> <td>1,35</td> <td>0,9</td> <td>0,675</td> </tr> <tr> <td>560</td> <td>900</td> <td>2,7</td> <td>1,8</td> <td>1,35</td> </tr> <tr> <td>810</td> <td>1800</td> <td>5,4</td> <td>3,6</td> <td>2,7</td> </tr> </tbody> </table> Wydajność urządzenia do 6 t/godz	Średnica cylindra w mm	Maksymalne załadowanie do jednego kosza kg	Maksymalna wydajność w t/godz przy czasie trwania procesu w min			20	30	40	305	450	1,35	0,9	0,675	560	900	2,7	1,8	1,35	810	1800	5,4	3,6	2,7													
Średnica cylindra w mm	Maksymalne załadowanie do jednego kosza kg	Maksymalna wydajność w t/godz przy czasie trwania procesu w min																																					
		20	30	40																																			
305	450	1,35	0,9	0,675																																			
560	900	2,7	1,8	1,35																																			
810	1800	5,4	3,6	2,7																																			
Wytrawianie elektrochemiczne Wytrawianie różnych części maszyn i narzędzi posiadających po obróbce mechanicznej i cieplnej cienką zgorzelinę	Urządzenie do wytrawiania elektrochemicznego, budowa zwarta, zajmuje mało miejsca	Usunięcie zgorzeli z obrabianych mechanicznie części maszyn lub narzędzi, powstalej w czasie grzania przy obróbce cieplnej Skład kąpiel w wanie do wytrawiania na 1 l wody: H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> — 100 g NaCl — 15 g FeCl <sub>2</sub> — 2 g Temperatura roztworu 50 ÷ 65°C Czas trwania wytrawiania 15 ÷ 20 min	Wysoka wydajność urządzeń; unika się strat materiału i kruchości powstającej przy zwykłym wytrawianiu																																				



Tablica 9 (c. d.)

Operacja	Zalecana konstrukcja urządzenia	Warunki procesu technologicznego	Warunki eksploatacji urządzenia																				
Oczyszczanie odkuwek i odlewów małych i średnich wymiarów	Bębny oczyszczające: a. z okresowym ładowaniem części ( $\varnothing 0,6 \div 1,0$ m; $L = 1,0 \div 2,0$ m) b. ciągłego działania (ślindakowe)	Usuwanie zgorzelniny i nalotów z odkuwek i odlewów	Wydajność bębnow (w zależności od wymiarów): a. okresowego działania $700 \div 2000$ kg/godz b. ciągłego działania																				
Oczyszczanie odkuwek i odlewów małych, średnich i dużych wymiarów	Urządzenie oczyszczające w strumieniu śrutu z ciągłym przesuwem części wewnątrz bębna składającego się z płaszczyzn przenośnika (wlebrator). (Strumień śrutu stalowego wytwarzany za pomocą koła łopatkowego $n = 2500$ obr/min)		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Długość w m</th> <th>Średnica w m</th> <th>Wydajność w kg/godz</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2,5</td> <td>0,9</td> <td><math>750 \div 1200</math></td> </tr> <tr> <td>3,6</td> <td>0,9</td> <td><math>1500 \div 2200</math></td> </tr> <tr> <td>6,0</td> <td>0,9</td> <td><math>2300 \div 3000</math></td> </tr> </tbody> </table>	Długość w m	Średnica w m	Wydajność w kg/godz	2,5	0,9	$750 \div 1200$	3,6	0,9	$1500 \div 2200$	6,0	0,9	$2300 \div 3000$								
Długość w m	Średnica w m	Wydajność w kg/godz																					
2,5	0,9	$750 \div 1200$																					
3,6	0,9	$1500 \div 2200$																					
6,0	0,9	$2300 \div 3000$																					
Oczyszczanie różnych części i narzędzi	Płaskownice i urządzenia do czyszczenia strumieniem śrutu stalowego: a. typu komorowego b. ze stołem obrotowym	Usuwanie zgorzelniny z odkuwek i odlewów	Wydajność w zależności od wielkości komory lub średnicy stołu $500 \div 2500$ kg/godz																				
			<p>Charakterystyka wlebratorów</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Typ urządzenia</th> <th>Maksymalny ciężar jednej części w kg</th> <th>Objętość załadowanych części w m<sup>3</sup></th> <th>Wydajność w kg/godz</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>48 ÷ 48"</td> <td>135 ÷ 90</td> <td>0,54</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>48 ÷ 42"</td> <td>35</td> <td>0,47</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>36 ÷ 42"</td> <td>15</td> <td>0,31</td> <td>2000</td> </tr> <tr> <td>27 ÷ 36"</td> <td>4,5</td> <td>0,13</td> <td>3500</td> </tr> </tbody> </table>	Typ urządzenia	Maksymalny ciężar jednej części w kg	Objętość załadowanych części w m <sup>3</sup>	Wydajność w kg/godz	48 ÷ 48"	135 ÷ 90	0,54	—	48 ÷ 42"	35	0,47	—	36 ÷ 42"	15	0,31	2000	27 ÷ 36"	4,5	0,13	3500
Typ urządzenia	Maksymalny ciężar jednej części w kg	Objętość załadowanych części w m <sup>3</sup>	Wydajność w kg/godz																				
48 ÷ 48"	135 ÷ 90	0,54	—																				
48 ÷ 42"	35	0,47	—																				
36 ÷ 42"	15	0,31	2000																				
27 ÷ 36"	4,5	0,13	3500																				

Tablica 10

## Charakterystyka urządzeń do wytwarzania atmosfer ochronnych

Nazwa operacji	Typ atmosfery <sup>1)</sup>	Charakterystyka urządzenia			Urządzenia pomocnicze
		nazwa i elementy	wydajność w m <sup>3</sup> /godz	wymiary główne w m	
Wyżarzanie bez zgorzelniny stali w mufkach hermetycznych, wyżarzanie mosiądzu, lutowanie miedzią	ДА ДА—0,8 Да—0,9	Piec do rozkładu amoniaku. Urządzenia do częściowego spalania amoniaku: 1. piec do rozkładu amoniaku 2. komora spalania 3. płuczka wodna 4. chłodziarka 5. osuszacz z aktywnym tlenkiem glinu lub żelazem krzemowym.	5 ÷ 51 10 ÷ 100	Średnica — 0,4 ÷ 1,0 Wysokość — 1,0 ÷ 1,5 Powierzchnia 1,5 ÷ 2,5 × 2,0 ÷ 3,0. Wysokość 1,5 ÷ 2,5; przy oddzielnym rozmieszczeniu elementów urządzenia, powierzchnia potrzebna na jedno urządzenie o wydajności 60 ÷ 100 m <sup>3</sup> /godz wynosi 28 ÷ 36 m <sup>2</sup> .	Butle z amoniakiem, tablica z aparaturą kontrolno-mierniczą. Jak wyżej Przy większym zapotrzebowaniu — zasilanie amoniakiem ze zbiornika (na przykład w wydziale walcowania na zimno taśmy stalowej fabryki „Czerwona Etna“, Gorkij).
Hartowanie stali bez nalotów i zgorzelniny, wyżarzanie i normalizowanie bez zgorzelniny, lutowanie miedzi	ГГ 1500 ГГ ГГО	Gazownica z zewnętrznym ogrzewaniem: 1. gazogenerator 2. płuczka wodna Gazownica 1. gazownica 2. płuczka wodna 3. wentylator Jak wyżej, poza tym pochłaniacz dwutlenku węgla	do 10 20 ÷ 100 20 ÷ 200	Średnica ~ 0,5 Wysokość ~ 0,7 ÷ 1,0  Średnica 0,5 ÷ 1,0 lub powierzchnia 1,0 ÷ 1,5 × 1,5 ÷ 2,5 Wysokość 1,5 ÷ 2,0 Gazownica tych samych wymiarów: pochłaniacz 1,0 ÷ 2,0 wysokość do 5,0	Tablica z aparaturą kontrolno-mierniczą  Jak wyżej i zbiornik z węglem  Jak wyżej
Hartowanie bez zgorzelniny i nalotów, wyżarzanie i normalizowanie bez zgorzelniny, nawęglanie gazowe	ПС—1,0 ПС—0,6 ПСО—1,0 ПСО—0,6	Urządzenie do częściowego spalania: 1. komora spalania 2. płuczka wodna Jak wyżej i pochłaniacz dwutlenku węgla oraz osuszacz z aktywnym tlenkiem glinu lub żelazem krzemowym	20 ÷ 100 20 ÷ 100	Powierzchnia 0,6 ÷ 1,2 × 1,5 ÷ 3,0 Wysokość 1,5 ÷ 2,5  Jak wyżej i pochłaniacz 1,0 × 2,0, wysokość do 5,0 Pochłaniacz $\varnothing 0,4 \div 0,8$ Wysokość 1,0 ÷ 1,5	Tablica z aparaturą mierniczą  Jak wyżej
Hartowanie bez zgorzelniny i nalotów, wyżarzanie bez zgorzelniny i nalotów, gazowe nawęglanie, gazowe cyjanowanie	КГУ ПГН + + КГН	Urządzenie do krakowania Urządzenie Delton Urządzenie do rozkładu bez dostępu powietrza: 1. gazownica 2. urządzenie do czyszczenia	do 10 do 60 do 5	Powierzchnia 1,2 ÷ 1,5 × 2,0 ÷ 3,0 Powierzchnia 1,2 × 4,8   2,7 × 4,8 1,0 × 4,8   Wysokość ~ 2,4	Jak wyżej  Jak wyżej i zbiornik produktów naftowych  Jak wyżej

1) Typy atmosfer ochronnych podane są w tablicy 10 a (Maszynostrojenie, tom VII, str 562 ÷ 563).



Tablica 10a

## Typy atmosfer ochronnych

Typ atmosfery		Skład w %				
		CO <sub>2</sub>	CO	H <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub>
H <sub>2</sub> -H <sub>2</sub> O-N <sub>2</sub>	ДА	—	—	75	—	25
	ДА-0,8	—	—	1 ÷ 15	—	reszta
	ДА-0,9	—	—	10	—	90
CO-CO <sub>2</sub> -N <sub>2</sub>	ГГ-1500	≤ 0,5	32 ÷ 34	ślady	—	reszta
	ГГ	≤ 0,7	24 ÷ 30	4 ÷ 6	1 ÷ 2	reszta
	ГГО	—	28 ÷ 32	4 ÷ 7	2 ÷ 3	reszta
CO-CO <sub>2</sub> -H <sub>2</sub> -N <sub>2</sub>	ПС-1,0	9 ÷ 11 10,5	≤ + 0,5 1,5	≤ ÷ 0,5 1,2	— —	reszta reszta
	ПСО-1,0	≤ 0,2 — 0,2	≤ 3 3 1,5	≤ 3 3 1,2	— — —	reszta 94,0 97,1
	ПС-0,6	4 ÷ 6 5	8 ÷ 15 10,5	10 ÷ 16 12,5	≤ 2 0,5	reszta 70,7
	ПСО-0,6	— —	10 ÷ 16 11	12 ÷ 18 16	≤ 2 1,0	reszta 72
CO-CH <sub>4</sub> -H <sub>2</sub> -N <sub>2</sub>	КГУ	— 0,2	18 ÷ 22 20,3	36 ÷ 38 36	2 ÷ 4 3,8	reszta 39
	КГН	≤ 1,5	12 ÷ 15	10 ÷ 14	8 ÷ 10 10 ÷ 12 C <sub>n</sub> H <sub>m</sub>	reszta
	ПГН	—	≤ 2	20 ÷ 25	40 ÷ 55 20 ÷ 25 C <sub>n</sub> H <sub>m</sub>	reszta

Powierzchnię chłodzącą  $F_x$  oblicza się ze wzoru:

$$F_x = \frac{V_x \cdot c_x (t'_x - t''_x)}{k \cdot \Delta t_{fr}} \text{ m}^2$$

gdzie:

$V_x \cdot c_x (t'_x - t''_x)$  — całkowita ilość ciepła pobierana przez chłodnicę w kcal/kg;  $k$  — sumaryczny współczynnik przewodzenia ciepła kcal/m<sup>2</sup> godz °C;  $\Delta t_{fr}$  — średnia różnica temperatur.

Orientacyjnie dla oleju  $k = 200 \div 250$ , dla roztworu sody kaustycznej  $k = 250 \div 300$ .

Tablica 11

## Typowe przyrządy do kontroli gazowych atmosfer ochronnych

Nazwa	Przeznaczenie
Elektryczny gazoanalyzer ze wskaźnikiem i podziałką do określania H <sub>2</sub>	Poślucowe określenie wodoru w gazach systemem H <sub>2</sub> -N <sub>2</sub> , typu ДА-0,8
Elektryczny gazoanalyzer ze wskaźnikiem i podziałką do określania CO <sub>2</sub> i CO+H <sub>2</sub>	Poślucowe określenie CO <sub>2</sub> i CO+H <sub>2</sub> w produktach częściowego spalania gazów typu ПС
Elektryczny gazoanalyzer „Analygraph” ze wskaźnikiem sumarycznego jakościowego określenia składu mieszaniny gazowej i podziałką zmiany przewodnictwa cieplnego gazów	Jakościowa analiza produktów częściowego spalania lub gazu generatorowego dla gazów typu ГГ i ПС
Potencjometr typu „Carbograph” z podziałką zmiany temperatury spalania gazów	Jakościowa analiza produktów częściowego spalania i rozkład bez dostępu powietrza lub krakowanie gazów, dla gazów typu ПС КГУ i ПГ
Gazoanalyzer typu absorpcyjnego: „Orsat”, „Burrel”, „TI” i typu automatycznego: Mono-Simplex, Mono-Duplex, Mono-Triplex	Moślucowa analiza składu gazów wszelkich rodzajów „Burrel” i „TI” — całkowita analiza gazów Mono-Simplex — określenie CO <sub>2</sub> , Mono-Duplex — CO <sub>2</sub> , (CO+H <sub>2</sub> ), Mono-Triplex — CO <sub>2</sub> , (CO+H <sub>2</sub> ), O <sub>2</sub>
Hydromierz punktu skraplania typu „General Electric Co” z podziałką zmiany punktu skraplania do -50°C i chłodzeniem zwierciadła płynnym dwutlenkiem węgla	Określenie wilgotności gazów od temperatury skraplania do -50°C

Gdy cieczą chłodzącą jest woda o temperaturze równej  $t''_w$  u wyjścia z chłodnicy, to jej objętość określa się za pomocą wykresu (rys. 2) ze stosunku

$$\frac{V_x c_x}{V_w} = 0,8 \div 1,2$$

przy czym

$$t''_w = \frac{V_x \cdot c_x (t'_x - t''_x)}{V_w} + t'_w$$

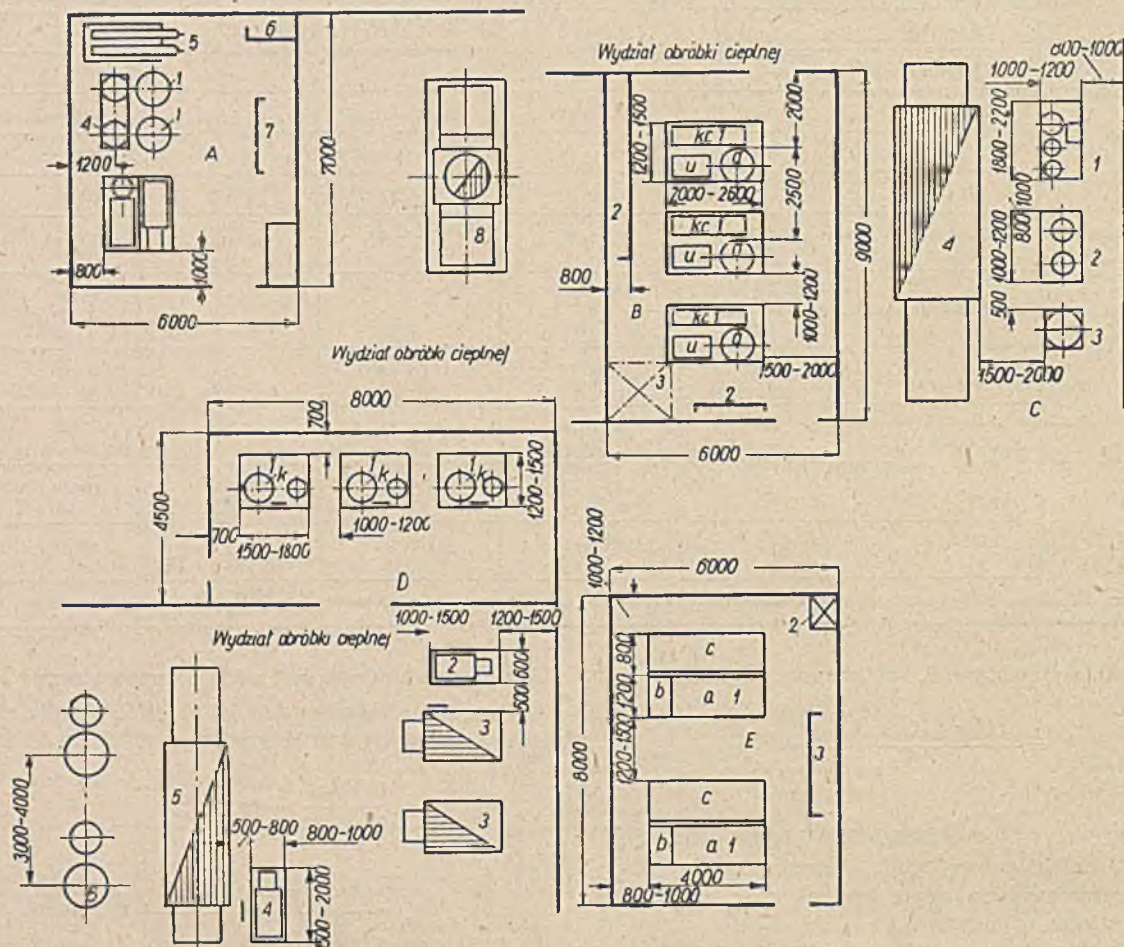
Urządzenia do wytwarzania atmosfer ochronnych. Przyjęte w praktyce rodzaje atmosfer ochronnych, urządzenia do ich wytwarzania i przyrządy do ich kontroli podane są w tablicach 10 i 11.

Tablica 12

## Dane określające procentowo ilość części podlegających kontroli twardości

Badane części	Operacja, po której przeprowadza się kontrole	Uwagi szczególne	Procent części podlegających kontroli twardości
Odkunki, odlewany	Wyżarzanie, normalizowanie	—	5 ÷ 10
Jak wyżej	Hartowanie i odpuszczanie w wysokich temperaturach	Części odpowiedzialne	100
Jak wyżej	Hartowanie i odpuszczanie w wysokich temperaturach	—	15 ÷ 25
Części mechanicznie obrobione	Nawęglanie, hartowanie, odpuszczanie	Ostatnia operacja obróbki cieplnej, części odpowiedzialne	100
Jak wyżej	Cyjanowanie, hartowanie, odpuszczanie	—	100
Jak wyżej	Azotowanie	Drobne, mało odpowiedzialne części	20 ÷ 40
		Części odpowiedzialne	100
		—	10





Rys. 3. Rozplanowanie urządzeń do wytwarzania atmosfery ochronnej: A — położenie urządzeń do wytwarzania atmosfery ochronnej z amoniaku (wydajność  $25 \div 40$  m<sup>3</sup> gazu na godz.): 1 — piec do rozkładu amoniaku; 2 — komora częściowego spalania, 3 — maszyna chłodząca; 4 — osuszacz, 5 — butle z amoniakiem; 6 — tablice z prometrem, 7 — tablice z analizatorem gazu, 8 — piec typu dzwonowego do wyżarzania bez tworzenia zgorzeliny i nalotów; B — rozmieszczenie urządzeń o dużej wydajności do wytwarzania atmosfery ochronnej z amoniaku (wydajność  $80 \div 100$  m<sup>3</sup> gazu z każdego urządzenia): 1 — urządzenia składające się z parownika amoniaku u, komory spalania kc i osuszacza z żelazem krzemowym a; 2 — tablica z aparaturą pirometryczną i automatycznymi gazoanalyzerami, 3 — wentylator usuwający gazy z pomieszczenia, C — rozmieszczenie urządzeń do wytwarzania atmosfery ochronnej z gazu generatorowego (wydajność  $80 \div 100$  m<sup>3</sup> gazu na godz): 1 — urządzenie gazogeneratorowe składa się z gazogeneratora typu samochodowego, płuczki do chłodzenia i oczyszczania gazu oraz wentylatora; 2 — pochłaniacz dwutlenku węgla za pomocą dwu lub trójjetanolaminy, 3 — osuszacz gazu z żelazem krzemowym, 4 — piec hartowniczy ciągłego działania do hartowania bez tworzenia zgorzeliny; D — rozmieszczenie urządzeń do wytwarzania atmosfery ochronnej z nafty: 1 — urządzenie do krakowania typu Dayton składające się z komory do krakowania k, trzech płuczek do oczyszczania i osuszania gazu, dwóch wentylatorów typu wirnikowego i pompy do nafty (wydajność  $45 \div 50$  m<sup>3</sup> gazu na godzinę — jeden zespół), 2 — komora do częściowego spalania gazu będącego produktem krakowania, składająca się z mieszalnika do mieszania gazu z powietrzem, komory częściowego spalania i płuczek chłodzących (wydajność  $20 \div 25$  m<sup>3</sup> gazu na godzinę), 3 — piece komorowe do hartowania bez tworzenia zgorzeliny; 4 — urządzenia do częściowego spalania gazu, jak urządzenie 2 (wydajność  $40 \div 50$  m<sup>3</sup> gazu na godzinę), 5 — piec hartowniczy ciągłego działania do hartowania bez tworzenia zgorzeliny, 6 — piec do gazowego nawęglania typu „Vapocarb” lub „Heavy Duty”, E — rozmieszczenie urządzeń do rozkładu nafty przez pirolizę i do krakowania, dla wytwarzania gazu nawęglającego z nafty (wydajność  $5$  m<sup>3</sup> gazu na godzinę): 1 urządzenie do pirolizy i do krakowania składające się z generatora do pirolizy nafty i krakowania gazu z parą wodną — a, urządzenia hydraulicznego — b i baterii płuczek do oczyszczania i osuszania gazu — c; 2 — pompa do nafty; 3 tablica z aparaturą pirometryczną i analizatorami gazu.



Zależnie od sposobu wytwarzania atmosfer ochronnych (wybuchowość i szkodliwość dla zdrowia), urządzenia montuje się w oddzielnych pomieszczeniach lub bezpośrednio przy piecach. W oddzielnych pomieszczeniach lokuje się urządzenia do rozkładu amoniaku, do częściowego spalania amoniaku, do rozkładu bez dostępu powietrza i do krakowania, bezpośrednio zaś przy piecach — urządzenia gazogeneratorowe i do spalania częściowego (rys. 3).

Przyrządy do kontroli twardości. W tabelicy 12 przedstawiono dane określające procentowo ilość części podlegających kontroli twardości. W tabelicy 13 podano wydajność przyrządów przeznaczonych do kontroli twardości.

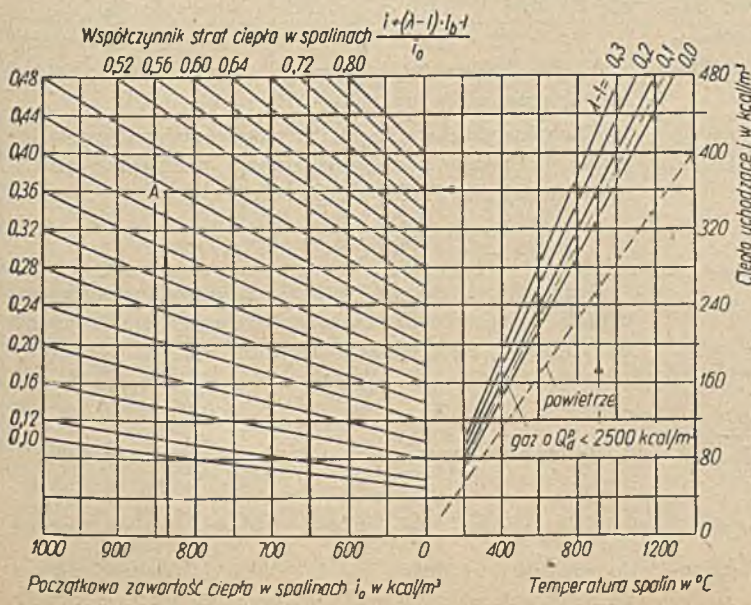
Tabela 13

**Wydajność przyrządów do kontroli twardości**

Nazwa przyrządu	Części kontrolowane	Wydajność (ilość pomiarów na godz)
Prasa Brinella ręczna	Drobne	50 ÷ 80
	Średnie	40 ÷ 60
	Duże	30 ÷ 40
Prasa Brinella z silnikiem	Drobne	70 ÷ 90
	Średnie	50 ÷ 70
	Duże	40 ÷ 60
Prasa Brinella z bezpośrednim wykazaniem twardości i uchwytem pneumatycznym badanych części	Drobne	do 200
	Średnie	do 150
	Duże (zamocowane w urządzeniu)	do 100
Przyrząd Rockwella	Drobne i średnie	100 ÷ 150
	Duże	50 ÷ 80
Skleroskop Shore'a	Drobne i średnie	do 350
	Duże, złożonej budowy	do 100

**ROZCHÓD PALIWA, ENERGII ELEKTRYCZNEJ, MATERIAŁÓW PODSTAWOWYCH I POMOCNICZYCH**

Charakterystyka i dane spalania paliw stosowanych w działach obróbki cieplnej podane są w tabelicy 14.



Rys. 4. Nomogram dla obliczenia współczynnika wykorzystania paliwa.

Charakterystyka stosowanych sposobów spalania podana jest w tabelicy 15 [1].

Zużycie paliwa  $B$  lub energii elektrycznej (przy piecach elektrycznych)  $W$  oblicza się według dwu niżej podanych sposobów:

A. Przyjmując za punkt wyjścia bilans cieplny pieców

$$B = \frac{Q_u + Q_s}{Q_d^p \cdot \eta_t} \text{ kg/godz lub m}^3/\text{godz}$$

gdzie:

$Q_u$  — ciepło użyteczne przy wydajności pieców brutto w kcal/godz

$$Q_u = \frac{1}{a} P_n \cdot ct$$

$a$  — współczynnik uwzględniający nagrzanie urządzenia

$$a = \frac{P_n}{P_n + P_{np}}$$

przy czym

$P_n$  — ciężar części nagrzewanych (wydajność w kg/godz,

$P_{np}$  — ciężar nagrzewającego się urządzenia w kg/godz,

$c$  — średnie ciepło właściwe nagrzewanych części w kcal/kg °C,

$t$  — różnica temperatur nagrzania części w °C,

$Q_s$  — zewnętrzna strata ciepła przy niezmiennych warunkach pracy pieca  $Q_s = \text{const}$ ;  $Q_d^p$  — dolna wartość opałowa paliwa w kcal/kg lub kcal/m<sup>3</sup>;  $\eta_t$  — współczynnik wykorzystania paliwa

$$\eta_t = 1 - \frac{i + (\lambda - 1) i_b l}{i_0}$$

(nie uwzględniając ogrzewania powietrza,  $\eta_t$  określa się za pomocą monogramu rys. 4).

Przy niezmiennym sposobie pracy pieca  $\eta_t = \text{const}$ ; przy piecach elektrycznych  $\eta_t = 1,0$ .

Przykład. Paliwo: gaz ziemny,  $i_0 = 845$  kcal/m<sup>3</sup>, temperatura spalin uchodzących  $t = 900^\circ\text{C}$ , nadmiar powietrza  $\lambda = 1,1$ . Współczynnik strat ciepła w spalinach uchodzących odczytujemy z monogramu

$$\frac{i + (\lambda - 1) i_b \cdot l}{i_0} = 0,43 \text{ (punkt A)}$$

stąd

$$\eta_t = 1 - \frac{i + (\lambda - 1) i_b \cdot l}{i_0} = 1 - 0,43 = 0,57$$

gdzie:

$i_0$  — początkowa zawartość ciepła odniesiona do 1 m<sup>3</sup> spalin w kcal/m<sup>3</sup>;

$\lambda$  — nadmiar powietrza;

$i_b$  — zawartość ciepła w 1 m<sup>3</sup> powietrza kcal/m<sup>3</sup>;

$i$  — ciepło uchodzące z 1 m<sup>3</sup> spalin o temperaturze  $t$  przy całkowitym spalaniu ( $\lambda = 1$ ) w kcal/m<sup>3</sup>;

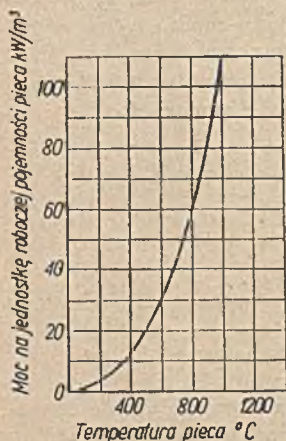
$l$  — ilość powietrza na 1 m<sup>3</sup> spalin (z tabelicy 14).



Charakterystyka i dane dotyczące spalania paliw

Rodzaj paliwa	Dolna wartość opałowa $Q_d^p$ w kcal/kg lub kcal/m <sup>3</sup>	Ilość powietrza potrzebna do spalania (przy $\alpha=1$ ) $v'$ w m <sup>3</sup> /kg lub p m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	Ilość spalin $v$ w m <sup>3</sup> /kg lub m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	Ilość powietrza na 1 m <sup>3</sup> spalin $l = \frac{v_p}{v_s}$	Początkowa zawartość ciepła odniesiona do 1 m <sup>3</sup> spalin $i_0 = \frac{Q_d^p}{v_s}$ w kcal/kg lub kcal/m <sup>3</sup>	Wzory przybliżonych obliczeń	
Stale	3000	3,54	4,26	0,83	705	$v_p = \frac{1,01}{1000} Q_d^p + 0,5 \text{ m}^3/\text{kg}$	
	4000	4,54	5,18	0,87	760		
	5000	5,55	6,10	0,91	820		
	6000	6,56	7,02	0,93	855		
	7000	7,58	7,94	0,95	885		
	8000	8,59	8,86	0,97	900		
Ropa	9600	10,20	10,90	0,94	880	$v_p = \frac{0,89}{1000} Q_d^p + 1,65 \text{ m}^3/\text{kg}$	
						$v_s = \frac{0,85}{1000} Q_d^p + 2,0 \text{ m}^3/\text{kg}$	
Gaz wielkopiecowy	900	0,714	1,56	0,45	583	$v_p = \frac{0,875}{1000} Q_d^p \text{ m}^3/\text{m}^3$	
	1000	0,792	1,62	0,49	615		
	1100	0,871	1,69	0,52	650		
	1100	0,97	1,84	0,52	600		
Gaz generatorowy	1200	1,05	1,90	0,55	630	$v_s = \frac{0,725}{1000} Q_d^p + 1,0 \text{ m}^3/\text{m}^3$	
	1300	1,13	1,97	0,57	660		
	1400	1,21	2,03	0,59	690		
	1500	1,29	2,10	0,61	715		
Mieszanka gazu wielkopiecowego i koksowego	1400	1,23	2,05	0,60	685	$v_p = \frac{1,11}{1000} Q_d^p \text{ m}^3/\text{kg}$	
	1800	1,67	2,47	0,68	730		
	2200	2,11	2,90	0,73	760		
	2600	2,55	3,32	0,77	785		
Gaz wodny	2685	2,35	2,90	0,81	926	$v_p = \frac{1,09}{1000} Q_d^p - 0,25 \text{ m}^3/\text{m}^3$	
	3800	3,87	4,60	0,84	825		
	4000	4,04	4,81	0,84	830		
	4200	4,31	5,02	0,85	835		
Gaz koksowy i świetlny	4400	4,53	5,24	0,86	840	$v_s = \frac{1,14}{1000} Q_d^p + 0,25 \text{ m}^3/\text{m}^3$	
	4600	4,75	5,50	0,91	840		
	4800	5,00	5,72	0,91	840		
	5000	5,20	5,95	0,91	840		
	5200	5,42	6,17	0,91	845		
	5400	5,63	6,42	0,91	845		
	Metan	8090	9,52	10,52	0,91		770
	Etan	14490	16,67	18,17	0,92		845
Etylen	13370	14,29	15,29	0,94	880		
Propan	21020	23,81	25,81	0,92	815		
Propilen	19390	21,43	22,93	0,94	845		
Butan	26300	30,95	33,45	0,92	825		
Naftowy	7650	8,70	9,60	0,91	795		
Gaz zimny (Okreğu Saralov)	8200	9,65	10,58	0,91	775	$v_p = \frac{1,14}{1000} Q_d^p + 0,25 \text{ m}^3/\text{m}^3$	
	8800	10,40	11,48	0,91	770		
	9150	10,81	11,90	0,91	770		
	9500	11,20	12,30	0,91	770		
Gaz skroplony	10000	11,7	12,85	0,91	780		
Gaz skroplony	24000	27,30	29,60	0,92	810		

U w a g a — Zalecany współczynnik nadmiaru powietrza  $\alpha$  wynosi dla paliw stałych 1,25 ÷ 1,40; dla ropy 1,20 ÷ 1,25; dla paliw gazowych 1,05 ÷ 1,10.



Rys. 5. Zużycie mocy roboczej pieców elektrycznych obróbki cieplnej w kW/m<sup>3</sup>

B. Według przyjętego (na podstawie praktycznych danych) współczynnika sprawności pieców  $\eta$  przy wydajności pieców brutto

$$B = \frac{Q_u \cdot 100}{Q_d^p \cdot \eta} \text{ kg/godz}$$

lub m<sup>3</sup>/godz.

Dla pieców elektrycznych

$$W = \frac{Q_u \cdot 100}{Q_w} \text{ kWh;}$$

$$W = 1,16 \cdot 10^{-3} Q_u \cdot \frac{100}{\eta} \text{ kWh}$$

Moc pieców elektrycznych określa się z zużycia energii elektrycznej w kWh z dodatkiem 20 ÷ 40 0/0.

$N_E = 1,2 \div 1,4 W$  kW lub kW/m<sup>3</sup> przy znalezionej z danych doświadczalnych mocy na jednostkę objętości wewnętrznej pieca (rys. 5).

Charakterystyka cieplna pieców podana jest w tabelicy 16. Średnie miesięczne zużycie paliwa lub energii elektrycznej określa się z zależności

$$B_m = \eta_f B \cdot T \cdot k (1 - \alpha \tau_p)$$

Jednostkowe zużycie paliwa lub energii elektrycznej określa się ze stosunku całkowitego zużycia (miesięcznego lub rocznego) do produkcji wydziału

$$b = \frac{B \left( 1 - \alpha \frac{\eta}{100} \cdot \tau_p \right)}{P_n \cdot (1 - \tau_p)} = \frac{100 \text{ ct} \left( \frac{100}{\alpha \eta} - \tau_p \right)}{Q_d^p (1 - \tau_p)} \text{ kg/kg;}$$

(m<sup>3</sup>/kg) lub kWh/kg

gdzie:

$Q_w$  — równoważnik kaloryczny 1 kWh,

$W$  — zużycie energii elektrycznej w ciągu godziny pracy pieca w kWh.

do wielkości tej dodaje się 5 ÷ 10 0/0 całkowitego zużycia na rozgrzanie pieca, 5 ÷ 8 0/0 na przestoje w czasie przerw



Tablica 15

Sposoby spalania paliwa

Rodzaj paliwa	Sposób spalania	Ciśnienie mm H <sub>2</sub> O lub at n		Zalecany typ palników	Krótki opis sposobu spalania i dane do obliczeń	Dla jakich typów pieców i operacji technologicznych dany sposób jest zalecany
		paliwa	powietrza			
Olej parafinowy gątku Γ	Przy niskim i średnim ciśnieniu	2,0 ÷ 3,0*	400 ÷ 1000	Palnik Jonston z podwójną regulacją zasilania powietrza	Kołowy sposób zasilania ropą podgrzaną do 60 – 80°C	Dla wszystkich typów pieców i operacji technologicznych o temperaturze powyżej 600°C
Jak wyżej	Przy wysokim ciśnieniu	0,5 ÷ 2,0*	2,0 ÷ 4,0*	Palnik Szuchowa	Kołowe i labiryntowe zasilanie ropą podgrzaną do 60 ÷ 80°C. Zasilanie powietrzem ze sprężarki	Stosuje się w rzadkich przypadkach, tylko do dużych pieców do wyżarzania
Gazowe (gazy wszystkich rodzajów)	„Płomieniowe” spalanie przy niskim ciśnieniu	50 ÷ 100	100 ÷ 200	Palnik typu „Rupman” lub ЦНИИТМАШ	Współczynnik nadmiaru powietrza α = 1,05 – 1,10 przy Q <sub>d</sub> <sup>p</sup> ≤ 1200 kcal/m <sup>3</sup> t ≤ 1200°C	Dla wszystkich typów pieców i operacji technologicznych (prócz grzania stali szybkoocnej)
Gaz generatorowy Q <sub>d</sub> <sup>p</sup> – 1200 ÷ 1500 kcal/m <sup>3</sup>	„Bezplomieniowe” spalanie przy wysokim ciśnieniu	700 ÷ 1000	–	Zasysacz wysokiego ciśnienia typu „Surface Combustion Co”	Współczynnik nadmiaru powietrza α ≤ 1,05. Ilość palników przylączonych do jednego zasysacza wynosi 1 ÷ 4 szt	Dla wszystkich typów pieców i operacji technologicznych Stosowanie dla gazów generatorowych
Gaz wodny i mieszany Q <sub>d</sub> <sup>p</sup> – 2 600 ÷ 3000 kcal/m <sup>3</sup>	Jak wyżej	1000 ÷ 2000	–	Jak wyżej		
Gaz świetlny i koksowy Q <sub>d</sub> <sup>p</sup> – 4000 ÷ 5500 kcal/m <sup>3</sup>	Jak wyżej	3000 ÷ 4000 4000 ÷ 5000	–	Jak wyżej Jak wyżej z podwójną dyszą typu „Selas”	Palniki tunelowe sklepieniowe i uderzeniowe	
Gaz naftowy i ziemny Q <sub>d</sub> <sup>p</sup> – 8000 ÷ 10000 kcal/m <sup>3</sup>	Jak wyżej	1,4 ÷ 1,8*	–	Jak wyżej		
Gazy wszystkich rodzajów włącznie ze skroplonym gazem węglowodorowym Q <sub>d</sub> <sup>p</sup> ≥ 20000 kcal/m <sup>3</sup>	„Bezplomieniowe” spalanie przy niskim ciśnieniu	50 ÷ 125	700 ÷ 1200	Zasysacz z mieszalnikiem automatycznie regulującym skład mieszanki typu „Surface Combustion Co”	Analogicznie jak poprzednio	Jak wyżej Racjonalne stosowanie do gazów mających Q <sub>d</sub> <sup>p</sup> ≥ 3000 kcal/m <sup>3</sup>
Jak wyżej	Spalanie pod ciśnieniem atmosferycznym	50 ÷ 200	–	Palniki typu Bunsona	Palniki z większą ilością otworów, z zasycaniem powietrza	Dla pieców o niskich temperaturach - suszarki, piece do odpuszczania i sezonowania
Jak wyżej	„Dyfuzyjne” spalanie	100 ÷ 200	700 ÷ 1200	„Nagrzewacze rurowe” – rury promieniujące	Spalanie paliwa w rurach	Dla pieców z atmosferą ochronną

Ciśnienie podane w at n oznaczone w tablicy gwiazdką.

Tablica E

Określenie zużycia paliwa względnie energii elektrycznej

Nazwy i typ	Ilość pieców jednego typu n	Współczynnik wykorzystania (załadowania) k	Wydajność pieca (średnio, netto) P <sub>n</sub> kg/gołz	Współczynnik sprawności pieca η %	Współczynnik uwzględniający nagrzewanie urządzenia $\frac{P_n}{a} = \frac{P_n + P_{np}}{P_n}$	Zużycie paliwa B w m <sup>3</sup> /godz względnie energii elektrycznej w kWh	Założony czas pracy pieców gołz/miesiąc F <sub>cz</sub>	Współczynnik czasu załadunku i wyładunku (tabl. 6) ρ	Zużycie paliwa (energii elektrycznej) B F <sub>cz</sub> K (1 – α η τ <sub>p</sub> ) m <sup>3</sup> /mies (kg/mies) kWh/mies	Jednostkowe zużycie $\frac{B(1 - \alpha \eta \tau_p)}{100} \times \frac{1,05 + 1,10}{100} = \frac{ct}{a \eta - \tau_p} \times \frac{Q_d^p (1 - \tau_p)}{1,05 \div 1,10} \text{ kg/kg; (m}^3/\text{kg); kWh/kg}$
I Zużycie gazu świetlnego o wartości opałowej Q <sub>d</sub> <sup>p</sup> = 5400 kcal/m <sup>3</sup>										
Pieco do nawęglania ciągłego działania F = 1,2 × 9,0 = 10,8 m <sup>2</sup>	4	0,80	120	15	0,5	B = 40,0 m <sup>3</sup> /godz	645	0,5	79 400	0,64
Pieco hartownicze komorowe F = 1,0 × 1,4 = 1,4 m <sup>2</sup>	2	0,75	210	18	1,0	B = 26,6 m <sup>3</sup> /godz	390	0,2	15 040	0,153
II Zużycie energii elektrycznej										
Pieco z przesuwaną komorą do azotowania (moc 100 kW)	6	0,90	20	50	0,6	W = 56,0 kWh	645	0,1	76 000	0,3
Pieco do odpuszczania typu Homo	4	0,70	200	75	0,9	W = 18,5 kWh	195	0,1	10 340	0,096



Tablica 16

Charakterystyka cieplna pieców  
(przy wydajności brutto)

Operacja	Typ pieca	Współczynnik sprawności $\eta$ %	
		pieców elektrycznych	pieców ropnych, gazow. i in.
Wyżarzanie odlewów stalowych, $\tau = 4 \div 6$ godz	Komorowe	50–70	10–12
	Pionowe	55–70	11–13
	Z wysuwającym trzonem	45–60	8–12
	Ciągłego działania	60–75	12–15
Wyżarzanie taśm i prętów zimnowalcowanych	Z wysuwającym trzonem	45–55	6–6
	Typu dzwonowego	60–75	12–16
Wyżarzanie odlewów ciągliwych	Typu Dresslera	—	12–15
	Typu elektorowego	60–70	—
	Ciągłego działania z dnem rolkowym	65–75	—
Normalizowanie i hartowanie	Komorowe	65–75	15–20
	Ciągłego działania, przepychowe	70–80	18–25
	Jak wyżej, przenośnikowe	70–80	18–25
	Karuzelowe	70–80	18–25
Azotowanie	Komorowe, pionowe	65–75	15–22
	Z przesuwną komorą	40–45	—
Hartowanie i cyjanowanie	Pionowe	40–45	—
	Z przesuwną komorą	40–45	—
Hartowanie i cyjanowanie	Piece-wanny (solne i olejowe)	60–70	6–8
Nawęglanie w stałym środku nawęglającym	Komorowe	60–75	12–15
	Ciągłego działania	65–80	15–22
	Z retortą obrotową	65–75	15–20
Nawęglanie gazem	Pionowe typu „Heavy Duty”	65–75	—
	Mufłowe, ciągłego działania	65–75	18–25
	Bezmuflowe z przewodami promieniotwórczymi	—	20–25

Tablica 17

Współczynnik przeliczeniowy różnych rodzajów paliwa na paliwo odniesienia

Rodzaj paliwa	Wartość opałowa $Q_d^p$ kcal/kg, kcal/m <sup>3</sup>	Współczynnik przeliczeniowy $\beta = \frac{\eta_e \cdot Q_d^p}{\eta_y \cdot Q_y}$
Stal	4500	0,60
	6000	0,82
	7000	1,00
	8000	1,10
Ropa	9600	1,35
	1200	0,145
	1300	0,165
Gaz generatorowy	1500	0,200
Gaz świetlny i koksowy	4000	0,55
	8200	1,40
Gaz ziemny	11 000	1,75
	24 000	3,70
Gazy skroplone		

między zmianami przy pracy na dwie zmiany lub  $7 \div 100\%$  przy pracy na jedną zmianę.

Przykład określenia zużycia paliwa podany jest w tablicy E.

Przy przeliczaniu zużycia stosowanego paliwa na paliwo odniesienia  $Q_y = 7000$  kcal/m<sup>3</sup> lub porównywania dwóch rodzajów paliwa (biorąc pod uwagę różne sposoby spalania) należy posługiwać się współczynnikiem przeliczenia zużycia paliwa (tablica 17), który określa się stosunkiem

$$B = \frac{\eta_e \cdot Q_d^p}{\eta_y \cdot Q_y}$$

gdzie:

$\eta_y$  — współczynnik wykorzystania paliwa odniesienia.

Zużycie materiałów podstawowych i pomocniczych oraz orientacyjne dane o jednostkowym zużyciu tych materiałów w wydziałach obróbki cieplnej podane są w tablicy 18.

ROZPLANOWANIE WYDZIAŁÓW OBRÓBK  
CIEPLNEJ I ROZMIESZCZENIE URZĄDZEŃ

Rozplanowanie obróbki cieplnej. Wydziały obróbki cieplnej składają się z sekcji produkcyjnych, oddziałów pomocniczych, pomieszczeń administracyjnych i socjalnych. Sekcje produkcyjne przeznaczone są do przeprowadzania pewnych określonych operacji obróbki cieplnej lub do obróbki określonych części.

Oddziały pomocnicze są to magazyny części przeznaczonych do obróbki cieplnej, magazyny międzyoperacyjne części obrabianych cieplnie, magazyny materiałów pomocniczych, przyrządów do obróbki cieplnej, urządzenia do chłodzenia, podstacja transformatorów, urządzenia do wytwarzania atmosfer ochronnych itp.

Pomieszczenia administracyjne i socjalne są to biura wydziałów, szatnie, jadalnie, umywalnie, ustępy itp.

Powierzchnia wydziału zależy od rozmiarów i struktury oddziałów, charakteru procesów technologicznych i innych właściwości.

Poniżej podane są przykłady rozplanowania wydziału obróbki cieplnej różnych klas i grup.

Rys. 6 przedstawia ogólne rozplanowanie *kuźni i wydziału obróbki cieplnej* (I klasa, 2 grupa) *fabryki ciężkich samochodów ciężarowych*. Produkcja wydziału wynosi 27 900 ton odkuwek na rok. Przy założonym rozplanowaniu urządzeń kierunek linii produkcyjnych przy przejściu z kuźni do wydziału obróbki cieplnej zmienia się pod kątem prostym.

Rozplanowanie powierzchni wydziału kuźniczo-cieplnego z rozmieszczeniem urządzeń do obróbki cieplnej w potoku produkcyjnym obróbki plastycznej (I klasy, 3 grupy) podane jest na rys. 7.

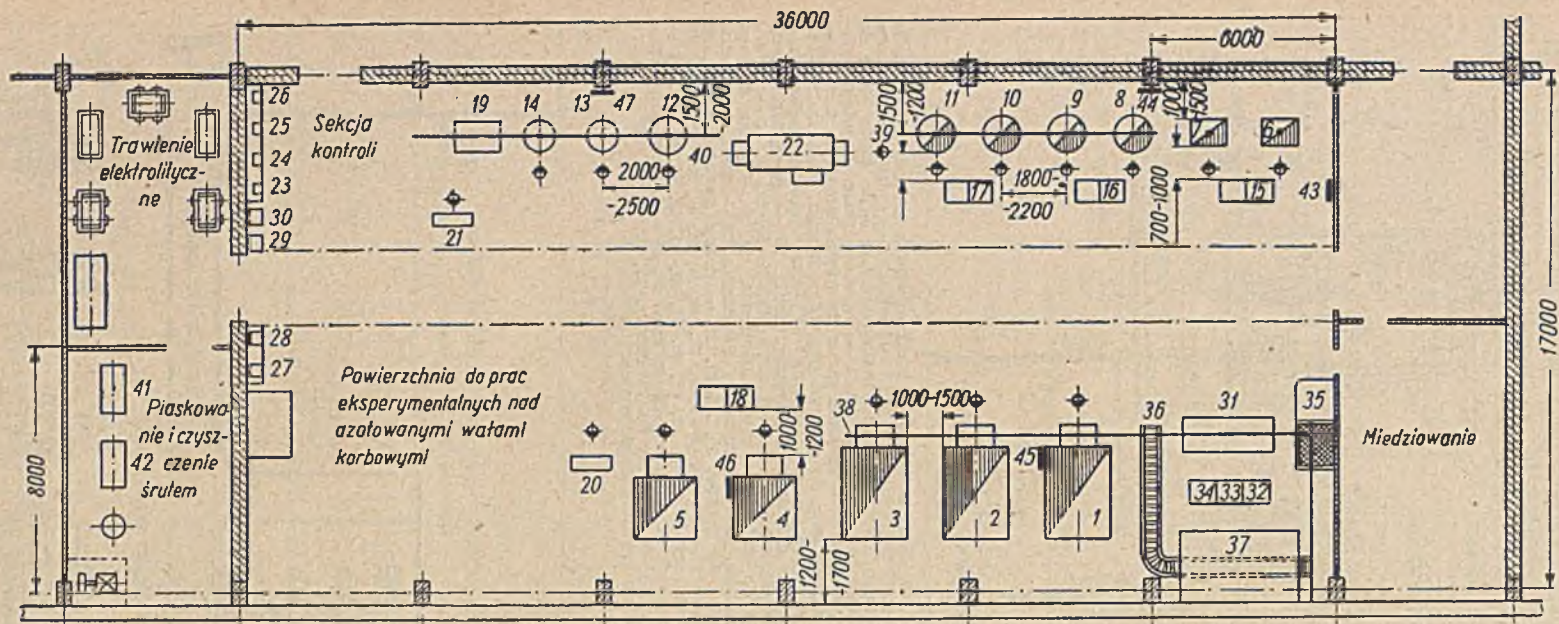
Rys. 8 przedstawia rozmieszczenie urządzeń do obróbki cieplnej odlewów stalowych i żeliwnych w *dużej odlewni fabryki produkcji wielkoseryjnej* (II klasy). Urządzenia przeznaczone są do obróbki cieplnej odlewów stalowych (ze stali węglowej i stali Hadfielda) i odlewów z żeliwa ciągliwego.

Na rys. 9 pokazane jest bardzo charakterystyczne rozplanowanie urządzeń fabryki o produkcji jednostkowej i seryjnej (stałe silniki Diesla, obrabiarki itp., III klasa, 1 grupa). W wydziałach obróbki części na gotowo przeważają urządzenia uniwersalne.

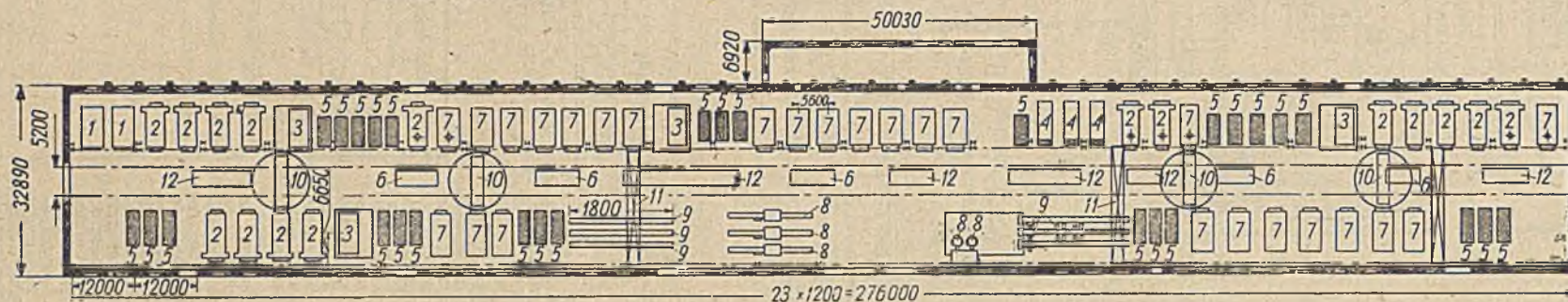








Rys. 9. Wydział obróbki cieplnej części obrabianych mechanicznie wchodzący w skład zakładu silników Diesla: 1, 2, 3 — piece komorowe do nawęglania, 4, 5 piece komorowe hartownicze, 6, 7 — piece komorowe do normalizowania i hartowania drobnych części, 8, 9, 10, 11 — piece solne, 12, 13, 14 — piece elektryczne pionowe do odpuszczania, 15, 16, 17, 18 — zbiorniki do chłodzenia, 19 — zbiornik do chłodzenia części po odpuszczaniu, 20 — maszyna do chłodzenia, 21 — prasa do prostowania, 22 — maszyna do mycia, 23, 24, 25, 26 — aparaty Rockwella, 27, 28 — aparaty Brinella, 29, 30 — szlifiernie, 31 — stół do pakowania skrzynek do nawęglania, 32, 33, 34 — zbiorniki środków nawęglających, 35 — stół siatkowy do wypakowywania skrzynek po nawęglaniu, 36 — przenośnik rolkowy, 37 — komora do studzenia skrzynek do nawęglania, 38, 39, 40 — przenośniki jednoszynowe, 41, 42 — urządzenia do czyszczenia śrutem, 43, 44, 45, 46, 47 — tablice pirometryczne.



Rys. 10. Wydział obróbki cieplnej zakładu kadłubów pancernych: 1 — piec do podgrzewania, 2 — piec do grzania przy hartowaniu, 3 — maszyny do chłodzenia blach pancernych, 4 — zbiorniki do chłodzenia, 5 — stojaki do układania blach pancernych po hartowaniu, 6 — komory (typu szybowego) do utrzymywania blach pancernych w temperaturze  $180 \rightarrow 200^{\circ}\text{C}$  między operacjami hartowania i odpuszczania, 7 — piece do odpuszczania, 8 — urządzenia do oczyszczania śrutem blach pancernych w pionowym położeniu, 9 — przenośniki rolkowe, 10 — maszyny do ładowania i wyładowywania blach pancernych z pieców, 11 — suwnice o udźwigu 10 ton, 12 — składy typu szybowego (pod torami maszyn ładowniczych).



## Zużycie materiałów podstawowych i pomocniczych w działach obróbki cieplnej

Operacja	Materiały, warunki techniczne	Przeznaczenie materiałów	Jednostkowe zużycie materiałów w odniesieniu do ciężaru części	Wzory i wskaźniki do określenia zużycia
Wyżarzanie bez tworzenia zgorzeliny w piecach muflowych i hermetycznych	Atmosfera ochronna DA - 08; DA - 09; ΓΓ; ΓΓO; ΠC - 0,6; ΠCO - - 0,6	Zabezpieczenie części od tworzenia zgorzeliny i odwęglania	4 ÷ 6 m <sup>3</sup> /t	Przedmuchiwanie muflii ilością gazu równą 4 ÷ 6 krotności ob- jętości muflii. Zużycie gazu 1,5 ÷ ÷ 2,0 m <sup>3</sup> /godz. Ciśnienie gazu 20 ÷ 40 mm H <sub>2</sub> O. Przy studzeniu zużycie gazu do 0,5 m <sup>3</sup> /godz przy ciśnieniu 10 ÷ 30 mm H <sub>2</sub> O
Wyżarzanie ciągliwego żeliwa w piecach komorowych ciąglego działania bez tworzenia zgorze- liny Normalizowanie bez tworze- nia zgorzeliny Hartowanie i odpuszczanie w wysokich temperaturach bez tworzenia zgorzeliny	Atmosfera ochronna ΓΓ; ΓΓO; ΠC - 0,6  Jak wyżej  Jak wyżej i poza tym ΓΓ - 1500; ΠCO - 0,6 KfY	Jak wyżej  Jak wyżej  Jak wyżej	0,20 ÷ 0,25 m <sup>3</sup> /kg	Zużycie gazu określa się w za- leżności od przekroju otworu wyjściowego i od ciśnienia na trzon
Hartowanie	Olów	Grzanie części w piecach- wannach	1,0 ÷ 1,5%	
	Sole obojętne NaCl; KCl; BaCl <sub>2</sub> i inne	Jak wyżej	1,0 ÷ 1,5%	
	Chlorek baru BaCl <sub>2</sub> i inne	Grzanie narzędzi ze stali szybkotnącej	2,0 ÷ 3,0%	
	Sole cyjanowe NaCN; KCN; K <sub>2</sub> F <sub>6</sub> (CN) <sub>6</sub>	Zabezpieczenie stali od od- węglania przy grzaniu w wan- nach solnych	0,1%	Dodatek soli cyjanowych do wann w ilości 2 ÷ 5%
	Olej wiertniczy 3 „ maszynowy 11 „ lniany, wiskoza 10 i inne	Środki chłodzące	0,5 ÷ 0,75%	
	Wodorotlenek sodu NaOH stężenie 6 ÷ 7° Baumé (10 procentowy roztwór wodny)	Jak wyżej	0,1%	Obliczenia wg rys. 1
	Woda przemysłowa	Jak wyżej	6 ÷ 8 l/kg	
		Chłodzenie płynów chłodzą- cych	10 ÷ 12 l/kg	Obliczenia wg rys 1 i 2
Hartowanie powierzchniowe	Woda przemysłowa	Chłodzenie lamp ΓΔO - 15 ΓΔO - 30 ΓΔO - 100	Maksymalne średnie l/min m <sup>3</sup> /godz 10 0,24 20 0,36 62 1,32 0,1 l/min na 1 cm <sup>2</sup> powierzchni	Orientacyjne średnie zużycie w m <sup>3</sup> /godz przy hartowaniu po- wierzchniowym przy użyciu ge- neratorów lampowych 15 - 30 kW 2 ÷ 4 60 - 100 kW 4 ÷ 6 powyżej 100 kW 6 ÷ 8
		Chłodzenie Induktora		
		Hartowanie części		$q_w = 1,5 f$ , gdzie: $q_w$ - zu- życie wody w l/sek $f$ - po- wierzchnia otworów natrysku w cm <sup>2</sup>
	Odlewy stalowe i żeliwne	Wykonanie podstawek i przy- rządów	5 ÷ 8%	Trwałość 500 ÷ 800 godz
Odlewy żaroodporne	Jak wyżej	0,5 ÷ 0,8%	Trwałość 4000 ÷ 5000 godz	



Tabela 18 (c. d.)

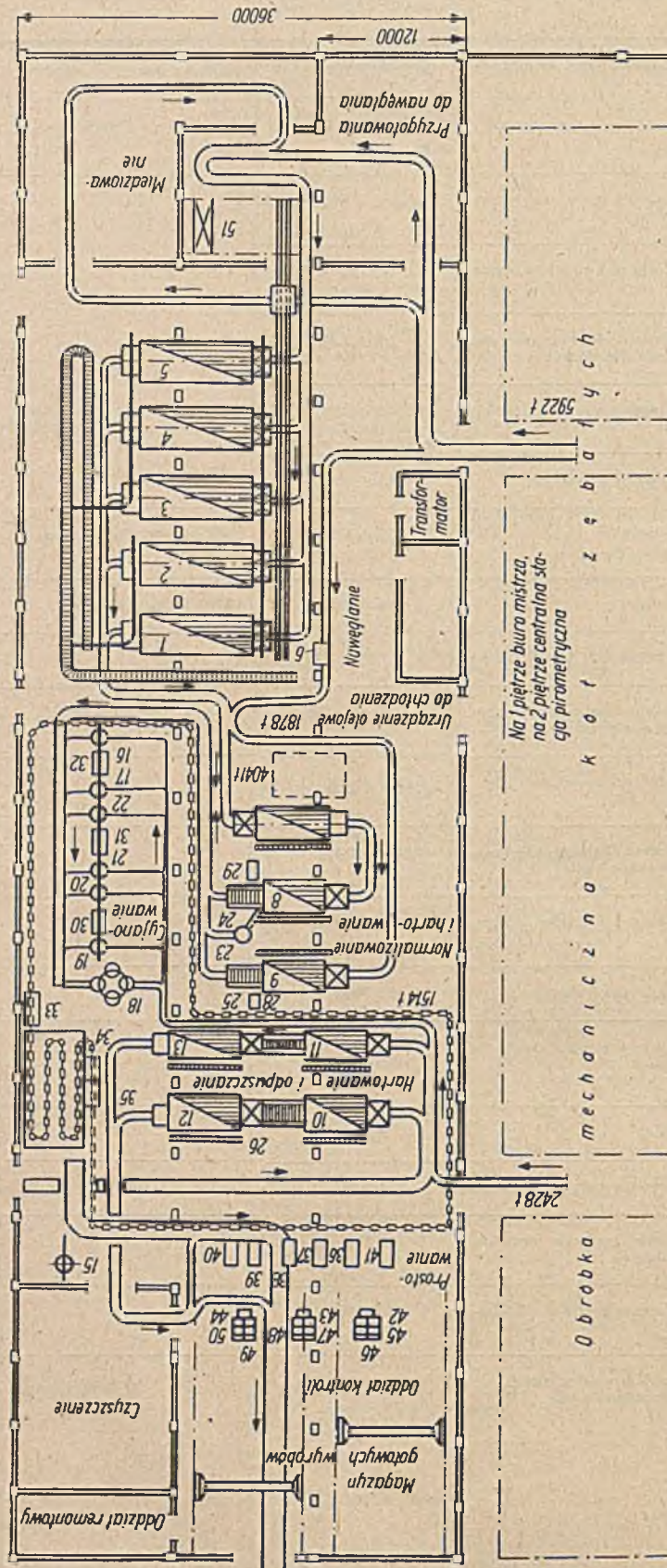
Operacja	Materiały, warunki techniczne	Przeznaczenie materiałów	Jednostkowe zużycie materiałów w odniesieniu do ciężaru części	Wzory i wskaźniki do określenia zużycia	
Hartowanie powierzchniowe	Acetylen $C_2H_2$ , Tlen	Grzanie części do hartowania			
Odpuszczanie	Olej „Vapor” T i M	Grzanie przy odpuszczaniu	1,0 ÷ 1,5%		
	Viscosin IO		1,5 ÷ 2,0%		
	Maszynowy Л		2,0 ÷ 3,0%		
	Sole obojętne NaCl, $NaNO_3$ , $KNO_3$ i inne	Jak wyżej	2,0 ÷ 3,0%		
	Woda przemysłowa	Studzenie po odpuszczaniu	2,0 ÷ 4,0%		
Nawęglanie stałymi i gazowymi środkami nawęglającymi	Stale środki nawęglające, przy stosunku świeżego do używanego 25 ÷ 30 : 75 ÷ 70	Nawęglanie części załadowanych do skrzynek	3 ÷ 5%	Ciężar środka nawęglającego w skrzynce wynosi 10 ÷ 15% ciężaru części	
		Jak wyżej w piecach retortowych	6 ÷ 8%		
	Błacha stalowa $\delta = 5 \div 10$ mm	Wykonanie skrzynek	5%	Trwałość skrzynek do 200 ÷ 250 godz	
	Odlewy stalowe lub żelwne	Wykonanie skrzynek, podstawek i przyrządów	6 ÷ 8%	Trwałość skrzynek i podstawek do 500 godz Trwałość skrzynek i podstawek metalizowanych aluminium wzrasta 3 ÷ 4 krotnie	
	Błacha stalowa żaroodporna $\delta = 5 \div 10$ mm	Wykonanie skrzynek	0,5 ÷ 1,0%	Trwałość 2500 ÷ 3000 godz	
	Odlewy żaroodporne	Wykonanie skrzynek, podstawek i przyrządów	0,8%	Trwałość 4000 ÷ 5000 godz <sup>1</sup>	
	Benzol lub olej specjalny	Wytwarzanie gazu nawęglającego do nawęglania w piecach typu „Heavy Duty”	60 ÷ 120 g/godz		
	Nafta	Wytwarzanie gazu nawęglającego (rozkład nafty bez dostępu powietrza + krakowanie gazu z parą wodną) 40% FGH + 60% KGH do nawęglania części w piecach ciągłego działania	0,02 ÷ 0,025 kg/kg	Wydajność z 1 kg nafty 0,6 m <sup>3</sup> gazu	
	Olej solarowy	Oczyszczanie gazu w urządzeniu	0,5 l/100 kg	0,3 l na 1 m <sup>3</sup> gazu	
	Chlorek wapnia $CaCl_2$ (roztwór wodny 10 procentowy)	Suszenie gazu	0,2%	0,05 l/m <sup>3</sup> gazu nawęglającego	
	Woda przemysłowa	Do podawania do przewodów krakowania, do chłodzenia i oczyszczania gazu		Na krakowanie $\approx 0,13$ l/godz	
	Cyjanowanie	Cyjanek sodu NaCN + sole obojętne NaCl + $Na_2CO_3$	Grzanie części przy cyjanowaniu	2,0 ÷ 3,0%	Uzupełnienie wanień świeżymi solami cyjanowymi 5% od ciężaru w wannie
				1,0 ÷ 1,5%	
Topik ГИПХа Sole obojętne		1,0 ÷ 1,5%			
		1,0 ÷ 1,5%			
Wodorotlenek sodu o stężeniu 6 ÷ 7° Baumé (10 procentowy roztwór wodny)	Chłodzenie po cyjanowaniu	0,1%			



Tabela 18 (c. d.)

Operacja	Materiały, warunki techniczne	Przeznaczenie materiałów	Jednostkowe zużycie materiałów w odniesieniu do ciężaru części	Wzory i wskaźniki do określenia zużycia
Azotowanie	Amoniak (płynny)	Azotowanie przy stopniu dysocjacji $\sim 25\%$	Części zwartej budowy $5 \div 10$ g/kg; części o dużej powierzchni jednostkowej (małego ciężaru) $20 \div 50$ do $80$ g/kg	
Trawienie	Techniczny kwas siarkowy $H_2SO_4$ o stężeniu $60 \div 66^\circ$ Baumé i kwas solny HCl o stężeniu $18 \div 20^\circ$ Baumé $\gamma = 1,13$	Trawienie chemiczne bez regulatorów	$3 \div 4\%$	
		Jak wyżej z użyciem regulatora	$2 \div 2,5\%$	
		Trawienie elektrolityczne (bez osadzenia się ołowiu)	$1,0 \div 1,2\%$	
		Jak wyżej z osadzeniem się ołowiu	$0,5 \div 0,8\%$	
	Wapno $CaCO_3$	Do zobojętnienia	$0,1 \div 0,2\%$	
	Soda $Na_2CO_3$	Jak wyżej	$0,025 \div 0,035\%$	8% na początku procesu, 1% na końcu
	Wodorotlenek sodu NaOH	Jak wyżej	$0,04 \div 0,05\%$	10% i 1% jak wyżej
		Elektrolityczne zdjęcie ołowiu	0,1%	
	Sól NaCl	Trawienie elektrolityczne bez osadzenia się ołowiu	$0,01 \div 0,015\%$	
		Jak wyżej z osadzeniem się ołowiu	$0,10 \div 0,15\%$	
	Chloran żelaza	Trawienie elektrolityczne z osadzeniem się ołowiu	$0,015 \div 0,018\%$	
	Para	Podgrzewanie wanien do trawienia	$160 \div 200$ kg/t	
Woda	Wanny do trawienia	$15 \div 20\%$		
Mycie	Soda $Na_2CO_3$ (10-procentowy roztwór wodny)	Mycie	$4 \div 5\%$	
	Wodorotlenek sodu NaOH	Jak wyżej	2%	
	Para	Podgrzewanie roztworu myjącego	$15 \div 20\%$	
	Woda	Utworzenie wodnego roztworu alkalicznego	$20 \div 30\%$	
Piaskowanie	Piasek rzeczny	Oczyszczanie części w piaskownicach	$8 \div 10\%$	
	Śrut i piasek stalowy	Jak wyżej w piaskownicach zmechanizowanych	$0,03 \div 0,05\%$	





Rys. 11. Wydział obróbki cieplnej, części obrabianych mechanicznie wchodzący w skład zakładu samochodów ciężarowych: 1, 2, 3, 4, 5 — piece do nawęglania ciągłego działania, 6 — piec ciągłego działania z obracającą się retortą, 7 — przepychowy piec ciągłego działania do normalizowania, 8, 9, 10, 11 — ten sam piec do grzania przy hartowaniu, 12, 13 — ten sam piec do odpuszczania, 14 — piec tunelowy ciągłego działania do odpuszczania, 15 — piec pionowy typu MC — 31 do odpuszczania, 16, 17, 19, 20, 21, 22 — piece solne BC — 22, 18 — zmechanizowana wanna do cyjanowania, 23 — prasa do chłodzenia „Gleason”, 24, 25, 26 — tęśmowe wanny do chłodzenia, 28, 29 — maszyny do hartowania „Hogan”, 30, 31, 32 — wanny do chłodzenia, podwójne, 33, 34 — maszyny do mycia, 35 — wanna do mycia, 36, 37, 38, 39, 40, 41 — prasy do prostowania, 42, 43, 44 — szliflerki, 45, 46, 47, 48, 49, 50 — aparaty Rockwella, 51 — suwnica warsztatowa.

Na rys. 10 pokazano wydział obróbki cieplnej II klasy przeznaczony do obróbki dużych części pancernych, a przede wszystkim blach o wymiarach do  $2,5 \times 7,5$  m. Całkowita produkcja wydziału wynosi 24 000 ton na miesiąc.

Wydział wyposażony jest w piece komorowe do hartowania i odpuszczania, w komory do utrzymywania blach w stanie nagrzanym, w maszyny do chłodzenia, urządzenia, transportowo-załadownicze i płaskownice.

Przed piecami hartowniczymi 2 i piecami do odpuszczania 7 rozmieszczonymi w dwóch szeregach, przesuwać się maszyny ładownicze 10. Za pomocą tych maszyn ładuje się blachy do pieców hartowniczych 2, wyładuje się je z tych pieców i podaje pomiędzy matryce maszyn chłodzących 3, następnie przenosi się blachy do pieców do odpuszczania 7, a później na stojaki 5 lub przenośniki rolkowe 9 i do komór do czyszczenia 8. Przy pełnym załadunku pieców do odpuszczania lub w czasie ich przymusowego przestoju utrzymuje się blachy pancerne w stanie gorącym w komorach 6 w temperaturze  $180 + 200^{\circ}\text{C}$  w celu uniknięcia tworzenia się pęknięć w czasie między operacjami hartowania i odpuszczania.

Komorowe piece do odpuszczania ogrzewane są gazem. Piece posiadają palniki umieszczone pod dnem i pod sklepieniem i wyposażone są w rekuperatory do podgrzewania powietrza. Blachy pancerne układa się w jednej warstwie na szmatowych podstawkach na dnie pieca.

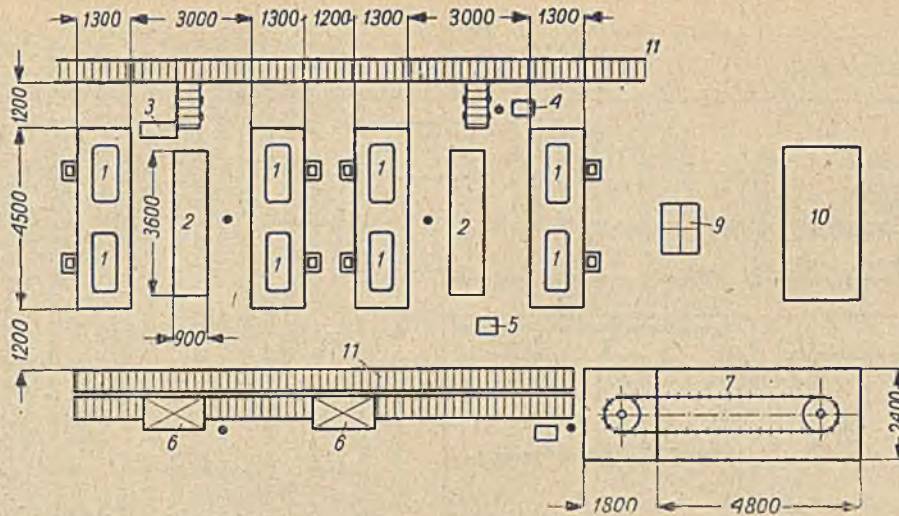
Komorowe piece do odpuszczania ogrzewane są gazem. Palniki umieszczone w sklepieniu pracują z zasysaniem powietrza. Blachy pancerne układa się w tym wypadku w jednej warstwie na żaroodpornych podstawkach na dnie pieca.

Komory do utrzymywania blach w stanie gorącym umieszczone są w zagłębieniach pod torami maszyn ładowniczych. Komory te ogrzewane są gazami spalinowymi innych pieców.

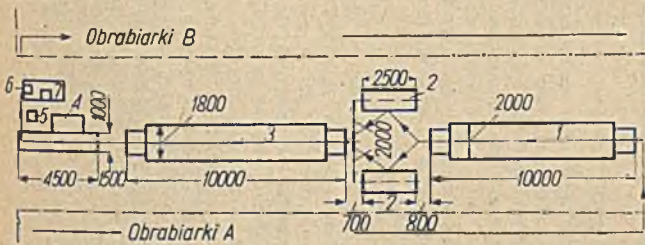
Ciężkie maszyny do chłodzenia blach pancernych w wodzie umożliwiają bez zwichrzeń obróbkę blach do grubości 150 mm.

Wydział obróbki cieplnej (III klasy, 2 grupy) przedstawiony na





Rys. 12. Sekcja cyjanowania kół zębatach: 1 — zmechanizowane wanny do cyjanowania, 2 — zmechanizowane wanny olejowe; 3 — wanna wodna, 4 — prasa ręczna do wciskania kół zębatach na wałki klinowe, 5 — prasa ręczna do ściągania kół zębatach z wałków klinowych, 6 — maszyna do mycia, 7 — wanna z azotanami do odpuszczania kół zębatach, 8 — wanna do chłodzenia kół zębatach po odpuszczaniu, 9 — wyciąg oparów z nadwanien cyjanowych, 10 — tablica z aparaturą do pomiarów temperatur, 11 — przenośnik rolkowy.

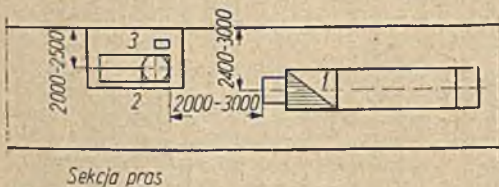


Rys. 13. Sekcja obróbki cieplnej przy potokowej obróbce mechanicznej: 1 — piec przepychowy ciągłego działania do grzania przy hartowaniu, 2 — maszyna do chłodzenia „Hogan”, 3 — piec ciągłego działania z przenośnikiem do odpuszczania, 4 — maszyna do mycia, 5 — szlifierka, 6 — aparat Rockwella; 7 — aparat Brinella.

rys. 11 posiada wydajność do 12 000 ton na rok a powierzchnia jego wynosi 4650 m<sup>2</sup>. Charakterystyczną cechą tego wydziału jest znaczny stopień zmechanizowania i umieszczenia pieców grupami według operacji.

Do tej samej klasy (3 grupy) należy zaliczyć sekcję cyjanowania kół zębatach skrzynki biegów, której schemat podany jest na rys. 12. Wydajność tej sekcji wynosi 3000 kompletów na miesiąc.

Na rys. 13 podano rozmieszczenie urządzeń sekcji obróbki cieplnej położonej w potoku obróbki mechanicznej (III klasa, 4 grupa).



Rys. 14. Sekcja wyżarzania bez tworzenia zgorzeliny w wydziale obróbki plastycznej na zimno: 1 — piec ciągłego działania z rolkowym trzonem do wyżarzania (lub normalizowania), 2 — urządzenia do wytwarzania atmosfery ochronnej z komorą chłodniczą, 3.

Na rysunku 14 pokazano sekcję wyżarzania (lub normalizowania) bez tworzenia zgorzeliny części między operacjami w wydziale obróbki plastycznej na zimno.

W niektórych zakładach budowy maszyn w uniwersalnych wydziałach obróbki cieplnej przeprowadza się wszystkie rodzaje obróbki cieplnej części nieobrobionych (odkuwki, odlewy) i obrobionych mechanicznie.

Na rys. 15 pokazany jest taki uniwersalny wydział obróbki cieplnej zakładów budowy ciężkich maszyn. Urządzenia do obróbki cieplnej odkuwek (1—19) skupione są w jednym miejscu wydziału przylegającym do kuźni. Pozostałe urządzenia służą do obróbki cieplnej części po zakończeniu ich obróbki mechanicznej.

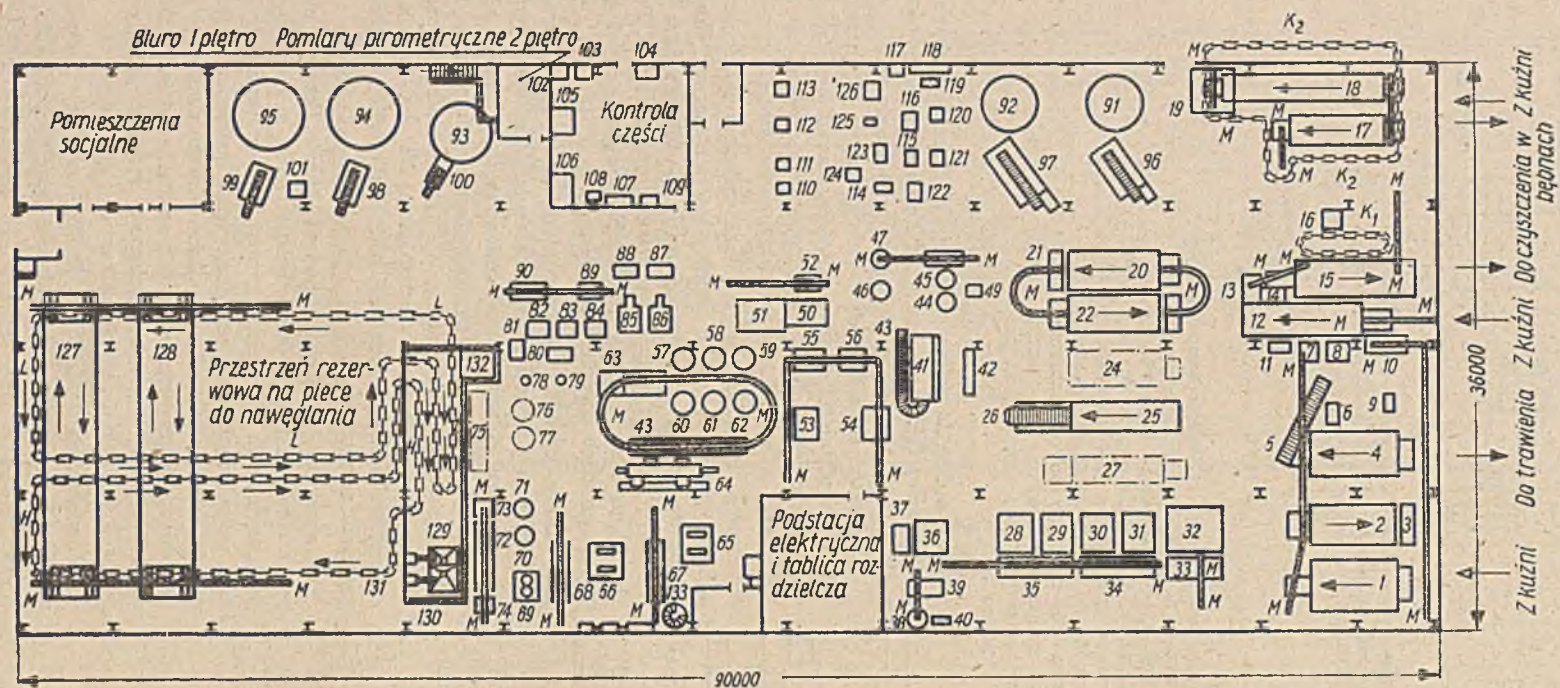
Oddziały obróbki cieplnej wydziałów remontowych charakteryzują się zazwyczaj urządzeniami uniwersalnymi, odpowiednimi do przeprowadzania wszelkiego rodzaju obróbki cieplnej części maszyn o ciężarze od kilograma do kilku ton każda (tłoczydka młotów), w stanie nieobrobionym lub obrobionym mechanicznie. Na rys. 16 pokazano rozmieszczenie urządzeń oddziału obróbki cieplnej wydziału remontowego.

W specjalnych fabrykach narzędzi (typu „Frezer“) obróbka cieplna narzędzi przeprowadzana jest w samodzielnych wydziałach (VI klasa, 1 grupa). Rozplanowanie urządzeń w tych wydziałach jest analogiczne do rozplanowania urządzeń w specjalnych oddziałach obróbki cieplnej wydziałów narzędziowych większych zakładów budowy maszyn (VI klasa, 2 grupa) Schemat rozplanowania poszczególnych sekcji obróbki pokazany jest na rys. 17.

W większych wydziałach obróbki cieplnej narzędzi urządzenia pomocnicze (urządzenia do chłodzenia oleju, wentylatory, zbiorniki centralne i inne) umieszcza się w piwnicach.

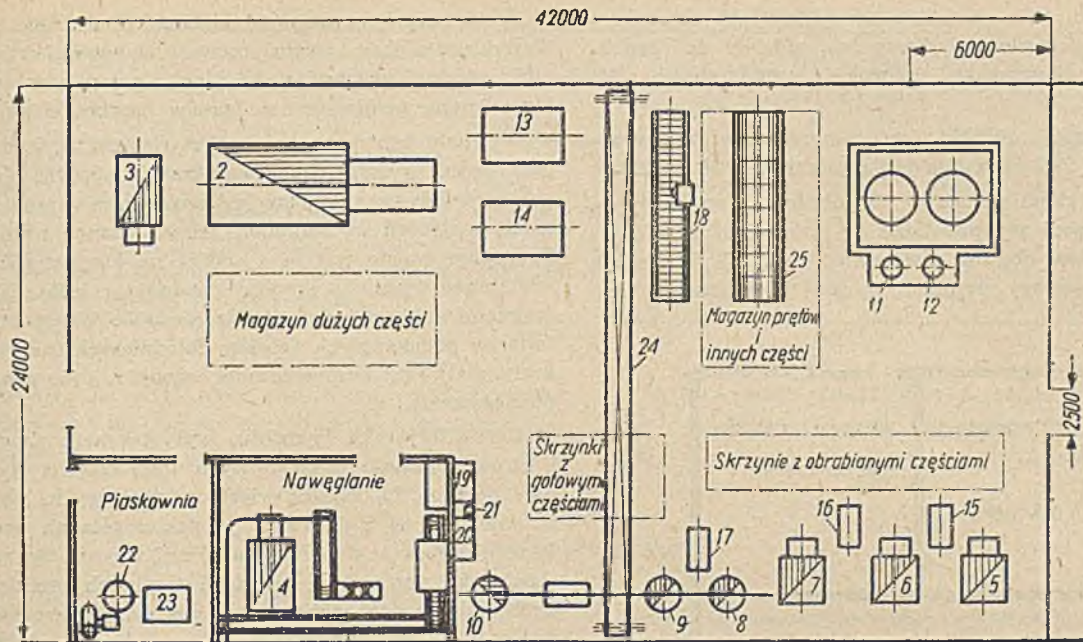
Wydziały (oddziały) do obróbki cieplnej narzędzi pomiarowych (VII klasa) planuje się analogicznie do wydziałów (oddziałów) obróbki cieplnej narzędzi tnących według schematu podanego na rys. 17. W zakładach bu-



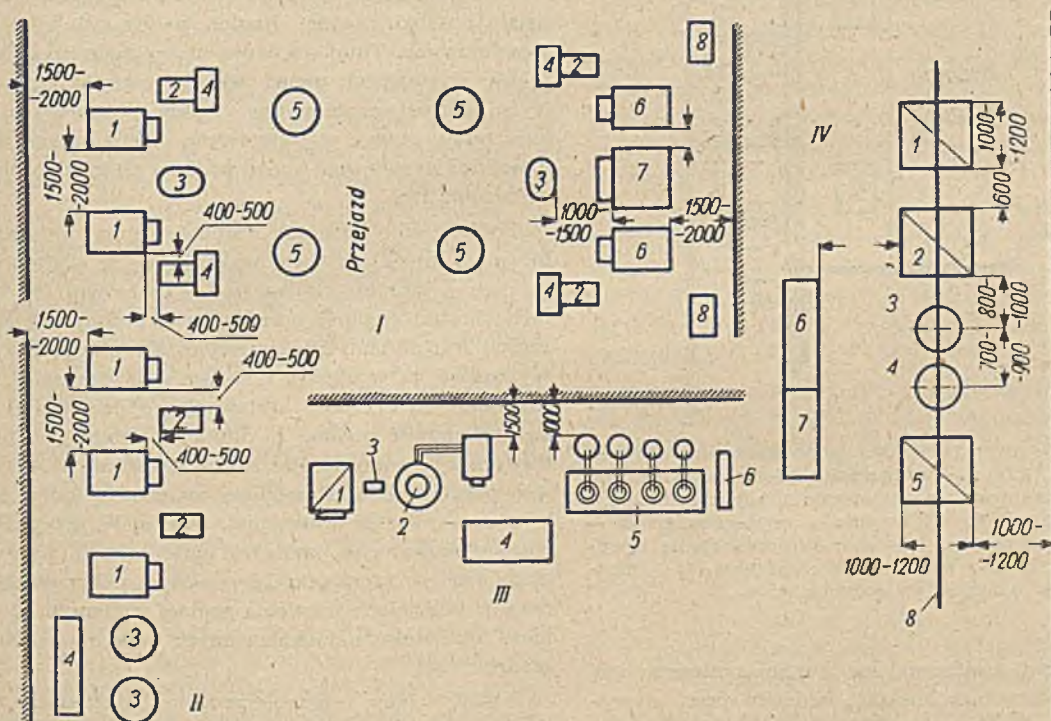


Rys. 15. Wydział obróbki cieplnej (uniwersalny): 1 — piec ciągłego działania (z przepychaczem) do normalizowania, 2 — piec ciągłego działania do grzania osi przy hartowaniu, 3 — maszyna do chłodzenia przednich osi, 4 — piec elektryczny ciągłego działania (z przepychaczem) do odpuszczania osi, 5 — przenośnik rolkowy, 6, 7, 8 — prasy, 9 — szlifierka jednotarczowa, 10 — aparat Brinella, 11 — stół, 12 — piec ciągłego działania do normalizowania lub grzania wałów korbowych przy hartowaniu, 13 — stół pochylny, 14 — maszyna do chłodzenia wałów korbowych, 15 — piec ciągłego działania (z przepychaczem) do odpuszczania wałów korbowych; 16 — prasa, 17 — piec ciągłego działania (z przepychaczem) do normalizowania lub odpuszczania różnych części, 18 — zbiornik oleju (podziemny), 20 — piec elektryczny ciągłego działania (z przepychaczem) do hartowania i odpuszczania półosiek, 21 — zbiornik do chłodzenia, 22 — piec ciągłego działania (z przepychaczem) do grzania półosiek przy hartowaniu i odpuszczaniu, 23 — zbiornik do chłodzenia, 24 — miejsce dla pieców do obróbki cieplnej półosiek, 25, 27 — piece ciągłego działania (z przepychaczem) do grzania korbowodów przy hartowaniu, 26 — zbiornik do chłodzenia z przenośnikiem, 28, 29, 30, 31, 32 — piece komorowe, 33, 34, 35 — wanny olejowe lub wodne, 36, 37 — piec „Hump“, 39 — zbiornik do chłodzenia, 40 — tablica z aparaturą i rozrusznikiem pieca „Hump“, 41 — piec do grzania kół zębatach koronowych przy hartowaniu, 42 — stojaki, 43 przenośnik rolkowy, 44, 45, 46 — prasy „Gleason“ do chłodzenia kół zębatach koronowych, 47, 48 — zbiorniki chłodzące, 49 — siatka, na której obciekają z oliwy koła zębata po hartowaniu, 50 — piec do grzania drobnych części przy hartowaniu, 51, 52 — zbiorniki do chłodzenia, 53, 54 — wanny z azotanami do odpuszczania, 55, 56 — zbiorniki do mycia, 57, 58, 59, 60, 61, 62 — piece „Homo“, 63 — zbiornik wodny do chłodzenia po odpuszczeniu, 64 — maszyna do mycia, 65, 66 — zbiorniki z kąpielą ołowiową, solną i cyjanową, 67, 68, 72, 80, 81 — zbiorniki do chłodzenia, 69 — wanny z kąpielą ołowiową, 70 — wanna z kąpielą ołowiową; 71 — wanna z kąpielą solną, 73, 74 — prasy, 75 — miejsce do zainstalowania zbiornika olejowego przy rozbudowie wydziału, 76, 77 — miejsce do zainstalowania wanien z kąpielą ołowiową przy rozbudowie wydziału; 78, 79 — wanny do cyjanowania, 82, 83, 84 — piece komorowe, 85, 86 — piece elektryczne do grzania wałów rozrzędu przy hartowaniu, 87, 88 — maszyny chłodzące do wałów rozrzędu, 89, 90 — zbiorniki do chłodzenia, 91, 92, 93, 94, 95 — piece ze spodem obrotowym do grzania przy hartowaniu i odpuszczaniu, 96, 97, 98, 99, 100 — zbiorniki do chłodzenia z przenośnikami, 101 — zbiornik wody do mycia, 103, 104 — aparaty Rockwella, 102, 105, 106, 107 — aparaty Brinella, 110, 111, 112, 113 — szlifierki; 114 ÷ 124 — prasy, 125, 126 — szlifierki, 127, 128 — dwukomorowe (czterorzędowe), przeciwbieżne piece ciągłego działania do nawęglania, 129 — górny zbiornik świeżych środków nawęglających, 130 — górny zbiornik środków nawęglających już poprzednio używanych, 131 — przenośnik do transportu środków nawęglających, 132 — winda do komunikacji z piwnicą, MM — przenośniki jednoszynowe z chwytnikami, K<sub>1</sub>K<sub>1</sub> — przenośnik podwieszony do transportu wałów korbowych; K<sub>2</sub>K<sub>2</sub> — przenośnik do transportu podstawek z częściami, LL i HH — przenośnik do transportu skrzynek do nawęglania.





Rys. 16. Oddział obróbki cieplnej wydziału remontowego: 1 — piec plonowy do hartowania i odpuszczania prętów i ciężkich wałów, 2 — uniwersalny piec z wysuwającym trzonem do ciężkich części, 3 — piec komorowy, 4 — piec komorowy do wyżarzania, 5, 6 — piec komorowy do hartowania, 7 — piec komorowy do odpuszczania, 8, 9 — wanny z kąpielą solną, 10 — piec „Homo”, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 — zbiorniki do chłodzenia, 18 — przenośnik rolkowy i aparat Brinella do badania ciężkich części, 19, 20 — stoły z aparatami Brinella i Rockwella, 21 — szlifiereczka, 22, 23 — piaskownica, 24 — suwnica warsztatowa o udźwigu 10 T.



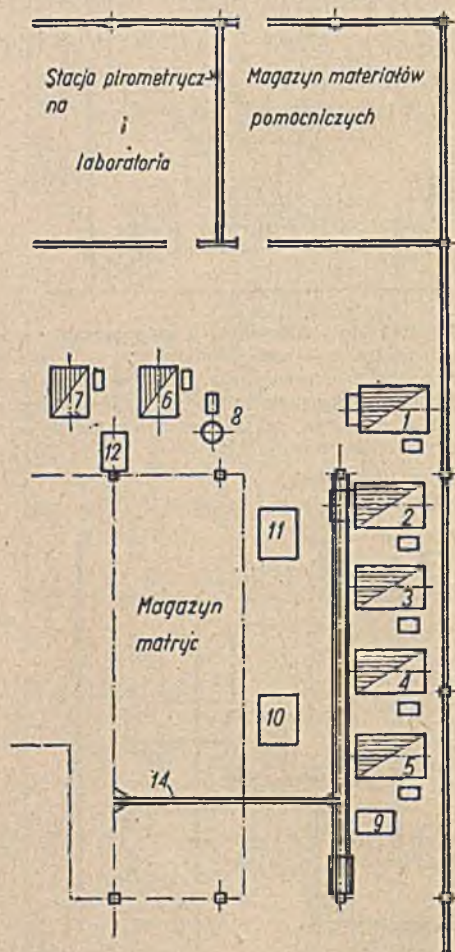
Rys. 17. Przykłady grupowego rozmieszczenia urządzeń do obróbki cieplnej narzędzi według zasady pełnego cyklu. Schematyczne rozplanowanie urządzeń odcinka obróbki cieplnej narzędzi: I — sekcja obróbki cieplnej narzędzi i matryc ze stali węglowej, stopowej i szybkochnącej: 1 — piec do grzania, 2 — zbiorniki do wanny z azotanem potasowym; 4 — stoły robocze; 5 — piece do odpuszczania, 6 — piece do podgrzewania do temperatury końcowej; 7 — dwukomorowe piece do podgrzewania; 8 — skrzynia regulacji automatycznej; II — odcinek obróbki cieplnej narzędzi i matryc ze stali węglowej i stopowej: 1 — piec do grzania; 2 — zbiorniki do chłodzenia, 3 — piece do odpuszczania; 4 — skrzynia regulacji automatycznej, III — odcinek obróbki cieplnej narzędzi i ze stali szybkochnącej w wannach solnych: 1 — piec do podgrzewania; 2 — wanna elektryczna solna; 3 — zegar elektryczny, 4 — zbiornik do chłodzenia, 5 — wanna „Lava”, 6 — tablica z aparaturą do pomiaru temperatury; IV — odcinek obróbki cieplnej narzędzi (przeciągaczy): 1 — piec do podgrzania, 2 — piec do grzania przy hartowaniu, 3 i 4 — zbiorniki do chłodzenia, 5 — piec do odpuszczania, 6 — stół ślusarski, 7 — prasa do prostowania; 8 — przenośnik jednoszynowy.



dowy maszyn (nie specjalnie narzędziowych) najczęściej są ze sobą połączone wydziały lub oddziały do obróbki narzędzi i przyrządów tnących i pomiarowych (VI i VII klasa).

Do urządzenia obróbki cieplnej narzędzi w temperaturach poniżej 0°C potrzebna jest powierzchnia  $36 \div 48 \text{ m}^2$ .

Obróbkę cieplną matryc (do obróbki plastycznej na zimno i gorąco) przeprowadza się najczęściej w oddziałach wydziałów obróbki plastycznej (rys. 18). W dużych zakładach masowej produkcji wydział wytwarzający ma-



Rys. 18. Oddział obróbki cieplnej przy warsztacie obróbki plastycznej: 1, 2, 3, 4, 5 — uniwersalne piece komorowe (do wyżarzania, normalizowania hartowania i odpuszczania, 6, 7 — piece komorowe do hartowania i odpuszczania, 8 — wanna z kąpielą ołowiową, 9 — piec do odpuszczania chwytów matryc, 10, 11, 12 — zbiorniki do chłodzenia, 14 — suwnica warsztatowa jednobelkowa.

tryce do obróbki plastycznej na zimno umieszcza się zwykle w bezpośredniej bliskości oddziału pras, a wydział matryc obróbki plastycznej na gorąco blisko kuźni. Każdy z tego rodzaju wydziałów wytwarzających matryce posiada własny oddział obróbki cieplnej. Wydziały do obróbki cieplnej ciężkich matryc wyposaża się w odpowiednio wielkie urządzenia, na przykład piece z wysuwającym trzonem, specjalne zbiorniki olejowe do hartowania z dolnym natryskiem, suwnice mostowe z przyspieszonym podnoszeniem i opuszczaniem ładunku, specjalne aparaty Brinella, piece-płyty do odpuszczania chwytów matryc itp.

**Pomieszczenia wydziałów (oddziałów) obróbki cieplnej.** W związku z charakterem procesów technologicznych obróbki cieplnej uwydatnia się szereg wymagań, jakie spełnić powinny pomieszczenia działów obróbki cieplnej.

Wydziały lub oddziały obróbki cieplnej w wydziałach pras, kuźni, wydziałach mechanicznych, obróbki plastycznej, narzędziowni pożądane jest umieszczać w pomieszczeniach mających co najmniej jedną ścianę zewnętrzną. Specjalnie ważne jest to z uwagi na konieczność przewietrzania wydziału obróbki cieplnej w lecie. Istnienie ściany zewnętrznej daje także możliwość transportu materiałów pomocniczych (olejów chłodniczych, soli, ołowiu, cegły, gliny itp.) bezpośrednio z zewnątrz, a nie przez inne pomieszczenia.

Charakterystyka wydziału, wytypowanego urządzenia i istnienie suwnic warsztatowych wpływają na wysokość hal mierzoną do dolnych więzów dachowych. Wysokość ta waha się od 5 do 10 m (w poszczególnych przypadkach wysokość ta dochodzi do 20 m i więcej). Sekcje wydziału nie posiadające urządzeń cieplnych promieniujących większą ilość ciepła i nie mających przewodów prowadzonych góra (prostowanie, wyciskanie, czyszczenie kontrola) mają przeważnie wysokość hal  $5 \div 7 \text{ m}$ . W przypadku rozprowadzenia góra przewodów wyciągowych do usuwania spalin, par cyjanowych, ołowiowych, solnych i olejowych, wysokość hal wydziału do dolnych więzów dachowych wynosi  $7 \div 9 \text{ m}$ . Sekcje wydziału wyposażone w suwnice warsztatowe posiadają wysokość hal  $9 \div 10 \text{ m}$  do dolnych więzów dachowych.

W zupełnie inny sposób dobiera się wysokości hal wydziału obróbki cieplnej długich wałów, osi, łuf i śmigieł samolotowych. Tutaj decydują następujące czynniki: wysokość wystających ponad podłogę części pieców pionowych, długość przedmiotów cieplnie obrabianych, wysokość torów suwnic warsztatowych obsługujących wydział, wysokość wystających ponad podłogę części zbiorników do chłodzenia itp.

Podłogi w wydziałach obróbki cieplnej powinny być łatwe do mycia i dlatego wyklada się je płytami prasowanymi z proszku glinianego i wypalonymi (w wydziałach obróbki cieplnej narzędzi oraz drobnych i średnich części) lub płytami klinkierowymi. Na sekcjach wydziału wyposażonych w ciężkie urządzenia (wyżarzanie, normalizowanie, nawęglanie, hartowanie, odpuszczanie) zaleca się wykonywać podłogi z klinkieru, betonu lub płyt żeliwnych ryflowanych. Nie zaleca się stosować w wydziałach obróbki cieplnej podłóg z materiałów łatwo palnych — z desek, kostki drewnianej, asfaltu. W przypadku gdy piece ulokowane są pomiędzy obrabiarkami, podłogę dookoła nich w promieniu  $1,0 \div 1,5 \text{ m}$  pokrywa się betonem. W oddziałach trawienia podłogi wykonuje się z klinkieru lub betonu, a dookoła samych wanien z betonu kwasoodpornego.

Sufity, ściany i przepierzenia w wydziałach obróbki cieplnej należy wykonać z żelazobetonu; sufity i ściany maluje się farbą ognioodporną. Kolumny, sufity i ściany w oddziałach trawienia nie powinny posiadać wystających części metalowych.

Kanały przewodów wyklada się cegłą i przykrywa lekimi płytkami żelazobetonowymi, żeliwnymi lub z blachy ryflowanej. Przykrycia te powinny otwierać się bez trudności i jednocześnie posiadać wytrzymałość, dopuszczającą przejazd po nich samochodów i wózków transportowych.



Tablica 19

Nazwa wskaźnika	Wymiar	Wydział obróbki cieplnej odlewów i odlewków	Wydział obróbki cieplnej części obrabianych mechanicznie	Oddział obróbki cieplnej narzędziowni	Oddział obróbki cieplnej działu obróbki plastycznej
Wydajność wydziału z 1 m <sup>2</sup> powierzchni produkcyjnej	ton/rok	8 ÷ 11	5 ÷ 9	0,75 ÷ 1,30	2 ÷ 4
Powierzchnia pomocnicza wydziału	procent od całkowitej powierzchni	5 ÷ 10	10 ÷ 15	20 ÷ 25	20 ÷ 25
Wydajność na 1 robotnika produkcyjnego	ton/rok	80 ÷ 120	50 ÷ 80	15 ÷ 25	40 ÷ 60
Ilość robotników pomocniczych	procent od ilości całkowitej	10 ÷ 15	15 ÷ 20	15 ÷ 20	15 ÷ 20
Powierzchnia produkcyjna na 1 piec (agregat)	m <sup>2</sup>	120 ÷ 170	50 ÷ 60	20 ÷ 30	40 ÷ 60

Przewody dla wody, oleju, pary, gazu, ropy, przewody kanalizacyjne i inne zaleca się prowadzić w kanałach pod podłogą.

### WSKAŹNIKI TECHNICZNO-EKONOMICZNE

W tablicy 19 podane są wskaźniki techniczno-ekonomiczne zaczerpnięte z wykonanych projektów i z literatury (1—4).

### LITERATURA I ŹRÓDŁA

1. REGIERER Z. i SZMYKOW A.: Projektowanie, termicznych cechów awto - traktornych zawodów ONTI NKTP. 1936.
2. MINKIEWICZ N.: Pieczi i oborudowanie termicznych cechów. ONTI. 1927.
3. RUSTJEM i SKOROW D.: Osnowy projektowania instrumentalnosztampowych termicznych cechów. Maszgin. NKTМ. 1939.
4. Giprospedmasz: Sprawoznik projektanta maszynostroitelnych zawodów 1945.

### PROJEKTOWANIE ODDZIAŁÓW (SEKCIJ) POWIERZCHNIOWEGO HARTOWANIA INDUKCYJNEGO PRĄDAMI WYSOKIEJ CZĘSTOTLIWOŚCI

**Określenie metody.** W celu osiągnięcia miejscowego powierzchniowego zahartowania wykorzystuje się nierównomierne rozłożenie energii cieplnej powstającej w stalowym przedmiocie umieszczonym w szybkozmiennym polu elektromagnetycznym.

Na ogół używa się zakresu częstotliwości leżącego w granicach  $f \approx 2000 \div 1\,000\,000$  okr./sek. W rzadkich wypadkach, gdy głębokość warstwy zahartowanej ma osiągnąć 20 ÷ 30 mm (np. płyty pancerne), mogą być użyte prądy o częstotliwości mniejszej niż 2000 okr./sek.

Przy obróbce cieplnej przedmiotów o specjalnie małej średnicy (np. igły) do zasilania urządzeń nagrzewających stosuje się prądy o częstotliwości około 10 000 000 okr./sek.

Podział na „podwyższoną“, i „wysoką“ częstotliwość przy powierzchniowym hartowaniu jest umowny. Przy jednej i tej samej częstotliwości stosunek grubości warstwy podlegającej zahartowaniu —  $\delta$  do głębokości przenikania prądów w stal —  $p$  może być większy lub mniejszy od jedności. W pierwszym wypadku przy  $\frac{\delta}{p} > 1$  charakter nagrzewania będzie odpowiadał „podwyższonej“ częstotliwości niezależnie od jej wartości, przy  $\frac{\delta}{p} < 1$  charakter nagrzewania będzie odpowiadał „wysokiej“ częstotliwości. Dlatego w dalszym ciągu przez termin „nagrzewanie prądami wysokiej częstotliwości“ rozumiemy nagrzewanie przy optymalnej częstotliwości prądu zasilającego najkorzystniej wybranej dla wypełnienia żądanych zadań postawionych z dziedziny obróbki cieplnej.

Schemat procesu indukcyjnego ogrzewania prądami wysokiej częstotliwości. Jednozwojową lub wielozwojową cewkę (tzw. induktor) robi się z rurki wykonanej z materiału technicznej i ochładza się ją w czasie pracy przepływającą wodą; cewki odłączona jest do prądnicy dającej prąd, o wysokiej częstotliwości. Dokoła rurki

induktora, przewodzącej prąd, powstaje szybkozmienne pole elektromagnetyczne. W stalowych częściach, umieszczonych w polu induktora, tworzą się prądy wirowe, które z kolei wytwarzają wewnątrz tych części pole elektromagnetyczne. Pod działaniem tego pola prądy wirowe są wypychane na powierzchnię przedmiotu. To zjawisko nierównomiernego rozłożenia prądu w przekroju przewodzącego metalu nazywamy efektem *powierzchniowym* lub *naskórkowym* (*skineffect*).

W rezultacie zamiany prądów wirowych na ciepło następuje ogrzewanie powierzchniowych warstw przedmiotu w polu działania induktora. Temperatura tych warstw osiąga wartość powyżej  $A_{c3}$ . Głębsze warstwy ogrzewają się znacznie mniej, a temperatura metalu w głębi nie zmienia się.

Grubość powierzchniowej warstwy stali, która pochłania do 90% ciepła wydzielanego indukowanymi prądami wirowymi (głębokość przenikania prądu —  $p$ ), można znaleźć z równania (1, 4).

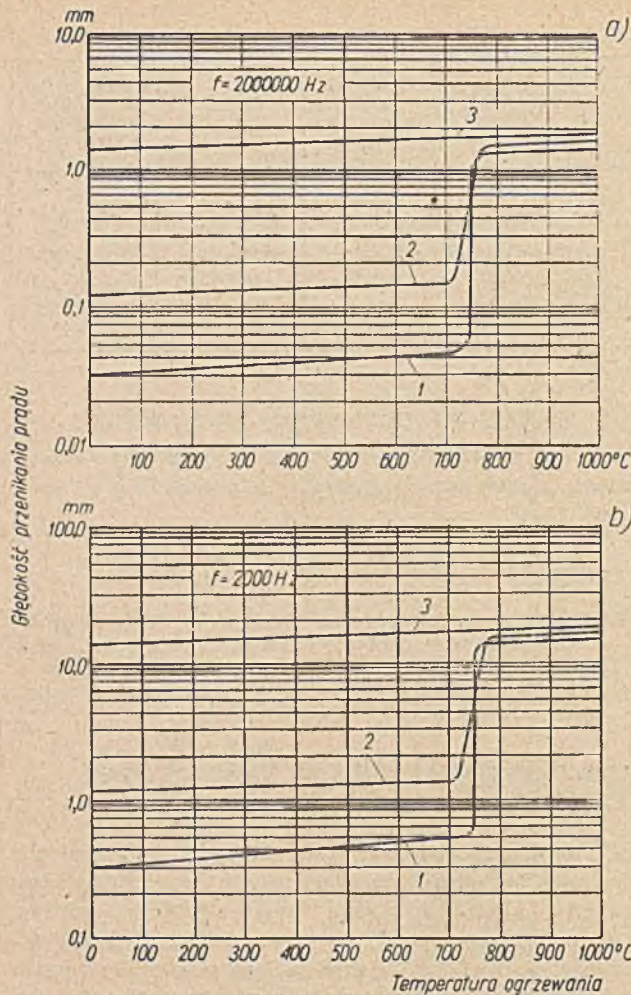
$$p \approx 5,3 \cdot 10^4 \sqrt{\frac{\rho}{\mu \cdot f}} \text{ mm} \quad (1)$$

gdzie:

- $\rho$  — opór właściwy stali w om. cm,
- $\mu$  — przenikliwość magnetyczna stali,
- $f$  — częstotliwość prądu zasilającego w okr./sek.

W procesie indukcyjnego ogrzewania stali głębokość przenikania —  $p$  rośnie wskutek zmian wielkości  $\rho$  i  $\mu$  z podwyższaniem się temperatury. Na rys. 19 a i b pokazano charakter zmiany głębokości przenikania prądu —  $p$  w stalach różnych marek przy najczęściej używanych w praktyce częstotliwościach  $f = 200\,000$  i  $2000$  okr./sek. Krzywa 1 wykreślona jest dla eutektoidalnej stali węglowej, krzywa 2 — dla stali stopowej 40 X, a krzywa 3 — dla stali chromoniklowej, niemagnetycznej. Jak widzimy z rys. 19 a i b, przy zmniejszaniu częstotliwości prądu  $f$





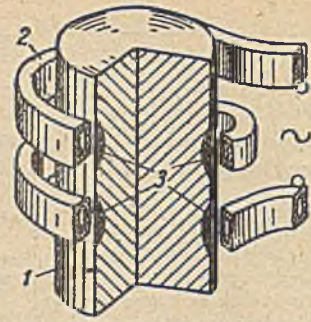
Rys. 19. Charakter zmian głębokości przenikania — p prądu w różnych gatunkach stali przy częstotliwości prądu  $f = 200000 \text{ okr/sek}$  [a] i  $2000 \text{ okr/sek}$  [b].

sto razy (z 200 000 do 2000 okr/sek) głębokość przenikania  $p$  zmniejszyła się tylko 10 razy, tj. odwrotnie proporcjonalnie do pierwiastka kwadratowego z wielokrotności zmiany częstotliwości.

Dalszy wpływ na grubość nagrzewanej warstwy, oprócz naskórkowego zjawiska, okazuje także zjawisko bliskości. Powstaje ono w rezultacie wzajemnego oddziaływania zewnętrznych magnetycznych pól induktora i przedmiotu i powoduje nierównomierne rozłożenie prądu, a w rezultacie i ciepła w bliżej siebie leżących częściach induktora i przedmiotu. W tym wypadku, gdy prądy skierowane są w przeciwne strony, maksymalna ich gęstość będzie w najbardziej blisko siebie leżących częściach (linie prądów jak gdyby przyciągały się wzajemnie). Takie zjawisko obserwuje się przy indukcyjnym ogrzewaniu, gdzie prądy w przedmiocie i induktorze są do siebie przysunięte.

Jeśli prądy w blisko siebie leżących przewodnikach skierowane są w jednym kierunku (np. w sąsiednich zwojach cewek wielozwojowego induktora), linie prądów jak gdyby odpychają się i wtedy maksymalna gęstość występuje na najbardziej oddalonych od siebie miejscach. Na rys. 20 podano schematycznie efekt bliskości przy indukcyjnym nagrzewaniu stalowego sworznia w polu dwuzwojowego induktora.

W miejscach 3 sworznia 1 przy rurkach induktora 2 przewodzącego prąd wytwarza się największa ilość energii



Rys. 20. „Efekt bliskości“ przy indukcyjnym ogrzewaniu prądami wysokiej częstotliwości stalowego sworznia w dwuzwojowym induktorze.

cieplnej, co przyczynia się do nierównomiernego ogrzewania sworznia.

Dla otrzymania warstwy równej grubości na całej powierzchni sworznia, przy ogrzewaniu induktorem wielozwojowym, konieczne jest obracanie sworznia naokoło jego osi o ilości 20 ÷ 30 obrotów na czas trwania ogrzewania.

Sposoby hartowania powierzchniowego prądami wysokiej częstotliwości. Istnieją cztery sposoby indukcyjnego hartowania powierzchniowego:

a. Jednoczesne ogrzanie całej powierzchni przeznaczonej do zahartowania i następnie ochłodzenie. Dla jednoczesnego ogrzania całej powierzchni generator prądów wysokiej częstotliwości powinien posiadać moc  $P_g$ , określoną równaniem:

$$P_g = \frac{F \cdot \Delta P}{\eta} \text{ kW}$$

gdzie:

$F$  — powierzchnia w  $\text{cm}^2$ , podlegająca jednoczesnemu ogrzaniu na głębokość  $\delta$ ;

$\Delta P$  — moc na jednostkę powierzchni ogrzewanej w  $\text{kW/cm}^2$  dla danej głębokości  $\delta$  i częstotliwości  $f$ ;

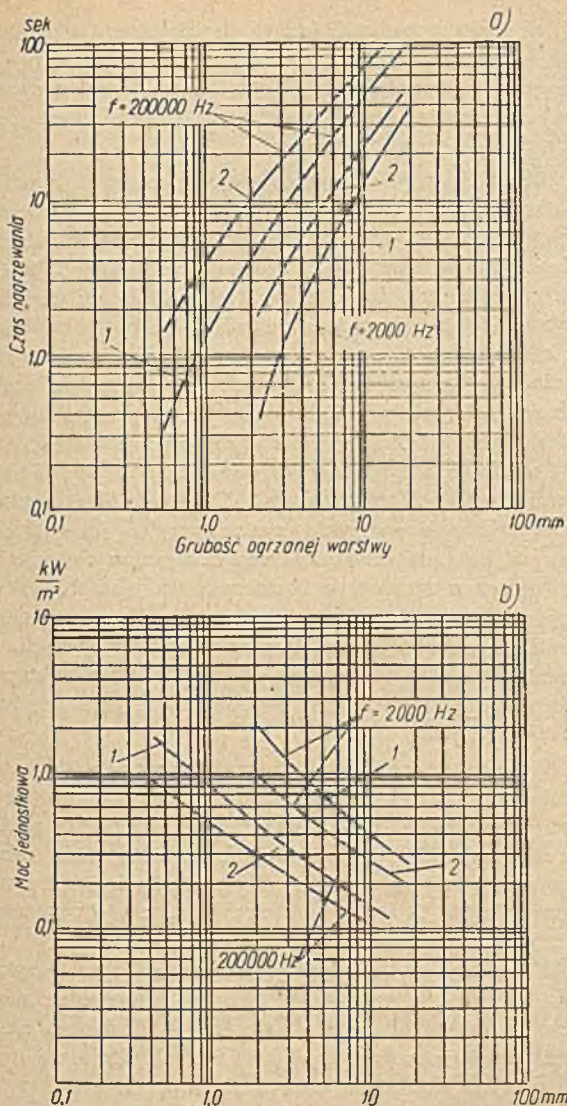
$\eta$  — współczynnik sprawności ogrzewania indukcyjnego.

Przy obróbce cieplnej przedmiotów cylindrycznych współczynnik sprawności wynosi  $\eta \approx 0,8 \div 0,5$  (z powiększaniem się szczeliny między induktorem a przedmiotem  $\eta$  maleje); przy obróbce cieplnej płyt —  $\eta \approx 0,6 \div 0,4$ . Mniejszych częstotliwości prądu odpowiadają mniejsze wielkości współczynnika sprawności. Wykresy orientacyjne (rys. 21 a i b) przedstawiają potrzebną moc jednostkową —  $\Delta P$  oraz czas ogrzewania —  $t$ , przy obróbce cieplnej przedmiotów ze stali węglowej i ze stopowej 40 X, przy użyciu prądu o częstotliwości  $f = 200\,000$  i  $2000 \text{ okr/sek}$ .

Przepustowość urządzenia przy jednoczesnym ogrzewaniu całej powierzchni jest większa niż w czterech pozostałych sposobach hartowania indukcyjnego. Przepustowość tę określa się z czasu trwania obróbki cieplnej, przypadającej na jeden przedmiot i zależy ona od stopnia mechanizacji podawania przedmiotów.

b. Postępowe ogrzewanie i ochłodzenie poszczególnych części przedmiotu. Ten sposób stosuje się na przykład przy następującym jeden po drugim (kolejnym) hartowaniu sztyk wałów korbowych i wałów rozrządu, przy hartowaniu stożkowych, cylindrycznych, spiralnych i daszkowych kół zębatach o module  $m > 6$  za pomocą obróbki „zęba





Rys. 21. Orientacyjne wykresy określające czas ogrzewania —  $t$  i moc jednostkową —  $\Delta P$  zależnie od żądanej głębokości ogrzewanej warstwy —  $\delta$ , częstotliwości prądu —  $f$  i rodzaju stali; krzywe 1 odnoszą się do stali węglowej, krzywe 2 — do stali 40X.

za zębem". Przepustowość urządzenia przy hartowaniu postępowym jest mniejsza niż przy jednoczesnym ogrzewaniu całej powierzchni hartowanej; także moc zasilającego generatora może być mniejsza.

c. Postępowo — ciągłe (przesuwne) ogrzewanie i chłodzenie „przesuwaniem”. Podlegający obróbce przedmiot przesuwa się z równomierną szybkością  $v$  cm/sek przez strefę działania induktora. W granicach tej strefy następuje ogrzewanie powierzchni przedmiotu do temperatury powyżej krytycznej. Ogrzana powierzchnia wchodzi płynnie w strefę chłodzenia, gdzie następuje zahartowanie.

Szybkość  $v$  potrzebną do przesuwania przy zastosowaniu tej metody określa się w następujący sposób. Przy założeniu mocy generatora prądów wysokiej częstotliwości  $P_g$  w kW, koniecznej mocy jednostkowej —  $\Delta P$  w kW/cm<sup>2</sup> oraz współczynnika sprawności ogrzewania —  $\eta$  można wyliczyć maksymalną powierzchnię  $F_{max}$ , która może być ogrzana jednocześnie do hartowania

$$F_{max} = \frac{\eta \cdot P_g}{\Delta P} \text{ cm}^2 \quad (3)$$

Geometryczne wymiary induktora, np. jego wysokość —  $h_i$  i wewnętrzną średnicę —  $D_i$ , przy obróbce cieplnej przedmiotów cylindrycznych dobiera się z takim wyliczeniem, aby ogrzewał on powierzchnię nie większą od  $F_{max}$

$$\pi D_i h_i \leq F_{max} \quad (4)$$

Czas ogrzewania żądanej warstwy —  $\delta$  w mm przy częstotliwości prądu —  $f$  znajdziemy z wykresu podanego na rys. 21 a.

Znając wielkości  $h$  i  $t$  wyznaczamy potrzebną szybkość przesuwu  $v$  na podstawie następującego wzoru:

$$v = \frac{h_i}{t} \text{ cm/sek} \quad (5)$$

Na ogół zakres szybkości na stanowiskach do hartowania przesuwnego przyjmuje się w granicach od 0,2 do 3 cm/sek, przy grubości warstwy hartowanej  $\delta = 1 - 10$  mm i częstotliwości prądu  $f = 2000 - 200\,000$  okr/sek.

d. Postępowe hartowanie poszczególnych części przedmiotu w sposób przesuwny.

Ten sposób stosuje się przy hartowaniu dużych przedmiotów o wielkich powierzchniach przeznaczonych do hartowania w poszczególnych częściach przedmiotu, np. zęby kół zębatach o dużej szerokości i o module  $m > 20$ . Przy zastosowaniu tej metody każdy ząb oddzielnie podlega przesuwnemu hartowaniu.

Przepustowość tej metody powierzchniowego hartowania jest najniższa ze wszystkich opisanych wyżej, ale i potrzebna moc zasilającego generatora jest najmniejsza.

Dobór sposobu ogrzewania prądami wysokiej częstotliwości. Niezależnie od wybranego sposobu hartowania — ogrzewanie warstwy  $\delta$  można osiągnąć przy różnych wielkościach  $f$ , jednostkowej mocy —  $\Delta P$  w różnych czasach ogrzewania —  $t$ . Wraz ze zwiększaniem częstotliwości zmniejsza się głębokość przenikania prądu w stal i wielkość koniecznej mocy jednostkowej —  $\Delta P$  zapotrzebowanej na każdy cm<sup>2</sup> ogrzewanej powierzchni. Aby osiągnąć grubość warstwy  $\delta$  większą niż głębokość przenikania prądu —  $\rho$ , wykorzystuje się przewodnictwo cieplne stali. Czas ogrzewania przy podwyższonej częstotliwości —  $f$  prądu różnie, przy czym może być także powiększona powierzchnia —  $F$ , która podlega jednoczesnemu ogrzewaniu wskutek zmniejszenia potrzebnej mocy jednostkowej —  $\Delta P$ . Zakresy częstotliwości dobiera się zależnie od formy przedmiotów i żądanego kształtu warstwy, a także od spadku temperatury w przekroju przedmiotu.

Przy ogrzewaniu cylindrycznym przedmiotów o średnicy  $D_p$  w cm minimalną częstotliwość można znaleźć ze wzoru podanego przez prof. W. Wołogdina

$$f_{min} \approx \frac{2 \cdot 10^4}{D_p^2} \text{ okr/sek} \quad (6)$$

Dla przedmiotu o średnicy  $D_p = 1$  cm, minimalną częstotliwością będzie  $f_{min} = 20\,000$  okr/sek.

Przy ogrzewaniu przedmiotu o średnicy  $D_p = 10$  cm konieczna częstotliwość zmniejsza się do  $f_{min} = 200$  okr/sek.

Przy grubości warstwy  $\delta \leq \rho$  ogrzewanie powinno następować z dużą szybkością i wytworzeniem dużej mocy jednostkowej, ponieważ przy powolniejszym ogrzewaniu ciepło przeniknie w głąb materiału i grubość warstwy ogrzewanej będzie większa od żądanej.



Przy większych szybkościach ogrzewania i przyjętym założeniu  $\delta \leq p$  otrzymuje się z reguły grubość przejściowej strefy, mniejszą od 0,5  $\delta$ .

Powstałe po zahartowaniu naprężenia koncentrują się wtedy w wąskiej, przejściowej strefie i mogą osiągnąć nadmierne wielkości, przewyższające granicę płynności stali lub jej bliskie.

Specjalnie wyraźnie występuje ta właściwość hartowania powierzchniowego przy obróbce cieplnej przedmiotów ze stali stopowej, która ma niskie przewodnictwo cieplne. Jak wykazała praktyka, przy powierzchniowym hartowaniu przedmiotów pracujących przy niskich obciążeniach i wykonanych z niskostopowej stali (np. znaku 40 X i in.), która posiada jeszcze względnie wysokie przewodnictwo cieplne, można stosować zależność  $\delta \leq p$ .

Przy określaniu optymalnej częstotliwości należy brać pod uwagę ukształtowanie przedmiotu. Do jednoczesnego ogrzewania przedmiotu prostego kształtu (ciało obrotowe, płaszczyzna itp.) może być użyta częstotliwość —  $f$ , przy której grubość warstwy odpowiada głębokości przenikania  $p$  prądów po przejściu przez punkt Curie. Na przykład minimalną częstotliwość przy jednoczesnym ogrzewaniu przedmiotu ze stali węglowej określa się następującym wzorem empirycznym:

$$f_{\min} \approx \frac{5 \cdot 10^4}{\delta^2} \text{ okr/sek} \quad (7)$$

gdzie:

$\delta$  — grubość warstwy zahartowanej w mm.

Dla określenia częstotliwości przy hartowaniu powierzchniowym przedmiotów o złożonym kształcie (koła zębate, wały z wrębami, złożone odkuwki i in.) należy posługiwać się następującym wzorem:

$$f_{\min} \approx \frac{5 \cdot 10^5}{\delta^2} \text{ okr/sek} \quad (8)$$

Według wzorów (6), (7) i (8) określa się minimalną częstotliwość  $f$ . Granicę najwyższej częstotliwości ustala napięcie na induktorze, które podnosi się ze wzrostem częstotliwości. Z danych praktycznych ustalono najwyższe napięcie na induktorze dochodzące do 1000 V. Przy tym napięciu szczelina powietrzna między induktorem i ogrzewanym przedmiotem powinna mieć wymiary od 2 do 5 mm. Wyższe napięcie może wywołać przebicie powietrznej szczeliny wskutek jonizacji w wysokich temperaturach. W celu usunięcia możliwości przebicia, należałoby szczelinę powiększyć, co pociągnęłoby za sobą stratę mocy wskutek większego rozproszenia strumienia magnetycznego.

Nie należy zbyt przekraczać wyliczonych ze wzorów (6), (7) i (8) wielkości koniecznych częstotliwości; przy podwyższeniu częstotliwości rośnie czas ogrzewania, co prowadzi do pewnego obniżenia współczynnika sprawności na skutek powiększania się strat cieplnych przez zwiększenie czasu promieniowania ogrzanej powierzchni stali.

Według formuły Stefana Boltzmanna ilość ciepła uchodząca z ogrzanej powierzchni jest proporcjonalna do czwartego stopnia temperatury bezwzględnej. Na przykład dla stali ogrzanej do  $T = 1000^\circ$  strata ciepła wynosi  $12 \div 15 \text{ wat/cm}^2$ .

Oprócz tego przy stosowaniu nadmiernie wysokich częstotliwości i znacznie dłuższych czasów ogrzewania szerokość warstwy przejściowej może być większa od żąda-

nej. W wielu wypadkach jest to niepożądane. Na przykład w stalach węglowych, uprzednio ulepszonych i mających podwyższoną twardość, strefa przejściowa po zahartowaniu powierzchniowym zostaje zmiękczona i ma niższą wytrzymałość od rdzenia przedmiotu.

**Zakres stosowania.** Wykorzystanie ciepła wytwarzanego indukowanymi prądami wysokiej częstotliwości pozwala hartować warstwy żądanej grubości (na zewnętrznych częściach i na powierzchniach otworów o średnicy  $> 25 \div 30$  mm) na przedmiotach o rozmaitych kształtach; przy tym grubość warstwy  $\delta$  może zmieniać się od części milimetra do ogrzania przedmiotu na wskroś. Zastosowanie ogrzewania wysokimi częstotliwościami daje najbardziej racjonalne rozwiązanie problemów obróbki cieplnej. Przy produkcji tą metodą można zahartować pracujące części tnące i miernicze narzędzia wykonane ze stali węglowej i stopowej (łącznie z szybko tnącą). Trwałość zahartowanego powierzchniowo narzędzia można przyjąć jako  $1,5 \div 2$  razy większą od trwałości narzędzia zahartowanego na wskroś przez ogrzewanie w normalnych piecach. Główną przyczyną podwyższenia czasu pracy narzędzia jest zmniejszenie się złamań narzędzi wskutek istnienia ciągłego rdzenia oraz zahartowanie na wyższą twardość tylko pracujących części narzędzia, bez obniżania jego własności mechanicznych.

W budowie maszyn coraz częściej stosuje się hartowanie powierzchniowe indukcyjne części wykonanych ze stali węglowej i niskostopowej, np.: sworznie gładkie i rowkowane, korbowe i rozrządzące wały, koła zębate o zębach prostych, stożkowych daszkowych i spiralnych o module  $m > 1$ , prowadnice, roli, części, pracujące dźwigni itp.

W przemyśle obronnym poza wymienionymi przykładami stosuje się hartowanie indukcyjne powierzchniowe przy obróbce cieplnej płyt pancernych i różnych złożonych części, jak rygli, zamków i innych. Trwałość części pracujących pod dużymi naprężeniami powinna być sprawdzana na zahartowanych próbkach. Naprężenia, które powstały w przedmiocie na skutek hartowania powierzchniowego, mogą w pewnych wypadkach sumować się z naprężeniami powstającymi w czasie pracy przedmiotu. Suma tych obciążeń może przewyższyć granicę płynności stali i doprowadzić do pęknięcia. Dotyczy to specjalnie przedmiotów wykonanych ze stali wysoko stopowych o niskim przewodnictwie cieplnym i dlatego skłonnych do pęknięcia przy szybkim ogrzewaniu i ochładzaniu, co występuje przy hartowaniu powierzchniowym.

**Wyposażenie. Typy i konstrukcje induktorów w grzewczych.** Jednym z głównych elementów jest induktor ogrzewający, który zabezpiecza otrzymanie żądanych rezultatów przy obróbce cieplnej prądami wysokiej częstotliwości. Induktory wykonuje się z rurek z miedzi elektrolitycznej o grubości ścianek  $1,5 \div 2$  mm. Grubość warstwy przewodzącej prąd w induktorze jest mała. Głębokość przenikania prądu w miedz przy temperaturze  $20^\circ\text{C}$  można określić według wzoru:











$$p_{\text{miedzi}} \approx \frac{67}{\sqrt{f}} \text{ mm} \quad (9)$$

Przy częstotliwości prądu zasilającego induktor  $f = 2000$  okr/sek, głębokość przenikania prądu w głąb ścianek induktora  $p_{\text{miedzi}} = 1,5$  mm, a przy  $f = 200\,000$  okr/sek głębokość przenikania maleje do  $p_{\text{miedzi}} = 0,15$  mm. Dlatego stosowanie rurek o większej grubości ścianek do wy-



Tablica 20

## Typy i konstrukcje induktorów

Typy i konstrukcje induktorów					
Jednozwojowe induktory					
Zakres stosowania	Ogrzewanie zewnętrznych powierzchni cylindrycznych, przedmiotów	Ogrzewanie wewnętrznych powierzchni cylindrycznych (otworów)	Induktor dzielony do ogrzewania szyjek wałów korbowych i z doprowadzeniem cieczy chłodzącej przez otwórki na wewnętrznej powierzchni	Ogrzewanie rygli o złożonym kształcie i płyt metodą przesuwną	Ogrzewanie jednego zęba koła zębatego o module $m > 6$ przy postępowym hartowaniu „zęb za zębem”
Główne zasady	Przy jednoczesnym ogrzewaniu powierzchni cylindrycznej przedmiotu o wysokości $h_p$ wysokość induktora $h = h_p - 2a$ , gdzie: $a$ — szczelina powietrzna między przedmiotem a induktorem			Żądany rozkład temperatur na ogrzewanej powierzchni osiąga się dobraniem odpowiedniej szczeliny powietrznej między przedmiotem a induktorem, (intensywność ogrzewania powiększa się ze zmniejszeniem szczeliny).	
	$D_i = D_p + 2a$	$D_i = D_p - 2a$	$D_i = D_p + 2a$		
Wielozwojowe induktory					
Zakres stosowania	Ogrzewanie zewnętrznych powierzchni cylindrycznych przedmiotów	Ogrzewanie wewnętrznych powierzchni cylindrycznych	Ogrzewanie zewnętrznych powierzchni stożkowych przedmiotów	Ogrzewanie płyt i płaszczyn metodą przesuwną	Jednoczesne ogrzewanie bocznych powierzchni i czół cylindrycznych przedmiotów przy ich obrocie dookoła pionowej osi

konania induktora z wodnym chłodzeniem jest niecelowe. Jednak ze względów czysto mechanicznych do wyrobu induktorów nie stosuje się na ogół rurek o ściankach cieńszych niż 1 mm.

Specjalne induktory, np. do hartowania szyjek wałów korbowych i wałków rozrządu, gdzie urządzenie chłodzące (natrysk) znajduje się w części grzewczej induktora, buduje się albo z pełnych odlewów miedzianych, albo z blachy miedzianej spawanej, o grubości 5 ÷ 6 mm. Przy projektowaniu należy zwrócić uwagę na to, że najbardziej intensywnemu ogrzewaniu podlegają części przedmiotu, które znajdują się najbliżej rurek induktora przewodzących prąd. Do hartowania każdego nowego typu przedmiotów należy zbudować specjalny induktor, umożliwiający ogrzanie warstw podlegających hartowaniu. Na tablicy 20 umieszczono najczęściej spotykane w przemysłowej praktyce typy induktorów jednozwojowych i dwuzwojowych oraz podano charakterystyczne dane odnośnie średnic —  $D_i$  i wysokości —  $h_i$  cylindrycznych induktorów w zależności od wielkości ogrzewanych powierzchni (średnica przedmiotu —  $D_p$  i wysokość —  $h_p$ ).

Sprawdzenie budowy zahartowanej warstwy o żądanym ukształtowaniu przeprowadza się na drodze przecięcia i pomiaru tej warstwy przy użyciu próbki doświadczalnej, po czym po ustaleniu optymalnych warunków hartuje się całą partię przedmiotów.

Mechanizmy i przyrządy do indukcyjnego hartowania powierzchniowego. Jakość powierzchniowego hartowania i identyczność rezultatów we wszystkich przedmiotach zahartowanej partii są zależne w znacznym stopniu od dokładności czasów trzymania przedmiotów w strefie działania induktora grzewczego i szybkości wprowadzenia przedmiotów

do środka chłodzącego po zakończeniu okresu ogrzewania. Do tego celu stosuje się różne typy specjalnych mechanizmów i przyrządów, których konstrukcja uzależniona jest od sposobu hartowania powierzchniowego (jednoczesnego, postępowego i in.) oraz od formy i wymiarów przedmiotów.

Stopień zautomatyzowania urządzeń zależy od wielkości partii hartowanej. Do wyrobu masowych produktów jednego typu o niewielkich rozmiarach stosuje się urządzenia-automaty z załadowaniem zbiornikowym.

Do hartowania pojedynczych przedmiotów lub małych serii stosuje się bardziej prymitywne urządzenia dające oczywiście mniejszą przepustowość w porównaniu z automatami, ale za to są mniej kosztowne.

Podajemy dane o kilku typach urządzeń dla różnych sposobów indukcyjnego hartowania powierzchniowego:

a. *Półautomaty do jednoczesnego ogrzania powierzchniowego przedmiotów w kształcie dysku.*

Na okres hartowania każdego przedmiotu —  $\tau$  składają się czasy zużyte na następujące operacje:

$t_u$  — czas ustawienia przedmiotu w urządzeniu hartowniczym (zazwyczaj  $t_u = 0,5 \div 1$  sek);

$t_p$  — czas przeniesienia przedmiotu w strefę ogrzewania przez induktor, co zajmuje około 1 sek;

$t_n$  — czas nagrzewania warstwy o danej grubości  $\delta$  do temperatury hartowania; czas nagrzewania określa się z wykresów zależnie od częstotliwości prądu, gatunku stali i żądanych właściwości zahartowanej warstwy oraz grubości strefy przejściowej albo też dane te znajduje się eksperymentalnie przez hartowanie próbne;



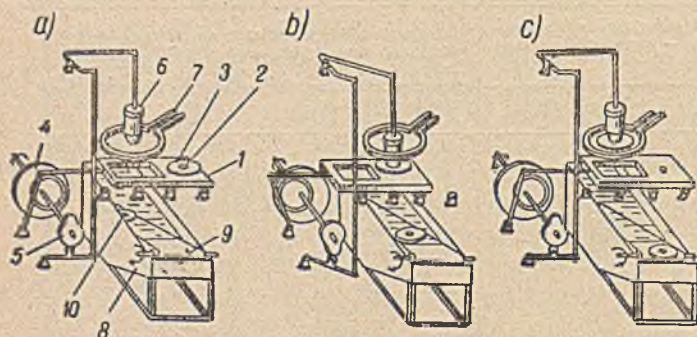
$t_z$  — czas zatrzymania przedmiotu przy induktorze (przerwa) po zakończeniu ogrzewania, aby obniżyć temperaturę hartowania i zmniejszyć pozostałe naprężenia, specjalnie w przedmiotach ze stali stopowych, w których rozpad austenitu zachodzi wolno;

$t_w$  — czas automatycznego wrzucenia przedmiotu hartowanego do zbiornika z płynem chłodzącym, po zakończeniu cyklu  $t_n + t_z$ .

$t_w = 0,15 \div 0,25$  sek.

A więc czas hartowania jednego przedmiotu równa się

$$\tau = t_u + t_p + t_n + t_z + t_w \text{ sek} \quad (10)$$



Rys. 22. Schemat działania półautomatycznego urządzenia do powierzchniowego ogrzewania i hartowania krążków.

Na rys. 22 podano schemat działania półautomatu do powierzchniowego hartowania zewnętrznego obwodu krążków. Przesuwny stół — 1 z wymiennym centrującym kółkiem — 2, na który nakłada się hartowany przedmiot — 3. stół wykonuje przesuw w jedną stronę i z powrotem, dzięki mimośrodowemu mechanizmowi — 4 połączonemu przekładnią pasową z elektrycznym motorem, nie pokazanym na schemacie (rys. 22). Kułaczek — 5 porusza za pomocą ciągnień i dźwigni pręt z elektromagnesem — 6, który znajduje się w osi grzewczego induktora — 7. W niższej części urządzenia, bezpośrednio pod elektromagnesem znajduje się zbiornik 8 z płynem chłodzącym. Konwojer łańcuchowy — 9, znajdujący się wewnątrz zbiornika wynosi z przeciwległego końca zbiornika, zahartowane przedmioty — 10.

Na rys. 22 a pokazano moment załadowania urządzenia. Przedmiot do hartowania ustawia się na kółku centrującym na stole. Przy obrocie mimośrodowego mechanizmu stół z przedmiotem przesuwa się i zatrzymuje w miejscu, w którym oś kółka centrującego wpada w oś induktora. Elektromagnes 6 opuszczając się ku dołowi automatycznie przyłącza się i przyciąga przedmiot. Ten moment pokazany jest na rys. 22 b. Po przeniesieniu przedmiotu w górę stół wraca do poprzedniego położenia, a przedmiot zostaje ustawiony w strefie działania induktora (rys. 22 c). W tym momencie włącza się zasilający generator wysokiej częstotliwości i następuje ogrzewanie którego długość reguluje się automatycznie za pomocą przekaźników czasowych PW-1, wyłączających generator po określonej ilości sekund. Drugi przekaźnik czasowy PW-12 wyłącza prąd zasilający elektromagnes, po

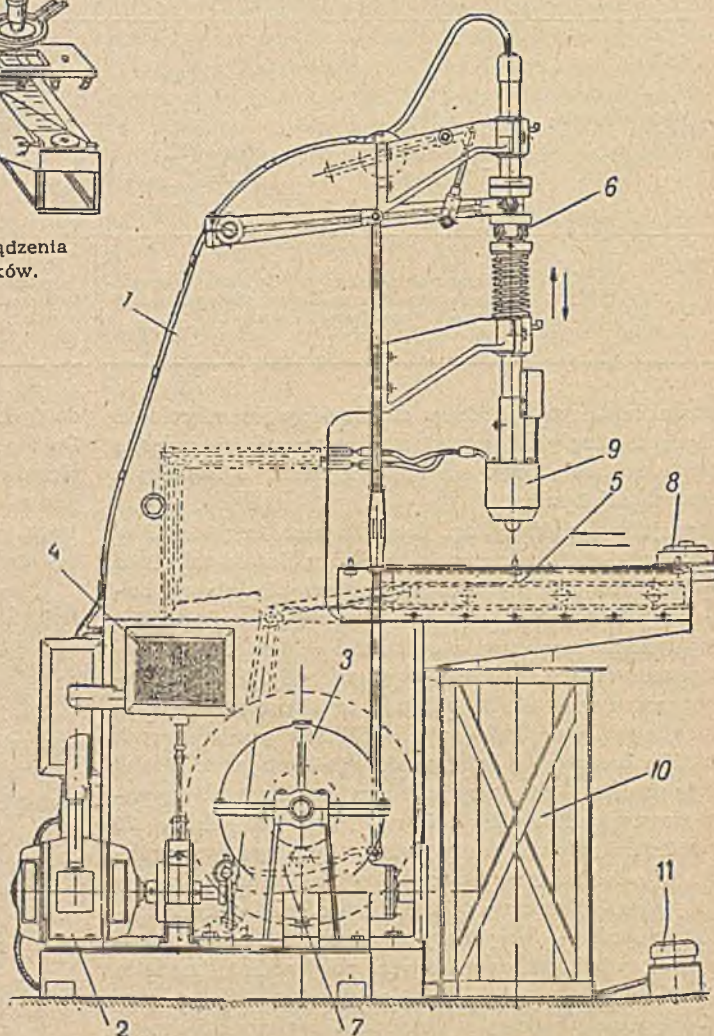
wytrzymaniu potrzebnej pauzy  $t_z$  następującej po okresie nagrzewania —  $t_n$ . Przedmiot w celu zahartowania spada pod własnym ciężarem do zbiornika — 8.

W czasie ogrzewania na kółko centrujący nakłada się następny przedmiot i cykl powtarza się. Maksymalna przepustowość takiego urządzenia wynosi 5000 przedmiotów w ciągu 8 godzin pracy.

Zewnętrzny widok urządzenia pokazany jest na rys. 23.

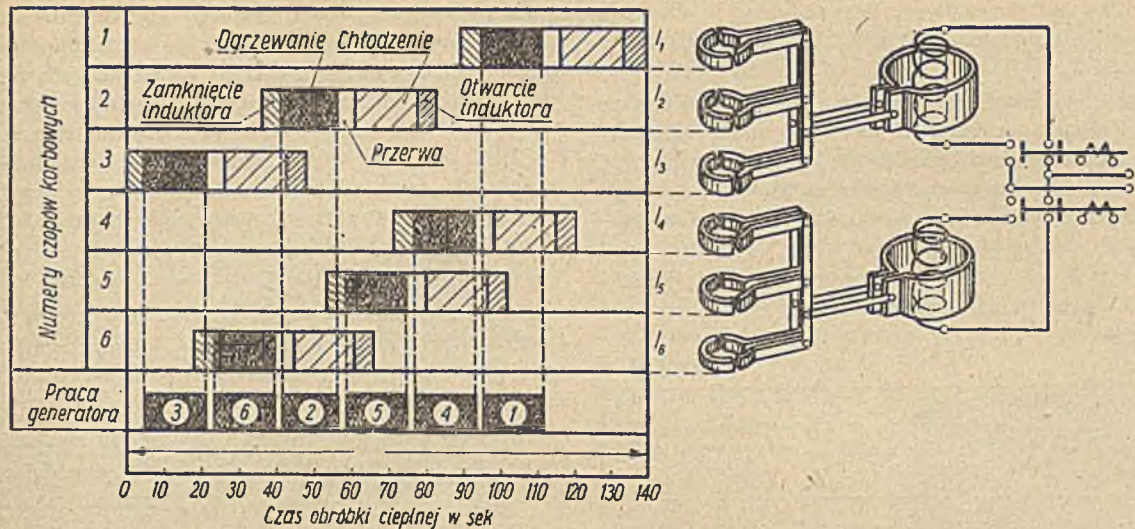
b. Urządzenie do postępowego hartowania powierzchniowego czopów wałów korbowych.

W zakładach przemysłowych w ZSRR i innych krajach produkujących duże ilości wałów korbowych do hartowania powierzchniowego czopów głównych i korbowych buduje się specjalne urządzenia, w których do ogrzewania i chłodzenia używane są induktory dzielone pokazane na tablicy 20.



Rys. 23. Urządzenie półautomatyczne do powierzchniowego hartowania krążków: 1 — korpus; 2 — silnik elektryczny mocy — 1,3 kW połączony z reduktorem obrotów 3, do szybkiego zatrzymywania urządzenia służy elektromagnetyczny hamulec 4, przesuwanie przedmiotu 5 i wrzeczona 6 w kierunkach pokazanych strzałkami osiąga się za pomocą mimośrodowego mechanizmu, centrujący występ 8 przeznaczony jest do ustawienia hartowanego przedmiotu podnoszonego przez elektromagnes 9 do strefy ogrzewającej induktora (nie pokazanego na rysunku). W niższej części urządzenia znajduje się zbiornik 10 z chłodzącą cieczą (wewnątrz zbiornika znajduje się łańcuchowy transporter, który wyrzuca zahartowane koła). Pedał 11 służy do włączania i wyłączenia urządzenia hartowniczego.

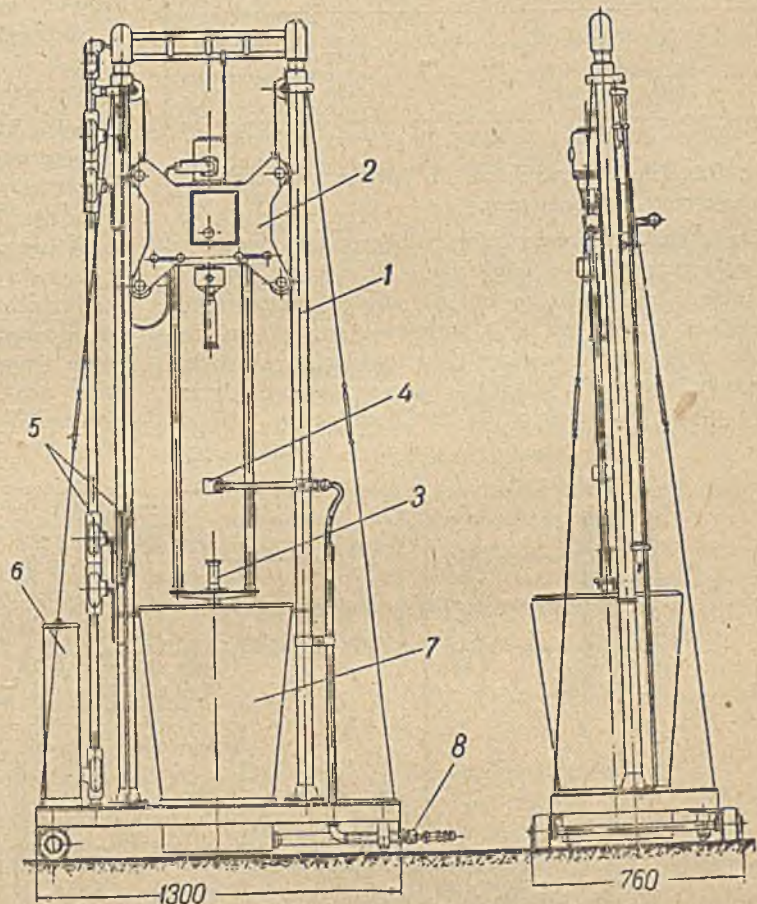




Rys. 24. Wykres kolejności powierzchniowego hartowania czopów korbowych wału wykorbionego sześciocylinowego silnika samochodowego na automatycznym specjalnym urządzeniu.

Po założeniu wału w specjalne urządzenia hartownicze rozpoczyna się cykl hartowania, na który składają się: czas stracony na zamknięcie induktora ( $t_1$ ), czas ogrzewania powstającymi w czopie wału prądami indukowanymi wysokiej częstotliwości ( $t_2$ ), czas wygrzania (przerwa) po zakończeniu ( $t_2$ ), czas chłodzenia ogrzanej powierzchni czopa dla zahartowania ( $t_4$ ), i czas stracony na otwarcie induktora ( $t_5$ ). Dla podwyższenia przepustowości urządzeń hartowniczych zamknięcie i otwarcie induktora, włączenie i wyłączenie generatora wysokiej częstotliwości, a także doprowadzenie chłodzącej cieczy (zazwyczaj wody) odbywa się automatycznie przy udziale pomocniczych urządzeń. Na przykład zastosowanie zautomatyzowanego urządzenia hartowniczego z dwoma transformatorami wysokiej częstotliwości  $T_1$  i  $T_2$  (rys. 24) pozwala znacznie skrócić czas hartowania sześciu czopów korbowych wału korbowego. Do każdego transformatora podłączonego po trzy dzielone induktory ( $Y_1 \div Y_6$ ). Podłączenie pierwszego lub drugiego transformatora do przewodów wysokiej częstotliwości dokonuje się za pomocą kontaktów  $K_1$  i  $K_2$ . Kolejność hartowania czopów podana jest u dołu rys. 24 (3, 6, 2, 5, 4, i 1) a po lewej stronie rysunku pokazany jest harmonogram pracy urządzenia hartowniczego.

Hartowanie rozpoczyna się od czopa 3 na transformatorze  $T_1$ . Po zakończeniu cyklu ogrzewania wyłącza się kontakt  $K_1$ , a kontakt  $K_2$  włącza napięcie na transformator  $T_2$ . Po czasie  $t_3$  (przerwa po ogrzewaniu) na czop 3 podaje się wodę przeznaczoną do zahartowania. Induktor na czop 6 zamyka się



Rys. 25. Urządzenie do przesuwego hartowania powierzchniowego walcowych przedmiotów długości do 800 mm: 1 — rura prowadząca, 2 — przesuwny wózek z mechanizmem obracającym przedmiot hartowany i skrzynką bieżów, umożliwiającą zmianę szybkości przesuwu wózka od 0,2 do 30 cm/sek, 3 — dolny kiel przesuwny, 4 — urządzenie chłodzące (natrysk), składające się z pierścienia otaczającego przedmiot z otworami na wewnętrznej stronie, 5 — zderzak wyłączający automatycznie działające po zahartowaniu wałka na żądanej długości (wyłączają generator i zatrzymują urządzenie hartownicze), 6 — tablica rozdzielcza, 7 — zbiornik, do którego spływa ciecz chłodząca, 8 — odprowadzenie cieczy ze zbiornika.



jeszcze przed zakończeniem ogrzewania czopa 3. Pozwala to równocześnie z przełączeniem kontaktów zacząć ogrzewanie czopa 6.

W czasie ogrzewania czopa 6 zamyka się induktor na czopie 2 i otwiera się induktor na czopie 3. Po zakończeniu ogrzewania czopa 6 kontakty wyłączają  $T_2$  i włączają  $T_1$ , przy tym zaczyna się ogrzewanie czopa 2, a po wytrzymaniu czasu przerwy  $t_3$  — chłodzenie dla zahartowania czopa 6.

Analogicznie odbywa się hartowanie pozostałych czopów (kolejno na transformatorze  $T_1$  i  $T_2$ ).

Tabela 21

Typ generatora	Zakres stosowanych częstotliwości w okr/sek	Moc w kW	Charakterystyka zahartowanych obiektów
Lampowy	10 000 — 10 000 000	5 — 1000	Złożony kształt, grubość warstwy zahartowanej począwszy od części milimetra
Maszynowy	500 — 10 000	20 — 500	Powierzchnie obrotowe i płaskie i in., głębokość zahartowania powyżej 2 mm
Iskrowy	50 000 — 500 000	5 — 35	Drobne obiekty (narzędzia i części), głębokość zahartowania powyżej 1 mm

### c. Urządzenia hartownicze do hartowania powierzchniowego metodą przesuwaną.

Do hartowania przedmiotów cylindrycznych stosuje się na ogół urządzenia o konstrukcji pionowej. Wysokość urządzenia hartowniczego zależy od zsumowanych wysokości: przedmiotu ( $h_p$ ) hartowanej strefy i mechanizmu napędowego urządzenia hartowniczego. Szybkość przesuwu przedmiotu jest regulowana w sposób ciągły lub stopniowy w granicach od 0,2 do 3,0 cm/sek.

Na rys. 25 pokazano widok ogólny urządzenia hartowniczego pionowego do hartowania powierzchniowego sposobem przesuwnym przedmiotów cylindrycznych o wysokości do 800 mm i o średnicy do 80 mm. Przesuwny wózek — 2 jeździ po pionowo ustawionych rurach — 1. Szybkość przesuwu wózka reguluje się zmianą przekładni w skrzynce biegów. Przy ciągłym przesuwie przedmiotu hartowanego z góry w dół przechodzi on przez induktor i jego strefę ogrzewania, a następnie dostaje się w pierścieniowy wodny natrysk w celu zahartowania.

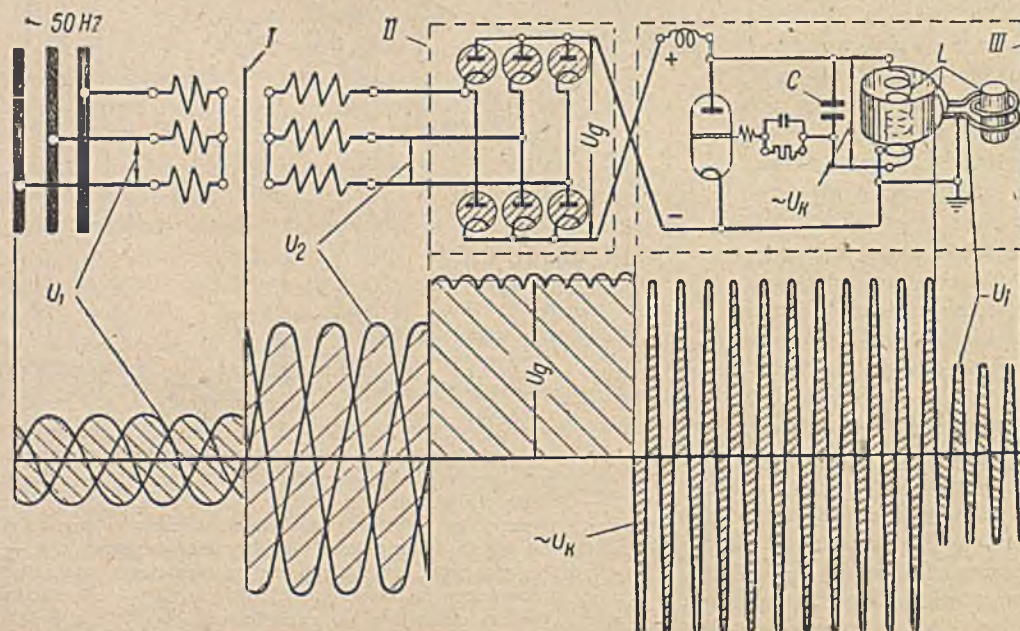
Do przesuwania płaskich przedmiotów (płyt, blach i podobnych obiektów o długości do 1000 mm) można wykorzystywać mechanizmy podłużnych strugarek lub frezarek.

*Typy generatorów prądów wysokiej częstotliwości.*  
Na tablicy 21 podano typy generatorów wysokiej częstotliwości do zasilania urządzeń powierzchniowego hartowania.

Generatory lampowe są to takie urządzenia, które przetwarzają energię prądu o częstotliwości, jaką mamy normalnie w sieci (50 okr/sek) na energię prądu o wysokiej częstotliwości zmian napięcia. W praktyce hartowniczej najbardziej używanymi częstotliwościami, otrzymywanymi z generatorów lampowych, są częstotliwości leżące w granicach  $f = 100\ 000 \div 1\ 000\ 000$  okr/sek.

W lampowych generatorach wykorzystuje się właściwości trójelektrodowych lamp generatorowych, dających możliwości natychmiastowego przerywania przepływu prądu w obwodzie anoda-katoda przy określonej wielkości napięcia na siatce lampy.

Na rys. 26 pokazano ideowy schemat urządzenia wysokiej częstotliwości, przeważnie używanego w przemyśle (z lampowym generatorem), gdzie pokazano kolejność przetwarzania się dostarczanej energii elektrycznej. Pierwotne uzwojenie transformatora I przyłącza się do zasilającego napięcia sieci  $U_1$ . Wtórne uzwojenie transformatora o napięciu  $U_2 = 8\ 000 \div 10\ 000$  V przyłącza się do prostownika II, gdzie otrzymujemy prąd stały wysokiego

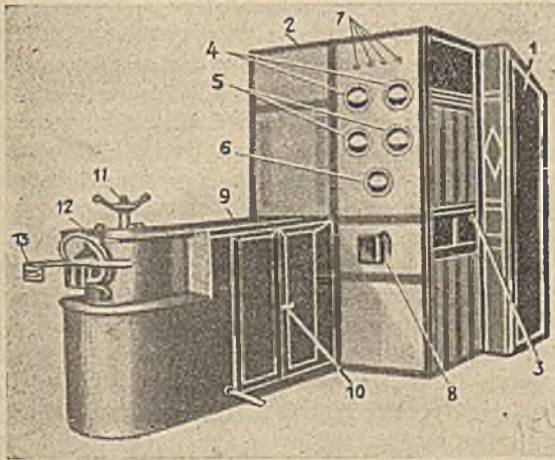


Rys. 26. Schemat ideowy lampowego generatora do zasilania urządzeń powierzchniowego hartowania indukcyjnego prądami wysokiej częstotliwości i kolejność przetwarzania się energii w generatorze.



napięcia. Na ogół jako prostowników używa się gazotronów typu WG-163 lub WG-237 (jednoanodowe jonowe zawory z żarzoną katodą, połączone w trójfazowy układ Gretza). Między napięciami prostownika  $U_g$  i  $U_2$  zachodzi następująca zależność:

$$U_g = 1,35 \cdot U_2 V$$



Rys. 27. Widok zewnętrzny urządzenia hartowniczego wysokiej częstotliwości z lampowym generatorem typu L-60; 1 — obudowa transformatora, 2 — obudowa generatora, 3 — mechaniczne blokowanie, zabezpieczające przed możliwością otwarcia bocznych drzwiczek obudowy generatora przy włączonym napięciu, 4 — amperomierze na 5A, wskazujące natężenie prądu na anodzie, 5 — amperomierze na 1A włączone do siatki lamp generatorowych, 6 — Voltomierz żarzenia lamp, 7 — lampki sygnalizacyjne, 8 — wyłącznik czasowy dla automatycznego wyłączenia generatora po zakończeniu cyklu ogrzewania, 9 — obudowa obwodu drgań, 10 — drzwi obudowy obwodu drgań wyposażone w elektryczne blokowanie, które wyłącza wysokie napięcie przy ich otwarciu, 11 — kółko do regulacji mocy, 12 — wtórny zwój transformatora wysokiej częstotliwości, 13 — ogrzewający induktor. Maksymalna szerokość urządzenia 1800 mm, długość — 4000 mm, wysokość 2400 mm.

Tablica 22

#### Dane techniczne lampowych generatorów produkowanych w ZSRR

Zakład produkujący	Moc nominalna P w kW	Zakres roboczych częstotliwości f w okr/sek	Typy lamp generatorowych	Liczba lamp generatorowych	Rozchód uwojów na chłodzenie lamp w l/min	Zewnętrzne wymiary w mm		
						szerokość od str. przedniej	długość boju	wysokość
„Elektryk”	80	~200 000	Г-431	2	30	1800	4000	2400
Nr. 58 MCXM	80	~500 000	ГДО-30	2	30	1400	2100	2200
MCC	140	~300 000	ГДО-30	4	60	2600	2200	2500
„	300	~200 000	Г-433	2	120	3700	2300	2500
„	450	~200 000	Г-433	3	180	4500	2300	2500

Generator lampowy III, pracujący na samowzbudzeniach ze sprzężeniem zwrotnym siatkowym, autotransformatorowym na siatkę (schemat Hartley) przetwarza prąd stały wysokiego napięcia na prąd zmienny wysokiej częstotliwości, przy czym częstotliwość drgań zależy głównie od charakterystyki obwodu anodowego jego samoindukcji —  $L$  i pojemności —  $C$ ; w przybliżeniu częstotliwość może być wyliczona z równania

$$f \approx \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \text{ okr/sek} \quad (11)$$

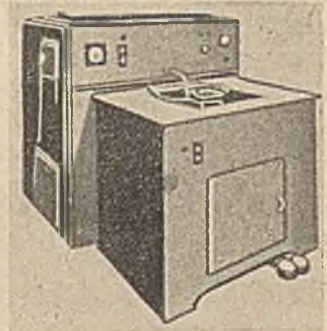
gdzie:

$L$  w henrach, a  $C$  — w faradach.

Pokazany na rys. 26 ideowy schemat jest typowy dla większości tego rodzaju urządzeń produkowanych w ZSRR i innych krajach.

Zależnie od mocy konstrukcji generatora stosuje się jedną lub kilka lamp generatorowych połączonych równolegle. Dla pieców indukcyjnych produkuje się w ZSRR następujące typy lamp generatorowych: GDO-30; G-431 i G-433. (8).

Na rys. 27 podano widok ogólny seryjnego, przemysłowego tego rodzaju urządzenia typu L-60 z lampą generatorową firmy „Elektryk”. Zasilanie urządzenia L-60 dokonuje się z sieci prądu trójfazowego o napięciu 220/380 V. Urządzenie to zajmuje 8 m<sup>2</sup> powierzchni. Ogólny ciężar — około 2,5 t. Przemysłowe urządzenia wyposażone są w przekaźniki czasowe, za pomocą których po określonym czasie wyłącza się automatycznie ogrzewanie przedmiotu (przy jednoczesnym lub postępowym hartowaniu).



Rys. 28. Widok zewnętrzny iskrowego generatora firmy „Wan Norman”.

Wymieniony przekaźnik czasowy zabezpiecza identyczność rezultatów hartowania we wszystkich przedmiotach danej partii.

Kierowanie lampowym generatorem (wywołanie i stłumienie drgań) dokonuje się na ogół przez działanie na siatkę lampy włączaniem lub wyłączaniem ujemnego napięcia w stosunku do katody lampy. Chłodzenie anody lamp generatorowych dokonuje się wodą bieżącą, która zawiera dmieszek nie więcej niż 17 mg/l. Zużycie wody wynosi około 1 l na 1 kW mocy rozpraszanej przez anodę lampy. Średni koszt 1 kW nominalnej mocy lampowego generatora wynosi około 1 000 rubli.

W tablicy 22 podano główne charakterystyki lampowych generatorów produkowanych w ZSRR.

Iskrowe generatory. Iskrowe wyładowania między elektrodami są źródłem drgań wysokiej częstotliwości. Moc iskrowego generatora określa się według następującego wzoru:

$$P_g = \frac{CU^2}{2} \cdot n \text{ kW} \quad (12)$$

gdzie:

$C$  — pojemność baterii kondensatora w mF,

$U$  — wtórne napięcie transformatora w V,

$n$  — liczba wyładowań na sekundę.

Budowa iskrowych generatorów o mocy wyższej niż 35—40 kW jest niecelowa. W USA budową iskrowych generatorów zajęło się szereg firm („Wan Norman”, „Lepel” i in.).

Widok ogólny iskrowego generatora o mocy 20 kW do powierzchniowego hartowania, firmy „Wan Norman”, przedstawia rys. 28.

Maszynowe (obrotowe) generatory są to przetwornice składające się z silnika prądu zmiennego (asynchronicznego lub synchronicznego), który wprawia w ruch generator prądu wysokiej częstotliwości. Bu-



dowa maszynowych generatorów na częstotliwości wyższe niż  $f = 10\,000$  okr/sek napotyka na duże trudności techniczne.

Częstotliwość maszynowego generatora można wyrazić wzorem:

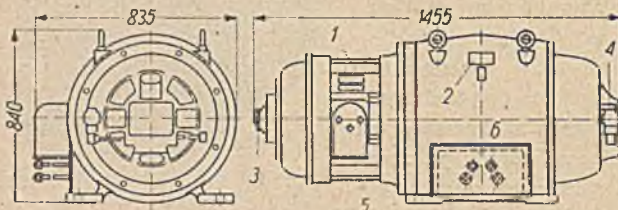
$$f = \frac{p \cdot n}{60} \text{ okr/sek} \quad (13)$$

gdzie:

$p$  — liczba par biegunów,

$n$  — ilość obrotów wirnika na min.

Ponieważ maksymalna ilość obrotów nie przewyższa na ogół  $3\,000$  obr/min, częstotliwość prądu zależy od ilości par biegunów, co z kolei zależy od dopuszczalnej szybkości obwodowej  $v_{ob}$  dla materiału wirnika (z powiększeniem się średnicy wirnika rośnie szybkość obwodowa), a także od wymiarów biegunów.



Rys. 29. Generator maszynowy na 2.500 okr/sek i 40 kW.

Odległości między biegunami  $l_n$  można znaleźć ze wzoru

$$l_n = \frac{50 \cdot v_{ob}}{f} \text{ cm} \quad (14)$$

gdzie:

$v_{ob}$  — szybkość obwodowa w m/sek.

Zazwyczaj przy obliczaniu wirników zakłada się maksymalną szybkość  $v_{ob} = 150$  m/sek i wtedy odległości  $l_n$  wynoszą około 0,75 przy  $f = 10\,000$  okr/sek. Powietrzna szczelina  $\Delta$  między stojakiem i wirnikiem jest zależna od odległości między biegunami według następującego wzoru:

$$\frac{\Delta}{l_n} < 0,2$$

Zachowanie wszystkich powyższych warunków bardzo utrudnia budowę maszynowych generatorów na częstotliwości wyższe niż  $10\,000$  okr/sek. W granicach  $f = 2\,000 \div 5\,000$  okr/sek i mocy do  $500$  kW — maszynowe generatory są urządzeniami najbardziej dogodnymi. Niedogodnością generatorów maszynowych o mocy powyżej  $200$  kW jest to, że trzeba je ustawiać w oddzielnych pomieszczeniach na fundamentach. Niemożliwe jest użycie generatorów maszynowych tam, gdzie potrzebna jest częstotliwość wyższa niż  $10\,000$  okr/sek, a mianowicie przy hartowaniu powierzchniowym przedmiotów o skomplikowanym kształcie, gdzie rozłożenie warstwy zahartowanej powinno być zgodne z obrysem powierzchni.

Generatory maszynowe mają jednak pełne zastosowanie przy hartowaniu powierzchniowym przedmiotów nieskomplikowanego kształtu (ciał obrotowych, płaskich).

W ZSRR stosuje się maszynowe generatory na częstotliwość  $2\,000$  okr/sek w zakładach XEMZ, „Elektrosiła“ i „Elektrik“.

W USA w roku 1935 firma „Tocco“ zastosowała generatory maszynowe wyprodukowane początkowo przez firmę „General Electric Co“.

Na rys. 29 pokazano typowy amerykański nowoczesny generator maszynowy o mocy  $40$  kW, zbudowany jako dwułożyskowy agregat, ze złączonym silnikiem i generatorem w jednym korpusie. Cyfrą — 1 oznaczony jest silnik na prąd trójfazowy  $380$  V,  $50$  okr/sek i  $3\,000$  obr/min oraz o mocy  $48$  kW. Generator — 2 wytwarza prąd o częstotliwości  $2\,500$  okr/sek i napięciu  $330$  V oraz o mocy  $40$  kW.

Łożyska przetwornicy oznaczone są cyframi 3 i 4, a tabliczka zaciskowa do podłączania prądu zasilającego silnik — 5.

Wyprowadzenie od uzwojenia wzbudzenia 6 i wysokiej częstotliwości 7 umieszczone są na korpusie generatora.

Na rys. 30 podano schemat ideowy generatora maszynowego wysokiej częstotliwości.

Obliczanie urządzeń hartowniczych. W wielu wypadkach bardzo celowe jest przeprowadzenie hartowania powierzchniowego przedmiotów jednego typu masowej produkcji bezpośrednio w linii. Daje to możliwość skrócenia czasu produkcji przez zaoszczędzenie czasu na transport oraz odciaża środki transportowe.

Hartowanie powierzchniowe małych serii przedmiotów, a także pojedynczych przedmiotów niemasywnej produkcji, odbywa się w dziale obróbki cieplnej w piecach indukcyjnych wysokiej częstotliwości, umieszczonych w oddzielnych pomieszczeniach dla ochrony od pyłu i sadzy.

Obliczenie ilości koniecznych agregatów i ich mocy dokonuje się w sposób następujący: przewidzianą w programie pracy przepustowość oddziału obróbki cieplnej prądami wysokiej częstotliwości oznaczmy przez  $N_c$  przedmiotów na dobę. Zależnie od ilości godzin pracy na dobę (ilość zmian) znajdziemy liczbę przedmiotów  $N_1$ , które musimy zahartować w ciągu 1 godziny:

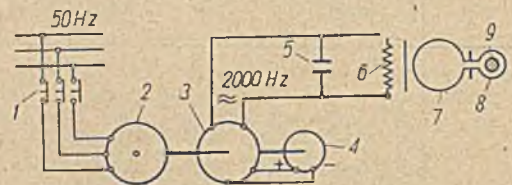
$$N_1 = \frac{N_c}{t_c} \text{ przedmiotów na godzinę} \quad (14)$$

gdzie:

$t_c$  — liczba godzin pracy w czasie doby.

Maksymalna moc zasilającego generatora wysokiej częstotliwości zależy od wymiarów powierzchni, która ma być zahartowana na każdym przedmiocie, żądanej głębokości warstwy zahartowanej, wybranej częstotliwości i sposobu ogrzewania i chłodzenia.

Przy ogrzewaniu jednoczesnym całej powierzchni o wymiarach  $F$  cm<sup>2</sup>, która ma być zahartowana na każdym przedmiocie, minimalną moc generatora zasilającego  $P_g$  kW określa się przy pomocy wykresu (rys. 21 a i b) zwracając uwagę na gatunek stali, z której wykonane są przed-



Rys. 30. Schemat połączeń urządzenia hartowniczego z przetwornicą 1 — wyłącznik; 2 — silnik prądu zmiennego; 3 — prądnicą; 4 — wzbudnica prądnicą; 5 — kondensatory; 6 — pierwotne uzwojenie transformatora wysokiej częstotliwości; 7 — jego wtórny zwój; 8 — induktor ogrzewający; 9 — przedmiot hartowany.

cając uwagę na gatunek stali, z której wykonane są przedmioty. Potrzebna częstotliwość —  $f$  zależy od wymiarów i kształtu przedmiotów i może być obliczona na podstawie wzorów (6) do (8). Przy wyborze częstotliwości należy zwrócić uwagę, że dla ustawienia generatora ma-



szynowego mocy od 100 do 150 kW potrzebny jest fundament, a więc zasilający agregat powinien być ustawiony na parterze (na gruncie). W wypadkach, gdy ze względów produkcyjnych urządzenie wysokiej częstotliwości trzeba umieścić w linii na trzecim lub czwartym piętrze, należy zastosować generatory lampowe lub iskrowe. Tego rodzaju przetwornice można ustawiać w każdym pomieszczeniu, gdzie stropy obliczone są na statyczne obciążenie do 600 kG na 1 m<sup>2</sup>.

Czas ogrzewania —  $t$  każdego przedmiotu za pomocą generatora —  $P_g$  kW i częstotliwości —  $f$  znajdujemy z wykresu (rys. 21 a).

Przepustowość urządzenia zależy od stopnia mechanizacji podawania przedmiotów w strefę ogrzewania i przesuwania do ośrodka chłodzącego dla zahartowania. Przy długości cyklu hartowania jednego przedmiotu równej  $\tau$  sek przepustowość jednego urządzenia na godzinę wynosi

$$N_1 = \frac{3600}{\tau} \text{ przedmiotów na godzinę} \quad (15)$$

Zależnie od stosunku potrzebnej przepustowości  $N_1$  sekcji obróbki cieplnej do przepustowości  $N'_1$  jednego urządzenia można obliczyć liczbę potrzebnych generatorów  $k$ :

$$k = \frac{N_1}{N'_1} \text{ agregatów} \quad (16)$$

Przy projektowaniu należy przewidzieć konieczność umieszczenia przy agregatach wysokiej częstotliwości także pieców do odpuszczania w niewysokich temperaturach (9); czynność tę wykonuje się zaraz po zahartowaniu powierzchniowym w celu obniżenia pozostałych po hartowaniu naprężeń. Wymiary i konstrukcję pieców do odpuszczania określa się dla każdego przypadku, zależnie od potrzebnej przepustowości, a także warunków odpuszczania, czasu ogrzewania i temperatury. Przy powierzchniowym hartowaniu przedmiotów ze stali węglowej zaleca się na ogół odpuszczanie w temperaturze  $T = 150 \div 180^\circ\text{C}$  w czasie  $t = 1,5 \div 2$  godzin (zależnie od wymiarów przedmiotów). Dla przedmiotów ze stali stopowej temperaturę i czas odpuszczania podwyższa się: temperaturę do  $T = 250 - 300^\circ$ , a czas odpuszczania przedłuża się do  $t = 2,5 \div 3$  godz.

*Przykład:* Zahartować powierzchnie robocze zębów koła zębatego ze stali 1045 o module  $m = 10$  i liczbie zębów  $z = 40$ . Szerokość wieńca  $b = 80$  mm, żądana głębokość zahartowanej warstwy  $\delta = 1,5$  mm. Na dobę powinno być zahartowanych przynajmniej 40 kół. Czas pracy na dobę — 8 godzin.

I wariant. Jednoczesne ogrzewanie.

Orientacyjny wymiar bocznej powierzchni koła  $F$  otrzymuje się przez wyliczenie sumy powierzchni zębów i wgłębień między zębami. Przy  $m = 10$  wysokość zęba  $h = 2,1$  cm, a średnica podziałowa  $D = 40$  cm.

$$F \approx (\pi D_o + 2 h z) b = (3,14 \cdot 40 + 2 \cdot 2,1 \cdot 40) \cdot 8 \approx 2550 \text{ cm}^2$$

Konieczną częstotliwość do ogrzania koła zębatego na głębokość  $\delta = 1,5$  mm można obliczyć ze wzoru

$$f_{\min} = \frac{5 \cdot 10^5}{\delta^2} = \frac{5 \cdot 10^5}{1,5^2} \approx 220000 \text{ okr/sek}$$

Wielkość jednostkowej mocy  $\Delta P$  przy  $\delta = 1,5$  mm i częstotliwości  $f = 200000$  okr/sek znajdujemy z wykresu (rys. 21b).

$$\Delta P \approx 0,6 \text{ kw/cm}^2$$

Konieczną moc generatora obliczamy ze wzoru

$$P_g = \frac{\Delta P \cdot F}{\eta} = \frac{0,6 \cdot 2550}{0,6} = 2550 \text{ kW}$$

Wielkość  $\eta$  w wypadku ogrzewania cylindrycznych przedmiotów leży w granicach  $\eta = 0,8 \div 0,5$ . Przyjmując  $\eta = 0,6$  podwyższamy cokolwiek konieczną moc generatora. Czas ogrzewania całego koła znajdujemy z wykresu na rys. 21 a,  $t = 2,5$  sek.

Cykl obróbki całego koła składa się z:

ustawienia koła w induktorze	$t_1 = 50,0$ sek,
ogrzania jednoczesnego wszystkich zębów	$t_2 = 2,5$ sek,
ochłodzenia	$t_3 = 5,0$ sek,
zmiany koła	$t_4 = 60,0$ sek.

Cykl zahartowania koła będzie trwał około 120 sek. W tym wypadku dzienny program może być wykonany w 1,5 godz.

Jak widzimy z obliczeń, jednoczesne ogrzewanie całego koła prowadzi do przepustowości urządzenia przewyższającej żadaną, ale moc generatora wysokiej częstotliwości jest przy tym nadmiernie wysoka.

II w a r i a n t. Ogrzewanie postępowe (ogrzewanie i chłodzenie metodą „zab za zębem“).

Orientacyjna wielkość roboczej powierzchni jednego zęba wynosi

$$F_1 = 38 \text{ cm}^2$$

Przy tych samych wielkościach  $f$ ,  $\Delta P$  i  $\eta$ , co przy pierwszym założeniu, obliczymy konieczną moc generatora ze wzoru:

$$P_g = \frac{\Delta P \cdot F_1}{\eta} = \frac{0,6 \cdot 38}{0,6} = 38 \text{ kW}$$

Przy czasie ogrzewania każdego zęba  $t = 2,5$  sek cały cykl zahartowania jednego zęba będzie się składał z następujących czasów:

ustawienie zęba w induktorze	$t_1 = 1,5$ sek,
ogrzewanie zęba	$t_2 = 2,5$ sek,
chłodzenie przez zanurzenie w wodzie	$t_3 = 3,0$ sek,
obrót koła o 1 ząb	$t_4 = 1,0$ sek.

Czas zahartowania jednego zęba wynosi  $\tau = 8$  sek.

Czas zahartowania wszystkich zębów wyniesie

$$\tau_z = \tau_1 \cdot z = 8 \cdot 40 = 320 \text{ sek} = 5 \text{ min } 20 \text{ sek}$$

Ustawienie koła na przyrządzie do hartowania i zdjęcie go po zahartowaniu zajmie około 2 min.

$$\tau_u = 2 \text{ min}$$

Cały cykl hartowania każdego przedmiotu wynosi

$$\tau_o = \tau_z + \tau_u = 7 \text{ min } 20 \text{ sek}$$

Żądana ilość przedmiotów ( $N = 40$  sztuk) będzie zahartowana w przeciągu czasu

$$t_o = \tau_o \cdot N = (7 \text{ min } 20 \text{ sek}) \cdot 40 \approx 5 \text{ godz}$$

Należy zaznaczyć, że w opisanym wyżej przykładzie współczynnik wykorzystania generatora (stosunek czasu pracy generatora w okresie ogrzewania do czasu całego cyklu hartowania) jest bardzo niski i wynosi około 22,7%:

$$K_u = \frac{t_z \cdot z}{\tau_o} = \frac{2,5 \cdot 40}{440} \approx 0,227$$

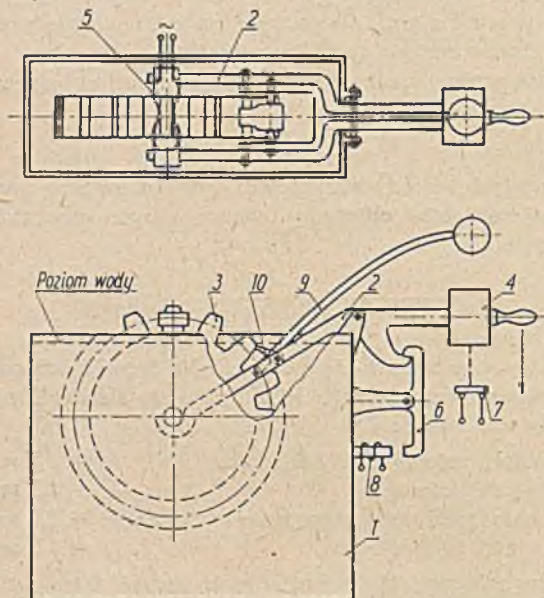


Przy zasilaniu od jednego generatora kilku stanowisk hartowniczych, włączających się kolejno do generatora, współczynnik wykorzystania może być znacznie wyższy.

Dla zasilenia ogrzewającego induktora użyjemy lampowego generatora typu L-60. Do ogrzewania i chłodzenia kół konieczne jest urządzenie, którego schemat podano na rys. 31, gdzie: 1 — zbiornik z przepływającą wodą, 2 — dźwignia podtrzymująca, na której z jednej strony umieszczony jest przedmiot hartowany (koło zębate 3) a z drugiej strony przeciwważar — 4, ci ciężarze nie równoważącym przedmiot a pozwalającym tylko podnieść bez wysiłku koło zębate, aby wprowadzić ząb w induktor 5.

Za pomocą zapadki 6 koło utrzymuje się w górnym położeniu. Kontakt 7 zamyka się przy uniesieniu koła i powoduje włączenie lampowego generatora.

Czas nagrzewania zęba nastawia się na podzielnicy wyłącznika automatycznego generatora. Po zakończeniu okresu ogrzewania generator wyłącza się automatycznie. W tym momencie włącza się elektromagnes 8, który odciąga zapadkę 6 i oswobadza podtrzymującą dźwignię. Koło zębate z ogrzanym zębem wpada pod poziom wody, gdzie następuje zahartowanie ogrzanej powierzchni zęba.



Rys. 31. Urządzenie do hartowania postępowego zębów kół zębatych metodą „ząb za zębem”.

Obrót koła o jeden ząb odbywa się za pomocą naciśnięcia na drążek 9 połączony z noskiem 10. Na tym zamyka się cykl hartowania jednego zęba. Powtarza się on przy hartowaniu każdego zęba.

Ustawienie przedmiotu w urządzeniu i jego wyjęcie odbywa się za pomocą jednoszynowej wciągarki.

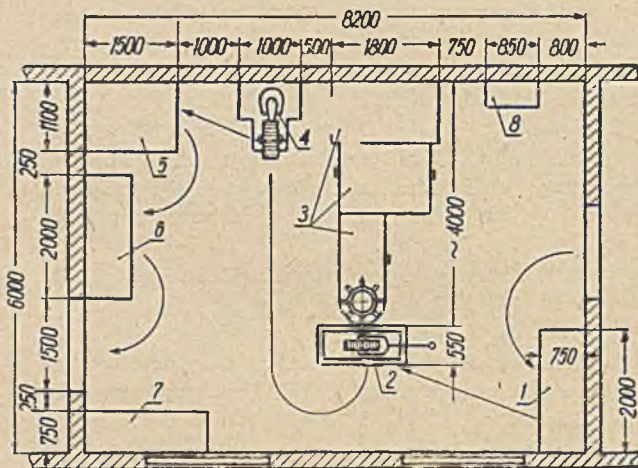
Zewnętrzne wymiary opisanego urządzenia hartowniczego mają długość równą podwójnej średnicy koła zębatego hartowanego, szerokość zbiornika wynoszącą około 200 mm przy jego głębokości 1,2 średnicy koła zębatego.

Przy hartowaniu kół zębatych ze stali stopowych używa się oleju jako środka chłodzącego. Dla utrzymania jego niezmiennej temperatury konieczne jest zewnętrzne ochłodzenie ścianek zbiornika przepływającą wodą i mieszanie oleju wewnątrz zbiornika.

Odpuszczanie (przy  $T = 150 \div 180^{\circ}\text{C}$ ) w czasie 2 godzin odbywa się w piecu umieszczonym obok stanowiska hartowniczego. Twardość zahartowanych miejsc bada się durometrem Rockwella, wyposażonym w uchwyt pozwalający na obrót koła przy wstawianiu zęba w pozycję dogodną do pomiaru.

Na rys. 32 pokazano schematycznie ustawienie urządzeń w oddziale powierzchniowego hartowania indukcyjnego kół zębatych, a strzałkami wskazano kierunek przesuwania się kół zębatych przy procesie obróbki cieplnej; 1 — magazyn kół przychodzących do obróbki; 2 — urządzenie do postępowego hartowania powierzchniowego poszczególnych zębów (metodą „ząb za zębem”); 3 — lampowy generator typu L-60; 4 — stanowisko kontroli technicznej, wyposażone w durometr Rockwella i urządzenia pomocnicze do badania twardości zahartowanych zębów (na ogół kontrolę twardości przeprowadza się wybierając do pomiaru poszczególne zęby); 5 — olejowa wanna lub piec do odpuszczania kół w czasie dwóch godzin w temperaturze  $180^{\circ}\text{C}$  (pojemność wanny lub pieca powinna wystarczyć na jednoczesne załadowanie mniejsze 10 kół).

Obrobione cieplnie koła przechodzą do magazynu — 6, skąd idą do dalszych procesów technologicznych. W rogu pomieszczenia znajduje się stół warsztatowy — 7 z imadłem i narzędziami ślusarskimi i dla pracownika obsługującego całe urządzenie hartownicze. Zasilanie generatora odbywa się od tablicy rozdzielczej — 8 prądem trójfazowym o napięciu 220 V lub 380 V i częstotliwości 50 okr./sek. Urządzenie hartownicze — 2 i piec — 5 posiadają wyciągi



Rys. 32. Rozplanowanie oddziału powierzchniowego hartowania indukcyjnego kół zębatych.

wentylacyjne (na rys. 32 nie pokazane). Do transportu kół zębatych po oddziale używana jest wciągarka jednoszynowa.

#### LITERATURA I ŹRÓDŁA

1. G. BABAT: Osobienosti indukcionnowo nagriewa stali. Zurnał tiechniczeskoi fiziki. F. X wyd. 19. 1940.
2. G. BABAT, M. ŁOZINSKIJ: „Zakałka stali putiom nagriewa tokami vysokoi czastoty. Električestwo Nr 7 1948.
3. W. WOŁOGDIN: Powierchnostnaja zakałka indukcionnym sposobem. Mieżduŕgizdat L — M 1939.
4. M. ŁOZINSKIJ: Powierchnostnaja zakałka stali pri nagriewie tokami vysokoi czastoty. Mieżduŕgizdat L — M 1940.
5. M. ŁOZINSKIJ: Stanki i prisposoblenja dla vysokoczastnoj powierchnostnoj zakałki. Wiestnik maszinostrojenja Nr 2-4 1942, Nr 1-2 1943.
6. M. ŁOZINSKIJ: Uniwersalnyje vysokoczastnyje ustanowki dla elektrotiermił i pławki. Wiestnik maszinostrojenja Nr 1-2 1945.
7. KATALOG Gazorazriadnyje pribory. Oborongiz. 1939
8. KATALOG Glenieratornyje i modulatornyje lampy. 1939.
9. A. SIBILJEW: Električeskije pieczki. ONTI. 1934.



## PROJEKTOWANIE ODDZIAŁÓW (SEKCJI) POWIERZCHNIOWEGO HARTOWANIA METODĄ KONTAKTOWĄ

Opis metody. Przedmiot do hartowania ustawia się w kłach tokarki, na suporcie której umocowane są hartujące rolki, i obraca się go (dla przedmiotów o powierzchniach obrotowych). Niewielka objętość warstwy powierzchniowej przedmiotu ogrzewa się na skutek powstawania ciepła Joula w miejscu styku rolki hartującej (elektrody) z przedmiotem.

Ogrzana objętość chłodzona jest przez sąsiadujące z nią zimne masy metalu i przez ciecz (woda emulsja) doprowadzoną do miejsca styku, j.

Sposób hartowania. W praktyce przemysłowej stosuje się hartowanie powierzchniowe: a. pasmowe, b. na jeden obrót.

Przy pierwszym sposobie na powierzchni przedmiotu, tworzą się oddzielnie zahartowane pasma, odpowiadające szerokości rolki hartującej. Hartowane pasma układane są kolejno w formie spirali gwintowej i częściowo zachodzą jedne na drugie. Każde następne pasmo wywołuje powtórne zahartowanie i odpuszczenie brzegów pasma poprzedniczo zahartowanego.

Hartowanie powierzchniowe na jeden obrót daje dwie oddzielne lub zlewające się powierzchnie zahartowane (zlewające się powierzchnie otrzymujemy przy rozstawieniu między rolnkami równym 4 — 5 mm). Sposób ten stosuje się przy hartowaniu na szerokości 10—80 mm.

Zakres zastosowania. Powierzchniowe hartowanie metodą kontaktową można stosować do następujących przedmiotów: do czopów wrzecion różnych typów obrabiarek, czopów różnych wałków (w tej liczbie roboczych i rozdzielczych), czopów wałków korbkowych różnych silników, sworzeni centrujących tulejek i oprawek w obrabiarkach, czopów osi zestawów parowozowych i wagonowych, główek szyn, prowadnic obrabiarek, specjalnych przedmiotów i innych.

Parametry i rezultaty hartowania. Głównymi parametrami powierzchniowego hartowania metodą kontaktową są: a. natężenie prądu we wtórnym obwodzie lub gęstość prądu na 1 mm szerokości rolki, b. szybkość hartowania (szybkość obwodowa dla powierzchni przedmiotów będących bryłami obrotowymi i liniowa dla powierzchni płaskich), c. nacisk hartującej rolki na przedmiot, d. sposób chłodzenia w procesie hartowania, e. średnica lub grubość hartowanych przedmiotów, f. stan powierzchni przedmiotu, g. materiał rolek, h. szerokość rolki, i. rozstaw między rolnkami. Wykresy zależności między grubością i twardością zahartowanej warstwy z jednej strony a parametrami hartowania z drugiej strony są podane na rys. 33 do 37.

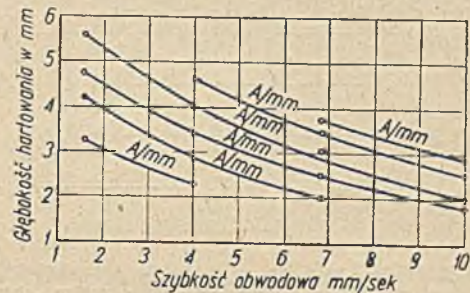
Urządzenia hartownicze. Typ urządzenia hartowniczego wybiera się zależnie od kształtu i wymiarów hartowanego powierzchniowo przedmiotu. Na przykład podstawą urządzenia hartowniczego do przedmiotów mających kształt brył obrotowych jest tokarka, na której montuje się całe urządzenie pomocnicze: a. przyrząd hartujący (główka hartownicza), b. jednofazowy transformator typu używanego w aparatach spawalniczych, c. regulacyjny autotransformator typu TC, d. aparatura komutacyjna i ruchowa, e. przyrządy kontrolne i miernicze, f. ślimakowa przekładnia do zmniejszania ilości obrotów wrzeciona obrabiarki.

Moc urządzenia do hartowania powierzchniowego kontaktowego i dane dotyczące stosowanych obciążeń podane są w tablicy 23.

Hartowniczy transformator wraz z autotransformatorem może być podłączony do sieci o napięciu 220 lub 380 V.

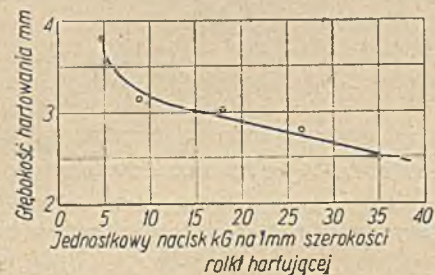
W tablicy 24 podano typy urządzeń elektrycznych produkowanych w ZSRR dla urządzeń hartowniczych o podanej mocy.

Na rys. 38 podano schemat elektryczny urządzenia do hartowania powierzchniowego kontaktowego.



Rys. 33. Zależność głębokości hartowania od szybkości obwodowej, przy której się ono odbywa i od różnych gęstości prądów: 1 gęstość prądu w A na 1 mm szerokości rolki hartującej.

Rozmieszczenie przyrządów. Główna hartownicza umieszczona jest na suporcie tokarki, a hartowniczy transformator — na specjalnym wózku związanym z suportem obrabiarki. Aparatura regulująca i komutacyjna montuje się w oddzielnym miejscu, wybór którego zależy od lokalnych warunków.



Rys. 34. Zależność głębokości hartowania od nacisku rolki hartującej.

Na rys. 39 pokazano schemat urządzenia hartowniczego zmontowanego na tokarce.

Materiał ogrzany do hartowania a przy tym i rolki hartujące chłodzone są stale wodą albo 5 — 10 procentową emulsją zależnie od żądanych twardości oraz gatunku stali hartowanej.

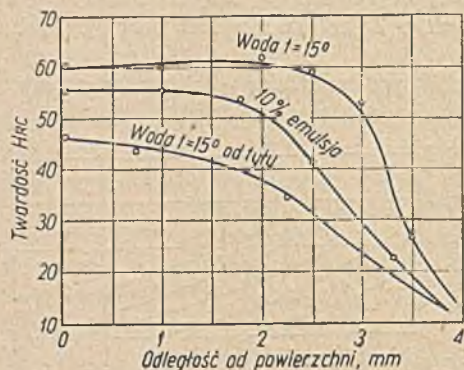
Układ chłodzący (emulsją lub podrzaną wodą) jest układem zamkniętym, gdzie obieg ma kierunek od zbiornika o pojemności 300 ÷ 500 l do przedmiotu chłodzonego wydajność 20 ÷ 35 l/min. Zbiorniki umieszczone są pod wannami obrabiarki.

Należy przewidzieć możność czyszczenia i spuszczenia zawartości zbiorników do ścieku.

W pewnych wypadkach dla podgrzanej wody stosuje się otwarty system chłodzenia. System chłodzenia przedmiotów wodą z wodociągu i spuszczeniem jej do ścieku jest systemem otwartym. Oprócz tego w każdym urządzeniu hartowniczym o mocy powyżej 22 kW należy przewidzieć wodne chłodzenie transformatora hartowniczego ze spuszczeniem wody do kanalizacji. Najbardziej celowe

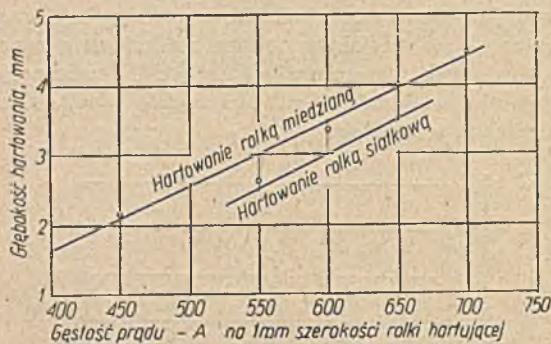


jest umieszczenie kontaktowego urządzenia hartowniczego w linii obróbki mechanicznej. Należy przy tym zwrócić uwagę na konieczność stosowania pewnych dodatkowych procesów.

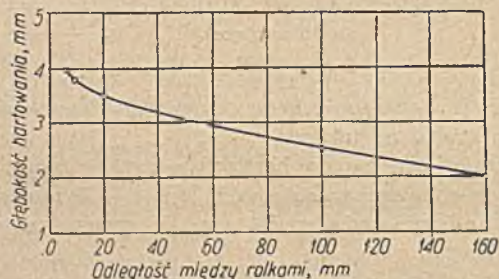


Rys. 35. Rozkład twardości na różnych głębokościach warstwy zahartowanej w zależności od ośrodka chłodzącego i sposobu chłodzenia.

1. Dla zmniejszenia wewnętrznych naprężeń powstałych przy hartowaniu kontaktowym należy przy tym procesie przewidzieć odpuszczanie w niskich temperaturach. Odpuszczanie może być dokonywane w zbiorniku z ole-



Rys. 36. Zależność między głębokością warstwy zahartowanej a materiałem rolki (szybkość obwodowa hartowania 4,2 mm/sek).



Rys. 37. Zależność głębokości hartowania od odległości między rolkami (napięcie w uzwojeniu pierwotnym 105 V); szerokość rolki 12 mm, szybkość obwodowa  $v = 1,2$  mm/sek.

jem ogrzewanym prądem elektrycznym typu MB-40 lub w piecach elektrycznych typu PN-31 — 1 i PN-32 — D-2 (Zakłady „Elektrik“), a także w specjalnie zaprojektowanych urządzeniach z indukcyjnym ogrzewaniem prądami normalnej częstotliwości.

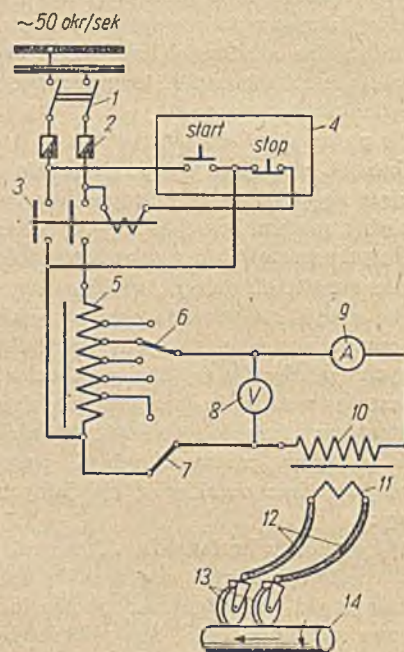
2. Wszystkie przedmioty po powierzchniowym zahartowaniu powinny podlegać następującej kontroli: a. badaniom metalograficznym (makro i mikro) zahartowanej warstwy przedmiotu, oczywiście przeprowadzonym tylko na pewnym procencie przedmiotów z partii,

Tablica 23

### Moc urządzenia do hartowania powierzchniowego kontaktowego i dane dotyczące stosowanych obciążeń

Moc urządzenia w kW	Warunki		
	natężenie prądu w A	napięcie prądu w V	stopniowanie
21,2	9500	2,50—0,87	2,5%
34,8	14000	2,50—0,88	2,5%
62,5	25000	2,50—1,00	około 3%

- badaniu twardości aparatem Rockwella i Shore'a (ostatnim — tylko gdy przedmioty posiadają szlifowane powierzchnie, na których nie może być odcisków twardości),
- badaniom przyrządami magnetycznymi (ferroflux) w celu wykrycia ewentualnych pęknięć.



Rys. 38. Schemat elektryczny uniwersalnego urządzenia do hartowania powierzchniowego kontaktowego (wg Centralnego Biura Powierzchnostno Elektrozakaki): 1 — dwunożowy włącznik; 2 — bezpieczniki SPO; 3 — wyłącznik; 4 — przycisk rozruchowy KY-120; 5 — autotransformator; 6 — przełącznik 15 stopniowy; 7 — jednożożowy włącznik przerzutowy; 8 — woltomierz EN; 9 — amperomierz EN; 10 — transformator; 11 — wtórne uzwojenie transformatora; 12 — przewody elastyczne; 13 — główka hartownicza; 14 — hartowany przedmiot.

W tym celu do wyposażenia oddziału hartowania powierzchniowego powinny wchodzić urządzenia umożliwiające: a. magazynowanie przedmiotów przed hartowaniem i po hartowaniu, b. hartowanie powierzchniowe, c. odpuszczanie w niskich temperaturach, d. kontrolę zahartowanych przedmiotów. Na rys. 40 przedstawiono rozmieszczenie poszczególnych urządzeń oddziału hartowania powierzchniowego z podaniem wymiarów zajmowanych przez nie powierzchni.

**Przepustowość stanowiska hartowniczego.** Zależność między głębokością hartowania, szerokością rolki hartującej i koniecznym natężeniem prądu we wtórnym uzwojeniu (przy średnich wartościach pozostałych parametrów) podano w tablicy 25.



## Typy urządzeń elektrycznych produkowanych w ZSRR

Wyposażenie <sup>1)</sup>	Moc urządzeń hartowniczych					
	21,2 kW		34,8 kW		62,5 kW	
	typ	ilość	typ	ilość	typ	ilość
Hartowniczy jednofazowy transformator (fabryki „Elektrik”)	КТЭ-222	1	КТЭ-232	1	КТЭ-232	2
Regulacyjny autotransformator (fabryki „Elektrik”)	ТС-82-А6	1	ТС-94-А6	1	ТС-150	1
Wyłacznik liniowy (ХЗТЭ)	КТ-23	1	КТ-24	1	КТ-25	1
Przełącznik autotransformatora (bez wyłączenia sieci) na 15 położeń (konstrukcji ЦБПЭ)	Нс 200 А	1	Нс 400 А	1	Нс 400 А	1
Przełącznik jednofazowy (Gławelektroprom)	РП-1 na 200 А	1	РП-1 na 400 А	1	РП-1 na 600 А	1
Amperomierz	ЭН na 300 А	1	ЭН na 500 А	1	ЭН na 500 А	1
Woltomierz	ЭН260 <sup>2)</sup> lub 450V	1	ЭН260 lub 450 V	1	ЭН260 lub 450 V	1
Rollka hartująca konstrukcji ЦБПЭ	КГ <sup>3)</sup> - 4	1	КГ - 4	1	КГ - 4	1
Ślimakowa przekładnia (drugi Mechnaszawod)	P - 1	1	P - 1	1	P - 1	1
Pompka zębata	Wydajność 20 - 25 l/min					

1) Do hartowania przedmiotów o powierzchniach obrotowych średnicy 200 mm, długości 1500 mm zaleca się użycie tokarki ze śrubą pociągową typu ДИП-300, do hartowania przedmiotów o średnicy do 200 mm, długości nie większej niż 1500 mm - typu ДИП - 200. Do hartowania płaskich przedmiotów można użyć frezarki poziomej lub strugarkę podłużną z odpowiednimi ruchami roboczymi stołu.

2) Zależnie od napięcia sieci.

3) Dla większości przedmiotów zmienia się tylko wymiary i materiał rolek hartujących. W poszczególnych wypadkach wymagane jest wzmocnienie konstrukcji całej głowki hartowniczej.

Czas konieczny do zahartowania jednego cylindrycznego przedmiotu określa się według wzoru:

$$\tau = \frac{kF}{bv} \text{ sek}$$

gdzie:

$F$  — powierzchnia przedmiotu, która podlega zahartowaniu w  $\text{cm}^2$ ,

$b$  — przesuw hartujących rolek na jeden obrót w  $\text{cm}$ ,

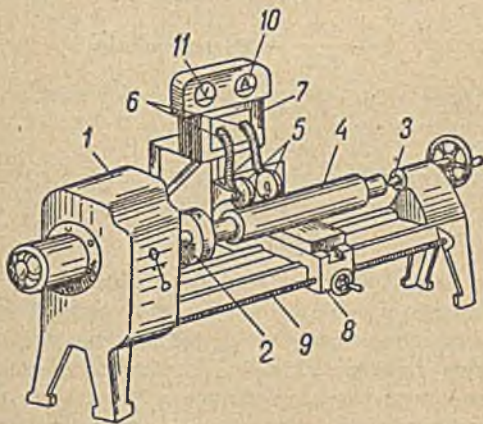
$v$  — obwodowa szybkość hartowania w  $\text{cm}/\text{sek}$ ,

$k$  — współczynnik równy 0,5 uwzględniający hartowanie powierzchni jednocześnie dwiema rollkami.

Przesuw  $b$  jest na ogół równy  $60 \div 65\%$  szerokości hartującej rolki.

Przykład 1. Powierzchniowemu hartowaniu poddaje się dwa czopy wrzeciona tokarki „Hasse-Werde“ (rys. 41). Techniczne warunki hartowania: twardość  $H_{RC} = 52 \div 56$ , w pasie dopuszczalnym  $H_{RC} = 45$ , głębokość zahartowanej warstwy — 3 mm. Materiał wrzeciona — stal 40 X. Sposób hartowania — pasmowy.

Według tablicy 25 przyjmujemy szerokość hartującej rolki 12 mm i siły prądu we wtórnym uzwojeniu 9000 A.



Rys. 39. Schemat urządzenia do powierzchniowego hartowania metodą kontaktową prądem zmiennym normalnej częstotliwości: 1 -- tokarka, na której w uchwycie samocentrującym 2 i w kle 3 zamocowany jest wał 4; rolki kontaktowe 5 połączone są elastycznymi przewodami 6 z zasilającym transformatorem 7; rolki przesuwają się wzdłuż hartowanego wału razem z suportem 8 za pomocą śruby pociągowej 9. Natężenie i napięcie prądu w uzwojeniu pierwotnym transformatora 7 mierzy się amperomierzem 10 i woltomierzem 11.

Wtedy gęstość prądu będzie  $\frac{9000}{12} = 750 \text{ A}$  na 1 mm szerokości rolki. Z wykresu (rys. 33) ustalamy, że przy gęstości prądu 750 A na 1 mm szerokości rolki i głębokości hartowania 3 mm konieczna szybkość obwodowa hartowania równa jest 9 mm/sek. Z wykresu (rys. 34) ustalamy, że jednostkowe ciśnienie hartującej rolki powinno być równe 16  $\text{kg}$  na 1 mm szerokości rolki.

Na podstawie wykresu (rys. 35) przyjmujemy chłodzenie 10% emulsją. Stosunek między głębokością właściwej warstwy zahartowanej i głębokością warstwy przejściowej równy 2 : 1 uważany jest za normalny. Przesuw na jeden obrót przyjmujemy równy 60% szerokości rolki hartującej, tj. 7 mm. Materiał rolki — miedź elektrolityczna.

Przyjęliśmy zatem następujące parametry hartowania: natężenie prądu we wtórnym uzwojeniu — 9000 A, gęstość prądu 750 A na 1 mm szerokości rolki, obwodowa szybkość — 9 mm/sek, jednostkowy nacisk — 16  $\text{kg}/\text{mm}$ , na 1 mm szerokości rolki, przesuw na jeden obrót — 7 mm, szerokość rolki hartującej — 12 mm, materiał rolek — miedź elektrolityczna, ośrodek chłodzący — 10% emulsja, sposób chłodzenia bezpośrednio cieczą chłodzącą.

Dla uzyskania we wtórnym uzwojeniu natężenia prądu równego 900 A, tj. mocy urządzenia 25 kW, wybieramy hartowniczy transformator KTE-232 połączony z autotransformatorem TC-94 — A6.

Wyjściowym mechanizmem do urządzenia hartowniczego może być tokarka ze śrubą pociągową typu DIP-200.

Czas konieczny do zahartowania każdego czopa znajdziemy z wzoru podanego wyżej:

$$\tau = \frac{0,5 \cdot F}{bv} = 3,3 \text{ min}$$

Całkowity czas hartowania — 6,6 min. Ustalony czas na przejście od jednego czopa do drugiego i na zmianę przedmiotu wynosi 2 min.

Całkowity czas pracy urządzenia wyniesie więc 8,6 min. Przepustowość urządzenia hartowniczego w czasie 8-godzinnej zmiany przy hartowaniu wrzeciona tokarki „Hasse-Werde“ będzie  $N = \frac{480}{8,6} = 55$  przedmiotów, a z uwzględnieniem czasu straconego 50 wrzecion w czasie zmiany.



Tablica 25

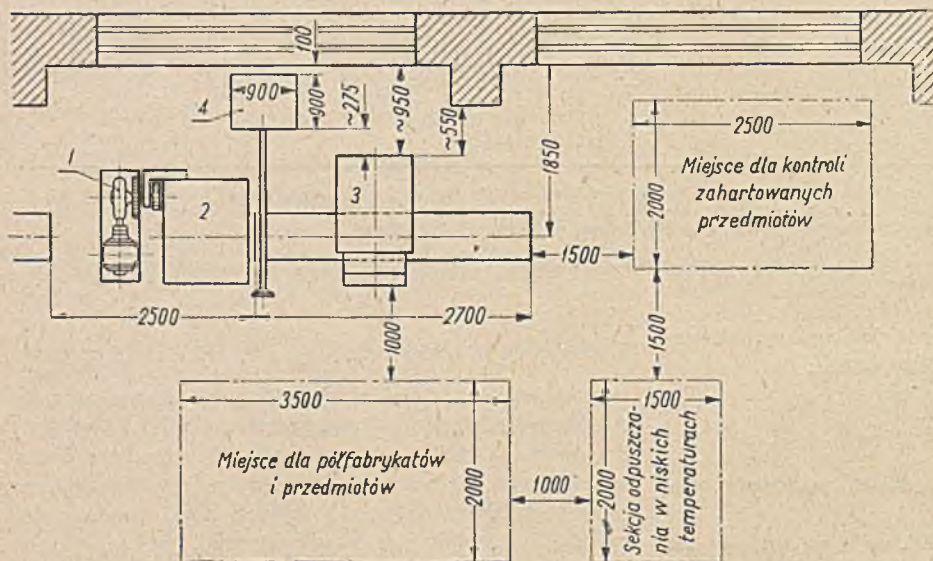
Zależność między głębokością hartowania, szerokością rolki hartowniczej i natężeniem prądu

Głębokość hartowania w mm	Szerokość rolki hartowniczej w mm	Natężenie prądu we wtórnym uzwojeniu w A
1,5 ÷ 2,5	8 ÷ 10	6000 ÷ 7000
3,0 ÷ 4,5	12 ÷ 16	9 000 ÷ 14 000
powyżej 5	powyżej 18	20 000 ÷ 25 000

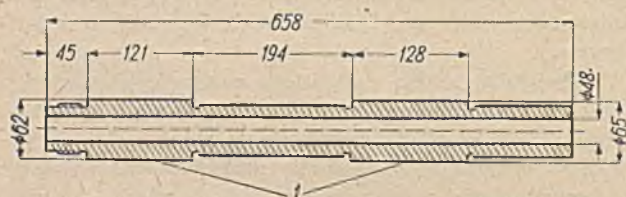
Według tablicy 25 przyjmujemy szerokość rolki hartującej 10 mm, natężenie prądu we wtórnym uzwojeniu 6000 A, odstęp między rołkami 4 mm. Gęstość prądu będzie  $\frac{6000}{10} = 600$  A na 1 mm szerokości rolki.

Z wykresu (rys. 33) ustalamy, że szybkość obwodowa tak jak w pierwszym przykładzie równa jest 9 mm/sek.

Na podstawie wykresu (rys. 35) przyjmujemy chłodzenie wodą przy  $T = 15^{\circ}\text{C}$  („od tyłu“).

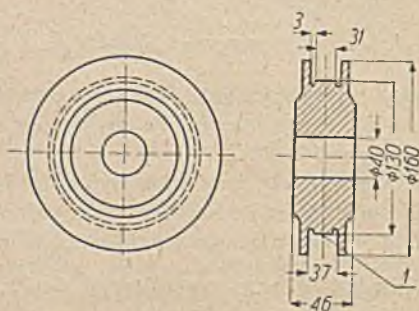


Rys. 40. Rozplanowanie wyposażenia oddziału hartowania powierzchniowego metodą kontaktową: 1 — reduktor obrotów obrabiarki, 2 — tokarka, 3 — transformator z główką hartowniczą, 4 — tablica nastawcza.



Rys. 41. Rysunek wrzeciona automatu „Hasse-Werde“: 1 — części podlegające hartowaniu.

**Przykład 2.** Hartowaniu powierzchniowemu poddajemy rolę wciągarki. Techniczne warunki hartowania: twardość wg  $H_{RC} = 40 \div 45$ , głębokość zahartowanej warstwy 1,5 ÷ 2 mm, szerokość zahartowanej powierzchni — 25 mm. Materiał rolki — stal 45. Na rys. 42 przedstawiono szkic wymiarowy hartowanego przedmiotu. Sposób hartowania na jeden obrót.



Rys. 42. Rysunek rolki podnośnika, która podlega powierzchniowemu hartowaniu w miejscu — 1.

Materiał hartującej rolki — miedź techniczna albo glin. Przyjęliśmy następujące parametry hartowania: natężenie prądu we wtórnym uzwojeniu 6000 A, gęstość prądu 600 A na 1 mm szerokości rolki, szybkość obwodowa 9 mm/sek, szerokość rolki hartującej 10 mm, rozstaw między rołkami 4 mm, materiał rołek — miedź techniczna albo glin, ośrodek chłodzący — woda przy  $t = 15^{\circ}\text{C}$ , sposób ochładzania „od tyłu“.

Dla utrzymania we wtórnym uzwojeniu natężenia prądu 6000 A, tj. mocy urządzenia 15 kW wybieramy transformator KTE-222 połączony z autotransformatorem TC-82 — A6.

Podstawowym mechanizmem do urządzenia hartowniczego może być tokarka ze wzniosem kłów 200 mm.

Czas konieczny na zahartowanie rolki znajdziemy ze wzoru

$$\tau = \frac{\pi d}{v} = 45 \text{ sek}$$

Ustalony czas dla zmiany przedmiotów wynosi 30 sek; całkowity czas hartowania 1,25 min.

Przepustowość urządzenia hartowniczego w czasie 8-godzinnej zmiany przy hartowaniu rolek wciągarek będzie

$$N = \frac{480}{1,25} = 384 \text{ przedmiotów}$$

przy uwzględnieniu czasu straconego ~ 350 rolek na jedną zmianę.

## PROJEKTOWANIE ODDZIAŁÓW (SEKCJI) POWIERZCHNIOWEGO HARTOWANIA PŁOMIENIOWEGO

**Definicja metody.** Powierzchnię przedmiotu stalowego albo żeliwnego poddaje się miejscowemu ogrzewaniu płomieniem palnika, a następnie szybkiemu chłodzeniu wodą lub innym środkiem chłodzącym. Czas ogrzewania jest krótki i dlatego ciepło przeniknie na nieznaczną głębokość i zahartuje się tylko wierzchnia warstwa, a rdzeń zachowa swoje pierwotne właściwości.

Ten sposób hartowania nazywają często hartowaniem acetylenowo-tlenowym. Jednak, oczywiście, oprócz acetyleny mogą być użyte także inne gazy palne (metan, gaz ziemny, gaz świetlny i in.) i dlatego prawidłowiej jest przyjąć nazwę hartowanie płomieniowe, przyjętą i w USA (flame hardening).

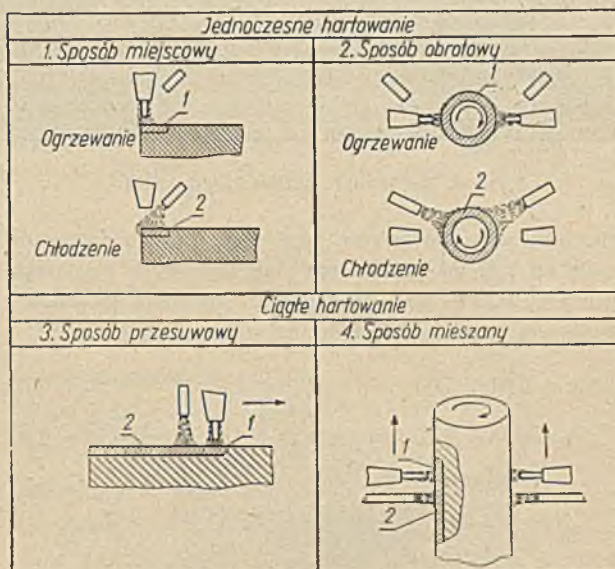


Tablica 26

## Sposoby hartowania płomieniowego

Nazwa sposobu hartowania	Opis sposobu hartowania	Charakterystyka hartowanych obiektów	Obiekty do hartowania	
Bezruchowy	Powierzchnia nieruchomo umieszczonego przedmiotu jest ogrzewana przez określony czas płomieniem nie poruszającego się palnika, a potem chłodzona	Niewielkie powierzchnie także i o kształcie okrągłym (do średnicy 50 mm)	Szyny (styki), koła łańcuchowe (zębły), zawory (grzybki)	
Obrotowy	Powierzchnia obracającego się przedmiotu (75-150 obr/min) jest ogrzewana przez określony czas płomieniem nie poruszającego się palnika (jednego lub kilku), a potem chłodzona	Kształt cylindryczny o średnicy poniżej 200 mm Niewielka długość (mniej niż 100 mm)	Wały korbowe (czopy), wały i osie (czopy), niewielkie koła zębate o module do 6	
Przesuwany	Palnik i urządzenia chłodzące (przedstawiające jeden aparat) przesuwają się z określoną szybkością wzdłuż powierzchni nieruchomo ustawionego lub poruszającego się przedmiotu. Wskutek tego następuje ogrzewanie i ochłodzenie tych części powierzchni, obok których kolejno przesuwają się palnik i urządzenie chłodzące. W niektórych wypadkach przedmiot może przesuwac się względem nieruchomego palnika	Palnik umorowany na supporte obrabiarki prostolinijnie posuwa się wzdłuż powierzchni nieruchomo ustawionego przedmiotu	Prostolinijna powierzchnia znacznej długości (> 100 mm)	Prowadnice łoż tokarek, koła zębate z prostymi zębami
		Palnik posuwa się po linii krzywej wzdłuż powierzchni nieruchomo ustawionego przedmiotu	Kształt nieregularny	Prowadnice transporterów, cylindry dużych pomp
		Palnik przesuwany prostolinijnie wzdłuż rzędu nieruchomo ustawionych przedmiotów i kolejno hartuje ich powierzchnię	Nieznaczna długość (< 100 mm), kształt pozwalający na ułożenie w szeregu	Koła prowadzące czolgów, rowce kłucze, kowadła
		Palnik ustawiony nieruchomo, a przedmiot powoli (z szybkością równą tej, z jaką zwykle przesuwany się palnik) obraca się dopóki jego powierzchnia postępowo wchodzi w zakres działania palnika (ogrzewanie i zaraz następujące ochłodzenie) nie będzie cała zahartowana 3).	Kształt cylindryczny dużych rozmiarów (200 mm) i nieduża szerokość (mniej 100 mm)	Oporowe pierścienie, bandaż, krzywki
		Palnik przesuwany prostolinijnie, a przedmiot powoli obraca się, w wyniku czego palnik względem przedmiotu porusza się po linii spiralnej	Kształt spiralny a także cylindryczny, długości powyżej 100 mm	Koła zębate ze spiralnymi zębami, ślimaki, guźny
Kombinowany	Wzdłuż powierzchni obracającego się przedmiotu (75-150 obr/min) przesuwany się z określoną szybkością palnik (jeden lub kilka) i urządzenie chłodzące, co powoduje ogrzewanie i ochłodzenie (hartowanie), tych części powierzchni, nad którymi one przejdą).	Kształt cylindryczny, długość powyżej 100 mm <sup>2)</sup>	Wały, wrzeciona, uzony młotów, nurlaki pomp, walce	

Hartowanie płomieniowe rozpowszechniło się bardzo w ostatnich latach. Nie należy mieszać tego sposobu hartowania ze znanym już dawno hartowaniem za pomocą ręcznego palnika, który to sposób zachował się jeszcze w niektórych zakładach. W odróżnieniu od chałupniczego sposobu, przy którym wszystko zależało od wprawy hartownika, terażniejszy sposób płomieniowego hartowania oparty jest na zastosowaniu mechanicznych urządzeń, kontrolnych przyrządów i automatów, zabezpieczających wysokie właściwości i jednorodność produkcji.



Rys. 43. Schematy sposobów hartowania płomieniowego: 1 — strefa ogrzewania; 2 strefa chłodzenia.

Bezpośrednie działanie płomienia o wysokiej temperaturze na powierzchnię przedmiotu powoduje, że wyniki osiągnięte w ten sposób są bardzo czułe na wszelkie odchylenie od ustalonych warunków.

Sposoby hartowania płomieniowego. Istnieją cztery sposoby hartowania płomieniowego: a. miejscowe, b. obrotowe, c. przesuwowe, d. mieszane (rys. 43 i tablica 26). Różnią się one sposobem oddawania ciepła płomienia powierzchni przedmiotu.

Między hartowaniem miejscowym i obrotowym z jednej strony a przesuwowym i mieszanym — z drugiej mamy zasadnicze różnice. Przy pierwszych dwóch sposobach (a i b) cała powierzchnia, która ma być zahartowana, zostaje najpierw ogrzana, a potem cała jednocześnie ochłodzona (proces cykliczny składający się z dwóch operacji). Przy następnych dwóch sposobach (c i d) hartowana powierzchnia przesuwana się nieprzerwanie przez strefę ogrzewania i wchodzi w strefę chłodzenia (jedna nieprzerwana operacja).

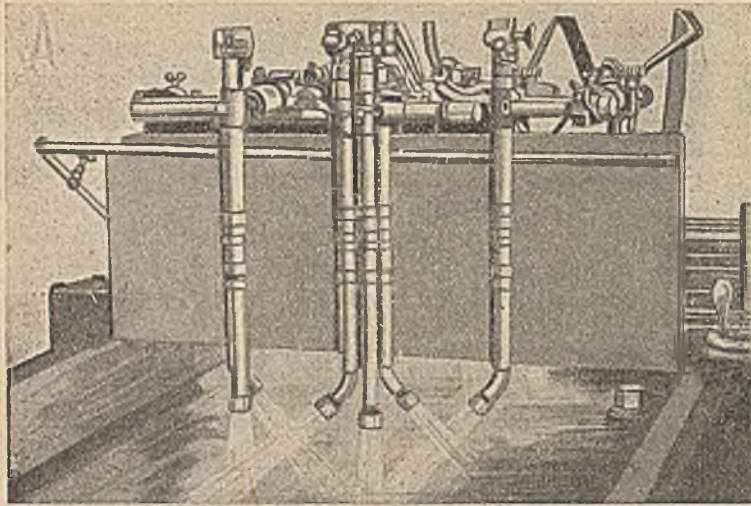
Zakres zastosowania. Płomieniowe hartowanie znajduje najbardziej racjonalne zastosowanie tam, gdzie trzeba uodpornić na ścieranie duże stalowe przedmioty, w tej liczbie także przedmioty lane. Dla przykładu na rys. 44 i 45 pokazano płomieniowe hartowanie prowadnic tokarki i wału kutego. Najlepsze rezultaty daje hartowanie pło-

1) W tym miejscu, tam gdzie kończy się hartowanie, pozostaje miękki pas odpuszczonego metalu.

2) Obrotowy i kombinowany sposób daje równomierną warstwę zahartowaną na całej powierzchni.

3) W miejscu styku sąsiadujących pasów zahartowanych w postaci gwintu powstaje pasek miękkiego materiału.



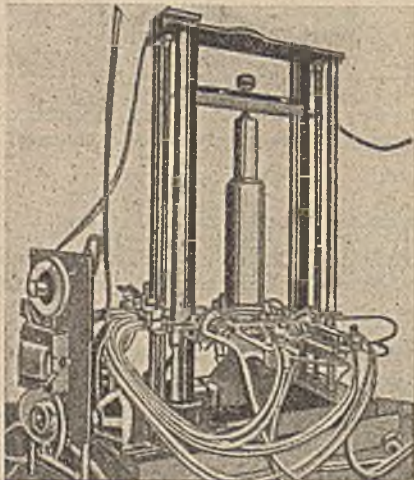


Rys. 44. Hartowanie prowadnic tokarki.

mieniowe przy hartowaniu węglowych stali o zawartości węgla od 0,40 do 0,70% oraz stali stopowych zawierających przy 0,25 ÷ 0,5% węgla jeden lub kilka składników stopowych w następujących ilościach procentowych:

Mn = 0,60 ÷ 1,60; Si = 0,20 ÷ 1,50; Cr = 0,20 ÷ 0,75;

Ni = 0,30 ÷ 3,50; Mo = 0,15 ÷ 0,30; V = 0,15 — 0,30.



Rys. 45. Hartowanie walca walcarki.

Stal węglowa 45 dzięki hartowaniu płomieniem w wielu wypadkach może zastąpić deficytowe stale stopowe. Hartowanie płomieniem stosowane jest z powodzeniem również do odlewów ze staliwa, z żeliwa szarego i perlitycznego (o zawartości węgla związanego od 0,50 do 0,85%), żeliwa stopowego i węglowego.

**Wyniki hartowania.** Przy odpowiedniej regulacji można przez hartowanie płomieniem otrzymać warstwę zahartowaną dowolnej głębokości w granicach poniżej 6 mm. Twardość powierzchni stalowych przedmiotów wynosi przy ochłodzeniu wodą od 52 do 66  $H_{RC}$ , zależnie od gatunku stali. Twardość żeliwa po zahartowaniu dochodzi do 450  $H_B$ . Powierzchnia części poddanych hartowaniu płomieniem pozostaje czysta, nie podlega utlenieniu, odwęgleniu lub nawęgleniu.

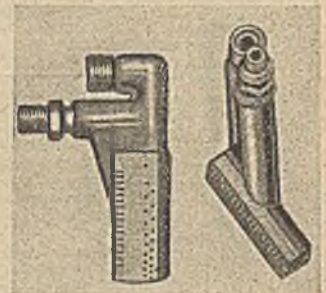
Warstwa zahartowana przy właściwym doborze warunków hartowania posiada drobnoziarnistą strukturę ze stopniowo przechodzącą w strukturę rdzenia. Właściwości rdzenia nie ulegają zmianom. Pozwala to na nadawanie stali przez wstępną obróbkę cieplną żądanej wytrzymałości i ciągliwości. Jedną z ważniejszych zalet hartowania płomieniem jest to, że powoduje ono znikome zniekształcenia lub zupełnie ich nie wywołuje.

**Instalacje do hartowania.** Jako maszyny hartownicze w praktyce wytwórczej wykorzystuje się zwykle jedną z posiadanych obrabiarek do obróbki metali. Najczęściej używana jest w tym celu tokarka, za pomocą której można nadać palnikowi ruch postępowy, jak również uzyskać obrót części hartowanych i przeprowadzać obróbkę cieplną różnorodnych części każdym z czterech wyżej opisanych sposobów. Do hartowania przesuwnego nadaje się również półautomat do cięcia acetylenem (sekator). Hartowanie niektórych przedmiotów (na przykład płyt pancernych) może wymagać skonstruowania specjalnych urządzeń.

Regulacyjne zawory do tlenu i gazu palnego robi się z normalizowanych z a w o r ó w p a r o w y c h z nieznaną przeróbką grzybka w celu podwyższenia dokładności regulacji.

Manometry kontrolne i reduktory są przyrządami z normalizowanymi.

Jako palnik hartowniczy może być wykorzystany znormalizowany palnik do spawania, z którego należy zdjąć oba zawory i w ich miejsce wstawić korki. Na równi z korpusem palnika mogą być użyte wszystkie części zamienne (wyłączając końcówki): smoczek, smoczkowe wstawki, komory mieszankowe, łączniki. Spawalnicze końcówki powinny być zamienione na specjalne hartownicze końcówki. Końcówka hartownicza — jedyna część specjalna potrzebna do hartowania płomieniem — służy do wytworzenia płomienia takiego kształtu, który by odpowiadał kształtowi przedmiotu. Zależnie od rodzaju przedmiotów stosuje się różne wymienne końcówki. Na rys. 46 pokazano końcówkę hartowniczą do hartowania zębów kół zębatych. Należy ona do typu wielopłomieniowego. Końcówka hartownicza ma dwa doprowadzenia zakończone gwintem; górne podłącza się do palnika, a niższe do wody chłodzącej. Gazowa mieszanka wychodzi przez otworki ułożone w szachownicę (po stronie prawej), tworzy szereg płomieni, a woda chłodzi końcówkę i wychodzi otworkami (po stronie lewej) tworząc natrysk.



Rys. 46. Końcówka hartownicza dla zębów kół zębatych.

Najbardziej rozpowszechnionym gazem palnym do hartowania płomieniowego jest acetylen. Butle z acetylenem należy tak ustawić, aby jak najbardziej zabezpieczyć stałość warunków procesu, bezpieczeństwo, dogodność obsługi i aby zajęły jak najmniej miejsca. W wypadku niemożności otrzymania butli z acetylenem można stosować



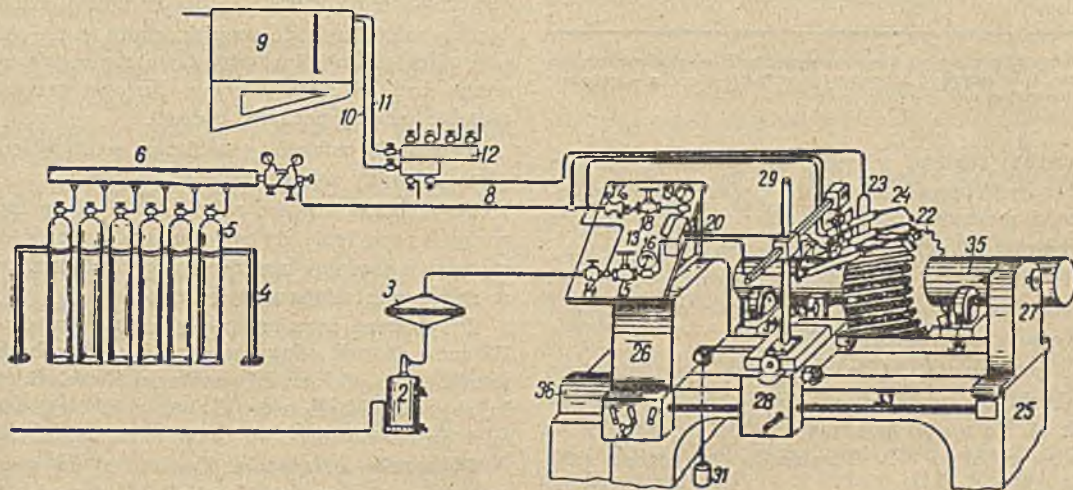
generatory acetyleny wysokiego ciśnienia (na przykład SWD-10), które dają ciśnienie około 1 at n.

Generatory średniego ciśnienia są niepożądane, a niskiego — w większości wypadków nie nadają się. Przy wyborze wydajności generatora lub ustalaniu ilości butli koniecznie trzeba pamiętać o wystarczającym zapasie źródła acetyleny.

Forsowanie agregatu przez pobieranie acetyleny w ilości jego maksymalnej wydajności prowadzi do niedopuszczalnych wahań temperatury i składu gazu. Maksymalna wydajność z butli wynosi 1500 l/godz.

Nie należy projektować (do jednoczesnego wykorzystania) jednego źródła acetyleny do hartowania i do innych celów (spawanie, cięcie).

Aby zabezpieczyć się przed wahaniami temperatury, ciśnienia i składu acetyleny, konieczne jest przepuszczanie go przez następujące aparaty wchodzące zazwyczaj w skład generatora: płuczkę, chemiczny oczyszczacz, kondensator i regulator ciśnienia, a także mechaniczny filtr.



Rys. 47. Schemat typowego urządzenia hartowniczego.

Urządzenie hartownicze. Na rys. 47 przedstawione jest urządzenie hartownicze typu uniwersalnego, które może być użyte w zakładach ciężkiego przemysłu maszynowego. Przy tym komplecie palników, który jest pokazany na rysunku, urządzenie przeznaczone jest do hartowania kół zębatach i ślimaków wszystkich typów o module od 7 do 30 mm. Przy doborze odpowiednich palników w tym urządzeniu można hartować także koła zębata o mniejszym module (6 mm i mniejsze), wały, wrzeciona i inne części. Ze względu na uniwersalność urządzenia nie jest ono zautomatyzowane.

Gaz palny, którego źródło nie jest pokazane na schemacie, doprowadzony jest przewodem 1 przez zabezpieczający zawór wodny 2 mechaniczny filtr 3 do tablicy regulacyjnej 13.

Jako zbiornik tlenu służy bateria ustawionych w stojaku 4 butli tlenowych, podłączonych do rury zbiorczej 6, z której tlen przez reduktor 7 kieruje się do przewodu 8 i do tablicy regulacyjnej 13.

Dla zabezpieczenia przed wahaniami temperatury i ciśnienia wody doprowadza się ją nie z wodociągu, a ze zbiornika 9, wyposażonego w urządzenia do utrzymania stałego poziomu, wodociąg, termometr i kran spustowy.

Do palnika woda do hartowania prowadzona jest przewodem 10.

Woda do chłodzenia nie hartowanych części przedmiotu doprowadzona jest oddzielnym przewodem 11 do wodnego rozdzielacza 12.

Aparatura do regulowania i kontroli płomienia zgrupowana jest na tablicy regulacyjnej 13. Zawór zamykający 14 ma przeznaczenie zamykać dopływ gazu (przy zatrzymaniu) bez naruszenia ustalonego położenia zaworu regulacyjnego.

Dokładne regulowanie dopływu gazu palnego osiąga się z pomocą zaworu regulacyjnego 15. Kontrolny manometr 16 służy do mierzenia roboczego ciśnienia gazu palnego. Ażeby osiągnąć jak najmniejsze wahania ciśnienia tlenu, umieszcza się w przewodach tlenowych reduktor 17 (jeden reduktor 7 do tego celu jest niedostateczny).

Oprócz tego reduktor 17 spełnia rolę zaworu zamykającego dopływ tlenu. Dalej tlen przechodzi przez zawór regulacyjny 18 i kontrolny manometr 19 — analogicznie do przyrządów 15 i 16. Do szybkiego, jednoczesnego włączenia i wyłączenia obu gazów służy podwójny zawór 20,

przez który przechodzą oddzielnymi kanałami tlen i gaz palny przed ich dojściem do palnika.

Hartownicze urządzenie posiada trzy palniki, dwa robocze i jeden zapasowy. Robocze palniki 21 z hartowniczymi końcówkami 22 służą do hartowania jednocześnie obu stron zęba.

Rurkami 23 doprowadza się wodę do końcówek. Palnik zapasowy — 24 przeznaczony jest do zapalnia powtórnego palników roboczych na początku każdego nowego przejścia.

Do urządzenia hartowniczego użyto zwykłą tokarkę. Łoże 25, korpus wrzecionnika 26 i konik 27 zostają bez zmian, a suport 28 zaopatrzony jest w rolki i używany jako wózek.

Na suportie umieszczony jest stojak do podtrzymywania palnika 29 i przyrząd 30 do przesuwania po kopiale.

Przyrząd ten, stosowany przy hartowaniu kół zębatach z zębami ukośnymi i daszkowymi, składa się ze stojaka z palcem, który wprowadzony jest w zagłębienie między zębami koła hartowanego. Umożliwia to wykorzystanie zębów koła hartowanego jako szablonu, który przy przesuwaniu się suportu z palnikiem obraca koło na kąt zgodny z pochyleniem zębów; dzięki temu palniki przesuwają się po spirali dokładnie wzdłuż hartowanej powierzchni zęba.



Tablica 27

**Dane do obliczeń mocy urządzenia do hartowania powierzchniowego, rozchodu gazów i jego przepustowości<sup>1)</sup>**

Parametry	Gaz	Jednoczesne hartowanie (sposób obrotowy i bezruchowy)	Ciągłe hartowanie (sposób przesuwany i kombinowany)
Wydajność źródła gazu w l/godz	Acetylen	$V_a = 360 \frac{F}{\sqrt{x^2}}$	$V_a = 1900 \frac{L}{\sqrt{x^2}}$
	Tlen	$V_k = 540 \frac{F}{\sqrt{x^2}}$	$V_k = 2800 \frac{L}{\sqrt{x^2}}$
Rozchód gazu w l/cm <sup>2</sup>	Acetylen	$W_a = 0,7 \sqrt{x}$	$W_a = 0,45 \sqrt{x}$
	Tlen	$W_k = 1,05 \sqrt{x}$	$W_k = 0,70 \sqrt{x}$
Czas ogrzewania w sek		$t = 7 x^2$	—
Szybkość przesuwania palników w cm/min		—	$v = \frac{72}{x^2}$

1) W tablicy 27 przyjęto oznaczenia następujące: F — powierzchnia hartowania w cm<sup>2</sup>, L — szerokość hartowanej powierzchni w cm, x — głębokość warstwy hartowanej w mm.

Dla powrotu suportu w wyjściowe położenie robocze po każdym przejściu palników służy ciężar 31. Regulowanie szybkości przesuwu palników odbywa się za pomocą skrzynki biegów 32 połączonej z wałkiem pociągowym.

Potrzebne szybkości leżą w granicach od 5 do 50 cm/min, przy czym stopnie szybkości powinny się różnić między sobą nie więcej niż 10%.

Wielkie przedmioty, które nie mogą być ustawione w kłach obrabiarki, umieszcza się obok niej na dwóch parach rolek 34. Na rys. 47 pokazany jest taki przedmiot — wał z kołem zębatym 35. Obrabiarka napędzana jest przekładnią 36.

Oprócz pokazanego urządzenia może się okazać potrzeba użycia do hartowania płomieniowego całego szeregu przyrządów, które znajdują się zresztą w każdym warsztacie. Tak np do hartowania ślimacznicy potrzebna jest podzielnica, do kół stożkowych — stół obrotowy, do kół zębatych — uchwyty.

**Rozmieszczenie urządzeń.** Generator acetylenu z należącymi do niego aparatami umieszcza się w specjalnej przybudówce odpowiadającej wymaganiom stawianym tego rodzaju urządzeniom. Całe pozostałe urządzenie umieszcza się w wydziale. Pomieszczenie do hartowania płomieniem powinno być jasne, czyste, ogrzewane i dobrze

wietrzne; wysokość pomieszczenia powinna być nie mniejsza niż 8 m. Pomieszczenie to powinno być także wyposażone w suwnice, żurawie przyścienne i w inne urządzenia podnośno-transportowe, które odpowiadają swojej nośnością ciężarowi hartowanych przedmiotów. Konieczne jest też doprowadzenie wody i energii elektrycznej.

Wszystkim tym wymaganiom na ogół może zadość uczynić każdy zakład. Celowe jest umieszczenie urządzenia hartowniczego w linii produkcyjnej tak, aby hartowanie płomieniem odbywało się po zakończeniu obróbki mechanicznej.

Powierzchnia potrzebna do ustawienia wyżej opisanego urządzenia równa jest około 60 m<sup>2</sup>.

Butle tlenowe i acetylenowe należy umieszczać w odległości przynajmniej 5 m od palników. Taka sama odległość powinna być zachowana między butlami tlenowymi i acetylenowymi. Przy planowaniu miejsca na ustawienie butli należy dla nich przewidzieć możliwość łatwego dostępu. Zbiornik ciśnieniowy do wody ustawia się na wspornikach na wysokości nie mniejszej niż 3 m. Obrabiarkę należy ustawić wzdłuż ściany w nie mniejszej od niej odległości niż 2 m, przy czym stanowisko robocze powinno być od strony ściany. Rurowe przewody należy układać poniżej poziomu podłogi.

Zaleca się ustawić obrabiarkę w zagłębieniu podłogi warsztatu, aby zabezpieczyć spływ wody.

Zagłębienie powinno mieć ścianki nie przepuszczające wody i pochylenie do spływu wody, którą odprowadza się rurą o średnicy nie mniejszej od 75 mm, umieszczoną w najniższym miejscu zagłębienia.

Przybliżone wymiary zagłębienia wynoszą: głębokość 100 mm, długość odpowiadająca długości obrabiarki, szerokość o 2 m większa od szerokości obrabiarki (w tym celu, aby można było ustawić obok obrabiarki wielki przedmiot do hartowania).

**Obliczenie urządzenia.** Konieczne do projektowania techniczno-ekonomiczne wskaźniki procesu hartowania płomieniowego zmieniają się w szerokich granicach zależnie od kształtu i wymiarów zahartowanych przedmiotów, głębokości warstwy hartowanej, sposobu hartowania, typu końcówki hartowniczej itp.

Dane z tablicy 27 podają tylko rząd wielkości odpowiednich parametrów i mogą być użyte do orientacyjnych obliczeń przy określaniu mocy danego urządzenia, rozchodu gazów i jego przepustowości. Dane te odnoszą się do acetylenowo-tlenowego ogrzewania z optymalnym stosunkiem tlenu do acetylenu równym 1,5 : 1. Przy tym wzory są słuszne dla zahartowanych warstw, których grubość leży w granicach od 1,3 do 3 mm.



## Rozdział V

# PROJEKTOWANIE WYDZIAŁÓW OBRÓBKI MECHANICZNEJ I WYDZIAŁÓW MONTAŻOWYCH

### KLASYFIKACJA WYDZIAŁÓW OBRÓBKI MECHANICZNEJ

Podstawą klasyfikacji wydziałów obróbki mechanicznej (tablica 1) są następujące cechy:

1. wagowa i konstrukcyjna charakterystyka przedmiotu obrabianego określająca zróżnicowanie oddziałoń na 4 klasy;
2. typ wytwórczości służący za podstawę do podziału każdej klasy na grupy;
3. wielkość wydziału określona ilością obrabiarek do metalu.

### PODSTAWOWE DANE DO PROJEKTOWANIA WYDZIAŁÓW OBRÓBKI MECHANICZNEJ I WYDZIAŁÓW MONTAŻOWYCH

Podstawą do projektowania wydziałów obróbki mechanicznej i wydziałów montażowych jest program produkcji zakładu uzupełniony rysunkami, opisem konstrukcji oraz warunków technicznych dla procesu wykonania przedmiotu.

*Program produkcji* powinien w zasadzie obejmować:

- a. wyszczególnienie wyrobów produkowanych, z podaniem typu lub symbolu i wymiaru,
- b. ilość jednakowych wyrobów każdego typu produkowaną w ciągu roku,
- c. jednostkowy ciężar wyrobów, a także łączny ciężar rocznej produkcji,
- d. jednostkowy koszt wyrobów, a także łączny koszt produkcji w ciągu roku,
- e. wyszczególnienie i ilość części zapasowych, ich ciężar i koszt.

*Rysunki i opisy* powinny obejmować:

- a. rysunki wykonawcze części,
- b. rysunki złożeniowe wyrobów,
- c. rysunki montażowe zespołów i wyrobów,
- d. wykaz części,
- e. opisy konstrukcji.

Na rysunkach wykonawczych, niezbędnych do projektowania procesów technologicznych obróbki mechanicznej części, powinny być wskazane:

- rodzaj materiału wyjściowego,
- powierzchnie poddawane obróbce,
- wymagana gładkość powierzchni,
- dopuszczalne tolerancje obróbki,
- rodzaj obróbki cieplnej.

Na rysunkach zestawieniowych i montażowych koniecznych do projektowania procesów technologicznych mon-

tażu powinny być podane tolerancje wymiarów określających wzajemne położenie części, luzy przewidywane w konstrukcji, a także specjalne wymagania dotyczące montażu zespołu lub całej maszyny.

W wykazach części dla każdego przedmiotu i zespołu powinny być wymienione:

- części składowe (wliczając zakupione),
- ciężar części obrobionej i materiału wyjściowego,
- rodzaj, znak oraz wytrzymałość materiału,
- ilość części wchodzących w skład jednego przedmiotu, odnośniki do norm (GOST i OST)<sup>1)</sup>.

*Opis konstrukcji wyrobu* uzupełniający rysunki powinien zawierać wyczerpujący opis jego warunków pracy, a także przeznaczenia, działania i współdziałania poszczególnych części.

*Techniczne warunki* obróbki i odbioru uwarunkowane są wymaganiami stawianymi wyrobowi w całości lub jego ważniejszym częściom.

Zaleca się następującą kolejność przy opracowywaniu i zestawianiu zagadnień wchodzących w zakres projektu wydziałów obróbki mechanicznej i wydziałów montażowych:

1. zestawienie zadania projektowanego wydziału na podstawie programu produkcji zakładu, rysunków wykonawczych, opisów konstrukcji i warunków technicznych dla wykonania przedmiotów.
2. wybór materiału wyjściowego półfabrykatów, określenie rocznego zapotrzebowania na materiały wyjściowe i półfabrykaty jak również na materiały pomocnicze,
3. projektowanie procesów technologicznych wykonania części i montażu oraz opracowanie metod organizacji tych procesów,
4. określenie potrzebnej ilości obrabiarek dla wykonania zadania produkcyjnego i obliczenie ich obciążenia,
5. wybór urządzeń warsztatowych obrabiarek, sporządzenie wykazu wyposażenia, przyrządów i narzędzi; zestawienie przewidywanej zainstalowanej mocy obrabiarek, określenie zapotrzebowania wydziału na energię elektryczną, gaz, parę i sprężone powietrze (dla pracy urządzeń warsztatowych),
6. określenie potrzebnej ilości pracowników i ich kwalifikacji,
7. wybór i obliczenie zapotrzebowania na środki transportowe i dźwignice,
8. rozmieszczenie urządzeń na wydziale,

1) Odpowiednik Polskich Norm.



Klasyfikacja wydziałów obróbki mechanicznej

Tablica 1

Klasa	I			II		III			IV					
	1	2	3	1	2	1	2	3	1	2				
Typ wytwórczości	Jednostkowa i małoseryjna	Seryjna	Wielkoseryjna i masowa	Seryjna	Wielkoseryjna i masowa	Jednostkowa i małoseryjna	Seryjna	Wielkoseryjna	Jednostkowa i małoseryjna	Seryjna				
Charakterystyczne wyroby	Wyroby lekkiego przemysłu maszynowego			Wyroby średniego przemysłu maszynowego		Wyroby ciężkiego przemysłu maszynowego			Wyroby specjalnie ciężkiego przemysłu maszynowego					
	<p>Dokładne obrabianki do wyrobów zegarów, narzędzi i przyrządów.</p> <p>Aparaty, armatura, normalne przyrządy pomiarowe i narzędzia skrawające, łożyska wałkowe.</p> <p>Przyrządy specjalne; specjalne narzędzia skrawające i przyrządy pomiarowe; tłoczniaki; przyrządy i wyposażenie obrabiarów</p>			<p>Maszyny do pisania i liczenia. Maszyny do szycia. Aparaty elektryczne i radiowe</p> <p>Normalne przyrządy pomiarowe i narzędzia skrawające, łożyska wałkowe.</p>		<p>Obrabianki do metalu i drewna. Maszyny włókiennicze i dla przemysłu skórzanego. Silniki elektryczne małej i średniej mocy. Silniki Diesla, sprężarki i pompy małej i średniej mocy. Parowozy wąskotorowe małej i średniej mocy. Maszyny drukarskie małych i średnich wymiarów</p>			<p>Samochody, traktory, silniki lotnicze, silniki do samochodów i traktorów, motocykle, rowery, maszyny rolnicze</p>			<p>Ciężkie obrabianki do metali i drewna dużych wymiarów. Kuźnicze młoty i prasy. Silniki Diesla, pompy i sprężarki dużej mocy. Turbiny wodne i parowe. Maszyny parowe. Urządzenia dla górnictwa i hutnictwa. Ciężkie maszyny drukarskie. Parowozy, lokomotywy spalinowe i elektryczne. Silniki elektryczne dużych mocy. Urządzenia transportowe i podnośniki ciężkiego typu. Maszyny do budowy dróg</p>		<p>Urządzenia walcownicze, wielkich pieców i pieców martenowskich. Specjalnie ciężkie obrabianki. Prasy hydrauliczne. Turbo-generatory i silniki dużej mocy. Turbiny wodne. Maszyny parowe. Wywrotnice wagonowe</p>
Ciężar (z nadmiarami obróbkowymi) części obrabianych w kg	Do 100			Do 2000		Do 15000			Powyżej 15000					
Wielkość wydziału mechanicznego wg ilości obrabiarów do metalu	<p>a) mała do 150</p> <p>b) średnia 150-300</p> <p>c) duża powyżej 300</p>			<p>a) mała do 125</p> <p>b) średnia 125-250</p> <p>c) duża powyżej 250</p>		<p>a) mała do 100</p> <p>b) średnia 100-200</p> <p>c) duża powyżej 200</p>			<p>a) mała do 75</p> <p>b) średnia 75-150</p> <p>c) duża powyżej 150</p>					
Charakterystyka	a) Procesu technologicznego													
	Zgrupowane czynności; na jednej obrabiarce wykonują się dużo operacji													
	Zróżnicowany na operacje; wykonywane na określonych obrabiarach			Zróżnicowany na zabiegi lub koncentracja zabiegów na zespołach obrabiarów		Zróżnicowany na zabiegi lub koncentracja zabiegów na zespołach obrabiarów		Zgrupowane czynności; na jednej obrabiarce wykonują się dużo operacji						
b) Urządzeń	Uniwersalne													
	Uniwersalne; specjalizowane; specjalne; automaty			Specjalne; specjalizowane automaty; zespoły obrabiarów		Uniwersalne; specjalizowane; specjalne automaty		Uniwersalne; specjalizowane; specjalne automaty; zespoły obrabiarów						
	Uniwersalne													
c) Przyrządów	Uniwersalne													
	Uniwersalne i specjalne			Specjalne i uniwersalne		Uniwersalne i specjalne		Specjalne i uniwersalne						
	Uniwersalne i specjalne													



9. określenie ilości urządzeń i powierzchni oddziałów pomocniczych (magazynów wydziałowych, oddziałów kontroli ostrzalni, rozdzielni i wypożyczalni narzędzi itp),
10. wybór typu budynku wydziału i określenie jego wymiarów,
11. rozplanowanie całego wydziału, określenie potrzebnej powierzchni, związanie rozplanowania wydziału z planem generalnym zakładu,
12. opracowanie schematu organizacyjnego administracyjnego i technicznego kierownictwa oddziału,
13. zestawienie części ekonomicznej projektu.

### PROGRAM PRODUKCJI WYDZIAŁÓW OBRÓBKI MECHANICZNEJ I WYDZIAŁÓW MONTAŻOWYCH

Projektowanie wydziałów obróbki mechanicznej lub wydziałów montażowych wykonuje się w oparciu o dokładny lub uproszczony program produkcji. W obu wypadkach program dla wydziału obróbki mechanicznej obejmuje również części zapasowe do maszyn produkowanych przez zakład.

Jako dokładny uważa się program produkcji, jeżeli jednoznacznie podano asortyment wyrobów i dokładnie udokumentowano go odpowiednimi wykazami, rysunkami wykonawczymi i warunkami technicznymi. Projektowanie w oparciu o dokładny program jest wskazane dla oddziałów produkujących masowo lub w wielkich seriach. Projektowanie obejmuje w tym wypadku szczegółowe opracowanie procesu technologicznego wykonania każdej części oraz montażu całości maszyny, z załączeniem kart obróbkowych części oraz kart montażowych.

Przy projektowaniu oddziałów o produkcji małoseryjnej lub średnioseryjnej, opracowanie procesów technologicznych wykonuje się tylko dla najważniejszych i najbardziej złożonych części lub maszyn. Dla prostszych części i maszyn zestawia się na specjalnych kartach jedynie ogólny przebieg operacji obróbki i montażu.

Program produkcyjny nazywa się uproszczonym, jeżeli w obliczeniach wszystkie przedmioty wytwarzane zastępuje się kilku typowymi, które najlepiej charakteryzują daną grupę wyrobów.

Projektowanie w oparciu o uproszczony program (tj. wg typowych maszyn) stosuje się:

- a. przy obszernej i różnorodnej produkcji,
- b. przy posiadaniu dokładnych danych (rysunków, specyfikacji, warunków technicznych) tylko dla typowych przedmiotów programu produkcyjnego, natomiast jedynie ogólnych informacji o pozostałych.

Program uproszczony służy przeważnie dla projektowania wydziałów o produkcji mało i średnioseryjnej lub jednostkowej.

W celu zestawienia uproszczonego programu stanowiącego założenie dla produkcji oddziału dzieli się cały asortyment na grupy wyrobów najbardziej zbliżone konstrukcją i technologią. Z każdej grupy wybiera się jeden przedmiot, który staje się typowym wyrobem reprezentującym w obliczeniach całą grupę.

Do obliczenia pracochłonności każdej maszyny produkowanej stosuje się w tym wypadku współczynnik uproszczenia określający stosunek pracochłonności dowolnego wyrobu danej grupy do wybranego typowego wyrobu.

Przy określaniu współczynnika uproszczenia uwzględnia się różnice w ciężarze, seryjności i stopniu złożoności wyrobu wyrażone oddzielnymi współczynnikami. Przykładowo przedstawiono uproszczony program w tablicy A.

Przy projektowaniu wydziałów obróbki mechanicznej możliwe są następujące warianty uproszczonego programu.

- a. W razie konieczności uzyskania dokładniejszych danych, opracowuje się odnośnie każdej produkowanej maszyny, procesy technologiczne (w postaci kart obróbkowych) dla charakterystycznych i najbardziej złożonych części, a dla pozostałych — plan operacyjny wskazujący ogólny przebieg procesu technologicznego. Wyniki szczegółowych opracowań rozciąga się na części wszystkich maszyn wchodzących od danej grupy korzystając ze współczynnika uproszczenia.
- b. Dalsze uproszczenie można osiągnąć przez podzielenie wszystkich części produkowanych maszyn na grupy według podobieństwa pod względem rodzaju obróbki i ciężaru. Z każdej takiej grupy wybiera się typową część. Wyniki opracowania technologii tych typowych części przenosi się na wszystkie części odpowiednich grup.

Podstawowy i uproszczony program produkcji części

Tablica A

Lp.	Podstawowy program						Uproszczony program					
	Nazwa przedmiotów	Typ lub marka	Charakterystyka techniczna	Produkcja roczna	Ciężar przedmiotów obrabianych na wydziale		Nazwa typowego przedmiotu	Współczynnik uproszczenia				Roczna produkcja przedmiotów w umownych jednostkach
					1 przedm.	łącznie		wg ciężaru	wg seryjności	wg złożoności	ogólny	
1	walce do gięcia arkuszy blachy	3—wałkowe	32—42×2500	10	48,5	485,0	walce do gięcia arkuszy blachy 3—wałkowe 32×4000	1,0	1,0	1,0	1,0	10,0
2	j.w.	4—wałkowe	11—18×4000	5	29,0	145,0		0,71	1,0	1,3	0,92	4,6
3	„	„	20—30×2500	10	29,0	290,0		0,71	1,0	1,3	0,92	9,2
4	„	„	20—30×4000	5	39,0	195,0		0,86	1,0	1,3	1,12	5,6
5	walce do gięcia arkuszy blachy i do prostowania	„	10—18×2000	15	17,5	262,5		0,505	1,0	2,0	1,01	15,1
6	„	„	11—18×3250	10	24,2	242,0		0,63	1,0	2,0	1,26	12,6
			Łącznie:	55		1619,5						57,1



c. Przy dużym i różnorodnym asortymencie programu produkcyjnego można osiągnąć wynik wystarczająco dokładny dla praktycznego użytku w następujący sposób. Części wszystkich produkowanych maszyn dzieli się na grupy według podobieństwa konstrukcji, wymiarów (ciężaru) i technologii. Będą to dla przykładu następujące grupy: płyty, ramy, łoża, osie i wały, koła zamachowe, tuleje itd. W każdej grupie wybiera się jedną lub dwie typowe części, dla których opracowuje się technologię. Wyniki takich danych rozszerza się na wszystkie części danej grupy.

Przy projektowaniu wydziałów produkcji jednostkowej według uproszczonego programu zamiast kart obróbki opracowuje się jedynie plany operacyjne ze wskazaniem rodzaju obrabiarek, narzędzi i łącznego czasu na operację.

Przy projektowaniu wydziałów montażowych produkcji seryjnej, na podstawie uproszczonego programu, opracowuje się karty montażowe tylko dla typowych maszyn, a dla pozostałych zestawia się jedynie plany operacyjne

zawierające ogólny opis operacji oraz określa się czas wykonania posługując się współczynnikami uproszczenia.

Przy projektowaniu wydziałów montażowych produkcji jednostkowej nie opracowuje się kart montażowych, zestawia jedynie plany operacyjne zawierające ogólny opis operacji.

### WYPOSAŻENIE

Określenie wyposażenia wydziału obróbki mechanicznej (obrabiarek do metalu) może być wykonane dwiema metodami:

1. na podstawie procesu technologicznego,
2. na podstawie wskaźników techniczno-ekonomicznych.

Pierwszą metodę stosuje się przy szczegółowym projektowaniu na podstawie dokładnego zestawienia przedmiotów produkowanych, danych dotyczących procesu technologicznego oraz norm czasów wykonania opracowanych dla każdej części.

Drugiej metody używa się przy uproszczonym projektowaniu, kiedy nie ma dokładnego zestawienia produkcji lub przy opracowywaniu wydziałów produkcji jednostkowej i mało seryjnej o różnorodnej wytwórczości.

Lp.	Nazwa części	Nr części	Materiał	Ciężar wyrobu gotowego w kg	Ciężar w stanie nieobrobionym w kg	Ilość sztuk na 1 maszynę	Maszyny do prostowania	Piły tarczowe	Wiertarko-centrowki	Toka	
										150 × 1 000 mm	
1	Łoże	101	Żelwo	336	372	1	—	—	—	—	—
2	Tulejka	102	Brąz	1,16	2,0	2	—	—	—	—	7/2
3	Walek	112	Stal	0,04	0,06	1	3/1	2,5/2	1/3	—	10/4
4	Klin	113	"	0,02	0,04	2	—	—	—	—	—
5	Śruba jarzma	116	"	0,05	0,19	2	—	—	—	—	—
61	Płyta fundamentowa	601	Żelwo	242	280	1	—	—	—	—	—
62	Rolla	704	"	3,6	5,7	1	—	—	—	—	—
Łącznie minut na 1 maszynę							46,1	54	42,9	623,1	
Łącznie godzin na 1 maszynę							0,77	0,9	0,715	10,4	
Ilość godzin na roczny program (4 000 maszyn)							3 080	3 600	2 860	41 500	
Części zapasowe (5%)							154	180	143	2 080	
Ilość godzin (z częściami zapasowymi)							3 234	3 780	3 003	43 580	
Obliczeniowa ilość obrabiarek $O = \frac{T}{F_{rz} \cdot z} = \frac{T}{2333 \cdot 2}$							0,69	0,81	0,65	9,4	
Współpraca							—	—	—	—	
Przyjęta ilość obrabiarek $O_p$							1	1	1	10	
Współczynnik obciążenia obrabiarki							69	81	65	94	
$\tau_0 = \frac{O}{O_p} \cdot 100\%$											
Średni współczynnik obciążenia obrabiarek dla całego oddziału $\eta_{os}$							—	—	—	—	

Lp.	Nazwa części	Nr części	Materiał	Ciężar wyrobu gotowego w kg	Ciężar w stanie nieobrobionym w kg	Ilość sztuk na 1 maszynę	Frezarki podłużne	Frezarki do gwintu	Frezarki do kół zębatach	Strugarki do kół zębatach
2	Tulejka	102	Brąz	1,16	2,0	2	—	—	—	—
3	Walek	112	Stal	0,04	0,06	1	—	—	—	—
4	Klin	113	"	0,02	0,04	2	—	—	—	—
5	Śruba jarzma	116	"	0,05	0,19	2	—	—	—	—
61	Płyta fundamentowa	601	Żelwo	242	280	1	—	—	—	—
62	Rolla	704	"	3,6	5,7	1	—	—	—	—
Łącznie minut na 1 maszynę							87,2	458	453	153
Łącznie godzin na 1 maszynę							1,46	7,62	7,6	2,55
Ilość godzin na roczny program (4 000 maszyn)							5 840	30 500	30 400	10 200
Części zapasowe (5%)							292	1 520	1 218	510
Ilość godzin (z częściami zapasowymi)							6 132	32 020	31 618	10 710
Obliczeniowa ilość obrabiarek $O = \frac{T}{F_{rz} \cdot z} = \frac{T}{2333 \cdot 2}$							1,32	6,9	6,8	2,3
Współpraca							—	—	—	—
Przyjęta ilość obrabiarek $O_p$							2	7	7	3
Współczynnik obciążenia obrabiarki							66	98,6	97,1	76,7
$\tau_0 = \frac{O}{O_p} \cdot 100\%$										
Średni współczynnik obciążenia obrabiarek dla całego oddziału $\eta_{os}$							—	—	—	—







$P$  — roczna ilość identycznych części obrabianych na jednym typie obrabiarki takiej samej wielkości.

Przy obróbce różnych części na jednym typie obrabiarki takiej samej wielkości suma czasów obróbki równa się sumie iloczynów jednostkowych czasów wykonania poszczególnych części przez ich roczną ilość:

$$T_i = \frac{\sum t_i \cdot P_i}{60} \quad (2)$$

Rzeczywista roczna ilość (fundusz) godzin pracy jednej obrabiarki na jedną zmianę wyrażona w godzinach ( $F_{rz}$ ) równa jest rocznej nominalnej ilości (funduszowi) godzin ( $F_n$ ) zmniejszonej o czas, w którym obrabiarka znajduje się w kapitalnym remoncie. Przerwy w czasie remontu kapitalnego uwzględnia się współczynnikiem  $k$ :

$$F_{rz} = F_n \cdot k \quad (3)$$

Przy pracy zakładu projektowanego na  $Z$  zmian ilość potrzebnych obrabiarek  $O$  wynosi<sup>1)</sup>:

$$O = \frac{T}{F_{rz} \cdot Z} \quad (4)$$

Dla identycznych części wzór 4 można przedstawić w następującej postaci:

$$O = \frac{t \cdot P}{60 \cdot F_n \cdot k \cdot Z} \quad (5)$$

dla różnorodnych części produkowanych:

$$O = \frac{\sum t_i \cdot P_i}{60 \cdot F_n \cdot k \cdot Z} \quad (6)$$

Liczbowa wartość  $k$ ,  $F_n$  i  $F_{rz}$  przyjmuje się na podstawie następujących założeń:

- na czas urlopu oraz nieobecności pracowników z przyczyn usprawiedliwionych powinno być przewidziane na ich miejsce zastępstwo, aby uniknąć postoju obrabiarek;
- czas postoju obrabiarki może być liczony tylko dla wykonania kapitalnego remontu. Okresowe przeglądy i kontrola oraz średnie remonty obrabiarek powinny być wykonywane w wolne dni lub zmiany.

Czas postoju obrabiarki na okres kapitalnego remontu uwzględniony współczynnikiem  $k$  przyjąć można w granicach od 4 do 6% rocznej nominalnej ilości godzin roboczych. Dla lekkich i średnich obrabiarek przyjmuje się 4%, dla ciężkich i złożonej konstrukcji 6%; przy przestarzałym wyposażeniu przyjmuje się dla wszystkich rodzajów obrabiarek 6%.

Obliczenie ilości potrzebnych obrabiarek na podstawie wzorów (4), (5), (6) można wykonać w sposób wskazany w tablicy B.

Przy projektowaniu, na podstawie *dokładnego* programu ilość obrabiarek można obliczyć wg tej samej metody. W tym wypadku w rubryce pionowej „nazwa części” należy wyszczególnić numer i ilość sztuk każdej z produkowanych części, a w nagłówku w kierunku poziomym — nazwę, typ oraz zasadnicze wymiary wszystkich obrabiarek koniecznych dla wykonania programu produkcji.

<sup>1)</sup> Przy pracy na trzy zmiany dla obliczeń we wzorach (4), (5), (6) i następnych przyjąć należy wielkość  $F_n$  i  $F_{rz}$  jako średnie dla wszystkich zmian. Inaczej można to wyrazić przyjmując, że iloczyny  $F_n \cdot Z$  oraz  $F_{rz} \cdot Z$  są równe sumie czasów wszystkich trzech zmian, mimo, że rzeczywista ilość godzin pracy w trzeciej zmianie jest mniejsza niż w pierwszej i drugiej.

Dla każdego typu obrabiarki tej samej wielkości podaje się w zestawieniu łączny normowany czas potrzebny dla wykonania określonej operacji na danej obrabiarence. Czas ten otrzymuje się jako wynik mnożenia czasu potrzebnego na wykonanie operacji wziętego z kart obróbkowych przez ilość sztuk danej części wchodzących w produkowany zespół.

Następnie dla każdego typu obrabiarki tej samej wielkości dodaje się czas wykonania i otrzymuje się jako wynik sumę godzin dla danej obrabiarki potrzebną do wykonania jednej maszyny. Sumę godzin otrzymaną dla poszczególnych obrabiarek mnoży się przez roczną ilość produkowanych maszyn i w wyniku otrzymuje się sumaryczną roczną ilość godzin obciążenia każdego typu obrabiarki tej samej wielkości. Na podstawie wzoru (4), dzieląc roczne obciążenie danego typu obrabiarki tej samej wielkości, tj. sumę godzin w każdej kolumnie przez rzeczywistą roczną ilość godzin pracy, z uwzględnieniem ilości zmian, otrzymuje się potrzebną ilość obrabiarek.

Jeżeli program produkcyjny obejmuje kilka typów maszyn, wówczas dla każdego rodzaju należy zestawić oddzielną tablicę obciążenia obrabiarek. Na tej podstawie sprząda się arkusz zestawieniowy dający w wyniku roczne obciążenie dla wszystkich obrabiarek całym programem produkcyjnym.

Przy projektowaniu według programu *uproszczonego* należy na tablicy wpisać na początku ilość godzin obciążenia każdego typu obrabiarki tej samej wielkości obróbką części typowej maszyny, po czym wprowadza się czasy obróbki części wszystkich pozostałych maszyn danej grupy. Czas ten ustala się na podstawie współczynnika uproszczenia ustalonego na podstawie pracochłonności dla każdej maszyny danej grupy w stosunku do typowej maszyny.

Współczynnik ten można również obliczyć ze wzoru (7) na podstawie stosunku ciężaru dowolnej części względem typowej części

$$\frac{t_x}{t_p} = \sqrt[3]{\left(\frac{g \cdot x}{g \cdot p}\right)^2} \quad (7)$$

We wzorze oznaczono przez:

- $t_p$  — czas obróbki typowej części ( $p$ );
  - $t_x$  — obliczany czas obróbki podobnej części ( $x$ ) porównywanej maszyny;
  - $g_p$  — ciężar części ( $p$ );
  - $g_x$  — ciężar części ( $x$ );
- mnożąc czasy obróbki części typowej maszyny dla każdej obrabiarki tego samego typu i wielkości przez obliczony lub przyjęty współczynnik można określić czas obróbki podobnej części każdej maszyny danej grupy.

Na podstawie wzoru (7) można również obliczyć uproszczony współczynnik dla całej maszyny; do tego celu potrzebne są zestawienia sumarycznych czasów obróbki oraz ciężarów dla całych maszyn.

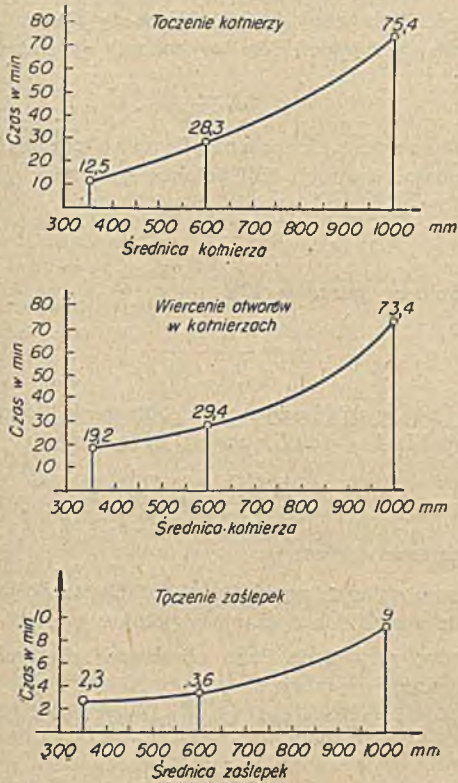
Zbierając w jednej tablicy sumaryczne czasy obróbki części wszystkich maszyn i wszystkich grup według rodzaju obrabiarek jednego typu i wielkości, otrzymuje się dane dla obliczenia potrzebnej ilości odpowiednich obrabiarek.

Przy dużej różnorodności produkowanych maszyn trudno jest sporządzić kart obróbkowych dla wszystkich części.

W tym wypadku można określić obciążenie obrabiarek na podstawie porównania grup podobnych części różnych maszyn. Wszystkie części produkowanych maszyn, podob-



ne wielkością i rodzajem obróbki, dzieli się na grupy (grupa łoż, ram, podstaw, płyt, grupa wałów i osi; grupa kół, łożków i tulei; grupa kół zębatych itd.). W obrębie każdej grupy zestawia się karty obróbkowe dla dwóch (duża i mała) lub trzech (dużej, średniej i małej) części. Powyższe dwie lub trzy części są typowymi wyrobami danej grupy. Czas obróbki części o wymiarach pośrednich można określić z krzywych (rys. 1), które wyznacza się na podstawie czasów obróbki typowych wyrobów lub też oblicza się ze wzoru (7).



Rys. 1. Przykład wykresów do określenia czasu obróbki.

Przy sporządzaniu tablicy B wyznaczony czas obróbki jednej części mnoży się przez przewidzianą w produkcji ilość takich samych części.

Dalszy tok obliczania jest identyczny z poprzednio opisanym.

Przy projektowaniu wydziałów dla wyrobu przedmiotów, które są podobne do wytwarzanych przez istniejące zakłady, można ograniczyć się do opracowania kart obróbkowych dla najbardziej charakterystycznych i ważnych części. Porównując powyższe wartości z czasami obróbki odpowiednich części w istniejących zakładach określa się współczynnik rozbieżności, który przyjmuje się jako poprawkę w stosunku do norm czasów obróbki wszystkich pozostałych części na istniejącym zakładzie.

Czasy obróbki określone tą metodą zestawia się w tablicy obciążenia obrabiarek, a dalsze obliczenia wykonuje się w opisany sposób.

Przy posługiwaniu się wzorami (4), (5) i (6) obliczona ilość obrabiarek może być liczbą ułamkową. W tym wypadku zaokrągla się ją do liczby całkowitej, którą nazywa się przyjętą liczbą obrabiarek i oznacza symbolem ( $O_p$ ). Ułamkową ilość obrabiarek, mniejszą niż 0,5, dodaje się do obliczeniowej ilości obrabiarek, najbliższego większego wymiaru, jeżeli obrabiarki w tej grupie są niedostatecznie obciążone programem produkcyjnym.

Jeżeli takie przeniesienie jest niemożliwe, wówczas należy przemyśleć sposób zmniejszenia obciążenia obrabiarek. Cel ten można osiągnąć zmniejszając odpowiednio normy czasowe lub też przenosząc obróbkę danej części na niedostatecznie obciążone obrabiarki innego typu. Przykładem tego będzie przeniesienie obróbki ze strugarki na frezarkę itp.

Ogólną ilość obrabiarek potrzebną dla projektowanego wydziału oblicza się podobnie jak sumę obrabiarek każdego typu i wielkości.

Współczynnik obciążenia obrabiarek oblicza się ze wzoru:

$$\eta_0 = \frac{T}{F_{rz} \cdot z \cdot O} \quad (8)$$

lub

$$\eta_0 = \frac{O}{O_p} \quad (9)$$

Średni współczynnik obciążenia obrabiarek dla całego oddziału wynosi:

$$\eta_{0s} = \frac{\sum O}{\sum O_p} \quad (10)$$

Dla produkcji indywidualnej i średnioseryjnej należy dążyć do tego, aby wielkość:

$$\eta_{0s} \geq 0,85$$

Współczynnik wykorzystania obrabiarek charakteryzujący udział czasu głównego w całkowitym kalkulowanym czasie wykonania przedmiotu

$$\eta_{tw} = \frac{T_0}{T} \quad (11)$$

gdzie oznaczono przez:

$T_0$  — sumę czasów głównych dla wykonywania wszystkich operacji na danym typie obrabiarki tej samej wielkości,

$T$  — sumę czasów jednostkowych dla tych operacji.

Średni współczynnik wykorzystania obrabiarek wynosi dla całego wydziału:

$$\eta_{tw s} = \frac{\sum T_0}{\sum T} \quad (12)$$

Należy dążyć do tego, aby dla produkcji indywidualnej i średnioseryjnej współczynnik ten miał wartość:

$$\eta_{tw s} > 0,6$$

Ilość obrabiarek dla produkcji potokowej oblicza się na podstawie ilości obrabiarek potrzebnej dla wykonania poszczególnych operacji.

Przy tym rodzaju produkcji czasy poszczególnych operacji powinny być możliwie zsynchronizowane z przyjętym rytmem, gdyż w ten sposób spełnia się warunek utrzymania ciągłości pracy. W tym celu cały proces dzieli się na poszczególne operacje, możliwie równe (nie większe) niż przyjęty rytm lub stanowiące jego wielokrotność.

Synchronizację operacji, tj. dostosowanie czasu trwania poszczególnych operacji do przyjętego rytmu osiągnąć można różnymi środkami technicznymi lub organizacyjnymi, a w liczbie ich przez:

1. Przeprowadzenie normalizacji konstrukcji produkowanych części i dostosowanie ich do wymagań technologii; określa się to jako osiągnięcie tzw. „technologiczności konstrukcji“;



2. podział przedmiotów na grupy według podobnej konstrukcji i cech technologicznych;
3. wybór obrabiarek specjalnych dostosowanych lub zespołowych, uwzględniając ich opłacalność;
4. opracowanie typowych planów operacyjnych dla grup podobnych części;
5. opracowanie typowego wyposażenia obrabiarek dla określonych operacji, dzięki czemu zmniejsza się ilość koniecznych przezbrojeń;
6. stosowanie specjalnych i wielomiejscowych przyrządów, stołów obrotowych oraz podawania materiału;
7. stosowanie w miarę możliwości automatyzacji obrabiarek, mechanizacji oraz automatyzacji kontroli części;
8. stosowanie specjalnych narzędzi skrawających;
9. stosowanie kilku narzędzi do równoczesnej obróbki kilku powierzchni;
10. równoczesna obróbka kilku przedmiotów;
11. stosowanie najodpowiedniejszych warunków skrawania w celu jak najlepszego wykorzystania mocy obrabiarki i skrócenia czasu obróbki oraz najekonomiczniejszego wykorzystania narzędzi;
12. maksymalne skrócenie czasów pomocniczych;
13. mechanizacja transportu między obrabiarkami przez zastosowanie specjalnych urządzeń;
14. zgrupowanie operacji, osiągalne np. przez zastosowanie obrotowych przyrządów;
15. włączenie obróbki cieplnej w linię produkcyjną obróbki mechanicznej i zastosowanie urządzeń zasilanych prądami wysokiej częstotliwości; dzięki temu osiąga się ciągłość całego procesu produkcyjnego i dużą wydajność.

Przy produkcji potokowej ilość obrabiarek potrzebnych do wykonania operacji zależy od czasu wykonania jednej sztuki oraz rytmu produkcji. Ilość tę oblicza się według wzoru:

$$O_c = \frac{t}{t_p} \quad (13)$$

gdzie oznaczono przez:

- $O_c$  — ilość obrabiarek potrzebnych do wykonania jednej operacji w potoku;
- $t$  — kalkulowany czas wykonania danej operacji na jednej sztuce mierzony w minutach;
- $t_p$  — rytm produkcji potokowej w minutach odpowiadający czasokresowi oddzielającemu momenty, w których obrabiony przedmiot opuszcza linię obróbkową.

Czas ten określa się ze wzoru:

$$t_p = \frac{60 F_{rz} \cdot z}{P} = \frac{60 \cdot F_n \cdot k \cdot z}{P} \quad (14)$$

We wzorze tym oznacza:

- $F_{rz}$  — rzeczywistą roczną ilość (fundusz) godzin pracy obrabiarki w godzinach;
- $F_n$  — nominalną roczną ilość godzin pracy obrabiarki w godzinach;
- $k$  — współczynnik uwzględniający postój obrabiarki w czasie remontu kapitalnego;
- $z$  — ilość zmian pracy;
- $P$  — ilość części poddawanych obróbce w ciągu roku.

Ilość obrabiarek potrzebnych do wykonania jednej operacji na linii potokowej wynosi zatem:

$$O_c = \frac{t \cdot P}{60 \cdot F_n \cdot k \cdot z} \quad (15)$$

Jeżeli ilość obrabiarek dla danej operacji wynikająca z obliczenia wg wzoru (15) jest ułamkowa, wówczas należy ją zaokrąglić (powiększyć) do liczby całkowitej nazywanej przyjętą ilością obrabiarek i oznaczonej przez ( $O_{cp}$ ).

Łączna ilość obrabiarek ustawionych w linii obróbki danej części (lub grupy części) oblicza się jako sumę ilości obrabiarek przyjętych do wykonania poszczególnych operacji:

$$O_{cp} = \sum O_{cp} \quad (16)$$

Współczynnik obciążenia obrabiarek dla poszczególnych operacji linii potokowej wynosi:

$$\eta_0 = \frac{O_c}{O_{cp}} \quad (17)$$

lub zgodnie ze wzorem (13):

$$\eta_0 = \frac{t}{t_p \cdot O_{cp}} \quad (18)$$

Średni współczynnik obciążenia obrabiarek dla całej linii potokowej równa się:

$$\eta_{os} = \frac{\sum O_c}{\sum O_{cp}} = \frac{O_c}{O_{cp}} \quad (19)$$

gdzie oznaczono przez:

$O_c$  — sumę obliczeniowych ilości obrabiarek do wykonania wszystkich operacji w potoku;

$O_{cp}$  — sumę przyjętych ilości obrabiarek dla wszystkich operacji w potoku.

Dla produkcji potokowej powinien być zachowany warunek:

$$\eta_{os} > 0,75$$

Współczynnik wykorzystania obrabiarek względem czasu obróbki ( $t_0$ ) dla poszczególnych operacji w potoku wynosi:

$$\eta_{tw} = \frac{t_0}{t} \quad (20)$$

Średni współczynnik wykorzystania czasu głównego obrabiarek dla produkcji potokowej wynosi:

$$\eta_{ws} = \frac{\sum t_0}{\sum t} = \frac{T_0}{T} \quad (21)$$

gdzie oznaczono przez:

$T_0$  — sumę czasów głównych dla wszystkich operacji w potoku;

$T$  — suma czasów jednostkowych dla wszystkich operacji w potoku.

Współczynnik ten powinien być wartości:

$$\eta_{ws} > 0,7$$

Dane o ilości potrzebnych obrabiarek powinny być podane w zestawieniu wyposażenia obrabiarkowego.

Tablice 2 i 3 podają procentowy udział poszczególnych rodzajów obrabiarek w stosunku do całkowitej ich ilości w zakładzie. Dane te wzięto z praktyki.



Tablica 2

## Zestawienie wyposażenia wydziałów obróbki mechanicznej (w % od całkowitej ilości parku obrabiarkowego)

Nazwa obrabiarek	Wytwórnia parowozów	Wytwórnia lokomobil rolniczych	Wytwórnia ciężkich maszyn	Wytwórnia dźwignic	Wytwórnia silników Diesla	Wartość średnia wg statystycznych danych wytwórni maszyn	
	parowozy CO	lokomobile 20 KM	maszyny wagi do 1750 t	suwnice elektryczne 5 t	szybkoobrotowe silniki Diesla od 5 do 40 KM		
Tokarki	25,3	37,2	24,1	56,95	14,5	40-45	
Tokarki wielonożowe	—	—	—	—	2,66		
Tokarki tarczowe	2,3	—	—	—	—		
Tokarki do zataczania	—	—	—	—	1,56		
Tokarki rewolwerowe	6,7	20,66	0,9	7,33	25,4		
Automaty tokarskie	1,8	—	—	—	2,47		
Tokarki karuzelowe	2,8	3,19	8,7	4,89	6,48		
Wytaczarki	3,7	7,33	18,5	6,1	0,6		
Wiertarki (pionowe, promieniowe, poziome)	11,2	9,79	9,62	5,8	21,92		20-
Strugarki wzdłużne	8,8	0,7	17,73	3,52	—		
Strugarki poprzeczne	7,4	3,03	1,24	4,58	—		
Dłutownice	1,7	1,19	3,98	1,22	—	10-15	
Przeciągarki	—	—	—	—	0,44		
Frezarki (uniwersalne, poziome, pionowe, podłużne, do rowków itp.)	12,9	9,15	6,71	2,75	14,2	15-10	
Frezarki do uzębień	—	0,33	7,55	6,56	1,7		
Szlifierki (do wałków, płaszczyzn, podłużne, do otworów, karuzelowe, planetarne, bezkłowe itp.)	3,8	1,94	0,48	—	4,25	5	
Specjalne	7,8 <sup>1)</sup>	2,1 <sup>2)</sup>	0,37 <sup>3)</sup>	—	0,37 <sup>4)</sup>		
Różne	3,8 <sup>5)</sup>	3,39 <sup>6)</sup>	0,12 <sup>7)</sup>	0,3 <sup>8)</sup>	3,45 <sup>9)</sup>	10	
Łącznie	100	100	100	100	100		

1) W tej liczbie tokarki do zestawów kołowych, do obręczy, do osi, do wytaczania cylindrów, tulei, tłoczków, portalowa frezarka, dłutownica do ram, frezarki do tulei z kulis, krzyżulców, dwuwrzecionowa szlifierka do tłoczków.

2) W tej liczbie frezarki do śrub, nakrętek, rur, do wykańczania i kalibrowania, strugarki, do krawędzi, prasy mimośrodowe do prostowania, walce, piły tarczowe, centrówki, nożyce, prasy itp.

3) W tej liczbie obrabiarki do wałów korbowych typu „Moll” i do wytaczania korbowodów.

4) W tej liczbie piły tarczowe, przecinarki, gwintarki do śrub, gwintarki do nakrętek, polerki, ostrzarki.

5) W tej liczbie obrabiarki do wytaczania wałków, specjalne frezarki, wiertarki poziome do głębokich otworów.

6) Gwintarki do śrub.

7) Piły tarczowe i gwintarki do śrub.

8) W tej liczbie obrabiarki do wałów korbowych typu „Moll”, wytaczarki do diamentowania, specjalne szlifierki, głowice do rozciągania.

9) W tej liczbie piły tarczowe, przecinarki nożowe, centrówki, gwintarki do śrub, do nacinania gwintu, do wygładzania (honingowania), ostrzarki.

Określenie ilości obrabiarek na podstawie wskaźników techniczno-ekonomicznych. Przy uproszczonym projektowaniu można określić ilość potrzebnych obrabiarek na podstawie następujących wskaźników:

1. roczna produkcja w tonach lub sztukach przełączona na jedną obrabiarkę i jedną zmianę;
2. to samo w odniesieniu do wartości produkcji,
3. ilość maszynogodzin potrzebna dla wykonania obróbki jednego przedmiotu, 1 tony przedmiotów lub przy produkcji silników 1 KM.

Dokładność obliczeń uproszczonych wykonanych tą metodą zależy wyłącznie od prawidłowości wyboru i wielkości przyjętych wskaźników. Wskaźniki te należy przyjmować na podstawie danych z praktyki produkcyjnych zakładów przemysłowych albo zatwierdzonych współczesnych projektów zakładów o produkcji analogicznej lub zbliżonej do projektowanych zakładów pod względem: rodzaju wyrobu, typu wytwórczości, wielkości produkcji, właściwości technologii itd. Dla sprawdzenia prawidłowości wyników otrzymanych przy obliczaniu

Tablica 3

## Wykaz urządzeń w wydziałach mechanicznych w % od całkowitej ilości obrabiarek

Lp.	Nazwa urządzeń	Samochody ciężarowe Я-14, Я-16	Traktory gąsienicowe ITA i T2J		Traktory bezgąsienicowe Y-2	Motocykl M-72
		wydział silników	wydział silników i autom.	wydział traktorów	wydział silników	wydział silników i skrzynki biegów
1	Tokarki	15,5	4,6	6,1	3,5	8,0
2	Tokarki rewolwerowe		6,7	8,7	3,2	9,5
3	Tokarki karuzelowe		0,1	0,6	0,9	—
4	Tokarki wielonożowe		7,3	11,0	14,4	6,0
5	Automaty tokarskie	—	8,5	—	0,6	—
6	Wytaczarki	3,6	2,6	1,9	4,1	1,4
7	Frezarki uniwersalne	10,5	12,5	9,9	10,4	13,4
8	Frezarki specjalne	0,9	1,3	0,8	2,0	—
9	Wiertarki pionowe	13,1	17,6	19,0	16,2	23,0
10	Wiertarki promieniowe	5,2	6,1	3,8	4,1	3,4
11	Wiertarki specjalne	3,4	3,4	1,6	3,2	1,4
12	Obrabiarki do uzębienia	3,7	0,8	17,0	1,7	9,3
13	Przeciągarki	1,4	1,6	2,5	1,5	1,0
14	Szlifierki	12,4	12,1	7,0	12,8	14,7
15	Prasy	0,5	1,6	1,0	2,7	2,7
16	Urządzenia do mycia	1,5	2,0	1,6	2,0	1,0
17	Różne urządzenia	16,0	7,3	4,1	19,2	5,2
	Razem	100	100	100	100	100



ilości potrzebnego wyposażenia metodą uproszczoną zaleca się porównanie otrzymanych wielkości przy oparciu się na dwu lub trzech różnych wskaźnikach. Dla przykładu wskazane jest porównanie ilości obrabiarek obliczonej na podstawie wartości produkcji (wartość rocznej produkcji w złotych przypadająca na jedną obrabiarkę, przy jednej zmianie) z ilością obrabiarek otrzymaną za pomocą innego wskaźnika. Obliczenie ilości obrabiarek przy tej metodzie może być wykonane według wzorów:

$$O = \frac{Q}{q \cdot z \cdot \eta_0} \quad (22)$$

oraz

$$O = \frac{k \cdot Q}{F_{rz} \cdot z \cdot \eta_0} \quad (23)$$

gdzie oznaczono przez:

- $O$  — ilość obrabiarek;  
 $Q$  — ciężar wyrobów gotowych wytwarzanych w ciągu roku, wyrażony w tonach;  
 $q$  — wskaźnik podający roczną produkcję wyrobów gotowych w tonach jednej obrabiarki;  
 $z$  — ilość zmian pracy;  
 $h$  — ilość maszynogodzin zużywanych na wykonanie 1 tony gotowego wyrobu (wskaźnik);  
 $F_{rz}$  — rzeczywista roczna ilość godzin pracy obrabiarki dla jednej zmiany;  
 $\eta_0$  — przyjęty współczynnik obciążenia obrabiarek.

Dla oddziały montażowego ilość stanowisk przy montażu na jednym stanowisku przy indywidualnych lub specjalizowanych metodach pracy oblicza się wg wzorów:

$$S_m = \frac{P}{P_s} \quad (24)$$

oraz

$$S_m = \frac{P \cdot T}{F_{rz} \cdot z} \quad (25)$$

gdzie oznaczono przez:

- $S_m$  — ilość stanowisk pracy potrzebnych dla montażu;  
 $P$  — ilość wyrobów produkowanych rocznie;  
 $P_s$  — ilość wyrobów składanych w ciągu roku na jednym stanowisku;  
 $T$  — czas kalkulowany dla wykonania montażu całego wyrobu;  
 $F_{rz}$  — rzeczywista roczna ilość (fundusz) godzin pracy dla jednego stanowiska i jednej zmiany;  
 $z$  — ilość zmian pracy.

Dla montażu zespołów ilość miejsc pracy oblicza się według tych samych wzorów, z tym że odpowiednio zmienia się znaczenie symboli  $S_m$ ,  $P_s$  i  $T$ .

Przy potokowym montażu w wypadku, gdy wykonanie montażu trwa dłużej niż rytm produkcji, ilość linii potokowych określa się wg wzoru:

$$L = \frac{t_m}{t_p} \quad (26)$$

gdzie:

- $L$  — ilość linii potokowych;  
 $t_m$  — czas wykonania montażu w minutach;  
 $t_p$  — rytm montażu potokowego.

Rytm montażu potokowego, tj. odstęp czasu, w którym zostaje zakończony montaż jednego wyrobu równa się:

$$t_p = \frac{60 F_n \cdot z \cdot K_r \cdot K_t}{P} \quad (27)$$

gdzie oznaczono przez:

- $F_n$  — roczną ilość (fundusz) godzin pracy montażu przy jednej zmianie;  
 $z$  — ilość zmian;  
 $P$  — ilość przedmiotów produkowanych rocznie wyrażona w sztukach;  
 $K_r$  — współczynnik uwzględniający przestój przenośnika obsługującego linię z powodu przeprowadzenia kapitalnego remontu ( $K_r = 0,96$ );  
 $K_t$  — współczynnik uwzględniający *normowany* czas dla obsługi miejsc pracy, odpoczynku i naturalne potrzeby pracowników; w zakładach produkujących maszyny zwykle przyjmuje się  $K_t = 1$ , ponieważ nie dopuszcza się do zatrzymania pracy całej linii, dając zastępstwo na miejsce nieobecnego pracownika; w przeciwnym razie przyjmuje się  $K_t = 0,95$ ;  
przy wykonaniu operacji montażowych w czasie ciągłego ruchu przenośnika:

$$t_p = t_m \quad (28)$$

przy wykonywaniu operacji montażowych przy ruchu przerywanym przenośnika:

$$t_p = t_m + t_n \quad (29)$$

gdzie:

$t_n$  — czas potrzebny na przesunięcie przedmiotu z jednej pozycji na drugą.

Synchronizację montażu, tj. dostosowanie czasu poszczególnych operacji do rytmu produkcji można osiągnąć różnymi środkami technologicznymi i organizacyjnymi. Do nich należą:

1. zwiększenie ilości robotników przy danej operacji
2. zastosowanie specjalnych urządzeń,
3. połączenie lub podział operacji,
4. uprzednie połączenie części w zespoły i podzespoły,
5. organizacja równoległych miejsc pracy dla operacji trwających dłużej niż rytm potoku.

Ilość stanowisk wykonujących równolegle jednakową operację w linii potokowej określa się według wzoru:

$$v = \frac{T}{t_p} \quad (30)$$

gdzie:

- $v$  — ilość równoległych stanowisk montażowych;  
 $T$  — czas operacji trwającej dłużej niż rytm potoku w minutach;  
 $t_p$  — rytm produkcji w minutach.

Godzinowa produkcja wyrobów  $n$  równa się:

$$n = \frac{N}{F_n \cdot z \cdot K_r \cdot K_t} \quad (31)$$

Robocza długość linii potokowej równa się:

$$L = i \cdot l \quad (32)$$

gdzie:

- $L$  — robocza długość linii potokowej;  
 $i$  — ilość stanowisk montażowych;  
 $l$  — odstęp między osiami dwóch miejsc pracy.



Szybkość przenośnika przy ruchu ciągłym:

$$V = \frac{l}{t_p} \quad (33)$$

przy okresowym ruchu:

$$V' = \frac{l'}{t_n} \quad (34)$$

Ogólny czas wykonania całego montażu wyrobu na przenośniku przy nieprzerwanym ruchu przenośnika:

$$T = i \cdot t_p = i \cdot t_m \quad (35)$$

przy okresowym ruchu przenośnika:

$$T = i \cdot t_p + t_n \cdot (i - 1) \quad (36)$$

Współczynnik wykorzystania czasu montażu w linii potokowej równa się:

$$K_n = \frac{T}{T + T_{sp}} \quad (37)$$

gdzie:

$T$  — ogólny czas pracy użyty bezpośrednio na montaż w linii potokowej;

$T_{sp}$  — czas na transport w procesie montażu.

Dopuszczalna wielkość  $K_n \div 0,90 = 0,95$ .

Przy potokowym montażu nieruchomych wyrobów stosowanym przy wyrobach o wielkiej ciężarze i dlatego trudnych do transportu przyjmuje się:

- liczbę stanowisk linii potokowej równą ilości operacji, na które podzielony jest proces montażowy;
- ilość maszyn znajdujących się jednocześnie w montażu przyjmuje się równą liczbie stanowisk;
- rytm produkcji, ilość linii potokowych, ogólny czas montażu całej maszyny, określa się analogicznie do podanego dla montażu potokowego przy ruchomym wyrobie.

### STAN ZAŁOGI

Po określeniu ilości obrabiarek wydziału obróbki mechanicznej oblicza się ilość robotników zatrudnionych przy ich obsłudze jednym z następujących sposobów:

- według ogólnego czasu potrzebnego do wyprodukowania rocznej liczby wyrobów;
- według ilości obrabiarek.

Pierwszy sposób. Ilość robotników oblicza się według rodzaju robót (specjalności) i według kwalifikacji (kategorii) na podstawie czasu przeznaczanego na każdą operację, wykazanego w kartach obróbkowych według wzoru:

$$R = \frac{T}{F_{rzt} \cdot O} \quad (38)$$

gdzie:

$R$  — ilość robotników;

$T$  — ogólny czas w godzinach (obliczeniowy w produkcji seryjnej i jednostkowej) niezbędny do wykonania wyrobów w ciągu roku z uwzględnieniem części zapasowych;

$F_{rzt}$  — przewidziany na okres roczny czas pracy robotnika w godzinach;

$O$  — ilość obrabiarek obsługiwanych przez jednego robotnika.

Drugi sposób. Ilość robotników określa się zależnie od ilości obrabiarek na podstawie wzoru:

$$R = \frac{F_{rzt} \cdot Z \cdot O \cdot \eta_0}{F_{rzt} \cdot O} \quad (39)$$

Jeżeli z obliczenia otrzyma się ilość robotników wyrażoną w liczbie ułamkowej, to należy ją zaokrąglić do liczby całkowitej. Przy małym ułamku zamiast zaokrąglenia należy wykorzystać możliwość połączenia robót różnych specjalności.

Ilość robotników dla linii potokowej oblicza się według ilości miejsc pracy (obrabiarek). W tym wypadku wykorzystanie czasu robotników będzie odpowiadało obciążeniu miejsc pracy (obrabiarek), które powinno się, o ile możliwości, zbliżać do wielkości rytmu.

W celu lepszego wykorzystania siły roboczej, przy niepełnym obciążeniu obrabiarek, niezbędne jest przewidywanie przeniesienia robotników z jednej obrabiarki na drugą jak też jednoczesnej obsługi kilku obrabiarek. Wskazówkę odnoszącą się do obliczania „frontu pracy“ przy wielo-obrabiaarkowej obsłudze (ilość obrabiarek obsługiwanych przez jednego robotnika) znaleźć można w tomie 15 niniejszego podręcznika.

W celu obliczenia ilości robotników według specjalności i kategorii sporządza się wykaz ilości godzin pracy robotników potrzebnych do wyprodukowania jednego wyrobu i wykonania rocznego programu. W tym wykazie podaje się, ile czasu potrzeba na obróbkę kompletu każdej części na jeden wyrób, według specjalności robotników i według kategorii. Sumując czas obróbki poszczególnych części otrzymuje się potrzebny czas (w godzinach) na wyprodukowanie jednego wyrobu według każdej specjalności i każdej kategorii; mnożąc ten czas przez ilość wyrobów przewidzianą w rocznym programie otrzymuje się ogólny czas według specjalności i kategorii na całą ilość wyrobów. Jeżeli do programu wydziału wchodzi kilka typów maszyn, to początkowo sporządza się osobno wykazy czasu wg specjalności i kategorii robotników na jedną maszynę każdego typu, a następnie ogólny wykaz całej ilości maszyn, stosownie do programu. Do otrzymanej w ten sposób sumy czasu dolicza się czas na wyprodukowanie części zapasowych, jeśli one nie były uwzględnione w ilości części na jedną maszynę. Potem dzieli się ostateczny czas przez rzeczywistą zaplanowaną ilość godzin na jednego robotnika i ilość obrabiarek obsługiwanych przez jednego robotnika (wzór 38). W rezultacie otrzymuje się przyjmowaną do obliczeń ilość robotników według każdej specjalności i kategorii, którą w razie otrzymania liczby ułamkowej — zaokrągla się do całości. Przy tym małe ułamki (mniej niż 0,5) należy doliczać do następnej, wyższej kategorii lub do innej specjalności.

Następnie sporządza się ogólny wykaz wszystkich robotników wydziału zajętych przy produkcji. W wykazie tym wymienia się ilość robotników każdej kategorii według wszystkich specjalności; umożliwi to obliczenie ogólnej ilości robotników każdej kategorii. W danym wykazie podaje się współczynnik kategorii, ilość robotników



umieszczonych w pierwszej kategorii<sup>1)</sup>, średni współczynnik kategorii<sup>2)</sup> i średnią kategorię<sup>3)</sup> jak również ilość robotników zatrudnionych w pierwszej, drugiej i trzeciej zmianie.

Ogólna ilość robotników zajętych przy produkcji w wydziale montażowym składa się z następujących grup:

1. ślusarze przy obróbce ręcznej,
2. monterzy zespołów,
3. monterzy montażu ogólnego.

Ilość ślusarzy przy obróbce ręcznej poszczególnych części określa się wzorem:

$$R_{sl} = \frac{t \cdot P}{60 F_{rz}} \quad (40)$$

gdzie:

$R_{sl}$  — ilość ślusarzy;

$t$  — czas jednostkowy kalkulowany na jedną część w minutach;

$P$  — liczba części obrabianych w ciągu roku;

$F_{rz}$  — rzeczywisty zaplanowany na rok czas pracy robotnika w godzinach.

Ilość monterów przy montażu zespołów i całkowitych wyrobów na stałym miejscu określa się wzorem:

$$R_m = \frac{T \cdot P_s}{F_{rz}} \quad (41)$$

gdzie:

$R_m$  — ilość monterów;

$T$  — normowany czas na ogólny montaż zespołu lub całej maszyny w godzinach;

$P_s$  — ilość zespołów lub maszyn montowanych w ciągu roku.

Ilość monterów potrzebną na każdym miejscu pracy do wykonania operacji montażowej w linii potokowej określa się wzorem:

$$R_p = \frac{t_m}{t_p} \quad (42)$$

gdzie:

$t_m$  — czas potrzebny do wykonania operacji montażowej w minutach;

$t_p$  — rytm pracy w minutach (przy nieprzerwanym ruchu transportera  $t_p = t_m$ ).

Przy otrzymywaniu ułamkowej ilości monterów  $R_p$  zaokrągla się ją do całkowitej liczby zwanej przyjętą ( $R_{np}$ ).

Jeżeli po zaokrągleniu  $R_{np}$  równa się dwóm lub więcej monterom, a operacja z racji swego charakteru nie może być wykonywana wspólnie przez dwóch lub

1) Liczbę robotników zaszeregowaną do pierwszej kategorii otrzymuje się przez dzielenie ilości robotników każdej kategorii przez odpowiedni współczynnik kategorii.

2) Średni współczynnik kategorii otrzymuje się przez dzielenie ilości robotników zaszeregowanych do pierwszej kategorii przez ilość robotników wszystkich kategorii danej specjalności.

3) Średnią kategorię robotników zajętych przy produkcji dla wydziału otrzymuje się jako średnią arytmetyczną dla wszystkich kategorii i wszystkich robotników; dla określenia średniej kategorii należy podzielić ilości robotników przez odpowiednie kategorie i tę sumę podzielić przez ogólną ilość robotników.

więcej robotników, to w celu uniknięcia naruszenia rytmu pracę dzieli się na kilka operacji lub, jeśli to jest możliwe, wykonuje się ją na równoległych miejscach pracy.

Współczynnik obciążenia miejsca pracy w linii potokowej równa się:

$$\eta_{pm} = \frac{R}{R_{np}} \quad (43)$$

Należy się starać aby  $\eta_{pm} \geq 0,90$ .

Ogólna ilość monterów na całej linii potokowej równa się:

$$R_o = \Sigma R_{np} \quad (44)$$

W wydziale mechanicznym i montażowym w skład personelu robotniczego wchodzi robotnicy wykonujący prace pomocnicze. Do nich należą między innymi ustawiacze, brygadziści (zwolnieni od pracy na obrabiarkach) magazynierzy, rymarze, smarownicy, robotnicy ostrzący narzędzia, brakarze, dźwigowci, ślusarze remontowi, robotnicy transportowi itd.

Ilość robotników każdej specjalności ustala się na podstawie kalkulacji i danych praktycznych zależnie od charakteru i zakresu wykonywanych prac: ustawiacze, smarownicy, rymarze — według ilości obsługiwanych obrabiarek; dźwigowci — według ilości czynnych dźwigów, brakarze — według danych procesu kontroli; robotnicy ostrzący narzędzia — według liczby ostrzerek itd. Należy przy tym koniecznie brać pod uwagę możliwości połączenia robót rozmaitych specjalności.

Często nie przeprowadza się szczegółowego obliczenia ilości robotników pomocniczych, natomiast przyjmuje się ją procentowo w stosunku do ilości robotników produkcyjnych na podstawie praktycznych danych. W produkcji seryjnej ilość robotników pomocniczych w wydziale mechanicznym i montażowym stanowi od 18 do 20% ilości robotników produkcyjnych każdego z wymienionych wydziałów.

Młodszy personel obsługujący te wydziały (sprzątacze pomieszczeń wydziałowych i użytkowych, gońcy, telefoniści itp) stanowi od 3 do 5% ilości robotników produkcyjnych.

Pracowników umysłowych wymienionych wydziałów dzieli się na dwie kategorie: personel inżynierski i techniczny oraz personel rachunkowy i administracyjny; ogólną ich ilość stanowi od 15 do 20% ilości robotników produkcyjnych, przy tym personel inżynierski i techniczny, stanowi 12—15% ilości robotników produkcyjnych, a pozostała ilość jest to personel rachunkowy i administracyjny.

Ogólną ilość potrzebnych robotników produkcyjnych, pomocników, młodszego personelu obsługującego i pracowników umysłowych łączy się na ogólnym wykazie ze wskazaniem procentowego stosunku tych kategorii do ilości robotników produkcyjnych.

Przykładowe dane o ilościowych stosunkach rozmaitych kategorii pracowników, wydziałów mechanicznych i montażowych według szeregu wykonanych projektów fabrycznych pokazane są na tablicach od 6 do 9 (patrz wskazniki techniczno-ekonomiczne).

## ZUŻYCIE MATERIAŁÓW

Ilość podstawowych materiałów potrzebnych dla projektowania wydziału na rok (odlewy, odkuwki, materiał walcowany w postaci prętów i blach, rury, a także go-



towe wyroby, jak panewki, łożyska, olejarki, instalacje elektryczne i inne) określa się stosownie do programu zleconego wydziałowi. Podstawą kalkulacji jest norma rozchodu materiałów na jeden wyrób. Dane rocznego zapotrzebowania podstawowych materiałów dla wydziału podaje się pod postacią ogólnego wykazu materiałowego.

Zapotrzebowanie na materiały pomocnicze (oleje do smarowania, nafta, pasy, guma, materiały ściernie itp.) może być obliczone na podstawie ustalonych praktycznie norm rozchodu tych materiałów na jedną obrabiarkę albo na jednego robotnika. Przy projektowaniu fabryk budowy ciężkich maszyn przyjmuje się rocznie na *jedną obrabiarkę*:

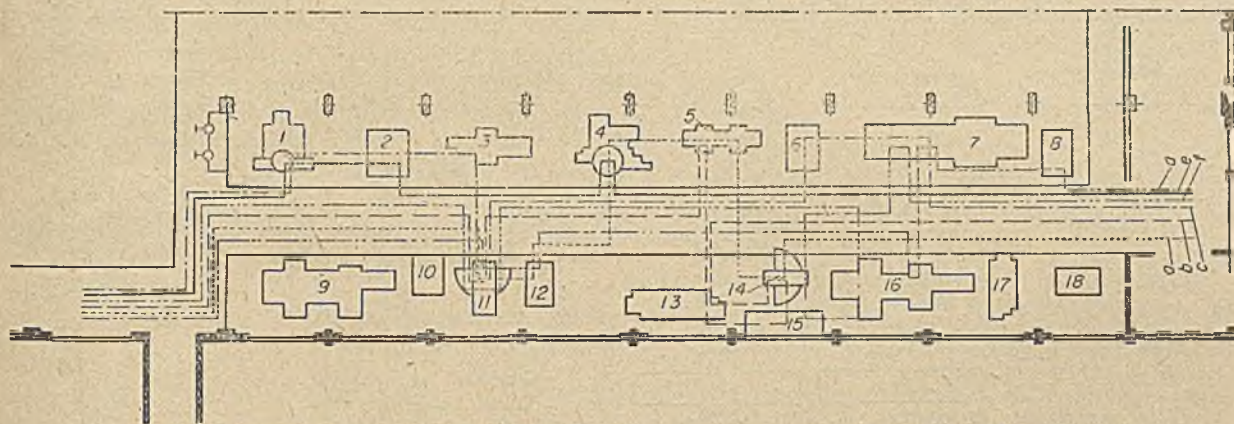
teriałów, oddział kontroli i urządzeń odbiorczych, magazyn narzędziowy i wypożyczalnia, warsztat mechanika wydziałowego, pakownia, ekspedycja i inne.

Do pomieszczeń służbowych i użytkowych zalicza się — biuro wydziału, szatnia, ubikacja i inne.

**Planowanie wydziału obróbki mechanicznej.** Obrabiarki można rozmieszczać w wydziale:

1. według typów obrabiarek;
2. w kolejności operacji technologicznych.

Rozmieszczenie obrabiarek według ich typów jest charakterystyczne dla produkcji jednostkowej; obrabiarki umieszcza się według cech obróbki, tj. tworzy



Rys. 2. Terenowy wykres przebiegu części w oddziale mechanicznym: 1 — dłutownica do rowków, 2 — płyta, 3 — tokarka tarczowa, 4 — tokarka karuzelowa, 5 — wytaczarka, 6 — płyta, 7 — strugarka wzdłużna, 8 — płyta, 9 — wytaczarka, 10 — płyta, 11 — wiertarka promieniowa, 12 — płyta, 13 — tokarka, 14 — wiertarka promieniowa, 15 — punkt kontrolny, 16 — wytaczarka, 17 — tokarka i 18 — płyta.

oleju maszynowego 20 kg, płynu chłodzącego (na zmianę) 4 l, nafty 15 kg, spinaczy do pasów 10 szt, towotu 4 kg (na obrabiarkę kłową), oleju rzepakowego 10 kg (na wiertarkę), towotu 0,3 kg na *jedno łożysko (panewkę)* jak również szmat i końców 20 kg na *jednego robotnika*.

### ENERGETYKA WYDZIAŁU

Niezbędne wskazówki projektowania gospodarki energetycznej i sanitarno-technicznej wydziału obróbki mechanicznej i montażowych przytoczone są w rozdziałach: „Projektowanie gospodarki energetycznej fabryki“ i „Projektowanie ogrzewania, wentylacji i oświetlenia fabryki“.

### POWIERZCHNIE, ICH ROZPLANOWANIE I ROZMIESZCZENIE URZĄDZEŃ

**Przeznaczenie i rozplanowanie powierzchni.** W skład wydziałów obróbki mechanicznej i montażowych wchodzi oddziały produkcyjne jak również oddziały pomocnicze, pomieszczenia służbowe i użyteczności ogólnej.

Zestawienie oddziałów produkcyjnych sporządza się na podstawie charakteru produkowanych wyrobów, procesu produkcyjnego, rozmiaru i organizacji wytwórczości.

Do oddziałów pomocniczych wydziału obróbki mechanicznej zalicza się — wydziałowy skład materiałów i prefabrykatów, oddział zaopatrzenia, magazyn pośredni, oddział kontroli, magazyn narzędziowy i wypożyczalnia, ostrzalnia, warsztat mechanika wydziałowego i inne.

Do oddziałów pomocniczych wydziału montażowego zalicza się — magazyn części i ma-

się grupy tokarek, wiertarek, frezarek i tym podobnych obrabiarek. Kolejność umieszczenia takich grup jednorodnych obrabiarek na powierzchni zajmowanej przez wydział określa się stosownie do kolejności obróbki większości typowych części. Na przykład w pierwszej kolejności procesu produkcyjnego części o kształtach obrotowych (krążki, łączniki rur, tarcze, koła zębate, tulejki, wałki, łuki itp.) powinny być umieszczone tokarki.

Dla dużych wałów i innych dużych części, wymagających obróbki na tokarkach, wydziela się grupę dużych tokarek. Tu mogą być również umieszczone tokarki czołowe i karuzelowe dla toczenia części o dużych średnicach (koła zamachowe itp.). Na przyległym odcinku można umieścić dłutownicę do wykonywania rowków klinowych w tych częściach.

W centralnej części oddziału może znajdować się grupa frezarek, w której obrębie osobno są rozmieszczone frezarki uniwersalne, poziome, pionowe jak również frezarki do kół zębatach. Obok frezarek umieszcza się strugarki poprzeczne (szepingi). Dalej umieszcza się wiertarki promieniowe i pionowe. Grupa szlifierek przeznaczonych do operacji produkcyjnych na wydziale znajduje się zwykle w jego końcowej części.

Przy obróbce płaskich części (płyt, ram, kadłubów itp.), na początku procesu produkcyjnego mogą być ustawione płyty traserskie, dalej strugarki podłużne i frezarki do płaszczyzn, następnie wytaczarki lub przeciągarki, wiertarki (przeważnie promieniowe) i wreszcie szlifiarki do płaszczyzn.

Przy rozmieszczaniu obrabiarek musi się uwzględniać nie tylko dążenie do osiągnięcia jednokierunkowego przebiegu produkcji, lecz także do jak najlepszego wyzyskania



powierzchni obsługiwanych przez dźwignice. Dlatego celowe jest podzielenie wszystkich obrabiarek na kilka grup, zależnie od ciężaru części podlegających obróbce, rozmieszczając te grupy pod suwnicami o odpowiednim udźwigu. Obrabiarki do obróbki niewielkich i lekkich części rozmieszcza się na powierzchniach nie obsługiwanych przez dźwigi.

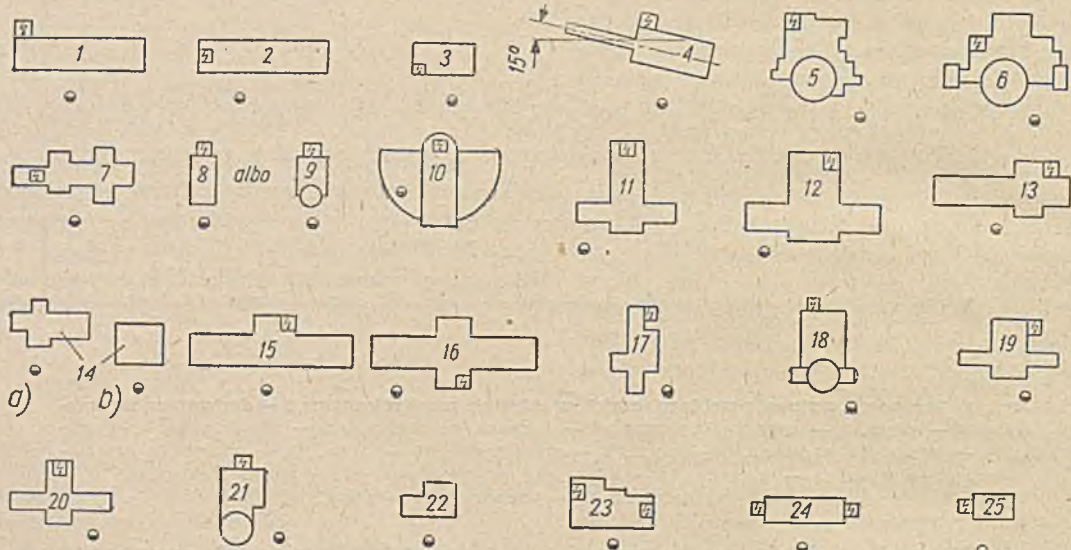
Rozmieszczenie obrabiarek w kolejności operacji technologicznych jest charakterystyczne dla wydziałów o seryjnej i masowej produkcji. Obrabiarki umieszcza się w tym wypadku według kolejności operacji dla obróbki identycznych lub kilku różnych części mających podobną kolejność operacji obróbkowych. W wielkoseryjnej i masowej produkcji podobna grupa

ku w podziałce 1 : 100, dla wielkich hal 1 : 200. Każdy typ obrabiarek oznacza się umówionym symbolem (rys. 3).

Przy rozmieszczaniu obrabiarek należy uwzględnić położenie słupów. Słupom w każdej hali nadaje się numer. Odległość od określonego słupa w dwóch kierunkach ustala położenie obrabiarki w hali.

Odstępy między obrabiarkami jak również między nimi i sąsiednimi elementami budynku (słupami, ścianami itp.) ustala się na podstawie wymagań bezpieczeństwa pracy i wygodnej eksploatacji obrabiarek. Przy planowaniu urządzeń można stosować następujące zasady.

Na stanowisko robotnika przed obrabiarką należy przewidzieć powierzchnię o szerokości 750 mm. Miejsce



Rys. 3. Symbole obrabiarek do obróbki metali i rozmieszczenie stanowisk robotniczych: 1 i 2 — tokarki i gwintownice z różnym umieszczeniem silników elektrycznych, 3 — tokarki wielonożowe, 4 — tokarki rewolwerowe i automaty tokarskie do prętów ustawione pod kątem, 5 — tokarki karuzelowe małe, 6 — tokarki karuzelowe duże, 7 — wytaczarki, 8 i 9 — wiertarki pionowe, 10 — wiertarki promieniowe, 11 — frezarki poziome i pionowe, 12 — frezarki uniwersalne, 13 — frezarki wzdłużne, 14 — a) frezarki do uzębień, b) strugarki do uzębień i dłutownice do uzębień, 15 — strugarki wzdłużne jednokolumnowe, 16 — strugarki wzdłużne dwukolumnowe, 17 — strugarki poprzeczne, 18 — dłutownice, 19 — szlifierki do wałków, 20 — szlifierki do płaszczyzn ze stołem prostokątnym, 21 — szlifierki do płaszczyzn ze stołem obrotowym, 22 — szlifierki do wewnętrznego szlifowania, 23 — szlifierki bezkółowe, 24 — nakielkownica, 25 — gwintarka.

(linia) obrabiarek wykonywa obróbkę kilku części mających analogiczną kolejność operacji.

Przy umieszczeniu obrabiarek w grupach (liniach) niezbędne jest przewidywanie najkrótszych dróg przebiegu każdej części w procesie obróbki, przy niedopuszczeniu do ruchów powrotnych i okólnych lub ruchów o kształcie pętli, wywołujących przeciwne potoki i utrudniających transportowanie. W seryjnej produkcji maszyn średnich rozmiarów przy obróbce kilku części, w każdej grupie obrabiarek normalna długość linii wytwórczej wynosi 40 — 60 m.

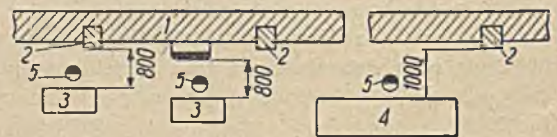
Droga obrabianych części jest pokazana na planie rozmieszczenia urządzeń w postaci terenowego wykresu przebiegu (rys. 2). Każdą grupę (linię) obrabiarek umieszcza się w oddzielnych halach lub nawach (hala kałużów, hala wałów, nawa skrzynek napędowych itp.).

Przekazywanie części z jednej hali do drugiej (międzyhalowe współdziałanie) w celu wykonania jakiegokolwiek operacji jest niepożądane, lecz dopuszczalne w razie obecności w sąsiedniej hali obrabiarki, która podlega wspólnemu wykorzystaniu przyległych hal. Przy przekazywaniu części do innej hali powinna być zachowana jednokierunkowość ruchu produkcji.

Rozmieszczenie obrabiarek projektuje się na rysun-

robotnika przy obrabiarence oznacza się na planie krążkiem (przyjmuje się, że robotnik zajmuje powierzchnię o średnicy 500 mm). Przy ustawianiu obrabiarek wzdłuż ściany, odległość od obrabiarki do słupa znajdującego się w ścianie wynosi:

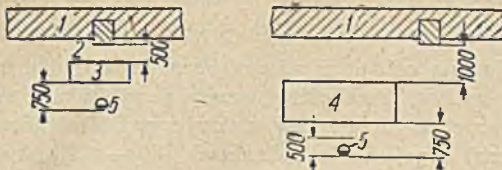
a. przy stanowisku robotnika między obrabiarkami a ścianą: dla małych i średnich obrabiarek nie mniej niż 800 mm, dla wielkich nie mniej niż 1000 mm (rys. 4); przy istnieniu występow ściennej odległość liczyć należy od nich;



Rys. 4. Odległość obrabiarek małych, średnich i wielkich od ściany, przy stanowisku robotnika między obrabiarką a ścianą: 1 — ściana, 2 — słup, 3 — mała albo średnia obrabiarka, 4 — wielka obrabiarka, 5 — stanowisko robotnika.

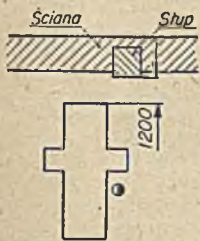
b. w innych wypadkach: dla małych i średnich obrabiarek nie mniej niż 500 mm, dla wielkich nie mniej niż 1000 mm (rys. 5).





Rys. 5. Odległość obrabiarek małych, średnich i wielkich od słupa lub ściany, przy ustawieniu obrabiarki między ścianą (słupem) a stanowiskiem robotnika: 1 — ściana, 2 — słupek, 3 — mała lub średnia obrabiarka, 4 — duża obrabiarka, 5 — stanowisko robotnika.

Przy umieszczeniu obrabiarek z ruchomymi częściami (strugarek wzdłużnych, frezarek podłużnych) prostopadle do ściany, odległość między ścianą lub jej wystającą częścią a stołem obrabiarki przy największym zbliżeniu nie powinna wynosić mniej niż 1200 mm (rys. 6).



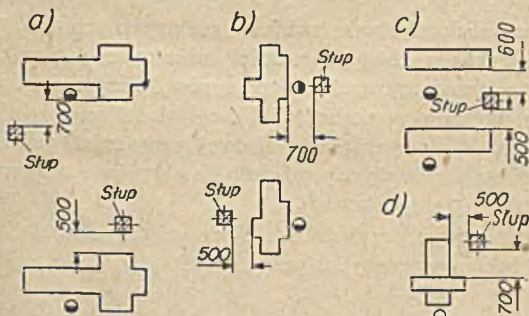
Rys. 6. Odległość od wystającej części ściany do frezarek wzdłużnych i strugarek wzdłużnych przy ustawieniu ich prostopadle do ściany.

Przy ustawianiu obrabiarek obok słupa należy stosować następujące minimalne odległości między słupem a obrabiarką:

a) dla strugarek wzdłużnych, poprzecznych i strugarek do obróbki kół zębatych: między skrajną linią obrysu przedniej strony obrabiarki a słupem — 700 mm, przy położeniu słupa za obrabiarką między słupem a skrajną linią obrysu obrabiarki — 500 mm (rys. 7a i b);

b) dla tokarek między słupem a przednią linią obrysu obrabiarki — 600 mm, między słupem a tylną stroną obrabiarki — 500 mm (rys. 7c);

c) dla frezarek i szlifierek: między stołem a słupem — nie mniej niż 700 mm, między słupem a kadłubem obrabiarki z bocznej strony — 500 mm (rys. 7d).

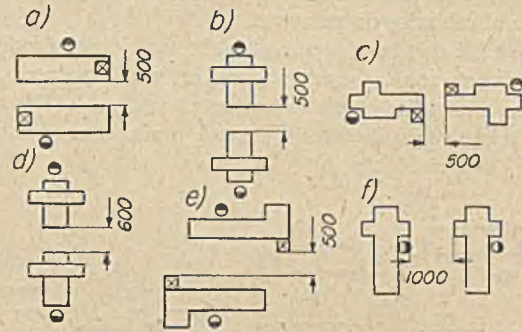


Rys. 7. Odległość (minimalna) między obrabiarką a słupem: a) strugarki wzdłużnej, b) strugarki poprzecznej i do uzębień, c) tokarki, d) frezarki i szlifierek.

Przy ustawieniu obrabiarek tyłem jedną do drugiej odległość między nimi można przyjąć (rys. 8): dla automatów tokarskich i tokarek rewolwerowych przy pracy w uchwycie jak również dla obrabiarek do uzębień, szlifierek i strugarek poprzecznych — 500 mm (rys. 8a, b, c, d, e); dla strugarek wzdłużnych, frezarek wzdłużnych, wytaczarek, szlifierek do płaszczyzn ze stołem podłużnym — 1000 mm (rys. 8f).

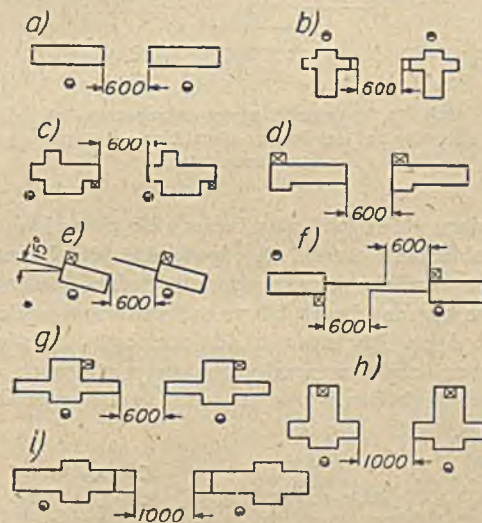
Odległości między obrabiarkami wzdłuż ich linii rozmieszczenia należy przyjmować następujące (rys. 9):

a) dla tokarek frezarek, frezarek do uzębień, strugarek poprzecznych, szlifierek na okrągło, automatów tokarskich, tokarek rewolwerowych (w przypadku pracy w uchwycie — przy prostoliniowym rozmieszczeniu; w przypadku roboty z prętą — przy rozmieszczeniu pod kątem 15° lub w szachownicy) — 600 mm;



Rys. 8. Odległość (minimalna) między obrabiarkami przy ustawieniu ich tyłem jednej do drugiej: a) tokarek, b) frezarek poprzecznych, pionowych i do uzębień, c) strugarek poprzecznych, d) szlifierek, e) tokarek rewolwerowych i automatów tokarskich przy obróbce w uchwycie, f) strugarek wzdłużnych, frezarek wzdłużnych, wytaczarek, szlifierek do płaszczyzn ze stołem prostokątnym.

b) dla strugarek wzdłużnych, frezarek podłużnych, szlifierek do płaszczyzn ze stołem prostokątnym, wytaczarek, przeciągarek (przy prostoliniowym ustawieniu lub pod kątem w przypadku ustawienia pod kątem odległość liczy się od skrajnych kątowych punktów obrabiarek) — 1000 mm.



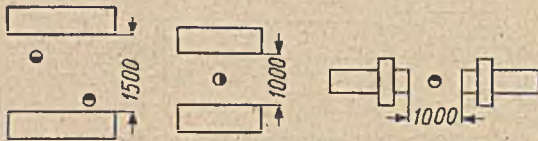
Rys. 9. Odległość (minimalna) między obrabiarkami wzdłuż linii ich rozmieszczenia: a) tokarek, b) frezarek, c) strugarek poprzecznych, d) automatów tokarskich i tokarek rewolwerowych przy pracy w uchwycie, e) automatów tokarskich i tokarek rewolwerowych przy pracy z prętą i rozmieszczeniu pod kątem, f) automatów tokarskich i tokarek rewolwerowych przy ustawieniu w szachownicy, g) szlifierek na okrągło, h) strugarek i frezarek wzdłużnych, wytaczarek i przeciągarek, i) szlifierek do płaszczyzn ze stołem prostokątnym.



W wydziałach obróbki mechanicznej o produkcji potokowej odległości między obrabiarkami w podłużnym kierunku określa się głównie rozmiarami urządzeń transportowych łączących i obsługujących miejsca pracy (ześlizgi, przenośniki taśmowe, grawitacyjne rolkowe, członowe itp.).

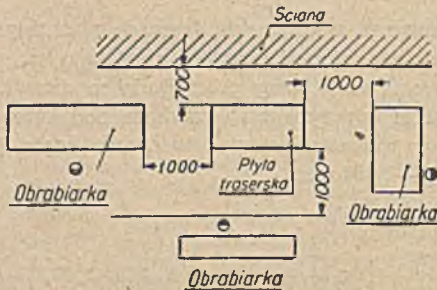
W razie ich braku obrabiarki ustawia się w takiej odległości, aby tylko można było umieścić na miejscu pracy wszystko, co do niego należy, bez krępowania pracującego, a zarazem, aby można było zdemontować lub usunąć obrabiarkę do remontu.

Odległość między dwiema obrabiarkami obsługiwanymi przez dwóch znajdujących się między nimi robotników, gdy nie ma ruchu wózków transportowych — 1500 mm, przy obsłudze dwóch obrabiarek przez jednego robotnika — 1000 mm (rys. 10).



Rys. 10. Odległość między dwiema obrabiarkami.

Odległość płyty traserskiej lub kontrolnej od najbliższych obrabiarek lub stołów warsztatowych — 1000 mm, od ściany — 700 mm (rys. 11).



Rys. 11. Odległość płyty traserskiej lub kontrolnej od ściany obrabiarek i stanowiska robotnika.

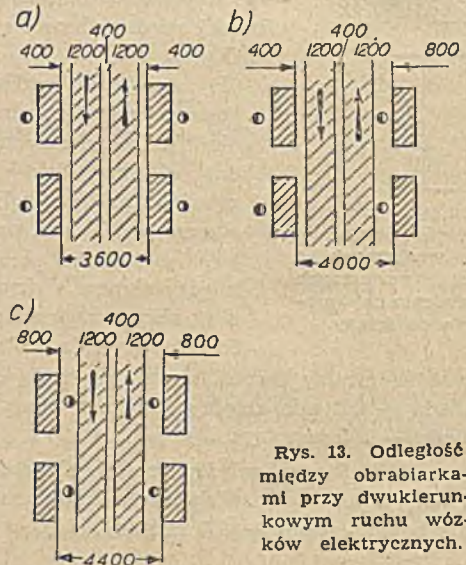
Rozmiary głównych podłużnych przejść między obrabiarkami określa się odpowiednio do obrysu stosowanych środków transportowych (wózki elektryczne, silnikowe, ręczne i inne). Obrys naładowanego wózka powinien być przyjęty stosownie do rozmiarów największej przewożonej części z uwzględnieniem wystających części poza krawędzie platformy wózka. Jeżeli rozmiary części nie

przekraczają obrysu wózka, to przyjmuje się szerokość drogi równą szerokości wózka przy prostym przejeździe.

Minimalna odległość między obrabiarkami dla uzyskania właściwej szerokości głównego przejścia przy ruchu jednokierunkowym wózków elektrycznych (wózków silnikowych) o pojemności ładunkowej 1,0 — 1,5 t wynosi:

- a. przy ustawieniu obrabiarek tylnymi stronami do przejścia — 2000 mm (rys. 12a);
- b. przy ustawieniu obrabiarek w jednym rzędzie przednią stroną do przejścia, a w drugim rzędzie tylną — 2400 mm (rys. 12b).
- c. przy ustawieniu obrabiarek przednimi stronami do przejścia — 2000 mm (rys. 12a).

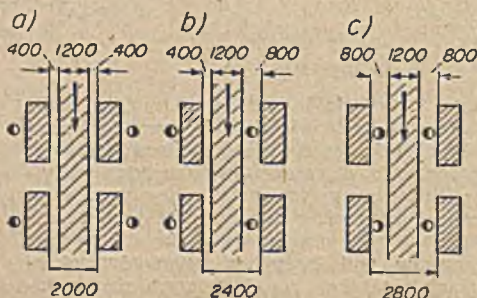
Przy możliwości dwukierunkowego ruchu wózków elektrycznych tego samego rozmiaru minimalne odległości między obrabiarkami dla uzyskania właściwej szerokości głównego przejścia przy tych samych sposobach ustawienia obrabiarek równają się odpowiednio: 3600 mm (rys. 13a), 4000 mm (rys. 13b) i 4400 mm (rys. 13c).



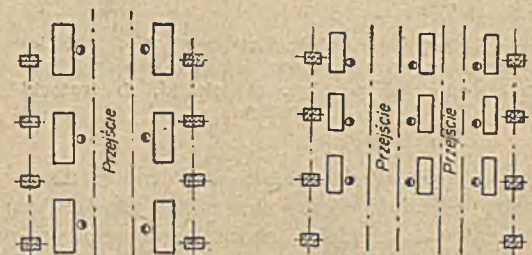
Rys. 13. Odległość między obrabiarkami przy dwukierunkowym ruchu wózków elektrycznych.

Przy wykorzystaniu wózków elektrycznych (wózków silnikowych) o dużej pojemności ładunkowej jak również środków transportowych innych typów i rozmiarów (platformy, wagony, samochody itd.) odległości między obrabiarkami dla uzyskania właściwej szerokości głównego przejścia zmienia się odpowiednio do obrysów stosowanego urządzenia transportowego.

Drugorzędne przejścia istniejące między obrabiarkami mogą być używane tylko przez ludzi.



Rys. 12. Odległość między obrabiarkami przy jednokierunkowym ruchu wózków elektrycznych.

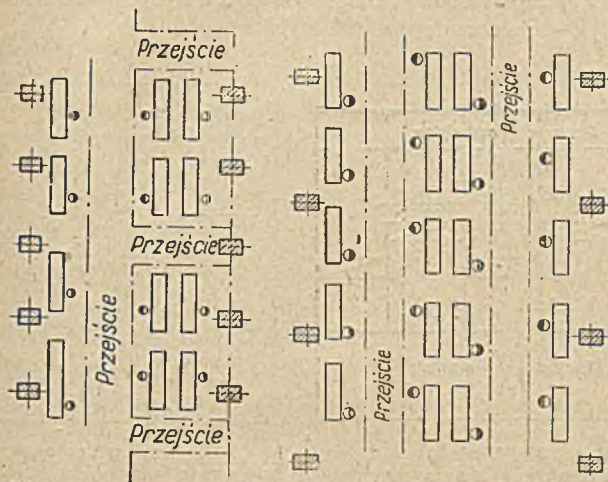


Rys. 14. Ustawienie obrabiarek w nawle w 2 rzędy z jednym podłużnym przejściem.

Rys. 15. Ustawienie obrabiarek w nawle w 3 rzędy z dwoma podłużnymi przejściami.



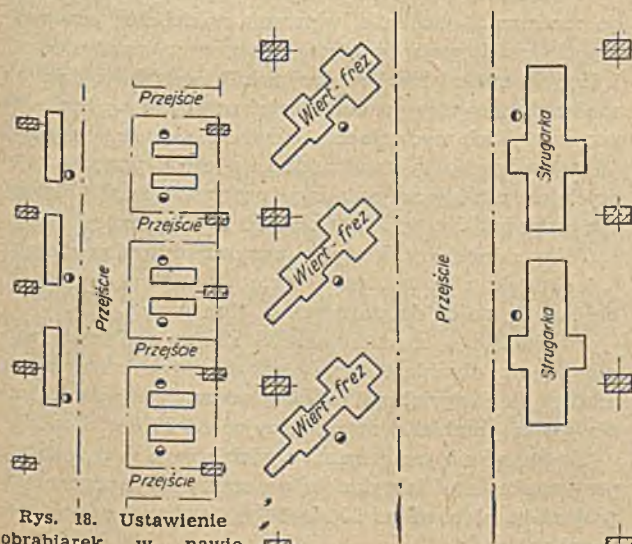
Obrabiarki ustawia się w nawie w 2, 3 i 4 rzędy zależnie od wymiarów obrabiarek i szerokości nawy. Nawą nazywamy część hali ograniczoną w kierunku podłużnym dwoma równoległymi rzędami kolumn. Wielkie obrabiarki ustawia się w 2 rzędy, średnie w 2 lub 3, małe w 3 lub 4 rzędy (rys. 14, 15, 16, 17).



Rys. 16. Ustawienie obrabiarek w nawie w 3 rzędy z jednym podłużnym przejściem. Rys. 17. Ustawienie obrabiarek w nawie w 4 rzędy z dwoma podłużnymi przejściami.

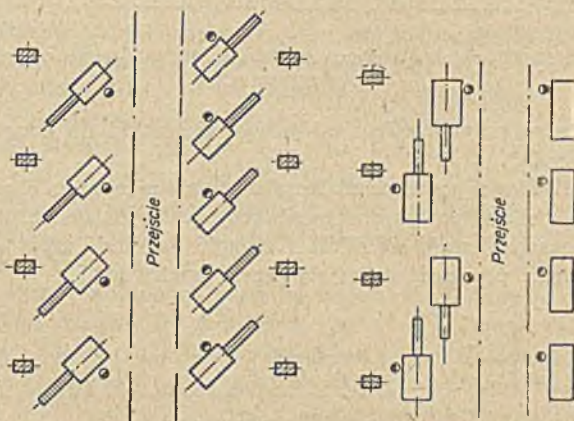
W nawie obrabiarki mogą być ustawione wzdłuż niej (rys. 14-17), w poprzek nawy (rys. 18) i pod kątem (rys. 19, 20).

Najodpowiedniejsze i często spotykane jest ustawienie większości obrabiarek wzdłuż nawy. Ustawienie poprzeczne stosuje się w tym przypadku, gdy przez to może być osiągnięte lepsze wykorzystanie powierzchni. Ustawienie pod kątem stosuje się przy tokarkach rewolwerowych i automatach tokarskich przy pracy z pręta oraz przy przeciągarkach, wytaczarkach, strugarkach wzdłużnych, frezarkach wzdłużnych i szlifierkach do płaszczyzn. Ustawienie to ma również na celu lepsze wykorzystanie powierzchni. Rewolwerówki i automaty ustawia się przy pracy



Rys. 18. Ustawienie obrabiarek w nawie - podłużne i poprzeczne z jednym podłużnym przejściem. Rys. 19. Ustawienie wytaczarek pod kątem.

z pręta pod kątem od 15 do 20° lub większym w zależności od szerokości i długości przeznaczonych pod nie powierzchni. Przy ustawieniu ich w szachownicy niezbędne jest zapewnienie sobie podejścia do nich z dwóch stron (rys. 21).



Rys. 20. Ustawienie tokarek rewolwerowych pod kątem.

Rys. 21. Ustawienie tokarek rewolwerowych w szachownicy.

Przy wszystkich ustawieniach obrabiarek należy przewidywać miejsca pracy od strony przejścia, co ułatwia obsługę miejsca pracy (zamianę narzędzi, zaopatrzenie, pobranie części, instruowanie i inne).

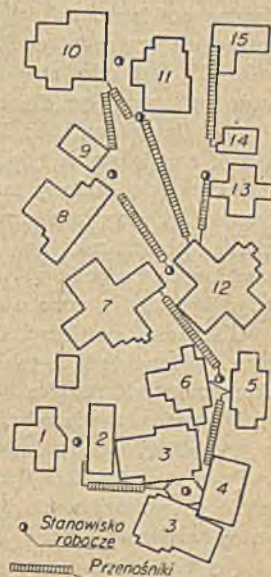
Na liniach potokowych można odstępować od ustawienia urządzenia w prostoliniowych rzędach, jeśli przez to może być osiągnięta najkrótsza droga ruchu części. Przykład takiego ustawienia obrabiarek z praktyki zagranicznej przytoczony jest na rys. 22.

Jeżeli jeden robotnik obsługuje kilka obrabiarek, ustawienie jednocześnie obsługiwanych obrabiarek powinno zapewnić:

- najbardziej dogodne dla robotnika położenie elementów sterowania wszystkich obsługiwanych obrabiarek,
- minimalne zużycie czasu na przejście robotnika od jednej obrabiarki do drugiej.

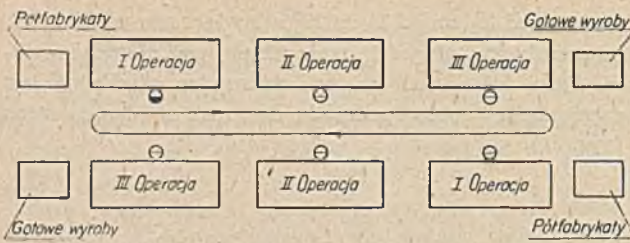
Przykład rozplanowania sześciu obrabiarek dla ich jednoczesnego obsługiwania pokazany jest na rys. 23.

Przy umieszczeniu obsługiwanych jednocześnie obrabiarek po obu stronach przenośników rolkowych należy (jeśli to możliwe ze względu na warunki transportu) tworzyć przerwy w przenośnikach w celu skrócenia drogi ro-



Rys. 22. Ustawienie obrabiarek w linii potokowej z najkrótszą drogą ruchu części (liczby wskazują kolejność operacji).

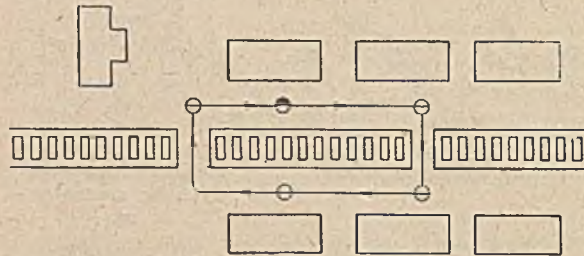




Rys. 23. Ustawienie sześciu obrabiarek dla ich jednoczesnego obsługiwanie.

botnika przy przejściu od jednej obrabiarki do drugiej (rys. 24.).

**Wielkości powierzchni.** Rozplanowanie urządzenia określa wielkość powierzchni produkcyjnych wydziału obróbki mechanicznej, szerokość i długość hal, ilość naw jak również powierzchnię zajętą przez urządzenie.



Rys. 24. Ustawienie obrabiarek po obu stronach przenośnika rolkowego przy ich jednoczesnym obsługiwanie.

Wskaźnikiem charakteryzującym wykorzystanie powierzchni produkcyjnej wydziału mechanicznego jest „obciążona powierzchnia“, tj. powierzchnia w metrach kwadratowych przypadająca średnio na jedną obrabiarkę. Ten wskaźnik jest odmienny dla różnych grup obrabiarek i może być przyjęty: dla drobnych obrabiarek od 10 do 12 m<sup>2</sup>, dla średnich od 15 do 25 m<sup>2</sup>, dla dużych 30 do 45 m<sup>2</sup>, największych i jedynych w swoim rodzaju obrabiarek ciężkiej budowy maszyn od 50 do 150 m<sup>2</sup> na jedną obrabiarkę. Przy konieczności bardziej ścieśnionego ustawienia obrabiarek (na przykład przy wykorzystaniu istniejących budynków) wielkości obciążenia powierzchni mogą być zmniejszone o od 20 do 25%.

Obciążenie powierzchni według rodzaju budowy maszyn podane jest w tablicach wskaźników techniczno-ekonomicznych (tablica 6 i 7).

Wielkość powierzchni produkcyjnej można ustalić w przybliżeniu na podstawie powierzchni obciążonej.

Powierzchnie oddziałów pomocniczych określa się zależnie od przeznaczenia i właściwości charakteryzujących pracę każdego z nich.

Wydziałowy magazyn materiałów i zaopatrzenia przeznaczony jest do przechowywania wydziałowego zapasu prętów, odlewów, odkuwek, części wykrawanych i tłoczonych i innych materiałów. Magazyn umieszcza się:

- przy początku hal oddziału (rys. 25),
- w oddzielnej hali prostopadłej do hal oddziału mechanicznego (rys. 26),
- przyległy do hal wydziału pod suwnicami znajdującymi się na wolnej przestrzeni.

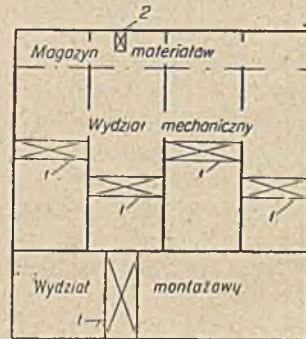
Ten ostatni rodzaj umieszczenia magazynów stosuje się często w wielkich zakładach budowy ciężkich maszyn.

Powierzchnię magazynów określa się:

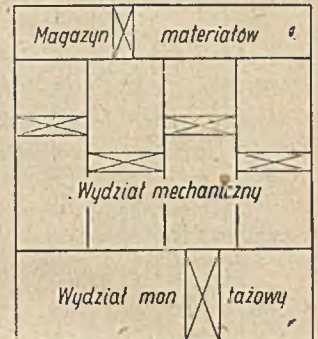
- dla wielkich półfabrykatów na podstawie ich obrysów przewidując zapas odpowiadający dwudniowe-

mu lub trzydniowemu zaopatrzeniu wydziału; bardzo duże półfabrykaty dostarcza się bezpośrednio z wydziałów kowalskiego i odlewniczego na miejsce obróbki z pominięciem magazynu wydziałowego;

- dla półfabrykatów przechowywanych w stosach lub w opakowaniu i materiału jednakowego rodzaju ustawianego w stosy lub na stojakach przyjmując zapotrzebowanie na 10 do 12 dni i odpowiednie rozmieszczenie stołów i stojaków.



Rys. 25. Umieszczenie wydziałowego magazynu materiałów i zaopatrzenia w hall wydziału mechanicznego: 1 — suwnica warsztatowa, 2 — żuraw przyścienny.



Rys. 26. Umieszczenie wydziałowego magazynu materiałów i zaopatrzenia w nawie prostopadłej do naw wydziału mechanicznego.

Dopuszczalne jest następujące obciążenie ładunkowe powierzchni w tonach na 1 m<sup>2</sup>:

- dla materiału jednakowego rodzaju od 0,75 do 1,0 t,
- dla odlewów i materiałów kutek od 1,0 do 1,5 t,
- dla wielkich półfabrykatów do 2,0 t,
- dla magazynów umieszczonych na górnych piętrach 0,75.

Przy przybliżonych obliczeniach średnie obciążenie ładunkowe powierzchni podłogi całego magazynu może być przyjęte w granicach od 1,00 do 1,25 t na 1 m<sup>2</sup>.

Według szeregu wykonanych projektów powierzchnia magazynu wydziałowego stanowi przykładowo 8 do 12% warsztatowej powierzchni wydziału.

Bardzo często przewiduje się gruntowanie (malowanie) półfabrykatów w magazynie.

Oddział przygotowania półfabrykatów służy do rozcinania, odcinania, wiercenia nakiełków, prostowania i skórowania prętów okrągłych, kwadratowych i innych materiałów. W średnich i małych wydziałach umieszcza się go w pomieszczeniu magazynu wydziałowego; w wielkich wydziałach stanowi on oddzielny warsztat.

Potrzebną liczbę obrabiarek do operacji przygotowawczych określa się na podstawie procesu technologicznego, tak samo jak dla wydziału obróbki mechanicznej.

Jako minimalny komplet urządzenia można przyjąć 6 jednostek: piła ramowa i tarczowa, nożyce, wiertarki, centrówki, walce do prostowania (lub prasa).

Powierzchnię oddziału określa się na podstawie rozplanowania obrabiarek. Przy obrabiarkach zostawia się miejsce dla materiałów i półfabrykatów. Jako powierzchnię dla jednej obrabiarki można przyjąć od 20 do 25 m<sup>2</sup>.

Powierzchnia magazynu wydziałowego z oddziałem przygotowania półfabrykatów, wg szeregu wykorzystanych projektów, stanowi od 15 do 18% powierzchni warsztatowej wydziału.

Oddział kontroli służy do sprawdzania części wytwarzanych w wydziale. Umieszcza się go zwykle na



końcu linii obrabiarek wydziału obróbki mechanicznej przed międzywydziałowym magazynem, gdzie kierowane są obrabiane części w celu przechowania do czasu dostarczenia ich do montażu; prócz tego urządza się w wydziale stanowiska kontrolne dla międzyoperacyjnej kontroli części. Przy pracy potokowej stanowiska (punkty) kontrolne umieszcza się w linii potokowej w kolejności operacji.

Powierzchnię oddziału kontrolnego określa się na podstawie rozplanowania miejsc pracy kontrolerów, jego urządzenia i inwentarza, w tej liczbie: a. płyt kontrolnych z niezbędnymi dla pomiaru urządzeniami i przyrządami; b. stołów do przeglądu, pomiaru i sortowania części; c. stołów z przyrządami pomiarowymi itp. urządzeniami; d. szaf oszklonych do przyrządów pomiarowych i innych pomocy; e. półek i stojaków. Powierzchnię oddziału kontroli można określić w przybliżeniu na podstawie ilości kontrolerów, licząc na jednego kontrolera od 6 do 8 m<sup>2</sup>. Przy szczegółowym projektowaniu powierzchnię oddziału określa się przez rozplanowanie miejsc pracy kontrolerów, inwentarza, urządzenia, ilości kontrolowanych części itd.

Orientacyjnie przyjmuje się na stanowisko kontrolne powierzchnie 2,5 × 2,5 m.

Magazyn międzywydziałowy służy do gromadzenia i przechowania gotowych części, czekających na montaż. Umieszcza się go w końcu hal wydziału obróbki mechanicznej za oddziałem kontroli na drodze ruchu części z wydziału obróbki mechanicznej do montażowego.

Zapas gotowych części na składzie przyjmuje się: a. w produkcji seryjnej na 10 do 12 dni, w tej liczbie dużych części na 3 do 5 dni, drobnych na 10 do 12 dni, b. przy produkcji masowej na 3 do 5 dni. Części przechowuje się na półkach, na specjalnych stojakach, stołach, a także w specjalnym opakowaniu.

Powierzchnię składu określa się na podstawie planowania i obliczenia miejsca potrzebnego do przechowania określonych części w ciągu przyjętego czasu. Między poszczególnymi miejscami przechowywania zostawia się przejście i przejazdy; szerokość przejścia wynosi od 1,25 do 2,5 m zależnie od stosowanych środków transportowych.

Ostrzalnia służy do centralnego ostrzenia i wykończenia narzędzi skrawających. Umieszcza się ją w sąsiedztwie wypożyczalni narzędzi. Od wypożyczalni narzędzi oddziela się ją oszkloną przegrodą.

Powierzchnię ostrzalni przy obliczeniach szczegółowych określa się na podstawie rozplanowania obrabiarek. W przybliżeniu można przyjąć w wielkości od 7 do 9 m<sup>2</sup> na jedną szlifierkę do ostrzenia.

Ilość ostrzarek dla uproszczonych obliczeń można przyjmując w procentach ilości obrabiarek obsługiwanych przez ostrzalnię dla wielkich wydziałów — 4%, średnich — 5%, małych — 6%.

Ilość obrabiarek wykańczających przyjmuje się w wielkości 50% ilości szlifierek potrzebnych do ostrzenia tego narzędzia, które podlega wykończeniu.

Wypożyczalnia narzędzi służy do zaopatrzenia miejsc pracy w narzędzia i przyrządy. Umieszcza się ją w sąsiedztwie ostrzalni, przy czym dla indywidualnej i seryjnej produkcji możliwie w centralnej części oddziału, a dla produkcji ciągłej opodal linii potokowej, gdzie umieszcza się również inne oddziały pomocnicze. Do przechowywania narzędzi i przyrządów służą półki i stojaki.

Powierzchnia wypożyczalni narzędzi może być przyjęta na podstawie ilości obsługiwanych przez nią miejsc pracy. Do obliczenia powierzchni służy wskaźnik określający wielkość powierzchni wypożyczalni przypadającej na jedną obrabiarkę do skrawania metalu obsługiwanego wydziału w metrach kwadratowych; wskaźnik ten przyjmuje się przy pracy na dwie zmiany od 0,45 do 0,55 m<sup>2</sup>, przy pracy na trzy zmiany od 0,70 do 0,90 m<sup>2</sup> na jedną obrabiarkę (mniejsze wartości odnoszą się do wydziałów o liczbie większej od 150, większe zaś odwrotnie).

Powierzchnię wypożyczalni narzędzi obsługującą odcinki ślusarsko-montażowe można przyjąć w rozmiarze od 0,15 do 0,25 m<sup>2</sup> na jednego obsługiwanego ślusarza, łącznie na wszystkie zmiany, ponieważ konieczne jest przechowywanie w składzie narzędzi dla robotników wszystkich zmian.

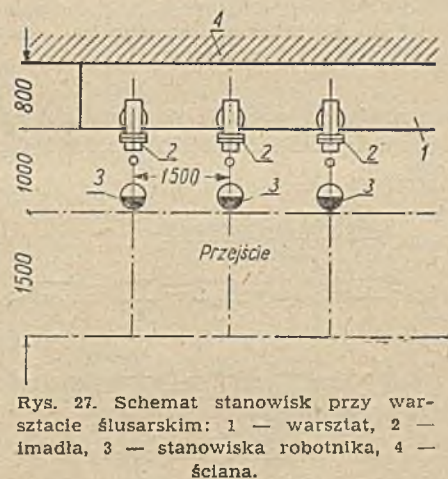
Rozplanowanie wydziału montażowego. Położenie stanowisk dla rozmaitych rodzajów pracy wydziału montażowego powinno odpowiadać kolejności przechodzenia części przez fazy montażu, co zapewnia najkrótszą drogę przebiegu części i stałość ogólnego kierunku potoków wyrobu. W wyniku powyższego, miejsca pracy w wydziale powinny być rozmieszczone w następującej kolejności: 1. ślusarska obróbka części (w razie gdy ma ona miejsce); 2. montaż podzespołów; 3. montaż zespołów; 4. ogólny montaż maszyn; 5. regulowanie; 6. próba; 7. malowanie.

Ślusarską obróbkę części przeprowadza się na warsztatach (stołach zwykle drewnianych), do których przymocowane są imadła. Wymiary warsztatów ślusarskich: jednostronne szerokość od 750 do 800 mm, dwustronne od 1300 do 1400 mm, wysokość od 850 do 900 mm, odstęp między osiami imadeł od 1250 do 1500 mm.

Bardzo dogodne są dwustronne, czterostanowiskowe warsztaty (stoły) z parą imadeł z każdej strony.

Dla prac precyzyjnych (na przykład wykonanie szablonek) dogodne są pojedyncze stoły, które celem zapewnienia większej trwałości wykonuje się z metalu z górną drewnianą płytą.

Na dwustronnych stołach ustawia się metalowe siatki chroniące stojących naprzeciwko siebie ślusarzy od odprysków metalu przy ścinaniu.



Rys. 27. Schemat stanowisk przy warsztacie ślusarskim: 1 — warsztat, 2 — imadła, 3 — stanowiska robotnika, 4 — ściana.

Wzdłuż warsztatów ślusarskich powinno być urządzone przejście; minimalna jego szerokość 1500 mm, licząc od linii umieszczenia miejsc pracy (rys. 27). Wykorzystana powierzchnia na ślusarza warsztatowego od 5 do 6 m<sup>2</sup>. W razie gdy przejście używane jest do transportu mecha-



nicznego, szerokość jego określa się w zależności od stosowanych środków transportu (dla ruchu wózków elektrycznych i wózków samochodowych 2500 mm).

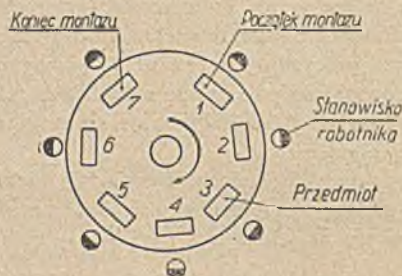
Montaż podzespołów i zespołów może być przeprowadzany na zwykłych warsztatach ślusarskich, stołach, przenośnikach rolkowych i innych zależnie od charakteru, obrysu montowanych części, wielkości programu produkcyjnego i przyjętej organizacji montażu.

Obok warsztatów ślusarskich i stołów do ślusarskiej obróbki części i montażu podzespołów należy koniecznie przewidzieć ustawienie kilku wiertarek (najlepiej promieniowych) do wiercenia otworów i nacinania gwintów wykonywanych przy montażu jak również pras do wciskania łączonych części.

Ogólny montaż maszyn zależnie od rodzaju i metody montażu, konstrukcji i wymiarów montowanych maszyn przeprowadza się:

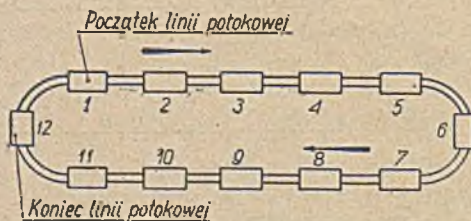
1 — montaż na jednym stanowisku: a. bezpośrednio na podłożu (bez urządzeń stanowiska); b. na stanowiskach zaopatrzonych w urządzenie; c. na fundamentach; d. na prowadnicach; e. na stołkach montażowych.

2 — montaż ruchomy potokowy: a. na przenośnikach rolkowych; b. na wózkach bez szyn poruszanych ręcznie; c. na wózkach na szynach poruszanych ręcznie; d. na wózkach na szynach tworzących przenośnik członowy; e. na przenośnikach taśmowych, członowo- płytowych i podwieszonych (okrężnych), przystosowanych do określonego wyrobu; f. na torach kolejowych, po których przedmiot montowany porusza się na własnych kołach (na przykład parowóz, wagon) lub na kołach czasowo do niego przymocowanych; g. na torach podwieszonych jednoszynowych; h. na stołach obrotowych (rys. 28) i innych.



Rys. 28. Schemat montażu na stole obrotowym.

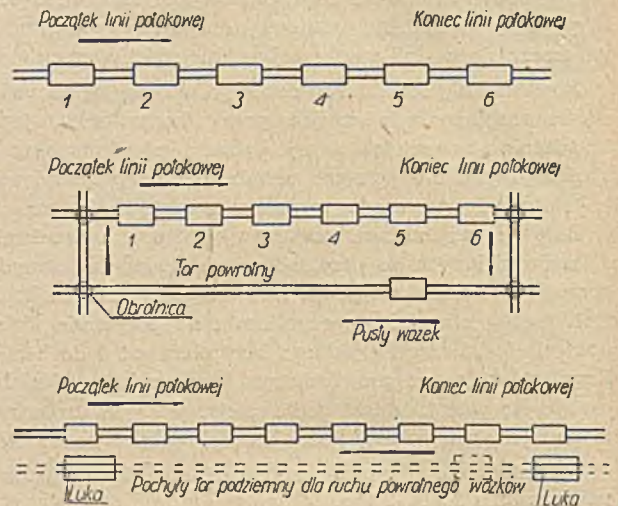
Przy montażu na wózkach, na szynach i na podwieszonych przenośnikach linia potokowa może być prosta lub okólna (rys. 29).



Rys. 29. Okólna linia potokowa.

Przy prostej linii potokowej (rys. 30) powrót wózka na szynach od punktu końcowego potoku do początkowego może się odbywać: a. za pomocą suwnicy warsztatowej obsługującej wydział montażowy; b. za pomocą drugiego równoległego toru, na który wózek przechodzi przez obrotnicę; c. za pomocą pochyłych szyn położonych w tunelu

pod podłogą wydziału, na które opuszcza się wózek w końcowym punkcie potoku za pomocą suwnicy lub żurawia przez lukę i wyciąga przez drugą lukę w początkowym punkcie potoku.



Rys. 30. Schematy powrotu wózków przy prostej linii potokowej.

Konstrukcje i rozmiary stanowisk i urządzeń do ogólnego montażu jak również odległości między nimi projektuje się zależnie od charakteru i wymiarów montowanych przedmiotów. Szczegóły dotyczące rodzaju konstrukcji, wymiarów i charakterystyki urządzeń transportowych dla wydziałów montażowych omówione są w tomie 9 niniejszego podręcznika.

Przy planowaniu miejsc montażu powinny być przewidziane: a. stanowiska monterów i możliwość swobodnego ich poruszania się koło montowanego obiektu; b. miejsca do rozmieszczenia dużych części maszyn; c. miejsca do przechowywania części zapasowych i zespołów w opakowaniu, na półkach, stojakach, specjalnych stołach i kozłach w ilości zapewniającej wykonanie montażu na danym miejscu montażowym; d. przejścia i przejazdy na podstawie obrysu środków transportowych oraz przewożonych części i zespołów (dla wózków elektrycznych i motorowych szerokość przejazdu 2500 mm).

Powierznię potrzebną do wykonania prac montażowych, dla oddzielnych faz montażu jak również dla całego wydziału, ustala się przez sporządzenie planu rozmieszczenia wszystkich miejsc pracy, urządzeń transportowych i innych, miejsc składania części, podzespołów i zespołów, przejść przejazdów itp. Na podstawie planu ogólnej powierzchni produkcyjnej wydziału określa się powierzchnię obciążoną, tj. powierzchnię przypadającą na jednego robotnika produkcyjnego największej zmiany.

Przy obliczeniach na podstawie wskaźników techniczno-ekonomicznych (przy opracowaniu projektów i w innych przypadkach) wielkość powierzchni wydziału montażowego można określić w przybliżeniu na podstawie wielkości powierzchni obciążonej. Wskaźnik ten jest różny dla rozmaitych gałęzi budowy maszyn, ponieważ zależy jest od typu produkcji, wielkości wyrobów, czasu trwania cyklu montażowego. Obciążone powierzchnie — według typu produkowanych maszyn — podane są w tablicach wskaźników techniczno-ekonomicznych (tablica 8 i 9). Stosunek wielkości powierzchni wydziału obróbki mechanicznej i montażowego zależy bezpośrednio od typu



## Szerokość budynków i rozpiętość suwnic (stopniowanie zgodnie z OST — 6787)

Szerokość budynku $L$ mb	Rozpiętość suwnicy $L_k$ mb		Szerokość budynku $L$ mb	Rozpiętość suwnicy $L_k$ mb		Szerokość budynku $L$ mb	Rozpiętość suwnicy $L_k$ mb	
	do 15 m	od 20 m do 100 m		do 15 m	od 20 m do 100 m		do 15 m	od 20 m do 100 m
6	5	—	15	14	13,5	24	23	22,5
7	6	—	16	15	14,5	25	24	23,5
8	7	—	17	16	15,5	26	25	24,5
9	8	7,5	18	17	16,5	27	26	25,5
10	9	8,5	19	18	17,5	28	27	26,5
11	10	9,5	20	19	18,5	29	28	27,5
12	11	10,5	21	20	19,5	30	29	28,5
13	12	11,5	22	21	20,5	31	30	29,5
14	13	12,5	23	22	21,5	32	31	30,5

produkcji; w seryjnej budowie maszyn powierzchnia wydziału montażowego stanowi przeciętnie od 35 do 40% powierzchni wydziału obróbki mechanicznej, w pojedynczej i drobnoseryjnej od 50 do 60%, w masowej od 25 do 30%, przy dobrze zorganizowanym montażu potokowym od 15 do 20%.

Ukształtowanie i wymiary budynku. Ukształtowanie i wymiary budynku są zależne od licznych czynników, w tej liczbie od przedmiotu projektowanej produkcji, właściwości procesów technologicznych, typów i rozmiarów suwnic i urządzeń transportowych, wymagań co do oświetlenia, ogrzewania, wentylacji, przewidywanej rozbudowy wydziału itp. Budynki (hale) fabryczne, w szczególności budynki wydziału obróbki mechanicznej i wydziału montażowego, ustawia się w kształcie wzajemnie równoległych

albo prostopadłych naw. Zarys nawy jest określony trzema znamionymi wymiarami — szerokością, długością i wysokością.

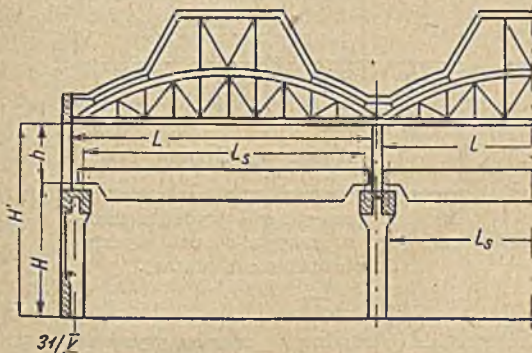
Szerokością nawy ( $L$ ) nazywamy odległość między ścianami ponad wspornikami szyn suwnicy (rys. 31).

Rozpiętością suwnicy warsztatowej ( $L_s$ ) nazywamy odległość między osiami pionowymi szyn suwnicy.

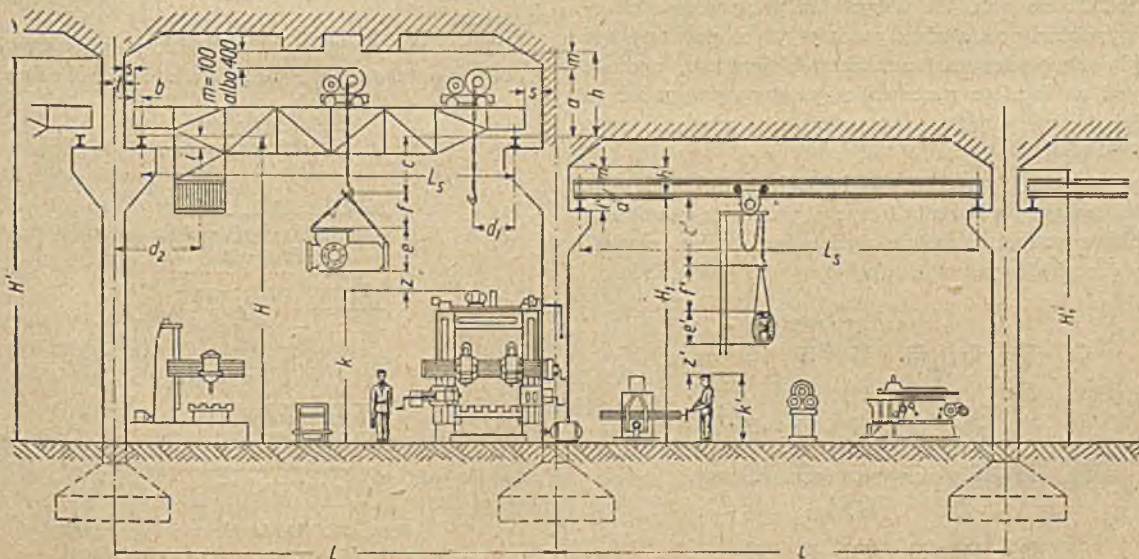
$L$  i  $L_s$  zgodnie z OST — 6787 (tablica 4) związane są stosunkiem  $L - L_s = 1,0$  m przy istnieniu w hali suwnic o udźwigu do 15 t włącznie, i  $L - L_s = 1,5$  m przy istnieniu suwnic od 20 do 100 t zgodnie z rys. 32,  $L = L_s + 2(t + s + b)$ . Wielkość  $s$  i  $b$  przyjmuje się według OST dźwigów mostowych,  $L$  wybiera się w zależności od wymiaru wyrobów, obrysu i ilości rzędów umieszczonych w nawie obrabiarek lub warsztatów, rozplanowania i wymiarów miejsc pracy, szerokości przejść i innych warunków. W praktyce projektowania wydziałów mechanicznych i montażowych najbardziej odpowiednie są następujące wymiary szerokości nawy.

Obrys wyrobu	Szerokość nawy w metrach
Mały	9, 12
Średni	12, 15, 18, 21
Duży	18, 21, 24
Specjalnie duży	24, 27, 30

Długość nawy określa się sumując — wzdłuż jej osi — długość kolejnych oddziałów produkcyjnych i pomocniczych, przejść i innych odcinków wydziału. Długość hal jest wielokrotnością odstępu między słupami (z boku słupów), przyjętego dla wydziałów mechanicznych



Rys. 31. Schemat nawy.



Rys. 32. Schemat szerokości i wysokości nawy wydziału.



i montażowych na 6 m, a przy konstrukcjach stalowych do 12 m.

Wysokość hali  $H' = H + h$  (rys. 32), gdzie  $H$  — odległość od podłogi do górnej krawędzi szyny suwnicy i  $h$  — odległość od główki szyny do dolnej krawędzi wiązania dachowego lub do dolnej krawędzi belki stropowej. Minimalna wielkość  $H'$  składa się z następujących szczegółowych wymiarów (rys. 32).

1. odległość  $c$  od poziomej linii przechodzącej przez górną krawędź szyny do najwyższego położenia haka przyjmuje się według norm dla suwnic warsztatowych (OST 20195-40);

2. odległość  $f$  od środka haka suwnicy w jego górnym położeniu do górnej krawędzi największego transportowanego przedmiotu chwytanego łańcuchem lub liną — zależna od wymiarów wyrobu;

3. największej wysokości  $e$  przedmiotu podczas transportu;

4. odstęp  $z$  między obrysem transportowanego przedmiotu, a górnym punktem najwyższej obrabiarki, przyjęty na co najmniej 400 mm;

5. wysokości  $k$  największej obrabiarki nie mniej niż 2,3 m.

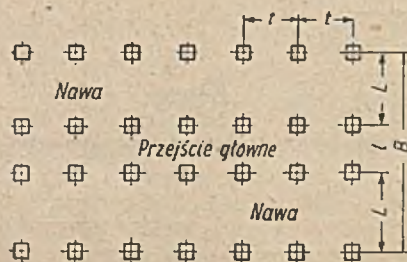
Minimalna wartość wielkości  $H'$  dla naw mających suwnice warsztatowe licząc od podłogi do górnej krawędzi szyny suwnicy — w wydziałach obróbki mechanicznej od 5,75 do 6 m, w montażowych od 6 do 7 m.

Wielkość  $h$  (rys. 32), tj. odległość od górnej krawędzi szyny do dolnej krawędzi wiązania dachowego lub do dolnej krawędzi belki stropowej, równa się sumie gabarytowej wysokości suwnicy  $a$  i odległości między górnym punktem suwnicy a dolną krawędzią wiązania dachowego lub belki stropowej  $m$ .

Wysokość suwnicy, która jest zależna od udźwigu suwnicy i szerokości hali przyjmuje się według OST 20195-40. Zgodnie z tą normą odległości od górnego punktu suwnicy do dolnej krawędzi wiązania dachowego lub belki stropowej (luka) powinna wynosić: przy umieszczeniu przewodów elektrycznych z boku suwnicy co najmniej 100 mm, przy umieszczeniu przewodów elektrycznych u góry co najmniej 400 mm.

Jako minimalną wysokość pomieszczeń produkcyjnych, w których nie ma suwnic warsztatowych, przyjmować można od 3,5 do 4 m. We wszystkich przypadkach określenia wysokości pomieszczeń produkcyjnych powinny być uwzględniane wymagania sanitarno-higieniczne, zgodnie z którymi na każdego pracownika powinno przypadać co najmniej 15 m<sup>3</sup> objętości pomieszczenia produkcyjnego (OST 90014-39).

Przy produkcji przedmiotów lekkich i drobnych (np. narzędzi, maszyn do liczenia i szycia, gaźników, patefonów itp.) celowe jest umieszczanie wydziałów obróbki mechanicznej i montażowych w wielopiętrowych budynkach.



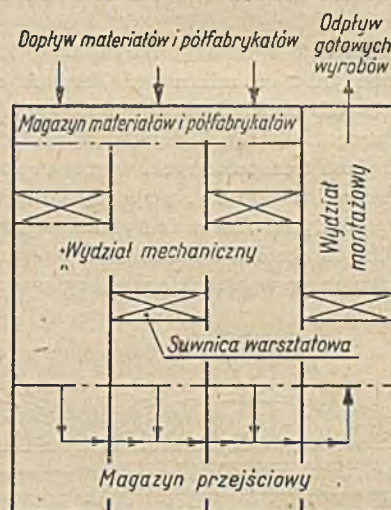
Rys. 33. Rozstawienie kolumn w budynku wielopiętrowym.

Tablica 5

Rozmiary siatki kolumn i wysokości w kilkipiętrowych budynkach dla wydziałów mechanicznych i montażowych

Szerokość budynku w metrach	18	19	20
Szerokość skrajnych przęseł w metrach	7,5	0	8
Szerokość środkowych przęseł w metrach	3	3	4
Odstęp słupów w metrach	5	5	5
Wysokość jednego piętra w świetle w metrach	4,0	4,5	5,0
Wysokość jednego piętra od podłogi do podłogi w metrach	4,5	5,0	5,5
		5,5	6,0

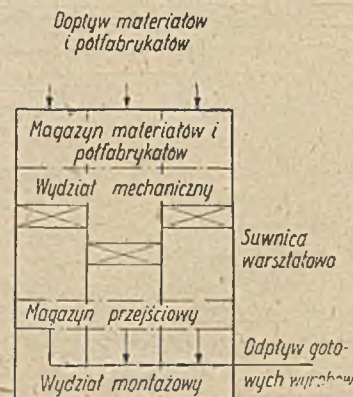
Szerokość tych budynków, wobec ograniczonej możliwości należytego ich oświetlenia przez oszklenie boczne, przyjmuje się o wymiarach 18, 19 lub 20 m, przy szerokości naw 6, 7,5 i 8 m, w połączeniu ze środkową nawą 3 lub 4 m, a odstępem między słupami 4,5 lub 6 m. Kształt wielopiętrowych budynków w zależności od rozmiarów bywa prostokątny w kształcie litery „U”, w kształcie litery „E” lub bardziej złożony.



Rys. 34. Umieszczenie wydziału montażowego równolegle do naw wydziału obróbki mechanicznej.

Dostatecznie dogodną w sensie wyzyskania powierzchni jest siatka kolumn (rys. 33) o rozmiarach podanych w tabelicy 5. Środkową nawę przeznaczają się dla głównego przejścia.

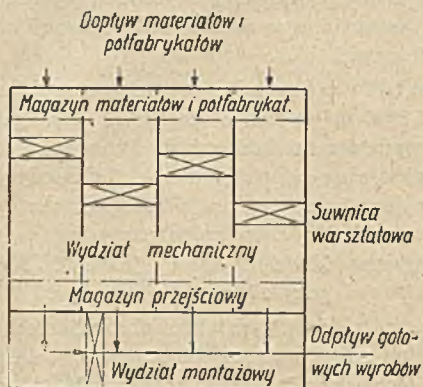
Ogólny układ wydziałów obróbki mechanicznej i wydziałów montażowych. Porządek rozmieszczenia



Rys. 35. Umieszczenie wydziału montażowego w przedłużonych nawach wydziału obróbki mechanicznej.



oddziałów produkcyjnych i pomocniczych wydziałów obróbki mechanicznej i montażowych określa ściśle kierunek potoków, a więc magazyn materiałów i półfabrykatów (wraz z sekcją przygotowawczą) umieszcza się przy po-



Rys. 36. Umieszczenie wydziału montażowego prostopadle do naw wydziału obróbki mechanicznej.

czątku naw wydziału obróbki mechanicznej lub w nawie do nich prostopadłej. W końcu tych naw umieszcza się oddział kontroli i magazyn przejściowy. Bezpośrednio przed pomieszczeniem przeznaczonym na montaż powinien znajdować się magazyn części zasilający montaż. Wypożyczalnie narzędzi i ostrzarnię należy umieszczać w centralnej części wydziału dla produkcji indywidualnej i seryjnej natomiast przy produkcji potokowej — opodal linii potokowej wraz innymi oddziałami pomocniczymi.

Połączenie wydziału montażowego w jednym budynku z wydziałem obróbki mechanicznej dokonuje się w następujący sposób:

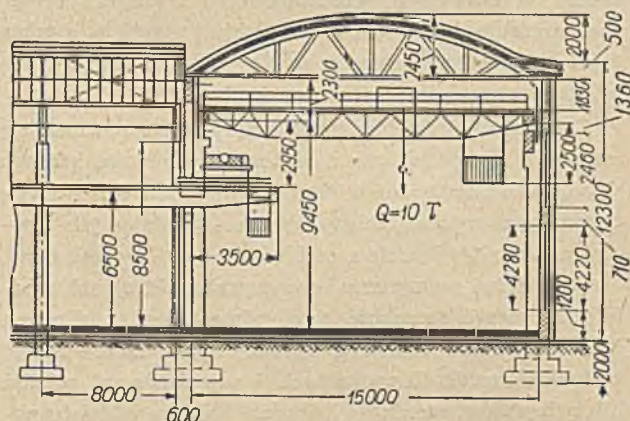
1. nawę wydziału montażowego umieszcza się równolegle do naw wydziału obróbki mechanicznej (rys. 34),
2. nawy wydziału montażowego stanowią przedłużenie naw wydziału obróbki mechanicznej (rys. 35),
3. nawę wydziału montażu umieszcza się prostopadle do naw wydziału obróbki mechanicznej (rysunek 36).

Rysunek 37 przedstawia przekrój poprzeczny wydziału montażowego, umieszczonego prostopadle do naw wydziału obróbki mechanicznej; uwidoczniono na nim zachodzenie suwnicy warsztatów wydziału obróbki mechanicznej pod suwnicę wydziału montażowego.

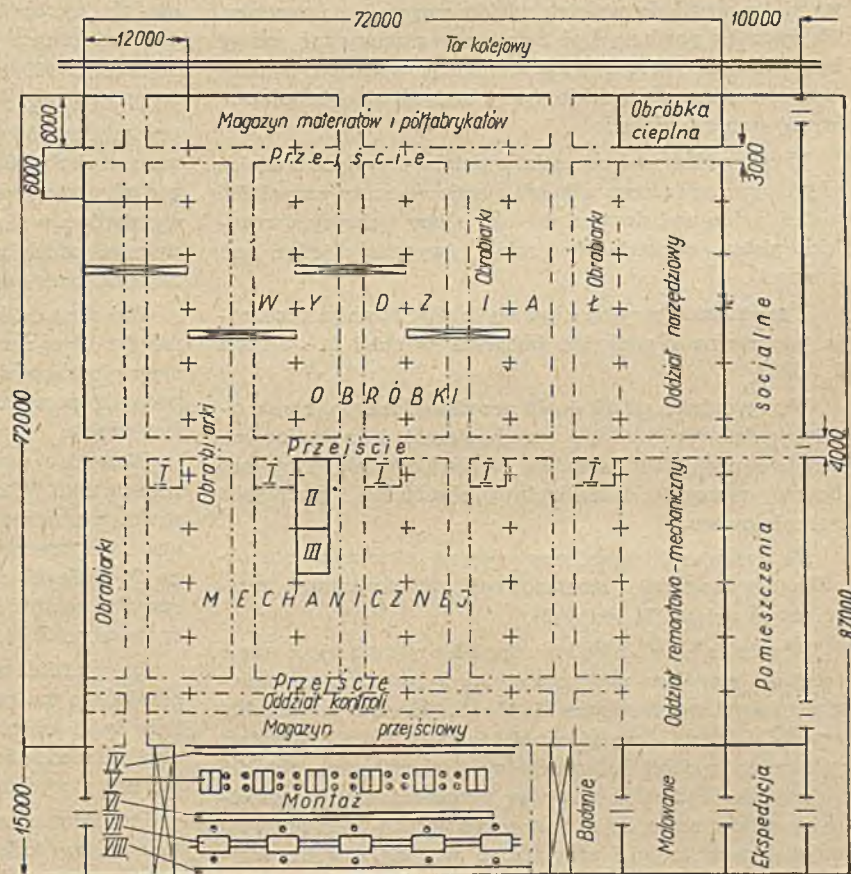
W rezultacie rozmieszczenia urządzeń i ogólnego układu powierzchni wydziałów obróbki mechanicznej i montażowych określa ilość, szerokość i długość naw, wymiary i powierzchnie wydziałów i budynków.

Schemat ogólnego układu wydziału obróbki mechanicznej i montażu z oddziałem narzędziowym i remontowo-mechanicznym przedstawia rys. 38.

Rysunek wydziału sporządza się w skali 1:100. Dla dużych wydziałów (mających przykładowo ponad 250 obrabiarek) sporządzać go można w skali 1:200. Na rysunku powinny być zaznaczone wszystkie rodzaje instalacji i urządzeń, w tej liczbie obrabiarki i inne urządzenia produkcyjne, stoły warsztatowe, stoły robocze, miejsca pracy bez specjalnych urządzeń i umieszczone na specjalnych fundamentach, ze wskazaniem ich obrysów, urządzenia transportowe obsługujące miejsca pracy, jak: prze-



Rys. 37. Przekrój poręczny wydziału montażowego z zachodzącą suwnicą warsztatową wydziału obróbki mechanicznej pod suwnicę wydziału montażowego.



Rys. 38. Schemat ogólnego układu i powiązania wydziałów mechanicznego i montażowego z oddziałami narzędziowym i remontowo-mechanicznym: I — pomieszczenie mistrza, II — wypożyczalnia narzędzi, III — sekcja ostrzenia, IV — warsztaty ślusarskie, V — oddział montażu zespołów, VI — pomieszczenie do przechowywania części i zespołów, VII — przenośnik ogólnego montażu, VIII — warsztaty monterskie.



nośniki grawitacyjne, ześlizgi, przenośniki korytowe, rolkowe (bezciegnowe), powietrzne i inne miejscowe przenośniki.

Na rysunku powinny być zaznaczone również ogólnowydziałowe urządzenia podnośno-transportowe, włącznie z suwnicami, żurawiami przyściennymi, wózkami szynowymi, torami podwieszonymi, przenośnikami rolkowymi, torami kolei wąsko- i szorokotorowej, dźwigami i innymi.

Poza tym na rysunku powinny być wskazane pomieszczenia do czasowego przechowywania i kontroli części, pomieszczenia dla mistrzów, przejazdu i przejścia, a także tunele i kanały przeznaczone do celów produkcyjnych lub transportowych.

Z konstrukcji budowlanych na rysunku powinno się zaznaczyć słupy i ich osie z oznaczeniem numeru każdego słupa, zarys fundamentów słupów i budynku, ściany zewnętrzne, wewnętrzne, ściany główne i działowe jak również przegrody włącznie z oszklnymi i siatkowymi, okna, bramy i drzwi zewnętrzne i wewnętrzne. Na rysunku należy zaznaczyć szerokość naw, odstęp między słupami, łączną szerokość wydziału, ogólną długość naw i całego budynku, szerokość podłużnych i poprzecznych przejść lub przejazdów, szerokość i długość każdego oddziału pomocniczego, odległości obrabiarek od słupów i odległości między obrabiarkami i innymi miejscami pracy.

Wszystkie obrabiarki i inne urządzenia, włącznie z podnośno-transportowymi oznaczają się numerami porządkowymi i wpisuje do wykazu znajdującego się na rysunku. Na rysunku powinny być zaznaczone numery lub nazwy hal, oddziałów produkcyjnych i sekcji wydziału, oddziałów pomocniczych a także (przy budynkach wielopiętrowych) numery pięter.

W przypadku umieszczenia wydziału w budynku wielopiętrowym, na jednym arkuszu rysuje się rzuty wszystkich pięter, jedno nad drugim, tak aby słupy i obrysy wszystkich pięter odpowiadały sobie (wypadały jedne nad drugimi).

Oprócz rzutu powinny być wykonane również przekroje poprzeczne i podłużne budynku w skali 1 : 50 lub 1 : 100.

Na rysunkach od 39 do 48 przedstawione są rysunki wydziałów obróbki mechanicznej i montażowych wzięte z projektów zakładów ciężkiej, średniej i ogólnej budowy maszyn, a także budowy obrabiarek i przemysłowych narzędziowego.

Na rysunku 39 przedstawiony jest *plan wydziału obróbki mechanicznej i montażowego zakładu tokarek karuzelowych* (klasa III grupy 2).

Wydział obróbki mechanicznej i część montażu zespołów umieszczone są w czterech równoległych nawach o szerokości 21, 15, 15 i 15 m, o powierzchni ogólnej 5976 m<sup>2</sup> (część jednej nawy 15 metrowej zajęta jest przez wydział doświadczalny i laboratorium obróbki wiórowej). Wszystkie nawy są przeznaczone do specjalnych celów: nawa 21 m jest przeznaczona specjalnie dla największych części i zaopatrzona w dwie suwnice warsztatowe 20/5 i 10 t. Sąsiadująca z pierwszą nawa 15 m zajęta jest przez oddział elementów o średnich rozmiarach i obsługiwana przez dwie suwnice 10 i 5 t. Następna nawa 15 m przeznaczona jest dla drobnych części; tu znajduje się suwnica 3 t i trzy żurawie przyścienne 2 t. Wreszcie w czwartej hali, zajętej przez wydział doświadczal-

ny i laboratorium obróbki wiórowej oraz oddział malarzski mamy suwnicę 10 t.

Dla międzynawowego przekazywania części w wydziale mechanicznym przewidziane są szyny, po których porusza się wózek. Obrabiarki w nawach wydziału mechanicznego rozstawione są w kolejności operacji obróbki zasadniczych części.

Wydział montażu rozmieszczony jest na powierzchni 1890 m<sup>2</sup> w hali o szerokości 21 m, prostopadłej do naw wydziału mechanicznego. W końcu hali montażowej znajduje się oddział malarzski i ekspedycja. Ogólny montaż wykonywany jest na zasadzie potoku, na ruchomych stanowiskach. Hala zaopatrzona jest w trzy suwnice elektryczne (dwie po 20/5 t i jedna 30/7,5 t), a także dziewięć żurawi przyściennych obrotowych.

Transport między wydziałem obróbki mechanicznej i montażowym odbywa się za pomocą wozów elektrycznych, poruszających się po torach kolejowych, łączących oba wydziały. Budynek wydziału obróbki mechanicznej i montażowego ma dwa tory kolejowe:

1. dla dostawy materiałów i półfabrykatów do składu, który ma szerokość 12 m i jest umieszczony na początku naw wydziału obróbki mechanicznej,
2. dla wywozu gotowej produkcji z ekspedycji.

Pomieszczenia socjalne znajdują się w dwupiętrowej przybudówce równoległej do naw wydziału obróbki mechanicznej.

Na rysunku 40 przedstawiony jest *projekt wydziału obróbki mechanicznej i montażowego zakładu urządzeń metalurgicznych* (hutniczych, walcowniczych i in.) o wydajności 20 000 t produkcji rocznie (klasa IV, grupa 1).

Wydział obróbki mechanicznej ma łączną powierzchnię 19 440 m<sup>2</sup> w pięciu nawach, z których jedna ma szerokość 30 m, dwie — 24 m i dwie 15 m. W pierwszych trzech nawach umieszczone są obrabiarki dużych wymiarów, w dwóch ostatnich pozostałe urządzenia jak również oddziały: remontowy, ostrzalnia, wypożyczalnia narzędzi oraz sekcja zbiórki i brykietowania wiórów.

W końcu dwóch naw o szerokości 24 m i jednej o szerokości 15 m znajdują się: magazyn pośredni, dwa magazyny przyrządów (w każdej z dwóch naw), wypożyczalnia narzędzi pomiarowych, magazyn armatury i stopów tożskowych.

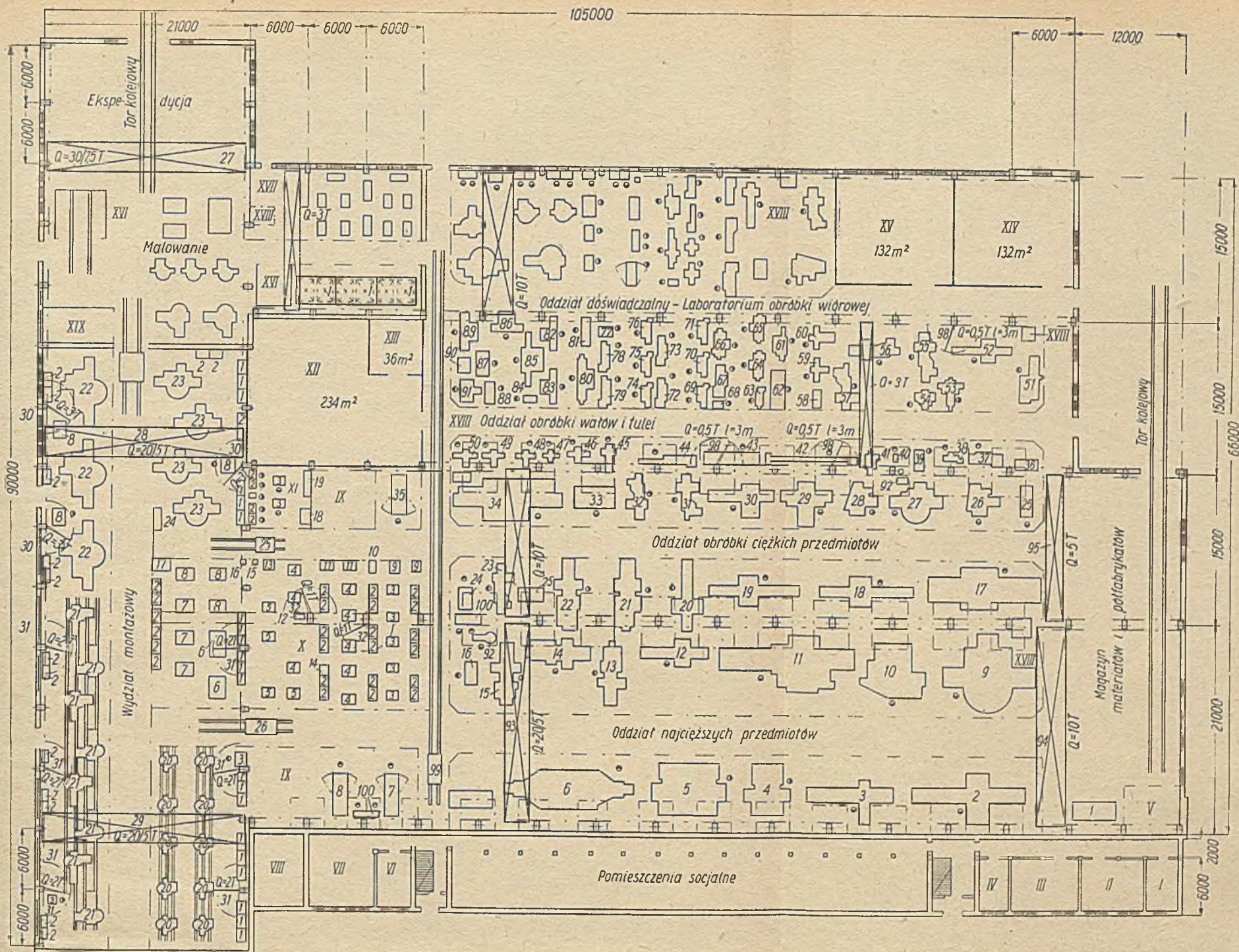
Wszystkie nawy wydziału zaopatrzone są w suwnice warsztatowe. W nawie o szerokości 30 m znajdują się trzy suwnice o nośności po 50 t; każda z naw 24 m obsługiwana jest przez dwie suwnice po 30 t i przez dwie suwnice po 20 t. Jedna nawa 15 m obsługiwana jest przez dwie suwnice po 10 t i jedną 5 t, druga nawa 15 m przez dwie suwnice po 5 t i dwie suwnice po 3 t.

Do wydziałowego składu materiałów i półfabrykatów położonego na początku pierwszych trzech naw wchodzi linia kolei szorokotorowej. W środkowej części wydziału obróbki mechanicznej inny tor kolejowy przecina wszystkie nawy wydziału.

Przy końcu naw wydziału obróbki mechanicznej położone są tory kolejowe, po których wózkami przeładunkowymi odbywa się przekazywanie części i zespołów do hali montażowej.

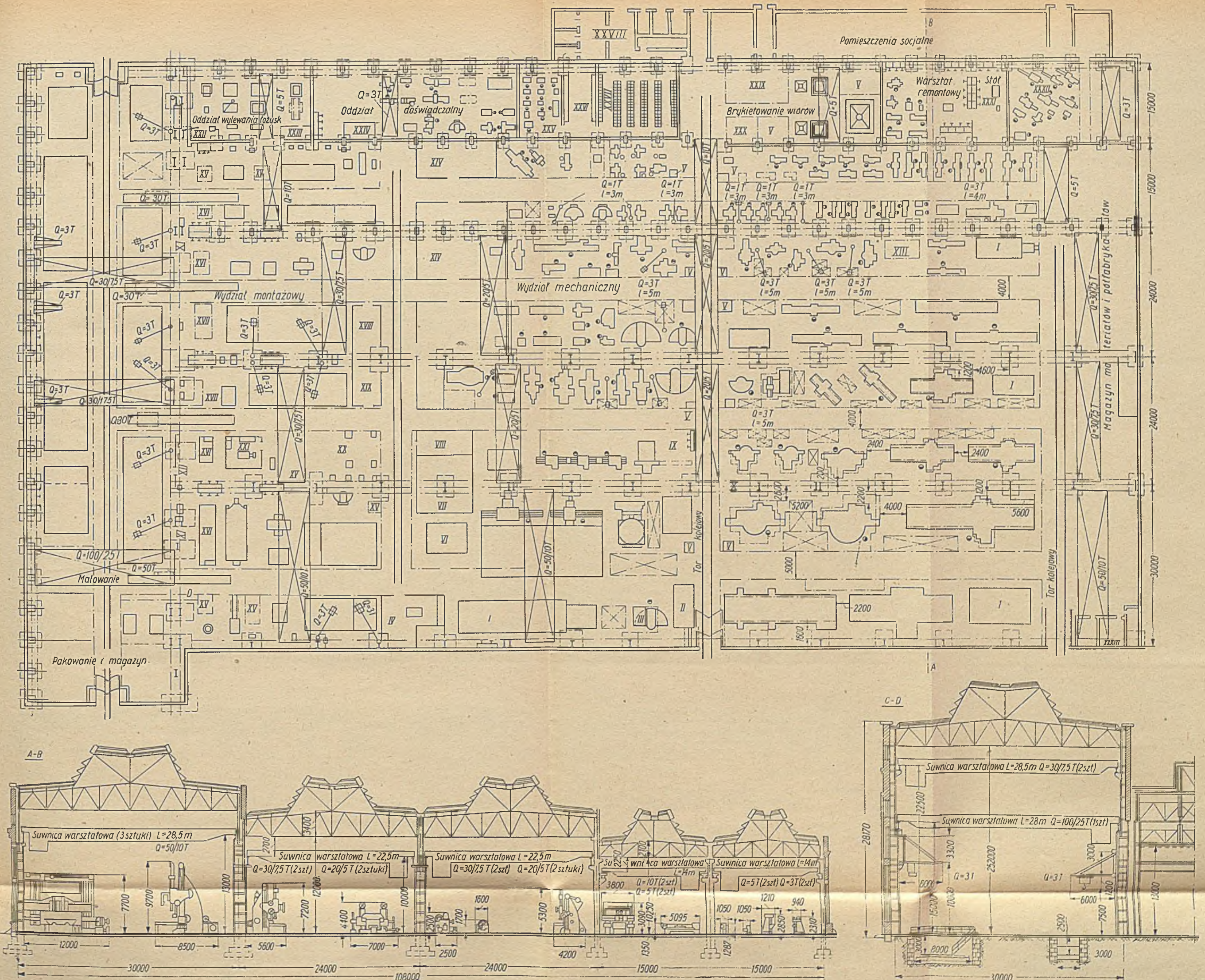
Wydział montażowy. Montaż zespołów umieszczony jest przy końcu naw wydziału obróbki mechanicznej, a ogólny montaż — w hali prostopadłej do nich o szerokości 30 m; powierzchnia wydziału — 3600 m<sup>2</sup>.





Rys. 39. Projekt wydziału mechanicznego i montażowego (z oddziałem doświadczalnym) zakładu budowy tokarek karuzelowych: I — pomieszczenie inspekcji technicznej, II — oddział kontroli technicznej, III — wypożyczalnia narzędzi, IV — przygotowanie płynu chłodzącego, V — pomieszczenie brygady remontowej, VI — biuro naczelnika wydziału mechanicznego, VII — biuro wydziału, VIII — stacja transformatorów, IX — miejsce przechowywania dużych części, X — oddział montażu zespołów, XI — oddział spawania elektrycznego, XII — magazyn gotowych części, XIII — sekcja kontrolna, XIV — magazyn półfabrykatów i magazyn przejściowy, XV — wypożyczalnia narzędzi, XVI — komory nalewania natryskowego, XVII — przygotowanie farb oddziału malarskiego, XVIII — pomieszczenie mistrzów, XIX — instalacja wentylacyjna. Wydział mechaniczny: 1 — płyta traserska, 2 — frezarka wzdłużna, 3 — jednokolumnowa strugarka wzdłużna, 4 i 5 — wytaczarki, 6 — szlifierka do płaszczyzn, 7 i 8 — wiertarki promieniowe, 9 i 10 — tokarki karuzelowe, 11 — dwustanowiskowa strugarka wzdłużna, 12 — strugarka podłużna, 13, 14 i 15 — wytaczarki, 16 — wiertarka promieniowa, 17, 18, 19 i 20 — strugarki wzdłużne, 21, 22 i 23 — wytaczarki, 24 — wiertarka promieniowa, 25 — płyta traserska, 26, 27 i 28 — tokarki karuzelowe, 29 — frezarka pionowa, 30 — frezarka wzdłużna czterowrzecionowa, 31, 32 i 33 — wytaczarki, 34 — szlifierka do płaszczyzn, 35 — wiertarka promieniowa, 36 — płyta traserska, 37 i 38 — tokarki, 39 — wiertarka promieniowa, 40 — wiertarka pionowa, 41 — strugarka poprzeczna, 42 — wiertarka pozioma, 43 — tokarka, 44 — przeciągarka, 45 — wytaczarka, 46 — frezarka pozioma, 47 — frezarka uniwersalna, 48 — frezarka pozioma, 49 — frezarka pionowa, 50 — frezarka pozioma, 51 — frezarka wzdłużna, 52 — strugarka wzdłużna, 53 — frezarka wzdłużna, 54 — tokarka karuzelowa, 55, 56 i 57 — wytaczarki, 58 i 59 — frezarka pozioma, 60 — frezarka uniwersalna, 61 i 62 — szlifierka do płaszczyzn, 63, 64, 65 i 66 — tokarki rewolwerowe, 67 — tokarka, 68 wiertarka pionowa, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75 i 76 — tokarki, 77 — wiertarka pionowa, 78 i 79 — tokarki, 80 — uniwersalna szlifierka do wałków, 81 — frezarka do gwintów, 82 i 83 — szlifierki do wałków, 84 — wiertarka pionowa, 85 i 86 — szlifierka do wałków, 87 i 88 — szlifierki do wewnętrznego szlifowania, 89 — uniwersalna szlifierka do wałków, 90 — płyta kontrolna, 91 — szlifierka do płaszczyzn, 92 — podzielnica, 93, 94, 95 i 96 — suwnice z napędem elektrycznym, 97 — wózek elektryczny, 98 — obrotowe żurawie przyściennne, 99 — wózek przeładowczy na szynach, 100 — dwustanowiskowe stoły. Wydział montażowy: 1 — trójstanowiskowe stoły montażowe, 2 — dwustanowiskowe stoły warsztatowe, 3 i 4 — stoły montażowe, 5 — płyty traserskie i tuszowe, 6 — stoły montażowe, 7 — płyty traserskie i tuszowe, 8 — stoły montażowe, 9 — stanowiska dla docierania mechanizmów, 10 — urządzenia chłodzące, 11 — stanowiska dla docierania głównego mechanizmu obrotów, 12 — wiertarka podręczna, 13 — prasa hydrauliczna, 14 — prasa ręczna, 15 — wiertarka pionowa, 16 — szlifierka, 17 — pomieszczenie mistrza, 18 — stół, 19 — stalugi z materiałami elektrotechnicznymi, 20 — stanowiska do montażu i regulowania obrabiarek 1 A 53, 21 — to samo dla obrabiarek: 1 A 56, 9321, 22 — to samo dla obrabiarek 1 A 57, 9322, 9334 i 9333, 23 — to samo dla obrabiarek 1 A 56 i 9331, 24 — wiertarka promieniowa ruchoma, 25 i 26 — wózki przeładowcze na szynach, 27, 28 i 29 — suwnice z napędem elektrycznym, 30, 31 i 32 — żurawie przyściennne.



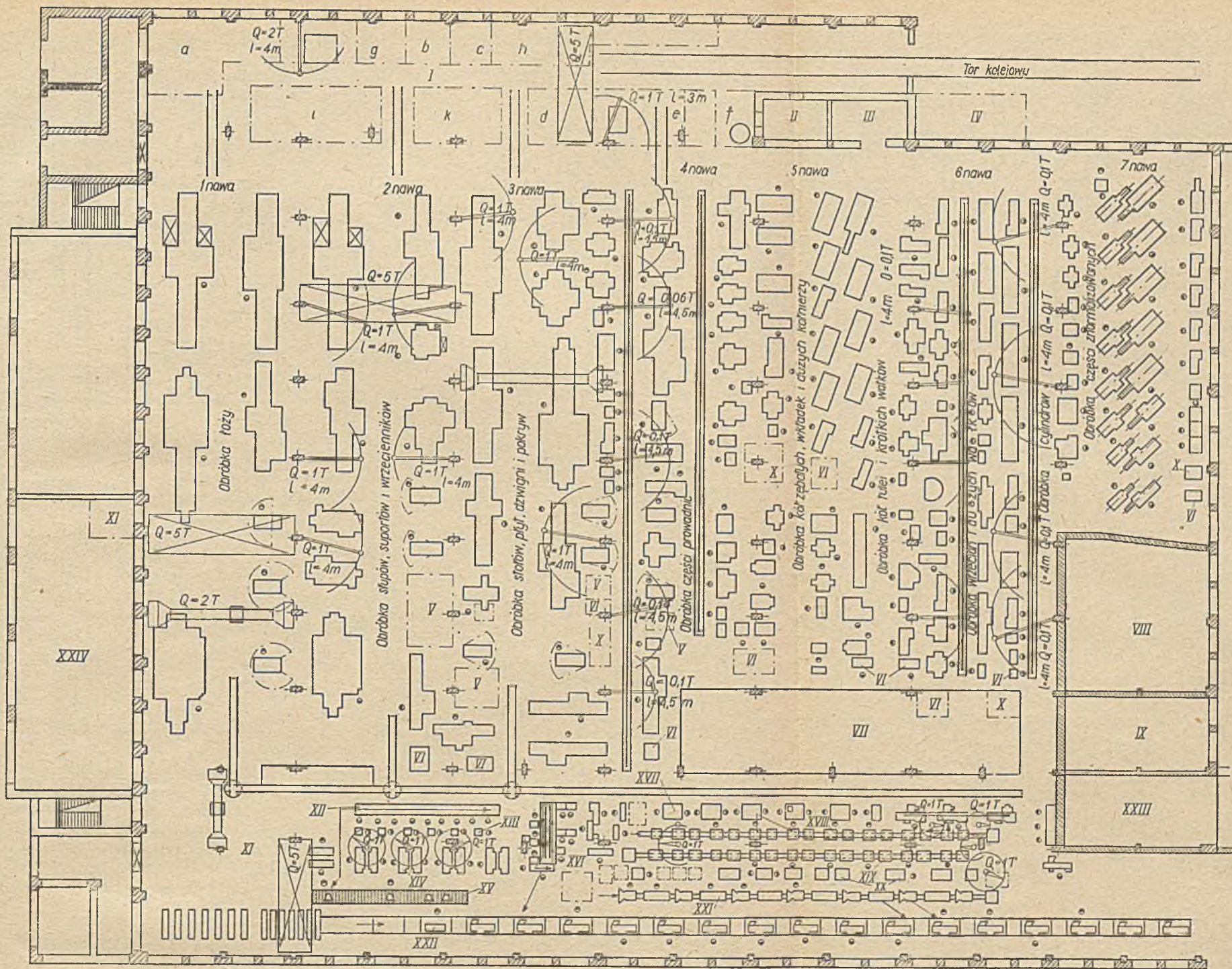


Rys. 40. Projekt wydziałów obróbki mechanicznej i montażowego zakładu urządzeń metalurgicznych: I — płyty traserskie, II — dół do czyszczenia, III — dół przy wiertarce promieniowej, IV — oddział montażu elektrotechnicznego, V — skład odpadków i wiórów, VI — płyta kontrolna, VII — magazyn przyrządów, VIII — magazyn armatury, zaworów i in., IX — oddział montażu pośredniego przed wytaczaniem, X — wypożyczalnia narzędzi wydziału mechanicznego, XI — pomieszczenie mistrzów, XII — przygotowanie płynu chłodzącego, XIII — pomieszczenie zapasowe, XIV — magazyn przejściowy, XV — magazyn, XVI — stoiska dla próby hydraulicznej, XVII — magazyn zespołów, XVIII — magazyn przyrządów, XIX — wypożyczalnia narzędzi wydziału montażowego, XX — sekcja spawania elektrycznego, XXI — magazyn sekcji spawania elektrycznego, XXII — magazyn stopów łożyskowych, XXIII — biuro oddziału wylewania łożysk, XXIV — magazyn, XXV — oddział doświadczalny, XXVI — ostrzalnia, XXVII — sekcja kontrolna, XXVIII — wypożyczalnia narzędzi, XXIX — magazyn smarów, XXX — skład skrzynek z włórami, XXXI — sekcja remontów elektrycznych, XXXII — oddział części znormalizowanych, XXXIII — skład smarów.



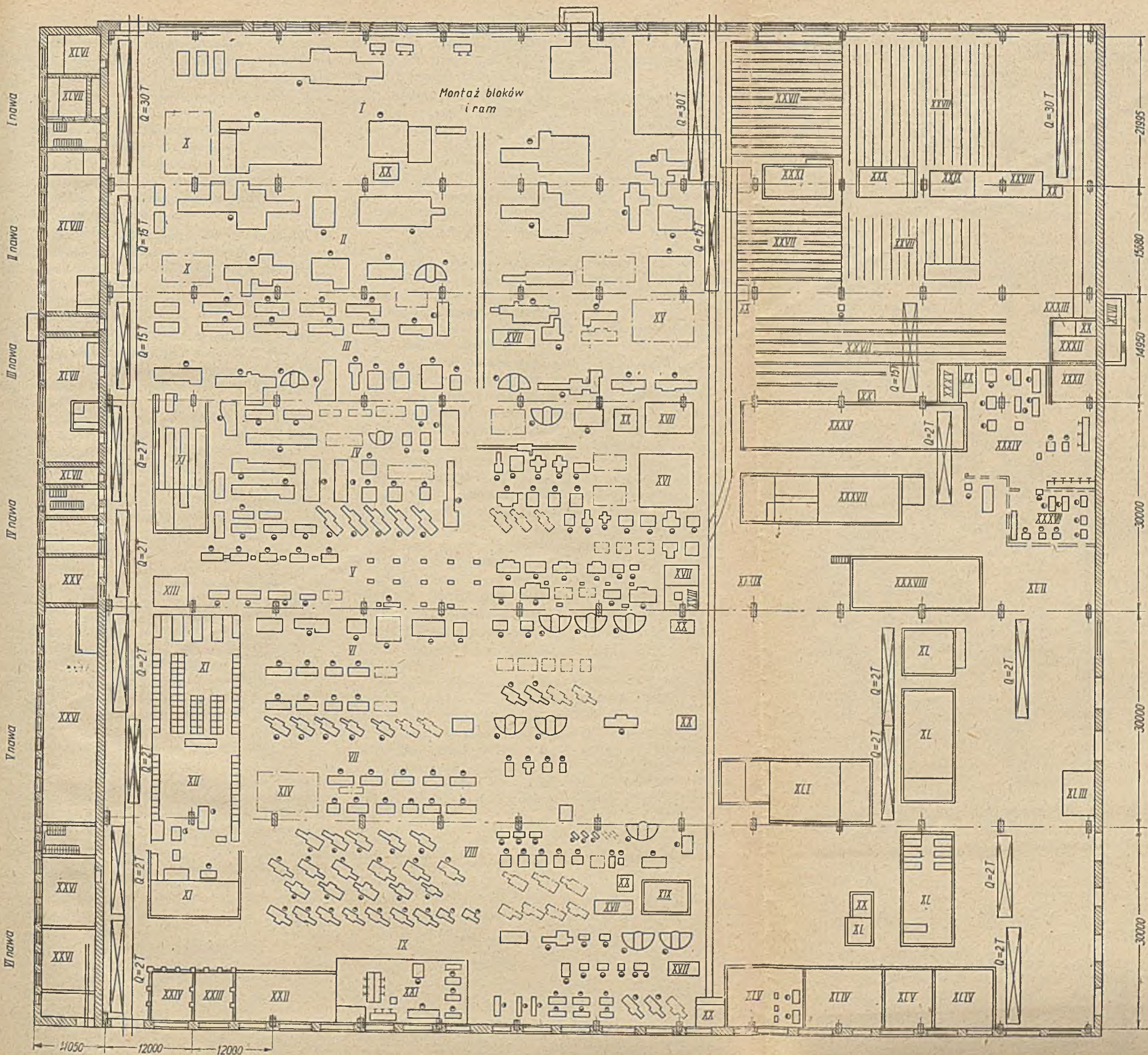






Rys. 42. Projekt wydziału obróbki mechanicznej i wydziału montażowego dla produkcji szlifierek do płaszczyzn i szlifierek do wałków: I — magazyn półfabrykatów: a. łoży i słupów, b. kolumny i suportów, c. wrzecion szlifierek, d. stołów i płyt, e. korpusów, f. drobnych odlewów, g. stoiska próby hydraulicznej łoża, h. miejsce do czyszczenia odlewów, i. stoisko do gruntowania części z pierwszej i drugiej hali, j. stoisko gruntowania części z trzeciej i czwartej hali, II — magazyn smarów, III — oddział polerowania, IV — magazyn metalu, V — pomieszczenie brygad ślusarskich, VI — kontrola techniczna, VII — magazyn przejściowy, VIII — wypożyczalnia narzędzi (na drugim piętrze biura wydziałowe), IX — oddział remontowy, X — pomieszczenie mistrza, XI — magazyn części korpusów i oddział malowania, XII — stoły do montażu reduktorów i innych zespołów, XIII — stoły do montażu wrzecion i koników, XIV — montaż stołów obrabialki 315, XV — przenośnik rolkowy do montażu stołów, XVI — stoły do montażu cylindrów, XVII — stoły do montażu głowic szlifierek, XVIII — przenośnik wózkowy do montażu koników szlifierek, XIX — przenośnik wózkowy do montażu stołów, XX — stoły do montażu suportów kolumn i stołów, XXI — przenośnik wózkowy do montażu kolumn i stołów, XXII — przenośnik wózkowy do ogólnego montażu obrabialek typów: 315, 372, 373, XXIII — wypożyczalnia narzędzi wydziału montażowego, XXIV — wypożyczalnia narzędzi wydziału mechanicznego.





Rys. 43. Projekt wydziału obróbki mechanicznej i wydziału montażowego zakładów budowy silników Diesla: I — obróbka i montaż bloków i ram dużych silników, II — obróbka bloków i ram małych silników, III — obróbka wałów korbowych, tulei cylindrowych, tłoków i sworzni tłokowych dużych silników, IV — obróbka tłoków, sworzni tłokowych, pierścieni, głowic, zaworów, wałków rozrządczych itp. małych silników, V — obróbka krzywek, kół zębatach i innych drobnych części, VI — obróbka głowic cylindrowych, karterów, regulatorów i innych części, VII — obróbka części regulatorów, popychaczy, sworzni, części sprężarek, VIII — obróbka znormalizowanych części, złączy, rur, tarcz, sworzni in. IX — obróbka części zbiorników paliwa, X — stoiska dla półfabrykatów i materiałów, XI — magazyny materiałów i półfabrykatów, XII — spawalnia, XIII — magazyn specjalnej stali, XIV — oddział wyginania rur miedzianych, XV — montaż wałów korbowych, XVI — pomieszczenie montażu ślusarskiego, XVII — punkty kontrolne, XVIII — stoisko obrabiarki SIP, XIX — magazyn przyrządów do rewolwerówek, XX — pomieszczenie majstrów, XXI — oddział remontowo-mechaniczny, XXII — magazyn oddziału remontowo-mechanicznego, XXIII — magazyn materiałów elektrotechnicznych, XXIV — magazyn smarów XXV — oddział kontroli technicznej, XXVI — oddział rur miedzianych, XXVII — montaż i stacja prób Diesla, XXVIII — agregaty stacji badawczej, XXIX — pomieszczenia brygady elektrotechników, XXX — magazyn narzędzi, XXXI — pomieszczenia służbowe, XXXII — kuźnia, XXXIII — magazyn kuźni, XXXIV — oddział narzędziowy, XXXV — magazyn narzędzi, XXXVI — ostrzalnia, XXXVII — magazyn materiałów i półfabrykatów (2 piętra), XXXVIII — magazyn półfabrykatów i gotowych wyrobów, XXXIX — montaż tłoków dużych silników, XL — magazyn części gotowych, XLI — magazyn narzędzi oddziałów VI, VII, VIII i IX, XLII — oddział ślusarski montażu zespołowego, XLIII — pomieszczenie brygady cieśli, XLIV — oddział obróbki cieplnej, XLV — pomieszczenie do badania wtryskiwaczy pomp, XLVI — oddział montażu wtryskiwaczy i pomp do paliwa, XLVII — sekcja docierania, XLVIII — pomieszczenia dla odbiorców.



W końcu hali montażowej znajdują się pomieszczenia służące do malowania i pakowania wyrobów. Tory suwnic obsługujących halę wydziału montażowego zaprojektowano na dwóch poziomach. Tory położone niżej przeznaczone są dla suwnicy o nośności 100 t górna zaś dla dwóch suwnic o nośności 30 t.

Prócz tego wydział obsługiwany jest przez trzy żurawie o nośności po 3 t z wysięgiem 6 m i sześć żurawi o nośności po 3 t i wysięgu 6 m.

Rys. 41 przedstawia projekt wydziałów obróbki mechanicznej i montażowego zakładu budowy maszyn poligraficznych (klasa III, grupy 2).

Ogólna powierzchnia tych wydziałów wynosi 14 400 m<sup>2</sup> (bez powierzchni pomieszczeń użytkowych), z których wydział mechaniczny zajmuje 11 230 m<sup>2</sup>, a montażowy 3170 m<sup>2</sup>.

Wydział mechaniczny rozmieszczony jest w ośmiu nawach, każda szerokości 12 m, długości 114 m. Odstępy między słupami 6 m. Każda nawa przeznaczona jest do obróbki określonych części: dwie dla dużych, dwie dla średnich, trzy dla drobnych, jedna nawa dla kół zębatach, wałków i znormalizowanych części. Na początku wydziału umieszczony jest wydziałowy magazyn półfabrykatów i materiałów. Między wydziałami obróbki mechanicznej i montażowym znajduje się magazyn przejściowy i oddział kontroli. W wydziale znajdują się dwie wypożyczalnie narzędzi i dwie ostrzalnie. W poprzek całego wydziału zaprojektowane są trzy przejazdy: jeden wzdłuż magazynu wydziałowego szerokości 3 m, drugi — wzdłuż magazynu przejściowego również o szerokości 3 m i trzeci mniej więcej w środku długości naw wydziału obróbki mechanicznej, szerokości 4 m. Wydział rozporządza 37<sup>4</sup> obrabiarkami.

Przy końcu naw wydziału obróbki mechanicznej zaprojektowano montaż zespołów, w ten sposób wydział montażowy znajduje się nie tylko w poprzecznej hali lecz częściowo i w podłużnych nawach budynku.

Pierwsza i druga nawa obsługiwane są (każda) przez 2 suwnice elektryczne po 5 t. W trzeciej i czwartej hali znajdują się suwnice jednobelkowe 2 t. Wydział montażowy obsługują dwie suwnice elektryczne o nośności po 25 t.

Na rysunku 42 przedstawiony jest plan wydziałów obróbki mechanicznej i montażowego dla produkcji szlifierek do płaszczyzn i szlifierek do wałków (klasa II, grupa 1).

Wydział mechaniczny zajmuje powierzchnię 4788 m<sup>2</sup> w siedmiu nawach, każda szerokości 12 m. W pierwszej nawie znajduje się obróbka łoży, w drugiej — obróbka słupów, suportów i wrzecienników szlifierskich, w trzeciej — obróbka stołów i płyt oraz dźwigni i pokryw, w czwartej — obróbka części korpusów i listew, w piątej — obróbka kół zębatach, dużych kołnierzy, pierścieni, tulei i krótkich wałków, w szóstej — obróbka trzpieni i długich wałów oraz cylindrów, w siódmej — oddział części znormalizowanych. Rozplanowanie wszystkich urządzeń przewiduje jednokierunkowość ruchu części. Przy końcu naw: czwartej, piątej i szóstej zaprojektowano magazyn drobnych części. Jedna wypożyczalnia narzędzi znajduje się w przybudówce, przylegającej do pierwszej nawy, druga — w siódmej nawie.

Na początku wydziału, w hali umieszczonej prostopadle do naw obróbki mechanicznej, znajduje się magazyn półfabrykatów i materiałów; tu przeprowadza się także malowanie części.

Pierwsza nawa wydziału obróbki mechanicznej obsługiwana jest przez suwnicę o udźwigu 5 t i żuraw przyścienny 2 t. Druga nawa przez suwnicę 5 t i pięć żurawi po 1 t z wysięgnikiem 4 m.

Te ostatnie żurawie ustawione są przy strugach wzdłużnych, wylaczarkach i frezarkach. Trzecią nawę obsługują żuraw przyścienny 2 t i trzy żurawie po 1 t z wysięgnikami 4 m. W czwartej nawie umieszczone są dwie linie przenośników rolkowych i pięć żurawi, w szóstej dwie linie przenośników i 8 żurawi. Wydziałowy magazyn materiałów i półfabrykatów obsługiwany jest przez suwnicę 5 t i dwa żurawie: 2 t z wysięgnikiem 4 m i 1 t z wysięgnikiem 3 m. Do hali magazynu wchodzi linia kolei szerokotorowej.

Do przekazywania półfabrykatów z magazynu pod suwnice naw obróbki mechanicznej służą wózki wąskotorowe. Transport obrobionych części z pierwszych trzech naw do montażu zespołów odbywa się również za pomocą wąskotorowej kolei przechodzącej w poprzek sześciu naw wzdłuż montażu zespołów.

W nawie o szerokości 6 m umieszczonej prostopadle do naw obróbki mechanicznej dokonuje się na stołach montażu zespołów obrabiarek: przekładni, wrzecienników i koników, mechanizmów posuwowych, zespołów głowic szlifierskich jak również potokowy, ogólny montaż głowic szlifierskich na przenośniku wózkowym. Nawa ta jest obsługiwana przez suwnicę jednobelkową. W nawie o szerokości 9 m umieszczonej równolegle do poprzedniej przeprowadza się w oddzielnych równoległych liniach potokowych na przenośnikach wózkowych montaż suportów, kolumnienek i stołów oraz ogólny montaż obrabiarek. W tej samej nawie przeprowadza się na przenośnikach rolkowych montaż słupów.

Ogólny montaż obrabiarek odbywa się na przenośniku wózkowym. Rytm linii potokowej 60 min.

Hala obsługiwana jest przez 5 t suwnicę. W jednym końcu tej nawy umieszczony jest oddział malarski.

Powierzchnia zajęta pod montaż zespołów i ogólny wynosi 1080 m<sup>2</sup>.

Na rys. 43 przedstawiony jest projekt wydziałów obróbki mechanicznej i montażowego zakładów budowy silników Diesla (klasa IV, grupa 1).

Wydziały obróbki mechanicznej i montażowy fabryki, produkującej silniki Diesla o mocy od 1000 do 1600 KM, rozmieszczone są w sześciu nawach. Szerokość pierwszej nawy — 21,95 m, drugiej — 15,68 m, trzeciej — 14,95 m, czwartej, piątej i szóstej po 30 m (pierwsze trzy nawy umieszczone są w starym budynku).

Odstęp między słupami we wszystkich nawach wynosi 12 m.

Wydział obróbki mechanicznej bez pomieszczeń użytkowych zajmuje powierzchnię 13,394 m<sup>2</sup>. W pierwszej nawie przeprowadza się obróbkę bloków i ram dużych silników; w drugiej — obróbkę bloków i ram silników mniejszych wymiarów; w trzeciej — obróbkę wałów korbowych, tulej cylindrowych, tłoków i sworzni tłokowych do dużych silników, w czwartej — obróbkę tłoków, sworzni tłokowych do mniejszych silników, pierścieni tłokowych, wałków rozrządnych, krzywek, kół zębatach i innych drobnych części; w piątej — obróbkę głowic cylindrowych, kadłubów i części regulatorów, popychaczy, sworzni, części sprężarek i innych; w szóstej — obróbkę znormalizowanych części, złączy, rur, tarcz, sworzni, części zbiorników paliwa i innych.



Obróbkę wałów korbowych wykonuje się w oddzielnym wydziale.

Na początku nawy umieszczony jest skład materiałów i półfabrykatów; tu wchodzi kolej szerokotorowa.

Przy końcu nawy umieszczony jest wydział montażowy, gdzie przeprowadza się montaż zespołów i ogólny i próby silników, a także znajdują się magazyny części gotowych i narzędzi, ostrzalnia i inne oddziały pomocnicze. Powierzchnia wydziału montażowego = 7680 m<sup>2</sup>.

Pierwsza nawa jest obsługiwana przez trzy suwnice o nośności 30 t, druga i trzecia nawa każda przez dwie suwnice po 15 t. W czwartej nawie znajdują się trzy suwnice jednobelkowe, w piątej pięć i w szóstej — cztery, każda o nośności 2 t.

Tory suwnic przechodzą przez środek nawy.

W końcu wydziału mechanicznego wszystkie nawy są przecięte szynami wąskotorowej kolei. Inny wąski tor położony jest w poprzek pierwszej, drugiej i trzeciej nawy w przybliżeniu na środku wydziału.

W czteropiętrowej frontowej części budynku tworzącej fasadę znajdują się pomieszczenia socjalne i biurowe, a także sekcja rur miedzianych (na pierwszym piętrze).

Na rysunku 44 przedstawiony jest plan wydziałów obróbki mechanicznej i montażowego zakładów budowy parowozów (klasa III, grupa 2).

Wydziały obróbki mechanicznej i montażowy tych zakładów produkujących parowozy typu SO umieszczone są w budynku mającym kształt litery E, przez co unika się wewnętrznych ścieków wodnych i urzeczywistnia właściwy przebieg wytwórczości. Trzy hale budynku umieszczone są równolegle i każda ma po trzy nawy. Jedna skrajna hala zajęta przez oddział obróbki cylindrów i ram, ma trzy nawy po 18 m; średnia hala zajęta przez oddział układów korbowych i stawidłowych ma także trzy nawy po 18 m, druga skrajna hala — oddział armatury — ma trzy nawy po 15 m. Odstęp między słupami we wszystkich nawach — 6 m. Ogólna powierzchnia trzech hal 18 360 m<sup>2</sup> (bez pomieszczeń pomocniczych). Przerwa między halą obróbki cylindrów i halą układów stawidłowych i korbowych 36 m; między halą układów stawidłowych i korbowych i halą armatur 30 m, hala obróbki cylindrów ma oddziały obróbki ram i cylindrów, gdzie przeprowadza się mechaniczną obróbkę i montaż ram i wózków, a także oddziały: kotlarski i innych elementów. W hali układów korbowych i stawidłowych znajdują się: oddział kół, oddział stawidłowo-korbowy, oddział łożysk; w oddziałach tych przeprowadza się mechaniczną obróbkę i montaż. W hali armatury pomieszczone są oddziały: armatury, łączników, rur, kotłów, uzbrojenia i ogólny.

W poprzek każdej hali przechodzi linia kolei wąskotorowej. Na początku każdej hali umieszczone są magazyny półfabrykatów, przez które przechodzi linia kolei szerokotorowej jak również pomieszczenia pomocnicze i użytkowe.

W hali szerokości 30 m, prostopadłej do hal wydziału obróbki mechanicznej, wydział montażowy zajmuje powierzchnię 6600 m<sup>2</sup> (bez pomieszczeń pomocniczych). Wzdłuż hali ułożone są trzy linie kolei szerokotorowej, na których wykonywany jest montaż zestawu kół, ram, tendrów i ostateczny montaż parowozów. Dwa tory wychodzą na zewnątrz z jednej strony hali, a jeden tor z obu stron hali. Równolegle do hali wydziału montażowego w przybudówce szerokości 9 m i długości 84 m u-

mieszczone są magazyny, ostrzalnia, kuźnia, podstacja transformatorowa i inne pomieszczenia.

Nawy hali obróbki ram i cylindrów obsługiwane są przez dwie suwnice elektryczne o nośności po 20 t i przez cztery suwnice po 10 t; nawy hali układów stawidłowo-korbowych — przez dwie suwnice po 10 t i cztery suwnice po 3 t, hala armatury — przez jedną suwnicę 5 t i pięć suwnic po 3 t.

Wydział montażowy obsługiwany jest przez dwie suwnice elektryczne o nośności po 100 t, przez dwie suwnice po 30 t, jedną 10 t i jedną 5 t.

Magazyn półfabrykatów hali obróbki cylindrów obsługiwany jest przez suwnicę elektryczną o nośności 20 t, magazyn półfabrykatów hali układów stawidłowo-korbowych przez suwnicę 5 t.

Równolegle do hali obróbki cylindrów znajduje się otwarta przestrzeń obsługiwana przez dwie suwnice elektryczne po 10 t.

Na rysunku 45 pokazany jest projekt dwóch linii potokowych wydziału obróbki mechanicznej narzynek i gwintowników (klasa I, grupa 3).

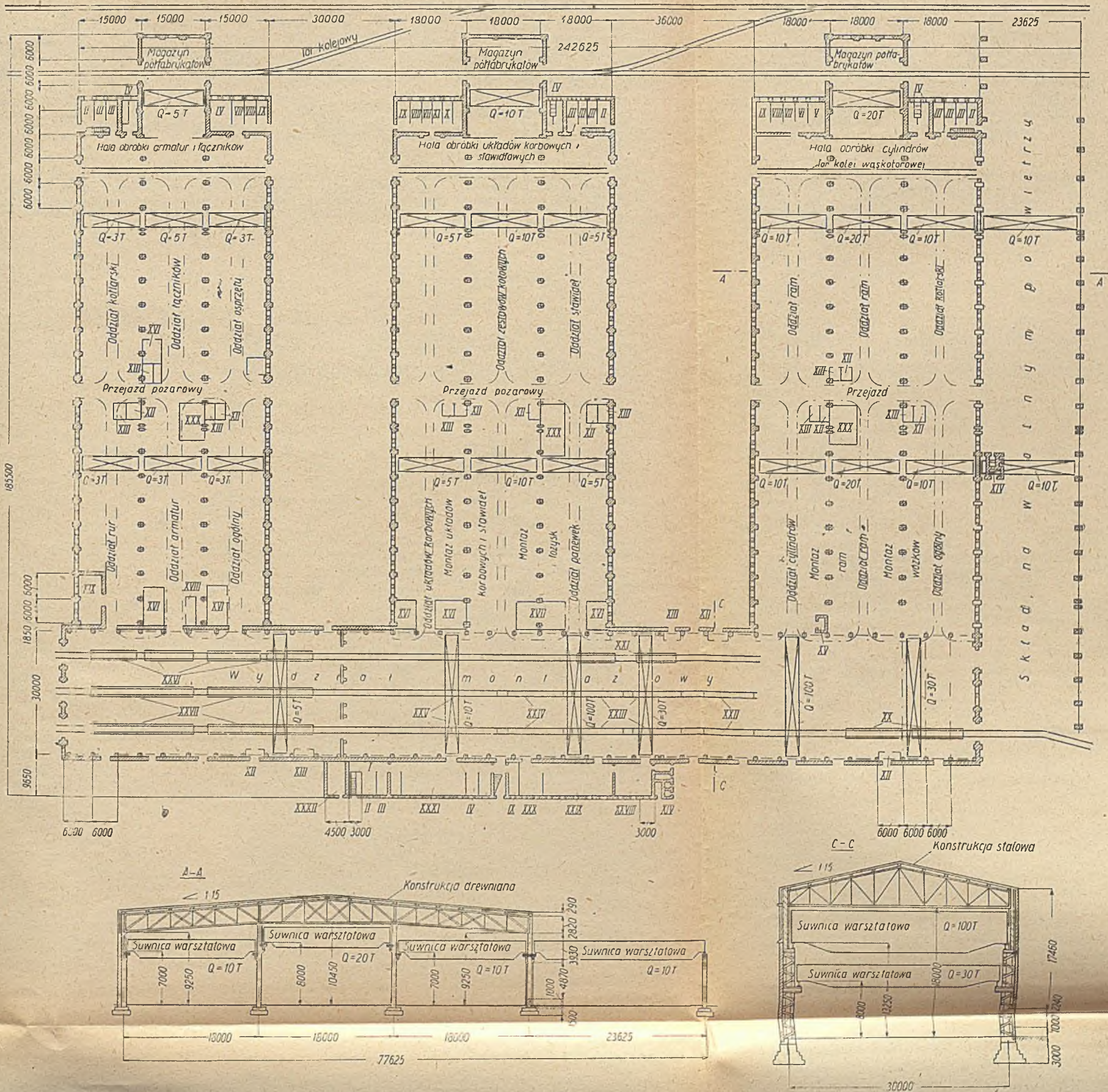
Projekt przewiduje produkcję narzynek 73 typów i rozmiarów w siedmiu liniach potokowych. Wszystkie linie umieszczone są w czterech nawach szerokości 7 m, długości 60 m i zajmują powierzchnię 1680 m<sup>2</sup>. W każdej linii produkuje się narzynki jednego typu, lecz różnych rozmiarów; w pierwszej linii — 11 rozmiarów, w drugiej — 7, w trzeciej — 6, w czwartej — 10, w piątej — 12, w szóstej — 10 i w siódmej 17 rozmiarów. W rozmaitych liniach takt wypuszczania gotowych narzynek jest różny i przedstawia się od pierwszej do siódmej linii odpowiednio ( w min): 0,22, 0,70, 0,72, 0,48, 0,73, 1,74, 3,14. Na rysunku 45 pokazany jest plan urządzeń czwartej i piątej linii.

Początek linii potokowych przylega do oddziału przygotowawczego (półfabrykatów). Przy pierwszych obrabiarkach linii potokowej (automatach tokarskich) wyznaczone są miejsca na przechowanie przygotowanego materiału. W liniach potokowych urzeczywistniony jest pełny technologiczny przebieg produkcji narzynek od zamocowania prętów w automacie do zapakowania gotowych wyrobów. Przekazywane części z obrabiarki na obrabiarkę (transport międzyoperacyjny) odbywa się zasadniczo za pomocą przenośników grawitacyjnych.

Technologiczny przebieg produkcji narzynek ze wskazaniem stosowanego urządzenia (w nawiasach — numer urządzenia zgodnie z rysunkiem 45) określony jest przez następującą kolejność operacji: 1 — wiercenie; rozwiercanie otworu i odcinanie, automaty tokarskie 126, 123<sup>1)</sup>; 2 — szlifowanie czoła pręta ze strony odcięcia — szlifierka do płaszczyzn 372A (2); 3 — rozmagnesowanie — aparat do rozmagnesowania (3); 4 — frezowanie rowka — frezarka pozioma 680 (4); 5 — sfazowanie otworu od strony odcięcia, wiertarka 12 (5); 6 — nacinanie gwintu — gwinciarka dwuwrzecionowa (6); 7 — przedmuchiwanie powietrzem — agregat do przedmuchiwania powietrzem (7); 8 — kontrola — punkt kontrolny (8); 9 — wiercenie kanałów odprowadzających wióry — specjalna wiertarka 2125 (9); 10 — zdjęcie zadziorów — specjalna obrabiarka M — 1090 (10); 11 — cechowanie — obrabiarka do cechowania M — 1008 (11); 12 — rozwiercanie kanałów odprowadzających wióry — specjalna obrabiarka M — 1010 (12); 13 — kalibrowanie gwintu — dwu-

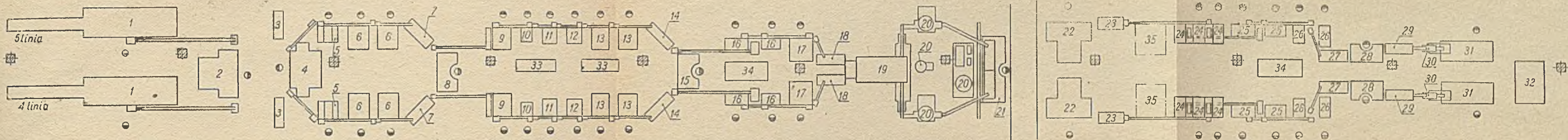
<sup>1)</sup> Liczby bez nawiasów odnoszą się do oznaczeń w ZSRP (przyj. wydawcy).



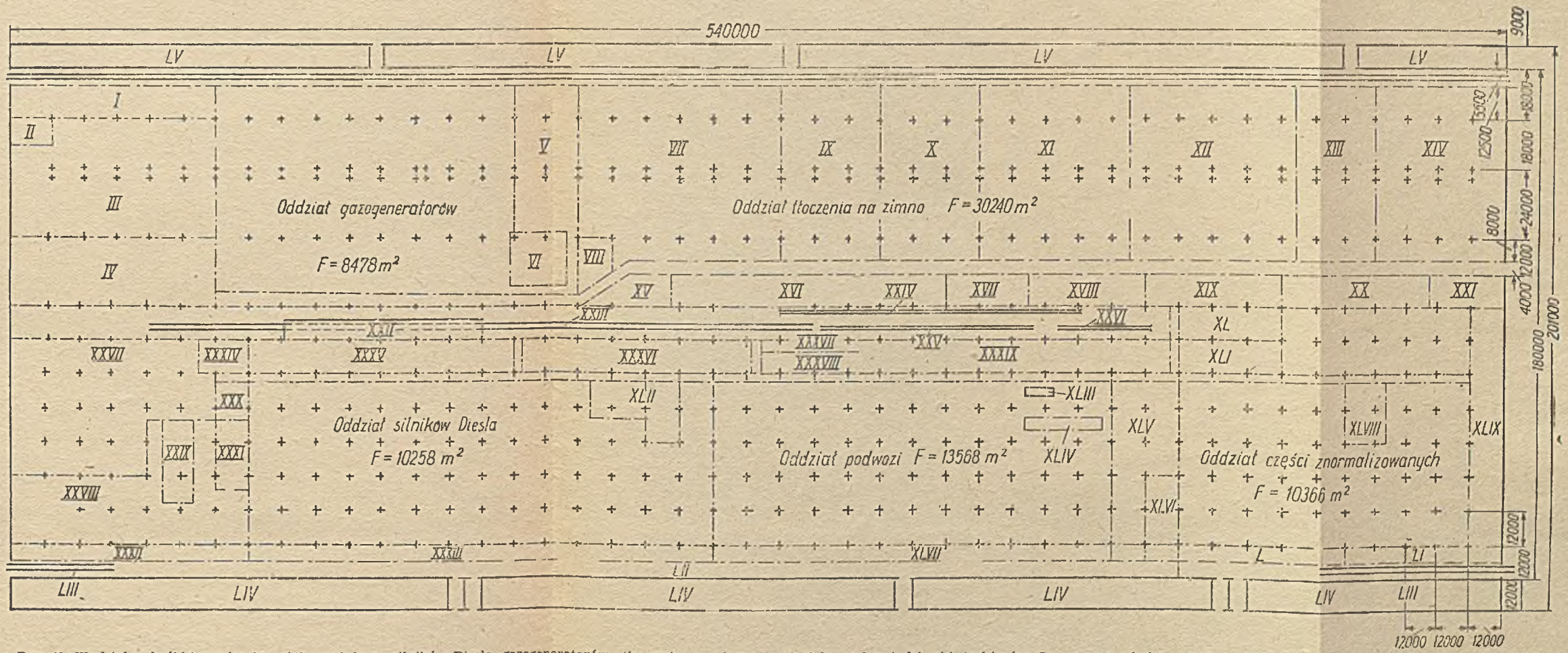


Rys. 44. Projekt wydziału obróbki mechanicznej i wydziału montażowego zakładów budowy parowozów: I — rozdzielnia, II — pomieszczenia dla przygotowania plynu chłodzącego, III — magazyny, IV — toalety, V — biuro, VI — laboratoria, VII — biura naczelników oddziałów, VIII — biuro ruchu, IX — trasernia, X — gabinet lekarza, XI — punkt opatrunkowy, XII — pomieszczenia mistrzów, XIII — oddział kontroli technicznej, XIV — podstacja transformatorów, XV — kontrola cylindrów, XVI — magazyny przejściowe, XVII — wylewanie łożysk, XVIII — stacja prób pod ciśnieniem pary, XIX — oddział wytrawiania, XX — stolsko, XXI — obróbka kół parowozowych, XXII — montaż ram, XXIII — montaż ramy na dźwigarach, XXIV — montaż ramy na kołach, XXV — ostateczny montaż parowozu, XXVI — montaż tendra, XXVII — montaż parowozu z tendrem, XXVIII — kuźnia, XXIX — ostrzalnia, XXX — magazyn i wypożyczalnia narzędzi, XXXI — magazyn części, XXXII — magazyn izolacji.



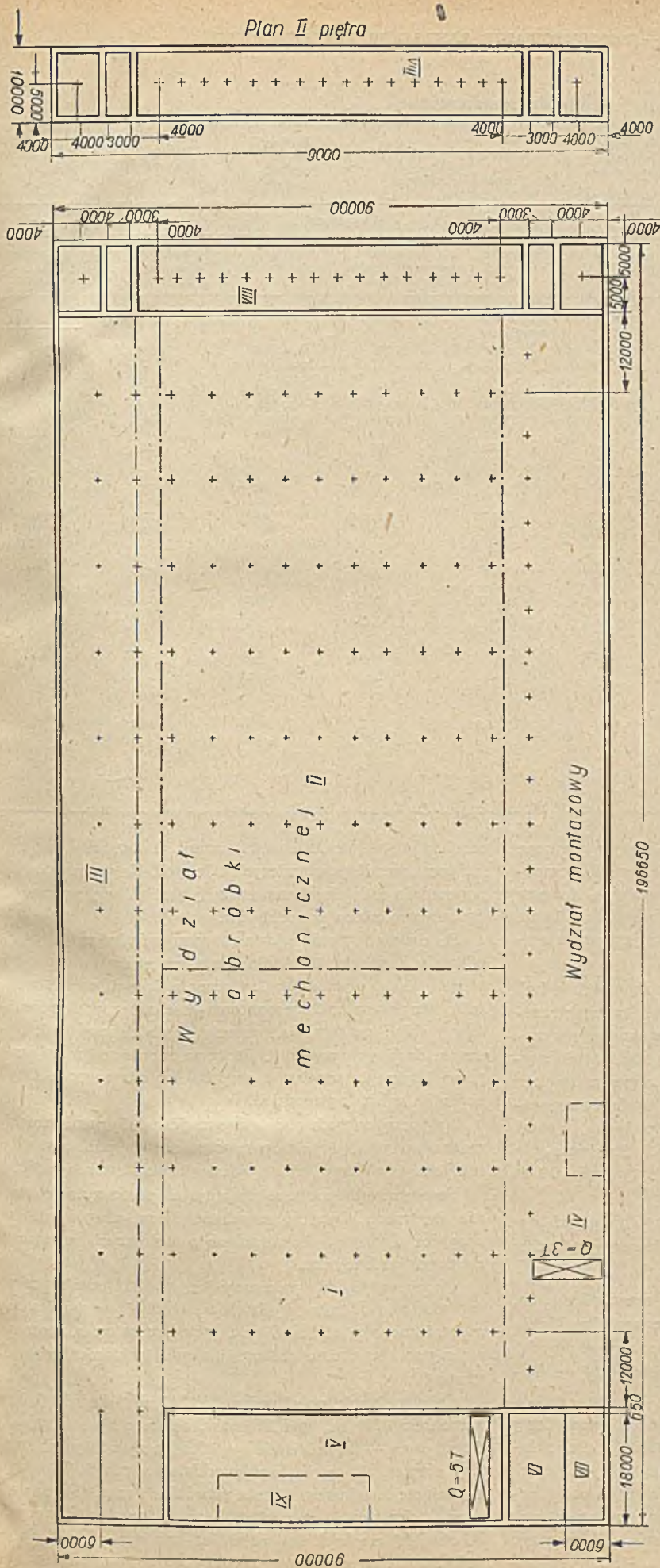


Rys. 45. Projekt dwóch linii potokowych wydziału obróbki mechanicznej narzynek gwintów: 1 — automaty tokarskie typu 126 i 123, 2 — szlifierka do płaszczyzn 327A, 3 — aparaty do rozmagnesowywania, 4 — frezarka pozioma 680, 5 — wiertarki stołowe 12, 6 — dwuwrzecionowe gwincielarki, 7 — zespoły do przedmuchiwania powietrzem, 8 — punkt kontrolny, 9 — specjalne wiertarki, 10 — specjalne obrabiarki do usuwania zadziorów, 11 — obrabiarki do cechowania M-1008, 12 — specjalne obrabiarki do rozwiercania kanałów odprowadzających wióry M-1010, 13 — dwuwrzecionowe gwincielarki, 14 — agregaty do przedmuchiwania powietrzem, 15 — punkt kontrolny, 16 — specjalne obrabiarki do zaszlifowania części skrawającej, 17 — specjalne obrabiarki czterowrzecionowe, 18 — zespoły do przemywania i suszenia, 19 — zespoły do hartowania, 20 — zespoły do odpuszczania, 21 — punkt kontrolny, 22 — szlifierki do płaszczyzn 372A, 23 — aparaty do rozmagnesowywania, 24 — ostrzarki M-1004, M-1005, M-1006, 25 — specjalne szlifierki M-1003, 26 — specjalne obrabiarki do docierania gwintów M-1011, 27 — zespoły do przemywania i suszenia, 28 — punkty kontrolne, 29 — zespoły do przemywania i suszenia, 30 — urządzenia do smarowania, 31 — stoły do pakowania, 32 — stanowisko do prób, 33 — stalugi, 34 — stanowisko pomp dla zespołów do mycia, 35 — miejsca zapasowe.



Rys. 48. Wydziały obróbki mechanicznej i montażowy silników Diesla, gazogeneratorów, tłoczenie na zimno i oddziału podwozi fabryki traktorów: I — rampa załadunkowa, II — pomieszczenie do mycia, III — usuwanie defektów, zamykanie części i wydawanie traktorów, IV — wykańczanie traktorów, V — oddział przygotowawczy, VI — stacja pomp hydraulicznych, VII — oddział zespołu chłodzącego, VIII — malowanie chłodnic, IX — oddział głębokiego tłoczenia, X — oddział ram, XI — oddział podwozi, XII — oddział tłoczenia na zimno, XIII — oddział bębnow hamulcowych, XIV — oddział filtrów powietrza, XV — magazyn, XVI — sekcja malarska oddziału głębokiego tłoczenia, XVII — magazyn, XVIII — sekcja malarska oddziałów podwozi i ram, XIX — magazyn, XX — sekcja malarska oddziałów filtrów powietrza i bębnow hamulcowych, XXI — sekcja fosforowania oddziału filtrów powietrza, XXII — malowanie traktorów, XXIII — główny przenośnik montażu traktorów, XXIV — przenośnik podwozi traktorów, XXV — przenośnik montażu skrzynek biegów, XXVI — przenośnik montażu podwozi, XXVII — sekcja obróbki cieplnej oddziału podwozi, XXVIII — sekcja napędu gąsienicowego oddziału podwozi, XXIX — podstacja, XXX — szlifierki sekcji gąsienicowej, XXXI — obróbka cieplna gąsienic, XXXII — magazyn żelaza prętowego, XXXIII — magazyn półfabrykatów oddziału silników Diesla, XXXIV — magazyn gotowych wyrobów, XXXV — montaż silników, XXXVI — stacja badania silników, XXXVII — malowanie silników, XXXVIII — sekcja defektów silników, XXXIX — oddział montażu zespołów traktorowych, XL — magazyn gotowych wyrobów, XLI — sekcja pierścieni tłokowych oddziału części znormalizowanych, XLII — sekcja obróbki cieplnej oddziału silników Diesla, XLIII — transformatory, XLIV — obróbka cieplna, XLV — sekcja malarska oddziału podwozi, XLVI — sekcja malarska oddziału silników Diesla, XLVII — magazyn półfabrykatów oddziału podwozi, XLVIII — sekcja cieplna oddziału części znormalizowanych, XLIX — sekcja malarska odlewów, L — magazyn półfabrykatów, LI — magazyn żelaza prętowego, LII — główny przejazd, LIII — tor kolejowy, LIV — południowe pomieszczenia socjalne, LV — północne pomieszczenia socjalne.





Rys. 46. Ogólny układ wydziału obróbki mechanicznej i wydziału montażowego zakładów produkcji silników i skrzynek biegów samochodów ciężarowych. I — oddział skrzynek biegów mechanicznej, II — oddział silników wydziału obróbki mechanicznej, III — pomieszczenie pomocnicze, IV — sekcja prób i kontroli, V — sekcja obróbki cieplnej, VI — sekcja malarska, VII — ekspedycja, VIII — pomieszczenia socjalne, IX — suterena.

wrzecionowa gwinciarka (13); 14 — przedmuchiwanie powietrzem — agregat do przedmuchiwania powietrzem (14); 15 — kontrola — punkt kontrolny (15); 16 — zaszlifowanie części skrawającej — obrabiarka M — 1001 (16); 17 — wiercenie bocznych gniazd — specjalna obrabiarka czterowrzecionowa (17); 18 — przemywanie i suszenie (18); 19 — obróbka termiczna — zespół do hartowania (19); 20 — odpuszczanie i chemiczne oczyszczanie — zespół do odpuszczania (20); 21 — kontrola — punkt kontrolny (21); 22 — szlifowanie dwóch powierzchni czołowych — szlifierka do płaszczyzn 372A (22); 23 — rozmagnesowanie — aparat do rozmagnesowywania (23); 24 — ostrzenie skrawającej części — ostrzarki M — 1004, M — 1 006 (24); 25 — zaszlifowanie skrawającej części — specjalna szlifierka M — 1003 (25); 26 — docieranie gwintu — specjalna obrabiarka M — 1011 (26); 27 — mycie i suszenie — zespół do mycia i suszenia (27); 28 — kontrola — punkt kontrolny (28); 29 — mycie i suszenie — zespół do mycia i suszenia (29); 30 — smarowanie (30); 31 — pakowanie — stół do pakowania (31); 32 — stanowisko do przeprowadzenia prób (32).

Na rysunku 46 przedstawiony jest ogólny układ wydziałów obróbki mechanicznej i montażowego zakładów produkcji silników i skrzynek biegów samochodów ciężarowych (klasa II, grupa 2).

Wydział obróbki mechanicznej części składowych silników i skrzynek biegów — umieszczony jest w 14 nawach (każda szerokość 12 m) przy odstępach między słupami 6 m. Długość naw łącznie z pomieszczeniami pomocniczymi wynosi 75 m; ogólna powierzchnia zajęta przez wydział (bez pomieszczeń użytkowych, z oddziałem obróbki cieplnej — 14 559 m<sup>2</sup>. We wszystkich nawach przewidziana jest możliwość ustawienia suwnicy



## Wydziały mechaniczne

Wykaz wskaźników	Zakłady budowy parowozów	Zakłady budowy lokomobil (lokomobile rolnicze)	Zakłady budowy ciężkich maszyn	Zakłady budowy dźwigów	Zakłady budowy silników Diesla	
	Wykaz wyrobów					
	parowozy typu CO	armatura	maszyna parowa i mechanizm ruchu	urządzenia walcownicze	różne dźwignice udźwigu od 5 do 15 ton	szybkobieżne Diesla od 5 do 15 KM
Wyprodukowano szt.	350	8 000 kompletów	8 000	—	420	6 250 szt.
„ „ ton	33 250	1 574	5 785	14 500	1 350	100 000 KM
Ilość zmian	2	2	2	dużych 3 innych 2	2	3 070
Obrabiarce produkcyjne	311	99	170	194	66	92
Powierzchnia wydziału ogólna w m <sup>2</sup>	24 200	1 960	5 970	10 080	2 340	3 028
Powierzchnia wydziału produkcyjna w m <sup>2</sup>	15 200	1 510	4 030	7 760	1 600	1 852
Robotnicy produkcyjni	964	170	310	400	100	223
Robotn. pomocn. w % ilości robotników produk.	41	30	25	30	25	37
Młodszy obsługa, personel w % ilości robotn. produkcyjnych	1,5	4	4	4	5	2
Biurowy personel w % ilości robotn. produk.	3	6	6	5	8	5
Personel inżyniersko-techniczny w %						
Ilości robotników produkcyjnych	13,5	12	11	15	12	15
Ciężar półfabrykatów w tonach	51 000	2 050	8 820	18 900	1 600	4 360
Średnia moc silnika obrabiarce produk. w kW	9,4	2,5	9,5	10,5	6	7,5
Średni koszt obrabiarce produk. w tysiącach rubli	60	22	30	45	42	32
Wyprodukowano na 1 robotnika produkcyjnego w tonach	34,4	9,2	21,8	36,2	13,5	11,7
Wyprodukow. na 1 m <sup>2</sup> powierzn. produkcyjnej w tonach	2,18	1,04	1,6	1,8	9,84	1,65
Wyproduk. na 1 m <sup>2</sup> ogólnej powierzn. w tonach	1,37	0,8	1,13	1,4	0,58	1,01
Wyproduk. na 1 obrabiarce produkcyjną w tonach	106,9	15,9	39,9	74,7	24	33,3
Współczynnik obciążenia obrabiarce w %	74	78	80	74	76	80
Produkcyjna powierzchnia na 1 obrabiarce produkcyjną w m <sup>2</sup>	48,8	15,2	23,7	40	24,2	20,1
Ogólna pow. na 1 obrabiarce produkcyjną w m <sup>2</sup>	77,8	19,8	35	51,9	35,4	32,9
Liczba maszynopodział potrzebna do wykonania 1 tony przedmiotów	44	220	106,5	62	148	125 (na 1 KM 3,86)

o nośności 0,5 t. Pomieszczenia pomocnicze umieszczone są na początku naw oprócz tego na pomieszczenia pomocnicze przeznaczona jest jedna nawa równoległa do naw wydziału mechanicznego. Ostatnia nawa szerokości 18 m, równoległa do naw mechanicznych, zajęta jest przez wydział obróbki cieplnej.

Wydział montażowy rozmieszczony jest w hali szerokości 12 m prostopadłej do naw działu mechanicznego. Oddział malarski i ekspedycja umieszczone są na czole skrajnej nawy (obróbki cieplnej) w przedłużeniu wydziału montażowego. W wydziale montażowym ustawiona jest suwnica o nośności 3 t. Długość hali wydziału montażowego z oddziałem malarskim i ekspedycją wynosi 186,65 m. Ogólna powierzchnia 2240 m<sup>2</sup>. Pomieszczenia socjalne znajdują się w nadbudówce szerokości 10 m i długości 90 m.

Na rysunku 47 przedstawiony jest ogólny układ wydziału obróbki mechanicznej i montażowego zakładów produkcji samochodów ciężarowych.

Budynek ma siedem naw: cztery szerokości 18 m, trzy — 24 m, przy odstępach między kolumnami 6 m. Ogólna powierzchnia budynku (bez pomieszczeń użytkowych) 43 801,92 m<sup>2</sup>, przy długości 314 m i szerokości 144 m, wysokości 6,9 i 11 m.

Wydział obróbki mechanicznej i wydział montażowy składają się z oddziałów i sekcji: 1. obróbki części składowych samochodów wywrotek; 2. obróbki różnych części; 3. obróbki na automatach tokarskich i tokarkach rewolwerowych; 4. obróbki i montażu hamulców i sprzężarek; 5. obróbki i montażu przedniej osi; 6. obróbki i montażu tylnych mostów; 7. obróbki i montażu 12-tonowych sa-

mochodów; 8. kontroli ostatecznej; 9. obróbki cieplnej; 10. pomieszczeń pomocniczych i innych. Za wymienionymi poprzednio oddziałami umieszczony jest główny przenośnik ogólnego montażu samochodów.

Po drugiej stronie głównego przenośnika znajdują się oddziały i sekcje: 1. wytłaczania, montażu i malowania samochodów wywrotek; 2. tłoczenia dużych części, montażu i malowania; 3. remontowo-mechaniczny; 4. remontów i skład matryc; 5. tłoczenia średnich części; 6. tłoczenia drobnych części; 7. tłoczenia montażu i malowania ramy i tylnego mostu; 8. zespołu chłodzącego; 9. karoserii; 10. robót tapicerskich.

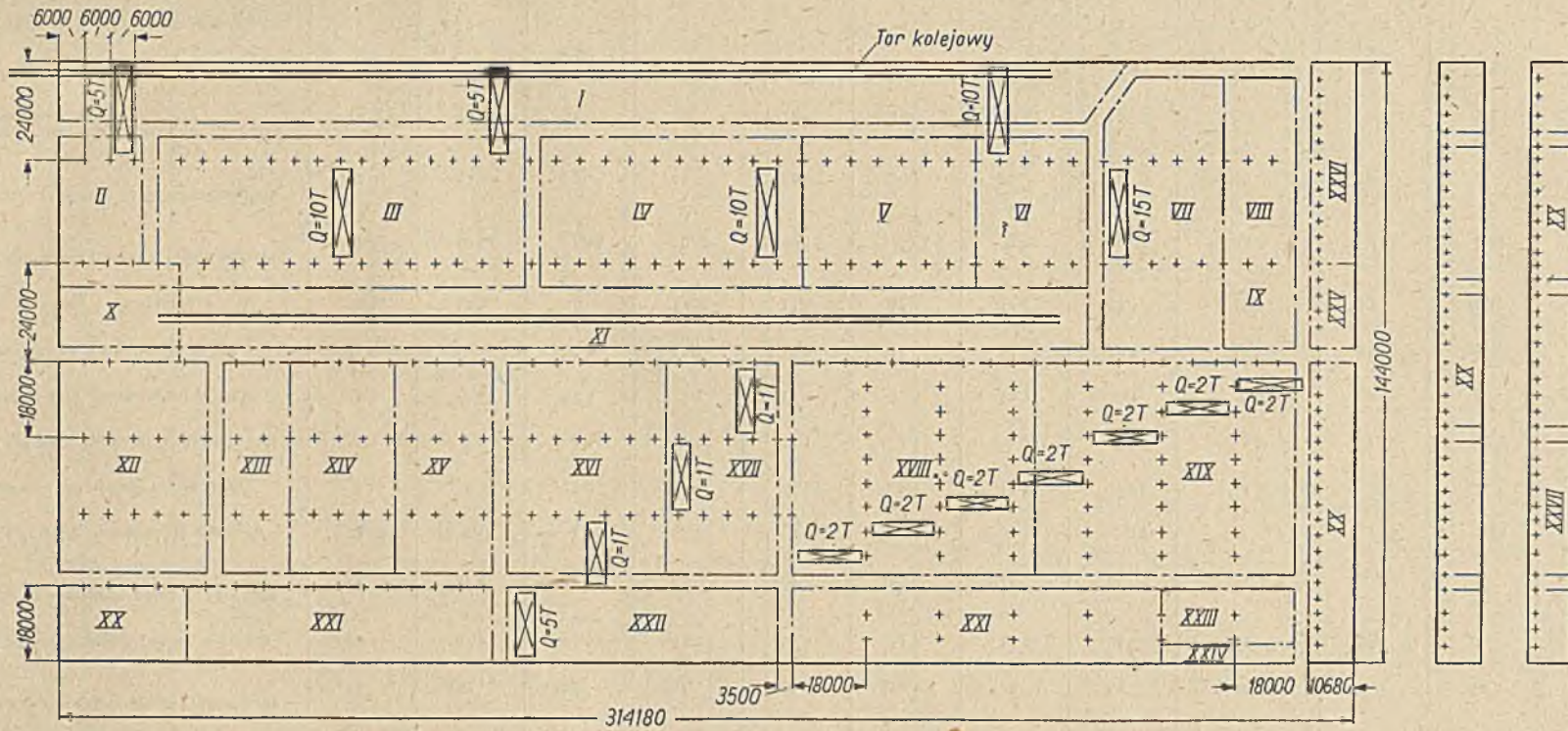
Na początku tych oddziałów znajdują się pomieszczenia magazynu metali (sekcja przygotowawcza), półfabrykatów, kół, obręczy jak również sekcja brykietowania wiórów.

Pomieszczenia socjalne znajdują się na szczytowej stronie, na trzech piętrach, szerokości 10 m, długości 144 m, a oprócz tego w pomieszczeniach o mniejszych rozmiarach na początku budynku.

Na rysunku 48 pokazany jest układ pomieszczenia w jednym budynku wydziałów obróbki mechanicznej i montażowego silników Diesla, gazogeneratorów, tłoczenia na zimno i wydziału podwozi fabryki traktorów (klasa II grupa 2).

Cały budynek, powierzchni 108 540 m<sup>2</sup>, długości 540 m, szerokości 201 m, ma 12 naw, osiem z nich szerokości 12 m, dwie — 24 m i dwie — 18 m, przy odstępach między słupami 12 m. W liczbie oddziałów znajdują się następujące: 1. silników Diesla (obróbka i montaż), 2. podwozi (obróbka i montaż), 3. części znormalizowanych, 4. obróbki cieplnej. Na początku każdego oddziału rozmieszczone są magazyny półfabrykatów i materiałów.





Rys. 47. Projekt wydziału obróbki mechanicznej i wydziału montażowego zakładu budowy samochodów ciężarowych: I — magazyn metali półfabrykatów, kół, obręczy, odpadków, sekcja przygotowawcza, II — montaż i malowanie wozów wywrotek, III — oddział głębokiego toczenia, montażu i malowania, IV — sekcja remontu i magazyn form tłoczników i wykrojników, pomieszczenie brygady remontowej, V — oddział średniego toczenia, VI — oddział lekkiego toczenia, VII — oddział tylnego mostu, VIII — oddział zespołu chłodzącego, IX — oddział karoserii, X — pomieszczenie w suterenach do przechowywania bloków cylindrowych i głowic, XI — główny przenośnik, XII — oddział kontroli ostatecznej wydziału montażowego, XIII — obróbka mechaniczna części wozów wywrotek, XIV — obróbka mechaniczna różnych części, XV — automaty tokarskie i rewolwerówki, XVI — obróbka mechaniczna i montaż hamulców i sprężarek, XVII — obróbka mechaniczna i montaż przednich osi, XVIII — obróbka mechaniczna i montaż tylnych mostów, XIX — obróbka mechaniczna i montaż 12-tonowego samochodu, XX — pomieszczenia socjalne, XXI — pomieszczenia pomocnicze, XXII — oddział obróbki cieplnej w suterenach, XXIII — brykietowanie wiórów, XXIV — rozdzielnia energii elektrycznej, XXV — magazyn materiałów pomocniczych, XXVI — sekcja tapicerska, XXVII — pomieszczenie biurowe.



## Wydziały mechaniczne

Wykaz wskaźników	3,5 ton samochody ciężar. ЗМС — 150				2,5 ton samoch. ciężar. ГАЗ — 51				Traktor gąsienicowy 17A silnik, podwozie części ci automaty	Normalne łożyska cylindryczne i rolkowe			
	Wykaz oddziałów			ogólny	Wykaz oddziału			ogólny		Wykaz oddziału			ogólny
	silniki i skrzynka biegów	podwozie	automatów		silnik i skrzynka biegów	podwozie	automatów			automatów tokarskich	tulejek i nakrętek	szlifiernia	
Ilość maszynogodzin potrzebna do wykonania kompletu	36	26	8,5	68,5	22	16	8	46	100	—	—	—	—
Ilość maszynogodzin potrzebna do wykonania 1 tony prod.	69,5	34	124	52	77	40	120	61,5	30,5	115	388	220	355
Produkcja na 1 obrabiarkę produkc. w tonach	40	85	26	55	38,3	71	25,4	47,6	116	34,2	8,9	19,3	11,8
Ilość kompletów wykonanych przez 1 obrabiarkę produkc.	81	110	382	41,5	134	178	400	63	35,4	—	—	—	—
Produkcja na 1 produkcyjnego robotnika w tonach	33	67,5	23,6	45,3	30,6	54	23	38	75	27,2	5	9,7	6,6
Ilość kompletów wykonanych przez 1 robotnika produkc.	67	87,5	347	34	107	133	364	51	23	—	—	—	—
Produkcja na 1 m <sup>2</sup> ogólnej powierzchni w tonach	2,05	4,45	1,15	2,8	2	3,7	1,15	2,43	6	1,36	0,42	0,77	0,49
Ilość kompletów na 1 m <sup>2</sup> ogólnej powierzchni	4,15	5,8	17,0	2,1	6,95	9,4	18,2	3,25	1,85	—	—	—	—
Produkc. na 1 m <sup>2</sup> pow. produkc. w tonach	3,2	6,9	1,73	4,26	3,1	5,9	1,78	3,8	9,2	2	0,73	14,3	0,82
Ilość kompletów na 1 m <sup>2</sup> powierzchni produkc.	6,5	8,95	25,4	3,2	10,9	14,8	28,2	5,1	2,8	—	—	—	—
Ogólna powierzchnia na 1 obrabiarkę w m <sup>2</sup>	19,5	19	22,5	19,7	19,3	19	22	19,5	19,3	25	21	25	24
Pow. produkc. w m <sup>2</sup> na 1 obrabiarkę	12,5	12,3	15	12,9	12,3	12	14,2	12,5	12,6	17	12,1	13,5	14,4
Średni współczynnik obciążenia urządzeń skrawających	0,65	0,68	0,76	0,67	0,70	0,68	0,75	0,70	0,82	0,88	0,85	0,90	0,88
Robotników pomocników w % ilości robotników produkc.	45	45	55	46	50	50	55	51	55	76	52	70	68
Personel inżyniersko — techniczny w % ilości robotników produkc.	10	10	10	10	10	10	10	10	8,6	9,1	9,1	9,3	9,2
Personel biurowy w % ilości robotników produkc.	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	3,9	4	3,8	3,3	3,6
Personel młodszy w % ilości robotników produkc.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2,8	3	1,5	2,2
Średnia moc silnika obrab. produkc. w kW	6,7	6,5	5,7	6,5	6,7	6,5	5,7	6,5	6,8	10	5,4	6,5	7,4
Średni koszt obrabiarzki prod. w rublach	30 400	25 600	24 000	28 000	30 400	27 000	23 000	28 200	26 000	31 200	16 500	29 000	27 400
Średni ciężar kompletu kg	490	770	68	1 328	285	396	64	745	3 250	0,38	0,05	0,34	0,39



Tablica 8

## Wydziały montażowe

Wykaz wskaźników	Zakłady budowy parowozów	Zakłady budowy lokomobil dla gospodarstw rolnych	Zakłady budowy ciężkich maszyn	Zakłady budowy dźwigów	Zakłady budowy silników Diesla	
	Wykaz wyrobów					
	parowozy typu CO	armatura	maszyna parowa	urządzenia walcownicze	wózki i mechanizmy jazdy	szybkobieżne Diesla od 5 do 40 KM
Wyprodukowano w szt.	350	8 000	8 000	—	480	6 250
„ w tonach	33 250	1 574	26 270	14 500	1 368	3 288
Ilość zmian na montażu ogólnym	2	2	2	2	2	1
Ilość zmian na montażu zespołów	2	2	2	2	2	2
Powierzchnia wydziału ogólna w m <sup>2</sup>	7 080	900	1 425	4 805	1 170	1 075
Powierzchnia wydziału produk. w m <sup>2</sup>	6 660	750	995	3 360	950	970
Ogólna pow. wydz. montaż. w % ogólnej pow. wydz. mechan.	29	46	24	48	50	35
Ilość rob. produk.	211	52	78	192	53	75
Ilość rob. pomoc. w % ilości rob. produk.	29	21	24	wspólny	20	9
Młodszy personel w % ilości rob. produk.	4	6	4	z wydziałem mechanicznym	4	10
Personel biurowy w % ilości rob. produk.	4	8	10		4	3
Personel inżynierów i techników w % do ilości rob. produk.	11	17	15		10	13
Współczynnik obciążenia urządzeń montażu ogóln. w %	75	75	80	65	72	68
Współczynnik obciążenia na montażu zespołów w %	80	70	75	70	75	73
Ilość maszynogodz. potrzebna do montażu w % ilości maszynogodz. potrzebnych do mechanicznej obróbki	41	—	—	65	58,5	35
Wyprodukowano na 1 rob. prod. w tonach	157,6	30,2	336	75,5	25,8	43,8
Wyprodukc. na 1 m <sup>2</sup> prod. pow. w tonach	4,9	2,1	26,4	4,3	1,44	3,3
Wyprodukc. na 1 m <sup>2</sup> ogóln. pow. w tonach	4,6	1,7	10,4	3,02	1,17	8,05
Produkc. pow. na 1 prod. rob. w największej zmianie w m <sup>2</sup>	60	25	24,8	33,6	35	32,3

Tablica 9

## Wydziały montażowe

Wykaz wskaźników	3,5 ton sam. cięż. ЗНС-150			2,5 ton sam. cięż. ГАЗ-51			Traktor gąsienicowy 1 ТА			łożyska walczkowe
	montaż silnika i skrzyn. biegów	montaż samocho- du	ogólny	montaż silnika i skrzyn. biegów	montaż samocho- du	ogólny	montaż silnika	montaż traktora	ogólny	
Ilość rob., godz. na montaż 1 kompletu	4,3	7	11,3	2,2	5,1	7,3	2,8	7,8	10,6	—
Ilość rob. godz. na montaż zespołów 1 kompletu	1,2	3,8	5	0,9	4,7	5,6	3,66	16,56	20,12	—
Tak samo w wydz. mechanicznym	0,45	3,36	3,81	0,30	2,17	2,47	—	—	—	—
Ogólna ilość rob. godz. montażu 1 kompl.	5,95	14,16	20,11	3,40	11,97	15,37	6,36	24,36	30,72	—
Ogólna ilość rob. godz. montażu na 1 t.	10,8	4,1	5,75	9,45	4,8	6,2	8,9	5,1	6,4	54
Ogólna ilość rob. godz. montażu w % obr. mech.	14,3	40	23,4	10	51	23,4	—	—	25	21
Wyprodukowano na 1 m <sup>2</sup> ogólnej powierzchni w tonach	14,6	20,7	16,8	11,8	17,4	14,2	17,7	25	20,8	2,5
Wyprodukowano na 1 m <sup>2</sup> kompletów ogólnej pow.	26,5	5,9	4,0	33	6,95	5,7	24,6	5,2	4,3	—
Wyprodukowano na 1 m <sup>2</sup> pow. produk. w tonach	22,8	42	32,2	19	34	26,6	27	49	38,6	7
Wyprodukc. na 1 m <sup>2</sup> produk. pow. kompl.	41,4	12	9,2	52,8	13,5	10,7	37,5	10,2	8,1	—
Wyprodukc. na 1 rob. produk. w tonach	210	550	394	238	470	363	252	440	350	41,9
Wyprodukc. na 1 rob. prod. kompl.	380	159	112	660	188	145	350	92	73	—
Produkc. pow. na 1 prod. robotn. przy największej zmianie w m <sup>2</sup>	18,4	26	24,5	25	27,5	27	18,7	18	18,2	12
Ogólna pow. montaż. w % pow. wydz. mech.	11	67	30,5	12,5	83	35,6	—	—	29,5	24,6
Rob. produk. na 1 zmianę	50	50	50	50	50	50	50	50	50	52
Rob. pomocn. w % ilości prod. robotników	25	35	32	25	30	28	20	20	20	50
Personel inż. techn. w % ilości produk. robotników	10	10	10	10	10	10	8	8	8	9
Personel biurowy w % ilości robotników	6	5,2	5,3	5,8	5	5,2	4	4	4	4
Pomocnicza obsługa w % ilości robotn.	3	2,5	2,6	3,2	2,4	2,6	2	2	2	3
Współczynnik obciążenia ogóln. 1 zespołowego montażu	0,9	0,9	0,9	0,35	0,91	0,93	0,9	0,9	0,9	0,75
Ciętar 1 kompl. w kg	550	3500	3500	360	2500	2500	720	4800	4800	0,52

Za wymienionymi oddziałami znajdują się: 1. przenośnik do montażu podwozi, 2. przenośnik do montażu skrzynki biegów, 3. główny przenośnik ogólnego montażu traktorów z pomieszczeniem oddziału malowania.

Po drugiej stronie głównego przenośnika znajdują się następujące oddziały: gazogeneratorowy i łoczenia na zimno, a także oddziały: wykończenia traktorów, rozrządu

gazogeneratorów, usuwania defektów, dokompletowania i wydawania traktorów.

Z obu stron budynku, wzdłuż całej jego długości, w przybudówkach znajdują się pomieszczenia socjalne — po stronie południowej-szerokości 9 m i po stronie północnej-szerokości 12 m.

Wzdłuż całej północnej strony budynku przechodzi linia kolei szerokotorowej.



**WSKAŹNIKI TECHNICZNO-EKONOMICZNE**

Tablice 6 i 7 zawierają zestawienie wskaźników techniczno-ekonomicznych wydziałów obróbki mechanicznej,

a tablice 8 i 9 — wydziałów montażowych. Przytoczone wskaźniki wzięte są z zatwierdzonych projektów zakładów budowy ciężkich i średnich maszyn [2].

**LITERATURA**

1. JEGOROW M. E. PROF. DR NAUK TECHN.: Osnovy projektowanija mechaniczeskich i sborczych cechow (z wspomagatielnymi i zagotowitielnymi cechami). Izd. 1937, 1940 i 1944.
2. Projekty miechaniczeskich i sborczych cechow zawodow tiazolowo i sredniewo maszynostrojenija i stankostrojenija. Giprotiażmasz Giproszedmasz. Giprostanok. 1939-1945.
3. Tipowaja zapiska projektnowo zdanija. Giprotiażmasz.
4. Tipowaja zapiska tiechniczeskowo miesta. Giprotiażmasz.
5. Sprawocznik po projektowaniju maszynostroitielnych zawodow. Giprosredmasz. Masgiz. 1946.
6. Rukowodiaszczyje matieriały dla projektowanija maszynostroitielnych zawodow. Giprotiażmasz. Giprosredmasz. Giprostanok. Giproawiaprom. Stankieprom.



## PROJEKTOWANIE WYDZIAŁÓW OBRÓBKİ DREWNA

### KLASYFIKACJA, WZAJEMNE POWIĄZANIE WYDZIAŁÓW

Klasyfikacja wydziałów obróbki drewna obejmuje pięć następujących klas (tabl. 1) różniących się przeznaczeniem i charakterem gotowych wyrobów wydziału.

Do I klasy należą *wydziały przygotowawcze*, których proces technologiczny polega na zmianie kształtu i objętości surowca wyjściowego przez jego rozpiłowywanie. Produktem ostatecznym wydziałów przygotowawczych będą — deski, bale, listwy i półfabrykaty z nadatkami na dalszą obróbkę.

Do II klasy należą *wydziały suszenia drewna*, w których proces technologiczny polega na obniżeniu wilgotności drewna, tj. na doprowadzeniu do żądanego stopnia wysuszenia bali, desek, półfabrykatów i części. Szczegółowa klasyfikacja wydziałów suszenia drewna podana jest w tabelicy 20 na str. 244.

Do III klasy należą *wydziały mechaniczno-stolarskie*, w których procesy technologiczne oparte są na plastycznych właściwościach i podzielności drewna. W wydziałach tego rodzaju zmienia się kształt, objętość i stan półfabrykatów wytwarzając z nich części gotowe do kolejnego montowania z nich zespołów lub ostatecznych wyrobów.

IV klasa obejmuje *wydziały modelarskie*, których ostatecznego produktu nie stanowią części składowe wyrobu wykonywanego przez dany zakład; produkt ten służy tylko za środek pomocniczy, np. przy odlewaniu wytwarzanych części.

Do V klasy należą *wydziały opakowań drewnianych* wykonujących wszelkiego rodzaju opakowania dla gotowych wyrobów i części.

Klasy dzielą się na grupy w zależności od rodzaju przeważającego procesu technologicznego, charakteru produkcji, rozmiarów obrabianych części i wielkości gotowej produkcji.

#### Wzajemne powiązanie wydziałów obróbki drewna.

Przy ustalaniu ogólnego schematu działu obróbki drewna w jakichś zakładach przemysłowych oraz wzajemnego powiązania jego części składowych należy mieć na uwadze, że drewno może być dostarczane bądź w postaci kłoców lub tarcicy o znormalizowanych wymiarach w stanie surowym lub też wysuszonym (zależnie od warunków technicznych), bądź też w postaci półfabrykatów albo gotowych części.

Najmniejszy obrót ładunkami oraz najmniejszą ilość odpadków w gospodarce działu obróbki drewna otrzymuje się przy zaopatrywaniu go w gotowe części lub wysuszone półfabrykaty.

Nieobrzynaną tarcicę jak również grube sortymenty obrzynanej tarcicy celowe jest rozcinać przed suszeniem. Pozostałe sortymenty tarcicy suszy się zwykle przed jej cięciem. Te wytyczne rozwiązują zagadnienie umieszczenia wydziału tartacznego przed wydziałem suszenia drewna lub za nim (rys. 1).

#### Rozmieszczenie wydziałów (urządzeń) obróbki drewna.

Niebezpieczeństwo ogniowe związane z przechowywaniem większych ilości drewna, łatwość z jaką drewno ulega zepsuciu i duża pracochłonność jego transportu wymagają stosowania odpowiednich środków zabezpieczających. Dlatego też przy organizowaniu gospodarki działu obróbki drewna należy:

a. magazyny drewna i wydziały jego obróbki umieszczać bezpośrednio przy liniach dowozu i wywozu materiału unikając przez to przeładunków i wydłużenia linii dostawy drewna;

b. wydziały i magazyny drewna rozmieszczać w kolejności ustalonego potoku produkcyjnego;

c. przerwy pomiędzy stosami drewna (rys. 2) oraz pomiędzy budynkami a magazynami ustalać zgodnie z wymaganiami bezpieczeństwa ogniowego<sup>1)</sup>;

d. potoki ładunków kierować w stronę naturalnego spadku terenu;

e. na magazyny drewna przeznaczyć tereny suche, dobrze przewietrzane i posiadające spadek zapewniający odprowadzenie wody deszczowej;

f. unikać umieszczania odkrytych magazynów drewna po stronie odwietrznej, znajdujących się w sąsiedztwie kłówni i innych źródeł ognia;

g. wszystkie wydziały obróbki drewna i magazyny drewna ześrodkować możliwie w jednej strefie terenu zakładowego lub jednym zespołem budynków zakładowych.

h. unikać przepływu potoków ładunków w przeciwnych kierunkach, dla ruchu zaś wyładowanych wagonów projektować specjalne linie;

1) Przy rozmieszczaniu magazynów materiałów zaleca się przyjmować następujące minimalne odległości pomiędzy magazynem a:

1. blokami mieszkalnymi — 300 m;
2. budynkiem produkcyjnym o konstrukcji mieszanej — 50 m;
3. szopą o konstrukcji ogniotrwałej — 25 m.

Odległości między magazynem a budynkami do produkcji wyrobów łatwopalnych ustala się w zależności od całości kształtu warunków miejscowych. Patrz również tom 15 „Sprawozdania” „Protiwopozarnaja technika na maszynostroitelnom zawodie”.



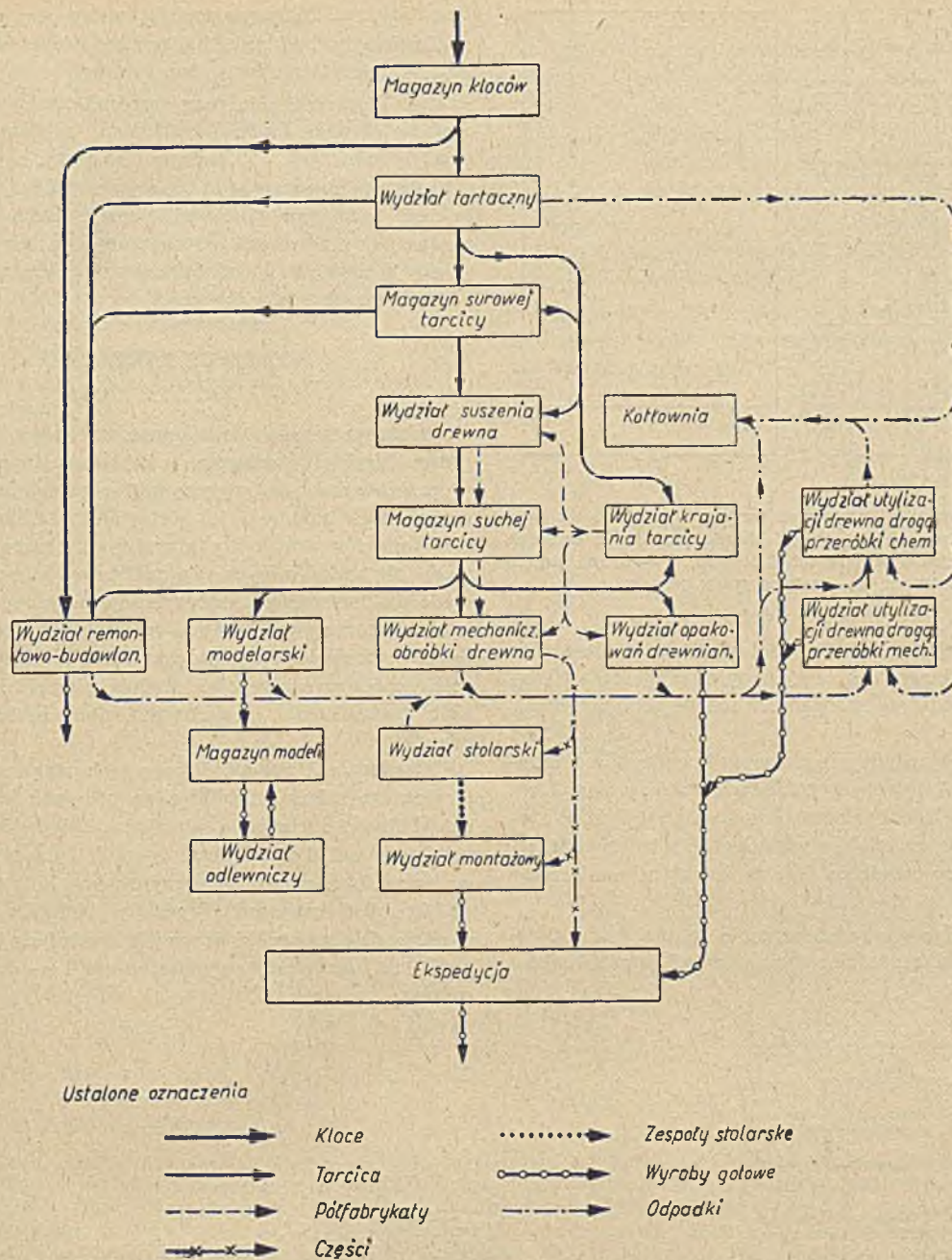
### Klasyfikacja wydziałów obróbki drewna

Tablica 1

Nazwa wydziałów	Przygotowawcze				Suszenie drewna <sup>1)</sup>			Mechaniczno—stolarskie				Modelarskie		Opakowań drewnianych	
	tartaczne		krajanie tarcicy					obróbki drewna (mech. obróbka drewna)		montażowo-stolarskie					
	Klasa	I				II			III				IV		V
Grupa	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	4	1	2	1	2
Charakterystyczne dziedziny budowy maszyn	<b>Grupa 1</b> Budowa wagonów towarowych, samochodów, kombajnów, ogólna budowa maszyn oraz budowa barek		<b>Grupa 3</b> Budowa wagonów towarowych, budowa samochodów ciężarowych, kombajnów i barek, ogólna i ciężka budowa maszyn		<b>Grupa 1</b> Budowa wagonów towarowych, budowa samochodów ciężarowych, kombajnów i barek			<b>Grupa 1</b> Budowa wagonów towarowych, budowa samochodów ciężarowych, kombajnów i barek		<b>Grupa 3</b> Budowa wagonów osobowych, budowa samochodów, budowa maszyn rolniczych, ogólna budowa maszyn i produkcje specjalne		<b>Grupa 1</b> Budowa samochodów, budowa wagonów, budowa obrabiarek, budowa mniejszych silników Diesla i innych oraz zakłady wyrobu części zapasowych		<b>Grupa 1</b> Zakłady wyrobu części zapasowych zakładów wyrobu łożysk, zakłady blźniacze, produkcje specjalne i zakłady budowy urządzeń	
	<b>Grupa 2</b> Budowa wagonów osobowych i specjalnych, budowa ciężkich maszyn, ogólna budowa okrętów, ogólna budowa maszyn oraz maszyn rolniczych		<b>Grupa 4</b> Budowa wagonów osobowych, budowa samochodów osobowych, ogólna budowa okrętów i maszyn rolniczych		<b>Grupa 2</b> Budowa wagonów osobowych, budowa samochodów osobowych, ogólna budowa okrętów i maszyn rolniczych			<b>Grupa 2</b> Budowa wagonów osobowych, budowa samochodów osobowych, ogólna budowa okrętów i maszyn rolniczych, ogólna budowa maszyn i produkcje specjalne		<b>Grupa 4</b> Budowa przyrządów i specjalne produkcje		<b>Grupa 2</b> Budowa ciężkich maszyn, ogólna budowa maszyn, budowa maszyn rolniczych i produkcja remontowa		<b>Grupa 2</b> Budowa ciężkich maszyn, budowa obrabiarek i ogólna budowa maszyn	
Przeważający proces technologiczny	Przecieranie kłociw		Cięcie (krajanie) desek		Suszenie w komorach o dużej pojemności i w suszarniach tunelowych	Suszenie w komorach o średniej pojemności	Suszenie w komorach o małej pojemności	Obróbka skrawaniem		Montowanie		Wykonywanie modeli o podwójnym skurczu	Wykonywanie modeli o skurczu pojedynczym	Wykonywanie skrzyń szczelnych na czopach zbijanych gwoździami z drutem	Wykonywanie krawonnic, płóc i skrzyń szkieletowych
	Produkcja krawędziaków powyżej 50%	Przeważanie na tarcicę nieobrzynaną i produkcję krawędziaków poniżej 50%	Przeważanie na końce	Przeważanie na krawędziaki				Słabo rozgałęziony proces technologiczny (produkcja strugarska)	Rozgałęziony, wielooperacyjny proces technologiczny	Montowanie wstępne zespołów kompletowanie z instalowaniem na miejscu przez pracowników wydziałów montażowych	Montowanie gotowych wyrobów oczyszczenie i wykańczenie części				
Typ produkcji	Masowa i wielkoseryjna	Wielkoseryjna i seryjna	Masowa i wielkoseryjna	Małoseryjna	Masowa i wielkoseryjna	Wielkoseryjna i seryjna	Małoseryjna i jednostkowa	Masowa i wielkoseryjna	Wielkoseryjna i seryjna	Wielkoseryjna i seryjna	Seryjna i jednostkowa	Jednostkowa		Masowa i wielkoseryjna	Seryjna i jednostkowa
Największe wymiary części: długość w metrach	6,5—7	6,5—7	3,5—6,5	1,0—6,5	6,5—7	1—7	1—7	3—7,0	1—7,0	2,0—3,0	1,0—2,0	2,0—3,0	6,0—7,0	1—2	6,2—7,0
przekrój mm x mm	100 x 100	150 x 200	100 x 100	150 x 200	100 x 100	150 x 200	150 x 200	100 x 100	150 x 200	120 x 180	65 x 65	60 x 150		40 x 150	150 x 200
Wielkość produkcji rocznej w tys m <sup>3</sup> drewna	25—175		20—160	5—75	25—175	15—100	1,0—2,5	15—120	10—60	5,0—25	1,0—10	0,075—0,6	0,2—4,0	1,0—25,0	0,5—15,0

<sup>1)</sup> Dodatkową klasyfikację wydziałów (urządzeń) suszenia drewna wg kryteriów technologicznych patrz „Projektowanie wydziałów (urządzeń) suszenia“ str. 243.





Rys. 1. Schemat wzajemnych powiązań wydziałów obróbki drewna. Ustalone oznaczenia: kłoc, tarcica, półfabrykaty, części, zespoły stolarskie, wyroby gotowe, odpadki.

i. przy dostawie drewna do zakładu drogą wodną należy brać pod uwagę kierunek i siłę prądu, wykorzystując je do ułatwienia wyładunku drewna. Na rys. 3 ÷ 10 podano schematy rozmieszczenia wydziałów obróbki drewna w zakładach rozmaitych gałęzi budowy maszyn.

Rys. 3 przedstawia rozmieszczenie terenowe wydziałów i urzędzeń związanych z obróbką drewna w dużych zakładach budowy samochodów ciężarowych i osobowych. Osobliwością tego schematu jest umieszczenie wszystkich wydziałów obróbki drewna, jak również wydziału gruntowania wyrobów w jednym zespole budynków oraz zastosowanie komór do suszenia o ruchu ciągłym.

Rys. 4 przedstawia rozmieszczenie w terenie wydziałów i urzędzeń do obróbki drewna w zakładach montażowych samochodów ciężarowych. Omawiany schemat różni się tym, że obok wydziału obróbki drewna do po-

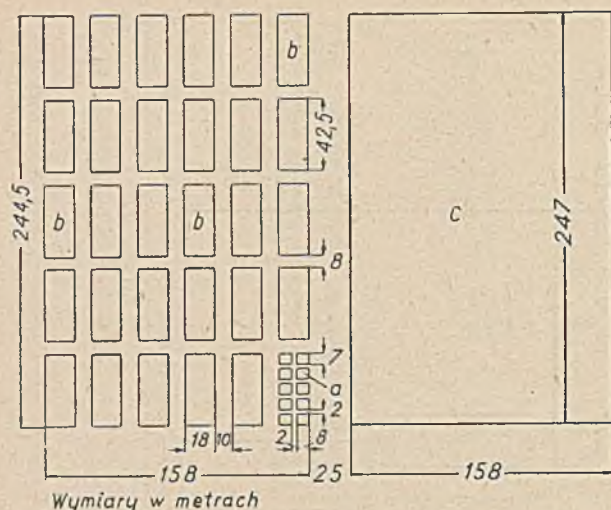
trzeb produkcyjnych zakładów posiadają one wydział tartaczny (z odpowiednimi magazynami drewna) produkującej tarcicę również dla odbiorców zewnętrznych. Transport między wydziałami odbywa się za pomocą specjalnych samochodów do przewozu drewna.

Rys. 5 i 6 przedstawia rozmieszczenie w terenie wydziałów i urzędzeń do obróbki drewna w zakładach budowy wagonów towarowych (o masowej produkcji), przy czym na rys. 5 pokazano rozmieszczenie części tartacznej, na rys. 6 zaś — rozmieszczenie pozostałych wydziałów obróbki drewna w tych zakładach.

Czasowo zainstalowany wydział tartaczny pokrywa zaopatrzenie drewna do celów rozbudowy zakładów.

Rys. 7 przedstawia rozmieszczenie wydziałów i urzędzeń do obróbki drewna w zakładach produkujących części zapasowe do ciągników. Wydział suszenia wraz z magazy-



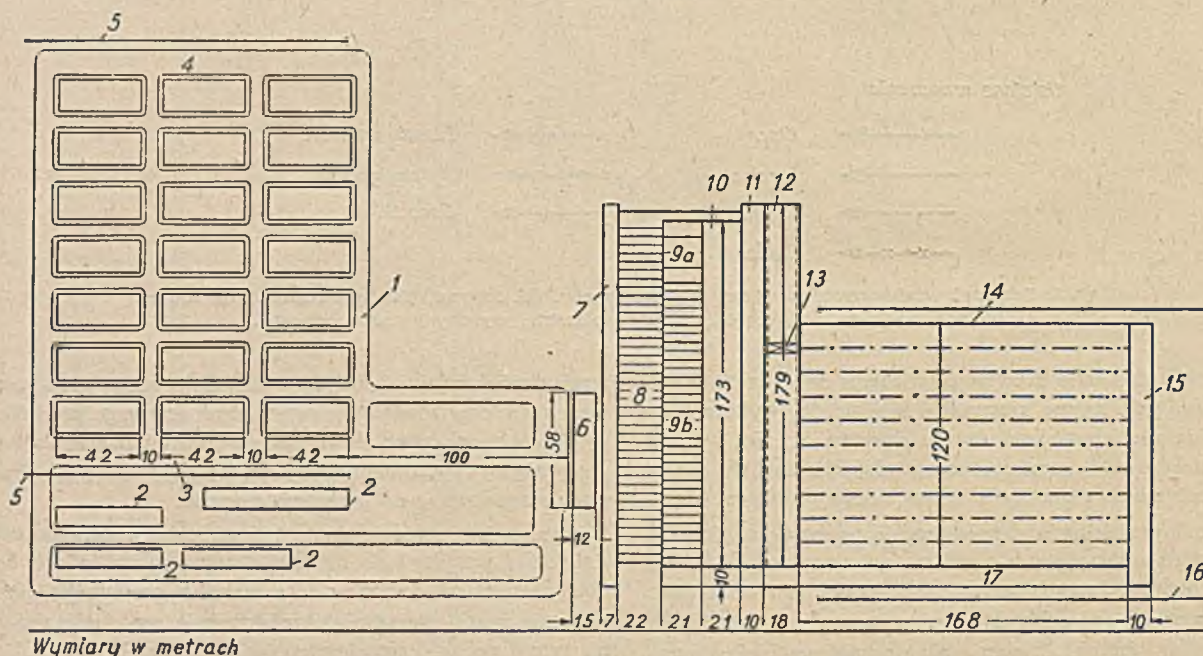


Rys. 2. Rozplanowanie magazynu tarcicy. Pokazane są dwa sektory stanowiące połowę sekcji składającej się z czterech sektorów: a — stos o wymiarach  $8 \times 7$  m, b — grupa stosów  $43 \times 18$  m, c — sektor  $247 \times 158$  m.

nem wysuszonej tarcicy i skład mebli są umieszczone w oddzielnych budynkach. Produkcyjne oddziały wydziału obróbki drewna są skoncentrowane w jednym zespole budynków.

Na rys. 8 jest podane rozmieszczenie wydziałów i urządzeń do obróbki drewna w zakładach budowy ciągników. W jednym zespole budynków są ulokowane wszystkie stosunkowo duże oddziały wydziału. Linia transportu poprzecznego przeprowadzona jest na zewnątrz pomieszczeń wydziału.

Rys. 9 przedstawia rozmieszczenie wydziałów i urządzeń związanych z obróbką drewna w zakładach budowy



Rys. 3. Rozplanowanie działu obróbki drewna dużych zakładach budowy samochodów ciężarowych i osobowych: 1 — magazyn surowej tarcicy, 2 — szopy dla twardych gatunków drewna, i fornirow, 3 i 4 — rampy do wyladunku wagonów, 5 — linia kolejowa podwożąca materiał, 6 — oddział załadowczy wydziału suszenia drewna, 7 — linia transportu poprzecznego, 8 — rampa przed komorami do suszenia, 9a — dwutorowe komory do suszenia, 9b — jednotorowe komory do suszenia, 10 — pomieszczenie do wystudzenia materiału, 11 — korytarz poprzeczny, 12 — magazyn suchej tarcicy, 13 — suwnica mostowa, 14 — wydział obróbki drewna, 15 — pomieszczenia socjalne i pomocnicze, 16 — linia kolejowa, 17 — betonowa rampa wyladunkowa.

akumulatorów. Magazyn suchej tarcicy jest umieszczony w oddzielnym budynku naprzeciw komór do suszenia drewna. Linia transportu poprzecznego.

Rys. 10 przedstawia rozmieszczenie wydziałów i urządzeń do obróbki drewna w wielkich zakładach budowy maszyn rolniczych. W jednym budynku są ulokowane wszystkie pomieszczenia produkcyjne i magazynowe, z wyjątkiem magazynu surowej tarcicy, który składa się z otwartej przestrzeni przeznaczonej do magazynowania tarcicy z miękkich gatunków drewna oraz szop do tarcicy z twardych gatunków drewna.

## WYDZIAŁY TARTACZNE

(I klasa, 1 i 2 grupa)

Przeznaczenie wydziału i dane wyjściowe do projektowania. Wydziały tartaczne w zakładach budowy maszyn są przeznaczone do wykonywania nieznormalizowanych sortymentów tarcicy i jej sortowania według gatunków; służą one również do wykorzystywania zasobów miejscowych obszarów leśnych. Za podstawę do projektowania wydziału tartaczno służy roczny program, określający wielkość rocznej produkcji w  $m^3$  (wg gatunków) lub kubaturę przeznaczonego do przetarcia surowca, średnią i maksymalną średnicę oraz średnią długość kłoców, procent krawędziaków i wymaganą dokładność sortowania odpadków.

Urządzenia i załoga. Proces technologiczny wydziału tartaczno zależy od założonego procentu krawędziaków i dokładności sortowania odpadków. Odpowiednio do tego ustala się układ i kolejność operacji (przecieranie, skrawędzanie, obrzynanie na obrzynarkach itd.) oraz dobiera się komplet urządzeń. Wydziały tartaczne, wchodzące w skład działu obróbki drewna w zakładach budowy maszyn, są zazwyczaj wyposażone w 1 — 2 (rzadziej 4) traków.



Ilość koniecznych dla wydziału traków [36] potrzebnych do przecierania kłoców ustala się według wzoru

$$N = \frac{Q \cdot 1000 \cdot l}{q \cdot \Delta_{tarc} \cdot n \cdot F_0 \cdot 60 \cdot k}$$

gdzie:

- $Q$  — założona roczna ilość przecieranych kłoców w m<sup>3</sup>,  
 $l$  — założona średnia długość kłoców w m,  
 $q$  — średnia objętość jednego kłoca w m<sup>3</sup> przy założonej średniej długości i średniej średnicy,  
 $\Delta_{tarc}$  — posuw (przesunięcie) kłoca w mm na jeden obrót traka przy przecieraniu,  
 $n$  — ilość obrotów traka na 1 minutę,  
 $F_0$  — rzeczywisty roczny fundusz czasu pracy traka w godzinach,  
 $k$  — współczynnik wykorzystania traka przyjmowany dla wydziałów tartacznych w zakładach budowy maszyn w wysokości 0,8 — 0,85.

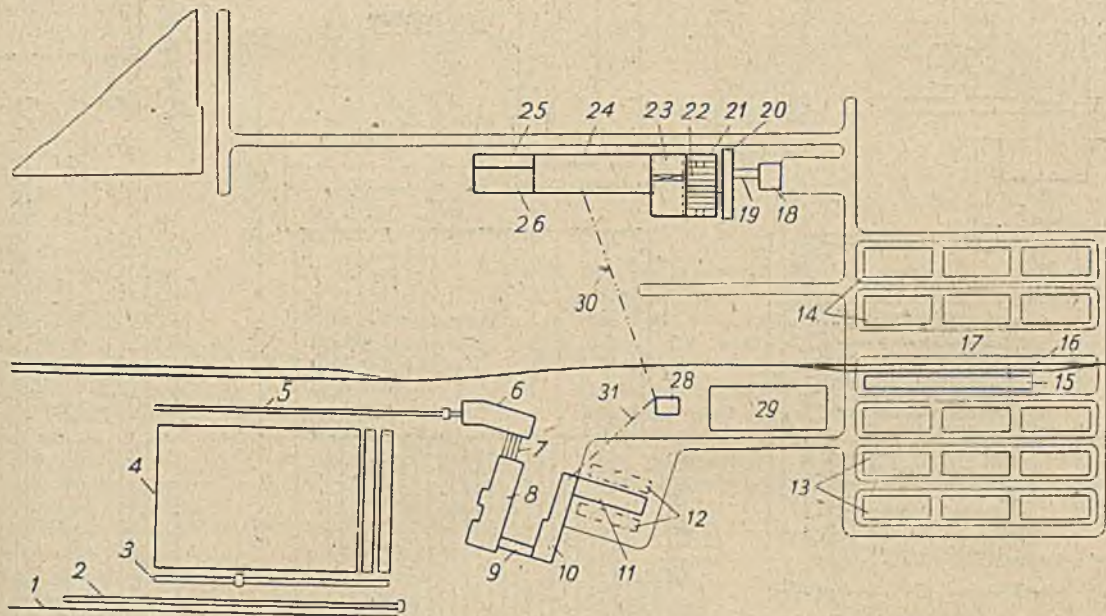
gdzie:

- $\Delta_{tarc}$  — posuw (przesunięcie) kłoca w mm przy jego przecieraniu;  
 $\Delta_{kraw}$  — posuw (przesunięcie) w mm przy rozcinaniu krawędziaków;  
 $\gamma$  — założony procent przeróbki surowca (kłoców) na krawędziaki.

Wielkości  $\Delta_{tarc}$  i  $\Delta_{kraw}$  przy przecieraniu iglastych gatunków drewna na trakach o skoku ramy 500 mm są przytoczone w tablicy 2 [57].

Ilość traków do rozcinania krawędziaków oblicza się [65] według wzoru (oznaczenia literowe są takie same jak we wzorze poprzednim):

$$N = \frac{Q \cdot 1000 \cdot l (100 + \gamma)}{q (\Delta_{tarc} \cdot 100 + \Delta_{kraw} \gamma) n \cdot F_0 \cdot 60 \cdot k} \cdot \frac{1}{1 - \frac{\gamma}{200}}$$



Rys. 4. Rozplanowanie działu obróbki drewna zakładów montowania samochodów: 1 — linia kolejowa do podwożenia kłoców, 2 — podłużny przenośnik łańcuchowy do sortowania kłoców; 3 — podnośnik do układania kłoców. 4 — stopy kłoców, 5 — przeciągacz podający kłocce do basenu, 6 — basen, 7 — przeciągacz podający kłocce do szopy, 8 — korpus ram, 9 — poprzeczny przenośnik łańcuchowy, 10 — korpus obrzynarek, 11 — urządzenie sortujące, 12 — pakiety drewna do przewozu samochodami, 13 — magazyn tarcicy do wydawania na zewnątrz, 14 — magazyn tarcicy do budowy samochodów, 15 — rampa załadunkowa systemu Pletuchowa, 16 — linia kolejowa, 17 — rampa rozładunkowa, 18 — oddział załadowczy wydziału suszenia drewna, 19 — linie kolejowe, 20 — trasa przenośnika, 21 — szopa pomocnicza, 22 — komory do suszenia, 23 — magazyn suchej tarcicy zaopatrzonej w żuraw, 24 — wydział obróbki drewna, 25 — pomieszczenia socjalne i biura, 26 — magazyn wyrobów gotowych, 28 — kotłownia, 29 — magazyn odpadków drewna, 30 — rurociąg urządzenia wyciągowego, 31 — przenośnik do odpadków.

Współczynnik wykorzystania traka może być zwiększony w razie zastosowania przy traku urządzenia transportowego, składającego się z podłużnych i poprzecznych przenośników łańcuchowych do kłoców, desek i odpadków, przenośników rolkowych i szyn rolkowych, automatycznych odrzutników kłoców i desek, urządzeń sortujących, wózków zmechanizowanych, przenośników obsługujących tracki, zcentralizowanych punktów kierowania pracą traków itd.

Posuw przy pracy skrawędzania oblicza się według wzoru:

$$\Delta = \frac{\Delta_{tarc} \cdot 100 + \Delta_{kraw} \gamma}{100 + \gamma}$$

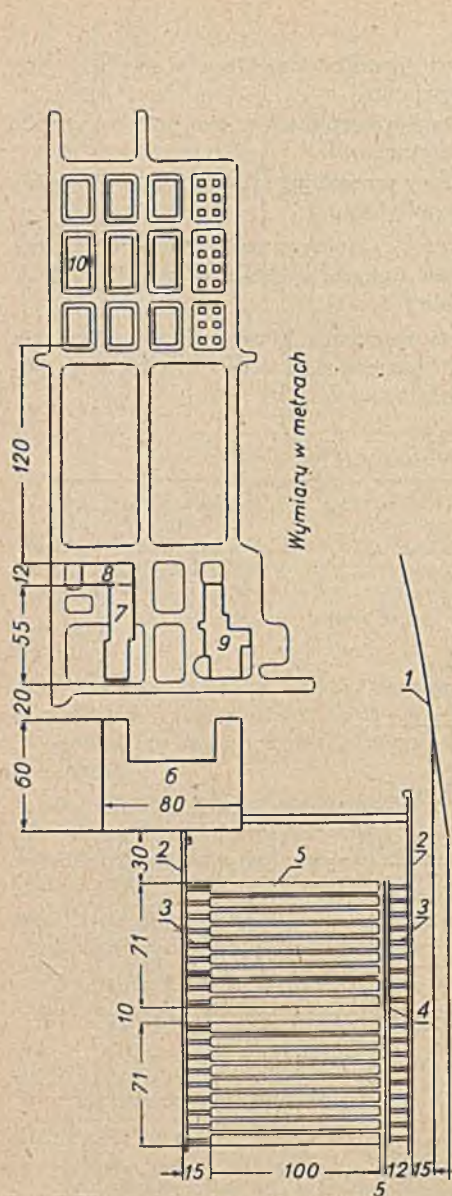
W przypadku gdy pracuje się na trakach sprzężonych, wykonujących przecieranie i skrawędzanie, posuw stosuje się jak dla pracy przecierania.

Przy przecieraniu w okresie zimowym kłoców zmarzniętych, bez odmrażania ich w basenie, należy zmniejszyć posuwy obliczeniowe dla sosny okorowanej o 10—12%, dla świerka o 15—20%.

Pozostałe urządzenia przy obliczeniach zgrubnych mogą być traktowane jako komplety, których skład jest podany w tablicy 3.

Przy szczegółowych obliczeniach ilość obrabiarek powinna być ustalona dokładnie na podstawie średniego wykonania poszczególnych sortymentów według wzoru podanego dalej w zestawieniu średnich wskaźników wyrobu.



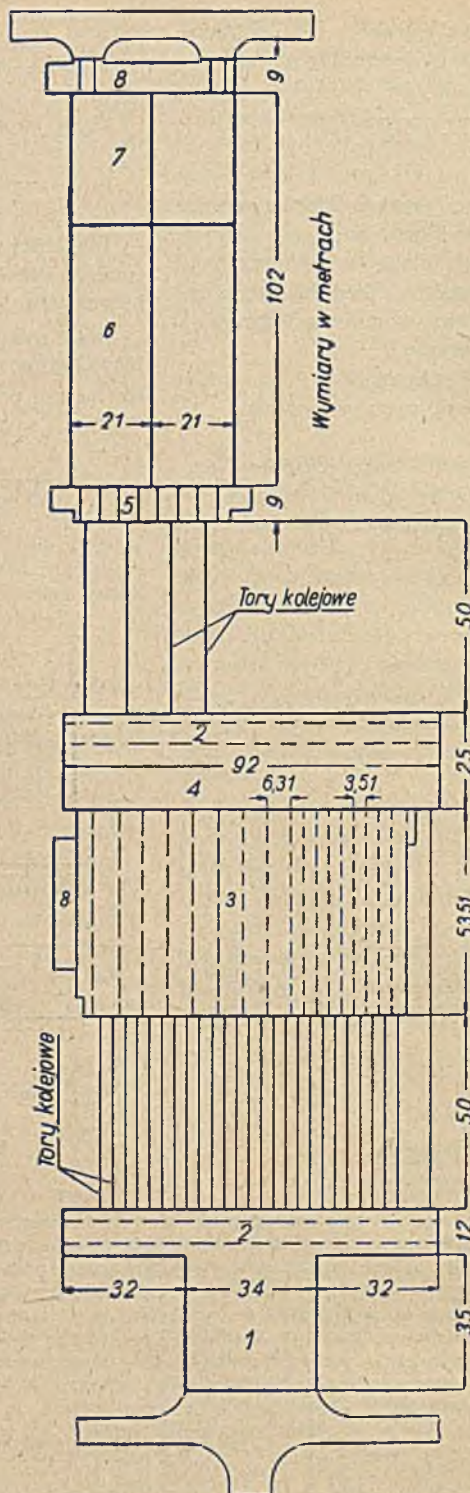


Rys. 5. Rozplanowanie działu tartaczego w dużych zakładach budowy wagonów: 1 — linia kolejowa, 2 — przeciągacze kłoców, 3 — ześlizgi, 4 — trasa podnośnika do układania kłoców, 5 — stopy kłoców, 6 — basen, 7 — dwutrakowy wydział tartaczny, 8 — oddział sortowniczy, 9 — przejściowy wydział tartaczny, 10 — magazyn tarcicy.

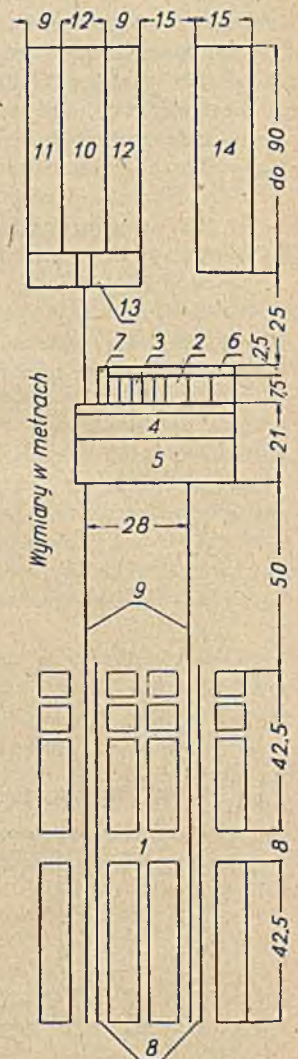
Ilość robotników produkcyjnych określa się na podstawie typu i ilości urządzeń. Wielkość załogi pomocniczej (obsługi wydziału) zależy od stopnia zmechanizowania transportu i stanowi 25—40% ilości robotników produkcyjnych.

**Wyrób sortymentów.** Stopień wykorzystania surowca zależy od przyjętego sposobu przeróbki tarcicy i odpadków (opołów i obrzynek) i może być zwiększony przez przeróbkę opołów i obrzynek na drobne artykuły.

Średnie wskaźniki wyrobu poszczególnych sortymentów wyrażone w stosunku procentowym do objętości przecieranych kłoców są następujące:



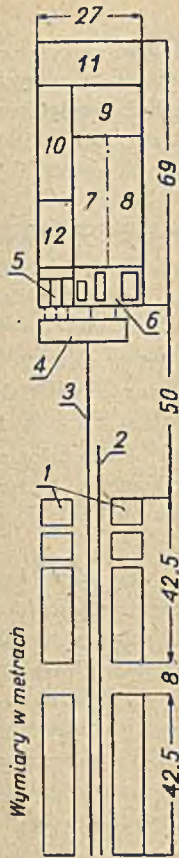
Rys. 6. Rozplanowanie działu obróbki drewna w zakładach budowy wagonów: 1 — oddział załadowczy wydziału suszenia drewna, 2 — korytarze poprzeczne, 3 — komory do suszenia, 4 — magazyn suchego drewna, 5 — przedsionek i pomieszczenia pomocnicze, 6 — oddział strugarek, 7 — oddział gruntowania, 8 — pomieszczenia socjalne.



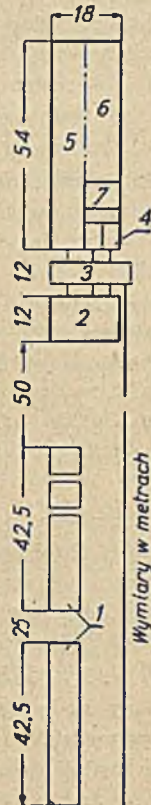
Rys. 7. Rozplanowanie działu obróbki drewna w zakładach wyrobu części samochodowych i ciągnikowych: 1 — magazyn surowej tarcicy, 2 — komory do suszenia na dwa stopy, 3 — komory do suszenia na jeden stop, 4 — korytarz poprzeczny, 5 — magazyn suchej tarcicy, 6 — korytarz, 7 — laboratorium, 8 — linia kolejowa, 9 — linia wąskotorowa, 10 — oddział obrabek do obróbki wykańczającej, 11 — oddział opakowań, 12 — oddział modelarski, 13 — pomieszczenia pomocnicze i socjalne, 14 — magazyn modeli.

Nazwa sortymentu	% od objętości kłoca
Tarcica	56 ÷ 68
Opoły	6 ÷ 8
Obrzynki	8 ÷ 10
Końcówki	2 ÷ 3
Trocin	10 ÷ 14
Odpał	0,5 ÷ 1
Dodatek na wysuszenie	6 ÷ 8

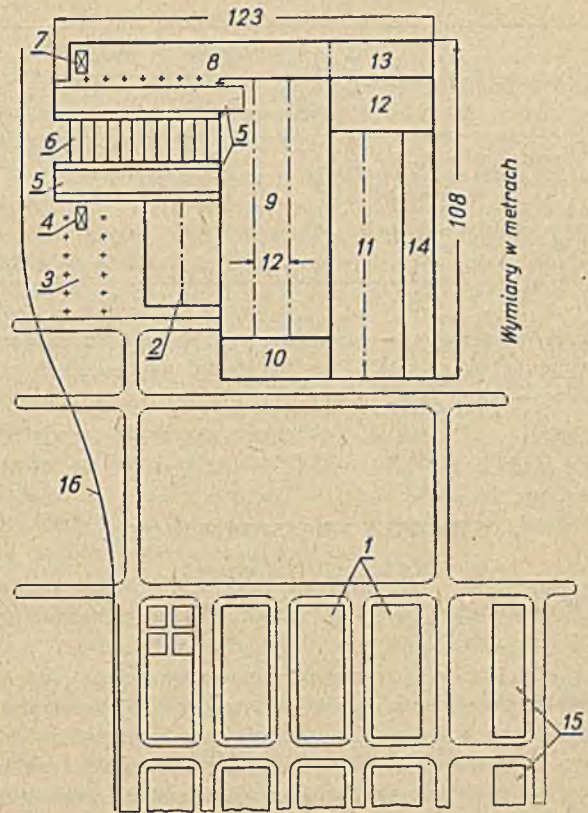




Rys. 8. Rozplanowanie działu obróbki drewna w zakładach budowy ciągników: 1 — magazyn surowej tarcicy, 2 — linia kolejowa, 3 — linia wąskotorowa, 4 — trasa przenośnika, 5 — komory do suszenia, 6 — magazyn suchej tarcicy, 7 — oddział obrabiarek do obróbki wykańczającej, 8 — oddział remontowo-budowlany, 9 — oddział opakowań, 10 — oddział modelarski 11 — magazyn modeli, 12 — pomieszczenia socjalne.



Rys. 9. Rozplanowanie działu obróbki drewna w zakładach wyrobu akumulatorów: 1 — magazyn surowej tarcicy, 2 — magazyn suchej tarcicy, 3 — trasa przenośnika, 4 — komory suszenia, 5 — oddział obrabiarek do obróbki wykańczającej, 6 — oddział stolarsko-montażowy, 7 — ostrzarnia narzędzi i pomieszczenia socjalne.



Rys. 10. Rozplanowanie działu obróbki drewna w dużych zakładach budowy maszyn rolniczych: 1 — magazyn surowej tarcicy, 2 — wydział krajania tarcicy, 3 — magazyn półfabrykatów, 4 — winda do ładowania wagoników, 5 — korytarze poprzeczne, 6 — komory do suszenia, 7 — anstaker, 8 — magazyn suchej tarcicy, 9 — wydział obróbki drewna, 10 — magazyn przejściowy, 11 — wydział stolarsko-montażowy, 12 — oddział gruntowania, 13 — magazyn wyrobów gotowych, 14 — pomieszczenia socjalne i biura, 15 — magazyn tarcicy z otwartych gatunków drewna, 16 — linia kolejowa.

Tablica 2

Średnica kłoca lub grubość krawędziaka w cm	Δ tarcicy w mm				Δ krawędziaków w mm			
	przy ilości pól				przy ilości pól			
	7 ÷ 10	11	12	13	7 ÷ 10	11	12	13
11 — 12	—	—	—	—	33	33	33	33
13 — 14	—	—	—	—	33	33	31	29
15 — 16	—	—	—	—	31	29,5	27	25
17 — 18	28	26	24	22	28	26,5	24,5	22,5
19 — 20	26	23,5	24	20	26	24	24	20
21 — 22	24	21,5	20	18	24	22	22	18
23 — 24	22	20	18	17	22	20	18,5	17
25 — 26	20	19	17	16	21	18,5	17	15,5
27 — 28	19	18	16	15	19	17,5	16	14,5
29 — 30	17	17	15	14	17	16	16	13,5
31 — 32	16	15	14	13				
33 — 34	15	14,5	13	14				
35 — 36	14	14	12	11,5				
37 — 38	13	13	12	11				

U w a g i. 1. Tablica 2 jest zestawiona dla traków o skoku ramy równym 500 mm. Przy innym skoku H ramy traka posuw ustala się według wzoru  $\Delta_1 = \frac{\Delta \cdot H}{500}$ , gdzie  $\Delta_1$  — poszukiwany posuw,  $\Delta$  posuw według tablicy.

2. Dla kłoców krótszych od 6,5 m przyjmuje się posuw odpowiadające najbliższej mniejszej średnicy, a dla kłoców dłuższych od 7 m — posuw odpowiadające najbliższej większej średnicy.

3. Przy twardych gatunkach drewna posługujemy się danymi dotyczącymi posuwów, zawartymi w tablicy 2, stosując następujące współczynniki przeliczeniowe: dla dębu - 0,6; dla buku - 0,7; dla brzozy - 0,8 i dla modrzewia - 0,85.

Wymiary powierzchni i rozplanowanie pomieszczeń wydziału. Długość pomieszczenia wydziału (nie wliczając miejsca do sortowania) wynosi zwykle 51–54 m. Szerokość pomieszczenia wydziału przyjmuje się średnio po 4 m na każdy zainstalowany trak z dodaniem 2 m na wszystkie traki. W ten sposób na trak wypada 250–350 m<sup>2</sup> powierzchni produkcyjnej [15]. Jeżeli pomieszczenie wydziału jest projektowane, jak to się często zdarza, w budynku nieogrzewanym, to warsztaty ostrzarek i remontowy oraz pomieszczenia socjalne powinny się znajdować w ogrzewanej dobudówce, której rozmiary mogą być przyjęte w granicach 15–18% powierzchni produkcyjnej wydziału.

Poziom podłogi przy obrzynarce wykonuje się o 700 mm niżej niż poziom podłogi przy trakach. Walce posuwowe przy trakach do skrawędziania powinny być umieszczone

o 150 mm niżej niż przy trakach do przecinania drewna. Napędy urządzeń trasy powrotne przenośników i urządzenia do transportu trocin umieszcza się poniżej podłogi wydziału tartaczego. W wydziałach piętrowych — wy-



Tablica 3

Nazwa urządzenia	Ilość obrabiarek dla wydziałów		
	z jednym traktem	z dwoma traktami	z trzema traktami
Obrzynarki	—	1	2
Piły wahadłowe do desek	2	4	8
„ „ do odpadków	1	3	5
Piły tarczowe poprzeczne	1	1	2
Obrzynarki do krawędziaków i piły wielotarczowe	1	2	4
Ostrzałki do pił	2	3	4

sokość pomieszczenia parterowego w najniższym miejscu przyjmuje się równą 2,3 m; wysokość pomieszczenia na piętrze — 3,5 m [65].

Wybór rozwiązania piętrowego zależy od przyjętego typu traków, poziomu wód gruntowych i rzeźby terenu.

## WYDZIAŁY KRAJANIA TARCICY

(I klasa, 3 i 4 grupa)

**Przeznaczenie.** Skład wydziału i dane wyjściowe do projektowania.

Wydział krajania tarcicy przy masowej produkcji różnorodnych przedmiotów może być wydzielony, szczególnie przy dużych rozmiarach produkcji w celu przygotowawczego pokrajania materiału dla wydziału obróbki drewna, jak również w celu zapewnienia wykorzystania odpadków przez wykonywanie z nich różnych drobnych artykułów. Tego rodzaju rozwiązanie zapobiega możliwości nagromadzenia się odpadków w wydziale obróbki drewna, ułatwia stworzenie przejściowego magazynu półfabrykatów, dopomaga w ulepszeniu procesu suszenia.

W skład wydziału krajania tarcicy wchodzi następujące oddziały produkcyjne: oddział przygotowawczy, wykonujący cięcie materiału na żądane wymiary długości, szerokości i grubości oraz oddział przeróbki odpadków, w którym z obrzynków drewna uzyskanych we własnym wydziale i z innych wydziałów wykonywane są drobne artykuły i deszczułki do opakowań. Oddziały pomocnicze i sekcje wydziału krajania tarcicy są odpowiednikami oddziałów i sekcji wydziału obróbki drewna (strona 221).

Przy projektowaniu wydziałów krojenia tarcicy należy przewidzieć możliwość:

1. zapewnienia dostatecznej elastyczności procesu technologicznego, umożliwiającej wykonywanie krajania materiału w dowolnej kolejności operacji;
2. wykonywania szeregu kolejnych operacji na jednej obrabiarence;
3. dokonywania międzyoperacyjnego trasowania materiału i kontroli w celu zwiększenia wydajności materiału użytego do wyrobu półfabrykatów;
4. zapobieżenia przez stworzenie potoków równoległych mieszaniu się surowej i wysuszonej tarcicy podczas jej jednoczesnego krajania;
5. wykorzystania otrzymywanych podczas procesu krajania znacznych ilości odpadków drewna do wyrobu drobnych artykułów.

Do projektowania wydziałów krajania tarcicy są konieczne następujące dane wyjściowe:

1. specyfikacja części i tarcicy,
2. wielkość serii wydziału obróbki drewna,

3. warunki techniczne,

4. dopuszczalne rozmiary odpadków.

**Urządzenie i załoga.** Przy obliczeniach zgrubnych pracochłonność operacji krajania może być przyjęta w wielkości 0,5—0,8 roboczogodzin na 1 m<sup>3</sup> krajanej tarcicy (zależnie od rozmiarów wykonywanych części i jakości materiału).

Przy obliczeniach szczegółowych pracochłonność procesów technologicznych stosowanych w wydziałach krajania tarcicy ustala się na zasadzie opracowanych norm czasowych.

Urządzenia wydziału obejmują piły tarczowe i taśmowe do krajania wzdłużnego i poprzecznego materiału oraz piły grubościowe do krajania materiału na grubość.

W składzie urządzeń wydziału jest bardzo celowe przewidzieć obrabiarki do przeróbki odpadków przeznaczonych do dalszego wykorzystania jako opał lub do innych potrzeb.

Ilość robotników produkcyjnych przyjmuje się według ilości obrabiarek lub też innych stanowisk roboczych, biorąc pod uwagę sposób obsługi tych urządzeń i konieczną ilość robotników podręcznych. Ilość robotników pomocniczych może być przyjęta w wysokości 25—30% ogólnej ilości robotników produkcyjnych.

**Materiały i odpadki produkcyjne.** Rodzaj i ilość odpadków w wydziale krajania tarcicy zależy od gatunku materiału wyjściowego, rozmiarów wykrojonych części i warunków technicznych wyrobów.

Orientacyjny rozdział ilościowy poszczególnych rodzajów odpadków w wydziale krajania tarcicy jest następujący:

trociny — 15—20%,

odpadki na opał — 50—60% i

drobne odpadki przy produkcji, które mogą być wykorzystane do wykańczania wszelkiego rodzaju wyrobów i artykułów o szerokim zastosowaniu — 25—30%.

Przy obliczeniach zgrubnych ilość odpadków w wydziale krajania tarcicy może być przyjęta procentowo w stosunku do objętości gotowych części w wysokości:

a. przy budowie wagonów towarowych, budowie samochodów ciężarowych i wyrobie innych przedmiotów — 10—15% (przy krajaniu obrzynanej tarcicy drzew iglastych II i III gatunku);

b. przy budowie wagonów osobowych, samochodów osobowych i innych — 50—60% (przy krajaniu obrzynanej tarcicy przeważnie drzew iglastych I i II gatunku);

c. przy budowie maszyn rolniczych — 80—90% (przy krajaniu twardych gatunków drewna) [65].

**Powierzchnie i rozplanowanie wydziału.** Przy obliczaniu zgrubnym można przyjmować wielkość powierzchni przypadającej na jedną obrabiarkę ustawioną w oddziale przygotowawczym — 100—125 m<sup>2</sup>, w oddziale zaś przeróbki odpadków 50—65 m<sup>2</sup> [60].

Przy projektowaniu szczegółowym wymiary powierzchni oddziałów produkcyjnych wydziału krajania tarcicy określa się na podstawie rozplanowania umieszczenia poszczególnych urządzeń.

Powierzchnie oddziałów pomocniczych mogą być przyjęte odpowiednio do analogicznych pomieszczeń o tym samym przeznaczeniu w wydziałach obróbki drewna (str. 221).



**WYDZIAŁY (URZĄDZENIA) SUSZENIA DREWNA**

(II klasa)

Wskazówki szczegółowe co do projektowania wydziałów urządzeń suszenia drewna podane w ustępie dodatkowym „Projektowanie wydziałów (urządzeń) suszenia drewna“ (str. 243).

**WYDZIAŁY OBRÓBKI DREWNA****(WYDZIAŁY MECHANICZNEJ OBRÓBKI DREWNA)**

(III klasa, 1 i 2 grupa)

Przeznaczenie, skład wydziału i dane wyjściowe do projektowania. Zadaniem wydziałów obróbki drewna jest wykonywanie drewnianych części o określonych kształtach i rozmiarach do wyrobów produkowanych przez dany zakład. Zmiana kształtów i objętości drewna w tych wydziałach jest osiągnięta za pomocą obróbki wiórowej (piłowanie, struganie, frezowanie, wiórkowanie, toczenie zwykłe i kopiowe, kopiowanie, wiercenie, dłutowanie i szlifowanie), za pomocą obróbki bezwiórowej (tłoczenie, wycinanie, krajanie nożycami, łuszczenie) i za pomocą wywierania nacisku z zastosowaniem lub bez zastosowania obróbki cieplnej (gięcie, prasowanie, wyciskanie). W tych samych wydziałach często jest również wykonywane formowanie płycin w ściskach lub też na specjalnych maszynach z zastosowaniem późniejszego opiłowania i strugania.

W skład wydziałów obróbki drewna wchodzi oddziały produkcyjne i pomocnicze, magazyny, pomieszczenia biurowe i socjalne.

**Oddziały produkcyjne:** oddział krajania wstępnego (wycinanie z surowca wyjściowego półfabrykatów z uwzględnieniem naddatków na dalszą obróbkę), oddział strugarek (strugarki do strugania obrzynanej tarcicy i półfabrykantów pod kątem prostym i według profili), oddział gięcia drewna (wstępne parzenie i nagrzewanie, gięcie półfabrykatów jak również następne ich suszenie), oddział klejenia drewna (formowanie płycin i fornirowanie części), oddział obrabiarek wykańczarek (mechaniczna obróbka części), oddział kontrolno-naprawczy (zaprawianie).

W celu stworzenia całkowicie zakończonych potoków produkcyjnych w skład wydziałów obróbki drewna włącza się nie tylko powyżej wymieniony oddział klejenia drewna, lecz również oddział gruntowania, oddział montażowy i niektóre inne oddziały oraz sekcje.

Na oddziały pomocnicze składają się: oddział ostrzenia narzędzi, remontowo-mechaniczny, wzorników i przyrządów oraz gotowania kleju.

W skład magazynów wydziałowych wchodzi: magazyny przejściowe, magazyny narzędzi, wzorników i przyrządów, materiałów pomocniczych itp.

Pomieszczenia biurowe i socjalne obejmują biuro wydziałowe, ustępy, szatnie, stołówki itp.

Dane wyjściowe do projektowania wydziału obróbki drewna uzyskuje się z programu wydziału, uzupełnionego specyfikacjami rysunkami części i warunkami technicznymi ich wykonywania. W ogólnej specyfikacji powinny być wskazane: nazwy, numery i rozmiary części, ilość części wchodzących w skład wyrobu oraz w skład programu rocznego, objętość netto masy drewna w gotowych wyrobach i rodzaj drewna. Przy projektowaniu zgrubnym nie zachodzi potrzeba wykonywania specyfikacji szczegółowych, które mogą być

zastąpione podaniem objętości drewna zużywanego na każdy wyrób włączony do programu.

**Urządzenie i załoga.** Wyboru urządzeń dla wydziału obróbki drewna dokonuje się zgodnie z założonym procesem technologicznym i ustaloną seryjnością produkcji.

Projektowanie procesu technologicznego wykonuje się zgodnie ze wskazówkami zamieszczonymi w tomie 7 „Sprawocznika“. Przy obliczeniach *szczełowych* ustala się na podstawie kart technologicznych lub planu obróbki kolejność i pracochłonność poszczególnych operacji, określa się wymagania technologiczne, projektuje się konstrukcję narzędzi i przyrządów. Przy obliczeniach dokonywanych *zgrubnie*, szczególnie przy dużej ilości części o różnorodnej kolejności operacji technologicznych, zestawia się tablice obiegu części w czasie procesu obróbki służące za podstawę do ustalenia ilości i charakteru linii, potokowych projektowanego wydziału. Przykład typowego obiegu części w procesie obróbki niektórych elementów karoserii podaje tablica 4;

Przy dokonaniu wyboru urządzeń przy projektowaniu zgrubnym mogą być wykorzystane również dane o strukturze parku obrabiarkowego wydziałów wzorcowych (przodujących), odpowiadających specjalizacją i przepustowością wydziałowi projektowanemu.

W tablicy 5 podano tego rodzaju dane dla ośmiu wydziałów obróbki drewna (budowa samochodów osobowych i ciężarowych, autobusów, wagonów osobowych i towarowych, platform kolejowych, węglarek jak również kombajnów) [65].

Wielkość przyjętej seryjności produkcji łącznie z pracochłonnością procesu obróbczego danego wyrobu warunkuje (określa) stopień obciążenia urządzeń. Obrabiarki do drewna o wysokiej wydajności takie, jak ciężkie strugarki i frézarki ze stołem obrotowym, piły z mechanicznym podawaniem, automaty i półautomaty mogą być odpowiednio wykorzystane przede wszystkim w produkcji wielkoseryjnej i masowej. W produkcji indywidualnej i małoseryjnej stosowane są głównie uniwersalne typy obrabiarek.

Wydajność obrabiarek przy szybkościach podawania powyżej 50—30 m/min zależy od posiadanych urządzeń przenośnikowych do podawania i usuwania części, dlatego też przy projektowaniu wydziału należy przewidywać zaopatrzenie stanowisk roboczych w tego rodzaju urządzenia, jak przenośniki taśmowe i łańcuchowe, a przy zastosowaniu najwyższych szybkości — w podnośniki pochyłe, stoły zasilające i podajniki magazynowe.

Ilość obrabiarek poszczególnych typów niezbędną dla wydziału obróbki drewna określa się według wzoru:

$$n_0 = \frac{N \cdot T_g}{F_0}$$

gdzie:

 $n_0$  — obliczeniowa ilość obrabiarek; $N$  — roczny program wydziału w sztukach lub  $m^3$ , drewna potrzebnego dla założonej produkcji; $T_g$  — potrzebna ilość maszynogodzin na jednostkę wyrobu lub na  $m^3$  obrobionego drewna dla danego typu obrabiarek; $F_0$  — rzeczywisty roczny fundusz czasu pracy obrabiarek.

Przy obliczeniach *szczełowych* wielkość  $T_g$  bierze się z kart roboczych lub planów obróbki. Przy obliczeniach







Tablica 4 (c. d.)

Oddział lub sekcja	Stosowane urządzenie	Operacja	Deski podłogowe i grube obicie wagonów kolejowych, platform i samochodów ciężarowych	Deski dachowe i cienie obicie wagonów kolejowych	Charakterystyczne części i zespoły									
					Belki platform	Sojaki drzwiane wagonów	Ramiaki okienne wagonów	Płyty masowego wyrobu	Płyty serijnego wyrobu	Cięte belki	Wycinane kablaki dachowe wagonów	Poręcze	Rozetki	Składaki
	Pily przycinające na wymiar	Przycinanie płyt na długość i szerokość	-	-	-	-	-	-	III	-	-	-	-	-
	Strugarki jednostronne Strugarki dwustronne Gładziarki	Zdejmowanie nierówności i zaczyszczanie	-	-	-	-	-	-	IV	-	-	-	-	-
Kontrolno-rementowy	Wiertarki trzywrzeczionowe	Wywiercanie sęków	-	-	-	-	-	-	-	IV	-	-	-	-
	Strugnice	Zaprawa otworów i zaczyszczanie zapraw	-	-	-	-	-	-	-	VI	-	-	-	-
	Zaprawiaki sęków	Wywiercanie sęków, przygotowanie i smarowanie klejem korków	-	-	-	-	-	-	V	-	-	-	-	-
		Zaprawianie i zaczyszczanie otworów	III	III	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Obrabiarek wykończarek	Strugnice	Trasowanie	-	-	-	-	-	-	-	-	IV	-	V	-
	Pily taśmówki i specjalne tarczowe	Wypilowywanie i skrawędzanie	-	-	IV	-	-	-	-	-	V	-	-	-
	Czoparki jedno i dwustronne oraz skrzynkowe	Nacinanie czopów	-	-	-	VI	VI	-	-	VII	-	-	-	-
	Frezarki do wpustek, dłubiarki i frezarki	Wybieranie wpustów	-	-	V	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Tokarki, tokarko-kopiarki i kijarki	Obtaczanie i kopolowanie	-	-	-	-	-	-	-	-	-	III	VI	-
	Frezarki (pionowe, poziome i ze stołem obrotowym)	Frezowanie kształtowych wgłębień i oprawek	-	-	-	VII	VII	-	-	VIII	VI	-	-	-
	Wiertarki i dłubiarki	Wiercenie, wgłębianie i dłutowanie otworów	-	-	VI	VIII	VIII	-	-	-	-	-	VII	-
	Gładziarki walcowe, taśmowe i tarczowe	Szlifowanie i zaczyszczanie	-	-	-	-	-	-	-	-	-	IV	-	V
	Strugnice	Ręczne zaczyszczanie i kontrola	-	-	-	-	-	-	-	-	IX	VII	-	VIII

Proces technologiczny obróbki części wykonywanych z drewna uszlachetnionego nie różni się prawie zupełnie od podobnego procesu dla części z drewna naturalnego [1,9,17 i 21].

Załoga wydziału składa się z robotników produkcyjnych i pomocniczych.

Robotnicy produkcyjni — są to robotnicy obsługujący obrabiarki i ich pomocnicy, robotnicy zajęci zaczyszczaniem, trasowaniem części itp.

Ilość robotników tej grupy ustala się według poszczególnych zawodów w zależności od ilości stanowisk roboczych i ilości robotników obsługujących jedno stanowisko



Typy obrabiarek	Zestaw paku obrabiarkowego (w stosunku procentowym do ilości wszystkich obrabiarek warsztatu)							
	Szoferki samochodów ciężarowych	Platformy samochodów ciężarowych	Samochody osobowe	Autobusy	Wagony osobowe	Wagony towarowe kryte	Platformy	Kombajny
Pily poprzeczne jednotarczowe	5,5—7,5	20—22,0	1,4—2,0	3,5—6,5	8—9	12—14	} 33,7—34,7	6—6,5
Pily tarczowe podłużne i uniwersalne	7,2—16,6	5,0—6,0	11—13	12—13	26—28	13—12		16—17
Dwupiłowe wyrówniarki końców	—	13—14	—	—	—	—	—	14—15
Pily taśmowe	5,1—6,1	0,4—0,6	9—10	5—7	3,5—5,5	2,5÷3,5	0,5—4	0,8—1,0
Krawędziarki	4,4—5,8	2,5—3,0	1,2—1,5	2—7	7—9	1,5—2	1,1—2,1	3,5—4
Strugarki (jednostronne i czterostronne)	8,8—10,8	25—28	1,5—2,0	9—11	9—12	9—12	20—24	9,5—10
Frezarki	19,2—23,2	5—6	30—31	25—31	9—11	8—10	1—6	10,5—11,5
Wiertarki jednoprzeczlonowe pionowe	2,5—12,7	—	13—15	0,5—0,6	6—8	21—23	0—1,5	2,5—3,0
Wiertarki poziome	1,6—1,8	—	2,5—3,0	0,4—0,6	0,5—0,6	1,5—2,0	10—20	1,5—2
Dłutownice	5—5,5	—	1,0—1,2	1,7—2	8—10	16—18	—	2,5—3,0
Wiertarki wieloprzeczlonowe	13—16	9—10	3,5—4	7—12	—	—	—	16—17
Frezarki do wpustek	1,6—3,5	5—6	2—2,5	0—1,2	—	6—8	1—2,5	2—3
Czopownice jednostronne	0—5,5	—	8—9	10—16	4—5	} 6—8	14—20	8—9
Czopownice dwustronne	3,5—5,3	—	2,5—3,0	2—3	2—3			
Tokarki	—	—	1,5—2,0	0,2—0,5	4—6	—	—	—
Szlifierki	3,6—4,0	—	0,3—0,5	0,4—0,5	6—8	—	—	—
Prasy do sklejanja (z przenośnikiem)	2,8—3	—	4,5—5,0	3—4	1,5—2,0	—	—	—
Różne maszyny specjalne (do wkręcania wkrętów, zabijania gwóźdźi, do cechowania)	4,5—5,0	14—15	1,0—2,0	1—5	—	—	—	—

robocze. W tablicy 6 zebrane są dane dotyczące zapotrzebowania siły roboczej dla stanowisk roboczych wydziału obróbki drewna, przy niezmechanizowanej obsłudze obrabiarek.

Ilość robotników obsługujących obrabiarki można zmniejszyć przez zmechanizowanie podawania półfabrykatów na obrabiarki i ich usuwania po wykonanej operacji (podajniki, podnośniki, stoły zasilające, przenośniki itp.).

Warunek ten jest wytyczną do racjonalniejszego wykorzystania urządzeń przy stosowaniu szybkości podawania ponad 50—60 m/min.

Tablica 6

Nazwa obrabiarki	Ilość robotników produkcyjnych		
	zasadniczych	pomocniczych	ogółem
Pila mahdłowa lub pedałowa czołowa	1	0—2	1—3
Pila czołowa z podawaniem mechanicznym	1	1—2	2—3
Pila podłużna z podawaniem ręcznym	1	0—1	1—2
Pila podłużna z podawaniem mechanicznym	1	1—2	2—3
Krawędziarka	1	—	1
Krawędziarka z podawaniem mechanicznym	1	1	2
Strugarka jednostronna	1	1	2
Strugarka czterostronna	1	1—2	2—3
Czoparka jednostronna	1	—	1
Czoparka dwustronna	1	1—3	2—4
Czoparka skrzynekowa	1	0—1	1—2
Równiarka końców dwupiłowa	1	1—3	2—4
Dłubarka łączuchowa	1	—	1
Wiertarka	1	—	1
Frezarka	1	—	1
Pila taśmowa	1	—	1
Tokarka	1	—	1
Gładziarka walcowa	1	1	2
Gładziarka taśmowa	1	—	1
Prasa do klejenia z przenośnikiem	1	1	2
Maszyna do zszywiania	2	2	4

Robotnicy pomocniczy — są to robotnicy remontowi, narzędziowi, robotnicy warsztatu wzorników i przyrządów, robotnicy przygotowujący klej, robotnicy transportowi, dyżurni elektrotechnicy, ślusarze itd. Ilość robotników pomocniczych wynosi 25—30% ogólnej ilości robotników produkcyjnych.

**Zużycie materiałów.** Wydziały obróbki drewna zużywają tarcicę, forniry i wykonane z nich półfabrykaty, jak również rozmaitego rodzaju półfabrykaty drewniane (płyty stolarskie, drewno uszlachetnione itd). Przy szczegółowym obliczaniu zapotrzebowania tarcicy uwzględnia się objętość drewna:

a. zawartego w gotowych wyrobach (zużycie właściwe) — zgodnie z rysunkami i specyfikacją wyrobów;

b. zdjętego podczas obróbki mechanicznej w postaci naddatków na obróbkę;

c. zbrakowanego z surowca wyjściowego wskutek nieodpowiedniej jakości w stosunku do obowiązujących warunków technicznych.

Wielkości naddatków na grubości części podane są w tablicy 7, zaś na szerokości — w tablicy 8 [68].

Przy struganiu dwukrotnym należy dla części i zespołów przyjmować następujące naddatki dodatkowe:

a. przy struganiu na wyrówniarce pojedynczej płyt klejonych i ram,

przy szerokości strugania do 400 mm — 1 mm,  
przy szerokości strugania 400 do 600 mm — 1,5 mm,  
przy szerokości strugania 600 do 800 mm — 2 mm,

b. na frezowanie pozostawia się na każdą stronę po 3 mm,

c. na wiórkowanie — 0,2 mm,

d. na szlifowanie jednostronne — 0,3 mm,

e. na szlifowanie dwustronne — 0,5 mm,

f. na czoło obcinanie płyt i fornirów — 40 mm,



Tablica 7

Gatunek drewna	Długość części gotowej w m	Szerokość gotowej części w mm	Grubość części gotowej w mm								
			15 — 50			51 — 100			powyżej 100		
			Grupy								
			I	II	III	I	II	III	I	II	III
Normy naddatków na grubość w mm											
Igiłaste	0,5 ÷ 1,0	20 ÷ 100 powyżej 100	4	3	3	5	4	3	6	5	4
	1,0 ÷ 2,0	20 ÷ 100 powyżej 100	5	4	3	6	5	4	7	6	5
	2,0 ÷ 4,0	50 ÷ 100 powyżej 100	6	5	4	7	6	5	8	7	6
	4,0 ÷ 6,0	50 ÷ 100 powyżej 100	7	6	5	8	7	6	9	8	7
Liściaste (oprócz buka)	0,2 ÷ 0,5	20 ÷ 100 powyżej 100	4	3	3	5	4	3	6	5	4
	0,5 ÷ 1,0	20 ÷ 100 powyżej 100	5	4	3	6	5	4	7	6	5
	1,0 ÷ 2,0	20 ÷ 100 powyżej 100	6	5	4	7	6	5	8	7	6
	2,0 ÷ 3,0	20 ÷ 100 powyżej 100	7	6	5	8	7	6	9	8	7

Tablica 8

Gatunek drewna	Długość części gotowej w m	Szerokość części gotowej w mm									
		20 — 50			51 — 100			powyżej 100			
		Grupy									
		I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Normy naddatków na szerokości w mm											
Igiłaste	od 0,5 do 1,0	4	3	3	5	4	3	6	5	4	
	„ 1,0 „ 1,5	5	4	3	6	5	4	7	6	5	
	„ 1,5 „ 2,0	6	5	4	7	6	5	8	7	6	
	„ 2,0 „ 3,0	7	6	5	8	7	6	9	8	7	
	„ 3,0 „ 4,5	8	7	6	9	8	7	10	9	8	
„ 4,5 „ 6,0	—	8	7	—	9	7	—	10	7	8	
Liściaste (oprócz buka)	od 0,2 do 0,5	5	4	3	6	5	4	7	6	5	
	„ 0,5 „ 1,0	6	5	4	7	6	5	8	7	6	
	„ 1,0 „ 1,5	7	6	5	8	7	6	9	8	7	
	„ 1,5 „ 2,0	8	7	6	9	8	7	10	9	7	
	„ 2,0 „ 3,0	9	8	7	10	9	7	11	10	8	

Na długości przyjmuje się następujące naddatki:

a. na wyrównanie czół po suszeniu — 50—100 mm na każdy koniec deski w zależności od stopnia pęknięcia drewna od czół,

b. na ostateczne oberżnięcie na wymiar 10—25 mm na każdy koniec. Przy wielokrotnym obrzynaniu należy dodatkowo przewidywać 3—4 mm na każde obcięcie.

Przy obliczeniach zgrubnych można korzystać ze wskaźników określających zapotrzebowanie drewna (tarcicy) w stosunku procentowym do objętości drewna zawartego w gotowych częściach na jeden wyrób.

W wydziałach obróbki drewna stosowane są jako materiały wyjściowe rozmaite rodzaje drewna uszlachetnionego (tom 4 „Sprawocznika“ „Niemietaliczeskije matieriały“). Stosuje się następujące metody uszlachetniania drewna używanego do budowy maszyn:

a. prasowanie jednolitych kawałków drewna z jednoczesnym zastosowaniem obróbki chemicznej i cieplnej (lignoston) lub bez jej stosowania,

b. prasowanie arkuszy forniru z zastosowaniem różnych substancji klejowych, po uprzednim nasyceniu arkuszy lub poddaniu ich innego rodzaju obróbce chemicznej (lignofol fornir wielowarstwowy itd),

c. prasowanie mąki drzewnej i odpadków drewna z jednoczesnym zastosowaniem obróbki chemicznej i cie-

plnej oraz dodaniem substancji wiążących (masy plastyczne na bazie drewna, płyty cieplne izolujące, deski itp.),

d. nasycanie drewna w celu zwiększenia jego odporności na gnicie lub zarażenie grzybkami, zwiększenia ogniotrwałości lub też ulepszenia poszczególnych (elektroizolacyjnych i innych) własności drewna,

e. pokrywanie drewna w tym celu rozmaitego rodzaju maziemi, lakierami lub natryskanym metalem,

f. zbrojenie drewna i forniru cienkimi arkuszami różnych metali w celu ulepszenia właściwości mechanicznych oraz wyglądu zewnętrznego,

g. wykonywanie płyt stolarskich z kawałków drewna o niskiej jakości, sklejanych ze sobą i z zewnątrz oklejanych arkuszami forniru lub też drewna wyższej jakości.

Produkcja półfabrykatów z drewna uszlachetnionego, szczególnie według procesów „a“, „b“ i „c“ powinna być w zasadzie wykonywana centralnie w przedsiębiorstwach do tego celu wyspecjalizowanych i dostarczających te półfabrykaty fabrykom budowy maszyn.

**Rozplanowanie i rozmiary powierzchni, planowanie urządzeń.** Racjonalne rozplanowanie wydziału obróbki drewna powinno zapewniać:

a. prostoliniowość obiegu w czasie procesu obróbczego ważniejszych części, a przede wszystkim części najcięższych,

b. możliwość stworzenia w każdym oddziale odpowiednich warunków sanitarno-higienicznych i specjalnych warunków technologicznych (w odniesieniu do temperatury, wilgotności, wentylacji i wyciągu),

c. dostatecznie przelotowe przejazdy wzdłuż i w poprzek pomieszczenia wydziału,

d. prawidłowe wzajemne rozmieszczenie obrabiarek, urządzeń transportowych i miejsc składania, wykluczające powstawanie zaburzeń produkcji przy jednoczesnej pracy urządzeń wydziału.

Uszeregowanie produkcyjnych oddziałów i sekcji wydziałów oraz ich urządzeń w kolejności odpowiadającej biegowi potoku produkcyjnego przeprowadza się na podstawie potoku opracowanego dla danego wydziału.

Najczęściej oddziały produkcyjne i ich urządzenia rozmieszcza się odpowiednio do kolejności operacji przewidzianych dla części podstawowych w sposób podany przykładowo w tablicy 4.

Najbardziej celowe rozmieszczenie jest wtedy, gdy oddziały pomocnicze umieszczone są w pobliżu oddziałów przez nie obsługiwanych i tak na przykład:

a. ostrzarnia narzędzi — obok najwięcej z niej korzystających oddziałów krajania wstępnego i oddziału strugarek,

b. warsztat wzorników i przyrządów — w pobliżu oddziału obrabiarek,

c. gotownia kleju — obok oddziału klejenia drewna,

d. oddział remontowo mechaniczny — w miarę możliwości w centralnym punkcie wydziału.

W dużych wydziałach magazyny powinny znajdować się w pobliżu obsługiwanych przez nie oddziałów. W niewielkich zaś wydziałach wskazane umieszczenie magazynów razem, co pozwala na uzyskanie pewnej oszczędności na powierzchni magazynowej oraz zmniejszenie ilości personelu obsługującego.

Pomieszczenia socjalne i biurowe powinny posiadać zarówno wejścia od strony innych wydziałów zakładu, jak i wejścia wewnętrzne na wydział.



Duże wydziały, wykonujące wyroby rozmaitych typów różniących się wyraźnie procesem technologicznym tworzone są często z oddziałów wyspecjalizowanych w produkcji jednego z nich (platformy, autobusy itd.). W oddziałach tych mogą być dublowane obrabiarki, a niekiedy również i całe sekcje (przygotowawcza, sekcja strugarek itp.). Tego rodzaju rozmieszczenie wydziału ułatwia planowanie i organizację produkcji zapewniając stworzenie wyodrębnionych na tej zasadzie potoków produkcyjnych.

Rozmiary powierzchni produkcyjnych przy szczegółowym opracowywaniu projektu ustala się na podstawie rozplanowania wydziału uwzględniającego:

- a. rozmiary poszczególnych urządzeń, włączając w nie również wysięgi części przesuwanych (wózek wałów wysuwalnych, suporty obrotowe itd.),
- b. długości obrabianych części,
- c. rozmiary i ilości miejsc składania przy obrabiarkach,
- d. ilości i szerokości przejazdów.

Rozmiary miejsc składania powinny odpowiadać urządzeniom transportowym, ich ilość zaś — ilości podawanych jednocześnie do obrabiarki i odbieranych z niej typowych części. Przy należytym zorganizowaniu transportu w obrębie wydziału dla większości obrabiarek, z wyjątkiem obrabiarek w oddziale krajania drewna, wystarczające jest, gdy mają one po dwa miejsca składania przy obrabiarkach.

Na każde 12—18 m szerokości pomieszczenia wydziału należy przewidzieć jeden przejazd podłużny o dostatecznej przelotowości, na każde 50 m długości pomieszczenia wydziału — nie mniej niż jeden przejazd poprzeczny. Szerokość przejazdów przejmują się przy ruchu jednokierunkowym — 2 m, przy ruchu zaś dwukierunkowym powinna ona wynosić — 3 m [29].

Tablica 9

Dziedzina budowy maszyn	Powierzchnia w m <sup>2</sup> na jedną obrabiarkę do obróbki drewna
Budowa wagonów: towarowych	75 — 100
osobowych	60 — 80
Budowa samochodów: ciężarowych	60 — 80
i osobowych	50 — 70
Ogólna budowa maszyn ciężkich i budowa maszyn rolniczych	35 — 65
Budowa maszyn lekkich, budowa przyrządów itp.	25 — 40

Uwaga: Większe wartości odpowiadają większym długościom obrabianych części oraz większemu obciążeniu urządzeń.

Przy obliczeniach zgrubnych powierzchni wydziału obróbki drewna można się posługiwać wskaźnikami, określającymi rozmiary powierzchni w m<sup>2</sup> na jedną obrabiarkę służącą do obróbki drewna. Tablica 9 zawiera takie wskaźniki zaczerpnięte z dokumentacji projektowych i zakładowych [60, 61].

Powierzchnia magazynów przejściowych zależy od zaprojektowanej wielkości zapasu magazynowego. Przy obliczeniach szczegółowych zapas ten może być przyjęty odpowiednio do wielkości serii, biorąc pod uwagę wydajność oddziału lub obrabiarek, rolę wyrównawczą pomiędzy nimi będzie odgrywać omawiany magazyn przejściowy.

Przy okolicznościach zgrubnych zapas magazynu przejściowego przyjmuje się w wysokości równej wydajności odpowiednich obrabiarek lub oddziałów w ciągu 0,5—2

zmian. Powierzchnia magazynu na 1 m<sup>3</sup> części w zależności od sposobu ich układania powinna wynosić od 1,0 do 1,5 m<sup>2</sup>.

Zapas narzędzi i materiałów pomocniczych w magazynach wydziałowych powinien być minimalny i obliczony wyłącznie na zaspokojenie potrzeb bieżących wydziału. W projektach wydziałów obróbki drewna w zakładach budowy maszyn średnich [65] przyjmuje się następujące rozmiary powierzchni magazynów:

- narzędziowo — rozdzielczych — 18—36 m<sup>2</sup>,
- materiałów pomocniczych — 9—18 m<sup>2</sup>,
- smarów i paliw 6—9 m<sup>2</sup>,
- przyrządów i wzorników — 18—36 m<sup>2</sup>,
- części zapasowych i materiałów remontowych — 9—18 m<sup>2</sup>.

Większe wartości przyjmuje się dla wydziałów większych.

Przy obliczeniach zgrubnych powierzchni warsztatów pomocniczych (ostrzalni narzędzi, remontowego, wzorników i przyrządów oraz gotowni kleju) można korzystać ze wskaźników koniecznej powierzchni na jednostkę zainstalowanych urządzeń (tablica 10).

Tablica 10

Nazwa warsztatu	Powierzchnia w m <sup>2</sup>	
	na jedną obrabiarkę	na jedno stanowisko robocze pracy ręcznej
Ostrzalnia narzędzi	10 — 15	6 — 10
Remontowy	15 — 20	6 — 10
Wzorników i przyrządów	25 — 35	15 — 20
Gotownia kleju	10 — 20	

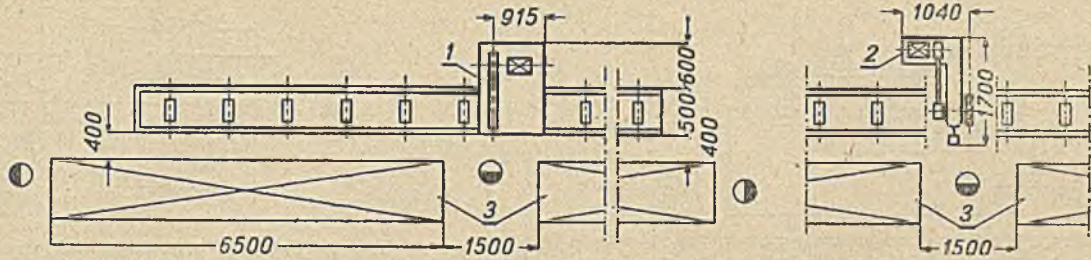
Projektując urządzenia należy brać pod uwagę następujące wymagania racjonalnej organizacji stanowiska roboczego: a. robotnik powinien wkładać minimum wysiłku i zużywać jak najmniej czasu na podawanie części do obrabiarki i odbierania ich z obrabiarki, b. stanowisko robocze powinno być wygodnie usytuowane w stosunku do organów sterowania obrabiarki, c. podwożenie (dostarczanie) części do obrabiarki oraz odwożenie (odbieranie) ich z obrabiarki nie powinno przeszkadzać pracy samej obrabiarki, d. możliwość nieszcześnie wypadków powinna być całkowicie wykluczona. Zagadnienie to najlepiej można rozwiązać przez zmechanizowanie podawania do obrabiarki i odbierania z niej części za pomocą przenośników, wind, podnośników pochyłych, stołów zasilających, podajników magazynowych itd. Przy korzystaniu z urządzeń transportowych bezszynowych (wózki podnośne-elektryczne lub ręczne) celowe jest składanie części obok obrabiarek na przenośnych podstawkach (platformach).

Schematy rozplanowania stanowisk roboczych podane są na rysunkach 11—35. Obrabiarki w wydziałach obróbki drewna rozmieszcza się w szeregu według kolejności przebiegu w danym potoku przebiegu technologicznego. Grupowanie obrabiarek jednorodnych stosuje się tylko w przedsiębiorstwach odznaczających się częstą zmianą produkowanych przedmiotów (produkcja jednostkowa i drobnoseryjna).

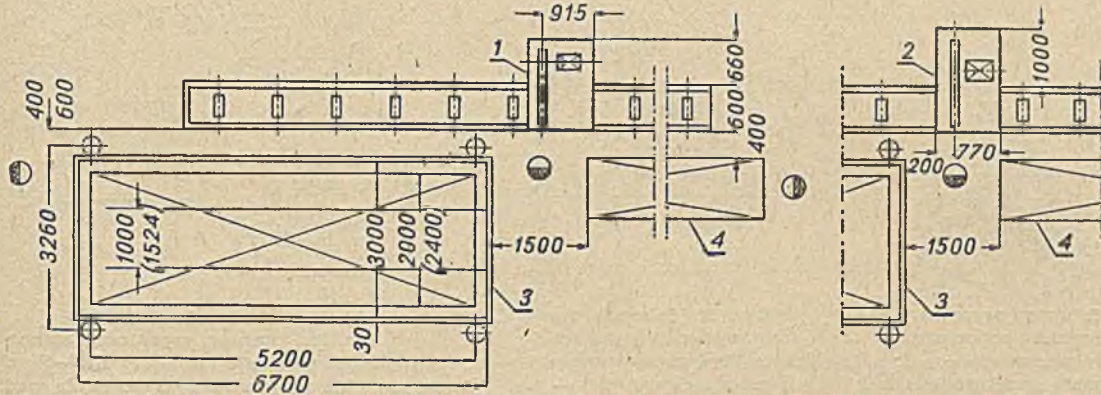
Szerokość naw wydziałów obróbki drewna przyjmuje się od 9 do 18 m przy odstępie słupów 6 i 12 m.<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Dane według modułu budowlanego obowiązującego w ZSRR (uwaga redakcji).

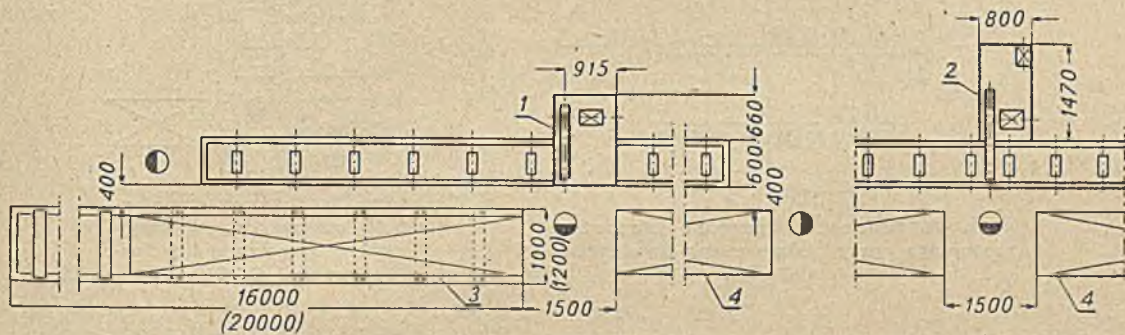




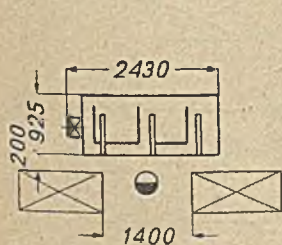
Rys. 11. Schemat organizacji stanowisk roboczych przy piłach tarczowych z niezmechanizowanym podawaniem części: 1 — piła wahadłowa M3Y, 2 — płyty pedałowe ŁK5, 3 — miejsca składania.



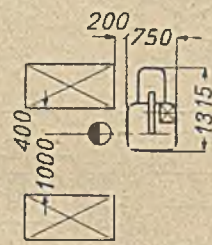
Rys. 12. Schemat organizacji stanowisk roboczych przy piłach tarczowych z podawaniem części za pomocą windy o nośności 20 t: 1 — piła wahadłowa M3Y, 2 — piła tarczowa ŁKШ, 3 — winda pionowa; 4 — miejsca składania.



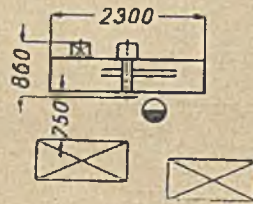
Rys. 13. Schemat organizacji stanowisk roboczych przy piłach tarczowych z podawaniem części za pomocą przenośnika rolkowego: 1 — piła wahadłowa M3Y, 2 — piła tarczowa z automatycznym podawaniem CE Wadkin, 3 — przenośnik rolkowy, 4 — miejsca składania.



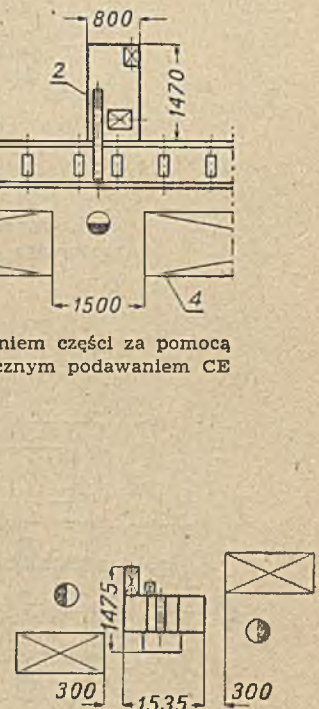
Rys. 14. Schemat organizacji stanowiska roboczego przy obrabiarce do wyrównywania końców ŁK-3 z ręcznym podawaniem części.



Rys. 15. Schemat organizacji stanowiska roboczego przy piłe taśmowej.

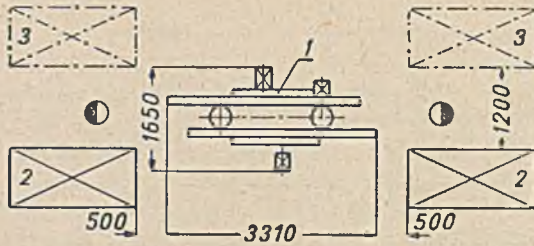


Rys. 16. Schemat organizacji stanowiska roboczego przy krawędziarce.

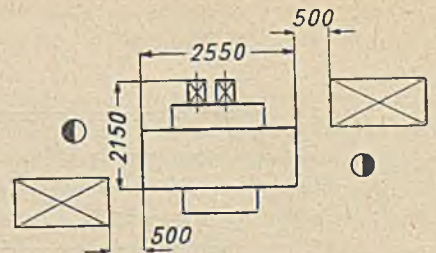


Rys. 17. Schemat organizacji stanowiska roboczego przy strugarce jednostronnej CP6-2C.

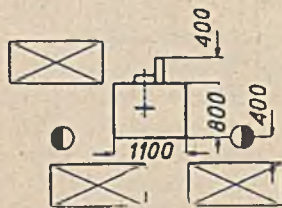




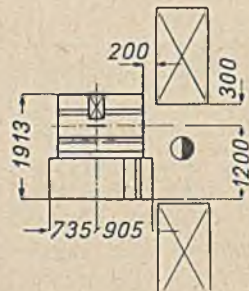
Rys. 18. Schemat organizacji stanowiska roboczego przy strugarce kształtowej CΦK — 1; 1 — obrabiarka CΦK — 1; 2 — miejsca składania przy dwuoperacyjnej obróbce części; 3 — dodatkowe miejsca składania przy jednooperacyjnej obróbce części.



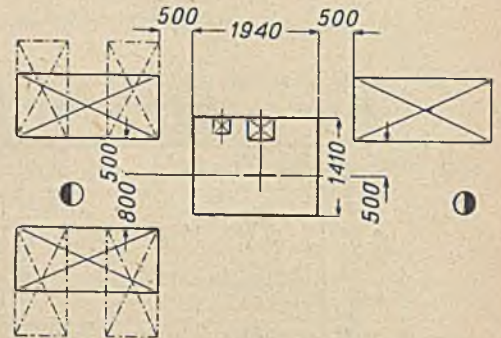
Rys. 19. Schemat organizacji stanowiska roboczego przy strugarce dwustronnej C2P — 10.



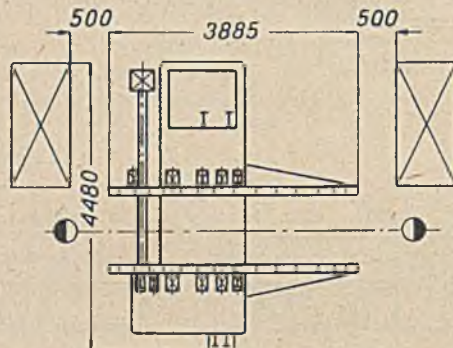
Rys. 20. Schemat organizacji stanowiska roboczego przy pile tarczowej Ц-3 do rozcinania wzdłużnego.



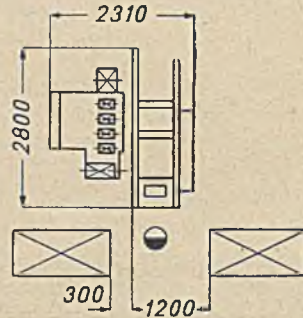
Rys. 21. Schemat organizacji stanowiska roboczego przy uniwersalnej pile tarczowej ЦУ — 2.



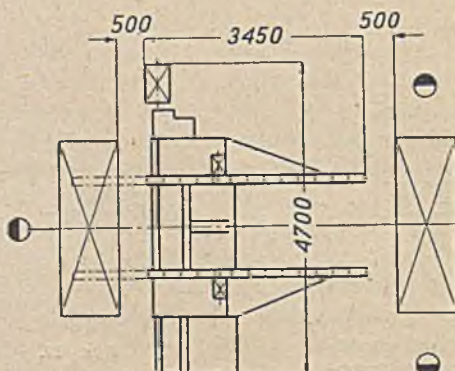
Rys. 22. Schemat organizacji stanowiska roboczego przy pile tarczowej ЦДК-3 z przenośnikiem gaśnicowym do cięcia wzdłużnego.



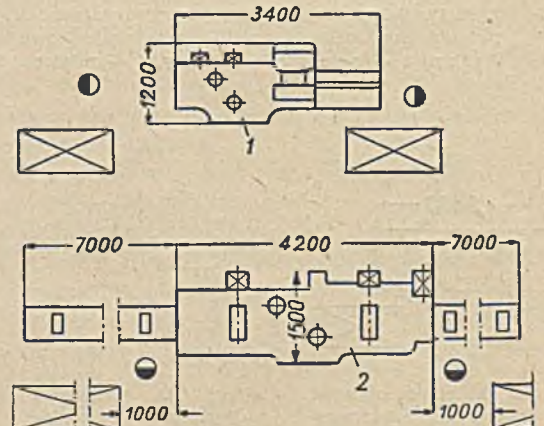
Rys. 23. Schemat organizacji stanowiska roboczego przy czopownicy dwustronnej ШД — 12.



Rys. 24. Schemat organizacji stanowiska roboczego przy czopownicy jednostronnej ШДО — 6.

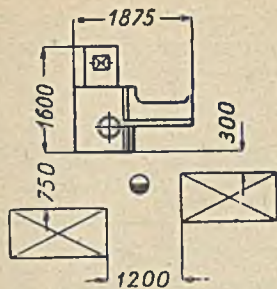


Rys. 25. Schemat organizacji stanowiska roboczego przy dwupłowej wyrówniarce końców z podawaniem za pomocą przenośnika oraz z urządzeniem do układania części.

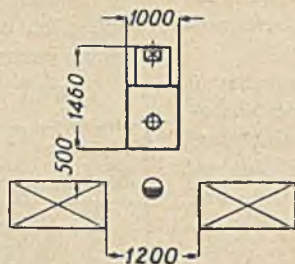


Rys. 26. Schemat organizacji stanowiska roboczego przy czterostronnej strugarce — żłobiarce CK-15 i СП-30; 1 — obrabiarka CK-15, 2 — obrabiarka СП-30.

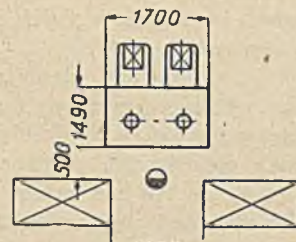




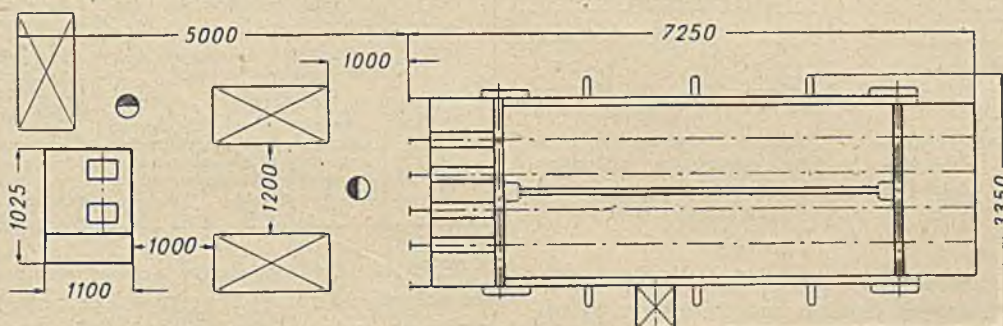
Rys. 27. Schemat organizacji stanowiska roboczego przy frezarce  $\Phi 11-2$  M z ramą do czopowania.



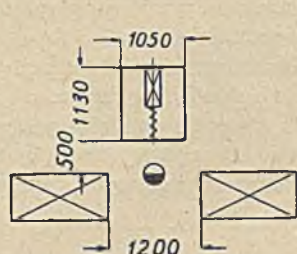
Rys. 28. Schemat organizacji stanowiska roboczego przy frezarce dwuwrzecionowej  $\Phi 2-2$  M.



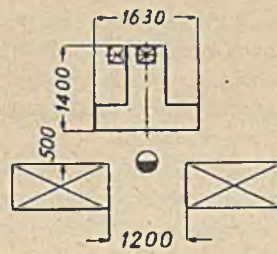
Rys. 29. Schemat organizacji stanowiska roboczego przy frezarce jednowrzecionowej  $\Phi H-2$  M.



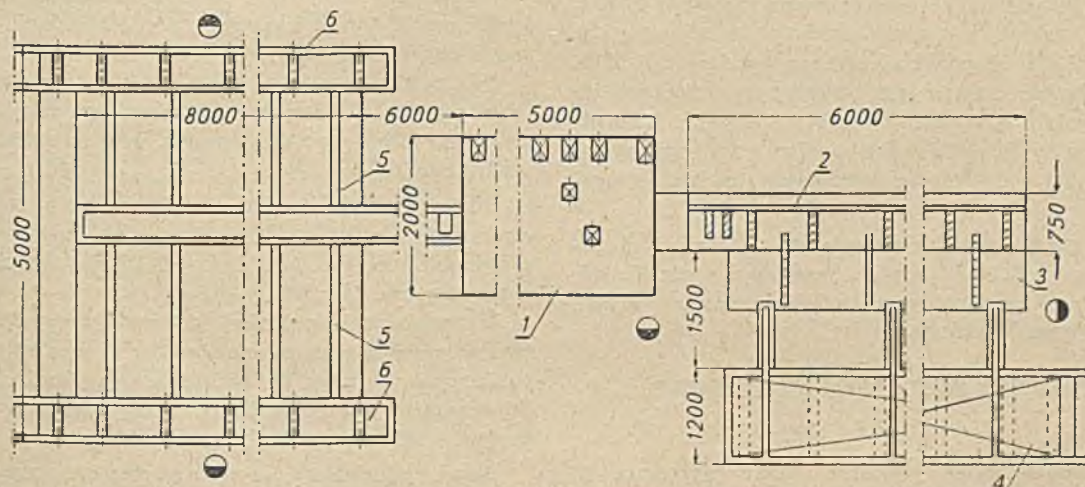
Rys. 30. Schemat organizacji stanowisk roboczych przy prasie do klejenia PK-1 z przenośnikiem oraz przy walcach KB-40-1 do smarowania klejem: 1 — prasa PK-1, 2 — walce KB-40-1.



Rys. 31. Schemat organizacji stanowiska roboczego przy wiertarko-dłutownicy poziomej CBFD-3.



Rys. 32. Schemat organizacji stanowiska roboczego przy dłutownicy łańcuchowej ДПА.

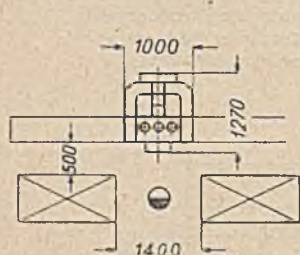


Rys. 33. Schemat organizacji stanowisk roboczych przy strugarce czterostronnej: 1 — strugarka czterostronna, 2 — stół zasilający, 3 — podnośnik pochyły, 4 — podajnik rolkowy, 5 — przenośniki łańcuchowe, 6 — stoły automatycznych pił czołowych.

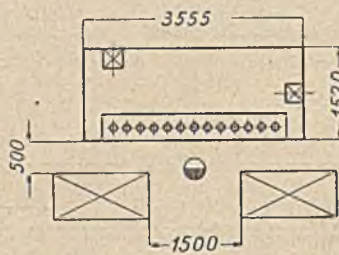


Nawa dziewięciometrowej szerokości jest wygodna do równoległego umieszczenia dwóch rzędów obrabiarek małych typorozmiarów.

Odległości pomiędzy obrabiarkami umieszczonymi w jednym rzędzie przyjmuje się z uwzględnieniem długości największej części. Odległość pomiędzy obrabiarkami w kierunku poprzecznym powinna być nie mniejsza niż 0,8–0,9 m (jeżeli nie ma miejsc składania). Odległość obrabiarek od ścian i poszczególnych słupów powinna wynosić 0,6–1 m [27].



Rys. 34. Schemat organizacji stanowiska roboczego przy wiertarce wielorzęcionowej CB3-C.



Rys. 35. Schemat organizacji stanowiska roboczego przy wiertarce wielorzęcionowej CB-30.

Przykłady rozplanowania wydziałów obróbki drewna w zakładach rozmaitych dziedzin budowy maszyn są podane na rys. od 36 do 39.

Na rys. 36 podany jest *wydział obróbki drewna w zakładach masowej produkcji wagonów towarowych*. Słupy budynku rozstawione są w siatce o wymiarach  $6 \times 12$  m. Jako materiał wyjściowy do produkcji służy tarcica o wymiarach znormalizowanych. Obróbka części jest wykonywana w czterech jednorodnych potokach. Obrabiarki poszczególnych potoków są powiązane pomiędzy sobą przenośnikami poprzecznymi i podłużnymi. Potoki przepływają równolegle do podłużnej osi wydziału.

Na rys. 37 jest pokazane rozplanowanie *obróbki drewna w dużych zakładach budowy samochodów osobowych i ciężarowych*. Siatka słupów ma wymiary  $6 \times 12$  m. Oddziały produkcyjne wydziału są wyspecjalizowane według części wyrobów (platformy, samochody osobowe, autobusy i inne). Potoki są skierowane równolegle do osi podłużnej wydziału. Transport wewnątrz wydziału odbywa się za pomocą wózków typu Fairbanks.

Na rys. 38 podane jest rozplanowanie *wydziału obróbki drewna w zakładach masowej budowy samochodów ciężarowych*. Siatka słupów budynku ma wymiary  $6 \times 12$  m. Wydział obróbki drewna jest umieszczony w jednym zespole budynków z wydziałem suszenia drewna. Oddziały wydziału są wyspecjalizowane według grup wykonywanych operacji (oddział przygotowawczy, oddział strugarki itd.).

Potoki przepływają równolegle do osi podłużnej pomieszczenia wydziału. Transport wewnątrz wydziału odbywa się za pomocą przenośników transporterowych i wózków typu Fairbanks.

## WYDZIAŁY STOLARSKO MONTAŻOWE

(III klasa, 3 i 4 grupa)

Przeznaczenie, skład wydziału i dane wyjściowe do projektowania. Wydziały stolarsko-montażowe są *przeznaczone* do stolarskiego montażu zespołów i wyrobów ostatecznych.

Przykład uszeregowania zasadniczych grup operacji według ich kolejności w obiegu wyrobu w montażu stolarskim pokazany jest w tablicy 11.

Tablica 11

Kolejność grup operacyjnych	Nazwa grupy operacji	Urządzenia
I	Zaczyszczanie i ręczne wykańczanie części	Strugnica
II	Dopasowywanie wstępne poszczególnych połączeń	Strugnica
III	Montaż wstępny zespołów	Stanowisko i strugnica
IV	Sklejanie miejsc łączenia i fornrowanie	Prasa z przenośnikiem lub zwykłe ściski i strugnica
V	Wzmocnianie dodatkowe miejsc łączenia za pomocą wkrętów, gwoździ i kołków	Strugnica, maszyna specjalna
VI	Zaczyszczanie miejsc łączenia	Równiarki jednostronne, gładziarka itp. Strugnica
VII	Obróbka mechaniczna zespołów podczas montażu	Pły uniwersalne i taśmowce, frezarki, wiertarki, dłubarki, krawędziarki itp.
VIII	Montaż ostateczny wyrobu wraz z ręcznym zaczyszczaniem i zamocowaniem drobnych okuć i przyborów (zawiasów, uchwyty, zamków itp.)	Ściski mechaniczne lub ręczne Strugnica

Wyliczone operacje stanowią zasadniczo całość kształtów robót stolarskich, z których poszczególne mogą jednak powtarzać się częściowo przy montażu określonego wyrobu, po kilka razy przy obróbce poszczególnych zespołów lub wyrobu jako całości.

Każda grupa operacji może być dalej dzielona (w większym lub mniejszym stopniu) na poszczególne operacje lub przejścia w zależności od stopnia stosowanego podziału pracy.

Zasadniczy zespół operacji montażu stolarskiego decyduje o składzie wydziału.

Wydziały stolarsko-montażowe wynikają z programu wyrobów, wchodzi następujące oddziały produkcyjne i pomocnicze, magazyny, pomieszczenia służbowe i socjalne.

### Oddziały produkcyjne:

oddział stolarsko-przygotowawczy (zaczyszczanie, ręczne dopasowywanie, przygotowanie części i wstępny montaż zespołów),

oddział klejenia i fornrowania (sklejanie zespołów, płyt klejonych, płyt stolarskich, fornrowanie części i zespołów),

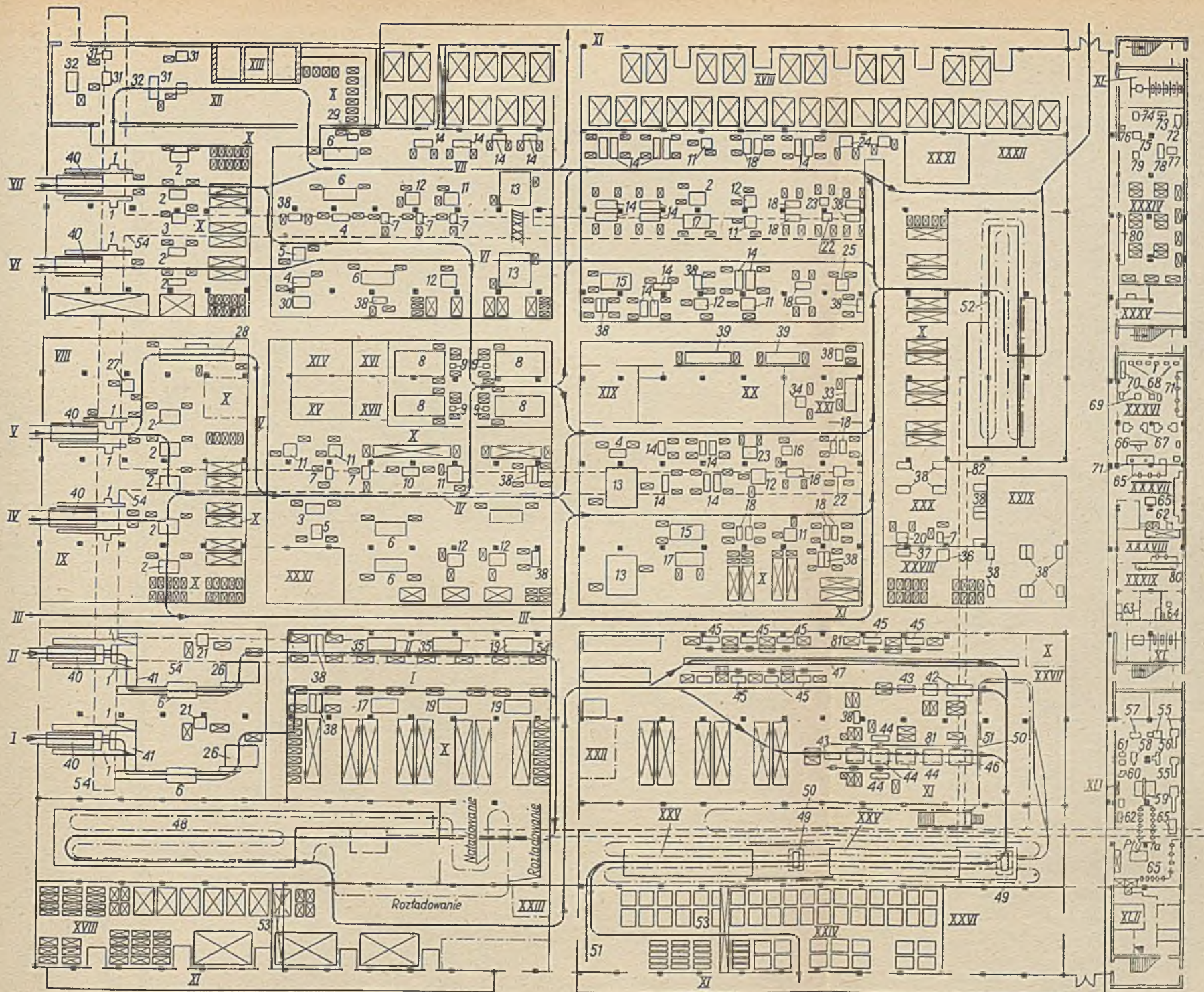
oddział stolarsko-obrabiarkowy (mechaniczna obróbka zespołów, ostruganie po sklejeniu, wykańczanie piór i wpustów, oprawa, wiercenie, dłutowanie, szlifowanie itd.),

oddział stolarsko-zbrojeniowy (ręczne zaczyszczanie i szlifowanie zmontowanych zespołów, zamocowywanie przyborów i drobnych okuć, jak zawiasów, uchwytów, zamków itd).

W wydziałach o produkcji potokowej wszystkie wspomniane prace są wykonywane w obrębie zamkniętych linii potokowych; wymaga to stworzenia w wydziałach stolarsko-montażowych oddziałów produkcyjnych wyspecjalizowanych według typów wykonywanych wyrobów.

Skład oddziałów pomocniczych, magazynów, pomieszczeń służbowych i socjalnych wydziału stolarsko-montażowego jest podobny do składu w wydziałach obróbki drewna (mechanicznej obróbki drewna).



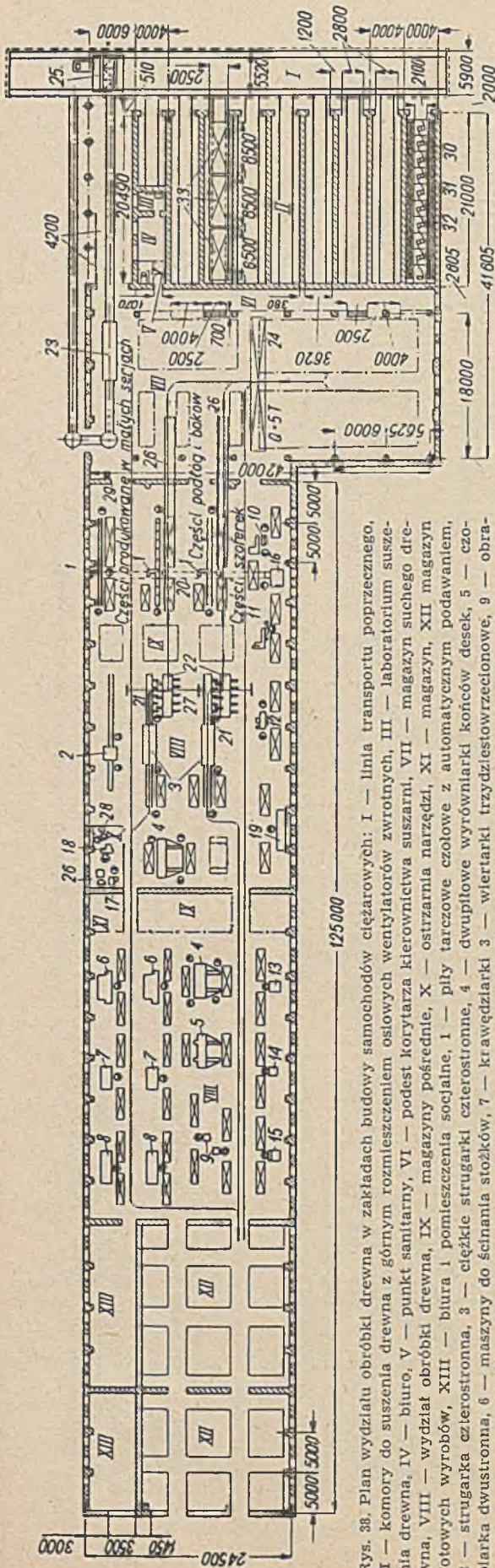


Rys. 37. Rozplanowanie wydziału obróbki drewna w dużych zakładach budowy samochodów osobowych i ciężarowych: I i II — linie obróbki i montażu platform, III, IV i V — to samo dla szoferek, VI — to samo dla zespołów samochodów osobowych, VII — to samo dla zespołów autobusów, VIII — magazyn odpadków twardych gatunków drewna przeznaczonych do przeróbki na drobne części, IX — magazyn odpadków miękkich gatunków drewna przeznaczonych do przeróbki na drobne części, X — magazyny przejściowe, XI — stanowiska załadunkowe, XII — oddział gęłca drewna, XIII — komory suszenia w oddziale gęłca drewna, XIV — palarnia, XV — biuro wydziałowe, XVI — punkt sanitarny, XVII — gotownia kleju, XVIII — magazyny części, XIX — magazyn narzędziowy, XX — magazyn przyrządów, XXI — oddział szlifierski, XXII — powierzchnie stanowisk roboczych remontowo-stolarskich, XXIII — powierzchnia stanowisk okuwaczy, XXIV — magazyn platform zmontowanych, XXV — komory do suszenia platform malowanych, XXVI — magazyn materiałów pomocniczych, XXVII — powierzchnia stanowisk kontrolno-remontowych, XXVIII — sekcja wykonywania tarcz skrzynekowych, XXIX — magazyn opakowań, XXX — stanowisko kontrolno-remontowe, XXXI — transformatornie, XXXII — sekcja kompletowania części, XXXIII — pomieszczenie dla mistrza, XXXIV — warsztat przyrządów, XXXV — punkt lekarski, XXXVI — ostrzarnia narzędzi, XXXVII — remontowy warsztat elektrotechniczny, XXXVIII — warsztat blacharski, XXXIX — punkty przewodów rurowych, XL — punkty sanitarne, XLI warsztat remontowo-mechaniczny, XLII — pomieszczenia pomocnicze. Oddział maszynowo-obrabiarkowy: 1 — piły wahadłowe, 2 — piły tarczowe do cięcia wzdłużnego, 3 — krawędziarki z automatycznym podawaniem, 4 — krawędziarki, 5 — wyrówniarki jednostronne, 6 — strugarki dwustronne, 7 — piły taśmowe, 8 — prasy do sklejenia, 9 — walce do smarowania klejem, 10 — krawędziarki obwodowe, 11 — piły tarczowe uniwersalne, 12 — czoparki jednostronne, 13 — czoparki dwustronne, 14 — dwuwrzecionowe wiertarki pionowe, 15 — frezarki ze stołem obrotowym, 16 — frezarki kopiarki, 17 — krawędziarki, 18 — wiertarki dziesięciowrzecionowe, 19 — wiertarki trzydziestowrzecionowe, 20 — wiertarka jednowrzecionowa, 21 — obrabiarki do zaprawy sęków, 22 — wiertarki poziome, 23 — wiertarko - dłutownice automatyczne, 24 — dłutownice łańcuchowe, 25 — maszyna do wkrętów, 26 — obrabiarki do obrzynania końców desek, 27 — listwarka, 28 — obrabiarka do łączenia krawędzi, 29 — piła tarczowa, 30 — tokarka, 31 — maszyny do gęłca, 32 — bębny do parzenia drewna, 33 — szlifierki taśmowe, 34 — szlifierki kombinowane, 35 — maszyna do ścinania stożków, 36 — piła przycinająca, 37 — zbijarka, 38 — stoły stolarskie, 39 — prowadnice montażowe, 40 — windy, 41 — przenośniki łańcuchowe. Oddział montowania platform: 42 — prowadnica do belek poprzecznych, 43 — prowadnica do belek podłużnych, 44 — prowadnica do podłóg, 45 — prowadnice do boków, 46 — przenośnik rolkowy, 47 — przenośnik taśmowy. Oddział gruntowania i malowania: 48 — urządzenia do gruntowania i suszenia, 49 — urządzenia do malowania i suszenia, 50 — przenośnik do szpachlowania, 51 — podnośniki szynowe o nośności 1 T, 52 — urządzenia do gruntowania i suszenia twardych gatunków drewna, 53 — warsztatowa suwnica jednobelkowa, 54 — przenośniki. Baza remontowa: 55 — tokarki ze śrubą pociągową, 56 — frezarka uniwersalna, 57 — szlifierka do szlifowania na okrągło, 58 — strugarka poprzeczna, 59 — strugarka podłużna, 60 — piła transmisyjna nożowa, 61 — toczak, 62 — wiertarki, 63 — ognisko kowalskie, 64 — elektryczny spawalniczy aparat, 65 — stoły stolarskie. Ostrzarnia narzędzi: 66 — ostrzarki do pił taśmowych, 67 — ostrzarki do pił tarczowych, 68 — ostrzarki do noży, 69 — ostrzarki do frezów, 70 — różne ostrzarki, 71 — stoły ślusarskie. Warsztat urządzeń i przyrządów, 72 — strugarka poprzeczna, 73 — wiertarka do metali, 74 — szlifierka szmerglowa, 75 — piła taśmowa, 76 — wiertarka, 77 — wyrówniarka jednostronna, 78 — krawędziarka, 79 — obrabiarka kombinowana, 80 — stoły stolarskie.









Rys. 38. Plan wydziału obróbki drewna w zakładach budowy samochodów ciężarowych: I — linia transportu poprzecznego, II — komory do suszenia drewna z górnym rozmieszczeniem osłowych wentylatorów zwrotnych, III — laboratorium suszenia drewna, IV — biuro, V — punkt sanitarny, VI — podest korytarza kierownictwa suszarni, VII — magazyn suchego drewna, VIII — wydział obróbki drewna, IX — magazyn pośrednie, X — ostrzarnia narzędzi, XI — magazyn, XII magazyn gotowych wyrobów, XIII — biura i pomieszczenia socjalne, 1 — pily tarczowe czolowe z automatycznym podawaniem, 2 — strugarka czterostonna, 3 — ciężkie strugarki czterostonne, 4 — dwupitowe wyrówniarki końców desek, 5 — czopiarzka dwustronna, 6 — maszyny do ścinania stożków, 7 — krawędziarki 3 — wiertarki trzydziestowrzecionowe, 9 — obrabialarki do zaprawy sęków, 10 — pila podłużna, 11 — krawędziarka, 12 — wyrówniarka jednostronna, 13 — pila taśmowa, 14 — frezarka pionowa, 15 — wiertarka pozioma, 16 — tłuczka, 17 — ostrzarka, 18 — wiertarka, 19 — stół do trasowania, 20 — przenośnik taśmowy, 21 — stoły zasilające, 22 — podnośniki pochyłe, 23 — podnośnik śrubowy, 24 — suwnica mostkowa o nośności 5 t, 25 — wózek transportowy, 26 — przenośniki rolkowe, 27 — podnośnik elektryczny, 28 — stół ślusarski, 29 — dociąg, 30 — przegródki, 31 — grzejniki, 32 — wentylatory ЦАГН 33 — wagoniki obsługujące suszarnie.

Wyjściowe dane do projektowania wydziałów stolarsko-montażowych wynikają z programu wydziału uzupełnionego specyfikacjami montowanych zespołów, rysunkami wyrobów i warunkami technicznymi. W montażowych specyfikacjach zespołów powinny być podane nazwy i ilości montowanych zespołów, nazwy i numery części danego zespołu, ich ilość oraz objętość po obróbce. Przy projektowaniu zgrubnym zamiast szczegółowej specyfikacji zespołów może być podany wykaz montowanych zespołów i sumaryczna objętość po obróbce według każdego gotowego przedmiotu wchodzącego do programu wyrobów.

Urządzenie i załoga. Przy obliczeniach szczegółowych ilość obrabiarek i stanowisk roboczych koniecznych do wykonywania operacji stolarskich ustala się na podstawie pracochłonności operacji określonej normami zebranymi w kartach technologicznych w odpowiednich zestawieniach. Przy obliczeniach zgrubnych można korzystać w tym celu ze wskaźników pracochłonności (w godzinach na 1 m<sup>3</sup> drewna zawartego w gotowych częściach) zaczerpniętych z praktyki wydziałów produjących o produkcji pokrewnej produkcji wydziału projektowanego. Tak np. w wykonanych projektach zakładów budowy samochodów, wagonów i innych [65, 66] pracochłonność robót stolarskich ( w godz/m<sup>3</sup>) wynosi:

dla samochodów osobowych i autobusów 65—80,

dla wagonów osobowych 45—60,

dla kombajnów 30—50,

dla korpusów i futerałów do różnych przyrządów 110—170.

Orientacyjnie na każde 40—50 stołów stolarskich może być przyjęty:

a. komplet obrabiarek zawierający krawędziarkę, wyrówniarkę jednostronną, pilę taśmową, frezarkę, szlifierkę, wiertarko-dłutownicę i ostrzarkę, jak również w miarę potrzeby i specjalne odpowiednie obrabiarki.

b. komplet narzędzi o napędzie elektrycznym (lub pneumatycznym) — pila elektryczna, strug elektryczny, ręczna wiertarka elektryczna, wkrętak elektryczny, ręczna szlifierka elektryczna itp.

Stoły stolarskie typu znormalizowanego powinny być zaopatrzone w kontakty do włączania narzędzi i grzałek elektrycznych.

Porównanie pracochłonności stolarskiej obróbki miękkich gatunków drewna za pomocą narzędzi ręcznych oraz narzędzi z napędem elektrycznym i pneumatycznym jest przeprowadzone w tablicy 13 [31, 32].

Do prac montażowych i do sklejania są stosowane mechaniczne urządzenia pneumatyczne — ścisłki, prowadnice, kierownice, jak również stoły i płyty. Sztuczne suszenie z podgrzewaniem parowym i elektrycznym skraca proces schnięcia połączeń klejonych z 18—24 do 0,5 godziny dla kleju kostnego, a do 2 godzin — dla kleju z mizdry itd. [57].

Wyposażenie wydziałów stolarskich w urządzenia do transportu bezszynowego jest takie, jakie stosuje się dla wydziału obróbki drewna. Linie potokowe wydziałów stolarsko-montażowych wyposaża się w urządzenia przenośnikowe.



Tablica 12

Operacja	Jednostka odniesienia	Narzędzie	Czas zasadniczy w min
Poprzeczne rozcinanie kłosa 100 x 100 mm	1 cięcie	Piła ramowa	0,78
		Piła tarczowa elektryczna	0,20
Podłużne rozcinanie deski o grubości 100 mm	1m bież.	Piła ramowa	6,8
		Piła tarczowa elektryczna	1,75
Struganie powierzchni płaskich o szerokości 100 mm z nadkładem 2 — 4 mm	1m <sup>2</sup>	Strug	18,0
		Strug elektryczny	0,35
Wiercenie wiertłem krętym przy wygodnym ustawieniu otworów o 10 mm średnicy 150 mm głębokości	1 otwór	Wiertarka ręczna Wiertarka ręczna z napędem elektrycznym	0,22
Wkręcanie wkrętów przy wygodnym ustawieniu dla średnicy 6 mm i głębokości 50 mm	1 wkręt	Wkrętak ręczny Wkrętak elektryczny	0,69 0,18
Zaczyszczanie ostateczne powierzchni płaskich o wielkości 0,8 — 1,5 m <sup>2</sup>	1m <sup>2</sup>	Skóra ręczna	1,6
		Wibrator	1,0

Liczebność robotników produkcyjnych — stolarzy i robotników pracujących na obrabiarkach — ustala się na podstawie przyjętej pracochłonności planowanych robót. Robotnicy pomocniczy (robotnicy transportowi, ślusarze i elektromonterzy, robotnicy remontowi, narzędziowcy itd.) stanowią 20—25% ogólnej ilości robotników produkcyjnych [60].

**Zużycie materiałów.** Do wydziałów stolarsko-montażowych są dostarczane części drewniane, obrabione w wydziale obróbki drewna, fornier w arkuszach i listwy, płyty stolarskie, części metalowe (zawiasy, podwieszki, zamki, uchwyty itd.). Części drewniane powinny posiadać nadkładki na obróbkę podczas procesu montażowo stolarskiego.

Zużycie materiałów określa się na podstawie rysunków i specyfikacji montowanych wyrobów.

**Rozplanowanie i rozmiary powierzchni oraz rozmieszczenie urządzeń.** Rozplanowanie wydziału stolarsko-montażowego dla produkcji masowej i wielkoseryjnej (niekiedy seryjnej) przeprowadza się oddzielnymi potokami wyspecjalizowanymi dla poszczególnych wyrobów; cały zespół operacji tworzących dany proces technologiczny zbiera się w jednym potoku. Urządzenia i inwentarz pomocniczy umieszcza się wzdłuż przenośników obsługujących dany potok.

Przy produkcji małoseryjnej wydział stolarsko-montażowy dzieli się na oddziały i sekcje odpowiadające najbardziej charakterystycznemu dla danej produkcji następstwu procesów technologicznych. W tym przypadku urządzenie i inwentarz produkcyjny grupuje się w odpowiednich grupach technologicznych: stoły stolarskie i urządzenia montażowe rozmieszcza się w oddziałach stolarsko-montażowym i stolarsko-zbrojeniowym, prasy, ścisiki, stoły stolarskie — w oddziale klejenia, komplet obrabiarek — w oddziale stolarsko-obrabiarkowym itd.

Rozmiary powierzchni wydziału ustala się w czasie opracowania szczegółowego projektu, opierając się na rozplanowaniu urządzeń i uwzględniając ich rozmiary, miejsca składowania, przejazdy itd. Przy obliczeniach zgrubnych można przyjmować rozmiary powierzchni oddziałów produkcyjnych licząc na jedną strugnicę 16—20 m<sup>2</sup>, a na jedną obrabiarkę do obróbki drewna — 25 — 35 m<sup>2</sup>. Powierzchnia stanowisk montażowych stanowi 25—30% powierzchni zajmowanej przez stoły stolarskie.

Powierzchnie oddziałów i sekcji pomocniczych ustala się podobnie jak dla wydziałów obróbki drewna.

Przykłady rozplanowania wydziałów stolarsko-montażowych podane są na rysunkach 39 i 40.

Rys. 39 pokazuje rozplanowanie wydziału stolarsko-montażowego w zakładach wielkoseryjnej budowy wagonów osobowych. Osobliwością tego rozplanowania jest przeważające stosowanie potokowej metody pracy na oddzielnych wyspecjalizowanych grupach stołów stolarskich. Obrabiarki obsługujące potok są rozmieszczone w poszczególnych grupach odpowiednio do przebiegu procesu technologicznego. Transport wewnętrzny wydziału wykonywany jest za pomocą wózków podnośnych elektrycznych i ręcznych.

Na rys. 40 podane jest rozplanowanie wydziału stolarsko-montażowego produkcji drobnoseryjnej. Praca jest wykonywana stale na poszczególnych stołach stolarskich. Obrabiarki są zgrupowane w jednym miejscu. Transport wewnętrzny wydziału odbywa się za pomocą wózków podnośnych ręcznych i zwykłych wózków ręcznych.

## WYDZIAŁY MODELARSKIE

### (IV klasa)

**Przeznaczenie, skład wydziału i dane wyjściowe do projektowania.** Wydział modelarski jest przeznaczony do wykonywania modeli drewnianych do odlewania bezpośredniego kształtowych części metalowych, jak również modeli o podwójnym skurcu do wykonania modeli metalowych. Tu również wykonuje się modele do różnych części wyposażenia odlewniczego (skrzynki formierskie, płyty, wzorniki kontrolne itd.).

W skład wydziału modelarskiego wchodzi następujące oddziały produkcyjne:

oddział przygotowawczy (cięcie z surowca i ostruganie zgrubne półfabrykatów),

oddział stolarsko-klejarski (wykonywanie znormalizowanych elementów modeli — płyt, ramiaków, bębnow, skrzynek, jak również modeli skrzynek formierskich oraz pozostałego prostego wyposażenia odlewniczego),

oddział modelarsko-montażowy (wykańczanie części zespołów modeli jak również ich montaż),

oddział kontrolny (sprawdzanie wymiarów i konstrukcji modeli),

oddział lakierniczy (malowanie modeli i umieszczanie na nich napisów).

W wydziałach, które wykonują znaczne ilości modeli do odlewów różnych wielkości, mogą być przewidziane oddziały wyspecjalizowane w montażu dużych, średnich i drobnych modeli i wydzielone w każdej z tych grup oddzielne sekcje modelarsko-montażowe, kontrolne i lakiernicze.

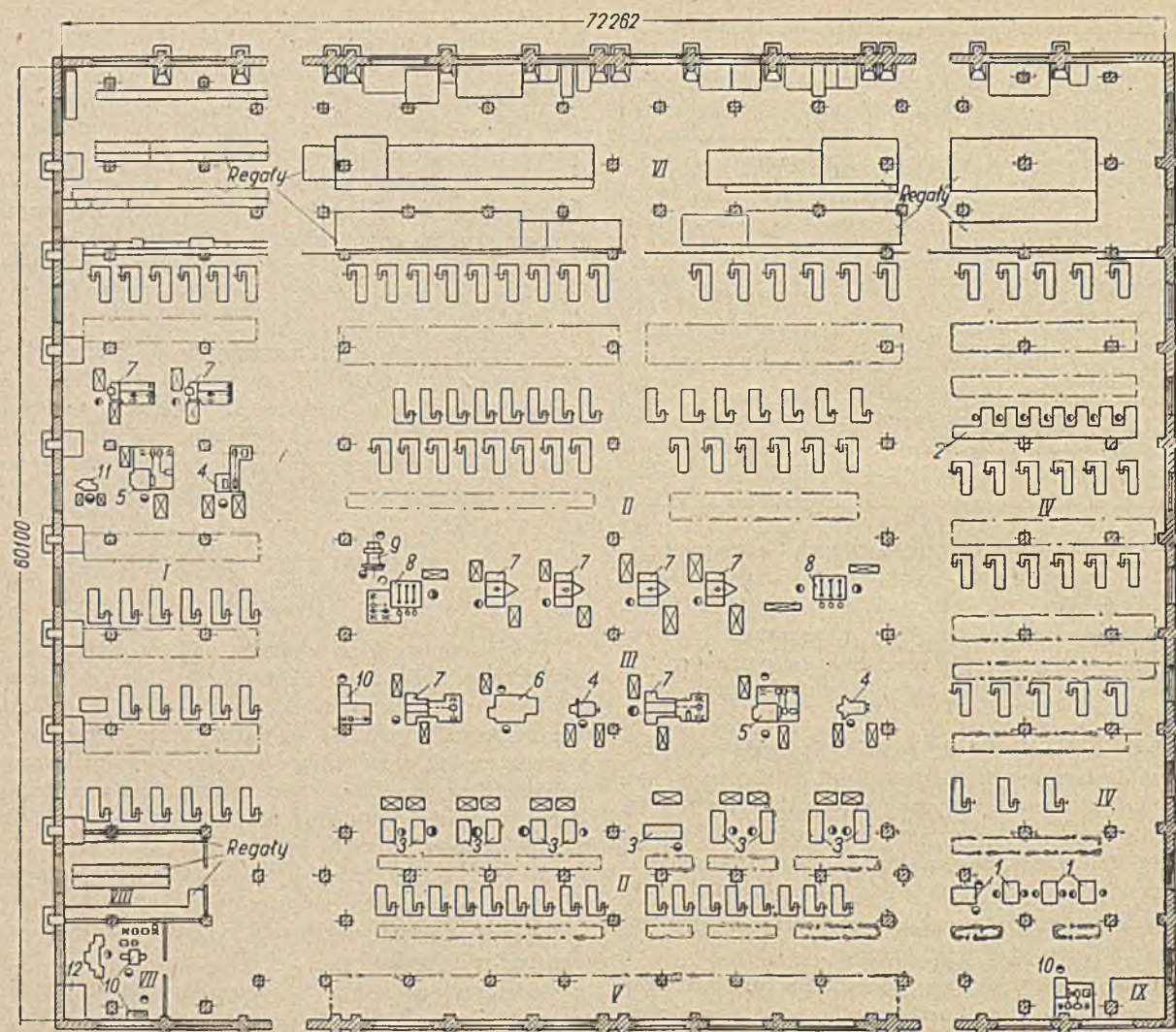
Oddziały pomocnicze wydziałów modelarskich swym składem i przeznaczeniem odpowiadają podobnym oddziałom w wydziałach mechanicznej obróbki drewna.

Założenie do projektowania powinno zawierać:

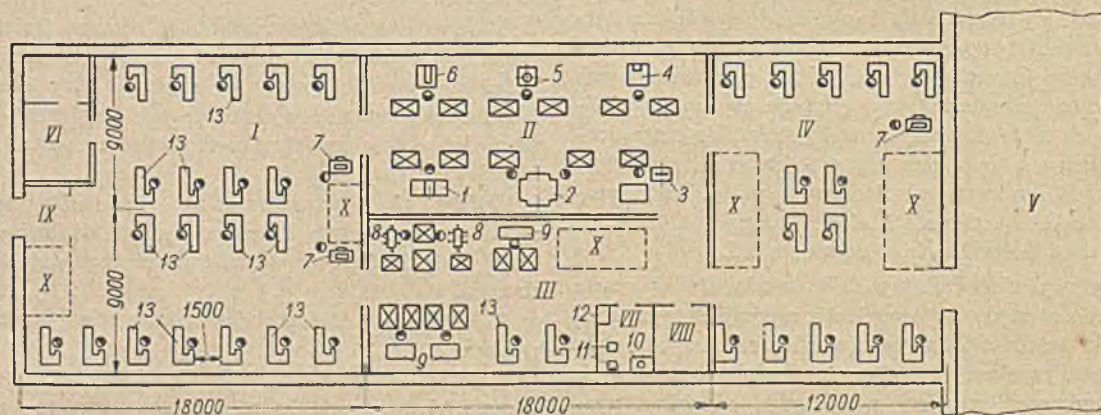
a. ilości odlewów stalowych, żeliwnych i odlewów z metali kolorowych, które według programu rocznego mają być wykonane w wydziałach odlewniczych zakładu przy zastosowaniu modeli drewnianych (o jednym i dwu skurczach);

b. podział tych odlewów według kategorii przeznaczenia na odlewy produkcyjne, remontowe i odlewy dla potrzeb własnych;





Rys. 39. Rozplanowanie wydziału stolarsko-montażowego w zakładach budowy wagonów osobowych (produkcja wielkoseryjna): I — oddział stolarsko-przygotowawczy, II — oddziały stolarsko-montażowe, III — oddział obrabiarek, IV — oddział zbrojenia i oklejania drewna, V — powierchnia do przechowywania części, VI — magazyn gotowych zespołów stolarskich, VII — oddział ostrzerek, VIII — magazyn, IX gotownia kleju, 1 — stoły do montażu i sklejanie wiązań kanap, 2 — stoły do oklejania wyrobów za pomocą linoleum, 3 — maszyny do sklejanie kanap, śledzeń, ram drzwiowych i okiennych, 4 — piły tarczowe do podłużnego cięcia drewna, 5 — wyrówniarki jednostronne, 6 — wyrówniarka dwustronna, 7 — jednowrzecionowe frezarki pionowe, 8 — szlifierki trzywałcowe, 9 — szlifierka dwutarczowa, 10 — ostrzarki, 11 — piła taśmowa, 12 — stół ślusarski.



Rys. 40. Rozplanowanie wydziału stolarskiego w zakładach ogólnej budowy maszyn (produkcja drobnoseryjna): I — oddział stolarsko — przygotowawczy, II — oddział obrabiarek stolarskich, III — oddział klejenia, IV — oddział zbrojenia drewna, V — wydział mechaniczno-montażowy, VI — biuro wydziałowe, VII — warsztat przygotowywania kleju, VIII — magazyn, IX — przedsionek, X — miejsca składania, 1 — krawędziarka, 2 — wyrówniarka jednostronna, 3 — piła uniwersalna, 4 — wiertarka dłutownicza, 5 — frezarka pionowa, 6 — piła taśmowa, 7 — toczaki, 8 — prasy śrubowe, 9 — ścis ki ręczne, 10 — sklejkarka elektryczna, 11 — mieszarki do kleju, 12 — stół do wydawania kleju, 13 — stoły stolarskie.



c. podział odlewów na grupy ciężarowe: odlewy drobne — do 50 kg, średnie — 50 — 200 kg, duże 200 — 1000 kg i bardzo duże — ponad 1000 kg<sup>1)</sup>;

d. dla każdej grupy ciężarowej średnią roczną ilość odlewów na jeden typowy model (przyjmując dla produkcji jednostkowej i małoseryjnej do 10 — 15 szt, dla średnioseryjnej do 100 — 150 szt wielkoseryjnej i masowej — ponad 150 szt);

e. podział odlewów na grupy skomplikowania i określenie pożądanej dla nich klasy trwałości modeli.

W tych przypadkach, gdy grupa skomplikowania i klasa trwałości modeli odlewów nie są podane, można kierować się następującymi względami [51 i 33].

Do I klasy trwałości (modele wykonane z droższych gatunków drewna, sklejane z wielu warstw i wycinków, łączone na czopy i wkręty) zalicza się modele obliczone na wykonanie ponad 50 odlewów lub też modele, które powinny być przechowywane przez dłuższy czas.

Do II klasy trwałości (modele przeważnie z drewna sosnowego, sklejane z ograniczonej ilości warstw i wycinków o łatwiejszym łączeniu) zalicza się modele obliczone na wykonanie z nich od 5 do 50 odlewów jak również modele do odlewów jednostkowych, wymagające — w związku z sposobem formowania — wzmocnienia konstrukcji w porównaniu z modelami III klasy trwałości.

Do III klasy trwałości (modele z całych kawałków drewna łączone za pomocą gwoździ i czopów toczonych na tokarkach) zalicza się modele obliczone na nie więcej niż 5 odlewów.

Według stopnia skomplikowania odlewów odróżnia się grupy:

- odlewów prostych;
- odlewów średnio skomplikowanych;
- odlewów skomplikowanych.

Do odlewów prostych zalicza się odlewy o zarysach prostoliniowych, bez znacznie większych i skomplikowanych zagłębin, z prostą rozbiórką modeli. Przykładem odlewów tego rodzaju są płyty, tarcze, klocki hamulcowe, ruszty, krążki itp.

Do średnio skomplikowanych zalicza się odlewy o zarysach prostoliniowych i krzywoliniowych wymagające wykonania niewielkiej ilości nieskomplikowanych skrzynek rdzeniowych dla modeli jednodzielnych. Przykładem ich są wieszaki, wsporniki, łożyska, koła transmisyjne, zamachowe itp.

W końcu do skomplikowanych zalicza się odlewy posiadające znaczną ilość wewnętrznych wgłębień, skomplikowane zarysy powierzchni zewnętrznych i wewnętrznych, wymagające modeli wielodzielnych. Są to cylindry, bloki silnikowe, koła o zębach odlewanych itp.

Modele są zazwyczaj wykonywane indywidualnie. Proces technologiczny jest indywidualny dla każdego modelu. Wspólne dla wszystkich modeli są jedynie operacje wykonywania półfabrykatów płyt, ramiaków i bębnow, jak również prace lakiernicze.

Urządzenia i załoga. Przy projektowaniu wydziałów modelarskich (wybór urządzeń, ustalenie ilości niezbędnych do prac wydziału robotników rozmaitych zawodów itp.) obliczanie prędkości procesów technologicznych dokonuje się zazwyczaj zgrubnie według odpowiednich wskaźników [65].

<sup>1)</sup> Patrz również rozdział I „Sprawocznika” „Projektowanie littejnych ciechow”.

W tabelicy 13 są podane w normogodzinach na 1 m<sup>3</sup> drewna wskaźniki pracochłonności wykonywania modeli II klasy trwałości. Do wskaźników tabelicy 13 należy przyjąć współczynnik poprawkowy równy 1,3—1,4 dla modeli I klasy trwałości, zaś 0,7 ÷ 0,8 dla modeli III klasy trwałości.

Tabela 13

Grupa skomplikowania odlewów (II klasa trwałości)	Rozmiary odlewów według grup ciężarowych			
	drobne	średnie	duże	bardzo duże
	Pracochłonność w normogodzinach na 1 m <sup>3</sup> drewna			
Odlewy proste	200—225	175—200	150—175	150
„ średnio skomplikowane	225—250	200—225	175—200	175
„ skomplikowane	300—350	250—300	200—250	200

Niższe wartości pracochłonności odnoszą się do modeli wykonywanych według uprzednio opracowanych rysunków przy zastosowaniu należytego podziału pracy i przy wystarczającym wyposażeniu wydziałów modelarskich w obrabiarki specjalne.

Ilość obrabiarek w wydziałach modelarskich o niewielkich i średnich rozmiarach ustala się kompletnie w zależności od ilości jednocześnie pracujących modelarzy.

Tabela 14

Nazwa obrabiarek	Ilość modelarzy pracujących jednocześnie				
	do 20	21—30	31—45	46—60	61—85
Pily poprzeczne	1	1	1	1	1
Pily podłużne	1	1	1	1	1
Pily taśmowe	1	2	3	4	5—6
Krawędziarki	1	1	2	2	2—3
Równiarki jednostronne	1	1	1	1	1—2
Frezarki uniwersalne specjalne	1	1	1	1—2	2—3
Tokarki	—	1—2	2—3	3—4	4—6
Gładzarki	—	1—2	2	2—3	3—4
Pily do ażurów (pilnikarki)	1	—	1	1	1—2
Czołparki	—	2	3	4	5
Wiertarko-dłubiarki	—	—	1	1	1—2
Ostrzarki	1—2	2	2	3	4
Ogółem obrabiarek	9—10	13—15	20—21	24—27	30—39

W tabelicy 14 jest podany przykładowy skład urządzeń wydziałów modelarskich.

Skład urządzeń dla dużych wydziałów modelarskich ustala się na podstawie obliczenia.

Oprócz urządzeń typu uniwersalnego — stosuje się w nowoczesnych wydziałach również urządzenia specjalne, a mianowicie:

a. frezarki uniwersalne z górnym wrzecionem i dużym wysięgiem;

b. obrabiarki do nacinania zębów w obróbce modeli do kół zębatach lanych;

c. tokarki o rozstawieniu kłów od 6—8 m (czasami i więcej) i odpowiedniej wysokości kłów;

d. tokarki-czołwki do obróbki przedmiotów o średnicy do 5 m (w poszczególnych przypadkach i większej). W niewielkich wydziałach modelarskich (warsztatach) może być celowe zastosowanie obrabiarek kombinowanych.

Oprócz obrabiarek powinny być przewidziane komplety narzędzi zmechanizowanych. Skład kompletu jest taki sam jak dla wydziałów stolarskich.



Urządzenia transportowe większości wydziałów modelarskich składają się z wózków podnośnych ręcznych i elektrycznych oraz jednobelkowych suwnic warsztatowych o nośności do 3 T.

Do robotników produkcyjnych wydziału modelarskiego zalicza się robotników pracujących przy obrabiarkach przygotowawczych, tokarzy i frezerów-modelarzy, stolarzy pracujących w sekcji półfabrykatów znormalizowanych (modelarzy o niższych kwalifikacjach) modelarzy, modelarzy kontrolerów i lakierników. Ilość robotników pracujących na obrabiarkach ustala się według ilości obrabiarek przygotowawczych, frezarek i tokarek; średnio stanowią oni 5—10%, ogólnej ilości robotników. Ilość stolarzy może być przyjmowana w wysokości 5—10%, modelarzy — 60—70%, kontrolerów — 5—8%, lakierników — 5—10% ogólnej ilości robotników.

**Zużycie drewna.** Zapotrzebowanie drewna wydziału modelarskiego zależy od kształtu i rozmiarów odlewów jak również od trwałości modeli (średnia ilość odlewów wykonywanych z jednego typowymiaru modeli). Ponieważ ustalenie zapotrzebowania drewna na podstawie rysunków modeli i specyfikacji odlewów (szczególnie przy produkcji jednostkowej, małoseryjnej i seryjnej) wymaga stosunkowo znacznego nakładu pracy, przy projektowaniu wydziałów modelarskich korzysta się zwykle z orientacyjnych wskaźników zużycia drewna. Tablica 15 zawiera dane określające zużycie drewna na 1 t odlewów rocznie [65].

Tablica 15

Grupa odlewów	Zużycie drewna w m <sup>3</sup> na 1 t wyrobów wydziału odlewniczego		
	Odlewy wykonywane jednostkowo i małoseryjnie	Odlewy wykonywane seryjnie	Odlewy wykonywane wielkoseryjnie
Odlewy drobne	0,04 — 0,05	0,03 — 0,04	0,004 — 0,005
„ średnie	0,03 — 0,04	0,02 — 0,03	0,002 — 0,003
„ duże i bardzo duże	0,02 — 0,03	0,01 — 0,02	0,001 — 0,002

Dodatkowo należy przewidzieć zużycie drewna na wewnętrzne potrzeby wydziałów odlewniczego i modelarskiego (wykonanie wzorników, płyt, przyrządów formierskich, prac remontowych itd.) w następujących wysokościach: dla produkcji jednostkowej i małoseryjnej — 10—20%, dla średnioseryjnej — 20—30%, dla wielkoseryjnej i masowej — 25 ÷ 40% zapotrzebowania wydziału na drewno do wykonywania modeli.

Przy określaniu zużycia drewna na podstawie rysunków modeli należy przewidzieć na remont modeli do 10—20% ogólnego zapotrzebowania na ich wykonanie. Do wykonywania modeli, stosuje się następujące gatunki drewna: sosna i cedr na modele duże i modele o kształtach prostych;

buk, brzoza i olcha — na modele drobne skomplikowanych odlewów i ich części kształtowych.

Drewno czerwone jak np. gruszkowe itd. jest używane tylko do specjalnie odpowiedzialnych odlewów w przypadku niemożności zastosowania modeli metalowych.

Do obliczeń orientacyjnych można przyjąć 70—80% gatunków iglastych i 20—30% gatunków liściastych w stosunku do ogólnego zapotrzebowania drewna.

**Rozplanowanie oraz rozmiary powierzchni i rozmieszczenie urządzeń.** Wydziały modeli drewnianych umieszcza się w bezpośrednim sąsiedztwie wydziałów odlewni-

czych jak również wydziałów (oddziałów) modeli metalowych. Przy niewielkich rozmiarach zakładu można wydział modeli drewnianych włączyć w skład ogólnego działu obróbki drewna.

Oddziały produkcyjne i sekcje wydziału modelarskiego umieszcza się w kolejności odpowiadającej przebiegowi procesu technologicznego. Pomieszczenia dla obrabiarek (obrabarki przygotowawcze, frezarki i tokarki) celowe jest oddzielać od miejsc pracy modelarzy za pomocą przegród zapewniających dobrą izolację dźwiękową. Obrabarki, z których modelarze korzystają bezpośrednio w czasie pracy, należy rozmieszczać w oddzielnych grupach pomiędzy rzędami stołów stolarskich. Sekcje montażu wielkich modeli umieszcza się poza obrębem sekcji montażu innych modeli wyposażając je w żurawie. Wielkie modele pozostają na stanowiskach montażowych do końca ich wykonywania i montażu.

Obok stołów stolarskich modelarzy powinny znajdować się tablice, na których wyrysowuje się modele. Ponieważ proces wykonywania modeli skomplikowanych może trwać kilka dni — celowe jest umieszczenie obok stołów stolarskich również półki do składowania materiałów do pracy. Odległość pomiędzy stołami stolarskimi przy równoległym ich rozmieszczeniu przyjmuje się 1—2 m. Co do rozplanowania reszty urządzeń wydziałów modelarskich, to stosuje się do nich odpowiednie wskazówki podane dla wydziałów obróbki drewna i stolarsko-montażowych.

Rozmiary powierzchni wydziału modelarskiego mogą być orientacyjnie wyznaczone na podstawie następujących wskaźników:

a. dla oddziałów obrabiarkowych 25—35 m<sup>2</sup> na jedną obrabiarkę;

b. dla robót ręcznych — 15—20 m<sup>2</sup> na jeden stół stolarski. Rozmiary powierzchni montażowej zależą od rozmiarów i ilości jednocześnie montowanych modeli. Średnio powierzchnie te stanowią 15—30% powierzchni ogólnej zajętej przez strugnice i obrabarki [65].

Rozplanowanie wielkiego wydziału modelarskiego w zakładach budowy obrabiarek jest pokazane na rys. 41, niewielkiego zaś wydziału modelarskiego w zakładach budowy wagonów na rys. 42.

## WYDZIAŁY OPAKOWAŃ DREWNIANYCH

(V klasa)

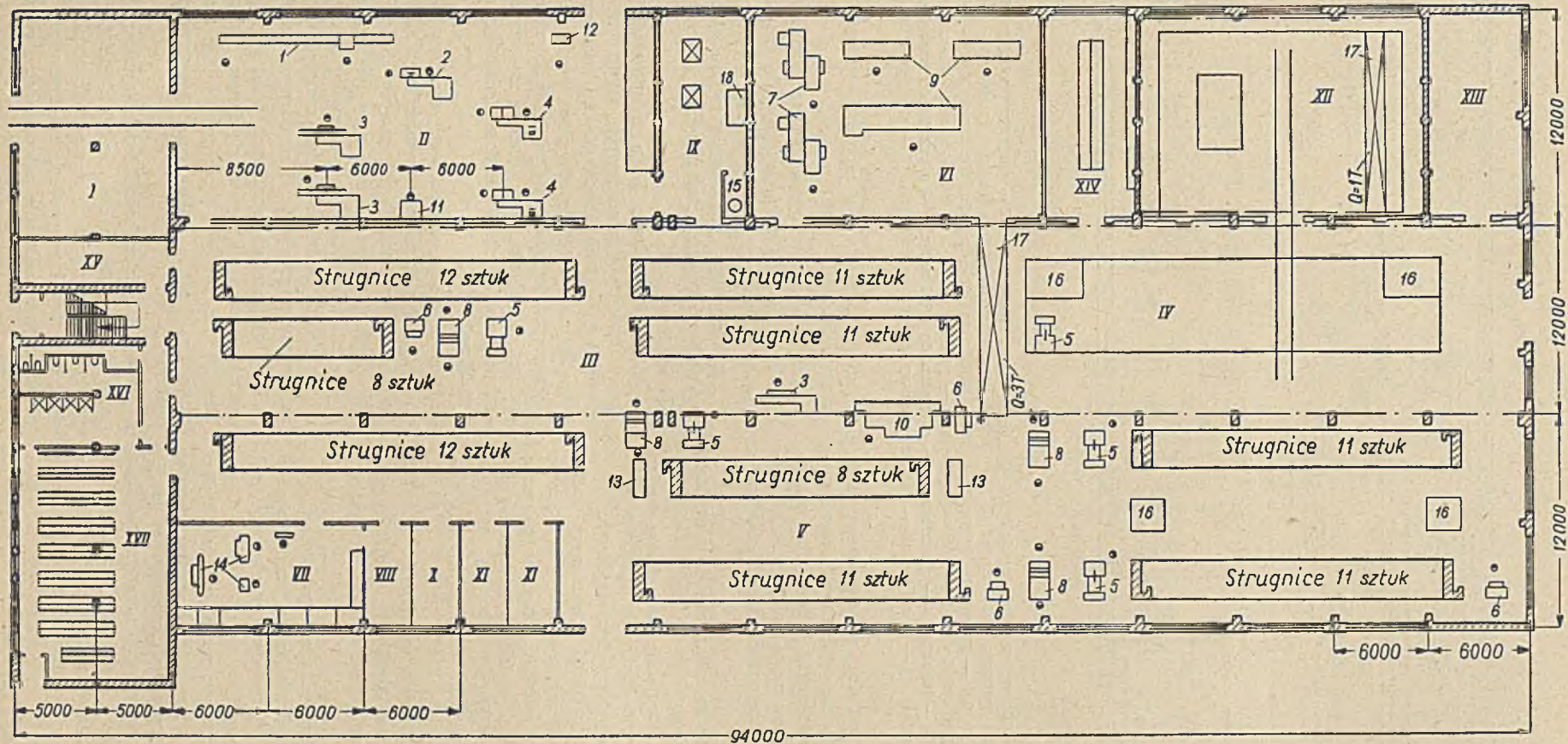
**Przeznaczenie, skład wydziału i dane wyjściowe do projektowania.** Wydziały opakowań drewnianych w zakładach budowy maszyn są przeznaczone do wykonania opakowań przede wszystkim następujących rodzajów:

Skrzynie szczelne z desek ostruganych, montowane z płyt klejonych i z ram na czopach, stosowane do wielokrotnego wykorzystania, szczególnie do opakowywania najdroższych wyrobów o powierzchniach dokładnie obrobionych, a więc łożysk precyzyjnych, dokładnej armatury, przyborów itd.

Skrzynie szczelne z ostruganych desek łączonych listwami, mocowanymi za pomocą gwoździ; stosowane do opakowywania części i wyrobów o powierzchniach obrobionych.

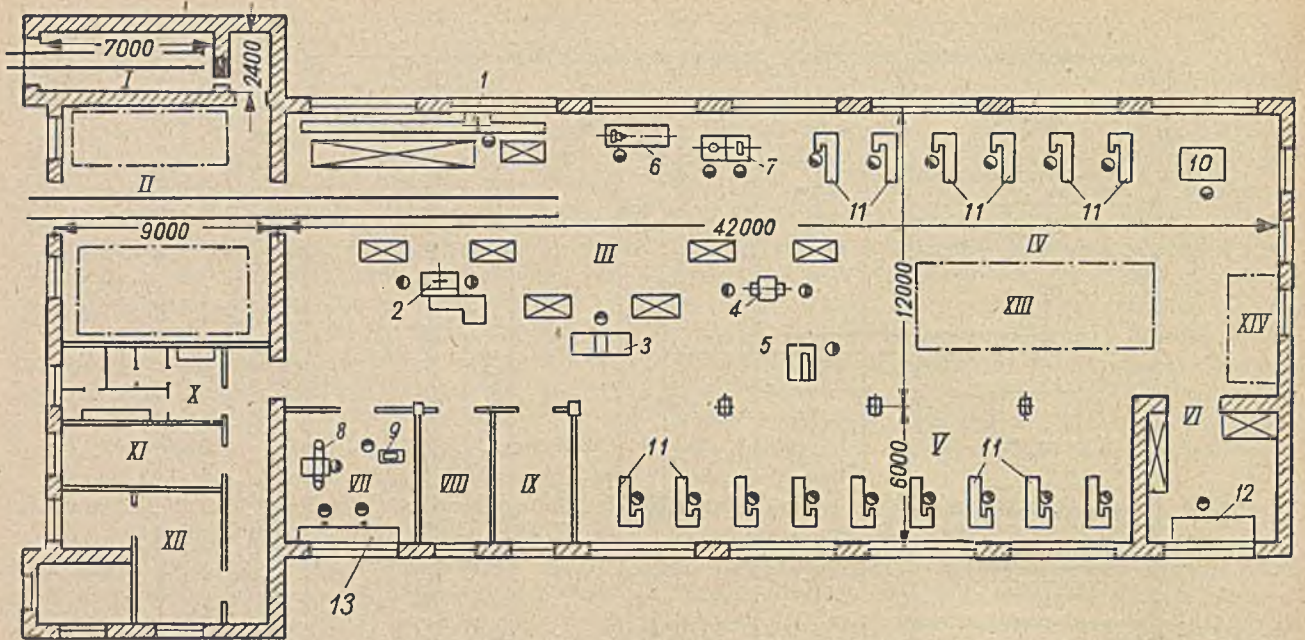
Skrzynie półszczelne (z prześwitami) z desek nieostruganych łączonych listwami za pomocą gwoździ stosowane do opakowania wyrobów nieobrobionych jak również wyrobów z oddzielnie zabezpieczonymi obrobionymi powierzchniami.





Rys. 41. Rozplanowanie wielkiego wydziału modelarskiego: I — magazyn suchej tarcicy, II — oddział obrabiarkowo-przygotowawczy, III — oddział dużych i średnich modeli, IV — miejsce montażu dużych modeli, V — oddział drobnych modeli, VI — oddział tokarek i frezarek, VII — ostrzarnia narzędzi, VIII — magazyn narzędziowy, IX — magazyn surowców, X — warsztat remontowy, XI — magazyny pośrednie, XII — lakiernia, XIII — magazyn gotowych modeli, XIV — magazyn pośredni, XV — palarnia, XVI — punkt sanitarny, XVII — szatnia, 1 — piła wahadłowa, 2 — piła tarczowa do cięcia podłużnego, 3 — krawędziarka, 4 — równiarka jednostronna, 5 — piła taśmowa, 6 — noże czołowe, 7 — frezarki uniwersalne, 8 — gładziarki kombinowane, 9 — tokarki, 10 — tokarka czołowa, 11 — wiertarko-dłubiarka pozioma, 12 — piła tarczowa z ręcznym podawaniem, 13 — toczaki płaskowcowe, 14 — ostrzarki, 15 — gotownia kleju, 16 — płyty kontrolne, 17 — suwnica belkowa, 18 — prasa do klejenia.





Rys. 42. Rozplanowanie niewielkiego wydziału modelarskiego: I — komora do suszenia, II — magazyn suchej tarcicy, III — oddział obrabiarek, IV — sekcja montażu dużych modeli, V — sekcja montażu drobnych i średnich modeli, VI — lakiernia, VII — ostrzarnia, VIII — magazyn, IX — gotownia kleju, X — punkt sanitarny, XI — szatnia, XII — biuro, XIII — sekcja montażu dużych modeli, XIV — miejsce składania, 1 — piła wahadłowa, 2 — piła tarczowa, 3 — krawędziarka, 4 — równiarka jednostronna, 5 — piła taśmowa, 6 — tokarka, 7 — gładziarka, 8 — ostrzałka do pił i noży, 9 — ostrzarki do narzędzi ręcznych, 10 — piła wyrównująca, 11 — strugnice, 12 — stół warsztatowy do prac malarskich, 13 — stół ślusarski.

Opakowania kratowe kształtu prostokątnego, walcowego lub innego stosowane są do zabezpieczenia dużych wyrobów przed uszkodzeniami. Poszczególne powierzchni obrabiane przedmiotów mogą być przy zastosowaniu tego sposobu zabezpieczone przez dokładniejsze miejscowe opakowanie.

Sanki z kłoców i desek są stosowane do ułatwienia przesuwania ciężkich wyrobów.

Opakowania beczkowe stosuje się stosunkowo rzadko do opakowania nieobrobionych drobnych części, jak również niektórych rodzajów wyrobów drugorzędnych.

W skład wydziałów opakowań drewnianych wchodzi oddziały produkcyjne przygotowawcze i montażowe do zbijania opakowań), jak również zwykle tworzone w wydziałach obróbki drewna oddziały pomocnicze i pomieszczenia magazynowe wydziału.

Danymi wyjściowymi do projektowania są:

- przeznaczenie, typ i rozmiary opakowań,
- ilość opakowań poszczególnych typów wymiarów planowana do wykonania w związku z rocznym programem zakładu,
- c. rysunki i warunki techniczne na opakowania,
- d. specyfikacja surowca drewnianego przeznaczonego na opakowania (materiał obrzynany czy nieobrzynany, półfabrykaty, odpadki tarcicy itd).

Przy projektowaniu zgrubnym można podawać tylko charakterystykę wyrobów wymagających opakowywania, ich średni i łączny ciężar wg programu rocznego produkcji.

Proces technologiczny wykonywania skrzyń z materiału niestruganego, zbijanych gwoździem jest bardzo prosty. Urządzenia wydziału składają się z pił tarczowych i maszyn do zbijania lub stołów warsztatowych do zbijania skrzyń.

Przy wykonywaniu skrzyń z materiału ostruganego i skrzyń z wkładkami urządzenia wydziału obejmują

automaty do zszywania, czopiarki, strugarki i tym podobne obrabiarki.

Montaż wykonywany jest na zmechanizowanych urządzeniach montażowych (ściskach) przy zastosowaniu maszyn do wbijania gwoździ i maszyn do szycia drutem.

Przykłady typowych obiegów technologicznych w wydziałach opakowań drewnianych podano w tablicy 16 (str. 239).

Urządzenia i załoga. Dane o pracochłonności robót obrabiarkowych i montażowych potrzebne do wyboru urządzeń i ustalenia liczebności załóg otrzymuje się dla szczegółowego projektowania z norm czasu. Przy obliczeniach zgrubnych można się posługiwać wskaźnikami pracochłonności obróbki 1 m<sup>3</sup> drewna zawartego w jednostkach opakowania (objętość w stanie gotowym) podanych w tablicy 17 [65].

Pracochłonność obróbki 1 m<sup>3</sup> wyrobów jest odwrotnie proporcjonalna do rozmiarów części, płyt lub skrzyń. Przy ilości pasów wzmacniających powyżej dwóch pracochłonność obróbki skrzyń wzrasta przy trzech pasach o 40%, a przy czterech o 70—80% w stosunku do obróbki skrzyń o dwu pasach. Oddzielnie należy uwzględnić pracochłonność montażu przyborów i umocowywania wkładek.

Przy obliczeniach zgrubnych ilości i typów urządzeń wydziału można posługiwać się danymi zawartymi w tablicy 18, określającymi procentowy udział rozmaitego rodzaju obrabiarek w ogólnym zestawie urządzeń wydziału opakowań.

W wydziałach opakowań drewnianych, w których przeważa obróbka stosunkowo krótkich części o niewielkich przekrojach, korzystne jest stosować obrabiarki z podaniem automatycznym lub magazynowym. Szczególnie pożądane jest stosowanie automatu do zszywania, zezwalającego na wykorzystanie styku desek i połączenie operacji skrawadania ze sklejeniem płyt oraz stosowania



Tablica 16

Oddział lub sekcja	Urządzenie	Operacje	Charakterystyczne części z i zespoły									
			Płyty niestrużane		Płyty strugane	z materiału nieobrzynanego	z materiału obrzynanego	z materiału nieobrzynanego	z materiału obrzynanego	z materiału obrzynanego	Skrzynki zmontowane	Wkładki
			z materiału obrzynanego	z materiału nieobrzynanego								
Przygotowawczy	Pily wahadłowe lub pedałowe Pily tarczowe z automatycznym podawaniem	Przecinanie podłużne i odcinanie braku	I	I	I	I	I	I	-	-	I	
	Obrabiarki taśmowo-dzielące	Przecinanie wg grubości	-	II	-	II	-	-	-	-	-	
	Obcinarki jednotarczowe	Przecinanie wg szerokości, składanie płyt	II	-	-	III	-	-	-	-	II	
	Obcinarki wielopłowe	Przygotowywanie listew o obcinanie, brzegów	-	III	II	-	-	-	-	-	-	
Obrabiarkowy	Krawędziarki płaskie Krawędziarki kształtowe	Struganie brzegów	-	-	-	IV	-	-	-	-	-	
	Strugarki czterostronne	Strugarki profilowe powierzchni i brzegów	-	-	-	-	-	II	-	-	III	
	Automaty zszywające	Kształtowanie płyty	-	-	-	-	II	-	-	-	-	
	Prasy i ściski	Sklejanie płyt	-	-	-	V	-	III	-	-	-	
	Pily przycinające Wyrównalarki końców	Przycinanie na wymiar	III	IV	III	VII	III	IV	-	-	-	
	Wyrównalarki jednostronne Strugarki dwustronne	Struganie powierzchni i zaczyszczanie nierówności	-	-	-	VI	IV	V	-	-	-	
	Czopownice skrzynkowe	Nacinanie czopów na płytach i częściach	-	-	-	-	-	-	I	-	-	
	Frezarki Uniwersalne pily tarczowe	Odpilowywanie wlek	-	-	-	-	-	-	-	III	-	
	Frezarki	Frezowanie wgłębień	-	-	-	-	-	-	-	-	V	
	Krawędziarki	Zaczyszczanie zespołów i zaprawianie brzegów	-	-	-	-	-	-	III	II	-	
	Wiertarki	Wiercenie i pogłębianie	-	-	-	-	-	-	-	-	VI	
	Pily taśmowe	Wypilowywanie	-	-	-	-	-	-	-	-	IV	
	Montażowy	Prowadnice Urządzenia montażowe	Montaż ram	-	-	-	-	-	-	II	I	-
		Maszyny do wbijania gwoździ Maszyny do zszywania drutem Stoły do zbijania	Montaż płyt, ram i przybijanie den i przykryw	IV	V	-	-	-	-	-	-	-
Stoły warsztatowe		Przymocowywanie przyborów i drobnych okuć	-	-	-	-	-	-	-	IV	VII	
Stoły warsztatowe		Kontrola	V	VI	-	VIII	V	VI	IV	V	VIII	



Tablica 17

Nazwa czynności	Skrzynie	
	z materiału nieostruganego	z materiału ostruganego, montowane na czopach
Praca na obrabiarce maszynogodzin	2,0 — 3,0	8,0 — 12,0
Zbijańce:		
przy ręcznym wykonywaniu robotnikogodz	2,5 — 6,0	—
przy maszynowym wykonywaniu maszynogodz	0,8 — 1,5	—
Montaż stolarski robotnikogodz	—	12,0 — 25,0

U w a g a . Dane te należy stosować do skrzyń, dla których zapotrzebowanie na drewno wynosi 0,01 ÷ 0,05 m- na jedną skrzynię, o dwóch pasach wzmacniających.

maszyn do wbijania gwoździ (jeżeli są do rozporządzenia gwoździe kalibrowane).

Stosowanie maszyn do zszywania drutem zmniejsza jego zużycie przy wyrobie opakowań.

Urządzenia transportowe składają się z wózków podnośnych ręcznych i elektrycznych, przenośników taśmowych i podnośników. Są również stosowane przenośniki grawitacyjne i pochylnie.

Ilość robotników produkcyjnych ustala się na podstawie obliczeń pracochłonności zaplanowanej produkcji, zaś w przypadku produkcji potokowej — według ilości stanowisk roboczych i obsady poszczególnych stanowisk. Ilość robotników pomocniczych może być przyjęta według norm minimalnych dla wydziału obróbki drewna.

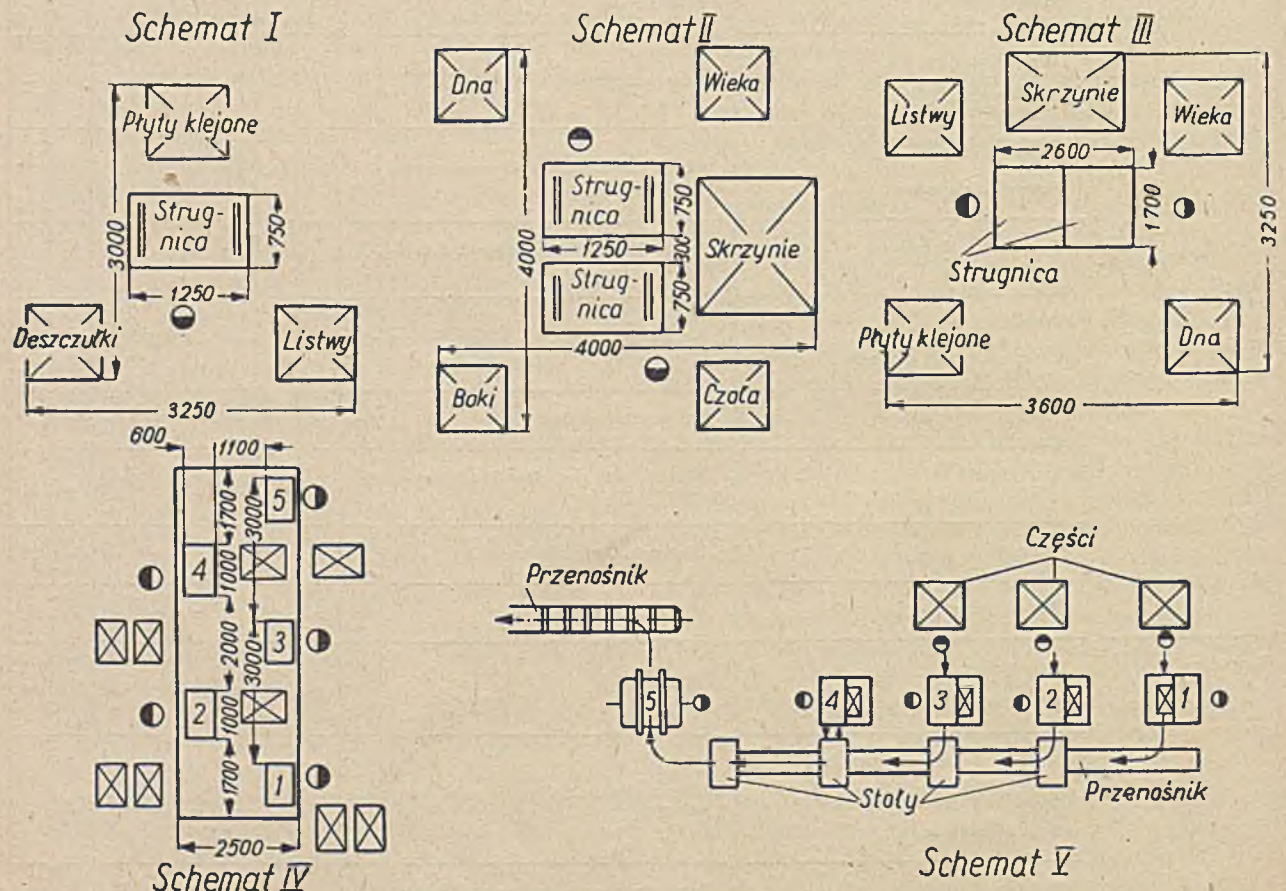
Tablica 18

Nazwa obrabiarki	Skrzynie z materiału nieostruganego	Skrzynie z materiału ostruganego montowane na czopach
Piły poprzeczne	25 — 35	8 — 12
Piły podłużne	40 — 50	10 — 15
Krawędziarki	30 — 40	—
Krawędziarki automaty	—	8 — 10
Strugarki dwustronne	—	10 — 16
Obrzynarki podwójne	—	6 — 9
Dwupiłowe wyrównarki końców	—	6 — 9
Automaty do zaprawiania sęków	—	10 — 15
Automaty - czopiarki	—	12 — 20
Wiertarki wielowrzecionowe	—	8 — 12

Zużycie materiałów. Zużycie drewna na opakowanie zależy od kształtów, ciężaru i innych właściwości pakowanych wyrobów (części zapasowe, obrabiarki, wyroby maszynowe lub drążone itd.) jak również od budowy opakowań.

Tablica 19

Średni ciężar jednej części w kg	Ciężar drewna opakowania w % ciężaru opakowywanego wyrobu	Średni ciężar jednej obrabiarki w kg	Ciężar drewna opakowania w % ciężaru opakowywanego wyrobu
Części zapasowe			
Do 1	34 — 38	do 500	33 — 45
1 — 10	22 — 26	501 — 1000	24 — 38
11 — 50	20 — 24	1001 — 2500	15 — 27
51 — 100	19 — 23	2501 — 5000	10 — 20
Ponad 100	14 — 18	ponad 5000	8 — 15



Rys. 43. Schematy stanowisk roboczych zbijańca skrzynek: schemat I — indywidualne stanowisko robocze, schemat II — stanowisko robocze składające się z dwóch ludzi (I wariant), schemat III — stanowisko robocze brygady (II wariant), schemat IV stanowisko robocze brygady składającej się z 5 ludzi. Miejsca zbijańca: 1 — czoła, 2 — boków, 3 — ram, 4 — den i wiek, 5 — ogólny montaż. Schemat V — montaż potokowy w zakładach Woch Co (Chicago Stany Zjednoczone).



Przy obliczeniach zgrubnych można określić ciężar drewna na opakowania (w gotowych opakowaniach) w procentach średniego ciężaru jednostki pakowanego wyrobu według danych zawartych w tabelicy 19 [65, 69 i 70].

Procent odpadków w stosunku do objętości drewna zawartego w gotowych wyrobach wynosi dla skrzyń z nieostruganego drewna wykonywanych z tarcicy obrzynanej — 10 — 15%, z tarcicy nieobrzynanej — 20—30%, dla skrzyń zaś z drewna ostruganego — 40—60% [60].

Ciężar gwoździ, śrub i żelaza taśmowego lub drutu stanowi 3—5% ciężaru opakowania obrabiarek i maszyn.

Ciężar gwoździ w skrzyniach do części zapasowych stanowi średnio 2,5—3% ciężaru pakowanych wyrobów, ciężar zaś kątowników na jedną skrzynię wynosi 280 — 300 g.

Rozmiary powierzchni i rozplanowanie wydziału. Powierzchnia produkcyjna na obrabiarkę powinna wynosić 30 — 45 m<sup>2</sup>, a na jedno stanowisko robocze przy zbijaniu ręcznym opakowań 15 — 30 m<sup>2</sup> [65].

Skład i powierzchnie magazynów i miejsce składania wewnątrz wydziału jak również pomieszczeń pomocniczych i warsztatów są takie same jak w innych wydziałach obróbki drewna.

Części i płyty klejone obrabiane i montowane w wydziałach opakowań drewnianych są zwykle konstrukcyjnie jednakowe, proces zaś technologiczny może być łatwo zmieniony. Stwarza to warunki niezbędne do zorganizowania produkcji potokowej. W razie wykonywania montażu metodą brygadową — znajduje zastosowanie rozdział pracy wewnątrz brygady. Przy tym montaż dokonuje się na oddzielnych strugnicach lub na strugnicach grupowych.

Przykłady rozmieszczenia stanowisk roboczych przy zbijaniu skrzyń pokazano na rys. 43 [43, 47].

Przykład rozplanowania wydziału opakowań drewnianych (zakłady wyrobu części zapasowych do ciągników) wyrabiającego skrzynie z desek niestruganych, zbijanych gwoździami, pokazano na rys. 44. W wydziale tym są zaprojektowane dwa potoki, z których jeden jest wyposażony w maszyny do wbijania gwoździ i jest przeznaczony do masowego wyrobu skrzyń. Drugi potok jest przeznaczony do wykonywania skrzyń małymi seriami i jest wyposażony w strugnice do ręcznego zbijania skrzyń metodą brygadową lub indywidualnie.

### MAGAZYNY DREWNA I MODELI

**Magazyn kłód.** W magazynach zakładu kłody są przechowywane przeważnie w stosach na podkładach.

Długość stosów przy rozwózce zmechanizowanej dochodzi do 120 metrów, przy ręcznej — do 60 m.

Wysokość stosów ustala się w zależności od rodzaju urządzeń używanych do układania stosu:

przy użyciu poprzecznego ciągnacza kłód — do 12 m;

przy użyciu wysokiego podłużnego ciągnacza — do 8 m;

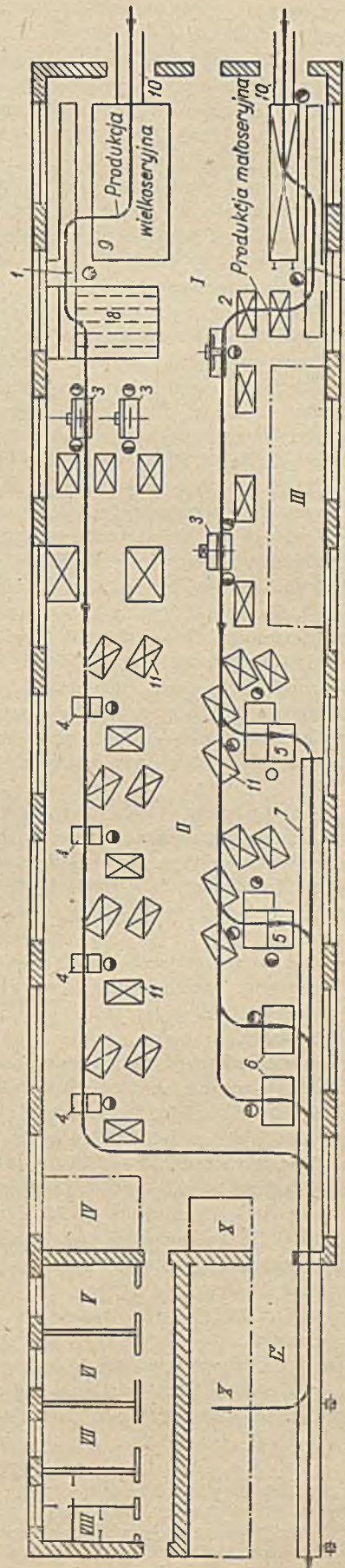
przy użyciu podnośnika windy — 6—7 m. Przy ręcznym układaniu można wysokość stosu przyjąć w wielkości 3—4 m [15, 44].

Współczynnik wypełnienia objętości stosu zależy od średnicy kłód:

przy kłodach o średnicy 18 cm współczynnik wypełnienia wynosi — 0,47;

przy kłodach o średnicy 40 cm — 0,63.

W celu ułatwienia rozwózki kłód stosom nadaje się zbieżność 0,04 — 0,05.



Rys. 44. Rozplanowanie wydziału opakowań drewnianych w zakładach wyrobu części zapasowych do ciągników: I — oddział przygotowawczy, II — oddział zbijania opakowań, III — miejsce dla wózków rezerwowych, IV — sekcja kontrolno-remontowa; V — ostrzarnia narzędzi, VI — magazyn, VII — biuro, VIII — punkt sanitarny, IX — szopa magazynowa do opakowań, X — miejsca składowania, 1 — pily poprzeczne z automatycznym podawaniem, 2 — krawędziarka, 3 — pily tarczowe do podłużnego rozcinania, 4 — maszyny do wbijania gwoździ, 5 — stanowiska zbijania opakowań, 6 — stoły stolarskie do zbijania opakowań, 7 — przenośnik taśmowy, 8 — stół z zaczepami taśmowymi, 9 — podnośnik śrubowy, 10 — linia kolejki wąskotorowej, 11 — wózek bezszynowy.



Odstęp pomiędzy poszczególnymi stosami daje się równy 1 m. W odstępach co 10 stosów (75—80 m) pozostawia się przejazd o szerokości 8—10 m.

Powierzchnia potrzebna do zmagazynowania 1000 m<sup>3</sup> kłód wynosi średnio przy używaniu poprzecznych ciągnaczy kłód lub wind 400 — 500 m<sup>2</sup>, przy stosowaniu zaś podłużnych ciągnaczy 1000—1300 m<sup>2</sup> [15, 44, 65].

**Magazyn surowej tarcicy.** Surowa tarcica zazwyczaj jest przechowywana pod tymczasowymi pochyłymi dachami w stosach ułożonych na podkładkach wykonanych z tego samego materiału, z przekładkami włożonymi pomiędzy poszczególne warstwy desek.

Stosy są rozmieszczone grupowo po 8 — 12 stosów, przy czym powierzchnia łączna stosów jednej grupy nie powinna przekraczać 800 — 900 m<sup>2</sup>. Odstęp pomiędzy stosami jednej grupy przyjmuje się nie mniejszy niż 1,6 — 1,8 m. Pomędzy grupami należy przewidzieć przejazdy o szerokości 8—12 m. Trzydzieści grup stosów tworzy sektor o powierzchni dochodzącej do 4 ha; poszczególne sektory oddzielone są od siebie 25-metrowymi przejazdami. Cztery sektory tworzą sekcje oddzielone przerwami o szerokości nie mniejszej niż 50 m.

Każdy stos posiada w rzucie poziomym rozmiary 7 × 8 m. Przy układaniu ręcznym wysokość stosu wynosi 4 — 5 m, przy zmechanizowanym zaś 8 m. Średnia objętość stosu układanego ręcznie wynosi 65 — 75 m<sup>3</sup>, stosu układanego mechanicznie 100 — 140 m<sup>3</sup>. Współczynnik wypełnienia wynosi średnio 0,3 — 0,25 [15, 44, 65].

Do obliczeń zgrubnych można przyjmować wielkość powierzchni magazynu przypadającej na 1 m<sup>3</sup> przechowywanego materiału równą 1,5 — 2,5 m<sup>2</sup> przy układaniu ręcznym lub równą 1,0 — 1,5 m<sup>2</sup> przy układaniu mechanicznym.

W celu zmechanizowania układania stosowane bywają zazwyczaj układacze stosów. Średnia wydajność układaczy stosów typu Tremas wynosi 20 — 25 m<sup>3</sup>/godz. W okolicach o niedużej ilości opadów śnieżnych możliwe jest układanie pakietów z zastosowaniem specjalnych urządzeń.

**Magazyn suchej tarcicy.** W magazynach tego rodzaju tarcica jest zazwyczaj przechowywana w stosach ścisłych. Współczynnik ich wypełnienia przyjmuje się w wysokości 0,85 — 0,90.

Suchą tarcicę można również przechowywać bezpośrednio na wagonikach do suszenia, co skraca wydatnie pracochłonność przeładunku materiału. Powierzchnia potrzebna do zmagazynowania 1 m<sup>3</sup> suchej tarcicy może wynosić przy ręcznym układaniu stosu 0,75 — 1,25 m<sup>2</sup>, przy zmechanizowanym układaniu — 0,5—0,75 m<sup>2</sup>, przy przechowywaniu na wagonikach do suszenia — 1,5—2 m<sup>2</sup> [65].

Magazyny suchej tarcicy wygodnie jest lokować bezpośrednio przy suszarniach, gdyż wtedy spełniają one także rolę pomieszczeń do stygnięcia drewna.

**Magazyn modeli.** Istnieją dwa zasadnicze sposoby przechowywania modeli:

sposób zespołowy (wszystkie modele do jednego zespołu — wyrobu, niezależnie od ich rozmiarów, są przechowywane w ogólnym pomieszczeniu) i

sposób grupowy (modele są przechowywane w oddzielnych grupach według rozmiarów odlewów — drobnych, średnich i dużych).

Pierwszy sposób ułatwia kompletowanie modeli do określonego zamówienia i jest specjalnie wygodny przy produkcji jednostkowej i małoseryjnej. Sposób drugi jest najlepszy do zastosowania w warunkach produkcji seryjnej i masowej, ułatwia bowiem wykorzystanie pojemności składu oraz organizację transportu.

Do obliczenia wielkości magazynów modeli używa się prawie wyłącznie wskaźników przybliżonych.

Okres przechowywania modeli przyjmuje się w granicach 5 — 10 lat. Duże modele umieszcza się na podkładkach bezpośrednio na podłodze, przeważnie na parterze magazynu, drobne zaś i średnie — na wielopiętrowych regałach; poza tym mogą one być przechowywane na górnych piętrach magazynu.

Przy wysokości pięter dochodzących do 3,5—4,5 m powierzchnia magazynu może być ustalona orientacyjnie w wysokości 3 do 4 m<sup>2</sup> na 1 m<sup>3</sup> drewna przerabianego w ciągu roku przez wydział modelarski. Powierzchnię magazynu można dokładniej określić [65] według wzoru:

$$F = \frac{m \cdot Q (1 + \alpha T) k}{\psi h}$$

gdzie:

- $F$  — powierzchnia magazynu w m<sup>2</sup>;
- $Q$  — roczna produkcja wydziału modelarskiego w m<sup>3</sup> drewna;
- $m$  — współczynnik charakteryzujący objętość modeli przechowywanych w magazynie, przyjmowany w wysokości 0,25 — 0,5 rocznej przeróbki drewna ( $Q$ );
- $\alpha$  — współczynnik rocznego przyrostu nowych typów wymiarów modeli w wysokości 0,1 ÷ 0,2;
- $T$  — obliczeniowy okres przechowywania modeli w magazynie (5—10 lat) — zależny o niezmienności programu zakładu;
- $\psi$  — współczynnik wykorzystania pojemności magazynu (0,1—0,15);
- $k$  — współczynnik, określający stosunek gabarytowej objętości modeli do objętości ścisłej masy drewna zawartego w modelach i przyjmowany dla drobnych i średnich modeli 2 — 3, a dla dużych modeli 3 ÷ 4;
- $h$  — wysokość pięter w magazynie modeli (zwykle 3,5—4,5 m).

Magazyny modeli powinny być wyposażone w półki (regały) do przechowywania modeli, w suwnice belkowe do przewozu dużych modeli jak również w wózki podnośne ręczne lub elektryczne do przewozu drobnych modeli w obrębie magazynu.

Przy dużych magazynach modeli przewiduje się warsztaty do wykonywania remontu bieżącego modeli I i II klasy trwałości. Warsztat remontowy wyposaża się w strugnice, płyty kontrolne i narzędzia zmechanizowane.

#### LITERATURA I ŹRÓDŁA

1. ALEKSICZ N.: Prziessowanie drzewiesiny, 1933.
2. ANDRIEJEW W. M.: Modelnoje dieło, 1938.
3. ANTONOW P. P.: Organizacija proizvodstwiennogo potoka w dieriewoobrabotkie.
4. BARANOW A. F.: Transport krugłogo lesa na brierwionnych skladaach, 1933.
5. BRAUNSHIRN F.: Lesopilnyj zawod, 1933.
6. BENDER M.: Tlechniczeskoje normirovanije w lesopilni i dieriewoobrabotkie, 1934.
7. BIERZADSKI A. Ł.: Maszyny, stanki i instrumenty w stolarnomieblnom proizvodstwie, 1939.



8. Biuro pieczęci Sojuzlesproma (izd). Sprawocznik po mechaniczkiej obróbce dierlewa, 1931.
9. WITT K. N.: Brikietrowanie drowieslnnych otchodow, 1935.
10. WAŁSOW G. Ł.: Kopspekt po encyklopedii spiecjalnych proizwodstw po mechaniczkiej obróbce dierlewa.
11. WOJTINSKIJ N. S. i RUBIŃCZYK A. D.: Oborudowanie wnutri zawodskiego transporta lesnoj promyslnenosti, 1935.
12. WOLFIEJL M. A.: Racionalizacja jaszcziczego proizwodstwa i ispolzowanie jaszczikow, 1933.
13. WOLFREJL M. A. i ROZANOW I. D.: Strożka dierlewa w Amierkie, 1931.
14. ВНИО титлещчикow (izd). Trudy I Wsiesojuznoj konfieriencii rabotnikow modielnych ciechow, 1940.
15. Giprodiw (izd). Pokazatiel po lesopilnomu proizwodstwu, 1940.
16. GILLRAT I.: Dierlewoobrabotka i dierlewoobdiełocznyje stanki po sowriemennomu sostojaniu tiechniki, 1933.
17. GLEJZER W. E.: K woprosu ob oborudowanii ustanowki po plastifikacii drowiesiny.
18. GRUBIE A. E.: Instrumentalnoje dieło w dierlewoobrabatywajuszczich proizwodstwach, 1937.
19. DESZEWOJ M. A.: Tiechnologija dierlewa, 1934-1939.
20. JERSZOW E. J.: Racionalizacja upakowki maszin, 1933.
21. Iw. W. G.: Plastyfikacja drowiesiny, 1932.
22. KANTOR SZ. I. i NOWIKOW A. I.: Albom normatiwow po dierlewoobrabatywajuszczim stankam (rukowodiaszczije matieriały Giproredmasza), 1936.
23. KANTOR SZ. I.: Tipowaja pojasnitelnaja zapiska po tiechniczkiej i transportnoj czastim projekta dierlewoobrabatywajuszczich ciechow i choziajstw (rukowodiaszczije matieriały Giprosriedmasza), 1941.
24. KANTOR SZ. I., WOROBEJEW B. W. i inni: Albom rucz-nogo i maszynowego instrumienta dla obrabotki dierlewa rukowodiaszczije matieriały Gipromasza, 1934.
25. KANTOR SZ. i RUTMAN S. S.: Prispoblenije pri rabote na dierlewoobrabatywajuszczich stankach (rukowodiaszczije matieriały Gipromasza), 1936.
26. KOZŁOWSKIJ A. A.: Zawodskoj transport i chranienije le-somatieriałow, 1933.
27. KROL B.: Lesopilnoje proizwodstwo, 1933.
28. KROTOW W. E.: Tiechnologija dierlewa, 1932.
29. KOŁTUNOW J. E.: Osnowy tiechniki bieзопасnosti w dierlewoobrabotkie, 1941.
30. KLIMIKSIEJEW F. M.: Tipowyje projekty modielnych ciechow (rukowodiaszczije matieriały Giproredmasza), 1935.
31. LUBIMOWA W. I.: S brigadoj Giproawlaproma. Rukowodiaszczije matieriały po normirowaniu stolarno-zagotowitielnych rabot, 1941.
32. LUBIMOWA W. I.: S brigadoj Giproawlaproma. Rukowodiaszczije matieriały po normirowaniu gnutja dieriewiesiny, 1941.
33. LEWIER R.: Modielnoje dieło, 1934.
34. MAK KASLIN.: Modielnoje dieło, 1935.
35. MALEJEW W. I. i BIEŁOPOLSKIJ W. T.: Iskusstiennaja suszka dierlewa, 1933.
36. MINKIEWICZ A. M.: Lesopilnoje proizwodstwo, 1938.
37. MIŁOW i CZULICKIJ: Kratkoje posoboje po normirowaniu w lesopilenii, 1940.
38. WTC maszynostrojienija (izd). Tiechniko-ekonomiczeskije pokazatiel po projektam dierlewoobrabatywajuszczich ciechow, 1932.
39. ORŁOW A. A.: Primienienije elektroinstrumienta na stroitielstwie, 1941.
40. ODING I. A.: Modielnoje dzieło, 1928.
41. PIESOCKI: Sprawocznik po lesnoj promyslnenosti, 1925.
42. PIETIPA Z.: Raschod raboty na dierewoodiełocznych stankach, 1930.
43. POŁTORACKIJ T. S.: Jaszczicznoje proizwodstwo, 1934.
44. RIEJNBIEG S. A.: Chranienije pilnogo lesa na skladach, 1932.
45. RYDNIK A. A.: Praktika ustrojstwa suszil, 1934.
46. SIELUGIN N. S.: Suszka drowiesiny, 1940.
47. SREŻNIOW W. M.: Sprawocznik po proizwodstwu żostkoj tary, 1941.
48. SIELIBIER B. I.: Sprawocznik po lesnoj promyslnenosti i lesnomu choziajstwu, 1934.
49. TAGIEJEW D. E.: Tieplosłowoje choziajstwo dierlewoobrabatywajuszczej promyslnenosti, 1937.
50. UCZENOW W. M.: Proizwodstwo stroganych matieriałow, 1941.
51. FUNDATOR W. I.: Modielnoje dieło, 1943.
52. SZAPIRO D. F.: Lesopilno-strogalnoje proizwodstwo, 1935.
53. SZEJNOW I. I.: Nowiejszije pily dierlewoobrabatywajuszczich stankow, 1934.
54. SZEMIAKIN S. N.: Wnutrizawodskoj transport dierlewoobrabatywajuszczich priedprijatij, 1947.
55. SZUR A. M.: Racionalizacja w priedprijatjach po mlechaniczej obrabotkie dierlewa, 1933.
56. SZUMATOW N. N.: Organizacja tiechnologiczeskogo processa jaszcziczego proizwodstwa, 1944.
57. ЦКИМОД Trudy i otczoty za 1934-1944 gg.
58. ŻAK F. J.: Stanki i prispoblenija w proizwodstwie dierlewiannych karkasow kuzowow awtomaszyn, 1939.
59. „Miechaniczeskaja obrabotka dierlewa“ za 1936 i 1940 gg.
60. „Lesnaja promyslnenost“ za 1938-1944 gg.
61. „Lesnaja industrija“ za 1937-1940 gg.
62. „Lesopromyslennoje dieło“ za 1932-1933 gg.
63. „Lesopilenije i dierlewoobrabotka“ za 1932-1933 gg.
64. „The Wood-Worker“ za 1938-1944 gg.
65. Projekty dierlewoobrabatywajuszczich ciechow Giproredmasz, 1936-1946.
66. Projekty rekonstrukcii awtozawoda im. Stalina i awtozawoda im. Molotowa.
67. Sbornik obszczesojuznych standartow i tiechniczeskich uslowij na lesnyje matieriały, izdielja iz dierlewa i dieriewiesnoje topliwo, izd. 1940.
68. OST Narkomlesa Nr 290, 8791/172 i 7367.
69. Tipowyje projekty Giproawlaproma, 1940-1944.
70. Rukowodiaszczije matieriały Giprołtażmasza, 1938-1941.
71. Giproredmasz. Sprawocznik projektanta maszynostroitelnych zawodow, razd. „Dierlewoobrabatywajuszczije choziajstwo“, 1946.

## PROJEKTOWANIE WYDZIAŁÓW (URZĄDZEŃ) SUSZENIA DREWNA

### KLASYFIKACJA WYDZIAŁÓW (URZĄDZEŃ) SUSZENIA DREWNA I DANE WYJŚCIOWE DO PROJEKTOWANIA

Klasyfikacja wydziałów (urządzeń) suszenia drewna (tablica 20) jest oparta na podstawie następujących kryteriów:

- a. sposobu doprowadzania ciepła;
- b. ciśnienia czynnika suszącego;
- c. rodzaju czynnika suszącego i sposobu jego nagrzewania;
- d. wymiany powietrza ze środowiskiem zewnętrznym;
- e. rodzaju cyrkulacji i sposobu jej wzbudzenia;
- f. rodzaju pracy urządzenia.

Założenie do projektowania. Do opracowania założeń do projektowania potrzebne są następujące dane:

- a. roczny program produkcji przeznaczonej do suszenia tarcicy z podziałem jej według gatunków drewna, wymiarów (grubość szerokość i długość) i przeznaczenia;
- b. wartości początkowej (przed suszeniem) i końcowej wilgotności tarcicy;
- c. dane o możliwości otrzymywania pary do projektowanych komór suszenia, charakterystyka i parametry pary (ciśnienie, temperatura, wilgotność) jak również koszt 1 t pary (para potrzebna powinna być sucha, nasycona, normalne ciśnienie pary na wlocie do komory do suszenia powinno wynosić 3—4 at n);
- d. plan generalny zakładu, dane o gruncie, poziomie wód gruntowych oraz o zakresie jego wahań itd.



Klasyfikacja wydziałów i urządzeń do suszenia drewna

Tablica 20

Nazwa parametrów	Cechy szczególne i charakterystyka parametrów																										
Sposób doprowadzania ciepła	Przenoszenie										Przewodzenie		Indukcyjny														
Ciśnienie czynnika suszącego	Atmosferyczne										Próżnia	Atmosferyczne		Wymiana powietrza nieograniczona													
Czynnik suszący	Powietrze					Produkty spalania (gazy paleniskowe)					Powietrze	Para przegrz.	Bezpośredni styk powietrzni nagrzaných z materiałem suszonym		Nagrzanie dielektryka (suszonego drewna) w polu wysokiej częstotliwości												
Sposób nagrzewania czynnika suszącego	Grzejnik ogrzewany parą					Grzejnik ogrzewany gazami paleniskowymi	Bez grzejnika					Grzejnik parowy		Prze-grzewacz pary i grzejnik													
Wymiana powietrza ze środowiskiem zewnętrznym	Wentylacja za pomocą kanałów dopływowych i wyciągowych				Wentylacji nie ma (kondensacja)		Wentylacja za pomocą kanałów dopływowych i wyciągowych						Odciągnięcie powietrza i pary wodnej pompą powietrzną	Cyrkulacja szczelinami komory	Wymiana powietrza nieograniczona												
Rodzaj cyrkulacji wewnętrznej	Cyrkulacja naturalna		Cyrkulacja przymusowa						Cyrkulacja naturalna	Cyrkulacja przymusowa			Cyrkulacja naturalna	Cyrkulacja przymusowa	-	-											
Urządzenia wzbudzające cyrkulację	Nie ma		Wentylatory osiowe		Wentylator odśrodkowy	Konden-sator po-wierzch.	Konden-sator z mlesz. pary	Nie ma	Wentylator odśrodkowy	Wentylator osiowy	Wentylator odśrod.	Ezektor	Nie ma	-	Inżektor parowy	-	-										
Rodzaj pracy urządzenia	Ciągły		Okresowy		Okresowy			Ciągły			Okresowy	Okresowy i ciągły	Okresowy	Okresowy	Okresowy	Okresowy											
Najbardziej znane konstrukcje suszarni drewna	1. Nekat 2. Nekar 3. National 4. МУУР (urządzenia fabryczne „Dziwna Zachodnia”)		1. Penat 2. Pekar 3. National 4. Grum-Grzymajlo 5. Soflex		1. ЦНИИМОД-24 2. ЦНИИМОД-26 3. ЦНИИМОД-12 4. Schille 5. Sachinowski		1. ВРАМ 2. МУУР 3. ЦНИИМОД-22 i 23 4. Schille 5. General		Suszarnie kondensatorowe			1. ВТИ 2. Dahlau 3. Tomison		Endritu	Timann	Suszarnie przyjmujące z grzejnikiem ogniowym „Wsekokprom-projekt” i „Promstrojprojekt”		1. Suszarnia gazowa „Optimum” 2. Suszarnia gazogeneratorowa Malejeva		Suszarnia gazowa Kreczetowa	Suszarnia gazowa ВТИ	Suszarnia gazowa Kreczetowa	Suszarnia gazowa ЦНИИМОД do stojaka gazowego Kreczetowa	Suszarnia próżniowa Friberga	Suszarni amerykańskie na parę przegrzaną	1. Prasy dmuchawcy 2. Prasy suszarnicze do formi-rów 3. Prasy do wyrobów giętych „Agra” i inne	Suszarni w polskiej częstotliwości ЦНИИ ДОУМ ЦНИИМОС



Jeżeli komora do suszenia jest projektowana w obrębie wydziału produkcyjnego, to projektant powinien mieć do dyspozycji rysunki budowlane pomieszczeń wydziału z oznaczeniem potoków technologicznych i stanowisk roboczych.

Procent wymaganej wilgotności drewna określa się zależnie od jego przeznaczenia. Wilgotność początkową tarcicy idącej do suszenia bezpośrednio spod piły przyjmuje się do obliczeń w wysokości około 80%. W razie kierowania tarcicy do suszenia po dłuższym jej przetrzymaniu na powietrzu lub po transporcie kolejowym procent wilgotności drewna musi być ustalony na podstawie próby.

Przy projektowaniu urządzeń do suszenia drewna należy:

- dokonać wyboru systemu i konstrukcji urządzenia, odpowiednich dla danych warunków produkcji;
- ustalić wielkości urządzeń lub ilości komór do suszenia;
- obliczyć elementy wyposażenia urządzeń takich, jak grzejnik, wentylator, urządzenia do wymiany powietrza zewnętrznego, (w razie urządzeń gazowych w zamian grzejnika należy obliczyć palenisko i oddzielnik iskier);
- ustalić konieczne ilości ciepła, pary i prądu elektrycznego.

**Wybór konstrukcji komór do suszenia.** Wybór konstrukcji komory do suszenia drewna zależy od wielkości produkcji, gatunku drewna, wymagań stawianych jakości suszenia rozmiarów i przeznaczenia suszonego materiału.

Komory o działaniu ciągłym najbardziej nadają się do suszenia dużych ilości tarcicy iglastych gatunków drewna, o niewielkiej grubości i jednakowych rozmiarach (ponad 20 ÷ 30 tys. m<sup>3</sup> rocznie).

Komory o działaniu okresowym dobrze jest stosować do suszenia niewielkich ilości tarcicy rozmaitych gatunków drewna (szczególnie twardych gatunków liściastych) o różnych rozmiarach.

W przypadkach poszczególnych w celu zwiększenia przepustowości suszarni może być zalecane zastosowanie urządzenia, składającego się z kilku komór o działaniu ciągłym i kilku o działaniu okresowym.

Komory do suszenia o naturalnej cyrkulacji powietrza są konstrukcyjnie prostsze niż komory o cyrkulacji przymusowej i nie wymagają do ich eksploatacji prądu elektrycznego. Zwykle są one stosowane do suszenia tarcicy posiadającej niewysoką wilgotność początkową. Jednak jeżeli w miejscu budowy komór tego rodzaju istnieją nieprzychylny warunki terenowe i wysoki poziom wód gruntowych, budowy piwnic potrzebnych do ułożenia w nich grzejników i przewodów powietrznych nie należy w tym wypadku zalecać.

Komory o wymuszonym przepływie powietrza i silnej cyrkulacji należy stosować [6]:

- do suszenia szybko schnącego materiału, gdy cyrkulacja naturalna nie może zapewnić technologicznie dopuszczalnej szybkości suszenia;
- do suszenia trudno schnącego materiału (szczególnie o dużych rozmiarach), gdy konieczne jest stosowanie w procesie suszenia niskich temperatur pozwalających na uzyskanie małych tylko wahań temperatury i wilgotności powietrza w stosie suszonego materiału;
- do suszenia materiału o dużej szerokości, ułożonego poziomo i wymagającego cyrkulacji poziomej jak również;
- w przypadku stawiania wyższych wymagań w stosunku do jakości suszenia.

Masowe suszenie tarcicy iglastej, podlegającej następnie struganiu, należy przeprowadzać w komorach gazowych o ruchu ciągłym (typu „Optimum“ lub systemu Krieczetowa).

Przedsiębiorstwom przemysłu budowy maszyn zaleca się następujące konstrukcje suszarni drewna [5 i 9]:

Komory o działaniu okresowym z naturalną cyrkulacją systemu Grum-Grzymajło do suszenia podsuszanej tarcicy w postaci desek jak również materiału o dowolnej wilgotności początkowej w postaci półfabrykatów i kłoców w przedsiębiorstwach o małej i średniej wielkości.

Komory o działaniu okresowym z silną cyrkulacją zwrotną ВИАМ-I i II, ЦНИИМОД 22 i 23 — do suszenia droższych gatunków iglastych i twardych liściastych w przedsiębiorstwach o dowolnej wielkości. Komory tego rodzaju są specjalnie wygodne do suszenia desek o dużej szerokości.

Komory o ruchu ciągłym ЦНИИМОД — 26 i 27 typu przeciwprądowego do suszenia półfabrykatów, części i innych materiałów, szczególnie cienkich i szybko schnących o dużej wilgotności początkowej. Komory tego rodzaju buduje się w obrębie wydziału i włącza się je wygodnie do wewnątrz-wydziałowego potoku produkcyjnego.

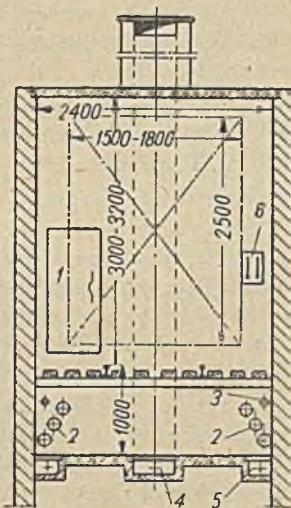
Komory o ruchu ciągłym typu przeciwprądowego z wentylatorem osiowym ЦНИИМОД — 24 i 25 dla przedsiębiorstw o dużej przepustowości (powyżej 10 000 m<sup>3</sup> rocznie) do suszenia zwykłej tarcicy w postaci desek iglastych gatunków drewna.

Stosowanie do suszenia drewna komór z zewnętrznymi wentylatorami odśrodkowymi typu ВТИ i podobnych im systemów nie może być zalecane, gdyż nie zabezpiecza należytej (pod względem równomierności) jakości suszenia przy długotrwałych procesach.

Urządzenie komory do suszenia o naturalnej cyrkulacji powietrza systemu Grum-Grzymajło na dwa stopy drewna o długości 6,5 m. rozłożone wzdłuż komory, pokazano na rys. 45. Komory tego rodzaju są przeznaczone dla niedużych przedsiębiorstw, zużywających 5—6 tys. m<sup>3</sup> tarcicy rocznie.

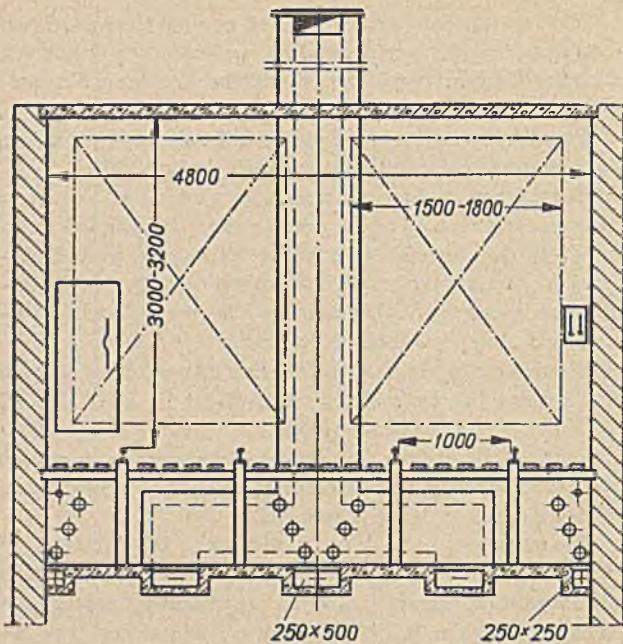
Na rys. 46 przedstawiono dwukrotnie pojemniejszą komorę tego samego systemu dla przedsiębiorstw o rocznej produkcji powyżej 6 tys. m<sup>3</sup> drewna.

Na rys. 47 pokazano przykład konstrukcyjnego rozwiązania komory systemu Grum-Grzymajło na dwa stopy (konstrukcja ЦНИИМОД). Grzejnik jest zbudowany z rur żebrowych, rozłożonych w trzech rzędach z każdej strony. Urządzenie komór do suszenia o silnej cyrkulacji zwrotnej, uzyskiwanej za pomocą osiowych wentylatorów wewnętrznych ВИАМ, pokazano na rys. 48 (wariant komory



Rys. 45. Przekrój poprzeczny komory do suszenia Grum-Grzymajło na dwa stopy: 1 — drzwi kontrolne, 2 — rury żebrowe grzejnika, 3 — rury do nawilżania, 4 — kanał wyciągowy, 5 — kanał dopływowy, 6 — okno do umieszczenia psychrometru.





Rys. 46. Przekrój poprzeczny komory Grum-Grzymajło na cztery stopy.

z dolnym umieszczeniem urządzenia wentylacyjnego) i na rys. 49 (wariant z górnym umieszczeniem urządzenia wentylacyjnego). Wariant drugi nie wymaga stosowania piwnic i może być zastosowany niezależnie od stanu gruntu.

Według podobnych schematów są budowane suszarnie ЦНИИМОД — 22 (wariant z dolnym umieszczeniem wentylatorów) i ЦНИИМОД — 23 (z górnym umieszczeniem wentylatorów) [9].

Na rys. 50 podano konstrukcyjne rozwiązanie komory ЦНИИМОД — 23. Schemat komory suszenia o ruchu ciągłym do suszenia półfabrykatów podano na rys. 51.

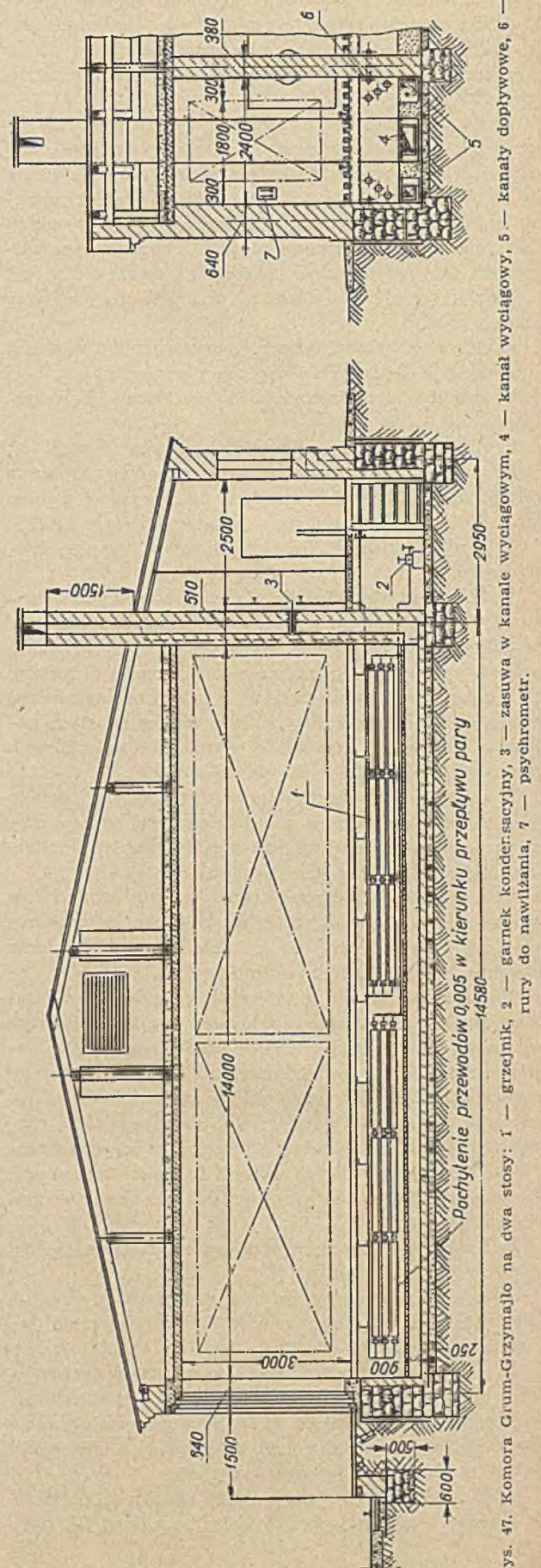
Komory tego ostatniego typu odznaczają się nadzwyczaj prostymi urządzeniami, nie wymagają podpiwniczenia i posiadają duże szybkości przepływu powietrza przez stopy. Półfabrykaty przeznaczone do suszenia układa się na wagonikach w poprzek komory bez podkładek, co umożliwia otrzymywanie dużego współczynnika wykorzystania komory.

Na rys. 52 podano urządzenia komory ЦНИИМОД — 24 o ruchu ciągłym do suszenia drewna w postaci desek. Komora jest wyposażona w wentylatory osiowe ЦАГИ serii УД lub М i grzejniki komorowe typu Б—5. Grzejnik może być również wykonany z lanych rur żebrowych (ЦНИИМОД — 25). Komora tego rodzaju posiada większe szybkości powietrza i nie wymaga podpiwniczenia. Deski układa się w komorze do suszenia w stopy stojąc przekładki.

Konstrukcyjne rozwiązanie komory (ЦНИИМОД — 24) pokazano na rys. 53.

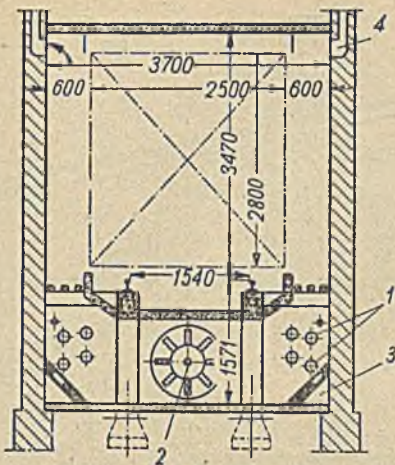
#### OBLICZANIE IŁOŚCI KOMÓR DO SUSZENIA

**Załadowanie komór.** Materiał przeznaczony do suszenia układa się w stopy na podkładkach. Stopy materiałów długich układa się na belkach, materiałów zaś krótkich — na specjalnych wagonikach. Rozmiary stosów do suszenia w komorach poszczególnych typów podano w tablicy 21.

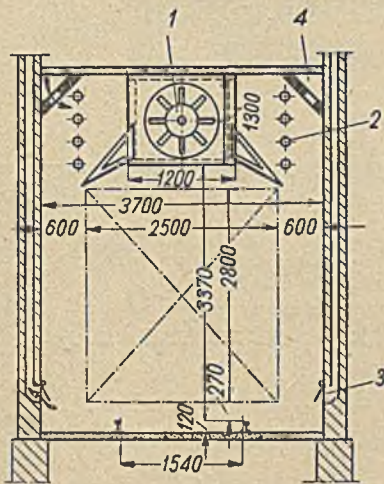


Rys. 47. Komora Grum-Grzymajło na dwa stopy: 1 — grzejnik, 2 — garnek kondensacyjny, 3 — zasawa w kanale wyciągowym, 4 — kanał wylagowy, 5 — kanały dopływowe, 6 — rury do nawilżania, 7 — psychrometr.





Rys. 48. Przekrój poprzeczny komory WIAM-I: 1 — rury grzejnika, 2 — wentylator osłowy zwrotny typu ЦАГИ, 3 — kanał dopływowy, 4 — rura wyciągowa.



Rys. 49. Przekrój poprzeczny komory WIAM-II: 1 — wentylator zwrotny typu ЦАГИ, 2 — rury grzejnika, 3 — rura wyciągowa, 4 — kanał dopływowy.

Wypełnienie użytkowe stosu masą drewna określa się według wzoru

$$V_{st} = G_{st} k_{st}$$

gdzie:

$G_{st}$  — objętość gabarytowa stosu w  $m^3$ ;

$k_{st}$  — współczynnik użytkowego wypełnienia stosu, określany na podstawie wzoru:

$$k_{st} = k_h \cdot k_b \cdot k_l$$

gdzie:

$k_h$ ,  $k_b$  i  $k_l$  — są odpowiednimi współczynnikami użytkowego wypełnienia stosu w kierunku wysokości, szerokości i długości. Współczynnik użytkowego wypełnienia w kierunku wysokości  $k_h$  zależy od grubości materiału i podkładek, a określa się na podstawie wzoru

$$k_h = \frac{S}{S + S_1}$$

gdzie:

$S$  — grubość materiału,

$S_1$  — grubość podkładki.

W praktyce przy projektowaniu suszarni drewna przyjmuje się grubość podkładki 25 mm dla wszystkich rozmiarów materiału z wyjątkiem specjalnie szerokich desek poddanych suszeniu w komorach o cyrkulacji naturalnej. W tym ostatnim przypadku grubość podkładki ustalono na 35–40 mm [3]. Zaleca się następujące wielkości współczynników  $k_b$  i  $k_l$ . Dla komór o pionowym ruchu powietrza  $k_b$  równa się 0,7, dla komór o zwrotnym ruchu poprzecznym powietrza  $k_b$  równa się 0,90–0,95. Dla długich materiałów  $k_l$  równa się 1,0, dla krótkich części, układanych w styk jedna na drugiej,  $k_l$  równe jest 0,85–0,90.

Użytkowe załadowanie komory masą drewna określa się na podstawie wzoru

$$V_k = V_{st} \cdot n$$

gdzie:

$n$  — ilość stosów w komorze.

**Wydajność komór.** Roczny fundusz czasu pracy komory określa się według ustalonego programu wykorzystania danego urządzenia.

Roczna ilość rozporządzalnych wsadów komory określa się według wzoru

$$z = \frac{F_0}{T_1 + T_2}$$

gdzie:

$F_0$  — roczny fundusz czasu pracy komory w dobach (ilość dni roboczych w ciągu roku);

$T_1$  — czas suszenia jednego wsadu w dobach (patrz rozdział III „Sprawocznika“);

$T_2$  — czas potrzebny na ochłodzenie, rozładowanie i naładowanie komór, przyjmowany zazwyczaj od 0,2 do 0,3 doby.

Roczna wydajność komory do suszenia równa jest

$$V = V_k \cdot z$$

**Obliczanie ilości komór.** W celu ustalenia ilości potrzebnych komór zestawia się najpierw specyfikację tarcicy. Sposób obliczenia może być przyjęty według tablicy A.

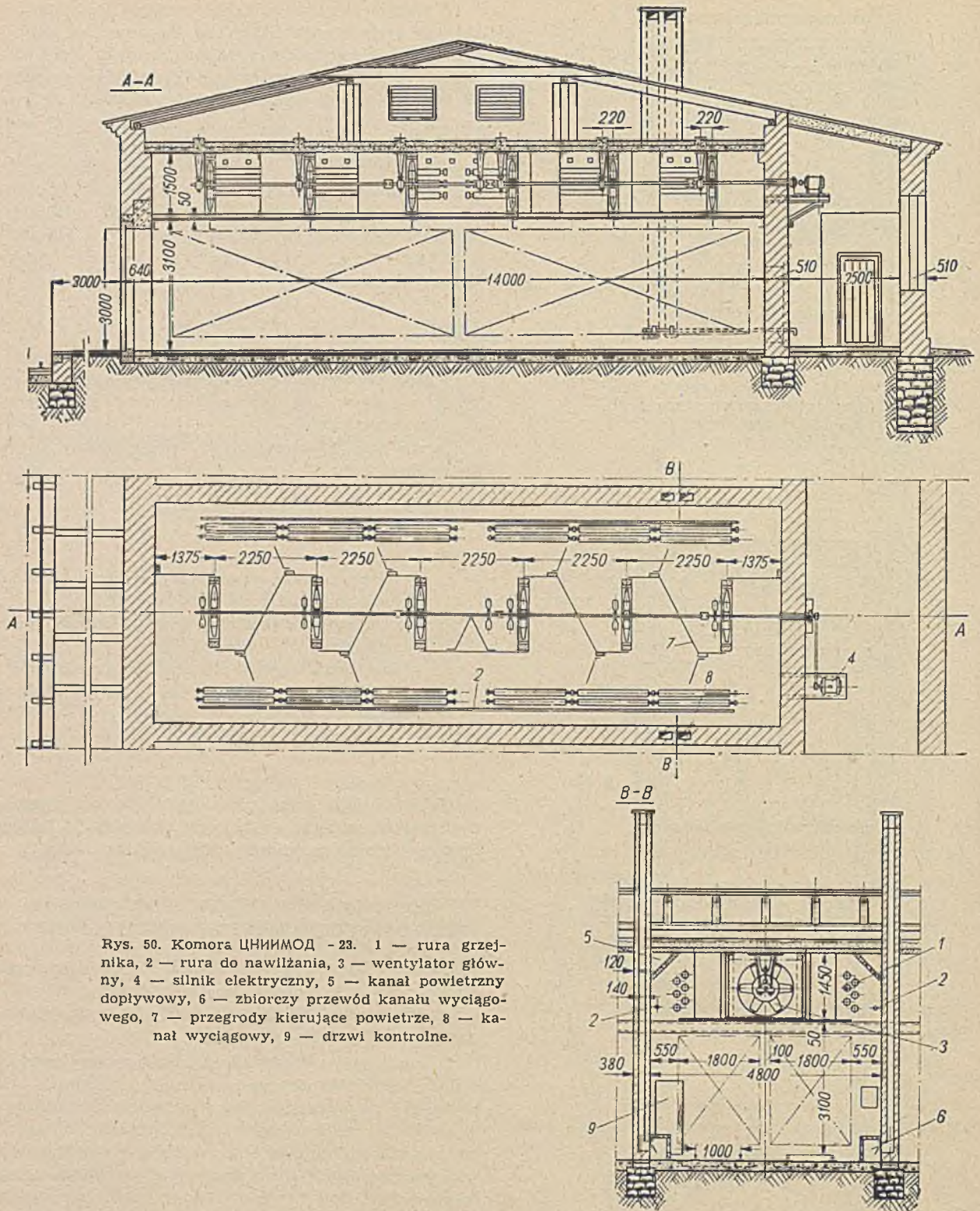
## WYMAGANIA W STOSUNKU DO BUDYNKÓW MIESZCZĄCYCH KOMORY DO SUSZENIA DREWNA

Elementy budynków mieszczących komory do suszenia drewna powinny odpowiadać wymaganiom trwałości i długowieczności w warunkach pracy przy wysokiej temperaturze i wilgotności powietrza.

Ściany i pułap komór do suszenia powinny posiadać małą przewodność cieplną i zapewniać utrzymanie odpowiedniej wilgotności powietrza w czasie suszenia drewna. Podłoga oraz ściany piwnic pod komorami i korytarzy komunikacyjnych powinny zapobiec przesączeniu się wód gruntowych. Pułap należy w sposób niezawodny zabezpieczyć od strat ciepła oraz przenikania pary wodnej do pomieszczenia strychowego. Drzwi komór do suszenia należy cieplnie izolować i zaopatrzyć w hermetyczne zamknięcie.

Przy długotrwałym okresie eksploatacji ściany komór do suszenia wykonuje się z czerwonej dobrze wypalanej cegły na cementowej lub mieszanej zaprawie. Stosowanie cegły białej silikatowej jest niedopuszczalne. Pułap wykonuje się zazwyczaj z żelazobetonu z zastosowaniem zabezpieczenia przed przenikaniem ciepła i wody, składającego się z warstwy żużlu na papie naklejonej za pomocą masy klejowej z wierzchu płyty.





Rys. 50. Komora ЦНИМОД - 23. 1 — rura grzejnika, 2 — rura do nawilżania, 3 — wentylator główny, 4 — silnik elektryczny, 5 — kanał powietrzny dopływowy, 6 — zbiorczy przewód kanału wyciągowego, 7 — przegrody kierujące powietrze, 8 — kanał wyciągowy, 9 — drzwi kontrolne.

Stronę wewnętrzną ścian i pułap zaleca się wyprawić zaprawą cementową z ceryztem lub też pokrywać trudno topliwą smołą bitumiczną [6 i 7].

Przy budowie urządzeń czasowych z terminem eksploatacji do 5 lat ściany komór do suszenia mogą być wypełniane kłocami drewnianymi poprzetykanymi starannie wysmołowanymi pakułami. Od strony wewnętrznej drewniane ściany komór i pułapy należy wyprawić zaprawą cementową z ceryztem na siatce Rabitza [7].

#### Schemat obliczenia cieplnego urządzeń do suszenia drewna

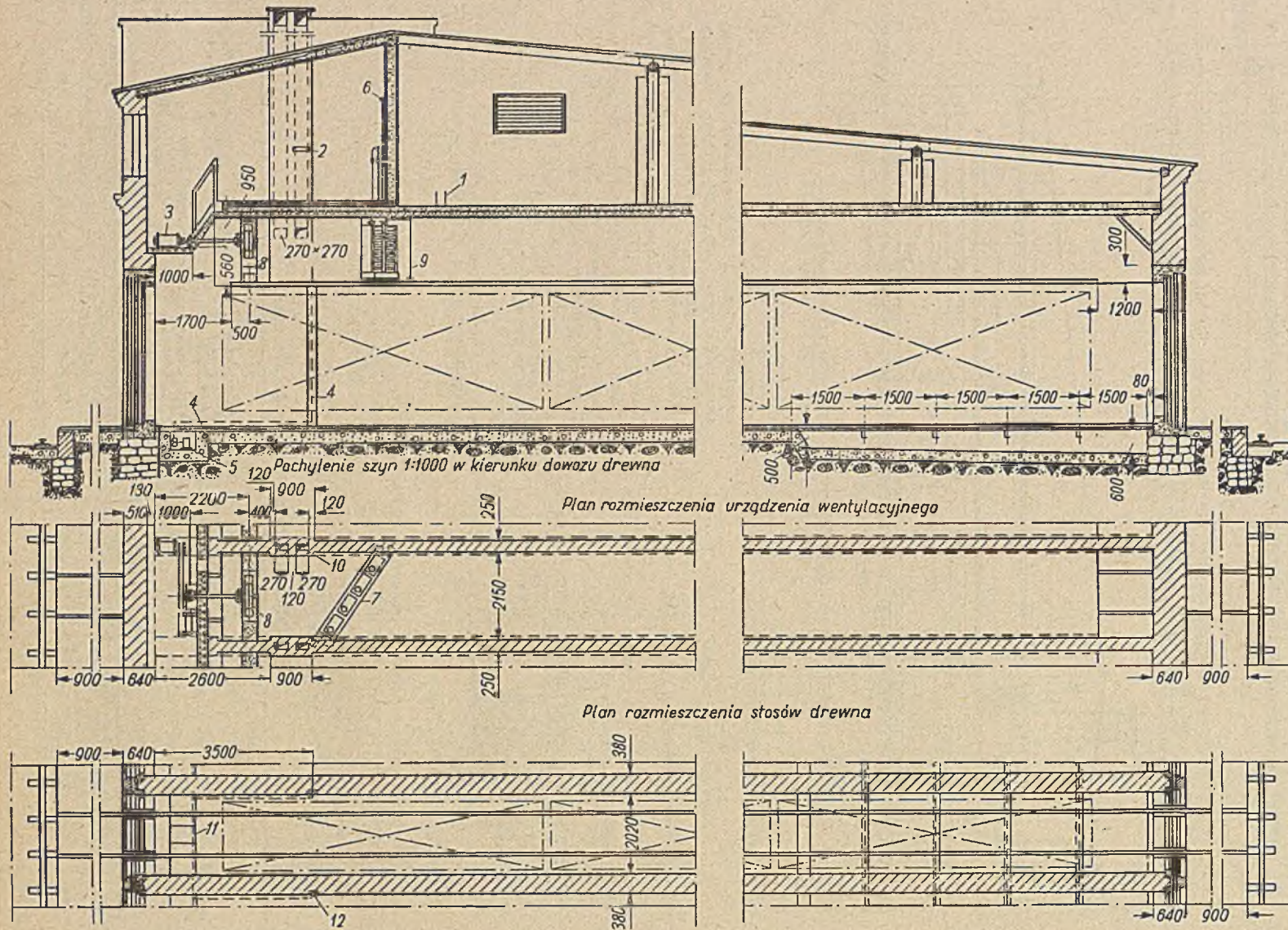
Obliczenie cieplne urządzeń do suszenia drewna według poniżej podanych wskaźników i wzorów przeprowadza się w następujący sposób.

1. Gatunek drewna przyjęty do obliczeń (sosna, dąb itd).
2. Grubość drewna obliczeniowa w mm.
3. Wilgotność początkowa drewna  $W_1$  w %.
4. Wilgotność końcowa drewna  $W_2$  w %.
5. Przyjęty ciężar objętościowy suszonego drewna  $\gamma$  m w  $\text{kg/m}^3$ .











Zmiana ilości ciepła zawartego w powietrzu wskutek strat ciepła poprzez ściany komory

$$\Delta I = \frac{Q_1}{L_p} \text{ w kcal/kg suchego powietrza,}$$

16. Stan powietrza po przejściu przez stos:  
zawartość wilgoci  $d_2 = d_1 + \Delta d$  w g/kg suchego powietrza,  
zawartość ciepła  $I_2 = I_1 - \Delta I$  w kcal/kg suchego powietrza,  
temperatura  $t_2$  (wg wykresu I-d) w °C,  
wilgotność względna  $\varphi_2$  wykresu I-d w %.

17. Przyjęty do obliczeń stan powietrza zewnętrznego w danym otoczeniu (wg tablic klimatologicznych):

- $t_o$  w °C,
- $\varphi_o$  w %,
- $d_o$  w g/kg suchego powietrza,
- $I_o$  w kcal/kg suchego powietrza.

18. To samo dla średnich rocznych warunków (wg tablic klimatologicznych):

- $t_{sr}$  w °C,
- $\varphi_{sr}$  w %,
- $d_{sr}$  w g/kg suchego powietrza,
- $I_{sr}$  w kcal/kg suchego powietrza.

Obliczenie strat ciepła powstających wskutek przenikania przez ściany komory dokonuje się zgodnie z danymi OST z uwzględnieniem wpływu, jaki ma usytuowanie budynku komory w stosunku do poszczególnych stron świata.

19. Współczynnik wpustu powietrza dodatkowego przy średnich rocznych warunkach wynosi:

$$m = \frac{d_2 - d_o}{d_2 - d_{sr}}$$

20. Stan powietrza po wymieszaniu z powietrzem dodatkowym:

zawartość wilgoci  $d_3 = d_2 (1 - m) + d_{sr} \cdot m$  w g/kg suchego powietrza,  
zawartość ciepła  $I_3 = I_2 (1 - m) + I_{sr} \cdot m$  w kcal/kg suchego powietrza,  
temperatura  $t_3$  (wg wykresu I - d) w °C,  
wilgotność  $\varphi_3$  (wg wykresu I - d) w %.

21. Ilość ciepła potrzebna do odparowania 1 kg wilgoci: w czasie zimy

$$Q_1 = 1000 \cdot \frac{I_3 - I_o}{d_3 - d_o} - t \text{ w kcal/kg}$$

w warunkach średnich

$$q_{sr} = 1000 \cdot \frac{I_o - I_{sr}}{d_2 - d_{sr}} - t_k \text{ w kcal/kg}$$

22. Ilość ciepła potrzebna do podgrzania 1 m<sup>3</sup> drewna: w czasie zimy:

$$Q_2 = \gamma_m \left\{ \left[ 0,38 (t_k - t_o) + \left( \frac{W_1 - 30}{100} \right) \right] \cdot \left[ 0,5 (-t_o) + 80 + t_k \right] \right\} \text{ w kcal/m}^3$$

w średnich warunkach rocznych przy  $t_{sr} > 0$  °C

$$Q_{2sr} = \gamma_m \left( 0,38 + \frac{W_1}{100} \right) \cdot (t_k - t_o) \text{ w kcal/m}^3$$

gdzie:

- $t_k$  — temperatura komory w °C,
- 0,5 — ciepło właściwe lodu w kcal/kg,
- 0,38 — ciepło właściwe absolutnie suchego drewna w kcal/kg °C,
- 80 — ciepło topnienia lodu w kcal/kg,
- 30 — wilgotność drewna w chwili nasycenia włókien w %.

23. To samo na 1 kg odparowanej wilgoci: podczas zimy

$$q_{2sr} = \frac{Q_2}{G} \text{ w kcal/kg}$$

w warunkach średnich

$$q_{2sr} = \frac{Q_{2sr}}{G} \text{ w kcal/kg}$$

24. Straty ciepła przez przewodzenie przegród komór (ściany, pułap, drzwi i podłogi):

w czasie zimy

$$Q_3 = \sum F_k (t_1 - t_o) k_k \text{ w kcal/godz}$$

w warunkach średnich

$$Q_{3sr} = \sum F_k (t_1 - t_{sr}) k^1 \text{ w kcal/godz}$$

25. To samo na 1 kg odparowywanej wilgoci: podczas zimy

$$q_3 = \frac{Q_3}{G_2} \text{ w kcal/godz}$$

w warunkach średnich

$$q_{3sr} = \frac{Q_{3sr}}{G_2} \text{ w kcal/godz}$$

26. Globalne zużycie ciepła na 1 kg odparowywanej wilgoci: podczas zimy

$$q = \sum q_1 + \sum q_2 + q_3 \text{ w kcal/godz}$$

przy warunkach średnich

$$q_3 = q_{1sr} + q_{2sr} + q_{3sr} \text{ w kcal/godz}$$

27. Charakterystyka pary doprowadzanej do grzejnika:

- ciśnienie  $P_n$  w kg/cm<sup>2</sup>,
- temperatura  $t_n$  w °C,
- wilgotność  $X$  w %,
- zdolność cieplna pary  $r (100 - X)$  w kcal/godz.

28. Zużycie pary na 1 kg odparowywanej wilgoci: podczas zimy

$$D_2 = \frac{q}{r (100 - X)} \text{ w kg/kg wilgoci}$$

w warunkach średnich

$$D_{2sr} = \frac{q_{sr}}{r (100 - X)} \text{ w kg/kg wilgoci}$$

1) Obliczenia strat ciepła zachodzących przy przewodzeniu ciepła przez przegrody komór do suszenia dokonuje się zgodnie z danymi OST z uwzględnieniem wpływu usytuowania budynku w stosunku do poszczególnych stron świata.

Tablica 21

Wskaźniki techniczno-ekonomiczne urządzeń do suszenia drewna

Nazwa wskaźników	System komór				
	Grum-Grzymajło		ВИАМ	ЦНИИМОД	
	2 stopy	4 stopy		Nr 26	Nr 24
Wewnętrzne wymiary komór: długość w m	14	14	14	16,5	35,5
szerokość w m	2,4	4,8	3,7	2,0	2,0
wysokość w m	3,0-3,2	3,0-3,2	3,5	3,1	3,1
głębokość piwnicy w m	1	1	1,57	—	—
wysokość w przestrzeni wentylacyjnej w m	—	—	—	1,5	1,5
Wymiary stosu: długość w m	6,5	6,5	6,5	2,3	6,5
szerokość w m	1,5-1,8	1,5-1,8	2,5	1,9	1,9
wysokość w m	2,5	2,5	2,8	2,5	2,5
Ilość stosów w komorze	2	4	2	6	5
Użytkowe załadowanie (wsad) komory w m <sup>3</sup> suszonej tarcicy	25	50	55	35,0	70
Wydajność komory rocznie w m <sup>3</sup> suszonej tarcicy	1 400	2 800	3 800	2 000	4 000
Wydajność na 1 m <sup>3</sup> objętości komory w m suszonej tarcicy	8,3	8,3	11,8	13,5	12,5
Powierzchnia grzejna grzejnika w m <sup>2</sup>	144	288	192	58	144
Nr wentylatora osiowego	nie ma	nie ma	Nr 8,5 rewersyjny 7	УД	Nr 12
Ilość wentylatorów	—	—	—	Nr 10	УД
Moc silnika elektrycznego w kW	nie ma	nie ma	3	1	1
Szybkość ruchu powietrza w stosie w m/sek	0,5	0,5	1,2	1,7	1,8
Zużycie pary na komorę do suszenia cienkiej iglastej tarcicy w kg/godz	180	350	500	180	450



29. To samo z uwzględnieniem dodatkowego nawilżania, strat w przewodach parowych i niedokładności regulacji (rezerwa 25%):

podczas zimy

$$D_1 = D_2 \cdot 1,25 \text{ w kg/kg wilgoci}$$

w warunkach średnich

$$D_{1sr} = D_{2sr} \cdot 1,25 \text{ w kg/kg wilgoci.}$$

30. Zużycie pary na 1 komorę na godzinę: podczas zimy

$$D = D_1 \cdot G_2 \text{ w kg/godz}$$

przy średnich warunkach

$$D_{sr} = D_{1sr} \cdot G_2 \text{ w kg/godz}$$

Wyznaczenie powierzchni nagrzewalnej grzejnika.

31. Maksymalne globalne zużycie ciepła na jedną komorę z jednego grzejnika:

$$Q = q_1 + q_2 \text{ w kcal/godz}$$

32. Powierzchnia grzejna grzejnika z rur żebrowych lub gazowych:

$$H_{km} = \frac{Q}{k_m \left( t_h - \frac{t_1 + t_2}{2} \right)} \text{ w m}^2$$

33. Powierzchnia grzejna grzejników komorowych biorąc pod uwagę ich zanieczyszczenie:

$$H_n = \frac{1,15 Q}{k_n \left( t_h - \frac{t_1 + t_2}{2} \right)} \text{ w m}^2$$

W celu zapewnienia doprowadzenia odpowiedniej ilości ciepła do komór w najchłodniejszym okresie roku — obliczeniową powierzchnię nagrzewalną zaleca się zwiększyć o 10 — 15%.

#### WSKAŹNIKI TECHNICZNO-EKONOMICZNE

W tablicy 21 podane są wskaźniki techniczno-ekonomiczne.

#### LITERATURA I ŹRÓDŁA

1. BYCZKOW A. G.: Osiewyje wientilatory, ЦАГИ sierija 4, izd. ЦАГИ, 1938.
2. KALINUSZKIN M. P.: Osiewyje wientilatory, ЦАГИ cz. I, izd. ЦАГИ, 1935.
3. KRIECZETOW I. W.: Eksploatacija lesosuszil, Goslestiechizdat 1943.
5. ŁURJE M. J.: Suszilnoje dieło, ГОИТИ, 1938.
5. POSNOW B. A.: O wyborze sistemy lesosuszil dla razlicznych proizvodstw. Informacionnyj listok, ЦНИИМОД Nr 13, 1936.
6. SIELUGIN N. S.: Suszka driewiesiny, Goslestiechizdat, 1940.
7. SIERGIEJEW I. S.: Prostiejszije typy lesosuszilnych ustanowok, Goslestiechizdat, 1944.
8. ЦНИИМОД Narkomlesa ZSRR, instrukcija po primienieniju normatiwow lesosuszilnogo proizvodstwa, izd. 1937.
9. ЦНИИМОД Narkomlesa ZSRR, Albom konstrukcij lesosuszil.
10. Rieszienija II wsiesojuznoj konfierencii po suszkie driewiesiny, 1936.



## Rozdział VII

# PROJEKTOWANIE WYDZIAŁÓW MALARSKO-LAKIERNICZYCH

### KLASYFIKACJA WYDZIAŁÓW, ODDZIAŁÓW I SEKCJI MALARSKICH

Projektowanie dotyczące prac malarskich wiąże się ściśle z opracowaniem podstawowego schematu całego procesu technologicznego zakładu. Przy tym możliwe są poniżej podane zasadnicze odmiany procesów malarskich.

Malowanie skoncentrowane całkowicie w jednym miejscu. Według tego procesu mogą być malowane gotowe wyroby po montażu, przy produkcji jednostkowej lub małoseryjnej, a przy produkcji wielkoseryjnej i masowej pomalowane części i podzespoły mogą być kierowane do montażu.

Malowanie wykonywane w dwu etapach: gruntowanie i malowanie. Według tego procesu wszystkie części i podzespoły przechodzą wstępne gruntowanie w wydziałach produkcyjnych, a następnie po montażu są malowane.

Malowanie wykonywane w kilku etapach: gruntowanie, wstępne malowanie, ostateczne malowanie. Na przykład: gruntowanie części, następnie ich obróbka mechaniczna i montaż podzespołów, malowanie wstępne przed montażem ostatecznym i próbą całego wyrobu, a wreszcie wykańczające malowanie wyrobów w stanie zmontowanym.

W zależności od wybranego procesu w zakładzie organizuje się:

1. *Sekcje* malarskie wykonujące oddzielne operacje malarskie związane nierozdzielnie z procesem produkcyjnym danych wydziałów, na przykład malowanie gotowych wyrobów lub podzespołów na przenośniku montażowym, przygotowanie do malowania w procesie montażu itp.

2. *Oddziały* malarskie, których zadaniem jest malowanie gotowej produkcji; oddziały te zakańczają w danym wydziale cykl produkcyjny części, podzespołów lub gotowych wyrobów.

3. *Wydziały* malarskie wykonujące malowanie gotowej produkcji i kończące proces technologiczny masowej i wielkoseryjnej produkcji wyrobów. Jednak w warunkach seryjnej lub jednostkowej produkcji w niewielkim zakładzie wydział malarski często łączy w sobie malowanie gotowych wyrobów i operacje malarskie oddzielnych części i podzespołów.

Jako przykład podano na rys. 1 ideowy schemat organizacji robót malarskich w dużych zakładach wagonów towarowych.

Klasyfikację wydziałów, oddziałów i sekcji malarskich przeprowadzono według następujących kryteriów:

1. *Rozmiarów malowanych przedmiotów*: przedmioty wielkie (parowozy, wagony, obrabiarki itp.) o ciężarze  $5 \div 100$  T i wyżej — I klasa, przedmioty średniej wielkości (samochody, traktory, maszyny rolnicze itp.) o ciężarze  $0,1 \div 10$  T — II klasa, przedmioty małe (rowery, maszyny do pisania itp.) o ciężarze do 0,1 T — III klasa.

2. *Typy produkcji*: masowej, wielkoseryjnej, seryjnej, małoseryjnej i jednostkowej w zależności od wielkości programu.

3. *Metody malowania i suszenia przedmiotów*, przeważającej w wydziale, jako najekonomiczniejszej dla danego rozmiaru przedmiotu i danego programu (malowanie pędzlem, rozpylanie oblewanie lub zanurzanie, malowanie zmechanizowane i zautomatyzowane, naturalne lub sztuczne suszenie).

#### 4. *Organizacji produkcji*.

Według organizacji produkcji procesy malarskie mogą być podzielone na poniżej opisane rodzaje.

**Produkcja masowa i wielkoseryjna z nieprzerwanym ruchem przedmiotów** (rys. 2). Ten rodzaj produkcji charakteryzuje się nieprzerwanym, jednokierunkowym ruchem przedmiotu lub wieszaka z częściami, zgodnie z zadaniem tempem produkcji, przy czym wszystkie operacje w potoku mają równe czasy wykonania.

Przy takiej organizacji urządzenia produkcyjne obliczone są na wykonanie zarówno oddzielnych operacji, jak i ich grup.

Jako urządzenia stosuje się wyłącznie konstrukcje typu przelotowego z podawaniem części z jednej strony i odbiorem z drugiej. Długość części roboczej komór i stanowisk roboczych określona jest szybkością przenośnika, czasem trwania operacji i wygodą pracy. Rozmieszczenie stanowisk roboczych może być zaprojektowane z jednej lub z obu stron przenośnika.

**Masowa i wielkoseryjna produkcja z postępowym, periodycznym ruchem przedmiotów** (rys. 3). Ten rodzaj organizacji produkcji charakteryzuje się periodycznym ruchem przedmiotów wzdłuż całej linii produkcyjnego.

W rezultacie ruchu periodycznego operacje wykonuje się tylko w czasie postoju przedmiotów na stanowisku roboczym, a po zakończeniu operacji przedmiot przesuwa się na stanowisko następnej operacji.

Powyższy rodzaj organizacji nadaje się szczególnie dla przedmiotów o większych rozmiarach (wagony, obrabiarki itp.) przesuujących się na własnych kołach lub wózkach. Tę metodę można stosować dla drobnych części, malowanych pojedynczo i w wielkich seriach (w bębnach, dzwonach itp.).

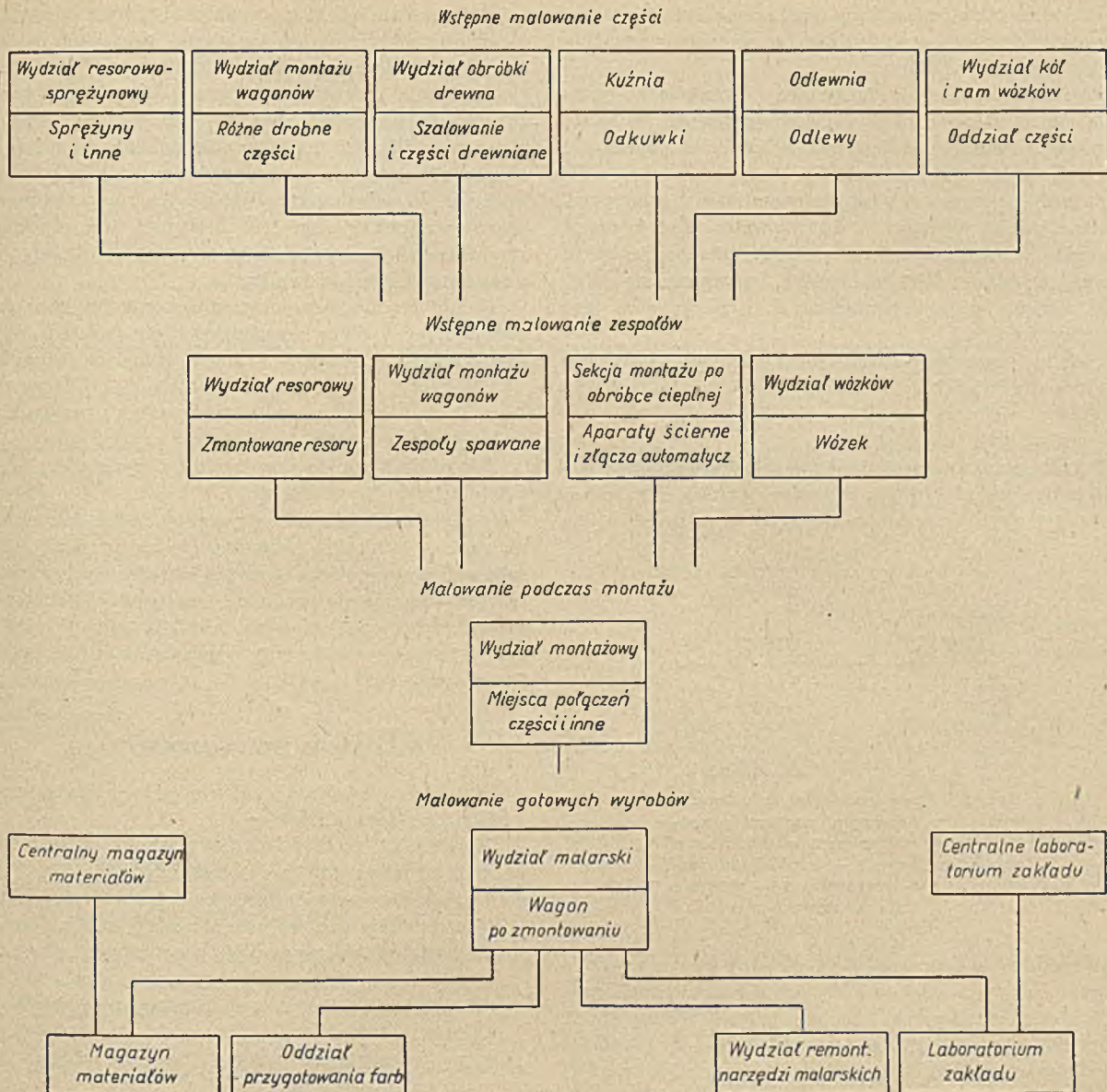


Klasyfikacje wydziałów, oddziałów i sekcji malarsko-lakierniczych

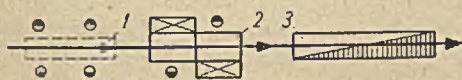
Tablica 1

Klasa		I				II				III			
Grupa		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Rodzaj produkcji		Masowa i wielkoseryjna	Seryjna	Drobnoseryjna i jednostkowa	Drobnoseryjna i jednostkowa	Masowa i wielkoseryjna	Masowa i wielkoseryjna	Seryjna	Drobnoseryjna i jednostkowa	Masowa	Masowa i wielkoseryjna	Seryjna	Potokowo-seryjna
Rodzaj ruchu przedmiotu		Periodyczny postępowy ruch przedmiotu	Postępowo-zwrotny (wahadłowy) ruch przedmiotu	Wahadłowy ruch przedmiotu	Przedmiot nieruchomy	Ciągły ruch przedmiotu	Periodyczny postępowy ruch przedmiotu	Postępowo-zwrotny (wahadłowy) ruch przedmiotu	Wahadłowy ruch przedmiotu	Ciągły ruch przedmiotów (na wielomiejscowych przyrządach)	Periodyczny, postępowy ruch przedmiotów (na wielomiejscowych przyrządach)	Postępowo-zwrotny ruch przedmiotów (na wielomiejscowych przyrządach)	Periodyczny ruch przedmiotów (na przyrządach i wózkach)
Najekonomiczniejszy proces technologiczny	malowanie	Powietrzne i bezsprężarkowe rozpylanie farby			Bezsprężarkowe rozpylanie farby	Powietrzne rozpylanie farby			Ręczne malowanie pędzlem, oblewaniem, zanurzanie itp.	Rozpylanie farby powietrzem		Malowanie w bębnach, dzwonach	Wszystkie możliwe rodzaje malowania pędzlem, zanurzeniem, oblewaniem, rozpylaniem powietrznym
	Suszenie	—	Malowanie ręczne pędzlem	Malowanie ręczne pędzlem	Malowanie ręczne pędzlem	Zautomatyzowane malowanie (zanurzanie, oblewanie), malowanie w automatach lub specjalnych zespołach				Malowanie zautomatyzowane i zmechanizowane (oblewaniem, zanurzaniem), malowanie w automatach, bębnach, dzwonach			
		Sztuczne	Sztuczne i naturalne	Naturalne		Sztuczne			Sztuczne i naturalne	Sztuczne		Sztuczne	
Typ urządzeń technologicznych		Komory przelotowe		Nieprzepuszczalne komory	—	Komory przelotowe			Komory nieprzelotowe	Komory przelotowe		Komory nieprzelotowe	Komory przelotowe i nieprzelotowe
Typ urządzenia transportowego		Szynowe i bezszynowe		—	—	Przenośniki z ciągłym ruchem przedmiotów	Przenośniki szynowe i bezszynowe z periodycznym, postępowym ruchem przedmiotu	Przenośniki szynowe i bezszynowe z periodycznym, postępowo-zwrotnym ruchem przedmiotu	Szynowe i bezszynowe periodycznego działania	Przenośniki ciągłego działania	Przenośniki szynowe i bezszynowe z periodycznym, postępowym ruchem przedmiotów	Przenośniki szynowe i bezszynowe z periodycznym, postępowo-zwrotnym ruchem przedmiotów	Wózki szynowe i bezszynowe, transport przyziemny i podwieszony z ręcznym przesuwaniem przedmiotów
		Przenośnik z periodycznym ruchem postępowym	Przenośnik z periodycznym ruchem postępowo-zwrotnym		—								
Charakterystyczne obiekty do malowania		Wielkie przedmioty: urządzenia metalurgiczne, parowozy, młoty, prasy, urządzenia podnośno-transportowe (suwnice), wagony towarowe i osobowe, duże obrabialki, kombajny, silniki itp.				Wyroby średniej wielkości: traktory, samochody, lekkie obrabialki, silniki typu lekkiego, maszyny przemysłu spożywczego, autobusy, sprężarki typu lekkiego, maszyny rolnicze, wentylatory i inne				Małe przedmioty: drobne narzędzia, silniki elektryczne, małe urządzenia podnośno-transportowe (wciągarki, podnośniki i inne), wyroby mechaniki precyzyjnej, maszyny do liczenia, pisanie, szycia, rowery, drobna aparatura elektryczna i inne			
Typowe wyroby		Parowozy	Wagony towarowe	Silniki Diesla	Obrabialki do skrawania metali	Samochody ciężarowe	Obrabialki do skrawania metali	Traktory	Silniki poruszane wiatrem	Rowery	Drobne narzędzia ślusarskie	Drobna aparatura elektryczna	Maszyny do pisania
a. orientacyjny ciężar w tonach		Ponad 100	18 — 23	13,5 — 57,5	5 — 30,0	1,65 — 3,1	0,3 — 4,5	2 — 6,7	0,12 — 4,7	0,008 — 0,017	0,0001 — 0,0006	0,006 — 0,08	0,025
b. powierzchni w m <sup>2</sup> /t		4 — 5	9,25 — 13,5	1,75 — 1,05	4,0 — 2,0	29,7 — 30,6	9,2 — 5,4	11 — 20,4	14,5 — 27,2	75 — 60	81 — 65	79,5 — 20,4	85,5

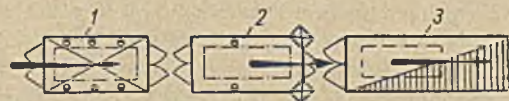




Rys. 1. Schemat organizacji robót malarsko-lakierniczych w zakładzie budowy wagonów towarowych w warunkach produkcji wielkoseryjnej.



Rys. 2. Linia potokowa z ciągłym podawaniem przedmiotów: 1 — stanowisko przygotowawcze, 2 — dwustronna komora do rozpylania, 3 — suszarnia.



Rys. 3. Linia potokowa z periodycznym podawaniem przedmiotów: 1 — komora przygotowawcza, 2 — komora do rozpylania z czołowym filtrem hydraulicznym, 3 — suszarnia.

Wszystkie operacje potoku przeprowadza się jednocześnie w czasie trwania zadanego taktu. Przedmioty na wózkach lub na przenośnikach dostarcza się na stanowiska robocze. Po wykonaniu przez robotnika koniecznych operacji przesuwa się je na następne stanowisko.

Produkcja seryjna z postępowo-zwrotnym (wahadłowym) przesuwaniem przedmiotów (rys. 4). Ten rodzaj produkcji charakteryzuje się tym, że w odpowiednim czasie określonym tempem produkcji, a umożliwiającym wykonanie kilku cykli operacji produkcyjnych, przedmiot wykonuje ruch postępowo zwrotny ze stanowiska na stanowisko. W odróżnieniu od masowej produkcji potokowej,

gdzie operacje lub całe ich cykle przeprowadza się w tym samym czasie na różnych stanowiskach, przy wahadłowym ruchu operacje nie są wykonywane równocześnie, lecz w sposób kolejny na jednym lub kilku stanowiskach przez jedną brygadę robotników.



Rys. 4. Linia potokowa z wahadłowym ruchem przedmiotów w komorach przelotowych: 1 — stanowisko gruntowania i szpachlowania, 2 — suszarnia, 3 — stanowisko malowania, 4 — tor.

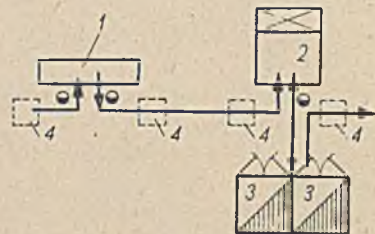


Przykład takiej organizacji podano na rys. 4. Proces produkcji przebiega w ten sposób, że w robocie znajdują się stale dwa przedmioty.

Po zagruntowaniu na stanowisku 1 przedmiot *A* przesuwa się na stanowisko 2 w celu wysuszenia. W czasie suszenia przedmiotu *A* brygada robotników przechodzi na stanowisko 3 i wykonuje malowanie przedmiotu *B*. Po wysuszeniu przedmiot *A* wraca na stanowisko 1, gdzie przechodzi następną operację — szpachlowanie. W tym czasie przedmiot *B* suszy się w komorze 2. Po ukończeniu cyklu operacji przedmiot *B* ze stanowiska 3 przesuwa się dalej. Jego miejsce zajmuje przedmiot *A*, a na miejsce jego przychodzi nowy.

Podobną organizację stosuje się w warunkach produkcji seryjnej dla wielkich i średnich przedmiotów (wagony towarowe, parowozy, wielkie obrabiarki itp.), tzn. gdy tempo produkcji jest dłuższe.

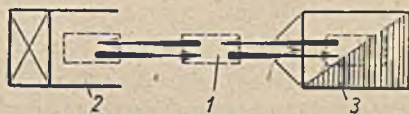
Seryjna potokowa produkcja małych przedmiotów z periodycznym ich przesuwarem (mieszany potok). Ten rodzaj organizacji (rys. 5) odznacza się tym, że seria części ma



Rys. 5. Linia potokowa z wahadłowym i postępowym ruchem przedmiotów na wózkach: 1 — stanowisko przygotowawcze 2 — komora do rozpylania, 3 — suszarnie, 4 — miejsca dla wózków.

ustalony kierunek przesuwarem na zasadzie ruchu prostoliniowego lub wahadłowego. Na różnych stanowiskach mogą podlegać jednoczesnej obróbce partie różnorodnych przedmiotów o różnych czasach wykonania. W zależności od wielkości produkcji stanowiska robocze mogą być ściśle wyspecjalizowane lub też mogą zawierać wiele zupełnie różnych operacji. Tak więc operacje gruntowania i malowania mogą być wykonywane w tej samej komorze do rozpylania.

Małoseryjna i jednostkowa produkcja z wahadłowym przesuwarem przedmiotów. W odróżnieniu od produkcji seryjnej z wahadłowym przesuwarem przedmiotu (w komorach przelotowych) ten rodzaj produkcji ma zastosowanie w komorach typu nieprzelotowego. Cechą charakte-



Rys. 6. Linia potokowa z wahadłowym ruchem przedmiotów i nieprzelotowymi komorami: 1 — stanowisko przygotowawcze, 2 — stanowisko malarskie, 3 — stanowisko suszenia.

rystyczną tego rodzaju produkcji jest brak synchronizacji wykonywania operacji na poszczególnych stanowiskach.

Najbardziej rozpowszechniony schemat przedstawiono na rys. 6.

Przytoczone schematy organizacji potokowej produkcji są charakterystyczne dla ustalonej produkcji o stałym tempie i regularnym ruchu przedmiotów [24].

Produkcja jednostanowiskowa odznacza się tym, że przedmiot pozostaje stale na tym samym stanowisku, a proces technologiczny wykonują kolejno jedna lub kilka brygad robotniczych, przesuwarem się wzdłuż powierzchni malowanego przedmiotu. System ten ma zastosowanie przede wszystkim przy drobnoseryjnej lub jednostkowej produkcji wielkich przedmiotów (okręty, silniki Diesla, duże konstrukcje stalowe itp.).

Rodzaj produkcji w połączeniu z organizacją przebiegu produkcyjnego służy za podstawę do podziału wydziałów, oddziałów i sekcji na grupy w granicach jednej klasy.

Dla każdej klasy i grupy w tablicy klasyfikacyjnej podano charakterystykę typów wyposażenia i urządzeń podnośno-transportowych (tablica 1).

Klasyfikacja ta dotyczy zarówno wydziałów, jak oddziałów i sekcji malarskich.

Postępując się klasyfikacją według dwóch danych wyjściowych — wielkością programu (rodzaj produkcji) i rozmiarami przedmiotów — można określić najbardziej racjonalną organizację produkcji i najbardziej ekonomiczny proces technologiczny, odpowiedni do zadanych warunków, a także stosowane typy wyposażenia technologicznego i transportowego.

## ZAŁOŻENIA DO PROJEKTOWANIA

W skład założeń do projektowania wchodzi poniżej wymienione dane wyjściowe.

Warunki techniczne malowania przedmiotów, które powinny uwzględniać:

- przyczyny wywołujące korozję, której podlegają przedmioty (np. wpływy atmosferyczne, zmiany temperatury, wpływ reakcji chemicznych i inne),
- charakter wymaganego pokrycia (antykorozyjny, zdobniczy) i warunki eksploatacji przedmiotów,
- żądany kolor,
- wykończenie powierzchni (bardziej lub mniej błyszcząca, napisy itp.),
- specjalne warunki pokrycia (malowanie powierzchni wewnętrznych odlewów, malowanie miejsc połączeń, imitujące malowanie całych przedmiotów oraz poszczególnych części i inne),
- warunki temperatury przy eksploatacji przedmiotu,
- dopuszczalne warunki cieplne w wypadku stosowania sztucznego suszenia przedmiotu (temperatura i dopuszczalny czas grzania w maksymalnej temperaturze),
- żądany rodzaj materiałów malarsko-lakierniczych (jeżeli dysponuje się danymi eksploatacyjnymi lub doświadczeniami co do celowości zastosowania określonych materiałów),
- minimalny okres trwałości pokrycia.

Program wydziału zestawia się na podstawie specyfikacji malowanych części z wymienieniem rodzaju malowania (malowanie powierzchni zewnętrznej lub wewnętrznej, wykaz miejsc podlegających ochronie przed malowaniem i inne).

Program układa się według wzoru tablicy A.

Dla przybliżonych obliczeń program może zawierać tylko nazwę przedmiotu i jego roczną produkcję wyrażoną w odpowiednich jednostkach (sztukach, tonach lub metrach kwadratowych).



Tablica A

Nr części	Nazwa części	Charakterystyka części				Ilość			Program roczny			
		Materiał	Ciężar 1 części w kg	Rozmiar w mm	Powierzchnia malowana w m <sup>2</sup>	Części na 1 komplet	Części na program roczny	Części pasowych	W szt	W t	W m <sup>2</sup> powierzchni	
0001	Bocznica prawa	stal	14	2412 × 376 × 1000	2,4	1	10 000	1 000	11 000	154	26400	
									Razem	41 000	794	66 400

Tablica 2

Wskaznik	Nazwa materiałów malarsko-lakierowniczych				
	Farby olejne	Utrwalacze	Emalie syntetyczne (głiptale i inne)	Nitroemalie	Lakierj asfaltowe
Metoda naniesienia	dowolna	dowolna (zwykle pędzlem)	dowolna	rozpylanie <sup>1)</sup>	dowolna
Suszenie: naturalne sztuczne	do 24 godz do 6 " 100°C	do 48 godz do 3 " 100°C	— do 50 min 100—110°C	do 2 godz <sup>2)</sup> do 30 min <sup>2)</sup> 60°C	24—96 godz 20—60 min 100—200°C
Adhezja na metalu	dobra	dobra	dobra	zła <sup>3)</sup>	dobra
Oporność na wpływ atmosferyczny	dobra	dobra	dobra	dobra, lecz gorsza niż u emalii syntetycznych	dobra
Oporność na oleje i benzynę	przy długim działaniu rozmiękają				
Oporność na temperaturę	dobra	dobra	dobra	zła	dobra dla lakierów tłuszczowych
Oporność na emulsje ługowe	zła	zła	zła	dobra	dobra
Oporność na wodę	zła	dobra	dobra	zła	dobra
Oporność na kwasy	zła	zła	średnia <sup>4)</sup>	zła	dobra
Dziedziny zastosowania	różne gałęzie przemysłu	budowa wagonów, parowozów, samochodów i inne	budowa samochodów, motocykli, rowerów, maszyn rolniczych przyrządów i inne	budowa samochodów, obrabiarek, samolotów i inne	różne gałęzie przemysłu

1) Specjalne rodzaje nitrolakierów i emalii nanosi się pędzlem.

2) Całkowite wysychanie.

3) Nanosi się specjalną gruntówkę. Niektóre nieliczne rodzaje (np. M-624) można nanosić wprost na metal.

4) W zależności od rodzaju i koncentracji kwasów.

Czas pracy (jeżeli nie zachodzi potrzeba znalezienia go z obliczeń obciążenia urządzeń produkcyjnych); fundusz czasu urządzeń produkcyjnych i robotników.

Charakterystyki energetyczne produkcji, obejmujące sieci sprężonego powietrza, dostarczanie ciepła, energię elektryczną dla siły i światła itd.

Czas pracy wydziału, tj. ilość dni roboczych w roku, liczba zmian i ilość godzin 1 zmiany, przyjmuje się zwykle analogicznie do całego zakładu.

### PROCES TECHNOLOGICZNY

Opracowanie procesu technologicznego zaczyna się od zasadniczego wyboru rodzaju materiału malarsko-lakierowniczego, odpowiadającego swoimi właściwościami warunkom technicznym przyjętym w założeniach i wiążącymi się z nim materiałami do gruntowania i szpachlowania.

Dla porównania właściwości najczęściej używanych materiałów malarsko-lakierowniczych zestawiono je w tabelicy 2. Dokładny wybór materiałów dokonuje się zgodnie ze wskazówkami rozdziału „Materiały niemetaliczne“ (t. IV, rozdział II).

Po dokonaniu wyboru podstawowego materiału malarsko-lakierowniczego, w zależności od stanu powierzchni przed malowaniem i wymaganej jej jakości, ustala się metody mechanicznego i chemicznego przygotowania powierzchni oraz konieczną ilość warstw pokrycia (szpachlowanie, malowanie, lakierowanie i inne).

Wybór sposobu przygotowania powierzchni dokonuje się według tablicy 3.

Przy wyborze sposobu nakładania mieszanin malarskich można postąpić się poniżej podanymi wskazówkami.

Malowanie pędzlem nadaje się do pokrywania najróżnorodniejszych przedmiotów. Pomimo swojej uniwersalności i wysokiej jakości pokrycia stosuje się je najczęściej tylko przy małej produkcji.

Malowanie przez zanurzanie stosuje się do przedmiotów o kształcie opływowym, nie posiadającym wgłębień i załamania, gdzie mogłaby zatrzymać się farba przy wyciąganiu części z kąpiel. Ze względu na swoją prostotę i wielką wydajność metoda ta ma szerokie zastosowanie pozwalając na całkowitą automatyzację operacji.

Zastosowanie tej metody jest ograniczone rozmiarami przedmiotów, ze względu na nieekonomiczność większych wanien. Nieekonomiczność ta jest spowodowana powierzchniowym parowaniem znacznej ilości lotnych rozpuszczalników i potrzebą stosowania specjalnych podziemnych zbiorników oraz urządzeń do przepompowywania do wanii mieszanin.

Oblewanie stosuje się do malowania większych powierzchni (zamiast zanurzania). Oblewanie wymaga częstego czyszczenia urządzeń i komór. Tak jak zanurzenie może być całkowicie zautomatyzowane.

Rozpylanie powietrzne (pulweryzacja) nadaje się do ochronnego i zdobniczego powlekania przedmiotów o róż-



Charakterystyka operacji	Przeznaczenie operacji i jej cechy specjalne	Zastosowanie
<b>A. Oczyszczanie ze zgorzeli i rdzy</b>		
<b>a. Metody mechaniczne</b>		
1. Oczyszczanie ręczne młotkami i dłutami pneumatycznymi	Usunięcie grubszych warstw zgorzeli i rdzy	Wielkie konstrukcje stalowe (mosty, dźwignice itp.)
2. Oczyszczanie piaskiem lub śrutem w płaskownikach komorowych i maszynach	Usunięcie warstwy zgorzeli i rdzy. Przygotowanie powierzchni do dobrej adhezji farby	Przedmioty nie wymagające zachowania dokładnych wymiarów (odlewy, odkuwki, części zewnętrzne)
3. Szlifowanie materiałami ściernymi ręczne lub narzędziami pneumatycznymi albo elektrycznymi (ściernice, skórki, pumeks itp.)	Usunięcie niewielkich nalotów rdzy. Oczyszczanie odlewów ściernicami	Przedmioty o nieskomplikowanym kształcie. Główne części zewnętrzne z blachy
4. Oczyszczanie w bębnoch z materiałami ściernymi	Usunięcie zgorzeli, rdzy i innych zanieczyszczeń	Drobne wyroby metalowe
<b>b. Metody chemiczne</b>		
1. Trawienie roztworem kwasu <sup>1)</sup> solnego i siarkowego z następną neutralizacją i płukaniem	Usunięcie zgorzeli i większych nalotów rdzy	Przedmioty stalowe
<b>B. Usuwanie starej farby</b>		
<b>a. Metody mechaniczne</b>		
1. Zeskrobywanie ręczne skrobakami, dłutami lub narzędziami pneumatycznymi i elektrycznymi, szlifowanie tarczami	Usunięcie starej farby przez jej zniszczenie	Dla wszystkich wyrobów
2. Oczyszczanie piaskiem lub śrutem w płaskownikach	Usunięcie starej farby przez jej zniszczenie	Wyroby metalowe różnych rozmiarów
<b>b. Metody chemiczne</b>		
1. Zmywanie rozpuszczalnikami (benzyna lakowa, terpentyna, aceton itd.), lub specjalnymi zmywaczami	Usunięcie starej farby przez jej rozpuszczenie	Dla wszystkich wyrobów
2. Zmywanie w gorących skoncentrowanych ługach lub przez powlekanie ługowymi miazami	Usunięcie starej farby przez jej zniszczenie	Różne wyroby metalowe
<b>c. Metody cieplne</b>		
1. Wypalanie lampą lutowniczą lub specjalnym palnikiem	Usunięcie starej farby przez jej zniszczenie	Różne wyroby metalowe
2. Podgrzewanie specjalnymi palnikami tlenowo-acetylenowymi	Usunięcie zgorzeli i rdzy przy nagrzanu metalu	Wielkie konstrukcje stalowe (mosty, dźwigi itp.)
<b>d. Przyspieszona fosfatyzacja</b>		
1. Obróbka w gorących roztworach fosforowych soli żelaza	Wytwarzanie warstwy związków fosforu podnoszącej adhezję i odporność na korozję	Wyroby pracujące w ciężkich warunkach (samochody, rowery itp.)
2. Obróbka mieszaninami zawierającymi kwas fosforowy	Usunięcie małych nalotów rdzy i tlenków	Wyroby z blachy (karoserie samochodów i części zewnętrzne)
<b>C. Oczyszczanie z tłuszczów i brudu</b>		
<b>a. Metody chemiczne</b>		
1. Przemycanie w rozpuszczalnikach odtłuszczających (benzyna lakowa, benzyna, dwuchloroetan itd.) w automatach lub zbiornikach	Usunięcie tłuszczów przez ich rozpuszczenie	Wyroby metalowe różnych rozmiarów
2. To samo przemycanie, lecz ręczne	Usunięcie tłuszczów przez ich rozpuszczenie	Wyroby metalowe różnych rozmiarów
3. Przemycanie gorącymi roztworami ługowymi i mydłanymi w zbiornikach i maszynach do mycia	Usunięcie tłuszczów przez ich rozpuszczenie za pomocą emulgowania tłuszczów i smarów	Wyroby metalowe małych i średnich rozmiarów
<b>b. Metody cieplne</b>		
1. Opalanie w piecu w temperaturze 350 — 650°C	Usunięcie zanieczyszczeń przez spalenie smarów razem z rozpuszczalnikami	Części zewnętrzne z blachy

<sup>1)</sup> Nie poleca się; stosuje się w wypadku niemożności zastosowania innych metod czyszczenia.



nym kształcie i rozmiarach. Daje ono równomierną, łatwo obrabialną powłokę, jest natomiast związane ze stratą farby na rozpylenie i koniecznością stosowania komór z oczyszczeniem wysysanego powietrza.

Bezsprężarkowe rozpylenie według systemu ЦНИИ ТМАШ [6, 12] jest bardzo wydajną metodą (350 m<sup>2</sup>/godz) szczególnie w celu ochronnego pokrywania dużych przedmiotów nie wymagających wysokiej jakości wykonania (wagony towarowe, skrzynie samochodów ciężarowych i inne).

Ponieważ farba rozpylona bez użycia sprężarki nie tworzy szkodliwej dla zdrowia mgły, przy zastosowaniu tego sposobu powlekania nie używa się komór z oczyszczaniem powietrza, co wydatnie obniża koszty inwestycji.

Malowanie w bębnoch, dzwonach, automatach itp. odznacza się wielką wydajnością i stosuje się do powlekania różnych drobnych części przy produkcji masowej.

Pokrycie nawalcowaniem polega na powlekanii farbą wzorzystych (grawerowanych) walców, które przenoszą wzór na malowany przedmiot. Tą metodą wykonuje się np. imitację cennych gatunków drewna na częściach sporządzonych z blachy.

Wybór sposobu suszenia pomalowanych wyrobów zależy od rodzaju zastosowanych materiałów malarsko-lakierniczych, wielkości produkcji, ilości posiadanej przez zakład pary lub innego czynnika cieplnego. Warunki suszenia (temperatura i czas jej działania) ustala się stosownie do warunków technicznych na materiały malarsko-lakiernicze i w zależności od materiału wyrobu. W porównaniu z suszeniem naturalnym sztuczne suszenie skraca czas wysychania i zmniejsza powierzchnię produkcyjną. Stosowane są poniżej podane metody sztucznego suszenia.

Suszenie podgrzanym powietrzem w zamkniętych komorach (parowe, gazowe lub elektryczne podgrzewanie powietrza) w temperaturze 55 — 220° C. Stosuje się tę metodę do wyrobów dowolnego kształtu i różnych rozmiarów. Czas suszenia najczęściej stosowanych materiałów malarsko-lakierniczych przyjmuje się według tablicy 4 [23, 28].

Suszenie za pomocą energii promieniowanej (reflektorowe) oparte jest na szybkim i intensywnym nagrzewaniu namalowanej powierzchni metalu przez ciepłe promieniowanie źródła światła (promieniowanie podczerwone), skierowane na powierzchnię za

pomocą reflektora. Metoda ta znalazła szerokie zastosowanie w przemyśle USA, głównie do suszenia przedmiotów metalowych powleczonych emaliami syntetycznymi (samochody, części z blachy, pociski, czołgi i inne).

Zaletami tej metody są:

- skrócenie czasu wysychania powłok 3 — 10-krotnie w porównaniu z suszeniem za pomocą podgrzanego powietrza, a wskutek tego zmniejszenie wymiarów urządzeń i powierzchni produkcyjnych,
- wyeliminowanie czasu potrzebnego na podgrzanie, c. proslota konstrukcji i łatwość obsługi.

Wadami tej metody są:

- duże zużycie energii elektrycznej w urządzeniach, których moc dochodzi do 500 kW i wyżej,
- nieprzydatność do suszenia ostatniej warstwy przy powlekanii zdobniczymi kolorowymi emaliami, ze względu na zmianę barwy i matowienie pod działaniem wysokich temperatur dochodzących na powierzchnię przedmiotu od 120 do 150° C, a nawet i wyżej<sup>1)</sup>.

Czas wysychania według prac ГАЗ в 1940 r. w urządzeniu doświadczalnym dla gruntu nr 138 wynosił 10 minut w temperaturze 140° C, dla emalii gliptalowej szaroniebieskiej — 15 minut w temperaturze 160° C. W procesie lakierowania karoserii samochodu w fabryce Ford w 1940 r. suszenie gruntu trwało 16,8 min., emalii gliptalowej — 16,8 do 19 min. Ostatnia warstwa tej emalii w parowej komorze suszarniczej wysycha w ciągu 60 min. w temperaturze 120 — 130° C.

Jako źródło promieniowania używa się przede wszystkim lamp z wolframowym drucikiem; przy niepełnym rozpaleniu (~ 2500°K) dają one dużą ilość promieni podczerwonych. Moc lamp, według danych amerykańskich, powinna wynosić 250 — 1000 W.

Zużycie energii w lampach podano w tablicy 5 [19].

W ZSRR do suszenia reflektorowego opracowano specjalne żarówki typu CK-2 (250 i 300 W, przy 110—127 V) z posrebrzaną wewnętrzną powierzchnią, nie ustępujące pod względem jakości urządzeniom ze złożonymi reflektorami.

<sup>1)</sup> Według ostatnich danych promienie podczerwone są stosowane w USA także przy suszeniu ostatniej warstwy emalii kolorowych, przy użyciu komór suszarniczych z przymusową cyrkulacją powietrza.

Tablica 4

Nazwa materiału	Czas całkowitego wysychania w ciągu 1 godz przy temperaturze °C				
	18 ÷ 20	50 ÷ 60	75 ÷ 85	100 ÷ 110	200 ÷ 210
Gruntówka na minii ołowowej, minii żelaznej i bielach cynkowych	14 — 16	—	1,5	—	—
Gruntówka olejno — lakierowa typu M—160	48	—	—	2,5	—
„ gliptalowa typu M—138	48	—	—	0,6 — 0,7	—
Szpachlówka olejno-lakierowa typu A M	20 — 24	—	—	0,75 — 1	—
„ gliptalowa typu M—185	—	—	—	1,0	—
Różne nitroemalie	0,5 — 2	0,5 — 0,7	—	—	—
Lakier olejny Nr 1 (dawny Nr 22)	48	6	—	2	—
„ Nr 2 (dawny Nr 17)	120	10	—	4	—
„ Nr 3 (dawny Nr 32)	96	7 — 9	—	—	—
„ Nr 4 (dawny Nr 41) i 4a	20	4 — 5	—	3 — 4	—
„ Nr 5 (dawny Nr 48 i 480), 6 i 6a (dawny Nr 25, 250 i 525), lakier gliptalowy Nr 3 Ф, 6 Ф	72	7 — 8	—	3 — 5	—
Lakier czarny Nr 7 (dawny Nr 42, 420, 42 k)	—	—	—	2	1
Lakier Ч—1 (dawny M—101) i Ч—2 (dawny M—102)	—	—	—	—	0,84
Lakier asfaltowy M—177	16	—	—	0,33	—
Emalia gliptalowa typu CT3	24 — 48	—	—	0,84 — 1,0	—
„ „ ЗИС, 4 БГ	48	—	0,84 — 1	—	—
„ „ do maszyn rolniczych	36 — 48	—	1,5 — 2	—	—
Utwardzacz różnych kolorów	48	4,5 — 5	—	—	—
Ferby olejne różnych kolorów	16 — 24	—	4 — 6	2,5 ÷ 3	—



Materiał	Oznaczenie	Kolor	Norma lub warunki techniczne	Rozcieńczalniki	Zastosowanie
Gruntówka glistalowa	N—138	brunatny	ТУ НКХП 266+44П	benzyna lakowa, solwentnafta, frakcja ksy- loloowa	Gruntowanie metalu pod farby olejne, emalle i nitroemalle
Szpachlówka olejno-lakierowa	AM	—	ТУ НКХП 175		Wyrównanie szpachlą powierzchni, zagruntowanej przed malowaniem (sa- molotów, motocykli i innych maszyn drgających)
Szpachlówka glistalowa	M—185	—	ТУ НКХ 331—40	benzyna lakowa, solwentnafta, frakcja ksy- loloowa	Wyrównanie zagruntowanej powierzchni samochodów osobowych (powle- ka się przez rozpylenie)
Lakier olejny	Nr 1	Jasny	ГОСТ 18159—40	benzyna lakowa, terpentyna, benzyna	Powlekanie części odlewanych i zewnętrznych metalowych samochodów, wa- gonów tramwajowych i kolejowych, traktorów obrabiarek, maszyn itd. po uprzednim pokryciu farbą olejną
" "	Nr 2	Jasny	ГОСТ 18159—40	" "	To samo zastosowanie, lecz po lakierze olejnym Nr 1 lub Nr 3
" "	Nr 3	"	"	" "	Powlekanie parowozów, silników spalinowych, maszyn parowych, trakto- rów, lokomobil itp. maszyn podlegających nagrzewaniu do temp. 60—70°C
" "	Nr 5	"	"	" "	Pokrywanie maszyn rolniczych, samochodów ciężarowych itp. po uprzed- nim pokryciu farbą olejną
Lakier glistalowy jasny	Nr 3Ф 1 6Ф	"	ТУ НКХП	benzyna lakowa, solwentnafta, frakcja ksy- loloowa	Jak lakiery olejne Nr 1 i 2
Emalia czarna	Ч—1	czarny	ГОСТ 2346—43		Gruntowanie metalowych części samochodów
Lakier asfaltowy	Ч—2	czarny	ГОСТ 2347—43		Grzące emalowanie po zagruntowaniu Ч—1
Lakier asfaltowy	M—177	czarny	ТУ НКХП 333—44		Malowanie ram samochodów z dodatkiem 20% proszku aluminowego tworzy farbę aluminową
Emalia glistalowa	ЗНС—1		ТУ НКХП 258—43	benzyna lakowa, solwentnafta, frakcja ksy- loloowa	1—malowanie metalowych kabin samochodów ciężarowych
" — "	ЗНС—3		ТУ НКХП 259—43	" — "	1 i 2—malowanie drewnianych skrzyń samochodów ciężarowych
Do maszyn rolniczych		różne	ТУ НКХ 595—41	" — "	Malowanie metalowych i drewnianych, zagruntowanych części maszyn ro- lniczych, głównie sposobem rozpylania i zanurzania
Farby z utrwalcaczem	Nr 1—19	różne	ГОСТ 10926—40	Benzyzna lakowa, terpentyna, benzyna	Bezpośrednie malowanie wyrobów metalowych i drewnianych, a także po gruntowaniu i szpachlowaniu (wagony kolejowe, trolejbusy, autobusy, statki)

Tablicę zestawiono na podstawie danych IV t. „Maszynostrojenije” rozdział V dla zorientowania czytelnika w rodzajach materiałów malarsko-lakierowniczych wymienionych w tekście i tablicach tego rozdziału.  
Klasyfikację i tablice w szerszym ujęciu znaleźć można na str. 413—428 IV t. „Maszynostrojenija”.



Tablica 5

Typ żarówki	Straty ciepłe przez uchwyty %	Promieniowanie podczerwone %	Promieniowanie ciepłe %
Próżniowa	7	86	7
Napełniona gazem z pojedynczą spiralą	22	68	10
Napełniona gazem z podwójną spiralą	14	74	12

W celu polepszenia równomierności promieniowania lampy mogą być matowane.

Suszenie prądem wysokiej częstotliwości (indukcyjne). Stosuje się tylko do przedmiotów stalowych przy powłokach ochronnych. Suszenie daje dobry wynik w temperaturze rzędu 250 — 280°C. Według danych opartych na pracach GA3 wysychanie emalii asfaltowej Ч-1 i lakieru Ч-2 trwa przy tych temperaturach 5 — 10 min.

Ponieważ przy stosowaniu tej metody używa się specjalnych agregatów wysokiej częstotliwości i o wielkiej mocy, dlatego też jest ona jedynie celowa przy masowej produkcji jednakowych wyrobów (np. tarcze kół samochodowych).

Szybkość schnięcia niektórych materiałów podano w tablicy 6 [22].

Tablica 6

Nazwa materiału pokrycia	Przy temperaturze suszenia odpowiednio do warunków technicznych				W suszarce indukcyjnej	
	w termostacie		w indukcyjnej suszarce		przy 200°C w min	przy 200°C w min
	t°C	godz	t°C	godz		
Lakier Nr 42	120	2	120	1,5	60	5
Lakier Ч-1 (dawny 101), Ч-2 (dawny 102)	200	0,83	200	0,33	20	5
Lakier III-2	160	6	160	5	35	3
Emalia 1510	100	1,5	100	1	15	3
Emalia 2086 Ф	100	2,5	100	2	15	5
Minia żelazna	18	24	100	1	15	—
Minia ołowkowa	18	24	100	1	15	—

Opracowanie procesu technologicznego (określenie kolejności operacji, wybór wyposażenia, norm czasowych itd.) układa się w karcie operacyjnej (tablica B).

W niektórych wypadkach dla procesów technologicznych specjalnie złożonych i nowych rodzajów produkcji

opracowanie to przeprowadza się bardziej szczegółowo w formie kart technologicznych dla każdej części lub wyrobu oddzielnie.

**Kontrola.** Projektowanie kontrolnych operacji sprowadza się do ustalenia miejsc w procesie technologicznym, w którym należy dokonywać kontroli produkcji, tj. do określenia punktów kontrolnych i obliczenia potrzebnego personelu.

Punkty kontrolne daje się zwykle po następujących etapach: mechanicznym i chemicznym przygotowaniu do malowania, malowaniu (gruntowanie, szpachlowanie, malowanie) i wykańczaniu (roboty zdobnicze, lakierowanie itd.).

Kontrolę międzyoperacyjną przeprowadzają kontrolerzy wydziałowi, a przy niewielkiej produkcji — brygadziści i mistrzowie wydziałowi.

Ostateczną kontrolę gotowej produkcji przeprowadza oddział technicznej kontroli zakładu.

Potrzebną ilość kontrolerów określa się według ilości przyjętych punktów kontrolnych.

Badanie dostarczanych do zakładu materiałów przeprowadza centralne laboratorium zakładu, a badanie przygotowywanych w wydziale mieszanin do malowania — laboratorium podręczne (ekspres — laboratorium).

**URZĄDZENIA TECHNOLOGICZNE I TRANSPORTOWE**

**Urządzenia technologiczne**

**Mechaniczne przygotowanie powierzchni.** W celu usunięcia w sposób mechaniczny zgorzeliny, rdzy, starej farby i tym podobnych zanieczyszczeń używa się różnych narzędzi i urządzeń.

Najczęściej używa się:

— piaskownic oczyszczających powierzchnię za pomocą strumienia piasku wyrzucanego powietrzem sprężonym pod ciśnieniem 2—3 at n (do małych części stosuje się komory rękawowe, a do większych — komory ze stołami obrotowymi i innymi urządzeniami do transportu części), — bębnow do piaskowania służących do oczyszczenia drobnych części (bęben obraca się z małą szybkością 1 — 2 obr/min, a przesypane się wewnątrz niego części wpadają kolejno pod silny strumień piasku), — narzędzia do mechanicznego oczyszczania: — pneumatyczne młotki i dłuta a także szlifierko-polerki z wymiennymi tarczami, umożliwiające wykonywanie różnych operacji, jak szlifowanie, czyszczenie za pomocą stalowej szczotki, polerowanie itp.

Tablica B

**Karta operacyjna procesu technologicznego**

Nr rysunku części	Nazwa części	Ilość części w kg	Powierzchnia malowana w m <sup>2</sup>	Ilość części		Nazwa operacji	Nazwa stanowiska roboczego i urządzenia	Jednostka	Ilość jednostek na przedmiot	Czas na jednostkę w minutach	Kategoria pracy	Ilość roboczogodzin		Przyjęta ilość stanowisk
				Na przedmiot	Na cały program							Na przedmiot	Na cały program	
Przedmiot 01 — A 000 145	Bocznica prawa	50,0	12	1	10 000	1. Przeczyścić szmatą zwilżoną w benzynie lakowej	Stanowisko I	m <sup>2</sup>	24	1,0	2	0,4	4000	1
						2. Miejsca szlifowane posmarować mieszaniną Nr 1	Stanowisko I	kompl.	1	20,0	2	0,33	3300	1
000 146	Bocznica lewa	50,0	12	1	10 000	3. Zagruntować rozpyleniem gruntówki na minil żelaznej	Komora do rozpylania 10	m <sup>2</sup>	24	1,0	4	0,4	4 000	1
						4. Suszenie naturalne przez 24 godz w temperaturze 18 — 20°C	Miejsce składowania	—	—	—	—	—	—	—
Razem												1,13	11 300	3



W tabelicy 7 umieszczono dane dotyczące niektórych szlifierko-polererek (USA).

Tabela 7

Nazwa maszyny	Ilość obrotów na 1 min		Całkowita długość w calach	Ciężar w funtach angielskich	Ø urzeczona w calach	Napiecie silnika w V
	do szlifowania	do polerowania				
Specjalna maszyna do szlifowania	4200	—	17 $\frac{1}{4}$	12 $\frac{1}{2}$	$\frac{1}{8}$	100, 220-250
Zwykła maszyna do polerowania	—	1200	—	8 $\frac{1}{2}$	$\frac{1}{8}$	110, 32, 220-250
Maszyna kombinowana szlifierko-polerka	4200	1300	19 $\frac{1}{4}$	14 $\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	110, 220-250
Maszyna do polerowania z automatycznym dopływem cieczy polerowniczej przez urzeczono	—	1200	—	9	$\frac{1}{8}$	110, 32, 220-250

U w a g a. Średnica tarczy elastycznej dla wszystkich maszyn — 7".

W tym samym celu stosuje się również szlifierki i wiertarki pneumatyczne fabryki „Pneumatyka“ (tabela 8).

Tabela 8

Marka	Charakterystyka	Największa średnica ścieńnicy lub wiertła w mm	Ilość obrotów na min		Całkowita długość w mm	Ø węża w mm	Ciśnienie powietrza w atm	Ciężar całkowity w kg	Rozchód swobodnego powietrza przy pracy w m <sup>3</sup> /min
			przy biegu luzem	pod normalnym obciążeniem					
<b>Szlifierki</b>									
WSP-5	Rękojeść typu pistoletowego	30	12 000	5 000	210	13	5,5-6	1,5	0,6
WSP-6	Rękojeść prosta	50	15 000	6 000	400	13	5,5-6	2,0	1,0
WSP-12	Rękojeść czółowa	125	5 000	4 500	470	16	5,5-6	5,8	1,6
<b>Wiertarki</b>									
CD-8	Rękojeść typu pistoletowego	8	—	ponad 2 000	190	13	5,5-6	1,8	0,55-0,6
СДА-8	Rękojeść prosta	8	—	ponad 2 000	230	13	5,5-6	1,4	0,6

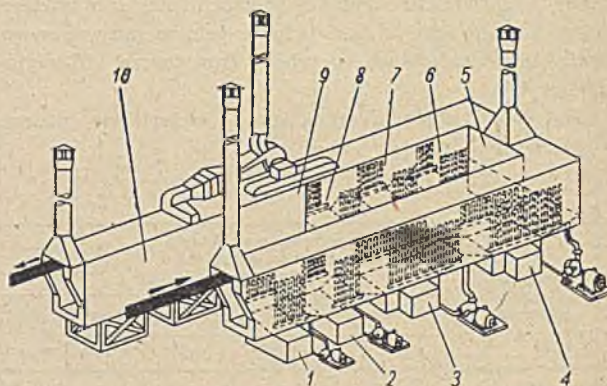
Chemiczne przygotowanie powierzchni. Stałe wanny różnych konstrukcji — służą do trawienia i odłuszczenia.

Wanny te są drewniane lub stalowe. Roztwory w wannach podgrzewa się za pomocą płaszczy parowych, węzownic i nagrzewnic elektrycznych (rozdział VIII „Projektowanie wydziałów powłok metalowych“).

Stosuje się maszyny do mycia różnych typów i rozmiarów. Niekiedy takie maszyny, poza kilkoma komorami do mycia, mają jeszcze zwykłą komorę-suszarkę lub komorę do suszenia strumieniem podgrzanego powietrza. Po wysuszeniu części można je od razu oddawać do malowania (np. do wanny zanurzeniowej).

W tabelicy 9 podano charakterystykę maszyn do mycia typu Hydromaticus z transporterem płytkowym do drobnych części.

Agregaty specjalne wykonujące wszystkie operacje. Na rys. 7 podano schemat agregatu do bonderyzacji.



Rys. 7. Schemat agregatu do jednoczasowej bonderyzacji: 1 — 4 maszyny do mycia, 5 — sekcja spływu wody, 6 — strefa bonderyzacji opryskiwaniem, 7 — sekcja przemywania gorącą wodą, 8 — sekcja opryskiwania roztworem kwasu chromowego, 9 — suszarnia, 10 — sekcja ochładzania.

Malowanie. Aparatura do malowania natryskowego [3,23] składa się z rozpylacza, oddzielacza smaru i wody oraz zbiorniczka tłoczącego farbę.

Tabela 9

Dane charakterystyczne	Maszyna dwukomorowa			Maszyna trójkomorowa		
	Model			Model		
	A	B	C	A	B	C
Długość maszyny w mm	5500	7100	8000	7000	8300	9000
Szerokość „ „ „	1600	1700	1600	1600	1700	1600
Wysokość „ „ „	2025	2175	2025	2025	2175	2025
Długość komory do I płukania w mm	2000	3000	4000	2000	3000	4000
„ „ do II „ „ „	1500	1800	2000	1500	1500	1500
„ „ do III „ „ „	—	—	—	1500	1500	1500
Przekrój roboczy w mm (w świetle)	600 × 600	750 × 750	600 × 600	600 × 600	750 × 750	600 × 600
Długość powierzchni do załadunku i wyładunku w mm	600	750	600	600	750	600
Wysokość od podstawy do przenośnika w mm	950	950	950	950	950	950
Użyteczna szerokość przenośnika w mm	550	700	550	550	700	550
Szybkość przenośnika w m/min	0,75 ; 1 ; 1,25	1 ; 1,5 ; 2,0	1 ; 2 ; 3	0,75 ; 1 ; 1,25	1 ; 1,5 ; 2	1 ; 2 ; 3
Potrzebna ilość cieczy w I komorze w l	350	550	600	350	550	600
Potrzebna ilość cieczy w II komorze w l	350	500	500	300	400	400
„ „ „ III komorze „ „ „	—	—	—	300	400	400
Moc silnika pompy I komory w kW	3	3	6	3	3	6
„ „ „ II „ „ „	1,5	1,5	3	1,5	1,5	3
„ „ „ III „ „ „	—	—	—	1,5	1,5	3
Ilość ciepła potrzebnego przy normalnej pracy w tys. kcal/godz	85,0	140,0	145,0	85,0	125,0	135,0
Ciężar maszyny w kg	1700	1900	2500	2050	2600	3000



Oddzielnacze smaru i wody oczyszcza sprężone powietrze z wilgoci i par oleju oraz reguluje dopływ powietrza do rozpylacza i zbiorniczka. Oddzielnacze obsługuje zwykle dwa rozpylacze i dwa zbiorniczki (tablica 10).

Tablica 10

Dane charakterystyczne	T y p		
	MBO	Frla	De Wilbliss
Największe ciśnienie robocze at n	5	5	6
Ciśnienie próbne w at n	6	—	—
Rozmiar w mm	Ø310 × 665	Ø 330 × 1036	Ø501 × 600
Ciężar w kG	19	45	7
Materiał filtrujący	koks i wójlok	koks i wójlok	węgiel aktywowany i wata
Fabryka wykonująca	НИИСМ	—	De Wilbliss USA

Tłoczący zbiorniczek farby służy do jej rozprowadzenia pod stałym ciśnieniem do jednego rozpylacza.

Zbiorniczek zaopatrzony jest w łopatkowy mieszalnik do mieszania farby. Mieszalnik napędzony jest sprężonym powietrzem lub ręcznie.

Typy zbiorniczek najbardziej rozpowszechnione w ZSRR podaje tablica 11.

Tablica 11

Dane charakterystyczne	T y p				
	KH — 12	KH — 25	KH — 50	P — 8	Z ręcznym mieszadłem
Pojemność w l	12	25	50	8	20
Największe robocze ciśnienie w at n	1,5	1,5	1,5	2,0	—
Ciśnienie próbne w at n	4	4	—	0	—
Wymiary gabarytowe w mm	355 × 600 × 210	420 × 680 × 530	—	275 × 500 × 105	Ø 260 × 320
Ciężar bez farby w kG	21	53	—	10,5	16
Fabryka wykonująca	Zawod 6 Orgamietall	—	—	„Sprinkler”	Zawod Gosoidelstroja Moskwa

Tablica 12

Dane charakterystyczne	T y p					
	P—2, Zakład 6 „Orgamietall”	KP—2 <sup>1)</sup> bez zbiorniczka, Zakład НИИСМ	KP—2, ze zbiorniczkiem Zakład НИИСМ	MBC, De Wilbliss USA	PP—1, Zakład „Sprinkler”	ГАЗ—МБС <sup>2)</sup> Zakład samochodów im. Gorkiego
Średnia wydajność w m <sup>3</sup> /godz	40 — 60	60	40	200	60	150
Wymiary dysz do farby w mm	1;1,5;2;2,5;3	1,2;2,5;3	1,9	1,2	1,0	1,2
Ciśnienie robocze powietrza w at n	2 — 3	3 — 5	3 — 4	5 — 6	2	4,5 — 6
Średni rozchód swobodnego powietrza w m <sup>3</sup> /godz	8 — 10	12 — 16	10 — 12	do 16	8	12 — 20
Ciśnienie na farbę w at n	do 0,5	do 0,8	—	0,45 — 1,5	2	0,5 — 2
Pojemność zbiorniczka w l	do 0,36	—	0,36	—	—	—
Rozmiar bez zbiorniczka w mm	160 × 200 × 35	205 × 150 × 70	280 × 160 × 80	185 × 235 × 40	200 × 220 × 40	—
Ciężar bez zbiorniczka w kG	0,7	0,9	1,08	0,82	0,8	0,9

1) Wykonuje się także z wydłużoną dyszą: KP — 2Y — 110 — długość dyszy 110 mm, KP — 2Y — 500 — długość dyszy 500 mm.

2) Pozwala regulować szerokość strumienia od 40 — 50 do 400 — 500 mm.

Rozpylacz (pistolet) służy do rozpylania farby i równomiernego powlekania nią malowanej powierzchni. Charakterystykę najbardziej rozpowszechnionych rozpylaczy w ZSRR podaje tablica 12.

Urządzenie systemu ЦНИИТМАШ do bezsprężarkowego rozpylania dwoma dyszami stosuje się do ochronnego malowania większych powierzchni, jak okręty, wagony towarowe, skrzynie samochodów itp. Rozmiary urządzenia wnoszą 1200 × 600 × 660 mm. Moc silnika 0,8 — 1,2 kW. Ciśnienie farby 35 — 40 at n. Wydajność

malowania 200 — 600 m<sup>2</sup>/godz na 1 dyszę. Rozchód farby 90 — 110 g/m<sup>2</sup>.

Komorę do rozpylania stosuje się do chwytania i usuwania ze stanowiska roboczego mgły, tworzącej się z drobno rozpylanych cząstek farby i pary rozpuszczalnika.

Komora do rozpylania składa się z następujących części:

1. przestrzeni roboczej, w której mieści się malowany przedmiot,
2. filtru wodnego i suchego (kontaktowego) do oczyszczenia powietrza. Filtry wodne oczyszczają powietrze za pomocą dwóch kolejnych grup rozpylaczy wody i mają wodny system cyrkulacyjny z pompą,
3. agregatu wentylacyjnego, składającego się z płytkowego, zygzakowatego separatora do oddzielania cząstek cieczy od powietrza pochodzących z wodnego oczyszczania, wentylatora z napędem elektrycznym i przewodów powietrznych.




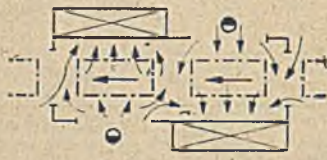
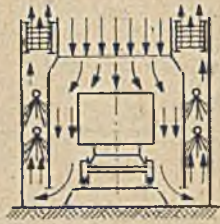
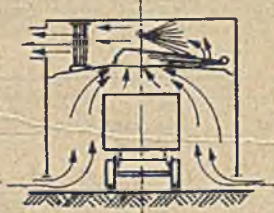
Przy wodnym oczyszczaniu odsysanego powietrza zanieczyszczenie ścianek komory i przewodów powietrznych farbą jest niewielkie, zatem i niebezpieczeństwo zapalenia się minimalne. Przy suchym oczyszczaniu powietrza zdarzają się samozapłony farby skraplającej się w większych

ilościach i hamującej strumień powietrza przy złym oczyszczeniu filtru.

W zależności od rozmiarów wyrobów, wielkości programu i organizacji produkcji stosuje się komory rozpylania różnych typów nieprzelotowe, przelotowe jednostronne i dwustronne z dolnym lub górnym odsysaniem powietrza.

Typy komór do różnych rodzajów produkcji potokowej ilustruje tablica 13 [8].



Nr	Charakterystyka komory		Typ komory	Charakter przedmiotu	Typ produkcji potokowej	
I	Podłużno-poziomy prąd powietrza (najmniejsza ilość powietrza wysysanego)	a.	Nieprzelotowa <sup>1)</sup>		Małe Średnie Wielkie	Potok mieszany i wahadłowy z nieprzelotowymi komorami Wahadłowy z nieprzelotowymi komorami Ten sam
		b.	Przelotowa		Średnie Wielkie	Periodyczny i wahadłowy z przelotowymi komorami Ten sam
II	Poprzeczno-poziomy prąd powietrza (większa ilość powietrza wysysanego)	a.	Jednostronna		Małe Średnie Wielkie	Ciągły, periodyczny i mieszany Ciągły i periodyczny <sup>2)</sup> Ten sam
		b.	Dwustronna		Średnie Wielkie	Ciągły i periodyczny Ten sam
III	Poprzeczno-pionowy prąd powietrza (największa ilość powietrza wysysanego)	a.	Z dolnym odciąganiem		Średnie Wielkie	Ciągły, periodyczny i wahadłowy z przelotowymi komorami Ten sam, lecz z przelotowymi i nieprzelotowymi komorami
		b.	Z górnym wyciąganiem powietrza		Średnie Wielkie	Ciągły, periodyczny i wahadłowy z przelotowymi komorami Ten sam

1) Grube strzałki na schematach oznaczają kierunek przesuwania przedmiotów, cienkie — kierunek prądu powietrza.

2) Stosuje się przy możliwości obracania przedmiotów podczas malowania.

Obliczanie komory do rozpylania przeprowadza się w sposób następujący. W zależności od rozmiarów przedmiotów przyjmuje się wymiary komory i otworów roboczych do pokrywania i podawania części. Następnie określa się ilość odsysanego powietrza ze wzoru:

$$V = 3600 \cdot v \cdot F \text{ m}^3/\text{godz}$$

gdzie:

$v$  — szybkość powietrza w otworach roboczych komór w m/sek, przyjmowana dla małych komór

w granicach  $0,9 \div 1,2$  m/sek, dla większych komór  $0,75 - 0,9$  m/sek;

$F$  — powierzchnia przekrojów roboczych komory w  $\text{m}^2$ .

Całkowite ciśnienie systemu wentylacyjnego oznacza się —  $H$ , przy czym obliczenie strat ciśnienia przeprowadza się zwykłym sposobem.

W celu obliczenia ciśnienia przyjmuje się następujące szybkości powietrza: przy przejściu przez filtr wodny  $3,5 - 4,5$  m/sk, przed kratą separatora  $\sim 2,5$  m/sek



i w przewodach powietrznych — przy osiowym wentylatorze  $\sim 7,5$  —  $8,5$  m/sek a przy odśrodkowym — od 8 do 20 m/sek.

Współczynniki oporów  $\zeta$  przyjmuje się następujące:

wejścia do filtru wodnego	$\zeta_1 = 0,5$
zmiany kierunku przy wejściu do filtru wodnego z uwzględnieniem uderzenia powietrza o wodę i tylną ściankę	$\zeta_2 = 3,5$
przejścia przez zasłonę wodną	$\zeta_3 = 6$
nagłego rozszerzenia się przewodu przed separatorem	$\zeta_4 = 0,15$

współczynnik oporu  $\zeta_5$  separatora płytkowego dla kąta pochylenia między płytkami  $90^\circ$  i odległości między nimi 25 mm może być przyjęty [27]

dla 3 rzędów	$\zeta_5 = 14$ ,
dla 4 rzędów	$\zeta_5 = 15$ ,
dla 5 rzędów	$\zeta_5 = 16$ ,
dla 6 rzędów	$\zeta_5 = 17$ .

Na podstawie obliczenia całkowitego ciśnienia dobiera się wentylator i silnik.

Dla obliczeń przybliżonych całkowite ciśnienie przy szybkości powietrza odpowiadającej wentylatorom osiowym przyjmuje się w granicach 20 — 25 mm słupa wody.

Moc silnika określa się ze wzoru:

$$N = \frac{V \cdot H \cdot B}{3600 \cdot 102 \cdot \eta_p \cdot \eta_w} \text{ kW}$$

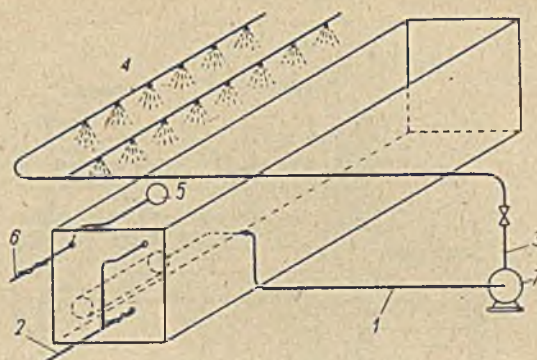
gdzie:

- $V$  — ilość odsysanego powietrza w  $\text{m}^3/\text{godz}$ ,
- $H$  — całkowite ciśnienie w układzie w mm  $\text{H}_2\text{O}$ ,
- $B$  — współczynnik rezerwy mocy wentylatora,
- $\eta_p$  — współczynnik sprawności łożysk i przekładni pasowej,
- $\eta_w$  — współczynnik sprawności wentylatora według katalogu (patrz rozdział XVI).

Następnie oblicza się ilość wody cyrkulacyjnej w zasłonie wodnej, wynoszącą w małych komorach 100—120%, a w większych komorach 70 — 100% ciężaru oczyszczonego powietrza.

Rysunek 8 podaje schemat cyrkulacji wody zwykle stosowany dla komór do rozpylania.

Następnie wybiera się typ rozpylaczy do wody i oblicza się ich ilość. Najlepsze rezultaty dają rozpylacze Carriera o średnicy dyszy 4,5 i 5 mm (rys. 9) i rozpylacze Körtinga o średnicy dyszy 6 mm (rys. 10).



Rys. 8. Schemat cyrkulacji wody w komorze do rozpylania: 1 — rura ssąca, 2 — rura odpływowa, 3 — rura tłocząca, 4 — zasłona wodna z rozpylaczami, 5 — zawór kulowy, 6 — wodny przewód rurowy, 7 — pompa odśrodkowa.

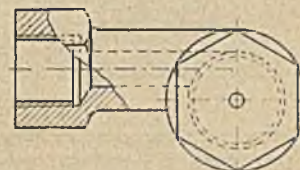
Zużycie wody rozpylacza określa się ze wzoru:

$$q = \mu \cdot 39,6 \cdot d^2 \cdot \sqrt{p} \text{ l/godz.}$$

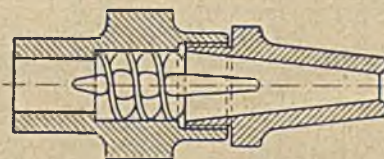
gdzie:

- $\mu$  — współczynnik rozchodu [8] wynoszący dla rozpylaczy Carriera 0,35, a dla rozpylaczy Körtinga 0,43;
- $d$  — średnica dyszy w mm;
- $p$  — ciśnienie przed rozpylaczem w at n, zwykle rzędu 2 — 4 at n.

Obliczoną ilość rozpylaczy sprawdza się graficznie, tak by dawały one nieprzerwaną zasłonę wodną, po czym określa się rzeczywisty rozchód wody cyrkulacyjnej. Do-



Rys. 9. Rozpylacz Carriera.



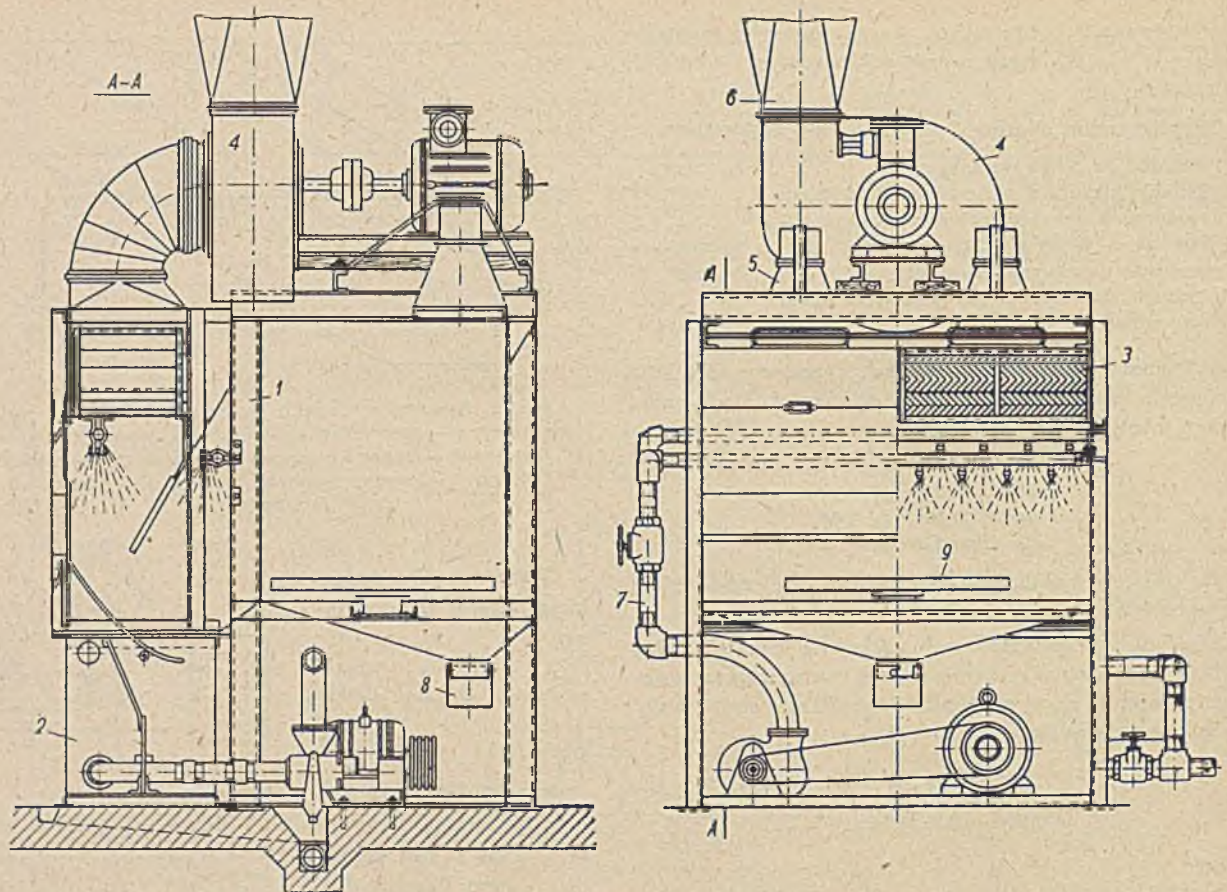
Rys. 10. Rozpylacz Körtinga.

Tablica 14

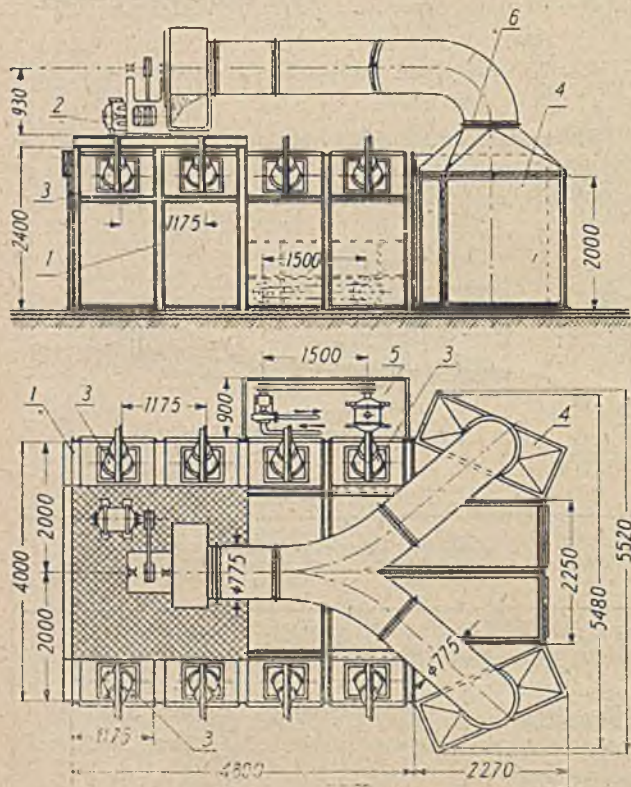
Charakterystyka i wymiary komory w m	Otwór roboczy w mm	Wyposażenie komory	Ilość odsysanego powietrza w $\text{m}^3/\text{godz}$	Ilość dodatkowej wody w $\text{m}^3/\text{godz}$	Moc zainstalowana w kW	Ciężar w tonach
Nieprzelotowe, ze stołem obrotowym $\varnothing 700$ mm $1,63 \times 1,7 \times 3,02$ (rys. 11)	800 × 800	Wentylator „Sirokko” n.c. <sup>1)</sup> Nr 3 pompa $\varnothing H - 38$	2750	0,15	2,2	0,9
Ta sama ze stołem $\varnothing 1000$ mm $2,0 \times 1,72 \times 2,85$	1200 × 1200	Wentylator „Sirokko” n.c. Nr 3 pompa P П — 38	5000	0,25	4,7	1,0
Przelotowa, jednostronna $7,07 \times 5,5 \times 3,76$ (rys. 12)	3000 × 2000	Wentylator „Sirokko” n.c. pompa $\varnothing H$ gr. X $\varnothing 65$	20000	1,0	14,8	4,0
Przelotowa, dwustronna na dwa stanowiska robocze $5,0 \times 3,0 \times 3,1$	1400 × 1800	2 wentylatory „Sirokko” n.c. Nr 6,5 pompa gr. VI. $\varnothing 75$	2 × 14000	1,0	16,0	—
Ta sama typu De Wilbliss $8,74 \times 4,7 \times 3,85$ (rys. 13)	3200 × 2000	2 pompy odśrodkowe gr. VIII ЦММ 2 wentylatory osłowe	2 × 25000	1,5	26,0	—

1) n.c. oznacza niskiego ciśnienia (do 100 mm  $\text{H}_2\text{O}$ ).  
Nr — wentylatory sowniecznie są zanumerowane wg średnicy ich wirnika wyrażonej w decymetrach (np. wentylator Nr 3 ma wirnik o średnicy 300 mm). (Objęcie salek tłumacza).

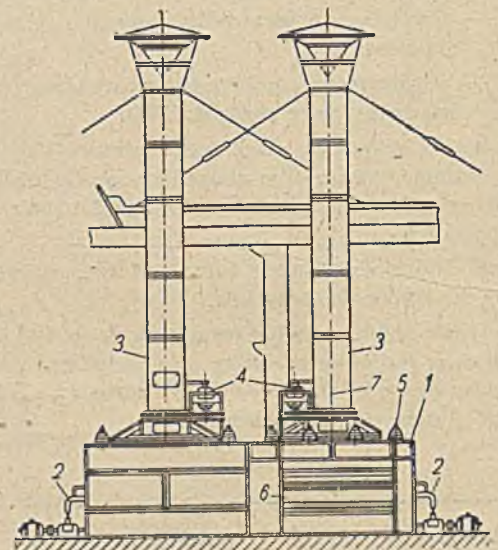




Rys. 11. Nleprzelotowa komora do rozpylania ze stołem obrotowym: 1 — konstrukcja stalowa komory, 2 — wanna, 3 — separator, 4 — agregat wentylacyjny (wentylator odśrodkowy „Sirokko“ z silnikiem elektrycznym), 5 — świetlik, 6 — przewód powietrzny odsysający, 7 — urządzenia pompowe, 8 — zbiornik farby, 9 — stół obrotowy.



Rys. 12. Komora do rozpylania przelotowa do lakierowania samochodów ZIS w stanie zmontowanym: 1 — rama komory, 2 — silnik elektryczny wentylatora, 3 — świetlik, 4 — filtry wodne, 5 — pompa z silnikiem elektrycznym, 6 — odsysający przewód powietrzny.



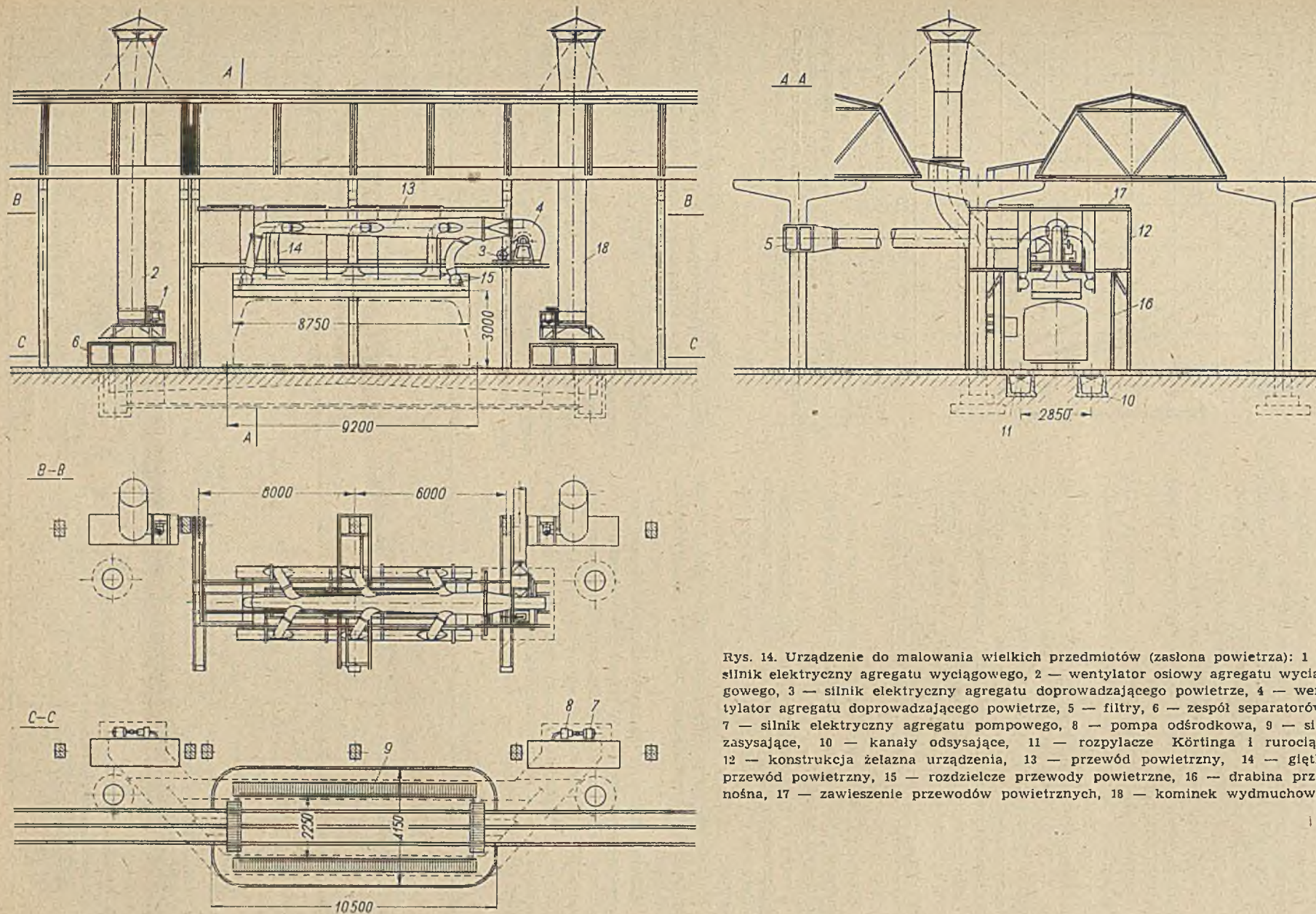
Rys. 13. Komora do rozpylania typu de Wilbiss: 1 — rama komory, 2 — urządzenia pompowe, 3 — przewody powietrzne odsysające, 4 — silniki wentylatorów, 5 — świetliki, 6 — filtr wodny, 7 — wentylator (wewnątrz przewodu powietrznego).

datkową ilość wody wyrównującą straty przyjmuje się w ilości 4 — 5% w stosunku do ciężaru wody cyrkulacyjnej.

Pompę i silnik dobiera się z katalogów.

Do malowania drobnych przedmiotów komory do rozpylania mogą mieć stoły obrotowe stałe lub przenośne lub stoły z podnoszeniem pneumatycznym.





Rys. 14. Urządzenie do malowania wielkich przedmiotów (zasłona powietrza): 1 — silnik elektryczny agregatu wyciągowego, 2 — wentylator osiowy agregatu wyciągowego, 3 — silnik elektryczny agregatu doprowadzającego powietrze, 4 — wentylator agregatu doprowadzającego powietrze, 5 — filtry, 6 — zespół separatorów, 7 — silnik elektryczny agregatu pompowego, 8 — pompa odśrodkowa, 9 — sита zasysające, 10 — kanały odsysające, 11 — rozpylacze Körtzinga i rurociąg, 12 — konstrukcja żelazna urządzenia, 13 — przewód powietrzny, 14 — giętki przewód powietrzny, 15 — rozdzielcze przewody powietrzne, 16 — drabina przeźnośna, 17 — zawieszenie przewodów powietrznych, 18 — kominek wydmuchowy.



W tabelicy 14 [25] podano charakterystykę niektórych komór do rozpylania.

Zasłony powietrzne stosuje się zamiast komór przy malowaniu wielkich przedmiotów (np. wagonów). Dzięki temu, że zasłony powietrzne nie wymagają żadnych ogrodzonych ściankami komór, malowanie można przeprowadzać w dowolnym miejscu wydziału.

W celu oczyszczenia powietrza stosuje się górne doprowadzenie powietrza i dolne odsysanie; system ten jest najekonomiczniejszy.

Jako przykład przedstawiono na rysunku 14 [17] urządzenie do tworzenia zasłony powietrznej przy malowaniu trolejbusów zastępujące komorę do rozpylania, o następującej charakterystyce: ilość tłoczonego powietrza — 16 700 m<sup>3</sup>/godz, ilość powietrza odsyłanego — 52 300 m<sup>3</sup>/godz, zużycie wody 3 m<sup>3</sup>/godz, 2 wyciągowe wentylatory osiowe Nr 10 o wydajności po 27 000 m<sup>3</sup>/godz i zainstalowanej mocy silników 9 kW, wentylator tłoczący — odśrodkowy niskiego ciśnienia Nr 6,54 o wydajności 17 000 m<sup>3</sup>/godz i mocy silnika 6,8 kW, 2 pompy odśrodkowe typu 4, grupy VII o mocy silników 16,6 kW, moc zainstalowana oświetleniowa 6,6 kW. Rozmiary urządzenia ~ 10,5 × 6,0 × 6,5 m.

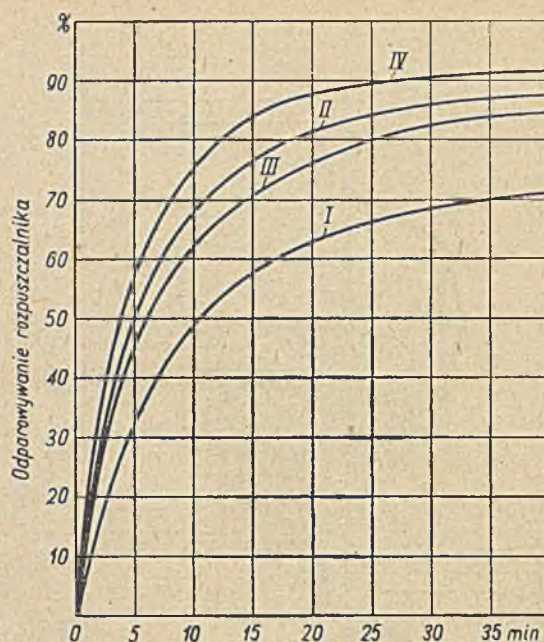
Komory odciągowe stosuje się do odsysania ze stanowisk roboczych par rozpuszczalnika, pyłów i innych szkodliwych wydzielin.

Komory wykonuje się z dolnym lub górnym odsysaniem powietrza i odpowiednio do tego doprowadzeniem powietrza z góry przez sufit lub z dołu przez specjalne szczeliny.

W razie obecności pyłu (suche szlifowanie) komory zaopatruje się w wentylator pyłowy i filtr do oczyszczania powietrza.

Rozmiary komór odciągowych dla usunięcia par powstałych przy wysychaniu rozpuszczalników nitrolakierów określa się w zależności od intensywności parowania rozpuszczalników z warstwy pokrycia.

Rysunek 15 podaje krzywe intensywności parowania (w ciągu 1 min) rozpuszczalników z nitrolakierów metalowych [8].



Rys. 15. Wykres parowania rozpuszczalnika w ciągu jednej minuty z warstwy nitrolakieru: I — powleczonyj pistoletem i suszeniu naturalnym w temp. 15°C, II — powleczonyj pistoletem i suszeniu sztucznym w temp. 35°C, III — powleczonyj pędzlem i suszeniu naturalnym w temp. 15°C, IV — powleczonyj pędzlem i suszeniu sztucznym w temp. 35°C.

Przy obliczaniu komory odciągowej poleca się przyjmować czas obliczeniowy dla wyparowania 70% rozpuszczalnika. Przy obliczaniu komory z przenośnikiem, godzinową ilość powietrza należy określać według intensywności parowania w pierwszych 10 minutach licząc na najgorsze warunki.

Przy suszeniu powłok nitrolakierowych dopuszczalną w komorze koncentrację mieszaniny pary rozpuszczalnika z powietrzem (według strefy 10-minutowej) poleca się przyjmować 10 g/kg przy naturalnym i 5 g/kg — przy sztucznym suszeniu.

Tabela 15

Charakterystyka i wymiary komór w m	Wymiary części roboczej w m	Temperatura suszenia w °C	Wyposażenie	Ilość odsysanego powietrza w m <sup>3</sup> /godz	Rozchód czynnika cieplnego		Moc zainstalowana w kW	Przenośnik		Wydajność w t/godz	Ciężar w tonach
					Para 3-3,5 at n w kg/godz	Gaz świetlny w m <sup>3</sup> /godz		Odstęp podwieszek w/mm	Szybkość w m/min		
<b>A. Komory o periodycznym działaniu</b>											
jednosekcyjna 1,6 × 2,1 × 3,1	1,45 × 1,95 × 2,0	100—110	Wentylator „Sirokko” n. c. <sup>1)</sup> Nr 3	250	20	—	0,6	—	—	0,25	1,5
jednoseryjna dwusekcyjna 3,14 × 2,1 × 3,8	1,34 × 1,855 × 2,0	100—110	Wentylator „Sirokko” n. c. Nr 4	500	35	—	1,75	—	—	0,5	3,0
jednoseryjna dla wielkich przedmiotów (autobus typu ЗНС—16) 10,35 × 6,1 × 5,0	9,0 × 3,5 × 3,1	60—70	Wentylator „Sirokko” n. c. Nr 6½	300	160	—	2,7	—	—	—	13,7
<b>B. Komory z przenośnikiem</b>											
jednodrogowa dla przedmiotów tłoczonych 21,5 × 3,6 × 3,9	1,46 × 1,8	100	—	200	254	—	9,0	1,5	0,3	6,5	—
jednodrogowa dla przedmiotów tłoczonych 12,5 × 3,6 × 3,15	1,9 × 3	100	—	100	120	—	4,75	0,6	0,35	3,0	—

<sup>1)</sup> n. c. niskiego ciśnienia.



Tabela 15 (c. d.)

Charakterystyka i wymiary komór w m	Wymiary części roboczej w m	Temperatura suszenia w °C	Wyposażenie	Ilość odjętego powietrza w m <sup>3</sup> /godz	Rozchód czynnika cieplnego		Moc zainstalowana w kW	Przenośnik		Wydajność w t/godz <sup>2</sup>	Ciężar w tonach
					Para 3-3,5 at w kg/godz	Gaz świetlny w m <sup>3</sup> /godz		Odstęp podwieszek w mm	Szybkość w m/min		
dwudrogowa do sprężyn typu wagonowego 20,5 × 2,23 × 4,4	1,2 × 2,9	100	—	900	250	—	5,5	0,6	1,1	7,5	—
dwudrogowa do różnych części i spawanych zespołów 17,5 × 2 × 2,2	0,9 × 2	100	—	800	230	—	5,0	0,8	1,5	7,35	—
C. Agregaty do zanurzania i suszenia agregat z przenośnikiem drążkowym i urządzeniem do malowania zanurzeniowego, do części rowerowych i motocyklowych 22,5 × 3,5 × 4,5	Rys. 17										
te same agregaty, lecz do części o długości do 1,5 m 24 × 3,7 × 4,3	1,5 × 2,5 długość strefy suszenia — 14,0	174—225	—	1350	—	42,5	20,6	0,45	0,074— —0,372	0,25	18,5
	1,9 × 2,7 długość strefy suszenia — 7,6	100—110	—	600	135	—	7,0	0,45	0,38	3,2	—

1) Łącznie z ciężarem przenośnika.

W komorze z przenośnikiem otwory odciągowe dla powietrza należy umieszczać w strefie pięciominutowej.

Przykład. Szybkość przenośnika wynosi 0,5 m/min, temperatura parowania 150°C. Przy lakierowaniu rozpylaczem czas parowania z wykresu (rys. 15 krzywa I) wyniesie 35 min. Długość komory  $0,5 \times 35 = 17,5$  m.

Środek otworu odciągowego znajduje się w odległości  $0,5 \times 5 = 2,5$  m od początku komory. Przy wprowadzaniu do komory 4 kg rozpuszczalnika w ciągu 1 godz, w czasie 10 min suszenia (według wykresu) wyparuje 49%, tj.  $0,49 \times 4000 = 1960$  g. Godzinową ilość powietrza określa się według dopuszczalnej koncentracji 10 g/kg.

$$V = \frac{1960 \cdot 60}{10 \cdot 10} = 1176 \approx 1200 \text{ m}^3/\text{godz}$$

Przy sztucznym podgrzewaniu komory do temperatury 35°C — czas wynosi 10,5 min (według krzywej II) a długość komory —  $0,5 \times 10,5 \approx 5,2$  m. Otwór odciągowy będzie w tym wypadku w połowie komory.

Przy tej samej ilości rozpuszczalnika, koncentracji 5 g/kg i intensywności w ciągu 10 min 69% ilość powietrza wypadnie:

$$V = \frac{0,69 \cdot 4000 \cdot 60}{5 \cdot 10} = 3310 \approx 3300 \text{ m}^3/\text{godz}$$

**Suszenie.** Komory suszarki są przeznaczone do różnych operacji suszenia, jak suszenie po myciu, malowaniu, lakierowaniu itp.

Komory do suszenia podgrzanym powietrzem. Komory tego typu projektuje się tylko z recyrkulacją podgrzanego powietrza i z równomiernym jego rozprowadzeniem wewnątrz komory. Powietrze podgrzewa się grzejnikami parowymi lub elektrycznymi. Komory składają się z przestrzeni właściwej suszarki otoczonej izolacyjną cieplną, z systemu wentylacyjnego do sztucznej cyrkulacji podgrzanego powietrza obejmującego również nagrzewnice oraz z urządzeń grzejnych (w razie potrzeby) umieszczonych wewnątrz komory dla wywołania naturalnej cyrkulacji powietrza w komorze.

Charakterystykę techniczną niektórych komór i agregatów suszarnianych podano w tabelicy 15 [25].

Obliczenie komory suszarki z podgrzewem parowym. Założenia do projektu komory suszarki powinny zawierać następujące dane:

- typ komory (przelotowa, nieprzelotowa, z przenośnikiem) i przyjęte rozmiary,
- charakterystykę przedmiotów (materiał, ciężar, wymiary) i wielkość ładunku w kg/godz,
- charakterystykę transportu (typ przenośnika, jego szybkość, ciężar itp.),
- warunki suszenia (temperatura i czas trwania),
- temperaturę zewnętrzną otoczenia komory,
- rodzaj przyjętych materiałów malarsko-lakierniczych i zużycie rozpuszczalnika w kg/godz,
- charakterystykę czynnika grzejjego (para, energia elektryczna itp.).

Przy projektowaniu komory zestawia się jej bilans cieplny.

Straty ciepła przez ścianki komory do otoczenia wynoszą:

$$Q_1 = K_k \cdot F_k \cdot \Delta t_0 \text{ kcal/godz}$$

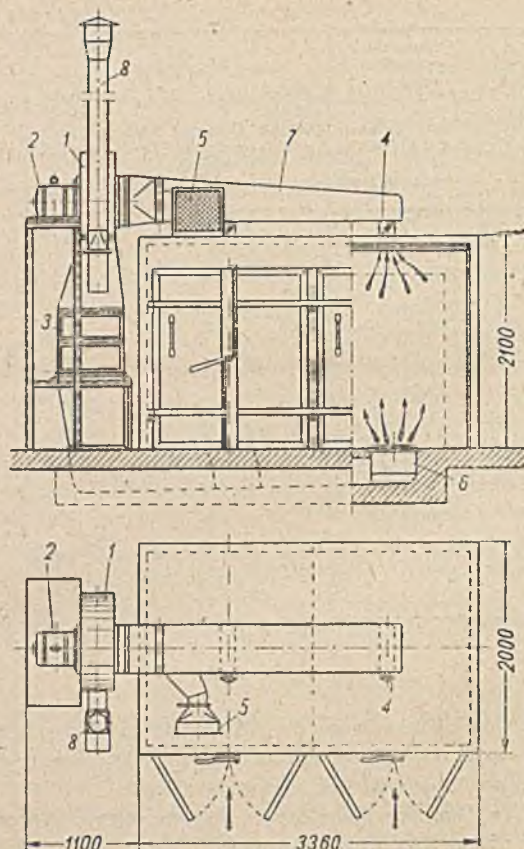
gdzie:  $K_k$  — współczynnik przewodnictwa cieplnego przyjmowany dla ścianek i sufitu, w zależności od izolacji cieplnej w granicach 0,8 — 1,2 kcal/m<sup>2</sup> godz 1°C, dla przewodów powietrznych 2 — 2,5 kcal/m<sup>2</sup> godz. 1°C,

$F_k$  — powierzchnia ograniczająca komorę w m<sup>2</sup>,  
 $\Delta t_0 = t_k - t_0$  różnica temperatur wewnątrz komory i otoczenia.

Straty ciepła uchodzącego przez podłogę przy położeniu suszarki na górnych piętrach budynku oblicza się w zależności od współczynnika przewodzenia ciepła materiału budowlanej konstrukcji podstawy komory. Często jednak komora znajduje się na parterze i stoi bezpośrednio na betonowym podłożu bez specjalnej izolacji cieplnej. Wtedy ilość ciepła uchodzącego przez powierzchnię podstawy do ziemi określa się za pomocą współczynnika spadku temperatury:

$$a = \frac{\lambda}{c \cdot \gamma}$$





Rys. 16. Dwusekcyjna suszarnia o działaniu periodycznym z parowym podgrzewaniem: 1 — wentylator „Strokk” niskiego ciśnienia Nr 4, 2 — silnik wentylatora H—2 kW, 3 — grzejnik C—3, 4 — zawór redukcyjny, 5 — filtr olejowy, 6 — kanał doprowadzający, 7 — kanał odsysający, 8 — kominek wydechowy.

Wartość współczynnika  $a$  przyjmuje się 0,0025 m<sup>2</sup>/godz (przy  $\lambda = 1,0$  kcal/m godz 1°C,  $\gamma = 2000$  kg/m<sup>3</sup> i  $c = 0,2$  kcal/kg 1°C).

Dla ziemi straty ciepła na 1 mm<sup>2</sup> wynoszą:

$$q = \frac{\lambda (t_k - t_3)}{\sqrt{a \cdot \pi \cdot \tau}} \text{ kcal/m}^2 \text{ godz}$$

gdzie  $\tau$  — czas grzania w godz,  $t_3$  — temperatura ziemi.

Przy temperaturze suszenia 100°C i temperaturze ziemi 10°C strata ciepła na 1 m<sup>2</sup> podstawy będzie wynosiła:

$$q = \frac{1016}{\sqrt{\tau}} \text{ kcal/m}^2 \text{ godz.}$$

Na przykład przy 36 godzinach nagrzewania:  $q = 170$  kcal/m<sup>2</sup> godz a przy 100 godz  $q = 102$  kcal/m<sup>2</sup> godz.

Dla suszarek malarskich pracujących tylko w godzinach pracy i podgrzewanych na godzinę przed zaczęciem pracy poleca się przyjmować jednostkową stratę ciepła przez podstawę nie mniejszą od 2,5 kcal/m<sup>2</sup> godz 1°C, tj. przy temperaturze suszenia 110°C  $q = 250$  kcal/m<sup>2</sup> godz.

Zużycie ciepła na odparowanie rozpuszczalnika wynosi:

$$Q_2 = G_r \cdot C_r \cdot \Delta t_0 + G_r \cdot r_r$$

gdzie:

$G_r$  — ilość rozpuszczalnika w kg/godz,

$C_r$  — średnie ciepło właściwe rozpuszczalnika, równe  $\sim 0,5$  kcal/kg 1°C,

$r_r$  — jego utajone ciepło parowania, równe  $\sim 90$  kcal/kg.

Zużycie ciepła na ogrzanie przedmiotów i urządzeń transportowych:

$$Q_3 + Q_4 = (G_p \cdot C_p + G_t \cdot C_t) \Delta t_0 \text{ kcal/godz}$$

gdzie:

$G_p$  oraz  $G_t$  — ciężary przedmiotów i urządzeń transportowych w kg,

$C_p$  oraz  $C_t$  — odpowiednie średnie ciepło właściwe w kcal/kg 1°C.

Obliczanie ilości powietrza cyrkulacyjnego i usuwanego. Sumaryczne zużycie ciepła w komorze wynosi:

$$Q_k = K (Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4)$$

gdzie:

$K$  — współczynnik nieuwzględnionych strat ciepła równy 1,05—1,10.

Wyrównywanie tego zużycia ciepła zwykle pokrywa się kombinowanym sposobem nagrzewania — przez naturalną i sztuczną cyrkulację podgrzanego powietrza. Ilość urządzeń grzejnych do wywołania naturalnej cyrkulacji jest określona możliwościami ich rozmieszczenia w komorze. Ilość ciepła doprowadzona przez nie oblicza się za pomocą wzoru:

$$Q_p = K_p \cdot F_p \cdot \Delta t_p \text{ kcal/godz}$$

gdzie:

$K_p$  — współczynnik przewodnictwa ciepła przyrządów w kcal/m<sup>2</sup> godz 1°C (patrz rozdział XVI)

$F_p$  — powierzchnia ogrzewalna urządzeń w m<sup>2</sup>,

$\Delta t_p = t_p - t_k$  różnica temperatur czynnika ogrzewającego powietrza (średnia) wewnątrz komory.

Ilość więc ciepła dopływającego na agregat wentylacyjno-ogrzewniczy wyrazi się wzorem:

$$Q_w = Q_k - Q_p \text{ kcal/godz}$$

a ilość powietrza cyrkulacyjnego

$$L = \frac{Q_w}{0,237 \Delta t_k} \text{ kg/godz}$$

gdzie:

$t_k = t'_k - t''_k$  — jest spadkiem temperatury powietrza od jego wlotu do wylotu z komory.

Ilość usuwanego powietrza oblicza się na podstawie dopuszczalnej koncentracji mieszaniny pary rozpuszczalnika i powietrza cyrkulującej w komorze ze wzoru:

$$V = \frac{G_r}{c} \cdot K_1 \text{ m}^3/\text{godz}$$

gdzie:

$K_1$  — współczynnik nadmiaru uwzględniający nierównomierność parowania rozpuszczalnika,  $K_1 \sim 1,5 - 2$ ,

$c$  — dopuszczalna koncentracja pary rozpuszczalnika w g/m<sup>3</sup> powietrza.

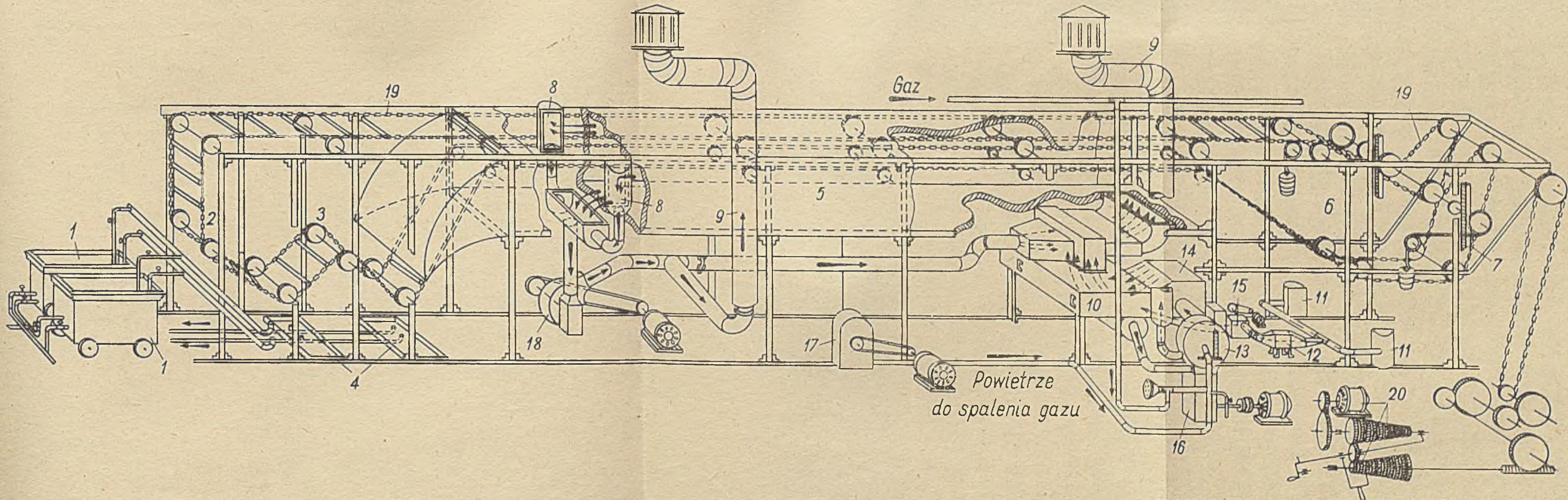
Wartość  $c$  dla różnych temperatur suszenia można obliczać według tablicy 16 [25].

Tablica 16

Temperatura suszenia w °C	Wartości $c$ w g/m <sup>3</sup> powietrza	Temperatura suszenia w °C	Wartości $c$ w g/m <sup>3</sup> powietrza
250 — 200	0,5 — 1,0	100 — 75	4,0 — 5,0
200 — 150	1,0 — 2,0	75 — 40	5,0 — 10,0
150 — 100	2,0 — 4,0		

U w a g a. Podane wartości  $c$  stosuje się pod warunkiem, że temperatura ścianek urządzeń grzejnych nie przewyższa 300°C.





Rys. 17. Agregat typu Benno-Schilde do zanurzeniowego malowania i suszenia: 1 — zbiorniki lakieru, 2 — strefa zawieszania części, 3 — strefa ociekania, 4 — rynny do zbierania ściekającej farby, 5 — strefa suszenia, 6 — strefa stygnięcia, 7 — strefa zdejmowania części, 8 — rura odsysająca powietrze, 9 — rury do odprowadzania gazów uchodzących z urządzenia grzejnego, 10 — grzejnik, 11 — skrzynki zasysające świeże powietrze, 12 — filtr olejowy, 13 — skrzynka ogniowa, 14 — komora spalania, 15 — wentylator niskiego ciśnienia do zasysania świeżego powietrza, 16 — wentylator do odsysania gazów uchodzących z grzejnika, 17 — wentylator wysokiego ciśnienia (ponad 200 mm H<sub>2</sub>O) doprowadzający powietrze do skrzynki ogniowej, 18 — wentylator odsysający powietrze zużyte, 19 — przenośnik, 20 — skrzynka przekładniowa do zmiany szybkości przenośnika.



Straty ciepła z uchodzącym powietrzem. Temperatura uchodzącego powietrza równa temperaturze mieszaniny odsysanego z komory powietrza, dodatkowo wchodzącego z wydziału

$$t_m = \frac{L \cdot t_k'' + L_b \cdot t_0}{L + L_b} \text{ } ^\circ\text{C}$$

gdzie:

$L$  i  $L_b$  — ilość powietrza odsysanego z komory i dodatkowego,

$t_k''$  i  $t_0$  — ich temperatury w  $^\circ\text{C}$ .

Ilość ciepła unoszonego przez powietrze równa się:

$$Q_5 = 0,237 L_b (t_m - t_0) \text{ kcal/godz}$$

Całkowity rozchód ciepła w komorze równa się:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 \text{ kcal/godz}$$

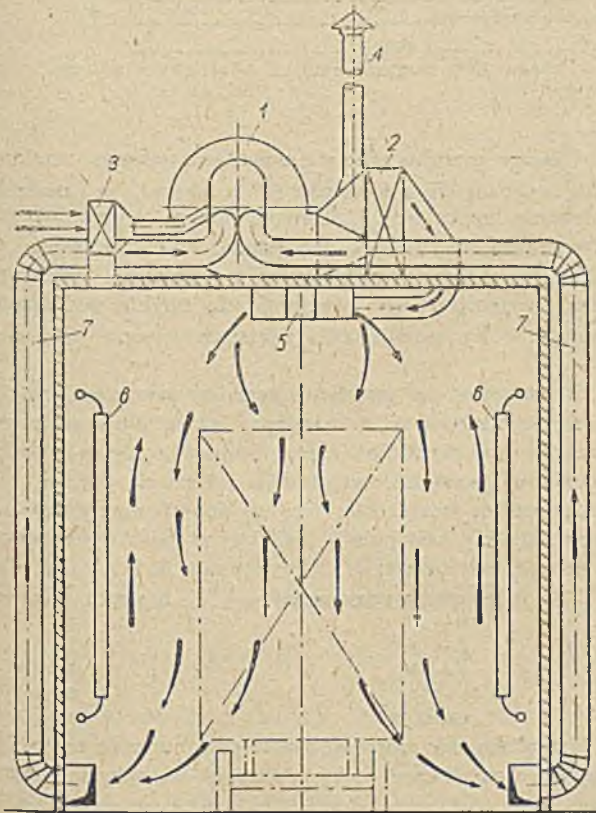
Ilość pary potrzebnej dla kompensacji tego rozchodu ciepła równa się

$$D = \frac{Q}{r} \text{ kg/godz}$$

gdzie:

$r$  — ciepło parowania kcal/kg

Na rysunku 18 przedstawiono schemat ideowy komory suszarniowej.



Rys. 18 Schemat cyrkulacji powietrza w suszarni z kombinowanym podgrzewaczem: 1 — wentylator, 2 — grzejnik, 3 — filtr, 4 — kominek wydechowy, 5 — przewód tłoczący powietrze, 6 — urządzenia grzejne, 7 — przewody odsysające.

Po zestawieniu bilansu cieplnego suszarni przeprowadza się obliczenia układu wentylacyjnego [1], wybór nagrzejnic, wentylatorów itp., a także obliczenia wytrzymałościowe konstrukcji komory.

Komory do suszenia za pomocą energii promieniowania (suszarki reflektorowe).

Konstrukcja komory składa się z ram, na których mocuje się reflektory do żarówek elektrycznych.

Dla zabezpieczenia od strat ciepła i zmniejszenia konwekcyjnych prądów powietrza ramy z reflektorami okrywa się osłonami z blachy. Niekiedy osłony całkowicie zamykają urządzenie, a usuwanie wydzielających się par i nadmiaru ciepła odbywa się przez otwór wyciągowy.

W tym wypadku druga strona reflektorów zwrócona jest w kierunku wpływającego prądu czystego powietrza i podgrzewa go wskutek konwekcyjnego pobierania ciepła z powierzchni odwrotnej reflektorów. Podgrzane czyste powietrze płynie do strefy suszenia, przez co zwiększa się sprawność suszarki.

Przy potokowej produkcji małych części na przenośnikach suszarki reflektorowe podwieszają się często pod sufitem wydziału, co zmniejsza powierzchnię produkcyjną.

Powierzchnię odbijającą reflektorów najlepiej pokrywać aluzakiem ponieważ złoto, używane dawniej do tego celu, stapia się z metalem reflektora i wymaga częstego odnawiania.

W urządzeniach stałych stosuje się głównie reflektory kształtu parabolicznego, dające najbardziej równomierne odbicie promieni.

Reflektory stopniowe kształtu sferycznego odznaczają się bardzo wysokim współczynnikiem odbicia.

Niekiedy reflektory mają falistą powierzchnię odbijającą, która zdaniem szeregu badaczy sprzyja bardziej równomiernemu odbijaniu i chroni farbę od przepalenia.

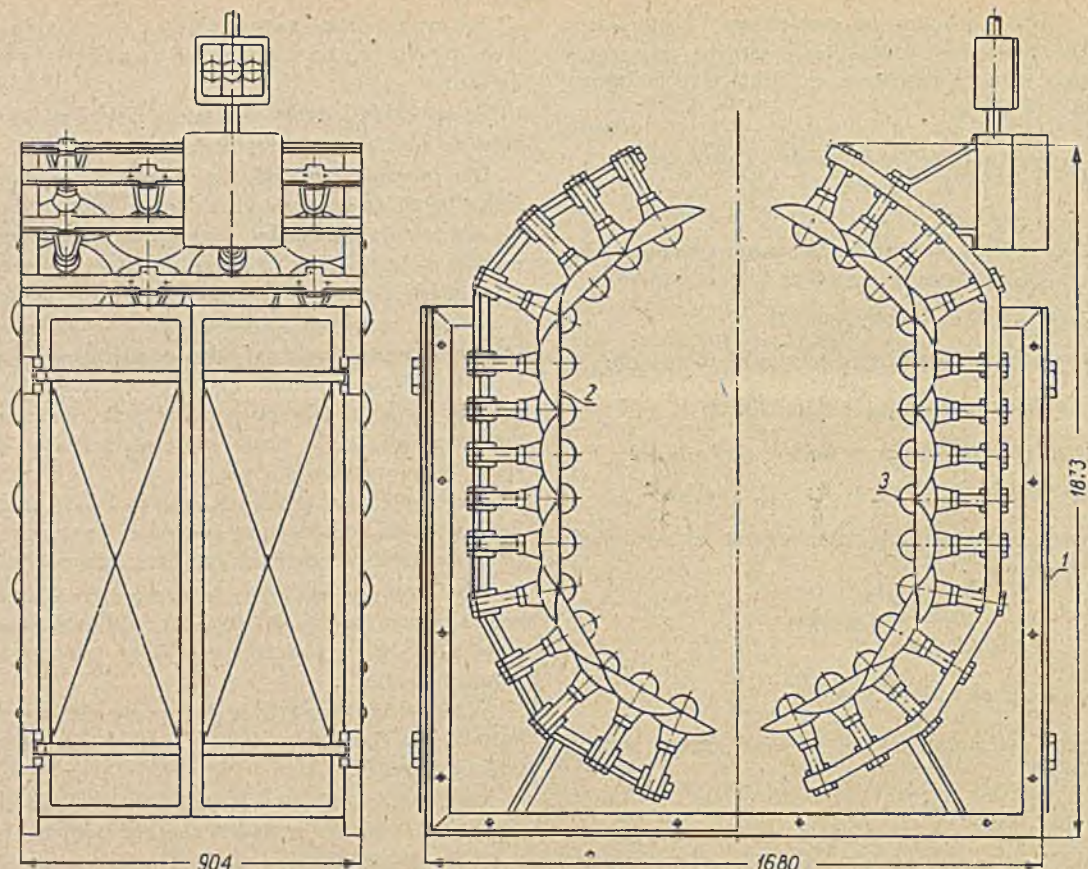
W USA przyjęły się reflektory o znormalizowanej średnicy 9" i 12". Oprócz reflektorów typu otwartego w USA stosowane są reflektory ze specjalnymi soczewkami rozpraszającymi zamykającymi otwór reflektora i dającymi bardziej równomierne promieniowanie na suszoną powierzchnię. Taka konstrukcja podwyższa znacznie trwałość żarówek i reflektorów, ochraniając je przed osadzeniem się pyłu i innych zanieczyszczeń, a zatem zmniejsza konieczność częstego ich czyszczenia. Poza tym zmniejsza to do minimum niebezpieczeństwo pożaru chroniąc lampy przed uszkodzeniami w czasie eksploatacji. Suszarki reflektorowe przenośnikowe dzieli się na strefy i różnej intensywności promieniowania, co uzyskuje się przez zmniejszenie napięcia (np. 1 strefa 110 V, 2 — 100 V, 3 — 90 V, 4 — 80 V) lub przez zainstalowanie różnej ilości reflektorów. Sprawność suszarek reflektorowych według danych firmy Hell (USA) dochodzi do 37%.

Suszarka reflektorowa TA3 dla emalii gliptalowych (według projektu) ma następującą charakterystykę: rozmiary 23500 × 1530 × 2200, przekrój części roboczej (w świetle) 650 — 700 × 1100 — 1200. Ilość sekcji 27 (na rys. 19 przedstawiona jest sekcja tej suszarki), moc jednej sekcji 58 lamp po 300 W, dwa wentylatory czteropłatkowe ЦАТН Nr 6 o wydajności 8000 m<sup>3</sup>/godz z 2 silnikami ТаГ 21/4, 1 kW, zainstalowana moc suszarki ~ 472 kW, przybliżony ciężar ~ 1500 kg.

Przy produkcji na przenośniku w celu podwyższenia ekonomii urządzenia stosuje się niekiedy automatyczne włączanie poszczególnych lamp lub sekcji w chwili, gdy zbliża się do nich przedmiot.

Bardzo rozpowszechnione są oddzielne reflektory przenośne dla miejscowego suszenia szczególnie dla naprawy błędów malowania.





Rys. 19. Sekcja suszarki reflektorowej typu ГРЗ: 1 — konstrukcja żelazna sekcji, 2 — reflektor, 3 — żarówka 300 W.

**Komory do suszenia prądami wysokiej częstotliwości (suszarki indukcyjne).**

Suszarki te stosuje się do suszenia jednego typu części w produkcji masowej (np. kół samochodowych).

Komory składają się z izolowanej ciepłnie konstrukcji, wewnątrz której rozmieszczone są specjalne selenoidy. Przez te selenoidy płynie indukcyjny prąd zmienny wysokiej częstotliwości (dla temperatur od 200 a nawet 300 C częstotliwości wynosi 250—800 okresów (sek)).

Systemy wentylacji odciągowej opierają się na zasadzie przeciwbieżności powietrza. Powietrze odsysane kierowane jest na ogrzewane przedmioty, od których się podgrzewa i wychodzi ze strefy suszenia oddając swoje ciepło spotykanym zimnym przedmiotom.

Taki system podwyższa w znacznym stopniu sprawność komory. Stosuje się wyłącznie konstrukcję komór typu przelotowego.

W tablicy 17 podano zestawienie najczęściej stosowanych typów komór suszarnianych i rodzajów produkcji potokowej.

**Urządzenia do malowania sposobem zanurzenia.** Wanny do ręcznego zanurzenia wykonuje się z blachy. W zależności od objętości znajdującego się w nich lakieru zaopatrzuje się je w przyrządy do ręcznego lub mechanicznego mieszania farby, dla uniknięcia tworzenia się osadów na dnie oraz w filtry do filtrowania lakieru.

Najlepiej miesza się mieszadłami mechanicznymi napędzanymi silnikami elektrycznymi lub sprężonym powietrzem.

W wannach o większej pojemności mieszanie lakieru przeprowadza się często przez jego stałą cyrkulację i pompowanie.

Wanny przeznaczone do zmechanizowanego zanurzenia dochodzą do pojemności 40 t lakieru, co znacznie utrudnia cyrkulację i filtrację lakieru w porównaniu z wannami do ręcznego zanurzenia. Wymiary wanien są określone długością przenośnika i rozmiarami przedmiotów. Przekrój wanien przyjmuje się zwykle w kształcie trapezu o kącie nachylenia bocznych ścian w granicach 30—45°.

Urządzenia do zmechanizowanego zanurzenia należy koniecznie zaopatrzyć w magazyny lakierów celowo umieszczone poza wydziałem, które zaopatrzuje się w cysterny spustowe, pompy do przetłaczania lakieru do wanien i inne potrzebne urządzenia. Według danych amerykańskich przyjmuje się następujące średnice rur spustowych wanien o powierzchni zwierciadła lakieru ponad 25 stóp<sup>2</sup> (2,3 m<sup>2</sup>):

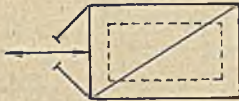
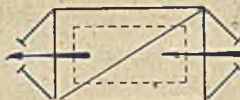
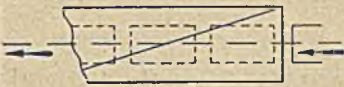

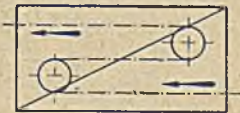
Pojemność wanny w m <sup>3</sup>	Średnica w calach
2 — 3	3
3 — 4	4
4 — 10	5
10 — 15	6
ponad 15	8

Urządzenia do zmechanizowanego zanurzenia często łączy się z suszarkami w jeden agregat obsługiwany wiszącym przenośnikiem belkowym, znacznie podwyższającym wydajność urządzenia (patrz rys. 17).

**Urządzenia do malowania sposobem oblewania.** Urządzenie do ręcznego oblewania lakierem zawiera: zbiornik rozdzielczy, do którego pompuje się lakier bez przerwy lub periodycznie, stół roboczy z rynną spływową, na którym układa się malowane przedmioty, wąż za pomocą którego kieruje się lakier ze zbiornika rozdzielczego na malowany przedmiot oraz wannę do zbierania ściekającego lakieru.



Tablica 17

Charakterystyka komory	Czynnik ciepły	Typ komory	Wielkość przedmiotu	Rodzaj potoku produkcyjnego	
I. Komory periodycznego działania	A. Podgrzane powietrze	Nieprzelotowa 	Małe	Mieszany i wahadłowy z nieprzelotowymi komorami	
		Przelotowa 	Średnie Wielkie	Wahadłowy z nieprzelotowymi komorami Wahadłowy z nieprzelotowymi komorami	
	B. Energia promieniowania (promienie podczerwone)	Nieprzelotowa	Średnie Wielkie	Wahadłowy z nieprzelotowymi komorami Wahadłowy z nieprzelotowymi komorami	
		Przelotowa	Średnie Wielkie	Periodyczny, wahadłowy z przelotowymi komorami Periodyczny, wahadłowy z przelotowymi komorami	
	II. Komory o ciągłym działaniu (przeñośnikowe)	A. Podgrzane powietrze	Jednodrogowa 	Małe Średnie	Ciągły Ciągły
			Jednodrogowa z przenośnikiem bełczkowym 	Małe Średnie	Ciągły Ciągły
Wielodrogowa 			Małe Średnie	Ciągły Ciągły	
B. Energia promieniowania		Jednodrogowa	Małe Średnie	Ciągły Ciągły	
C. Prądy indukcyjne		Jednodrogowa	Małe	Ciągły	

Lakier z rynny spływowej zbiera się do specjalnego zbiornika. Po rozcieńczeniu i przefiltrowaniu lakier przechodzi z tego zbiornika do zbiornika rozdzielczego.

Niekiedy na końcu węża daje się specjalną końcówkę, która daje wachlarzowy strumień lakieru, przez co podwyższa się wydajność malowania (malowanie główek maszyn do szycia w Podolskim Zakładzie Państwowym).

Urządzenie do zmechanizowanego oblewania składa się z komory i rozmieszczonych w niej rozpylaczy, najczęściej o prostokątnym przekroju wylotu. Rozpylacze skierowują lakier na malowany przedmiot. Ściekający lakier spływa do specjalnego zbiornika umieszczonego pod komorą i po przefiltrowaniu znowu wraca do rozpylaczy.

Urządzenie do zmechanizowanego oblewania zaopatrzone jest w specjalny skład farby, zespół filtrów, pompy itp.

Bębny i dzwony służą do malowania małych przedmiotów przy produkcji masowej. Bęben może być napędzany silnikiem elektrycznym lub ręcznie, z szybkością 25 — 30 obr/min.

Do malowania lakierami szybkoschnącymi (nitrospiryтусowymi itp.) mogą być stosowane bębny z ustawionymi w nich rozpylaczami.

W tablicy 18 umieszczono dane charakterystyczne bębnow typu Wrede [5].

Średnia wydajność bębna przy malowaniu lanych części maszyn do szycia wynosi 680 kg/godz, części maszyn do pisania, części łańcuchów Galla, śrub, nakrętek itp. — 400 kg/godz.

Automaty i półautomaty stosuje się do malowania najróżniejszych przedmiotów, jak żarówki elek-



Tablica 18

Średnica bębna w mm	Długość bębna w mm	Całkowita wysokość aparatu w mm	Rozmiar potrzebnej powierzchni w mm	Moc silnika w KM	Pojemność bębna w kg	Czas malowania w min
630	520	1600	1050 × 1100	0,35	70—130	10—15
430	410	1500	1000 × 900	0,25	„	„
340	340	1400	1000 × 900	0,25	„	„

tryczne, armatura, puszki konserwowe, pociski, startery samochodowe, deski drewniane, blachy stalowe itp.

Automaty i półautomaty stosuje się w zależności od metody powlekania farbą (rozpylanie, nawalcowanie, malowanie obracającą się okrągłą szczotką) oraz w zależności od ich konstrukcji (z podawaniem okrągłych przedmiotów wzdłuż zamkniętego obwodu koła lub wzdłużnym podawaniem płaskich przedmiotów, np. desek, blach itp).

Automaty i półautomaty do malowania okrągłych części zaopatruje się dodatkowo w urządzenia do obracania przedmiotów dookoła swej osi. Niekiedy automaty łączy się z suszarkami; wykonują one wówczas całkowity cykl malowania i suszenia.

Linie produkcyjną, zorganizowaną na zasadzie potokowej, oblicza się według wzorów podanych w tablicy 19.

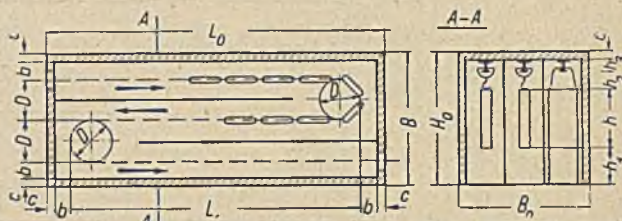
Przy założonym czasie suszenia  $t_0$  ze wzoru 7 (tablica 15) oblicza się długość strefy roboczej  $L$ .

W zależności od rozplanowania, kierunku potoku itd. przyjmuje się ilość przelotów przenośnika suszarki i oblicza się długość roboczą jednego przelotu ze wzoru:

$$L_1 = \frac{L}{n}$$

Całkowite rozmiary suszarki określa się w zależności od grubości izolacji cieplnej, średnicy obrotnicy gwiazdowej przenośnika itd. (rys. 20).

Obliczenie długości agregatów suszarnianych z przenośnikami belkowymi przeprowadza się podobnie, lecz w tym wypadku we wzorze 8 (tablica 19)  $\eta$  oznacza ilość podwieszek lub części zawieszonych na belce.



Rys. 20. Szkic do obliczenia wymiarów suszarki trójdrogowej:  $b \geq 0,5 D$ ;  $c = 0,1 - 0,2 \text{ m}$ ;  $h_1 = h_2 \geq 0,5 \text{ m}$ ;  $h_3 \approx 0,15 - 0,2 \text{ m}$

### Wzory do obliczania linii produkcyjnej

Tablica 19

Nr wzoru	Nazwa	Wzór	Oznaczenia
1	Rytm produkcji w min	$t = \frac{T \cdot 60}{N_r}$	$T$ — rzeczywista roczna ilość godzin pracy urządzenia $N_r$ — roczny program produkcji w sztukach
2	Rytm produkcji dla kilku linii potokowych (tempo) w min	$t = \frac{T \cdot 60}{N_r} n_e$	$n_e$ — ilość analogicznych linii potokowych
3	Rytm produkcji przy periodycznym ruchu przedmiotów w min	$t'' = t_1 + t_2$	$t_1$ — czas pozostawiania przedmiotu na stanowisku roboczym $t_2$ — czas przesuwania
4	Rytm produkcji sekcji przedmiotów w min	$t_s = t \cdot N_s$	$N_s$ — ilość przedmiotów w serii $t$ — ilość roboczo minut potrzebnych na wykonanie operacji
5	Ilość miejsc roboczych na stanowisku	$B = \frac{t}{t_0}$	$t_0$ — czas trwania wykonania operacji (np. czas suszenia)
6	Ilość przedmiotów na stanowisku (np. w suszarce)	$N_p = \frac{t_0}{t}$	$v$ — szybkość przenośnika w m/min $l$ — odległość między przedmiotami lub długość przenośnika potrzebna do rozmieszczenia 1 kompletu przedmiotów w m
7	Długość sekcji technologicznej w m	$L = v \cdot t_0$	$\eta$ — współczynnik zapalenia przenośnika równy 0,8 — 0,9
8	Szybkość przenośnika w m/min	$v = \frac{l}{t \cdot \eta}$	

Rozmiary urządzenia malarskiego określa się w każdym wypadku w zależności od wymiarów malowanych przedmiotów lub przyrządów z zawieszonymi częściami, a przy organizacji produkcji na zasadzie nieprzerwanego potoku — według rozmiarów przedmiotów i szybkości przenośnika.

Wyznaczenia rozmiarów wielotorowej komory suszarnianej dla małych przedmiotów dokonuje się w opisanym niżej porządku.

W zależności od rozmiarów wyrobów przyjmuje się odstęp między przedmiotami umieszczonymi na przenośniku i średnicę obrotnicy gwiazdowej przenośnika  $D$ .

Według założonego tempa produkcji  $t$  i przyjętego odstęp między przedmiotami oblicza się szybkość przenośnika  $V$  (wzór 8, tablica 19).

Obliczenie długości urządzeń nieznormalizowanych przy ruchu periodycznym przeprowadza się ze wzoru 6 (tablica 19).

Wypadającą z obliczenia ilość przedmiotów na stanowisku  $N_p$  zaokrągla się do liczby całkowitej, po czym w zależności od ich rozmiarów i potrzebnych między nimi odstępów oblicza się długość urządzenia.

Czas trwania operacji  $t_0$  przyjmuje się jako wielokrotność rytmu produkcji.

Przykład. Dla obliczenia długości komory suszarki przy czasie suszenia  $t_0 = 2$  godz z periodycznym przesuwaniem wyrobów i przy  $t = 0,75$  godz oblicza się najpierw ilość przedmiotów w komorze ze wzoru 6 (tablica 19):

$$N_p = \frac{t_0}{t} = \frac{2}{0,75} = 2,67 \approx 3 \text{ szt}$$



a następnie długość suszarni

$$L = l_p N_p + \Sigma \Delta l$$

gdzie:

$l_p$  — długość przedmiotu

$\Sigma \Delta l$  — suma potrzebnych odstępów.

Czas suszenia powinien być przyjęty

$$t_0 = t N_p = 2,25 \text{ godz}$$

Ilość potrzebnych urządzeń  $N_p$  oblicza się ze wzorów niżej podanych.

Urządzenie, którego wydajność jest znana (automaty, bębny, różne agregaty itp.).

$$n_p = \frac{N}{Q}$$

gdzie:

$N$  — założona produkcja w jednostce czasu,

$Q$  — wydajność (przepustowość) urządzenia w jednostce czasu.

Urządzenie, którego obciążenie jest przeprowadzeniem na nim operacji ręcznych (komora do rozpylania, wanna do zanurzania i inne).

$$n_p = \frac{\tau_g}{T}$$

gdzie:

$\tau_g$  — ilość agregatogodzin potrzebna na wykonanie rocznego programu,

$T$  — przyjęta roczna ilość godzin pracy urządzenia.

leżności od ilości rodzajów przedmiotów. W wypadku ręcznego przesuwania przyrządów z częściami należy przyjmować ich średni ciężar rzędu 10–12 kg 1 robotnika.

Urządzenia oddziału przygotowującego farby. Dla oddziałów z ręcznym przygotowaniem mieszanin malarsko-lakierniczych stosuje się mieszanki farby, przecieraczki, gniotowniki i inne. W tabelicy 20 podane są charakterystyki niektórych przecieraczek do farb.

Dla oddziałów z rozprowadzaniem mieszanek rurami stosuje się zbiorniki rozdzielcze i zbiorniki do mieszania o konstrukcji spawanej z odejmowanymi pokrywami. Zbiorniki wyposaża się w odpowiednie przyrządy miernicze i w mieszarki łopatkowe z napędem pneumatycznym lub elektrycznym.

Schemat rurociągów w oddziale przygotowania farb przedstawiono na rys. 21.

Przewody rurowe montuje się na ścianach lub suficie wydziału albo w specjalnych kanałach pod podłogą i maluje się jasną farbą ze znakami rozpoznawczymi koloru farby.

Wszystkie rurociągi należy dokładnie uziemiać dla zapobieżenia nagromadzeniu się ładunków elektrycznych.

Przy obliczaniu urządzeń mechanizowanego podawania farby rurociągami przyjmuje się, że w przewodach cyrkuluje 3–4-krotna ilość farby w stosunku do godzinowego jej zużycia. Ciśnienie na wylocie w punktach odbioru farby przyjmuje się 1,5–2 atn.

Pojemność zbiorników oblicza się w ten sposób, aby pomieściły one całkowitą ilość farby znajdującej się w sy-

Tabela 20

Typ	Rozmiar w mm	Ciężar w kg	Ilość obr./min	Moc silnika w kW	Wydajność w kg/godz	Zakład wytwórczy
CCCM — 726A	473 × 425 × 765	40,5	70	napęd ręczny	szpachlówka 1,8 — 2 farba olejna — 8 farba klejowa — 6	„Dwигatел Rewolucyj” Homel
Tarczowa	470 × 240 × 370	60,0	—	1,3	przecieranie ciekłych farb do 200 l/godz	Doświadczalny zakład Gosotdelstroja, Moskwa
Trójwałcowa K—1	1100 × 1000 <sup>1)</sup>	500,0	46–31–13 <sup>2)</sup>	1,5	—	Fabryka Iljicza, Leningrad

1) Wymiar walców 175 × 390 mm.

2) Ilość obrotów walców: przedniego — środkowego — tylnego.

Urządzenie, którego obciążenie przebiega periodycznie (suszarnie periodycznego działania itp).

$$n_p = \frac{z \cdot T_0}{T}$$

gdzie:

$z$  — ilość ładunków przypadająca na program,

$T_0$  — czas potrzebny na wykonanie operacji, składający się z czasu trwania operacji (np. czas suszenia) i czasu pomocniczego, przeznaczanego na czynności ręczne (np. czas załadowania i wyładowania przedmiotów z suszarki).

Urządzenia oblicza się często na serię przedmiotów podlegających jednoczesnej obróbce (np. suszenie części na wózkach).

W tym wypadku sporządza się zestawienie obciążenia określające ilość ładunków (podwieszek, wózków itp.) odpowiednio do programu. Przy ustalaniu ilości części na 1 przyrząd liczy się na maksymalną ich ilość z uwzględnieniem współczynnika zagęszczenia równego 0,7 ÷ 0,9 w za-

stemie przewodów rurowych oraz zapas farby równy 2–3 godzinnemu zapotrzebowaniu. Napełnienie zbiorników przyjmuje się w granicach 75–80%.

Przy obliczaniu przewodów rurowych i wyborze należy wziąć pod uwagę możliwość spuszczenia farby z układu w razie awarii w ciągu 10 ÷ 12 min.

Dla obliczeń hydraulicznych określa się szybkość przepływu farby w przewodach

$$v = \frac{Q}{3600 \cdot F} \text{ m/sek}$$

gdzie:

$Q$  — wydajność systemu w m<sup>3</sup>/godz,

$F$  — powierzchnia przekroju rury w m<sup>2</sup>.

Następnie oblicza się straty ciśnienia. Straty ciśnienia na tarcie w rurach oblicza się za pomocą wzoru Darcy

$$h_R = \lambda \frac{L \cdot v^2}{d \cdot 2g}$$

gdzie:

$L$  — długość przewodu rurowego farby w m określana z rysunku,







- $d$  — przyjęta średnica w rurociągu w m,  
 $\lambda$  — współczynnik tarcia rurociągu obliczony od liczby O. Reinoldsa.

$$Re = \frac{v \cdot d}{\nu}$$

gdzie:

- $v$  — przyjęta szybkość farby w m/sek,  
 $\nu$  — współczynnik kinematycznej lepkości mieszaniny (farby) obliczany ze wzoru Ubbelohde (10)

$$\nu = 0,0731 E - \frac{0,0631}{E} \text{ cm}^2/\text{sek}$$

$E$  — lepkość farby w stopniach Englera.

Rezultat mnoży się przez  $10^{-4}$  dla zamiany  $\text{cm}^2/\text{sek}$  na  $\text{m}^2/\text{sek}$ .

Dla farb olejnych wartość  $E$  można określić z dostateczną dokładnością według tablicy 21 [18].

Tablica 21

Lejek		Viskozymetr Englera 50°/20°	Lejek		Viskozymetr Englera 50°/20°
НИЛК	Ford Nr 4		НИЛК	Ford Nr 4	
1	0' 5"	0,69	6	0'32"	4,14
2	0'11"	1,38	7	0'38"	4,84
3	0'16"	2,09	8	0'43"	5,02
4	0'22"	2,79	9	0'49"	5,63
5	0'27"	3,45	10	0'54"	6,85

W zależności od wielkości liczby Reinoldsa oblicza się współczynnik tarcia  $\lambda$  z następujących wzorów:

dla ruchu laminarnego  $\lambda = \frac{64}{Re}$  (wzór Stokesa),

dla ruchu burzliwego przy wartości  $Re$  od 2300 do 70 000  $\lambda = \frac{0,3164}{\sqrt{Re}}$  (wzór Blasiusa).

Straty ciśnienia na opory miejscowe oblicza się według wzoru Bordy-Carnota  $h_z \Sigma \zeta = \frac{v^2}{2g}$ . Wybór współczynników miejscowych oporów  $\zeta$  (zaworów, kolan itp.) przeprowadza się według tablic Hütte (t. I. wydanie 13-te, str. 385) lub Kasatkina [7], str. 46—48, część I<sup>1</sup>).

Przy obliczaniu lepkości cieczy zaleca się przyjmować zastępczą długość rurociągu hydraulicznie równoważną pod względem oporu wszystkim miejscowym oporom części rurociągu o średnicy  $d$ . Wtedy długość zastępczą  $l'$  oblicza się ze wzoru:

$$l' = \frac{d}{\lambda} \Sigma \zeta$$

gdzie:

- $\lambda$  — uwzględnia lepkość cieczy,  
 $\Sigma \zeta$  — jest arytmetyczną sumą wszystkich współczynników miejscowych oporów przy danej szybkości cieczy i średnicy  $d$ .

Wychodząc z  $l'$  znajduje się  $h_2$  za pomocą wzoru Darcy. Potrzebne w układzie ciśnienie oblicza się ze wzoru:

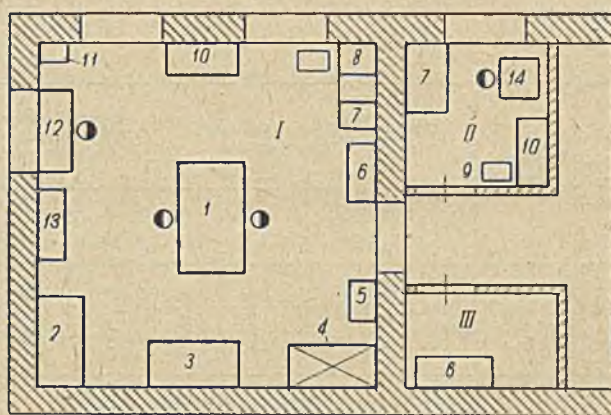
$$H = h_R + h_2 + H_0$$

gdzie:

$H_0$  — oznacza ciśnienie potrzebne na wylocie w punktach odbioru w m.

Pompę i silnik elektryczny dobiera się odpowiednio do danych obliczeniowych.

Laboratorium wydziałowe (rys. 22) przeprowadza badania mieszanin farb dostarczanych na wydział i powinno znajdować się w bliskim sąsiedztwie z oddziałem przygotowania farby.



Rys. 22. Rozplanowanie laboratorium: I — laboratorium, II — pomieszczenie urządzenia do rozpylania, III — magazyn, 1 — podwójny stół laboratoryjny, 2 — digestorium, 3 — stół do mycia z digestorium, 4 — stół ze spływem do szlifowania na mokro, 5 — stół do prób, 6 — półki, 7 — stoły robocze, 8 — suszarnie, 9 — termostat, 10 — szafa do materiałów, 11 — stół na wspornikach do wag analitycznych, 12 — stół do pisania, 13 — szafa do książek, 14 — komora do rozpylania.

Laboratorium powinno być wyposażone w stoły laboratoryjne zwykłego typu, digestoria i suszarnie, przecieraczki do farb o małej mocy (0,1 — 0,15 kW), dla przygotowania próbnych mieszanek, komory do rozpylania prostej konstrukcji itd.

Do badania jakości powłok malarsko-lakierniczych laboratorium zaopatruje się w przyrządy podane w tablicy 22 [13].

Tablica 22

Nazwa	Przeznaczenie	Zakład wytwórczy
Lejek НИЛК z nasadkami $\varnothing$ 2,4 i 7 mm	Do oznaczania lepkości wszystkich materiałów malarsko-lakierniczych	„Lakokraspokrytje” Oddział Leningradzki
Przyrząd typu Diupona	Do badania wszystkich rodzajów powłok na uderzenie	— „ —
Przyrząd wahadłowy	— „ —	— „ —
Skala elastyczności НИЛК	Do określania elastyczności powłok malarsko-lakierniczych	— „ —

### URZĄDZENIA TRANSPORTOWE

Transport wewnętrzny wydziałów malarsko-lakierniczych wykonuje zwykle dwa rodzaje czynności:

- transportuje materiały i wyroby z miejsc składowych i magazynów na stanowiska robocze oraz gotową produkcję na skład,
- transportuje wyroby z jednego stanowiska na drugie stanowiąc często integralną część urządzenia technologicznego (suszarki z przenośnikiem, agregaty do malowania sposobem zanurzania itp.) lub łączy swoją trasą szereg stanowisk roboczych zaczynając od operacji przygotowawczych, a kończąc na odprowadzaniu gotowej produkcji do magazynu. Wybór rodzaju transportu zależy od wielkości i organizacji produkcji oraz wymiarów i ciężaru wyrobów.

<sup>1</sup>) Mechnik tom I/1 1W SJMP, Warszawa 1949.



Do transportu i wykonywania niektórych operacji technologicznych (np. zanurzanie) w wydziałach kategorii A (patrz rozdział „Technika bezpieczeństwa pracy i zarządzenia przeciwpożarowe“ t. 15) zamiast wózków podwieszanych, jednoszynowych, elektrycznych stosuje się podnośniki pneumatyczne o różnej nośności.

Potrzebną ilość robotników oblicza się mnożąc czas wykonywania operacji  $\tau$  (w roboczegodzinach) przez wielkość programu  $N$  i dzieląc iloczyn przez rzeczywistą roczną ilość godzin pracy 1 robotnika  $T$ ,

$$A = \frac{\tau N_g}{T}$$

Tablica 23

Typ Nr	Maksymalny udźwąg w kG	Udźwąg w kG przy ciśnieniu w sieci powietrznej w at n					Długość podnośnika od haka do jarzma (przy pełnym podniesieniu haka)				Całkowity ciężar podnośnika w kG				Rozchód swobodnego powietrza na 1 podniesienie w m <sup>3</sup> /min przy ciśnieniu w sieci — 5 at n			
		3	4	5	6	7	L = 700	L = 1200	L = 1500	L = 1800	L = 700	L = 1200	L = 1600	L = 1800	L = 700	L = 1200	L = 1500	L = 1800
2	150	—	—	150	—	—	1 070	—	—	—	—	—	—	—	0,04	—	—	—
4	420	185	235	300	365	420	—	1 630	1 940	2 250	—	56	60	64	—	0,07	0,09	0,10
6	1 040	445	560	710	930	1 040	—	1 750	2 060	2 350	—	83	90	96	—	0,16	0,20	0,25
8	1 760	740	1 049	1 250	1 490	1 760	—	1 810	2 120	2 420	—	112	121	130	—	0,27	0,34	0,40

W tablicy 23 podano charakterystyki podnośników pneumatycznych fabryki „Pneumatyka“ w Leningradzie.

Z magazynów wydziałowych materiały malarsko-lakiernicze można dostarczać do stanowisk roboczych wózkami elektrycznymi lub ręcznymi (dla wydziałów kategorii A).

Najracjonalniejsze rozwiązanie schematu transportu wewnątrz wydziału i wybór trasy przenośników przeprowadza się jednocześnie z opracowaniem rozplanowania urządzeń technologicznych, po czym opracowuje się założenia do projektu technicznego transportu.

W tablicy 24 podano dane przykładowe co do szybkości technologicznych urządzeń transportowych [11, 23, 25].

Tablica 24

Rodzaj przenośnika	Przykład operacji technologicznej	Przykładowa szybkość w m/min
Przenośniki podwieszane jednołańcuchowe	Natryskowe malowanie kabin samochodowych na przenośniku	0,7 — 1,25
	Natryskowe malowanie części okucia	1,5 — 2,0
	Natryskowe malowanie części fotocykla	1,0 — 1,5
Przenośniki płytowe dwulańcuchowe	Karoserie samochodów osobowych	0,7 — 1,25
Przenośniki płytowe dwulańcuchowe (belkowe)	Masowe malowanie przez zanurzanie części karoserii i ram samochodowych oraz innych części średnich rozmiarów	0,3 — 0,6
Przenośniki przyziemne periodycznego działania	Przesuwanie wagonów towarowych na przenośniku	6,5 — 7,5
Elektryczne wózki podwieszane	Przesuwanie mechaniczne	15 — 30
	Suwnice jedno-belkowe	Przesuwanie mechaniczne

### ZALOŻA

Wyznaczenie ilości załogi przeprowadza się według średniej ilości godzin pracy potrzebnej na powleczenie 1 m<sup>2</sup> powierzchni w zależności od rozmiarów wyrobu i charakteru robót. W tablicy 25 podano orientacyjną ilość roboczo-minut potrzebnych do wykonania niektórych operacji (w odniesieniu do 1 m<sup>2</sup>), zaczerpniętą z danych biur projektowych i praktyki szeregu zakładów ZSRR [11, 23, 25].

Przy pracy nieprzerwanej potokowej ilość robotników produkcyjnych określa się według ilości stanowisk roboczych, przy czym należy przewidzieć robotników rezerwowych dla zastąpienia nieobecnych w ilości 5—8% w stosunku do całkowitej ilości.

### ZUŻYCIE MATERIAŁÓW

Przy obliczaniu zużycia materiałów najpierw określa się zapotrzebowanie na gotowe do użycia mieszaniny farb, wychodząc ze średnich norm zużycia na jednostkę powierzchni. Następnie według tablic składu mieszaniny oblicza się potrzebną ilość materiałów wyjściowych.

Na straty związane z magazynowaniem farby i przygotowaniem mieszanin dodaje się do obliczonego zapotrzebowania 2—5%.

W razie braku praktycznych norm rozchodu chemikaliów stosowanych w różnych wannach, maszynach do mycia itd. oblicza się go według przyjętej technologii określającej wymiennianie roztworu z uwzględnieniem codziennego dopełniania wyrównującego straty roztworu (unoszenie roztworu przez części, rozbryzgiwanie itp.).

Tablica 25

Nazwa operacji	Czas roboczo-minut/m <sup>2</sup>
1. Plaskowanie części (oczyszczanie)	
a. powierzchnia od 0,25 do 1,0 m <sup>2</sup>	16 — 21
b. blachy i duże przedmioty iloczone	15 — 17
c. przedmioty o dużych powierzchniach (okrety, wagony itp.)	7,5 — 10 do 20
d. powierzchnie silnie skorodowane	
2. Całkowite usunięcie farby skrobakami i szczotkami stalowymi <sup>1)</sup>	3,5 — 6
3. Całkowite usunięcie farby skrobakami i szczotkami stalowymi za pomocą opalania lampą lutowniczą <sup>2)</sup>	2,5 — 3,6
4 — 5	
4. Ręczne oczyszczanie rdzy szczotką stalową	0,8 — 1,0
5. Mechaniczne oczyszczanie rdzy szczotką stalową	
6. Odluszczenie szmatą zwilżoną w benzynie lakowej	0,5 — 2,0
7. Odmuchanie sprężonym powietrzem	0,2 — 0,5
8. Ręczne szlifowanie pumeksem po wstępnym szpachlowaniu	
a. na sucho	4,8 — 6,5
b. na mokro	10 — 11

1) Przyjęto grubość warstwy zdejmowanej farby 1 — 2 mm; przy grubości 3 — 5 mm przyjmuje się współczynnik 1,3.



Tablica 25 c. d.

Nazwa operacji	Czas roboczo- minut/m <sup>2</sup>
9. Ręczne szlifowanie papierem ściernym po malowaniu olejnym	
a. na sucho	2,5 — 4
b. na mokro	5 — 7
10. Mechaniczne szlifowanie papierem ściernym po malowaniu olejnym	
a. na sucho	2 — 3,5
b. na mokro	5 — 6
11. Mechaniczne szlifowanie papierem ściernym po nitroemaliach — na mokro	20 — 25
12. Szpachlowanie miejscowe masą klejową na drewnie	0,7 — 1,5
13. Szpachlowanie przedmiotów o prostych kształtach (wagony osobowe, trolejbusy itp.)	6 — 10
14. Szpachlowanie przedmiotów o złożonych kształtach (obrabiarki itp.)	10 — 15
15. Gruntowanie pędzlem (malowanie wstępne) <sup>1)</sup>	1,5 — 3,5
16. Dokładne malowanie pędzlem przedmiotów o złożonych kształtach (obrabiarki i inne) z wygładzaniem	7 — 12
17. Dokładne malowanie pędzlem przedmiotów o dużej powierzchni (wagony itp.) z wygładzaniem	5 — 7
18. Lakierowanie przedmiotów o prostych kształtach (patrz wyżej)	4,5 — 6
19. Malowanie natryskowe przedmiotów o złożonych kształtach	1,5 — 2
20. Malowanie natryskowe przedmiotów o prostych kształtach	0,3 — 0,5
21. Malowanie natryskowe bezsprężarkowe dużych powierzchni	0,17 — 0,2
22. Polerowanie ręczne przedmiotów drewnianych polturą spirytusową	24 — 36
23. Polerowanie ręczne przedmiotów drewnianych pastą nitrolakieru	15 — 20
24. Polerowanie ręczne przedmiotów drewnianych cieczą do polerowania	2 — 4
25. 1 mechaniczne polerowanie nitrolakieru lub emalii filcem	6 — 10
26. 2 i 3 mechaniczne polerowanie nitrolakieru lub emalii futerkami	3 — 5
27. Polerowanie wykańczające nitrolakieru lub nitroemalii tarczą	4 — 6
28. Malowanie pasków pędzlem (roboczo minut/mb):	
a. pionowe	1 — 3
b. poziome	2 — 4
29. Malowanie pasków maszynowe (typ ECA) motocykli i rowerów (roboczo minut/mb)	0,3 — 0,7

1) Przy malowaniu pędzlem szcietkowym pracochłonność obniża się o 30 — 40 %.

Przy obliczaniu zużycia materiałów można posługiwać się średnimi danymi zawartymi w tablicy 26 [11, 23, 25].

## TECHNIKA SANITARNA I ENERGETYKA WYDZIAŁU

Ogrzewanie i wentylacja. Wszystkie pomieszczenia, w których zachodzi wydzielanie par rozpuszczalnika, powinny mieć wentylację dopływową i odciągową zaopatrzoną w ogniotrwałe lub półogniotrwałe filtry do oczyszczania doprowadzonego powietrza z pyłu. W celu zmniejszenia koncentracji par rozpuszczalników w pomieszczeniu wydziału wszystkie urządzenia i stanowiska robocze wydzielające szkodliwe pary (wanny, komory do rozpylania, miejsca dla naturalnego suszenia nitrolakierów itd.) zaopatrzone w indywidualne odciągi z bezpośrednim odprowadzaniem powietrza na zewnątrz, z wylotem umieszczonym co najmniej o 1 m nad wierzchołkiem dachu.

Urządzenia związane z rozpylaniem farby powinny być zaopatrzone w oczyszczacze wysysanego powietrza od mgły lakieru.

Doprowadzenie powietrza projektuje się zawsze do górnej strefy pomieszczenia. Przy istnieniu komór do rozpylania, z których odciąga się duże ilości powietrza, doprowadzenie i rozprowadzenie powietrza poleca się wykonywać w taki sposób, żeby prąd czystego i ciepłego powietrza był skierowany na stanowisko robocze i tworzył rodzaj natrysku powietrznego.

Tablica 26

Nazwy materiałów	Metoda powlekania	Średnie zużycie gotowych do użycia mieszanin z uwzględnieniem strat w g/m <sup>2</sup>
<b>A. Materiały malarsko-lakiernicze</b>		
Gruntówka na minii żelaznej	pędzel rozpylenie	45 — 50 90 — 100
Gruntówka na bieli cynkowej	pędzel rozpylanie	60 — 90 60 — 90
Gruntówka na bieli cynkowej typu M — 138	rozpylenie	80 — 90
Szpachlowanie 1 i 2 warstwy		
Szpachlówka typu AM itp. (na 1 warstwę)	szpachla	130 — 300
Lakiery olejne jasne	rozpylenie pędzel	80 — 100 50 — 60
Lakiery i emalie czarne	rozpylenie pędzel	60 — 90 35 — 60
Emalie przemysłowe olejne i głyp-talowe różnych kolorów	pędzel rozpylenie zanurzanie	80 — 130 75 — 160 65 — 80
Nitroemalia różnych kolorów	rozpylenie	120 — 200
Różne farby olejne	pędzel rozpylenie	75 — 180 100 — 220
<b>B. Rozpuszczalniki</b>		
Rozpuszczalniki do emalii przemysłowych i farb olejnych (benzyna lakowa, benzyna itp.)	—	5 — 15% ciężaru (farby)
Rozpuszczalniki Nr 646, 1001 i in. do nitroemalii	—	100 — 120% ciężaru emalii
<b>C. Inne materiały</b>		
Benzyna lakowa		
a. do odtuszczania	—	25 — 30
b. do zwilżania skórek przy szlifowaniu	—	40 — 50
Szmaty do wycierania powierzchni	—	10 — 15
Gaza do wycierania mieszaniną M 401	—	0,05 — 0,1
Pumeks w kawałkach do szlifowania	—	20 — 40
Pumeks w proszku	—	10 — 15
Papier ścierny Nr 0 — 000	—	0,01 — 0,025 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> 0,1 — 0,2%
Chemikalia do maszyn do mycia	—	ciężaru części

Ogrzewanie wydziałów malarskich wykonuje się z reguły przez podgrzewanie doprowadzonego powietrza. W razie zainstalowania urządzeń grzejnych powinny one mieć gładką powierzchnię łatwą do oczyszczenia z pyłu. Do przenoszenia ciepła stosuje się wodę lub parę niskiego ciśnienia (do 0,7 at n).

Temperatura wydziałów malarskich, oddziałów przygotowania farby itd. powinna wynosić 16—20°C, a dla wszystkich magazynów materiałów malarsko-lakierniczych co najmniej 10°C.

W założeniach do projektu ogrzewania i wentylacji wydziału podaje się wykaz agregatów posiadających własne odciągi, ilość odsysanego przez nie powietrza w m<sup>3</sup>/godz, nomenklaturę agregatów, które wypromieniowują ciepło do wydziału (suszarki, wanny itp.) i temperaturę ich ścianek.



W razie braku danych obliczeniowych przyjmuje się następującą zewnętrzną temperaturę ścianki suszarek:

dla suszarek z temperaturą suszenia 70 — 100°C      30 — 35°C  
dla suszarek z temperaturą ponad 100°C              35 — 45°C

Założenia powinny zawierać ciężary przedmiotów stygnących w wydziale w kg/godz oraz ich temperaturę. Ponadto podaje się wyszczególnienie stanowisk roboczych dających szkodliwe wydzieliny do wydziału (pary rozpuszczalników, pyły itd.) oraz ich ilość.

Jeżeli nie można obliczyć ilości pary rozpuszczalnika wydzielającego się do wnętrza wydziału (np. gdy w wydziale znajdują się komory do rozpylania i suszarki), ilość tę można w przybliżeniu przyjąć: dla farb olejnych 2—2,5%, dla emalii 5—10% a dla nitrolakierów i nitroemalii 25—35% w stosunku do ciężaru zużytej farby.

Przy obliczaniu ilości parującego podczas pracy rozpuszczalnika z powierzchni wanny do zanurzenia (benzyna lakowa) można przyjąć (przy działającej wentylacji) średnio 115—120 g/godz na 1 m<sup>2</sup> powierzchni wanny przy  $t = 20$  °C.

Wymianę powietrza w budynku malarni oblicza się w zależności od ilości szkodliwych wydzielin ze wzoru

$$V = \frac{G}{c} \text{ m}^3/\text{godz}$$

gdzie:

- $G$  — ilość substancji szkodliwych wydzielających się bezpośrednio w budynku w g/godz,  
 $c$  — dopuszczalna koncentracja w mg/l.

W tabelicy 27 zestawiono dopuszczalne koncentracje szkodliwych par, gazów itp. w powietrzu roboczej strefy pomieszczeń produkcyjnych [14].

Tabela 27

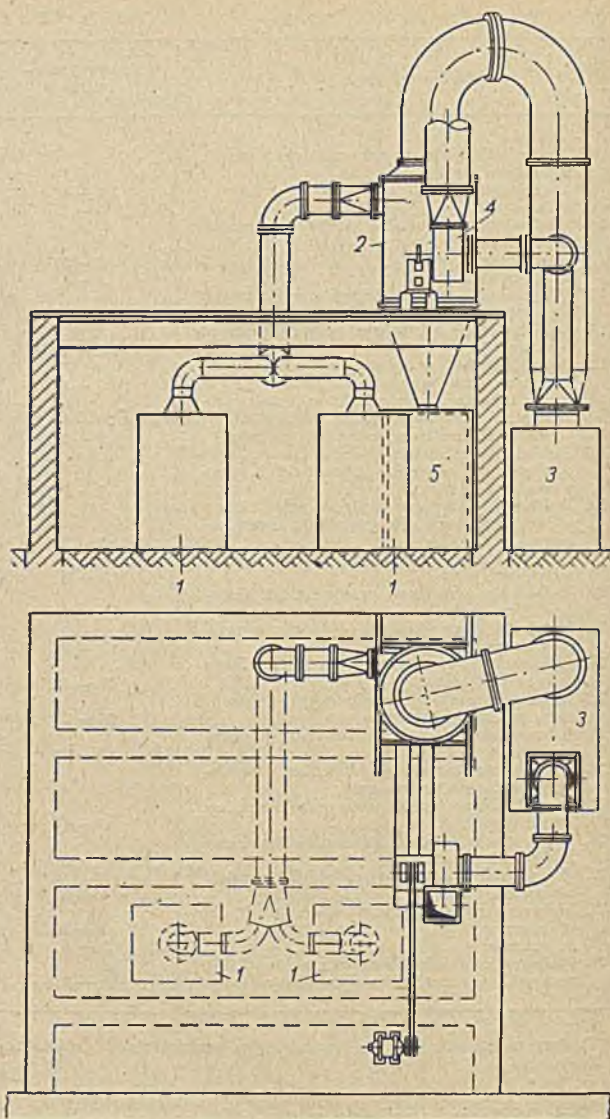
Nazwa substancji	Największa dopuszczalna koncentracja w mg/l
Amoniak	0,02
Aceton	0,20
Benzol, toluen, ksylen, solwent-nafta	0,10
Benzyna, benzyna lakowa, ligroina nafta	0,30
Terpentyna	0,30
Węglowodory chlorowane (czterochlorek węgla, trójchloroetylen, dwuchloroetan)	0,05
Estry kwasu octowego (acetalo-octan etylu, octan propylu, octan butylu)	0,2
Acetamid, octan metylu	0,1

W celu zapobieżenia przedostawania się szkodliwych wydzielin z wydziału malarskiego do wydziałów sąsiednich ilość powietrza doprowadzonego przyjmuje się o 20% mniejszą od całkowitej ilości powietrza odsysanego z wydziału.

W zmechanizowanych wydziałach malarskich zwykle projektuje się tylko wentylację doprowadzającą powietrze, ponieważ urządzenia malarskie posiadają zawsze silne odciąg, które całkowicie zabezpieczają konieczną wymianę powietrza.

Oczyszczanie powietrza usuwanego z oddziału piaskownic przeprowadza się w dwóch etapach: w cyklonach (z grubszych ziaren) i w mokrych filtrach żwirowych lub tkaninowych (z drobnych ziaren).

Jako przykład takiego oczyszczania na rys. 23 podano rozwiązanie sekcji piaskownicy jednego z zakładów budowy maszyn.



Rys. 23. Rozplanowanie stanowiska piaskownic o dwóch komorach: 1 — komory do piaskowania, 2 — cyklon, 3 — filtr żwirowy, 4 — wentylator, 5 — zbiornik piasku.

**Wodociągi i kanalizacja.** Wodociągi i kanalizacja projektuje się zgodnie z ogólnie przyjętymi przepisami i normami. Kanalizacja powinna być normalnego typu zakrytego. Do spuszczenia wody z komór do rozpylania zaleca się budować zakryte odstożniki. Jeśli w sekcjach mechanicznego przygotowania powierzchni znajdują się wanny z kwasami o większej pojemności trzeba przewidzieć urządzenie do neutralizacji roztworów.

**Gospodarka energią elektryczną siły i światła.** Gospodarkę elektryczną projektuje się zgodnie z „Przepisami bezpieczeństwa i budowy elektrotechnicznych maszyn prądów silnych niskiego i wysokiego napięcia“, zatwierdzonych przez IX Wszeczwiązkowy Elektrotechniczny Zjazd<sup>1)</sup>.

Według tych przepisów, w wydziałach i innych pomieszczeniach zaliczonych na podstawie przepisów przeciwpożarowych do kategorii A, instaluje się silniki elektryczne i aparaturę rozruchową typu hermetycznie zamkniętego, a instalację oświetleniową szczelną od gazu

<sup>1)</sup> W Polsce obowiązują przepisy PNE — 10, PNE — 17, PNE — 23 oraz PNE — 30.



i pyłu, typu zabezpieczającego od wybuchu. W warsztatach i pomieszczeniach zaliczanych do kategorii B stosuje się silniki elektryczne i aparaturę rozruchową typu zamkniętego, bez części iskrzących lub typu zabezpieczającego od wybuchu.

Zainstalowaną moc urządzeń elektrycznych i oświetlenia oblicza się na podstawie danych katalogowych lub obliczeniowych.

W celu opracowania elektrycznej gospodarki energetycznej wydziału sporządza się zestawienie zawierające spis odbiorników prądu, ich ilość i charakterystykę.

Dla obliczeń przybliżonych moc zainstalowaną określa się orientacyjnie według przyjętego typu urządzeń lub według wskaźników zaczerpniętych z analogicznych wydziałów.

Gospodarka parowa. Parę produkcyjną używa się głównie do podgrzewania suszarek, wanien do chemicznego przygotowania powierzchni i powietrza doprowadzanego do wentylacji. Ilość pary zużywanej na podgrzewanie różnych wanien można obliczyć posługując się wskaźnikami zawartymi w rozdziale „Projektowanie wydziałów powłok metalicznych”.

Wyniki obliczenia zestawia się w tabelicę zużycia pary, która służy także jako założenie do projektowania instalacji przemysłowej doprowadzenia pary.

Przy wyznaczaniu czasu podgrzewania urządzeń należy mieć na uwadze, że zużycie pary na podgrzewanie  $D_r$ , wyrażone w kg/godz zwykle znacznie przewyższa godzinowe zapotrzebowanie eksploatacyjne  $D_e$ . Dlatego czas podgrzewania, zwykle projektowany w ciągu 3 zmiany, należy możliwie przedłużyć w celu wyrównania szczytów obciążenia.

Roczny rozchód pary oblicza się ze wzoru:

$$D = \frac{D_e \cdot F + D_r \cdot t_r \cdot C}{1000} \text{ t/rok}$$

gdzie:

$F$  — roczny fundusz czasu pracy urządzeń,

$t_r$  — dobowy czas podgrzewania w godz,

$C$  — ilość dni roboczych urządzeń w ciągu roku.

Dla obliczeń przybliżonych można wychodzić z następujących orientacyjnych wskaźników: średnie zużycie pary o ciśnieniu 3–4 at n przy temperaturze suszenia 100–110°C dla suszarek komorowych periodycznego działania wynosi 80 do 100 kg/godz a dla suszarek transportowych — 45 do 75 kg/godz na 1 t nagrzewanego metalu.

Przy projektowaniu malowania wielkich i średnich przedmiotów metodą natryskową należy rozważyć problem, czy stosowanie tej metody jest ekonomiczne w związku z wielkimi ilościami powietrza odsysanego z komór do rozpylania.

Łość pary potrzebną na ogrzewanie doprowadzonego powietrza oblicza się ze wzoru:

$$D = \frac{V \cdot 0,31 \Delta t}{500} \text{ kg/godz}$$

gdzie:

$V$  — ilość powietrza odsysanego z komór w m<sup>3</sup>/godz,

$\Delta t = t_w - t_0$ ,

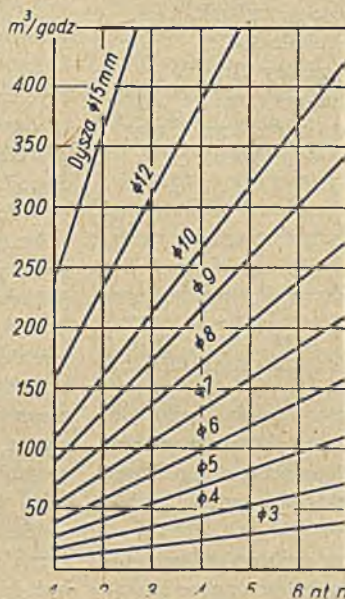
$t_w$  — temperatura wydziału w °C,

$t_0$  — temperatura średnia sezonu opałowego (dla obliczenia rocznego zużycia pary) lub najniższa zewnętrzna temperatura obliczeniowa (zimowa) dla szczytowego zużycia pary.

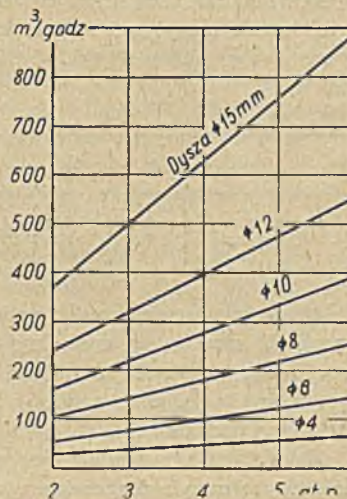
Gospodarka sprężonym powietrzem. Powietrze sprężone używa się do malowania za pomocą rozpylania i szeregu operacji przygotowawczych.

Zużycie swobodnego powietrza można obliczać dwoma sposobami:

1. według danych katalogowych lub ustalonych na podstawie praktyki,
2. wychodząc z ilości powietrza przepływającego przez dyszę określonej średnicy i przy założonym ciśnieniu (rys. 24, 25).



Rys. 24. Zużycie powietrza dysz o różnych średnicach.



Rys. 25. Zużycie powietrza dyszy płaskownicy.

W tym ostatnim wypadku dla obliczenia rzeczywistego zużycia powietrza należy wprowadzić współczynnik wykorzystania dyszy —  $k$ , który jest iloczynem  $k_1$  — współczynnika uwzględniającego obciążenie urządzenia programem robót oraz  $k_2$  — współczynnika uwzględniającego „czas maszynowy” dyszy, tj. rzeczywisty czas pracy dyszy danej operacji. Wielkość  $k_2$  przyjmuje się w zależności od rozmiaru i kształtu przedmiotu, zwykle w granicach 0,5–0,75 czasu operacji.

Na straty powietrza (nieszczelność przewodów itp.) przyjmuje się 40–50% całego zużycia.

Wyniki obliczeń zestawia się w tabelicę zużycia sprężonego powietrza, służącą jednocześnie jako założenie do projektowania instalacji. Dla obliczeń przybliżonych można posługiwać się danymi tabelicy 28.

W zakładzie, w którym nie ma centralnej stacji sprężarek, dla zmechanizowanej malarni projektuje się własne urządzenia sprężarkowe stałe lub przenośne. Wybór sprężarki przeprowadza się na podstawie obliczenia średniego zużycia sprężonego powietrza o ciśnieniu atmosferycznym z uwzględnieniem współczynnika jednoczesności pracy punktów odbioru.



Tablica 28

Nazwa aparatu	Przybliżone ciśnienie w atn	Średnie zużycie powietrza w m <sup>3</sup> /godz
Rozpylacz typu KP — 2	3 — 5	12 — 16
„ „ „ GA3 — MBC	4,5 — 6	12 — 20
Dysza do „ przedmuchiwania Ø 3 mm	2 — 3	10 — 20
Aparaty pneumatyczne do oczyszczania mechanicznego	5 — 6	10 — 30
Podnośniki pneumatyczne 150 — 1700 kG	5 — 6	0,05 — 0,4 m <sup>3</sup> na 1 podniesienie

Potrzebną moc na wale sprężarki oblicza się ze wzoru:

$$N = \frac{L \cdot V}{75 \eta} \text{ KM}$$

gdzie:

$L$  — praca potrzebna na sprężenie 1 m<sup>3</sup> powietrza w kGm,

$V$  — objętość powietrza zasysanego w m<sup>3</sup>/sek,

$\eta$  — sprawność sprężarki równa około 0,8.

Wartość  $L$  można przyjmować z tablicy 29 [7].

Dla obliczeń przybliżonych można przyjmować zapotrzebowanie mocy na 1 m<sup>3</sup> zasysanego powietrza w ciągu 1 godz, w granicach 0,1—0,125 KM na 1 m<sup>3</sup>/godz.

Tablica 29

$P$	2	3	4	5	6	7
$L$ izotermiczna	6 000	11 000	13 900	16 100	17 900	19 500
$L$ adiabatyčna	7 700	12 900	17 100	20 500	23 500	26 100

Dla oczyszczenia z pyłu powietrza dopływającego do sprężarki stosuje się specjalny filtr, a dla oczyszczania sprężonego powietrza z wilgoci zbierającej się podczas sprężania oraz z pary smaru — specjalne wodooddzielacze i smarooddzielacze.

Zaopatrzenie w wodę. Wodę przemysłową używa się do różnych urządzeń chemicznego przygotowania powierzchni (wanny, maszyny do mycia itp.) oraz do komór do rozpylania z wodnym oczyszczeniem powietrza.

Zużycie wody określa się z danych katalogowych urządzeń, wskaźników z praktyki lub oblicza się według założonej konieczności wymiany roztworów.

Zestawienie zużycia wody z uwzględnieniem składu wód odpływowych służy za założenie do projektowania wodociągów i kanalizacji.

Przy obliczeniach przybliżonych średniego zużycia wody można posługiwać się tablicą 30.

Tablica 30

Nazwa odbiornika	Jednostka	Średnie zużycie
1. Wanny do płukania	l/m <sup>2</sup> obrabianej powierzchni	0,35 — 0,5
2. Maszyny do mycia	m <sup>3</sup> /t wyrobów	0,12 — 0,5
3. Stanoiska mokrego szlifowania	l/m <sup>2</sup> obrabianej powierzchni	3 — 4
4. Komory rozpyłowe (wg danych ЗНС)	m <sup>3</sup> /godz na filtr wodny	0,1 — 0,5

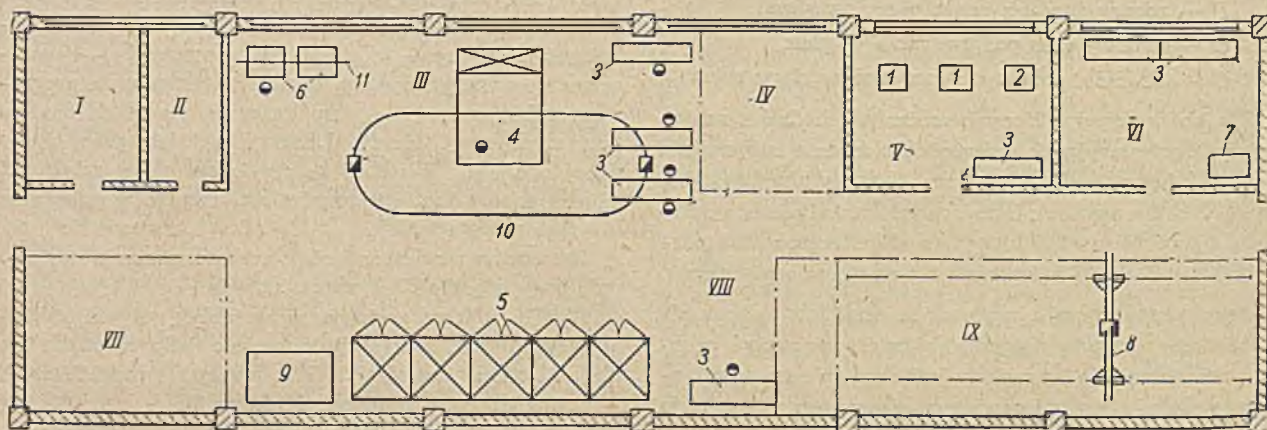
### POWIERZCHNIE, ICH ROZPLANOWANIE I ROZMIESZCZENIE URZĄDZEŃ

Wydziały i oddziały malarskie powinny znajdować się w ognioodpornych, izolowanych pomieszczeniach z bezpośrednim wyjściem na zewnątrz budynku, najlepiej na obwodzie kompleksów produkcyjnych budynków.

Oddziały malarskie kategorii A należy umieszczać w budynkach parterowych, a w ostateczności na najwyższym piętrze budynku, możliwie najlepiej oświetlonym (ściany oszkłone, lampy).

Sekcje malarskie wyjątkowo mogą być umieszczone na terenie innych wydziałów bez oddzielania ich ściankami ogniotrwałymi, jeżeli położenie to jest podyktowane koniecznością technologiczną (np. malowanie ramy samochodu na przenośniku itp), jednak pod warunkiem zastosowania specjalnej wentylacji oraz zachowania wszystkich przepisów przeciwpożarowych [12].

Sekcje przygotowawcze (piaskownice, wanny, bonderyzacja itp.) wydzielające pył, pary wilgoć itp. powinny być oddzielone od zasadniczego oddziału szczelnymi przegrodami. Agregaty do bonderyzacji, maszyny do mycia itp. o konstrukcji wykluczającej szkodliwe wydzielania



Rys. 26. Rozplanowanie wydziału malarskiego drobnoseryjnej produkcji: I — biuro kierownika, II — laboratorium pod ręczne, III — sekcja malowania natryskowego, IV — miejsce na składowanie niepomalowanych części, V — oddział przygotowania farby, VI — magazyn, VII — magazyn gotowej produkcji, VIII — sekcja ręcznego malowania drobnych części, IX — sekcja malowania i naturalnego suszenia dużych części, 1 — mieszarki do farby, 2 — przecieraczka do farby, 3 — stoły warsztatowe, 4 — komora do rozpylania, 5 — suszarnia pięciokomorowa, 6 — wanny do usuwania starej farby, 7 — wagi, 8 — suwnica, 9 — powierzchnia zajmowana przez urządzenie wentylacyjne tłoczące, 10 — przenośnik jednoszynowy podwieszany z podnośnikiem pneumatycznym, 11 — przenośnik jednoszynowy podwieszany do obsługi wanien.



do wnętrza wydziału mogą być ustawione na zasadniczej powierzchni (patrz rys. 7) wydziału bez specjalnych przegród.

Oddział przygotowania farb umieszcza się bezpośrednio na powierzchni wydziału malarskiego po zewnętrznej jego stronie lub specjalnym oddzielnym położonym budynku.

Oddziały ręcznego przygotowania farby oddziela się od części produkcyjnej szczelnymi, ognioodpornymi przegradami.

Magazyny materiałów malarsko-lakierniczych umieszcza się w izolowanych, ognioodpornych budynkach.

Magazyny wydziałowe mogą być położone w pobliżu oddziałów przygotowania farby i powinny mieć samodzielne izolowane wejście.

Laboratorium podręczne (expres laboratorium należy umieścić obok oddziałów przygotowania farby).

Pomieszczenia socjalne mogą być umieszczone w jednym budynku z wydziałem malarskim pod warunkiem istnienia izolowanego wejścia i ścianek ognioodpornych.

Przepisy nie dopuszczają ustawiania stałych sprężarek na terenie malarni lub magazynów. Powinny one znajdować się w oddzielnych pomieszczeniach.

Warsztaty remontowe do bieżącego remontu aparatury pneumatycznej i urządzeń transportowych umieszcza się w wydzielonym pomieszczeniu na terenie wydziału lakierniczego.

Najodpowiedniejszy do umieszczenia lakierni jest budynek parterowy, o kilku nawach i wysokości co najmniej 4,0 m do więzaru dachowego. Wzdłuż budynku powinny znajdować się przybudówki do umieszczenia sekcji produkcyjnych wytwarzających szkodliwe wylizy i pyły (oddziały piaskownie, przygotowania chemicznego itp.) oraz do pomieszczeń socjalnych, kantorów i biur, przygotowania farby, magazynów itp.

Szerokość nawy uzależniona jest od rozmiarów przedmiotów malowanych i zawiera się zwykle w granicach 6—12 m, a dla bardzo dużych przedmiotów 15—18 m.

Ściany, podłogi i sufity lakierni, laboratorium, magazynów i innych oddziałów powinny być wykonane z materiałów ogniotrwałych. Ściany i sufity wyprawia się zaprawą cementową i maluje się olejną farbą (sufit w kolorze białym, ściany i konstrukcje w jasnych kolorach).

Do oddziałów zdobniczo-malarskich stosuje się często pyłochłonne, asfaltowe podłogi. W oddziałach chemicznego przygotowania, w których używa się ługów i kwasów,

podłogi i ściany do wysokości 1,5—1,75 m wykłada się płytami terrakotowymi lub wykonuje się z materiałów kwasoodpornych i ługoodpornych.

Ze względu na niebezpieczeństwo pożaru, w wydziałach o powierzchni większej od 100 m<sup>2</sup> powinno być co najmniej 2 drzwi na zewnątrz, przy czym dla wydziałów grupy A odległość od drzwi nie może przekraczać 30 m.

Wydziały i oddziały malarskie wyposaża się w automatycznie działające dysze i zasłony wodne.

Przybliżone obliczenie potrzebnych powierzchni przeprowadza się kolejno dla poszczególnych części składowych wydziału (przygotowanie, malowanie, wykańczanie itd.) na podstawie wskaźników analogicznych przedsiębiorstw, produkcja w tonach, sztukach lub m<sup>2</sup> na 1 m<sup>2</sup> powierzchni, a przy braku takich wskaźników na podstawie przykładowego rozplanowania urządzeń w wydziale, oddziale i poszczególniej sekcji.

Na podstawie obliczonych powierzchni przeprowadza się rozplanowanie oddziałów i sekcji w wydziale, tak aby ich położenie wzajemne było najbardziej racjonalne. Następnie określa się optymalny obwód powierzchni, szerokość nawy i wreszcie rozmieszcza się urządzenia odpowiednio do projektowanej technologii oraz organizacji procesu wytwórczego.

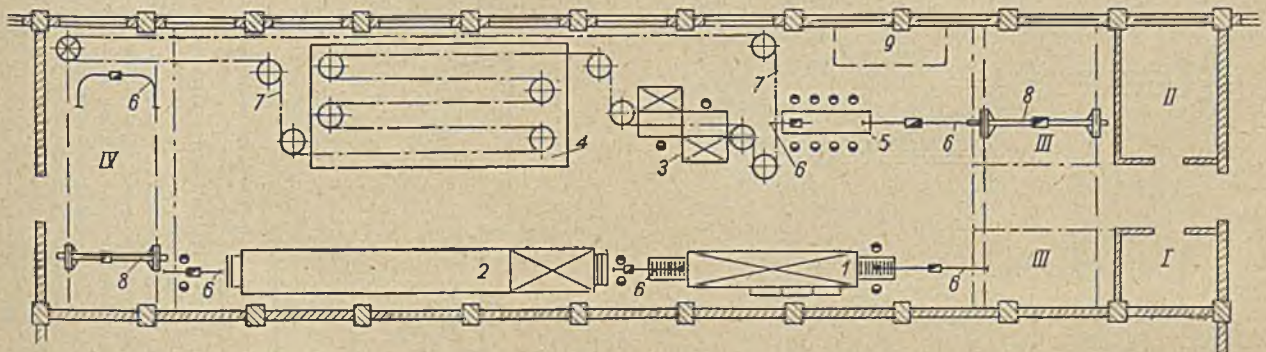
Powierzchnię laboratorium podręcznego, przy średniej wielkości produkcji, przyjmuje się 25—35 m<sup>2</sup>; zapewnia to miejsce dla dwóch, trzech laborantów. Przy laboratorium umieszcza się magazyn o powierzchni 8—10 m<sup>2</sup>.

Na rysunku 22 przedstawione jest rozplanowanie urządzeń podręcznego laboratorium wydziałowego przy produkcji seryjnej.

Odległości między urządzeniami i stanowiskami roboczymi ustala się odpowiednio do warunków procesu technologicznego, rozmiarów przedmiotów, organizacji transportu itd. [11, 12].

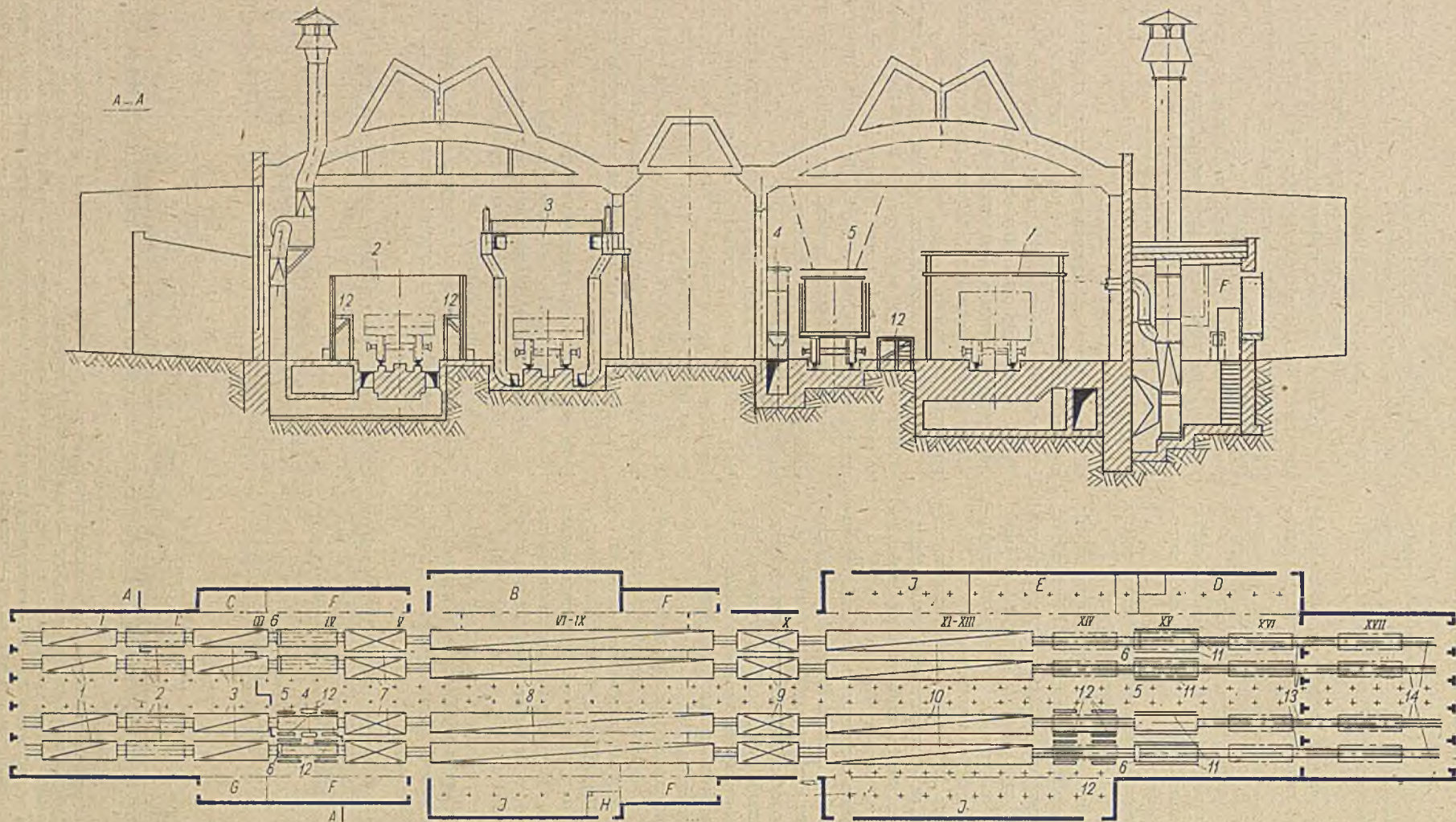
Przy rozmieszczaniu urządzeń i stanowisk roboczych zaleca się zachować następujące minimalne wymiary:

- szerość przejścia dla remontu i oględzin urządzeń minimum 0,8 m,
- odstęp między zamkniętymi otworami komory suszarki i komory do rozpylania, komory suszarniczej i wanny do zanurzania minimum 2,0 m,
- odstęp między stanowiskami roboczymi, na których odbywa się szlifowanie lub polerowanie i otwartym otworem komory do rozpylania lub wanny do zanurzeniowego malowania. minimum 5,0 m,



Rys. 27. Rozplanowanie wydziału malarskiego o produkcji wielkoseryjnej: I — biuro, II — oddział przygotowania farby, III — miejsca na składanie części do malowania, IV — skład gotowej produkcji, 1 — maszyna do mycia z suszarką, 2 — agregat do malowania metodą zanurzeniową i suszenia z przenośnikiem belkowym, 3 — podwójna komora do rozpylania, 4 — suszarka wielodrogowa, 5 — stół warsztatowy do robót przygotowawczych, 6 — przenośnik jednoszynowy podwieszony z podnośnikami pneumatycznymi, 7 — przenośnik, 8 — suwnice jednobelkowe, 9 — powierzchnia zajmowana przez urządzenie wentylacyjne tłoczące powietrze.





Rys. 23. Rozplanowanie budynku wydziału malarskiego do malowania wagonów towarowych: *A* — wydział malarski, *B* — oddział przygotowania farby, *C* — laboratorium, *D* — oddział montażu hamulców, *E* — oddział remontu przyrządów pneumatycznych, *F* — pomieszczenie agregatów wentylacyjnych komór do rozpylania, *G* — dopływ czynnika grzejącego, *H* — podstacja elektryczna, *J* — pomieszczenie użytkowe i kantory *a-b* — linia potokowa malowania platform, *c* — linia potokowa malowania krytych wagonów, *d* — linia potokowa malowania budek, *I* — XVII — stanowisko robocze. Urządzenia: 1 — kołory podgrzewające do temperatury  $60 \pm 70^{\circ}\text{C}$ , 2 — komory wyciągowe, 3 — suszarki do suszenia szpachtłówek w temperaturze  $60 - 70^{\circ}\text{C}$ , 4 — wentylacyjne urządzenie do malowania wewnętrznych powierzchni krytych wagonów, 5 — elektro-ekran do suszenia dachu krytych wagonów, 6 — elektro-ekrany do suszenia daszków budek hamulcowych, 7 — komory do rozpylania pierwszego malowania, 8 — suszarki o temperaturze  $60 - 70^{\circ}\text{C}$  na 4 wagony, 9 — komory do rozpylania powtórnego malowania, 10 — suszarki o temperaturze  $60 - 70^{\circ}\text{C}$  na 3 wagony, 11 — elektro-ekrany przenośne do suszenia napisów, 12 — pomosty do malowania, 13 — tory, 14 — przenośniki perłowego działania do przesuwania wagonów.



Wskaźniki	Zakłady i wydziały								
	Zakład budowy silników Diesla	Zakład budowy pras i młotów	Zakład budowy koparek	Zakład budowy samochodów	Zakład budowy motocykli	Zakład budowy wagonów	Zakład budowy rowerów	Zakład budowy traktorów	Zakład budowy maszyn rolniczych
	Oddział malarski	Wydział malarski	Wydziały i sekcje malarskie	Oddział malowania karoserii i okuć	Wydział lakierniczy	Wydział malarski	Wydział lakierniczy	Oddział malarski przy wydziale prasowym	Oddział malowania części i podzespołów
Wyroby	Silniki stałe i okrętowe	Maszyny do rozdrabniania i mielenia oraz maszyny kuznicze i prasy	Koparki różnych typów	Większe samochody ciężarowe	Części i podzespoły motocykla	Większe wagony towarowe (50 t)	Części i podzespoły roweru	Wytłaczane części i podzespoły traktora	Części i podzespoły maszyn rolniczych oraz silników wiatrowych
Typ produkcji	Seryjna	Seryjna	Seryjna	Wielkoseryjna	Wielkoseryjna	Masowa	Masowa	Masowa	Seryjna
Rodzaj pokrycia	Ochronne	Ochronne	Ochronne	Ochronno-dekoracyjne	Ochronno-dekoracyjne	Ochronne	Ochronno-dekoracyjne	Ochronne	Ochronne
Metoda malowania	Ręczna	Ręczna	Ręczna	Zmechanizowana	Zmechanizowana	Zmechanizowana	Zmechanizowana	Zmechanizowana	Zmechanizowana i ręczna
Produkcja roczna na 1 m <sup>2</sup> powierzchni produkcyjnej	$\begin{cases} t/m^2 \\ m^2/m^2 \end{cases}$ 26,6 173,5	$\begin{cases} t/m^2 \\ m^2/m^2 \end{cases}$ 54,0 127,0	$\begin{cases} t/m^2 \\ m^2/m^2 \end{cases}$ 24,4 153,0	$\begin{cases} t/m^2 \\ m^2/m^2 \end{cases}$ 2,72 285	$\begin{cases} t/m^2 \\ m^2/m^2 \end{cases}$ 1,25 129	$\begin{cases} t/m^2 \\ m^2/m^2 \end{cases}$ 101 1550	$\begin{cases} t/m^2 \\ m^2/m^2 \end{cases}$ 1,8 261	$\begin{cases} t/m^2 \\ m^2/m^2 \end{cases}$ 38 1770	$\begin{cases} t/m^2 \\ m^2/m^2 \end{cases}$ 25 —
Produkcja roczna na 1 robotnika produkcyjnego	$\begin{cases} t/l \text{ rob.} \\ m^2/l \text{ rob.} \end{cases}$ 218,0 1435,0	$\begin{cases} t/l \text{ rob.} \\ m^2/l \text{ rob.} \end{cases}$ 1010,0 2370,0	$\begin{cases} t/l \text{ rob.} \\ m^2/l \text{ rob.} \end{cases}$ 490,0 3820,0	$\begin{cases} t/l \text{ rob.} \\ m^2/l \text{ rob.} \end{cases}$ 64 6700	$\begin{cases} t/l \text{ rob.} \\ m^2/l \text{ rob.} \end{cases}$ 21,8 2225	$\begin{cases} t/l \text{ rob.} \\ m^2/l \text{ rob.} \end{cases}$ 2280 35000	$\begin{cases} t/l \text{ rob.} \\ m^2/l \text{ rob.} \end{cases}$ 17,5 2520	$\begin{cases} t/l \text{ rob.} \\ m^2/l \text{ rob.} \end{cases}$ 980 45400	$\begin{cases} t/l \text{ rob.} \\ m^2/l \text{ rob.} \end{cases}$ 2250 —
Powierzchnia produkcyjna na 1 robotnika produkcyjnego (na największej zmianie) m <sup>2</sup> /rob.	22,7	56,0	61,0	47,0	14,5	45,0	29,0	50,5	169
Moc zainstalowania na 1 robotnika produkcyjnego (na największej zmianie) kW/rob	—	3,5	2,7	5,6	2,38	6,05	1,63	6,7	0,71
Ilość roboczogodzin	$\begin{cases} \text{rob} \cdot \text{godz}/t \\ \text{rob} \cdot \text{godz}/m^2 \end{cases}$ 3,94 0,6	$\begin{cases} \text{rob} \cdot \text{godz}/t \\ \text{rob} \cdot \text{godz}/m^2 \end{cases}$ 1,73 0,732	$\begin{cases} \text{rob} \cdot \text{godz}/t \\ \text{rob} \cdot \text{godz}/m^2 \end{cases}$ 3,1 0,5	$\begin{cases} \text{rob} \cdot \text{godz}/t \\ \text{rob} \cdot \text{godz}/m^2 \end{cases}$ 27,6 0,26	$\begin{cases} \text{rob} \cdot \text{godz}/t \\ \text{rob} \cdot \text{godz}/m^2 \end{cases}$ 95,0 0,92	$\begin{cases} \text{rob} \cdot \text{godz}/t \\ \text{rob} \cdot \text{godz}/m^2 \end{cases}$ 0,59 0,039	$\begin{cases} \text{rob} \cdot \text{godz}/t \\ \text{rob} \cdot \text{godz}/m^2 \end{cases}$ 86,6 0,6	$\begin{cases} \text{rob} \cdot \text{godz}/t \\ \text{rob} \cdot \text{godz}/m^2 \end{cases}$ 1,67 0,036	$\begin{cases} \text{rob} \cdot \text{godz}/t \\ \text{rob} \cdot \text{godz}/m^2 \end{cases}$ 0,65 —



- d. szerokość przejścia dla dostarczenia części i przejścia dla robotników (określona rozmiarami i typem środków transportu wewnętrznego) minimum 1,5 — 1,8 m,
- e. szerokość miejsca roboczego koło urządzenia, stołu warsztatowego itp. minimum 1,0 m.

Na rysunku położenie urządzeń wymiaruje się od osi słupów.

Jako przykłady podaje się niżej kilka sposobów rozplanowania [25].

**Rozplanowanie wydziału malarskiego drobnoseryjnej produkcji średnich i drobnych wyrobów (rys. 26), klasa II, grupa 4.** Wydział przeprowadza malowanie części lekkich traktorów (o ciężarze 2 t) pędzlem i rozpylaniem, z naturalnym i sztucznym suszeniem. Przesuwanie przedmiotów zaprojektowano prostoliniowo według rysunku z prawej strony ku lewej, przy czym na sekcji malowania natryskowego przesuwanie odbywa się na zasadzie ruchu wahadłowego (komora do rozpylania — suszarka).

Transport przedmiotów przeprowadza się ręcznymi wózkami za pomocą suwnicy lub belki z podwieszanymi ręcznymi wózkami. Na powierzchni wydziału ześrodkowana jest cała gospodarka wydziału: sekcje malarskie, oddział przygotowania farby, magazyn, laboratorium, biuro i miejsce do składania gotowej produkcji.

**Rozplanowanie wydziału do produkcji wielkoseryjnej średnich przedmiotów (rys. 27), klasa II, grupa 1.** Pokazany na rysunku wydział przeznaczony jest do jednowarstwowego powlekania części i podzespołów wykonanych na prasach w zakładach budowy średnich maszyn. Powlekanie wykonuje się metodą zanurzenia i rozpylania ze sztucznym suszeniem. Stosuje się tutaj urządzenia odznaczające się wysoką wydajnością (maszyna do mycia, agregat do zanurzeniowego malowania i suszenia oraz wielodrogowa i wielonawrotowa komora suszarniana). Przesuwanie przedmiotów zorganizowane jest na zasadzie nieprzerywanego potoku za pomocą przenośnika i zespołu suwnic oraz przenośników jednobelkowych.

Podawanie farby z oddziału jej przygotowywania jest zmechanizowane.

**Rozplanowanie budynku wydziału malarskiego do wielkoseryjnej produkcji wielkich wyrobów (rys. 28), klasa I, grupa 1.** Budynek ten przeznaczony jest do malowania wagonów towarowych w stanie zmontowanym metodą rozpylenia z zastosowaniem sztucznego suszenia.

Przesuwanie przedmiotów odbywa się za pomocą sufitowego przenośnika o działaniu periodycznym. Właściwy wydział malarski, zajmujący środkową część budynku, składa się z czterech niezależnych linii potokowych, z których dwie (a i b) przeznaczone są dla malowania odkrytych wagonów, jedna (c) — do krytych wagonów i jedna (d) — do malowania budek. Każda linia potokowa posiada 17 stanowisk (I-XVII) wykonujących operacje podane niżej.

Stanowisko I — podgrzanie wagonu do temperatury wydziału (w czasie zimy) wysuszenie (po deszczu). Stanowisko II — przygotowanie do malowania (oczyszczenie z brudu, odmuchanie sprężonym powietrzem i wytarcie końcami zwilżonymi benzyną lakierniczą oraz miejscowe szpachlowanie). Stanowisko III — suszenie po szpachlowaniu. Stanowisko IV — szlifowanie szpachlowanych miejsc, malowanie i suszenie reflektorami daszków budek hamulcowych oraz malowanie wewnątrz wagonów krytych. Stanowisko V — malowanie wagonów pistoletem. Stanowiska VI do IX — suszenie pomalowanych wagonów. Stanowisko X — powtórne malowanie wagonów pistoletem. Stanowiska XI do XIII — suszenie pomalowanych wagonów. Stanowisko XIV — prace zdobnicze, powtórne malowanie daszków budek hamulcowych i dachów wagonów krytych. Stanowisko XV — suszenie reflektorowe malowanych miejsc. Stanowisko XVI — roboty montażowe (regulacja hamulców aparatury powietrznej itd.). Stanowisko XVII — odbiór przez kontrolę zakładu.

Oprócz wydziału malarskiego w budynku mieszczą się inne oddziały produkcyjne i pomocnicze związane z malowaniem i montażem wagonów, a także pomieszczenia socjalne.

#### WSKAŹNIKI TECHNICZNO-EKONOMICZNE

W tablicy 31 podane są niektóre wskaźniki techniczno-ekonomiczne wydziałów i działów malarskich.

#### LITERATURA I ŹRÓDŁA

- ASZE B. M.: Otoplenie i wentylacja, t. 1—2, Gosstrojizdat, L. 1939—1940.
- AJZENBERG B. I.: Fondy wremieni oborudowanija i raboczych dla projektowanija zawodow HKCM SSSR. Otdiel projektnych normatiwow Gipsredmasza, ser. I, wyp. 122, M. 1940.
- WASZCZENKO G. E. i CHRIENNIKOW A. A.: Krasokraspylitelnaja apparatura, „Łakokraspokrytje“, M. 1940.
- Wremiennyje prawila požarnoj bezupasnosti na predpriatjach i nowostrojkach, III otd, ЦУ ВОХР i ПВО НКCM, M. 1944.
- GOLDSZTEJN E. N.: Tiechnologija niemietalliczeskich pokritij, OHTИChimizdat, L. 1938.
- Instrukcija k agriegatu dla biezkompriessornogo razpylenija kraski i drugich židkostiej po mietodu inż. G. F. Fieforbojm, ЦНИИТМАШ, 1941.
- KASATKIN A. G.: Osnownyje prociessy i apparaty chemiczeskoj tiechnologii, ГОИИИ, 1935.
- KOGBIETLIJEW J. G.: Otczot po tiemie „Organizacija prociessa raspylenija nitrołakow i o tipowom wientilacionnom oborudowanil dla etogo prociessa „Moskowskij chimikotiechnologičeskij institut im. D. I. Miendielewja“, M. 1940.
- ŁAPTEW A. A., LEBIEDIEW B. J. i drugije: Okraska awtomobilej w potoczno massowom proizwodstwie, OHTИ НКП, 1938.
- LEJBIENZON L. S. prof. i drugije: Gidrawlika, OHTИ, M. L. 1934.
- PARIJSKI — BRONSKIJ M. S.: Projektowanije okrasocznych ciechow „Sprawocznik Projektanta“ na prawach rukopisi, Gipsredmasz, M. M. 1945.
- Prawila i normy po tiechnike bezupasnosti, požarnoj ochranie i promasanitarii dla okrasocznych ciechow maszinstroitelnoj i drugich otraslej promyszlenosti, Maszgilz, M. 1941.
- RNOWA A. JA., Łaboratorija okrasoczno go ciecha, Maszgilz, N. 1941.
- Rukowodiaszczije ykazanija po projektowaniju otoplenija i wientilacji w promprediatjach, Gławstrojprojekt, 1944.
- TIEREO G. JA., Kratkoje rukowodstwo po primienienij maslanych i emalewych krasok, Katalogizdat, M. 1940.
- Sbornik „Tiechnika okraski“ Nr 1 i 2, izd. „Łakokraspokrytije“ M. 1941.
- TICHOMIROW A. W. i WASZENKO G. E., Albom oborudowanija okrasocznych ciechow, Standartgiz, M. 1941.
- JAKUBOWICZ C. W., Fiziko-miechaniczeskije mietody ispytanija łakokrasocznych matieriałow i pokrytij, ГОИИИ, M. — L. 1938.



19. BIELIKOW A. N. Primienienije infrakrasnych łuczej w maszynostrojenii, „Wlestinik Maszynostrojenija Nr 9 — 10, M. 1944.
20. Biulletień „Obmien opytom malarnoj techniki“ M. 1938 i 1939.
21. Biulletień „Technika okraski“, „Łakokraspokrytije“, M. 1940.
22. WŁADYCZINA E. N. Suszka łakokrasocznych pokrytij s pomoszczju indukcionnych tokow, biulletień: „Obmien opytom malarnoj techniki“ Nr 4 — 5, „Łakokraspokrytije“ M. 1938.
23. Izsledowatielskije raboty i dannyje „Łakokraspokrytije“, nauczno-izledowatielskich institutow i riada zawodow Sojuza.
24. KOGBIETLIJEW I. G., Ob. organizacii i potoczno go proi-zwodstwa w malarnych ciechach, biulletień „Obmien opytom malarnoj techniki“ Nr 1 — 2, „Łakokraspokrytije“, M. 1939.
25. Projektnyje i normatiwnyje dannyje Giprosredmasza, Giprotiażmasza, „Łakokraspokrytije“ i drugih organizacii.
26. НКХП — Gławkraska: Techničeskie usłowija na łako-krasocznoju produkciju, 1937 — 1941.
27. UCZASTKIN N. W.: Izsledowanije efflektiwnosti i gidrodinamiczeskogo soprotiwlenija eliminanatorow, „Otoplenije i wientilacija“, Nr 6, 1940.
28. Żurnaly „Machinery“. 1943, „Metal Finishing“, 1941 — 1944 i inne.



## Rozdział VIII

# PROJEKTOWANIE WYDZIAŁÓW POWŁÓK METALICZNYCH

### KLASYFIKACJA WYDZIAŁÓW POWŁÓK I DANE WYJŚCIOWE DO PROJEKTOWANIA

Klasyfikacja wydziałów i oddziałów powłok (tablica 1) została przeprowadzona na podstawie następujących kryteriów:

- a. podstawowych rodzajów powłok wykonywanych w wydziale przez: cynkowanie, kadmowanie, ołowianie, miedziowanie, srebrzenie, niklowanie, chromowanie, oksydowanie, fosfatazację itd;
- b. właściwości procesów technologicznych z punktu widzenia stosowanych czynności przygotowawczych i wykańczających, w tej liczbie szlifowania i polerowania części;
- c. charakteru produkcji danego wydziału: małoseryjnego, seryjnego, wielkoseryjnego, masowego;
- d. rodzaju podstawowych urządzeń wydziału: wanien, kielichów, bębnow, wanien ze zautomatyzowanym lub półautomatyzowanym ruchem części obrabianych (które to wanny dalej będą nazywane automatami i półautomatami), przenośników.

Do klasy I należą *wydziały powłok ochronnych*. Wydziały te dzielą się w zależności od charakteru produkcji i rodzajów podstawowych urządzeń na trzy grupy.

Do klasy II należą *wydziały powłok ochronnych i zdobniczych*, które w zależności od tych samych cech dzielą się na dwie grupy.

Do klasy III należą *wydziały powłok odpornych* na zużycie tworzone w zakładach produkujących narzędzia lub oddziały wchodzące w skład wydziałów narzędziowych zakładów budowy maszyn.

W wydziałach I i II klasy oprócz powłok ochronnych i zdobniczych mogą być wykonywane również powłoki zapewniające dobre właściwości cierne lub smarne powierzchni (ołowianie, miedziowanie, pobielanie), powłoki podnoszące przewodnictwo elektryczne powierzchni (srebrzenie, miedziowanie, pobielanie), wreszcie powłoki nadające powierzchni izolacyjne właściwości elektryczne (powlekanie aluminium powłoką tlenków). W wydziałach II klasy mogą być wykonywane również powłoki mające za zadanie podwyższenia zdolności odbijania promieni świetlnych (srebrzenie, rodowanie, chromowanie).

Do założeń do *projektowania wydziału* należy:

- a. roczna produkcja wydziału,
- b. system pracy wydziału,
- c. rysunki części zawierające warunki techniczne obróbki.

### PROGRAM PRODUKCYJNY I FUNDUSZ CZASU PRACY

Przy projektowaniu *zgrubnym* program roczny produkcji wydziału (oddziału) jest podawany lub obliczany

Klasyfikacja wydziałów i oddziałów powłok

Tablica 1

Nazwa wydziałów	Wydziały powłok ochronnych			Wydziały powłok ochronnych i zdobniczych		Wydziały (oddziały) powłok odpornych na zużycie
	I			II		III
	1	2	3	1	2	1
Zasadnicze rodzaje powłok	cynkowanie, kadmowanie, ołowianie, miedziowanie (przed nawęglaniem), srebrzenie, oksydowanie stali i aluminium, fosfatacja		cynkowanie, pobielanie, ołowianie, niklowanie	chromowanie ochronno-zdobnicze (miedziowanie, niklowanie i chromowanie), srebrzenie, rodowanie itp.		chromowanie twarde, miedziowanie przed nawęglaniem
Cechy charakterystyczne procesu technologicznego	szlifowania i polerowania części nie stosuje się			szlifowanie i polerowanie części końcowe		—
Typ produkcji	małoseryjna	seryjna i wielkoseryjna	masowa (powlekanie arkuszy, blach, drutu, taśmy)	małoseryjna	seryjna i wielkoseryjna	małoseryjna
Zasadnicze urządzenia	wanny, kielichy, bębny	wanny, kielichy, bębny, półautomaty i automaty	automaty i urządzenia przenośnikowe	wanny, kielichy, bębny	wanny, kielichy, bębny, półautomaty i automaty	wanny



na podstawie wskaźników produkcyjnych dla takich samych lub podobnych wyrobów (tablica A) zaczerpniętych z praktyki przodujących pokrewnych wydziałów.

Tablica A

## Program roczny wydziału

Rodzaj obróbki i typ urządzenia	Roczna ilość wyrobów w sztukach	Części				Program roczny wraz z częściami zapasowymi	
		zasadnicze		zapasowe		ciężar w t	powierzchnia w m <sup>2</sup> 1)
		ciężar w kg	powierzchnia w dcm <sup>2</sup> 1)	ciężar w kg	powierzchnia w dcm <sup>2</sup> 1)		
1. Wyrób samochodów ciężarowych							
1. Cynkowanie na wieszakach . . . . .	15,350	—	504	—	126	—	96 705
2. Cynkowanie w kielichach	15,350	~12	130,9	~3	32,7	~230,25	25 113
3. Chromowanie zdobnicze na wieszakach . . . . .	15,350	—	8	—	2	—	1535
4. . . . .							
Razem			2877,6	—	719,4	—	552 140

1) Powierzchnia do powlekania

Przy projektowaniu *szczegółowym* program roczny produkcji wydziału sporządza się na podstawie zestawienia części zaplanowanych do produkcji zawierającego określenie rodzaju powłok i typu urządzeń do ich wykonania (tablica B).

Program wydziału i zestawienie części powinny przewidywać możliwość zmiany wielkości produkcji w granicach około 3% dla każdego z podstawowych rodzajów powłok (cynkowanie, miedziowanie, niklowanie, itd.). Praca w wydziale powłok może być jednozmianowa, dwuzmianowa lub trzymianowa. W wydziałach posiadających półautomaty i automaty przyjmuje się pracę na dwie lub trzy zmiany.

Przy zastosowaniu przenośników (powlekanie arkuszy blach, drutu, taśm) celowe jest stosowanie pracy ciągłej na trzy zmiany.

Fundusz czasu pracy urządzeń (rzeczywisty) przyjmuje się z uwzględnieniem ogólnych rocznych strat cza-

su na nieuniknione przestoje związane z wykonywaniem planowanych remontów zapobiegawczych. Straty te zwykle przyjmuje się w wysokości 3—10% nominalnego funduszu czasu w zależności od stopnia skomplikowania urządzeń i ilości zmian.

Podział urządzeń według grup skomplikowania:

- grupa I obejmuje wanny i inne urządzenia niezmechanizowane,
- grupa II — półautomaty, kielichy, bębny i obrabiarki do szlifowania i polerowania,
- grupa III — automaty i przenośniki.

## DOBÓR GRUBOŚCI POWŁOK I PROCES TECHNOLOGICZNY

Przed opracowaniem procesu technologicznego należy ustalić wymaganą *grubość powłoki*. Zależy ona od warunków użytkowania wyrobu. Według grubości powłoki wyroby dzielą się na trzy kategorie:

1. dla lekkich warunków pracy — w pomieszczeniach zamkniętych, w atmosferze nie zanieczyszczonej gazami agresywnymi, z nieznacznymi wahaniami wilgotności i temperatury a także w odkrytej przestrzeni o atmosferze stosunkowo suchej i wolnej od gazów agresywnych — np. w rejonach rolniczych;
2. dla średnich warunków pracy — w pomieszczeniach zamkniętych z podwyższoną wilgotnością a także w odkrytej przestrzeni o atmosferze średnio zanieczyszczonej gazami przemysłowymi oraz w wilgotnym powietrzu morskim;
3. dla ciężkich warunków pracy — w atmosferze bardzo wilgotnej, mocno zanieczyszczonej gazami przemysłowymi lub cząstkami twardymi w postaci produktów spalania, kurzu itp. — np. w miastach w znacznym stopniu uprzemysłowionych, w wydziałach zakładów, garażach środków transportowych itp.

Rodzaje jednowarstwowych i wielowarstwowych powłok oraz zalecane dla nich średnie (obliczeniowe) grubości są podane w tablicach 2 i 3.

Zestawione w obydwóch tablicach grubości powłok odnoszą się do wyrobów stalowych. Dla wyrobów z żeliwa, mających powierzchnię bardzo porowatą, grubość pierwszej warstwy nałożonej powinna być zwiększona

Tablica B

## Wykaz części w programie rocznym

Nr części	Nazwa części	Charakterystyka części						Roczny program				Rodzaj obróbki	Typ urządzenia	
		materiał	rozmiary części w mm	ciężar części w kg	powierzchnia powlekania w dcm <sup>2</sup>	liczba części zasadniczych w sztukach na jednostkę wyrobu	ilościowy			wagowy według powierzchni <sup>1)</sup>				
							części zasadnicze w sztukach	części zapasowe w sztukach	razem sztuk		wraz z częściami zapasowymi			
											w t			w m <sup>2</sup>
81-6105086	Płytki zamka drzwi	st. 08	100 × 60 × 10	—	1,2	2	30 700	7675	38 375	—	461	cynkowanie	wanna	
81-6106068	Korpus dolnego mocowania drzwi	"	74 × 32 × 10	—	0,73	2	30 700	7675	38 375	—	280	"	"	
P-9168	Nakrętka	st. 20	22 × 4	0,0096	0,14	1	15 350	3838	19 188	0,185	26,8	"	kielich	
M-48183	Kolek	stal automatowa 12 stop cynkowy	Ø 8 × 25	0,0098	0,08	2	30 700	7675	38 375	0,376	30,7	"	"	
81-6104066	Rączka do podnoszenia szyby	"	110 × 22 × 28	—	0,66	2	30 700	7675	38 375	—	253	chromowanie zdobnicze	wanna	
51-110608	Głowica pompki benzynowej	"	Ø81 × 58	—	1,42	1	15 350	3838	19 188	—	272	"	"	

1) Powierzchnia do powlekania.







Tablica C

## Proces technologiczny (dla projektowania zgrubnego)

Nazwa czynności	Rodzaj roztworu	Warunki pracy		
		temperatura w °C	gęstość prądu w A/dcm <sup>2</sup>	czas trwania procesu w min
Cynkowanie w wannach				
Odtłuszczenie chemiczne Odtłuszczenie elektrolityczne	rozpuszczalnik organiczny rozpuszczalnik zasadowy	87 70–80	— 3–10	6–10 { 3–4 na katodzie 2–1 na anodzie
Dekapowanie chemiczne Cynkowanie	rozpuszczalnik kwaśny rozpuszczalnik cyjanowy	pokojowa 35–40	— 2	0,5–1 44

Tablica D

## Proces technologiczny (dla projektowania szczegółowego)

Nazwa czynności	Roztwór		Warunki pracy		czas trwania procesu w min
	nazwa składników roztworu	ilość w g/l	temperatura w °C	gęstość prądu w A/dcm <sup>2</sup>	
Cynkowanie w wannach					
Odtłuszczenie chemiczne Montaż w przyrządach	trójchloroetylen	—	87	—	6–10
Odtłuszczenie elektrolityczne	ług sodowy trójfosforan sodu szkło wodne	20 50 3–5	70–80	3–10	{ 3–4 na katodzie 2–1 na anodzie
Płukanie w wodzie bieżącej Dekapowanie	kwas siarkowy	50–100	60 pokojowa	—	0,5–1 0,5–1
Płukanie w wodzie bieżącej Cynkowanie	tlenek cynku cyjanek sodu ług sodowy	41 83 40–60	35–40	2	44

Zestawienie kolejnych czynności procesów technologicznych podane jest w tablicy 4.

Znaki umowne w rubrykach tablicy oznaczają:

„+“ — czynność jest stosowana w danym procesie technologicznym,

„—“ — czynność nie jest stosowana w danym procesie technologicznym,

„±“ — w danym procesie technologicznym czynność może lecz nie musi być stosowana.

W uzupełnieniu wskazań tablicy 4 konieczne jest kierowanie się następującymi zasadami:

1. Przy wielowarstwowym powlekanii po polerowaniu nałożonej warstwy pośredniej (czynność 33) proces obróbki powierzchniowej powstaje się przed każdym następnym powlekaniiem począwszy od czynności 11 według schematu podanego w tablicy odnoszącej się do III kategorii.

2. W wypadku powlekania miejscowego, przed zawieszeniem części na drutach, powinna być przewidziana czynność miejscowej izolacji powierzchni (nie podlegającej powlekanii) z następującym po niej odtłuszczeniem ręcznym lub elektrochemicznym. Po powlekaniiu powinna być wprowadzona czynność „usunięcia izolacji“.

3. Części podlegające chromowaniu w celu podwyższenia ich własności mechanicznych na ścieranie lub ich twardości powierzchniowej, po dokładnej mechanicznej obróbce w wydziale mechanicznym, są niekiedy poddawane w wydziale powłok uprzedniemu oczyszczeniu za pomocą drobnociarnistego papieru lub płótna ściernego, drobnociarnistego proszku szmerglowego, pumeksu w proszku lub wapna wiedeńskiego. Czynność ta wykonywana jest przed czynnością 13 (montaż na drutach do zawieszania) według schematu odnoszącego się do części IV kategorii.

4. Fosfatacja i bonderyzacja wykonywane są według schematu podanego dla części I lub II kategorii (z wyłączeniem czynności 14, 15, 16, i 17) po uprzednim piaskowaniu powierzchni i odmuchaniu za pomocą powietrza sprężonego (dla części I kategorii).

5. Oksydacja stali wykonywana jest według schematu dla części I lub II kategorii, przy czym czynności od 14 do 17 nie są konieczne.

6. Przy oksydacji aluminium i jego stopów wykonuje się czynności 1, 2, 3, 4, 17, 20, 22, 23, 24, 27, 28, 29 i 32 ze schematów dla części I i II kategorii. Powierzchnia aluminium przed powlekaniiem metalami wymaga specjalnego przygotowania [5].

7. Ochronno-zdobnicze powlekanie wyrobów ze stopów cynku wykonywane jest według schematu dla części III kategorii, poczynając od czynności szlifowania (czynność 8) i polerowania.

URZĄDZENIA <sup>1)</sup>

Dobór i charakterystyka urządzeń. Podstawowym i najbardziej rozpowszechnionym rodzajem urządzeń w wydziałach wytwarzających powłoki ochronne są niezmechanizowane *wanny* różnych wielkości, wykonywane w większości wypadków ze spawanej blachy stalowej grubości 4–6 mm. Stosuje się je do operacji powlekania, do operacji przygotowawczych i do operacji wykańczających przy powlekaniiu części zawieszonych na drutach lub innych przyrządach.

<sup>1)</sup> Dokładne opisy urządzeń wydziału powłok patrz tom 7 „Sprawocznika“; patrz również na specjalną literaturę [5,7 i 10].



Schematy (przykładowe) procesów technologicznych (powłoki metalowe, oksydacja i fosfatacja) [4, 5 i 7]

Nr czynności	Nazwa czynności	Kategoria części				Uwagi
		I	II	III	IV	
1	2	3	4	5	6	7
1	Montaż w przyrządach	+	+	±	—	
2	Odtłuszczanie chemiczne	±	+	±	—	czynności 2 i 3 dla części I i III kategorii podlegających powlekanu metalami stosuje się w wypadku bardzo wielkiego zanieczyszczenia powierzchni tych części tłuszczami. Przed fosfatacją stali i przed oksydowaniem aluminium i jego stopów (części I i II kategorii) czynności te są konieczne w każdym wypadku
3	Płukanie w gorącej i zimnej wodzie bieżącej	±	+	±	—	
4	Trawienie chemiczne	—	+	±	—	
5	Płukanie w zimnej i gorącej wodzie bieżącej	—	+	±	—	czynności 4 i 5 dla części III kategorii stosuje się przy istnieniu na powierzchni części zgorzeliny w celu zaoszczędzenia ściernic szlifarskich
6	Demontaż	±	±	±	—	
7	Zdzieranie ściernicami (korundowymi lub szmerglowymi)	—	—	±	—	stosuje się tylko do odlewów
8	Szlifowanie na tarczach filcowych z proszkiem ściernym	—	—	+	—	stosuje się po trawieniu stali
9	Szczotkowanie (dla usunięcia szlamu po trawieniu) lub anodowe usuwanie szlamu	—	±	—	—	dla drobnych części po odtłuszczeniu i trawieniu w bębniach operacje 9 i 10 nie są konieczne
10	Płukanie w zimnej (po szczotkowaniu) lub gorącej (po anodowym usuwaniu szlamu) wodzie bieżącej	—	±	—	—	
11	Odtłuszczanie w rozpuszczalnikach organicznych	—	—	±	—	
12	Wycieranie lub suszenie	—	—	±	—	
13	Montaż w przyrządach	±	±	+	+	
14	Odtłuszczanie elektrolityczne	+	+	+	+	
15	Płukanie w gorącej i zimnej wodzie bieżącej	+	+	+	+	
16	Dekapowanie chemiczne lub elektrolityczne	+	+	+	+	
17	Jednokrotne lub dwukrotne płukanie w zimnej wodzie bieżącej	+	+	+	+	
18	Neutralizacja	±	±	±	—	czynności 18 i 19 stosuje się tylko do odlewów i części ze spawanymi elementami w wypadku powlekania w elektrolitach cyjanowych
19	Płukanie w zimnej wodzie bieżącej	±	±	±	—	
20	Powlekanie	+	+	+	+	
21	Płukanie w wodzie niebieżącej	±	±	±	±	stosuje się dla odzyskania deficytowych elektrolitów
22	Płukanie w zimnej wodzie bieżącej	+	+	+	+	
23	Obróbka chemiczna — utlenianie, trawienie itp.	±	±	—	—	
24	Płukanie w zimnej wodzie bieżącej	±	±	—	—	
25	Neutralizacja	±	±	±	±	czynności 25 i 26 stosuje się po chromowaniu oraz do części spawanych i lanych
26	Płukanie w zimnej wodzie bieżącej	±	±	±	±	
27	Płukanie w gorącej wodzie bieżącej	+	+	+	+	
28	Suszenie	+	+	+	+	
29	Demontaż z przyrządów	+	+	+	+	
30	Natłuszczanie	±	±	—	—	czynności 30 i 31 stosuje się po fosfatacji i oksydacji stali
31	Suszenie lub wycieranie	±	±	—	—	
32	Kontrola	+	+	+	+	
33	Polerowanie tarczami płóciennymi	—	—	+	—	
34	Kontrola	—	—	+	—	
35	Obróbka cieplna	±	±	—	±	stosuje się dla usunięcia wodoru

W zależności od rodzaju procesu, wanny wyposaża się w urządzenia do doprowadzenia pary, wody, powietrza, prądu (stałego) i wreszcie do usuwania szkodliwych wydzielin (urządzenia wyciągowe). Techniczna charakterystyka wanień podana jest w tablicach 5 i 6. Wszystkie wanny do roztworów kwaśnych są wykładane wewnątrz materiałami kwasoodpornymi. Wskazówki do wyboru tych materiałów zawarte są w tablicy 7.

Dla ochrony przed stratami ciepła wanny stalowe do roztworów gorących pokrywa się z zewnątrz izolacją cieplochronną. Do powlekania i przygotowania (odtłuszczenia i wytrawiania) powierzchni części drobnych stosowane są zwykle obracające się *kielichy* i *bębny* (sześciokątne lub okrągłe) różnych wielkości — zależnie od wymiarów obrabianych części.

Wsad kielichów waha się w granicach 2—15 kg części obrabianych, a wsad bębnowy — 25—30 kg.

Przy wyborze urządzeń do obróbki drobnych części należy stosować się do następującej reguły. Części z ostrzami i z gwintem na zewnętrznej powierzchni (śruby dwustronne i zwykle, nakrętki itp.) są przeważnie obrabiane w kielichach. W bębniach takie części łamią się, a gwinty tępią się i kaleczą. Części płaskie (krążki, podkładki itp.) oraz części wydrążone, wchodzące częściowo jedna w drugą, obrabia się wyłącznie w bębniach, gdyż w kielichach części takie źle się mieszają.

Przy instalowaniu dużej ilości kielichów do tego samego elektrolitu należy stosować centralny system obiegu roztworu. W wieloseryjnej i masowej produkcji do powlekania zarówno dużych jak i drobnych części



Tablica 5

## Techniczna charakterystyka wanien do procesów elektrolitycznych

Nr procesu	Nazwa procesu	Rodzaj elektrolitu	Techniczna charakterystyka wanien						
			podgrzewanie	wentylacja	prąd stały	mieszanie powietrzem sprężonym	wykładzina	inne właściwości	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	Miedziowanie	cyjanowy kwaśny	±	+	+	-	-	doprowadzenie wody do płaszczu i zawór spustowy	
2	"	"	±	±	±	±	+		
3	Nikiowanie	"	±	±	±	±	+		
4	Chromowanie	"	+	+	+	-	+		
5	Cynkowanie	cyjanowy	±	+	+	-	-	doprowadzenie wody do wężownicy oczyszczającej doprowadzenie wody do płaszczu i zawór spustowy	
6	"	cyjanowy kwaśny	±	±	±	±	+		
7	"	"	±	-	+	±	+		
8	Kadmowanie	cyjanowy kwaśny	±	+	+	±	-		
9	"	"	±	+	+	±	+		
10	Pobielanie	zasadowy	+	+	+	-	-		
11	"	kwaśny	-	-	+	±	+		
12	Ołowianie	"	-	±	+	±	+		
13	Mosiądowanie	cyjanowy	±	+	+	-	-		
14	Żelazowanie	siarczanowy	±	±	±	-	+		
15	"	chlorkowy	±	±	±	-	+		
16	Srebrzenie	cyjanowy	-	+	+	-	+		
17	Złocenie	"	±	+	+	-	+		
18	Oksydowanie aluminium a. w kwasie siarkowym	kwaśny	-	+	+	±	+		
	b. w kwasie chromowym	"	+	+	+	-	+		
19	Oksydowanie stali	zasadowy	+	+	+	-	-		doprowadzenie wody do wanny, zawór spustowy i komora przelewowa
20	Odluszczenie	"	+	+	+	-	-		
21	Trawienie	kwaśny	+	+	+	-	+		

U w a g i. 1. Materiał korpusu wanien: stal.  
2. Sposób podgrzewania:

Nr procesu	Czynnik przenoszący ciepło
1, 5, 6, 8, 10, 13, 19 i 20 2, 3, 7, 14 i 21 4 i 18b 15 i 17	para (węzownica stalowa) para (węzownica ołowiana) para (płaszcz parowo-powietrzny) prąd elektryczny

Tablica 6

## Techniczna charakterystyka wanien do procesów chemicznych

Nr procesu	Nazwa procesu	Rodzaj roztworu	Techniczna charakterystyka wanien					
			podgrzewanie	wentylacja	doprowadzenie wody	zawór spustowy	komora przelewowa	inne właściwości
1	Oksydowanie stali	zasadowy	+	+	+	+	-	wanna z wykładziną
2	Fosfatyzowanie	kwaśny	+	+	+	+	-	
3	Oksydowanie miedzi i mosiądzu	zasadowy	±	±	±	±	-	
4	Odluszczenie	"	+	+	+	+	+	
5	Trawienie stali i żelwa	kwaśny	±	+	±	-	-	
6	Trawienie miedzi i jej stopów	"	-	+	-	-	-	
7	Odluszczenie w trójchloroetylenie	"	+	±	+1)	+	-	
8	Płukanie w zimnej wodzie	"	-	-	+	+	+	
9	Płukanie w gorącej wodzie	"	+	±	+	+	+	

1) Doprowadzenie wody do płaszczu chłodzącego.

U w a g i. 1. Materiał korpusu wanien — stal (z wyjątkiem poz. 6, dla której stosuje się ceramikę).

2. Sposób podgrzewania:

Nr procesu	Czynnik przenoszący ciepło
1	prąd elektryczny
2	para (węzownica miedziana lub mosiężna)
3, 4, 7, 9	para (węzownica stalowa)
5	para (węzownica ołowiana)

stosowane są oprócz zwykłych wanien również *półautomaty i automaty*.

Zainstalowanie półautomatów i automatów jest celowe tylko przy dużym programie wytwórczym wydziału, np. gdy według obliczenia należałoby zainstalować więcej niż 4 wanny o dwóch sztabach katodowych długości po 2 m każda.

Półautomaty i automaty dzieli się w zależności od kształtu toru i kierunku ruchu łańcucha przenośnika na prostoliniowe z ruchem łańcucha przenośnika w płaszczyźnie pionowej i na owalne z ruchem łańcucha w płaszczyźnie poziomej po obwodzie zamkniętym. W prostoliniowych automatach i półautomatach załadunek i wyładunek części wykonywane jest na przeciwnych końcach urządzenia. W owalnych automatach zarówno załadunek jak i wyładunek wykonuje się na jednym końcu urządzenia.

Obliczenie ilości urządzeń [5]. Obliczenie ilości urządzeń przeprowadza się:

a. przy przerywanej pracy wydziału (na jedną lub dwie zmiany) — według rocznego ( $P_r$ ) lub dziennego (dobowego —  $P_d$ ) program wydziału;

b. przy nieprzerwanej pracy urządzeń w ciągu całej doby (bez dni świątecznych) — według programu rocznego (tablica A).



Tablica 7

## Materiały zalecane na wykładziny wanien [2]

Nr procesu	Nazwa procesu	Rodzaj roztworu	Materiał wykładziny				
			olów uwal-cowany	guma	lakier z chlo-rowane-go winylu	materiały płyt-kowe	emalia
1	Miedziowanie	kwaśny	+	+	+	+	-
2	Niklowanie	"	+	+	+	+	-
3	Chromowanie	"	+	+	-	-	-
4	Cynkowanie	"	+	+	+	+	-
5	Kadmowanie	"	+	+	+	+	-
6	Pobielanie	"	+	+	+	+	-
7	Ołowiowanie	"	-	+	+	-	-
8	żelazowanie w gorących elektrolitach	siar-cza-nowy chlor-kowy cyja-nowy	+	-	-	+	-
9	Srebrzenie	"	-	-	-	+	+
10	Złocenie	"	-	-	-	-	+
11	Oksydowanie aluminium w kwasie siarkowym	kwaśny	+	+	+	+	-
12	Oksydowanie aluminium w kwasie chromowym	"	+	-	-	-	-
13	Trawienie stali w temp. poniżej 50°C	"	+	+	+	+	-
14	Trawienie stali w temp. powyżej 50°C	"	+	-	-	+	-
15	Trawienie miedzi i jej stopów	"	-	-	-	+	+

U w a g i.

- Do materiałów płytowych należą: cegła kwasoodporna, płytki terrakotowe, płytki bazaltowe i inne, które w wannach do procesów 1, 2, 4, 5, 6, 11 i 13 kładzie się na masie bitumicznej, a w wannach do procesów 8, 14 i 15 — na zaprawie krzemionkowej; w obu wypadkach na podkładzie bitumiczno-asfaltowym.
- Wanny do procesów 9 i 15 (przy pracy w temperaturze pokojowej) mogą być również ceramiczne.
- W wannach do procesów 13 i 14 ołów może być stosowany jedynie w wypadku trawienia w kwasie siarkowym.

Do obliczenia ilości urządzeń stosowanych przy procesach galwanicznych należy ustalić:

1. czas  $\tau$  niezbędny do obróbki części w danej operacji z uwzględnieniem czasu na ich załadowanie i wyładowanie,

2. czas  $t_1$  potrzebny do przygotowania pierwszej partii części do powlekania, pierwszego załadowania, ostatecznego wyładowania i wykończenia.

Czas  $\tau$  odnosi się do obróbki jednostki wsadowej lub jednego załadowania części do wanny, kielicha, bębna itp. Czas  $t_1$  odnosi się do całej partii części odpowiadającej programowi wydziału na jedną dobę lub jedną zmianę.

$$\tau = \tau_1 + \tau_2$$

gdzie:

$\tau_1$  — czas obróbki części w wannie, kielichu itp. lub czas trwania danej operacji (elektrolitycznego nakładania metalu, odfuszczenia, wytrawiania itp.) — jest to czas technologiczny.

$\tau_2$  — czas zużywany na załadowanie i wyładowanie części (do wanien i z wanien) w danej operacji — jest to czas pomocniczy.

Czas  $\tau_1$  oblicza się dla ustalonego procesu technologicznego, przy czym czas niezbędny dla elektrolitycznego nakładania metali oblicza się według wzoru:

$$\tau_1 = \frac{s \cdot \gamma \cdot 60}{D_g \cdot C \cdot \eta} \text{ minut}$$

gdzie:

- $s$  — grubość powłoki w  $\mu$ ,  
 $\gamma$  — gęstość nakładanego metalu w  $g/cm^3$ ,  
 $D_g$  — gęstość prądu elektrycznego w  $A/dcm^2$ ,  
 $\eta$  — wydajność procesu w procentach,  
 $C$  — elektrochemiczny równoważnik w  $g/Agodz$ ,  
 $60$  — liczba do przeliczenia godzin na minuty.

Czas trwania nakładania metalu ( $\tau_1$ ) w zależności od gęstości powłoki i gęstości prądu można określić również z tablicy 8.

Tablica 8

## Czas trwania odkładania się metali w zależności od gęstości prądu

Nazwa procesu	Czas trwania procesu przy gęstościach prądu $D_g$ w $A/dcm^2$									
	0,1	0,2	0,3	0,5	1	2	3	5	10	20
	w min									
Cynkowanie	-	-	-	70	35	18	12	7	4	2
Kadmowanie	-	-	-	50	25	13	9	5	3	-
Ołowiowanie	-	-	-	36	18	9	6	4	2	-
Pobielanie w elektrolitach kwaśnych	-	-	-	40	20	10	7	4	2	-
Pobielanie w elektrolitach zasadowych	-	-	-	79	40	20	13	8	-	-
Miedziowanie w elektrolitach kwaśnych	-	-	-	90	45	23	15	9	5	-
Miedziowanie w elektrolitach cyjanowych	-	-	75	45	23	12	8	-	-	-
Niklowanie	-	-	-	97	49	25	16	10	5	-
Mosiądzowanie	252	126	84	50	25	-	-	-	-	-
Żelazowanie	452	226	151	92	46	23	15	9	5	3
Srebrzenie	157	79	52	31	16	-	-	-	-	-
Złocenie	160	80	53	32	-	-	-	-	-	-
Chromowanie (wydajność procesu 13%)	-	-	-	-	-	-	-	200	100	50

U w a g a. Przy założeniu grubości warstwy 10 mikronów i wydajności procesu 100%.

Podane w tablicy wielkości  $\tau_1$  należy podzielić przez współczynnik  $\eta/100$ , gdzie  $\eta$  — wydajność procesu w procentach. Przy obliczaniu czasu trwania powlekania  $\tau_1$  w bębnach i kielichach (powlekanie drobnych części luźno nasypanych) należy rozróżnić średnią i rzeczywistą gęstość prądu <sup>1)</sup>.

Jeżeli przy obliczaniu była przyjęta rzeczywista gęstość prądu, to czas  $\tau_1$  otrzymany według powyżej podanego wzoru lub według tablicy 8 należy powiększyć 2—4-krotnie. Czas  $\tau_2$  zużywany na załadowanie i wyładowanie części przy procesie ciągłym (przy nieprzerwanym przepływie prądu) zwykle przyjmuje się od 1 do 3 minut. W wypadku załadowywania i wyładowywania części połączonego z przerwami w procesie, tj. dokonywanego przy wyłączonym prądzie (chromowanie na wymiar w wannach, cynkowanie, niklowanie itd. w bębnach, kielichach itp.), czas  $\tau_2$  należy zwiększyć do 5 a nawet 10 minut.

Zużycie czasu  $\tau_1$  obliczane jest przy założeniu przerywanej pracy wydziału (nie przez pełną dobę) i odnosi się do całej partii części odpowiadającej programowi wydziału na jedną dobę lub zmianę. Wlicza się w to czas zużywany na montaż zawieszki i przygotowanie powierzchni części dokonywane bezpośrednio przed załadowaniem pierwszej partii do wanien (odfuszczenie, dokapowanie i płukanie) oraz końcowe krótkotrwałe czynności obróbki chemicznej lub elektrochemicznej, wykonywane bezpośrednio po wyładowaniu części z wanien (płukanie, trawienie, suszenie).

Ilość czasu zużywanego na te czynności zależy od trudności montażu części na wieszakach i warunków przygotowania ich powierzchni, sposobu załadowywania i wyładowywania (do wanien i z wanien) i wreszcie od ogólnej organizacji pracy w wydziale.

<sup>1)</sup> Gęstością średnią jest stosunek natężenia prądu do całkowitej powierzchni części załadowanych do bębna lub kielicha. Gęstością rzeczywistą jest stosunek natężenia prądu do powierzchni podlegającej powlekanu w danej chwili.



Umownie można przyjąć następującą organizację pracy w wydziale:

a. wszystkie prace związane ze wstępnym przygotowaniem urządzeń do pierwszego załadowania (podgrzanie wanien, doprowadzenie ich do porządku itp.) wykonywane są przed rozpoczęciem pracy (zmiany) przez osobnych pracowników,

b. przygotowanie części do następnych wsadów odbywa się równoległe z powlekaniami wsadów poprzednich.

c. załadowanie części do wanien elektrolitycznych i wyładowanie ich z wanien odbywa się pod prądem bez przerywania procesu galwanicznego,

d. podstawowe urządzenia — wanny elektrolityczne — są przekazywane przez jedną zmianę robotnikom zmiany następnej w ruchu, tzn. bez przerywania pracy urządzeń.

Przy tym wybiera się typy oraz wymiary urządzeń i ustala się wysokość obciążenia jednostki urządzeń w metrach kwadratowych lub w kilogramach, wychodząc ze wskaźników obciążenia średniego podanych w tabelicy 9.

Do wzoru na obliczanie ilości jednostek urządzeń  $n_p$  (tablica E) wprowadza się współczynnik  $K_1$  uwzględniający zużycie czasu  $t_1$  na przygotowanie pierwszej partii części do powlekania, pierwsze załadowanie, ostatnie wyładowanie i wykończenie powierzchni części. Współczynnik ten wynosi przy pracy na jedną zmianę 1,06—1,1, na dwie zmiany 1,03—1,05 i na trzy zmiany 1,02—1,04.

Ilość obrabiarek szlifiersko-polerowniczych, piaskownic, szcztokownic itd. ustala się na podstawie średnich wskaźników podanych w tablicach 10—13.

W tablicach tych średnie wskaźniki pracochłonności obróbki mechanicznej części podane są według danych

Tablica E

Obliczenie wanien, bębnow i kielichów

Rodzaj czynności typ i wewnętrzne wymiary urządzenia	Ogólna długość szyn katodowych na jedną jednostkę urządzeń w m	Roczny program produkcyjny w m <sup>2</sup> lub kg	Wielkość wsadu w m <sup>2</sup> lub kg	Ilość wsadów w ciągu roku	Czas trwania obróbki jednego wsadu w min	Łączny czas obróbki wszystkich wsadów w godz	Roczny fundusz czasu pracy urządzenia w godz	Ilość jednostek urządzeń		Współczynnik obciążenia urządzeń $K_2$
								obliczeniowa	przyjęta	
1) $l_i \times b_i \times h_i$ lub 2) $v$	$l_{sz}$	$P$	$y$	$N = \frac{P}{y}$	$\tau = \tau_1 + \tau_2$	$\tau_n = \frac{\tau \cdot N}{60}$	$F$	$n_p = \frac{\tau_n \cdot K_1}{F}$	$n_f > n_p$	$K_2 = \frac{n_p}{n_f}$
Cynkowanie w wannie $2 \times 0,9 \times 0,8$ m	4	99 395 m <sup>2</sup>	2 m <sup>2</sup>	49 698	44 + 3	38 920	4740	8,48 ( $K_1 = 1,03$ )	9	0,94
Cynkowanie w kielichu o pojemności 50 — 60 l	—	235 500 kg	12 kg	19 640	110 + 5	37 700	4690	8,27 ( $K_1 = 1,03$ )	9	0,92

U w a g a. W niniejszej tabelicy przy szczegółowym projektowaniu programu produkcyjnego i wsad wanny wyraża się ilością wieszaków.

- 1) Wewnętrzne wymiary wanny:  $l_i$  — długość,  $b_i$  — szerokość,  $h_i$  — głębokość.
- 2) Pojemność kielicha lub bębna w litrach.

W tych warunkach czas  $t_1$  dla wanien, kielichów i bębnow przyjmuje się około 30 — 50 minut. Dla półautomatów czas  $t_1$  jest równy czasowi przejścia części przez półautomat, wynikającemu z technologicznego obliczenia czasu  $\tau_1$  — przy uwzględnieniu czasu przygotowania pierwszej i wykończenia ostatniej partii (wsadów) części, wynoszącego 30 — 50 minut. Dla automatów  $t_1$  jest równe czasowi przejścia części przez automat.

Procentowo w stosunku do czasu pracy wydziału w ciągu doby dla urządzeń niezmechanizowanych czas  $t_1$  wynosi przy pracy na jedną zmianę 6 — 10%, na dwie zmiany 3 — 5% i na trzy zmiany 2 — 4%.

Przy projektowaniu zgrubnym niezbędną ilość urządzeń (wanien, kielichów, bębnow itp.) przyjmuje się według tablicy E.

Tablica 9

Wskaźniki (przykładowe) średniego obciążenia wanien, półautomatów i automatów

Nazwa procesu	Średnie obciążenie w m <sup>2</sup> na 1 metr bieżący szyny (w wannie) lub łańcucha (w automacie i pół-automacie)
Miedzianowanie przed nawęglaniem	0,2
Chromowanie zdobnicze	0,2
Chromowanie narzędzi — twarde	0,05
Inne elektrolityczne procesy:	
a. w elektrolitach zasadowych	0,5
b. w elektrolitach kwaśnych	0,3
Chemiczne procesy	0,8

„Mietalochimzaszczyt“ [14]. Wskaźniki odnoszące się do szlifowania, polerowania i szcztokowania w tablicach 10 i 11 są podane dla części podzielonych z gruba na cztery

Tablica 10

Średnie wskaźniki wydajności urządzeń dla każdej czynności szlifowania i polerowania

Nazwa materiału	Zdzieranie części		Szlifowanie części						Polerowanie części	
	Grupy		łanych		kutyh		obrobionych zgrubnie		Grupy	
	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C
m <sup>2</sup> na 8-godzinną zmianę i na jedno urzeczono (na jednego robotnika)										
Stal	3,4	5,2	2	3,1	2,3	3,4	3,4	5,1	—	—
Żelazo	3,4	5,2	1,8	2,8	—	—	2,9	4,1	—	—
Mosiądz	—	—	—	—	2,6	3,8	3,9	5,4	7,8	11,6
Aluminium	—	—	2,1	2,7	2,7	3,7	4,1	6,1	8	12,5
Stopy cynku	—	—	1,9	—	—	—	—	—	—	—
Bimetal	—	—	—	—	2,3	3,2	—	—	—	—
Miedź	—	—	—	—	—	—	3	4,6	6,3	10
Nikiel	—	—	—	—	—	—	—	—	9,9	15,6
Chrom	—	—	—	—	—	—	—	—	11,4	18

U w a g a. Dla części grupy A wskaźniki przyjmuje się mniej więcej 2–2,5 raza mniejsze, a dla części grupy D — mniej więcej 1,7 ÷ 2 razy większe od wskaźników dla grupy B.



grupy według najczęściej spotykanych w produkcji rozmiarów:

Grupa	Rozmiary części	Powierzchnia w $\text{dcm}^2$
A	drobne	0,01 — 0,2
B	małe	0,21 — 1
C	średnie	1,1 — 20
D	duże	20,1 — 100

Tablica 11

Średnie wskaźniki (sumaryczne) wydajności urządzeń przy szlifowaniu i polerowaniu części podlegających chromowaniu ochronno-zdobniczemu

Nazwa materiału podstawowego	Rodzaj powłoki	Szlifowanie i polerowanie części					
		lanych		kutych		obrabianych z gruba	
		Grupy					
		B	C	B	C	B	C
		m <sup>2</sup> na 8-godzinną zmianę i na jedno wrzeczono (na jednego robotnika)					
Stal	Cu + Ni + Cr	0,9	1,7	1,3	1,9	1,6	2,4
Żeliwo	Cu + Ni + Cr	0,8	1,3	—	—	1,5	2,2
Mosiądz	Ni + Cr	—	—	1,7	2,6	2,2	3,3
Stop cynku	Cu + Ni + Cr	1,1	1,4	—	—	—	—
Miedź	Ni + Cr	—	—	—	—	1,9	3

U w a g a. Patrz odnośnik do tablicy 10.

Tablica 12

Średnie wskaźniki wydajności przy szcztkowaniu i ręcznym czyszczeniu wapnem wiedeńskim

Rodzaj czyszczenia	Nazwa czyszczonego metalu	Części grupy		
		B	C	D
		m <sup>2</sup> na 8-godzinną zmianę na jednego robotnika		
Szcztkowanie na sucho	cyna	1,9	3,2	4,0
" " "	kadm	1,5	2,6	3,2
" " "	cynk	2,3	3,8	4,8
Szcztkowanie na mokro	cyna	2,8	4,8	6,0
Przecieranie ręczne	—	17,2	24,8	31,8

Zestawienie części przeznaczonych do powlekania (lub innej czynności) w wannach, półautomatach i automatach na wieszakach i innych przyrządach

Nr części	Charakterystyka części			Rozmiary wieszaka w mm	Ilość części na jeden wieszak w sztukach	Powierzchnia wieszaka z częściami w $\text{dcm}^2$	Ilościowy program produkcyjny (roczny lub dzienny)	
	rozmiary w mm	ciężar w kg	powierzchnia w $\text{dcm}^2$				części w sztukach	wieszaków w sztukach
I. Cynkowanie w wannach niezmechanizowanych								
81-6105086	100 × 60 × 10	—	1,2	400 × 120 × 500	28	35	38 375	1370
81-6106068	74 × 32 × 10	—	0,73	400 × 120 × 500	45	34,1	38 375	853
Razem	—	—	—	—	—	—	—	343287
II. Miedziowanie w wannach niezmechanizowanych								
81-6104066	110 × 22 × 28	—	0,66	400 × 60 × 500	32	22	38 375	1279
51-1106018	∅ 81 × 58	—	1,42	400 × 60 × 500	16	24	19 188	1200
Razem	—	—	—	—	—	—	—	23 728

Tablica F

Średnie wskaźniki wydajności urządzeń do piaskowania części stalowych i żeliwnych

Wymiary piaskowanych części	Jednostka miary	Wskaźniki wydajności na jedną dyszę		
		części płaskie	części o kształtach średnio złożonych	części o kształtach złożonych
Części drobne piaskowane w bębnach (luźno nasypane) po 20 kg	kg/godz	80	63	50
Części o wielkości powierzchni do piaskowania w $\text{dcm}^2$ do 1	m <sup>2</sup> /godz	1,8	1,62	1,44
1,1 ÷ 20	"	2,2	2	1,8
20,1 ÷ 100	"	3,7	3,3	2,9
powyżej 100	"	4	3	3,2

U w a g a. Wskaźniki podane są przy założeniu ciśnienia w dyszy 2,5 at n. Przy ciśnieniu wyższym od 2,5 at n wskaźniki należy zwiększyć o 10 ÷ 20%, a przy ciśnieniu niższym od 2,5 at n — zmniejszyć o 10%.

W tablicach 10—13 wskaźniki wydajności przy szlifowaniu podane są z uwzględnieniem łącznej ilości przejść wynoszącej:

- dla części żeliwnych (odlewów) — 5 przejść,
- dla kutych w matrycach lub toczonych części stalowych — 3 przejścia,
- dla części lanych z miedzi, mosiądzu, aluminium i stopów cynku — 4 przejścia,
- dla pozostałych części miedzianych, mosiężnych, aluminiowych, cynkowych — 3 przejścia.

Przy projektowaniu *szczegółowym* sporządza się zestawienie części przeznaczonych do powlekania dzieląc je na grupy. Części duże grupuje się według przyrządów (wieszaki, haki, ramy itp.) z takim założeniem, żeby wszystkie przyrządy wraz z częściami powlekanymi (w obrębie jednej grupy) były w przybliżeniu jednakowe pod względem wielkości powierzchni powlekanych i rozmiarów.

Zestawienie części dużych sporządza się w postaci tablicy według wzoru tablicy F.



Drobne i małe części podlegające powlekanii w bęb-  
nach i kielichach (luźno nasypane) w wypadku wielkiej  
ich różnorodności i znacznej różnicy w rozmiarach gru-  
powane są według zbliżonej „powierzchni właściwej“  
(stosunek powierzchni części do jej ciężaru w  $\text{dcm}^2/\text{kg}$ ).  
Wykazy tych części sporządza się w postaci podanej w ta-  
blicy G.

T a b l i c a G  
Zestawienie części drobnych przeznaczonych do  
powlekania (lub innej czynności) w bębnach  
i kielichach (cz. luźno nasypanych)

Nr części	Charakterystyka części				Wielkość wsadu jednostki urządzenia		Roczny program produkcyjny w kg
	rozmiary w mm	ciężar w kg	powierzchnia po- wlekania w $\text{dcm}^2$	Powierzchnia właściwa powlekania w $\text{dcm}^2$ na kg	w $\text{dcm}^2$	w kg	
Cynkowanie w kielichach							
II — 9168	22 × 4	0,0096	0,14	14,6	175	12	185
M — 48183	Ø8 × 25	0,006	0,08	13,4	161	12	376
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Razem						235 500	

Przy niewielkim asortymencie drobnych i małych czę-  
ści nie sporządza się ich zestawienia, a do obliczenia  
ilości potrzebnych urządzeń zakłada się średnią wielkość  
wsadu dla jednego kielicha lub bębna w  $\text{dcm}^2$  lub w kg.

Przy szczegółowym projektowaniu ustala się ilość urzą-  
dzeń w następujący sposób:

1. dla wanien — na podstawie zestawienia części w spo-  
sób podany w tablicy F i obliczeń tabelarycznych poda-  
nych w tablicach H i E,

2. dla kielichów i bębnow — na podstawie zestawie-  
nia części w sposób podany w tablicy G i obliczeń poda-  
nych w tablicy E,

3. dla półautomatów i automatów — według wzoru  
zestawienia podanego w tablicy F i obliczeń podanych  
w tablicy E.

Ilość półautomatów i automatów określa się z uwzględ-  
nieniem dopuszczalnej szybkości ruchu przenośników, któ-  
rą przyjmuje się 0,1—1 m/min.

Ilość automatów określa się według danych z obli-  
czenia potrzebnej ilości wanien. Przy zadanej szybkości ru-  
chu przenośników  $v$  i obliczonym czasie  $\tau$  trwania obrób-  
ki części w danej operacji oblicza się wstępnie długość  $L$   
drogi przejścia wieszaków przez automat lub wannę do  
powlekania w automacie (z ciągłym ruchem łańcucha)  
według wzoru  $L = v\tau$ , a następnie dobiera się na pod-  
stawie posiadanych rysunków lub oblicza rozmiary urzą-  
dzeń.

W wypadku powstania różnicy między obliczoną dłu-  
gością  $L$  drogi wieszaków a długością przyjętą  $L'$  (przy  
dobrych rozmiarach urządzeń) przeprowadza się ko-  
rektę szybkości ruchu zawieszek  $v$  na  $v'$  w zakresie  
dopuszczalnych granic. Wielkość obciążenia urządzeń  $y$   
określa się tak samo jak dla wanien niezmechanizowa-  
nych. Rozmiary półautomatów i automatów oblicza się

T a b l i c a H

## Obliczenie ilości wanien

Rodzaj czynno- ści i typ urzą- dzenia	Roczny program produkcyjny w ilości wiesz- aków w sztukach	Czas trwania ob- róbki jednego wieszaka w min	Łączny czas obróbki wszystkich wieszaków w godz	Roczny fundusz czasu pracy urzą- dzenia w godz	Ilość wieszaków jednocześnie ła- dowanych we wszystkie wanny w sztukach	Ilość wieszaków na jedną wannę i rozmiary we- wnętrzne wanny w m	Ilość wanien		Współczynnik obciążenia wa- nien $K_1$
							oblicze- niowa w sztu- kach	przyjęta w sztu- kach	
	$P$	$\tau = \tau_1 + \tau_2$	$\tau_p = \frac{P \cdot \tau}{60}$	$F$	$y_n = \frac{\tau_p \cdot K_1}{F}$	$y$ $l_i \times b_i \times h_i$	$n_p = \frac{y_n}{y}$ $n_f > n_p$ (zaokrąglona do liczby całkowitej)	$K_2 = \frac{n_p}{n_f}$	
Cynkowanie w wannie stałej	343287	44 + 3	269500	4740	58,5 $K_1 = 1,03$	8 wieszaków $2 \times 0,9 \times 0,8$	7,32	8	0,92

T a b l i c a I

## Określenie niezbędnej ilości obrabiarek do szlifowania i polerowania

Grupa części	Rodzaj powłoki	Program produk- cyjny na jedną zmianą w $\text{m}^2$	Wydajność jednej strony wrzeczona na jedną zmianą w $\text{m}^2$	Niezbędna (wg programu pro- dukcyjnego) ilość wrzeczion w sztu- kach	Ilość dwustronnych ob- rabiarek		Współczynnik obciążenia urzą- dzeń
					obliczeniowa	przyjęta	
Części o powierzchni po- wlekannej: od 0,21 do 1 $\text{dcm}^2$ od 1,1 do 20 $\text{dcm}^2$	} Cu + Ni + Cr	4,5	1,1	4,1	2,05	—	—
		9,0	1,4	6,4	3,2	—	—
Razem	—	—	—	10,5	5,25	6	0,87

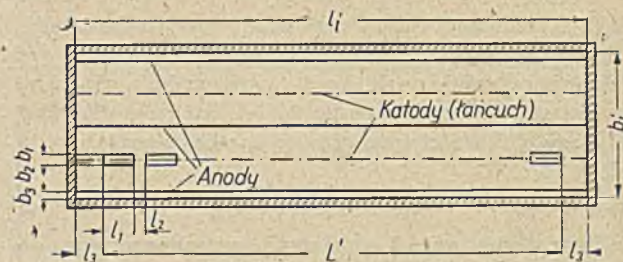


według wzorów podanych poniżej. Obliczenie ilości urządzeń do mechanicznej obróbki części (szlifowanie, polerowanie, piaskowanie, szcztokowanie itd.) wykonuje się według wskaźników w tablicach 10—13 i w tablicy I.

Obliczenie ilości prądnic prądu stałego i silników do nich wykonuje się w sposób podany w tablicy K.

Ilość urządzeń do operacji pomocniczych (wanny do płukania, dekapowania, trawienia itd.) przyjmuje się bez obliczeń, odpowiednio do ustalonych procesów technologicznych.

Wyniki obliczeń ilości urządzeń ujmuje się w zestawieniu urządzeń) tablica I).



Rys. 1. Szkic do obliczania rozmiarów półautomatu prostoliniowego.

Tablica K

### Obliczenie niezbędnej ilości agregatów prądu stałego

N iug planu	Miejsce poboru prądu stałego	Ilość w sztukach	Gęstość prądu w A/dcm <sup>2</sup>	Jednorazowy usad wanny w dcm <sup>2</sup>	Całkowite natężenie prądu na jednostkę urząd. w A	Niezbędne napięcie prądu w V	Charakterystyka urządzenia						Ilość prądnic			
							Prądnicza				Silnik		obliczeniowa	przyjęta	Współczynnik obciążenia K <sub>2</sub>	
							typ	natężenie prądu w A	napięcie prądu w V	moc w kW	typ	moc w kW				ilość (n) obr./min
Automat „Stevens“																
1	Wanna do odłuszczenia katodowego	1	4	192	~ 750	10—11	AND	1500/ 750	6/12	9	MKB 19/6	11,5	955	1	1	1
2	Wanna do odłuszczenia anodowego	1	7	64	448	10—11	AND	1000/500	6/12	6	MKB 17/6	7,4	960	0,9	1	0,9
7	Wanna do cynkowania	1	2	1856	3712	4—5	AND	5000/2500	6/12	30	MKA 25/8	40,0	725	0,74	1	0,74

Tablica L

### Zestawienie urządzeń

Nr iug planu	Nazwa urządzenia	Rozmiary urządzenia w m	Krótka charakterystyka	Ilość jednostek urządzeń	Typ lub model	Zakład wykonujący urządzenie	Moc w kW		Nr rysunku
							jednostki urządzenia	wszystkich urządzeń	
17	Wanna do elektrolitycznego odłuszczenia	2 x 1 x 1	stalowa spawana	2	—	własnego wyrobu	—	—	AK — 603
12	Wanna do chromowania	1,5 x 0,8 x 0,8	stalowa, spawana wewnątrz wyłożona ołowiem	1	—	własnego wyrobu	—	—	AK — 701
3	Obrabiarka do szlifowania i polerowania (dwustronna)	—	—	6	Nr 385	Zakład „Czerwony metalowlec“	3 x 2	36	—

### Obliczenie rozmiarów półautomatów i automatów

#### I. Półautomaty:

- a. półautomat prostoliniowy (rys. 1)  
długość wewnętrzna:

$$l_i = L' + 2 l_3$$

szerokość wewnętrzna:

$$b_i = n_1 b_1 + 2 n_1 b_2 + 2 b_3 + n_2 D$$

- b. półautomat owalny (rys. 2)

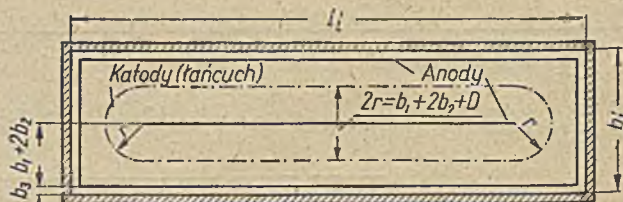
długość wewnętrzna:

$$l_i = \frac{L' - 2 \pi r}{2} + b_i$$

szerokość wewnętrzna:

$$b_i = 2 b_1 + 4 b_2 + 2 b_3 + 3 D$$

- II. Automaty. W automatach typów „Meaker“ (USA), „PD“ i „OD“ (ZSRR) przenoszenie wieszaków z wanny



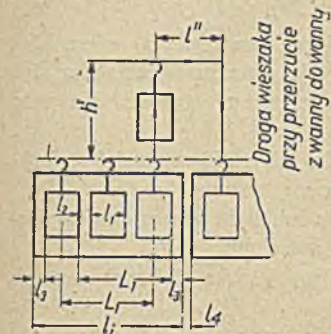
Rys. 2. Szkic do obliczania rozmiarów półautomatu owalnego.



do wanny odbywa się za pomocą specjalnego mechanizmu przerzutowego działającego niezależnie od ruchu łańcucha przenośnika. W czasie przerzutu wieszaki zostają odcepione od łańcucha przenośnika i przesuwają się z szybkością zależną od długości drogi poza wannami

$$l' = 2l' + l'' \quad (\text{rys. 3})$$

oraz przyjętego czasu przerzutu  $\tau_p$ .



Rys. 3. Szkic do obliczania rozmiarów automatu prostoliniowego typu „Meaker”, „PD” itp.

W automatach owalnych typu „Stevens” (modele A i C) w kształcie litery U, wieszaki (lub kielichy) z częściami są przenoszone z jednej wanny do drugiej bez ich odcepiania od łańcucha przenośnika.

Ruch łańcucha przenośnika odbywa się tu z przerwami, które są regulowane automatycznie. Łańcuch jest w ruchu w tym czasie, gdy odbywa się przeniesienie (przerzut) wieszaków z częściami z jednej wanny do drugiej.

Przez pozostały czas łańcuch jest nieruchomy. W wyniku tego faktyczna szybkość ruchu łańcucha  $v$  w takim automacie zależy od długości odcinka  $l''$  (równego długości skoku wieszaka), który musi przebyć wieszak lub kielich od końca swej drogi w jednej wannie do początku w drugiej (sąsiedniej) w prostej linii poziomej. W wypadku tym długość drogi przerzutu wieszaka lub kielicha (w prostej linii poziomej — odległość  $l''$ ) i długość skoku wieszaków lub kielichów (odległość  $l$  pomiędzy środkami dwóch sąsiednich wieszaków lub kielichów) muszą być sobie równe. Długość drogi przerzutu uwarunkowana jest względami konstrukcyjnymi w zależności od typu i wymiarów urządzenia przerzutowego oraz długości  $l_1$  wieszaka lub kielicha mierzonej wzdłuż wanny. a. Automaty prostoliniowe typów „Meaker” i „PD” (rys. 1).

1. Długość wewnętrzna każdej wanny:

$$l_i = L_1 + L_2 = v' \tau_1 + (l_1 + 2l_3)$$

wszystkich wani:

$$l_{si} = v' \tau_{si} + (l_1 + 2l_3) n_a$$

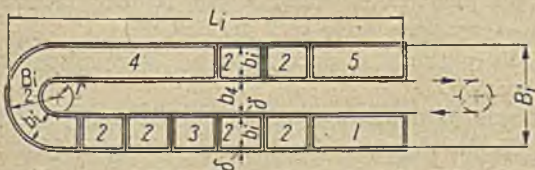
automatu:

$$L_{si} = l_{si} + l_{sp} = v' \tau_{si} + (l_1 + 2l_3) n_a + l_4 (n_a - 1)$$

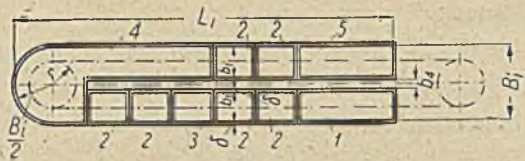
2. Szerokość wewnętrzna:

$$b_i = n_1 b_1 + 2n_1 \cdot b_2 + 2b_3 + n_2 D$$

b. Automaty owalne w kształcie litery U typów „OD” i „Meaker” (rys. 4 i 5).



Rys. 4. Schemat automatu owalnego (1 wariant): 1 — wanna do odtuszczenia elektrolitycznego, 2 — wanna do płukania, 3 — wanna do dekapowania, 4 — wanna do powlekania, 5 — suszarka.



Rys. 5. Schemat automatu owalnego (2 wariant): 1 — wanna do odtuszczenia elektrolitycznego, 2 — wanna do płukania, 3 — wanna do dekapowania, 4 — wanna do powlekania, 5 — suszarka.

1. Długość wewnętrzna każdej wanny:

$$l_i = v' \tau_1 + l_1 + 2l_3$$

automatu:

$$L_i = \frac{L_s - \pi r}{2} + \frac{B_i}{2} = \frac{[v' \tau_{si} + (l_1 + 2l_3) n_a + l_4 (n_a - 1)] - \pi r}{2} + \frac{B_i}{2} \quad (1)$$

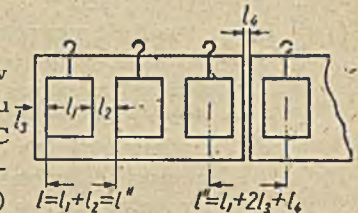
2. Szerokość wewnętrzna każdej wanny:

$$b_i = n_1 b_1 + 2n_1 b_2 + 2b_3 + n_2 D$$

automatu:

$$B_i = 2b_1 + b_4 + 2\delta$$

c. Automaty owalne w kształcie litery „U” typu „Stevens”, modeli A i C (automaty z przerywanym ruchem łańcucha) (rys. 6).



Rys. 6. Szkic do obliczania skoku wieszaków w automacie typu „Stevens” mod. A. (z przerywanym ruchem łańcucha).

1. Długość wewnętrzna każdej wanny:

$$l_i = L_1 + L_2 = l(y - 1) + l_1 + 2l_3 = ly - l_4^2$$

wszystkich wani:

$$l_{si} = l(y_1 + y_2 + \dots + y_n) - l_4(n_a - 1)$$

automatu:

$$L_i = \frac{(l_{si} + l_{sp}) - \pi r}{2} + \frac{B_i}{2} = \frac{[l(y_1 + y_2 + \dots + y_n) - l_4(n_a - 1) + l_4(n_a - 1)] - \pi r}{2} + \frac{B_i}{2} = \frac{l(y_1 + y_2 + \dots + y_n) - \pi r}{2} + \frac{B_i}{2} \quad (3)$$

1) Długość wewnętrzna automatu owalnego wg podanego wzoru określona jest w przybliżeniu. Dokładny wymiar określa się konstrukcyjnie, w zależności od kinematycznego schematu napędu automatu.

2) Długość wewnętrzna wanny ustawionej w zaokrąglonej części owalnego automatu jest określona w przybliżeniu wzdłuż osi wanny wzorem

$$l_i = (ly - l_4) - \pi r + \left( \frac{B_i}{2} - \frac{b_i}{2} \right)$$

3) Długość wewnętrzna owalnego automatu wg podanego wzoru określona jest w przybliżeniu. Dokładny wymiar ustala się konstrukcyjnie, w zależności od kinematycznego schematu napędu automatu.



2. Szerokość wewnętrzna  
każdej wanny:

$$b_i = n_1 b_1 + 2 n_1 b_2 + 2 b_3 + n_2 D$$

automatu:

$$B_i = 2 b_i + b_4 + 2 \delta$$

Długość zewnętrzna automatów z uwzględnieniem miejsca roboczego dla załadowania i wyładowania części w stosunku do długości wewnętrznej powinna być powiększone o 2—3 metrów.

Umowne oznaczenia dla obliczania rozmiarów półautomatów i automatów

- $B_i$  — szerokość wewnętrzna automatu owalnego,  
 $b_i$  — szerokość wewnętrzna wanny lub półautomatu,  
 $b_1$  — wymiar wieszaka wraz z zawieszonymi częściami w kierunku szerokości wanny lub półautomatu,  
 $b_2$  — odległość pomiędzy anodą i najbliższą krawędzią części (na wieszaku),  
 $b_3$  — odległość między wewnętrzną stroną przedłużonej ścianki wanny a anodą,  
 $b_4$  — szerokość wewnętrznej, nieroboczej przestrzeni w automacie owalnym,  
 $D$  — grubość anody,  
 $h_i$  — wysokość wewnętrzna wanny,  
 $h'$  — wysokość podnoszenia lub opuszczania wieszaków (łańcuchem) w automacie „Meaker“,  
 $L$  — długość obliczeniowa łańcucha przenośnika z wieszakami lub długość drogi wieszaków (z uwzględnieniem miejsca na załadowanie i wyładowanie) w półautomacie lub wannie (do powlekania) automatu,  
 $L'$  — długość przyjęta łańcucha przenośnika z wieszakami w każdym półautomacie lub wannie (do powlekania) każdego automatu,  
 $L_1$  — długość robocza wanny w automacie,  
 $L_2 = l_1 + 2 l_3$  — długość nierobocza wanny w automacie,  
 $L_i$  — długość wewnętrzna automatu owalnego w kształcie litery U,  
 $L_s$  — długość drogi, którą przebywa łańcuch przenośnika przez cały automat w czasie  $\tau_{s1}$ ,  
 $L_{si}$  — długość wewnętrzna automatu prostoliniowego,  
 $l$  — długość skoku wieszaków,  
 $l_1$  — długość wieszaka lub wymiar wieszaka w kierunku długości wanny,  
 $l_2$  — odległość pomiędzy wieszakami w wannie,  
 $l_3$  — odległość pomiędzy krawędzią wieszaka a czołową ścianką wanny,  
 $l_4$  — odległość pomiędzy wewnętrznymi ściankami dwóch sąsiednich wanien automatu,  
 $l_i$  — długość wewnętrzna wanny lub półautomatu,  
 $l_{si}$  — łączna długość wewnętrzna (robocza i nierobocza) wszystkich wanien automatu,  
 $l_{sp}$  — łączna odległość pomiędzy wewnętrznymi ściankami sąsiednich wanien automatu,  
 $l''$  — długość łączna drogi przerzutu wieszaków w automacie „Meaker“,  
 $l'''$  — długość drogi przerzutu wieszaków z jednej wanny automatu do drugiej mierzona w prostej linii poziomej,

- $n_1$  — ilość rzędów katod w kierunku szerokości wanien w automacie lub półautomacie,  
 $n_2$  — ilość sztab anodowych,  
 $n_a$  — ilość wanien w automacie,  
 $r$  — promień łuku drogi łańcucha przenośnika w zaokrąglonej części owalnego półautomatu lub automatu. Dla owalnego półautomatu

$$2r = b_1 + 2b_2 + D$$

- $v$  — szybkość obliczeniowa ruchu wieszaków,  
 $v'$  — szybkość przyjęta ruchu wieszaków lub łańcucha z wieszakami (prócz automatu „Stevens“),  
 $y$  — wielkość wsadu lub ilość wieszaków przypadająca na jedną wannę,  
 $y_1$  — wielkość wsadu lub ilość wieszaków w pierwszej wannie automatu,  
 $y_2, \dots, y_n$  — dla wanny drugiej oraz dalszych wanien automatu,  
 $\delta$  — grubość ścianek wanien w automacie,  
 $\tau_1$  — czas trwania danej operacji (czas zasadniczy lub technologiczny),  
 $\tau_2$  — czas trwania przerzutu wieszaków z jednej wanny automatu do drugiej lub czas na załadowanie i wyładowanie części przy pracy w wannach, kielichach, bębnoch itd.,  
 $\tau_s$  — łączny czas trwania wszystkich operacji procesu technologicznego wykonywanych w automacie — w minutach (bez uwzględnienia czasu na przerzuty wieszaków).

## GOSPODARKA ENERGETYCZNA WYDZIAŁU

Zarówno przy zgrubnym jak i przy szczegółowym projektowaniu konieczne jest określenie zapotrzebowania przez wydział energii elektrycznej, pary, wody i powietrza sprężonego.

Zapotrzebowanie energii elektrycznej (zainstalowana moc urządzeń) jest określane na podstawie sumy mocy wybranych urządzeń elektrycznych.

Zużycie pary oblicza się na podstawie ilości ciepła niezbędnej dla potrzeb produkcyjnych (grzanie roztworów lub wody w wannach).

W tablicy 14 podane są wskaźniki zużycia pary (w kg/godz) dla wanien o pojemności 100 litrów nie posiadających zewnętrznej izolacji cieplochronnej.

Wskaźniki te otrzymane zostały przez obliczenie ilości ciepła niezbędnej do podgrzewania wanny w ciągu 1 godziny i do podtrzymywania jej temperatury w ustalonym procesie technologicznym.

Zużycie wody określa się zależnie od ilości wymian wody w wannach, przyjmując:

- dla płukania w wodzie zimnej — wymianę wody co godzinę,
- dla płukania w wodzie cieplej (o temperaturze do 60°C) — wymianę wody co 2 godziny,
- dla płukania w wodzie gorącej — wymianę wody co 3 godziny.

Zużycie powietrza sprężonego określa się:

- dla kwaśnych elektrolitów z obliczenia 0,25 + 1 litra powietrza na minutę na 1 litr elektrolitu (zależnie od gęstości prądu),
- dla piaskownic i urządzeń do odmuśnięcia części — wg odpowiednich tablic [1].



Tablica 14

## Wskaźniki (przykładowe) zużycia pary w wannach o pojemności 100 l przy ciśnieniu pary 3 at a

Końcowa temperatura: oztworu lub wody w C°	Zużycie pary						
	dla roztworów przy podgrzewaniu za pomocą:				dla wody do płukania przy nagrzewaniu za pomocą wężownicy		
	wężownicy		płaszcz parowodnego		na podgrzewanie	na podtrzymywanie temperatury przy wymianie wody	
	na podgrzanie	na podtrzymywanie temperatury przy ustalonym procesie	na podgrzanie	na podtrzymywanie temperatury przy ustalonym procesie		co 2 godzinny	co 3 godzinny
	w kg/godz						
30	4,3	0,27	10	0,86	—	—	—
35	5,3	0,37	11,1	0,92	—	—	—
40	6,4	0,49	12,2	0,98	—	—	—
45	7,4	0,62	13,3	1,07	—	—	—
50	8,5	0,78	14,4	1,18	8,5	4,64	3,36
55	9,6	0,97	15,5	1,32	—	—	—
60	10,7	1,18	16,6	1,49	10,7	6	4,39
70	13,5	1,72	—	—	13,5	7,5	5,56
80	15,8	2,44	—	—	15,8	9,2	6,95
90	18,1	3,44	—	—	18,1	11,15	8,6
100	20,9	4,78	—	—	—	—	—

J

Wyniki obliczenia zapotrzebowania wszelkiego rodzaju energii ujmują się zarówno przy projektowaniu zgrubnym, jak i szczegółowym w zestawieniu zapotrzebowania energii przez wydział (tablica M).

pujące dane: numery (według planu) urządzeń zużywających wodę, ich nazwy i ilości, zużycie wody w m<sup>3</sup>/godz dla każdej z jednostek oraz zużycie łączne (maksymalne — na początku pracy wydziału i średnie — przy ustalonym procesie), charakter pracy (ciągły lub przerywany i częstotliwość wymiany wody), system urządzeń zasilających i spustowych, charakter wód ściekowych.

c. Założenia do zaprojektowania przewodów powietrza sprężonego. Zawierają one następujące dane: numery (według planu) urządzeń zużywających powietrze sprężone, ich nazwy i ilości, przeznaczenie, ciśnienie powietrza w at n, zużycie powietrza w litrach na 1 litr roztworu mieszanego na minutę (dla wanien) lub w m<sup>3</sup>/godz dla innych urządzeń, ogólne zużycie w m<sup>3</sup>/godz, czas pobierania powietrza w godzinach na zmianę, współczynnik wykorzystania urządzeń do odmuśnięcia części, roczny fundusz czasu pracy urządzeń.

d. Założenia do zaprojektowania sieci prądu zmiennego. Zawierają one następujące dane: numery (według planu) poszczególnych urządzeń zużywających prąd zmienny, ich nazwy i ilości, charakterystyki silników elektrycznych (typ, moc w kW, ilość obrotów na minutę), łączną ilość zainstalowanych silników, łączną ich moc w kilowatach.

e. Założenia do zaprojektowania sieci prądu stałego. Zawierają one następujące dane: numery (według planu) urządzeń zużywających

Tablica M

## Zestawienie zapotrzebowania energii wydziału powłok

Rodzaj energii	Przeznaczenie	Moc zainstalowana kW	Zużycie na godz <sup>1)</sup>		Parametry
			maksymalne	średnie	
Energia elektryczna na potrzeby wytwórcze w kW	silniki urządzeń	44,2	—	—	—
	urządzenia transportowe	3,5	—	—	—
	urządzenia grzejne	20	—	—	—
Para na potrzeby wytwórcze w kg	podgrzewanie wanien	—	277	38,5	p = 3 at a
Woda " " " w m <sup>3</sup>	płukanie części itp.	—	3,28	0,84	—
Powietrze sprężone w m <sup>3</sup>	mieszanie roztworów	—	27,6	22,9	p = 2,5 - 3 at a
	suszenie części	—	16,7	4,3	p = 2,5 - 3 at a

1) Maksymalne zużycie pary, wody i powietrza sprężonego odnosi się do początkowego okresu pracy (po przerwie) a średnie do okresu ustalonego procesu.

Oprócz tego przy projektowaniu szczegółowym zapotrzebowanie wydziału na różne rodzaje energii ujmują się w następujące zestawienia stanowiące założenia do dalszego opracowania specjalnych części projektu:

a. Założenia do zaprojektowania przewodów parowych. Zawierają one następujące dane: zgodne z planem numery poszczególnych urządzeń zużywających parę, nazwy i ilości tych urządzeń, pojemność w litrach (dla wanien), temperaturę, ciśnienie pary w at a, zużycie pary w kg/godz w każdym z urządzeń (maksymalne — dla podgrzewania i średnie — dla utrzymywania temperatury przy ustalonym procesie), system podgrzewania (wężownica, płaszcz parowodny), rodzaj roztworu w wannie (kwaśny, zasadowy).

b. Założenia do zaprojektowania wodociągu do celów produkcyjnych i kanalizacji odpływowej. Zawierają one nastę-

pną stałą, ich nazwy i ilości, potrzebne natężenie prądu w A (na jedno urządzenie i łączne), potrzebne napięcie w V, charakterystykę prądnic (typ, natężenie prądu w A, napięcie w V, moc w kW), przyjętą ilość prądnic i ich numery według planu.

Wentylacja. Ze względu na pewne szkodliwe właściwości procesu technologicznego (szkodliwe wyciepy, podwyższona temperatura) wydziały powłok powinny być zaopatrzone w wentylację wyciągową i dopływową.

Wanny do odtłuszczenia, wytrawiania, powlekania w zasadowych, cyjanowych i chromowych elektrolitach, do fosfatacji, bonderyzacji, anodowej oksydacji aluminium i stali itp. zaopatrzuje się w indywidualne wyciągi ze szczelinami ssącymi umieszczonymi wzdłuż brzegów wanien. Obrabiarki do szlifowania i polerowania powinny posiadać wyciągi przy każdym wrzecionie.

Przy trawieniu metali kolorowych i suszeniu części stosuje się komory (szafy) wyciągowe.



Do opracowania zagadnienia wentylacji w technologicznej części projektu sporządza się zestawienie założeń, które zawiera następujące dane: numery (według planu) urządzeń będących źródłem szkodliwych wycieków, nazwy i ilości tych urządzeń, powierzchnie wodne wanien w m<sup>2</sup>, temperatury i składy roztworów, charakter wycieków, system wentylacji.

Wskaźniki ilości powietrza wyciąganego zwanian podane są w tabelicy 15. Analogiczne dane, przyjęte w praktyce projektowania urządzeń sanitarno-technicznych, podane są w rozdziale XVI tabelicy 26.

## ZAŁOGA

Załoga wydziałów powłok dzieli się na produkcyjną i pomocniczą. Do załogi produkcyjnej należą robotnicy bezpośrednio wykonujący operacje obróbki części w wannach, półautomatach, automatach, na szlifierkach i polerkach itd. oraz robotnicy montujący części na wieszakach i demontujący je. Do załogi pomocniczej należą robotnicy wykonujący naprawy i obsługę urządzeń, wykonujący i naprawiający wieszaki (ślusarze, monterzy itp.), kontrolerzy wydziałowi, pracownicy transportowi, magazynowi itd.

Tabela 15

Wskaźniki (przykładowe) ilości powietrza usuwanego przez urządzenia wyciągowe zwanian [12]

Nazwa procesu	Temperatura elektrolitu w °C	Szybkość powietrza		Ilość powietrza w m <sup>3</sup> /min wysysanego z 1 m <sup>2</sup> powierzchni wanny przy szerokości wanien w mm			
		w szczelnich wyciągach wzdłuż brzegów wanien	w odkrytej części wyciągu (pod okapem)	do 500	550-700	750-900	1000
		w m/sek					
Chromowanie	{ 45 60	12-14	—	65-70 70-75	75-80 80-85	85-90 90-95	90-95 95-105
Miedziowanie w elektrolicie kwaśnym i niklowanie (40-45°C) przy mieszaninzie za pomocą powietrza sprężonego	20-45	—	—	30	35	40-45	45-55
Odtuszanie elektrolityczne	60-80	8-11	—	40-50	50-60	55-70	60-75
Odtuszanie chemiczne	60-80	7-9	—	35-50	45-60	50-65	55-70
Powlekanie w elektrolitach cyjanowych Cu, Zn, Cd, Ag, Au i Cu + Zn	{ 118-25 140-45	6-8	—	25-30	35	40-45	55
Pobielanie w elektrolicie zasadowym	80-85	6-8	—	35	45	50	60
Trawienie chemiczne w kwasie siarkowym i w kwasie solnym	{ ~20 ~50	9-10	—	40	45	55	65
Trawienie w mieszaninie kwasu azotowego i siarkowego	~20	9-10	—	35-40	45-50	50-55	55-60
Trawienie elektrolityczne	~60	11-12	1-1,5	40	50	60	70
Obróbka w dwuchromianie sodowym lub potasowym	~95	8-10	—	40-45	45-50	50-55	60
Fosfatyzowanie	~98	—	—	35-40	45-50	50-55	55-60
Fosfatyzowanie w wannie z pokrywą	~98	—	—	30-35	40-45	45-50	55-60
Oksydowanie stali (czernienie)	~145	—	0,6-0,7	20	25	30	35
Oksydowanie stali w wannie z pokrywą	~145	—	—	35-40	45-50	55-60	—
Oksydowanie aluminium	—	—	—	25-30	30-35	40-45	—
a) elektrolityczne							
1. w kwasie chromowym	~40	8-11	—	45-50	55-60	65-70	75-80
2. w kwasie chromowym w wannie z pokrywą	~40	—	—	30	35	40	45
3. w kwasie siarkowym	18-20	7-10	—	40-45	50-55	55-60	65-70
4. w kwasie siarkowym w wannie z pokrywą	18-20	—	—	25	30	35	40
b) chemiczne	~90	8-11	—	35-40	40-45	50	55-60
Plukanie w wodzie	60-90	—	—	15-20	20-25	25-35	35-45

Wentylację dopływową projektuje się zakładając, że ilość doprowadzonego powietrza powinna być o 5 — 10% mniejsza od ilości powietrza wyciąganego.

Do podgrzewania doprowadzanego powietrza stosuje się grzejniki wbudowane w rurociągi dopływowe.

Tabela 16

Wskaźniki (przykładowe) obciążenia jednego robotnika produkcyjnego przy pracy w wydzielach wyposażonych w wanny, kielichy i bębny

[7] (Wydziały I i II klasy, I grupy)

Obciążenie jednego robotnika produkcyjnego przy obróbce			
w wannach		w kielichach i bębnach	
Czas trwania procesu w min	Długość szyny katodowej na jednego robotnika produkcyjnego w min	Czas trwania procesu w min	Ilość jednostek urządzeń na jednego robotnika produkcyjnego
5	0,6	60	5
10	1,25	80	6
20	2,5	100	8
30	3,5	120	10
40	5	—	—
50	6	—	—
60	7	—	—

Ilość robotników produkcyjnych można określić przy zgrubnym i szczegółowym projektowaniu według wskaźników podanych w tabelicach 13 i 17. Wskaźniki te oprócz operacji powlekania uwzględniają również operacje przygotowawcze i wykańczające — elektrolityczne odtuszanie, dekapowanie, płukanie, montaż i demontaż wieszaków.

Przy projektowaniu szczegółowym określa się ilość robotników dokładnie według stanowisk roboczych zgodnie z planem rozmieszczenia urządzeń.

Tabela 17

Wskaźniki (przykładowe) obsady robotników na półautomatach i automatach

[7] (Wydziały I i II klasy, 2 grupy)

Wydajność agregatu w ilościach wieszaków na godzinę	Ilość robotników na jeden agregat na jedną zmianę			
	Półautomaty		Automaty	
	owalne	prostoliniowe	owalne	prostoliniowe
do 25	2	3	1	2
" 50	3	4	2	3
" 75	4	5	3	4
" 100	7	8	4	5



Przyjmuje się, że ilość pracowników pomocniczych wynosi 20—50% ilości pracowników produkcyjnych w zależności od właściwości i sposobu ładowania urządzeń. W małych zakładach (oddziałach) załoga pomocnicza pracuje na potrzeby całego wydziału, w którego skład wchodzi oddział powłok.

Dla szlifierek i polerek przyjmuje się jednego robotnika do obsługi każdego wrzeciona.

Przy obróbce w automacie kielichowym jeden robotnik może obsługiwać do 25 kielichów na godzinę.

Wyniki obliczeń ujmuje się w zestawieniu załogi z podaniem łącznej ilości robotników (produkcyjnych i pomocniczych) oraz pracowników umysłowych.

### ZUŻYCIE ANOD, MATERIAŁÓW CHEMICZNYCH I INNYCH

Zużycie anod. Zużycie anod (elektrod anodowych) w gramach określa się ze wzoru:

$$G_a = F \cdot s \cdot \gamma + \Delta G$$

gdzie:

$F$  — powierzchnia powlekana w  $\text{cm}^2$ ,

$s$  — grubość powłoki w  $\text{cm}$ ,

$\gamma$  — gęstość metalu powłoki w  $\text{g/cm}^3$ ,

$\Delta G$  — straty metalu (przy odlewaniu anod i wierceniu w nich otworów, utlenianiu się przy topieniu, tworzeniu się szlamu itp.), które przyjmuje się dla wszystkich metali prócz srebra i złota w wysokości 5—8% ciężaru metalu potrzebnego do powleczenia. Dla srebra i złota strat nie uwzględnia się.

W tabelicy 18 podane są wskaźniki zużycia rozpuszczalnych anod w gramach na metr kwadratowy przy grubości powłoki 1 mikrona z uwzględnieniem 8-procentowych strat.

Zużycie anod nierozpuszczalnych (ołów) przy chromowaniu i katod (ołów) przy oksydowaniu aluminium przyj-

Tabela 18

Wskaźniki (przykładowe) zużycia anod rozpuszczalnych dla powłok galwanicznych na  $1 \text{ m}^2$  powierzchni części przy grubości warstwy 1 mikron

Nazwa metalu	Zużycie w $\text{g/m}^2$	Nazwa metalu	Zużycie w $\text{g/m}^2$
Cynk	7,67	Mosiądz (40% Zn, 60% Cu)	8,72
Miedź	9,61	Srebro	10,5
Nikiel	9,5	Złoto	19,5
Kadm	9,33	Żelazo (stal o małej zawartości węgla)	8,5
Cyna	7,86		
Ołów	12,27		

muje się w zależności od wymiarów wanny i powierzchni powlekanych części. Przy chromowaniu zaleca się przyjmować stosunek powierzchni anodowej do katodowej w granicach od 1 : 2 do 2 : 3. Przy oksydowaniu aluminium — stosunek powierzchni katodowej do anodowej zawiera się w granicach od 3 : 2 do 2 : 1.

Przy chromowaniu należy anody wymieniać 2 razy do roku.

Zużycie anod przy wytrawianiu elektrycznym (według danych ZIS) wynosi:

ołowiano-antymonowych — 19,4  $\text{g/m}^2$ ,  
krzewowo-żeliwnych — 92  $\text{g/m}^2$ .

Zużycie materiałów chemicznych i innych. W wannach z anodami rozpuszczalnymi, służących do powlekania elektrolitycznego, zużycie materiałów określa się na podstawie wielkości strat rozтворów [8 i 13] (tabela 19). Straty te są następujące: unoszenie rozтворu przy wyjmowaniu części z kąpeli, porywanie przez wyciągi, straty przy sporządzaniu i korygowaniu rozтворów, przy zamianie ich na nowe, straty przy filtrowaniu.

Ponieważ straty wywołane przez unoszenie rozтворu przy wyjmowaniu części z kąpeli zależą od kształtów tych części, wskaźniki strat w tabelicy 19 podane są osobno dla

Tabela 19

### Straty rozтворów przy procesach galwanicznych

Materiał powłoki	Straty rozтворów na $1 \text{ m}^2$ powierzchni części					
	bez urządzenia do chwytania unoszonego rozтворu dla grup:			z urządzeniem do chwytania unoszonego rozтворu dla grup		
	a	b	c	a	b	c
	w $\text{cm}^3$					
<b>I. Powlekanie w elektrolitach kwaśnych</b>						
1. Na wieszakach						
Zn, Cd, Cu, Ni, Sn, Pb	115—120	145—150	190—195	73—78	77—82	85—90
Cr (do ołów zdochnicznych)	—	—	—	113	117	125
Cr (do zwiększenia twardości i odporności na ścieranie)	—	—	—	298	302	310
2. W kielichach i bębnoch						
Zn, Cd, Cu, Ni, Sn	215—220	275—280	365—370	89—94	97—102	113—113
<b>H. Powlekanie w elektrolitach zasadowych (cyjanowych i niecyjanowych)</b>						
1. Na wieszakach						
Zn, Cd, Cu, Sn, Zn + Cu	125—135	155—165	200—210	83—93	87—97	95—105
2. W kielichach i bębnoch						
Zn, Cd, Cu, Sn, Zn + Cu	225—235	285—295	375—385	99—109	107—117	123—133
<b>III. Elektrolityczne oksydowanie aluminium</b>						
	287	317	362	—	—	—

U w a g a. Większe wartości stosuje się do rozтворów podgrzewanych lub mieszanych, mniejsze — do nie podgrzewanych lub nie mieszanych.



części płaskich (grupa „a”), części o kształtach średnio złożonych (grupa „b”) i dla części o kształtach złożonych (grupa „c”).

Obliczenie zużycia materiałów w  $g/m^2$  powierzchni powlekanej wykonuje się przez pomnożenie strat roztworu przez zawartość każdego ze składników według recepty roztworu w  $g/l$ .

W elektrolitach cyjanowych oprócz strat podanych w tablicy 19 występują straty cyjanoków wskutek ich rozkładu przez dwutlenek węgla powietrza, przez pary kwasów, przez utlenianie przy anodzie itd. Na podstawie danych uzyskanych z praktyki szeregu zakładów straty cyjanoków przez ich rozkład można przyjąć jako równe  $0,5-1 g/A$  godz w zależności od temperatury elektrolitu i rodzaju urządzenia. Wynoszą one [13] na 1 amperogodzinę:

w wannach o temperaturze elektrolitu  $18-20^{\circ}C$  — około  $0,5-0,7 g$ ,

w wannach o temperaturze  $25-45^{\circ}C$  — około  $0,7-0,8 g$ ,

w wannach o temperaturze powyżej  $45^{\circ}C$  oraz w kielichach i bębnoch — około  $0,8-0,9 g$ .

W wannach do chromowania, pracujących z nierozpuszczalnymi anodami, oprócz strat elektrolitu podanych w tablicy 19, należy również uwzględnić zużycie kwasu chromowego  $CrO_3$  wskutek wydzielania się metalicznego chromu na katodzie w ilości  $13,3 g CrO$  na  $1 m^2$  powierzchni przy grubości warstwy chromu równej 1 mikronowi.

Zużycie materiałów przy chemicznych sposobach nakładania powłok i przy operacjach chemicznego, elektrochemicznego i mechanicznego przygotowywania i wykończenia powierzchni podane jest w tablicach 20 i 21.

### Zużycie (przykładowe) roztworów i materiałów przy chemicznych procesach powlekania ochronnego oraz przy czynnościach wstępnych i kończących [13]

Nr czynności	Nazwa czynności	Zużycie na $1 m^2$	
		roztworów <sup>1)</sup> w l.	materiałów w g
1	Odtłuszczanie chemiczne w ługach	0,55—0,7	—
2	Odtłuszczanie elektrolityczne	0,4—0,5	—
3	Trawienie chemiczne walcowanej stali	0,65—0,8	—
4	Trawienie chemiczne żeliwa i staliwa	0,55—0,7	—
5	Trawienie chemiczne tłoczonej stali po obróbce cieplnej	1—1,2	—
6	Trawienie elektrolityczne stali i żeliwa	50% materiałów zużywanych przy trawieniu chemicznym (poz. 3, 4 i 5)	—
7	Trawienie wstępne miedzi i jej stopów	0,5—1,5	—
8	Trawienie na polysk miedzi i jej stopów	0,5—1,5	—
9	Trawienie części aluminiowych	0,5—0,8	—
10	Dekapowanie stali	0,2	—
11	Dekapowanie miedzi i jej stopów	0,3	—
12	Neutralizowanie	0,25	—
13	Trawienie i usuwanie powłok	0,25	—
14	Odtłuszczanie w trójchloroetylenie	—	15—25
15	Przecieranie wapnem wiedeńskim	—	100—200
16	Mycie w naftle	—	50—100
17	Mycie w benzynie	—	30—50
18	Fosfatyzowanie — proszek „Maget”	—	90
19	Bonderyzowanie a. proszek „Maget” tlenek miedzi	—	40 10
20	bka w oleju po fosfatyzowaniu	—	45—60
21	Lakierowanie	—	70—110

1) Zużycie materiałów wchodzących w skład roztworów w  $g/m^2$  otrzymuje się mnożąc podane w tablicy wskaźniki przez zawartość odpowiedniego składnika w roztworze w gramach na litr.

### Zużycie (przykładowe) materiałów pomocniczych przy szlifowaniu, polerowaniu i szczotkowaniu [14]

Nazwa materiału	Jednostka	Zużycie materiałów na $1 m^2$ przy powlekanu metalami części					
		stalowych		mosiężnych		ze stopów cynkowych	
		Ch + NiCr	Cu + Ni	Ni + Cr	Ni	Cu + Ni + Cr	Cu + Ni
Proszek szmerglowy nr 80—100	g	~72	~72	—	—	—	—
„ „ „ 120—140	„	70	70	—	—	70	70
„ „ „ 180	„	108	108	108	108	108	108
„ „ „ 200	„	54	54	90	90	90	90
„ „ „ 220	„	36	36	—	—	150	150
„ „ „ 240	„	40	40	—	40	40	40
„ „ „ 10 minutowy	„	32	32	40	40	40	40
„ „ „ 15 „	„	10	10	9	9	9	9
Klej stolarski	„	100	100	92	92	92	92
Pasta do polerowania	„	~760	640	1000	900	1000	900
Tarcze filcowe $\varnothing 400 mm$	szk.	0,01	0,01	—	—	—	—
Perkal na tarczy $\varnothing 350 mm$	mb	1,26	1,26	8,4	8,4	8,4	8,4
Metkał na tarczy $\varnothing 300 mm$	„	0,6	0,6	—	—	—	—
Szczotki tarczowe stalowe/drut $0,05-0,1 mm$	szk.	0,025	0,025	—	—	—	—
Szczotki tarczowe stalowe/drut $0,15-0,26 mm$	„	0,012	0,012	—	—	—	—
Szczotki tarczowe z trawy	„	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,7
„ „ z włosia	„	0,04	0,04	—	—	0,1	0,1
„ ręczne stalowe	„	0,01	0,01	—	—	0,01	0,01
„ „ z trawy	„	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
„ „ z włosia	„	0,2	0,2	—	—	—	—

Zużycie materiałów przy oksydacji stali i miedzi (przy pracy na dwie zmiany) określa się w założeniu czterokrotnej wymiany roztworu w ciągu roku.

Wyniki obliczenia zużycia elektrod oraz materiałów chemicznych i innych (według rodzajów obróbki) ujmują się przy projektowaniu szczegółowym w zestawienie (tablica N).

### POWIERZCHNIA WYDZIAŁU, JEJ ROZPLANOWANIE I ROZMIESZCZENIE URZĄDZEŃ

Zestawienie powierzchni. Powierzchnia wydziału wg charakteru wykonywanych na niej prac i rozmieszczenia urządzeń dzieli się na produkcyjną i pomocniczą.

Do powierzchni produkcyjnej należą powierzchnie oddziałów:



1. wstępnego przygotowania części (trawienia),
2. piaskowania,
3. szlifowania i polerowania,
4. powlekania,
5. pomieszczenia dla prądnic i silników.

Do powierzchni *pomocniczej* zalicza się powierzchnie pomieszczeń pomocniczych i miejsc pomocniczej pracy, w tej liczbie miejsca przygotowywania roztworów, przygotowywania ściernic do szlifowania i polerowania, laboratorium, pomocnicze warsztaty mechaniczne, komory wyciążowe (wentylacyjne) itp.

nych, wydziałów zakładu. W opisie do projektu podaje się powierzchnię produkcyjną i pomocniczą bez podziału na poszczególne oddziały i sekcje. Wielkość powierzchni produkcyjnej określa się według wskaźników jednostkowych przedstawionych w tabelicy 22.

Przyjmuje się, że wielkość powierzchni pomocniczej wynosi około 25 ÷ 50% powierzchni produkcyjnej. Górna granica odnosi się przy tym do wydziałów wymagających dużej ilości urządzeń wentylacyjnych, jak np. wydziały, w których wykonuje się chromowanie lub stosuje się elektrolity cyjanowe.

Tabela N

## Zestawienie przykładowe zużycia materiałów i anod

Nazwa materiału lub anody	Przeznaczenie (czynność)	Znak materiału lub OST	Jednostka	Zużycie na 1 m <sup>2</sup> powierzchni powlekania	Powierzchnia powlekania w ciągu roku w m <sup>2</sup>	Zużycie materiałów		Łączne zapotrzebowanie roczne
						na wykonanie rocznego programu produkcyjnego	na sporządzenie roztworów przy uruchomieniu wydziału	
Cynk (anody)	cynkowanie	C-1	kg	0,153	99 395	15 190	580	15 770
Ług sodowy	odtłuszczenie elektrolityczne	techniczny	"	0,008	99 395	796	12	808
Trójfosforan sodu	" "	"	"	0,02	99 395	1990	28	1018
Szkló wodne	" "	"	"	0,002	99 395	200	3	203
Tlenek cynku	" "	"	"	0,007	99 395	697	473	1 170
Cyjanek sodu	cynkowanie	GAZ-N-1801	"	0,124	99 395	12 300	1 000	13 300
Ług sodowy	"	OST 57	"	0,01	99 395	994	692	1 686

Przy wydziale istnieją jeszcze pomieszczenia biurowe, usługowe, szatnie, unywalnie, natryski, ustępy i inne.

Każde z wymienionych pomieszczeń znajdujących się wewnątrz wydziału odgródzone jest od innych ściankami lub przepierzeniami.

Wymagania stawiane pomieszczeniom wydziału. Wydział powinien mieścić się na parterze przy zewnętrznej ścianie budynku. Powinien on być odizolowany od innych wydziałów zakładu i mieć dostateczne oświetlenie naturalne.

W wydziałach o wielkim programie produkcyjnym przewiduje się pomieszczenia piwniczne lub półpiwniczne.

W oddziałach wstępnego przygotowania części, szlifierni i polerowni, oddziale powlekania oraz oddziale prądnic i silników podłogę należy wyłożyć płytkami terrakotowymi. Ściany do wysokości 1,5 m od podłogi powinny być również wyłożone płytkami terrakotowymi lub szklanymi.

W oddziałach wstępnego przygotowania części i w oddziałach powlekania, w podłodze wykonuje się rowki ściekowe z pochyleniem w kierunku odprowadzającej rury kanalizacyjnej. Jeśli pod tymi oddziałami jest piwnica, to podłoga w tych oddziałach powinna być wodoszczelna. W oddziałach wstępnego przygotowania części, szlifierni i polerowni oraz w oddziale powlekania ściany i sufity maluje się na jasne kolory. W oddziałach wstępnego przygotowania części i powlekania zewnętrzne powierzchnie konstrukcji metalowych maluje się lakierem kwasoodpornym.

Obliczenie powierzchni, rozplanowanie pomieszczeń i rozmieszczenie urządzeń. Przy projektowaniu *zgrubnym* określa się jedynie ogólne zapotrzebowanie miejsca przez wydział i rozstrzyga zasadniczo jego położenie wśród in-

## Orientacyjne wskaźniki wielkości powierzchni produkcyjnej na jednostkę urządzeń [7 i 12]

Wydziały	Średnia powierzchnia na jednostkę urządzeń w m <sup>2</sup>
Wydziały z nie zmechanizowanymi wannami, kielichami i bębniami, z przewagą procesów chemicznych (I klasa, I grupa)	7
Wydziały z nie zmechanizowanymi urządzeniami, z przewagą procesów elektrolitycznych (I i II klasa, I grupa)	8
Wydziały z różnymi rodzajami urządzeń: wannami, półautomatami, automatami (I i II klasa, 2 i 3 grupa)	8 - 10 <sup>1)</sup>
Wydziały powłok odpornych na ścieranie (III klasa)	7

1) Dla automatów ilość jednostek urządzeń jest określona sumą wariantów wchodzących w skład automatu.

Przy projektowaniu *szczegółowym* określa się powierzchnie dokładnie na podstawie planu rozmieszczenia urządzeń (patrz poniżej), z rozbiciem na oddziały i sekcje oraz określa się ściśle miejsce zajmowane przez wydział w budynku.

Do wydziałów powłok stosuje się dwa warianty rozmieszczenia urządzeń:

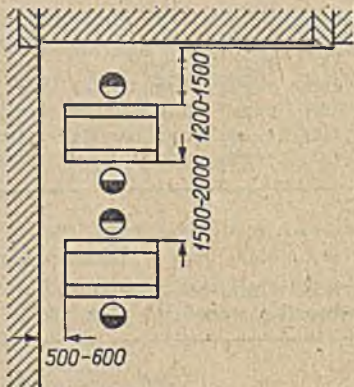
1. urządzenia zarówno podstawowe jak i pomocnicze rozmieszcza się w jednym poziomie (na parterze),
2. urządzenia rozmieszcza się w dwóch poziomach (na parterze i w piwnicy).

W małych zakładach, gdzie budowa piwnicy nie jest wskazana ze względów ekonomicznych, rozmieszcza się zwykle urządzenia według pierwszego wariantu. Duże wydziały projektuje się przeważnie według drugiego wariantu. W tym wypadku prądnic z silnikami umieszcza się

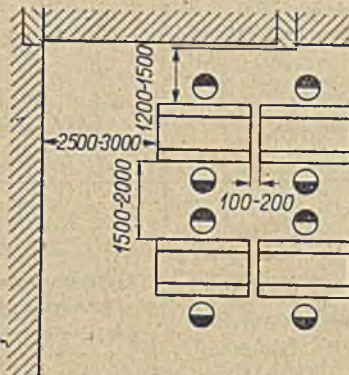


## Odległości w m (przykładowe) stosowane przy rozmieszczaniu urządzeń [7]

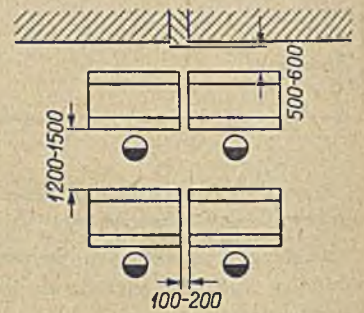
Określenie odległości	Wanny		Kielichy (rys. 11)	Półautomaty (rys. 12)	Automaty (rys. 12 i 13)	Szlifarki i polerki (rys. 14)	Silniki i prądnice prądu stałego (rys. 15 i 16)
	przy dwustronnej obsłudze (rys. 7 i 8)	przy jednostronnej obsłudze (rys. 9 i 10)					
Przejęcia między rzędami urządzeń	1,5–2	1,2–1,5	1,5–2	1,5–2	1,5–2	od strony roboczej 2–2,5; między korpusami od strony nieroboczej w rzędach równoległych 0,8–1	2–2,5
Odległość od ściany do urządzeń	1,2–1,5	0,5–0,6	0,8–1	1,2–1,5	od strony roboczej 4–5; od strony nieroboczej 1,2–1,5	do korpusu i do końca wrzeźiona 0,8÷1 między końcami wrzeźion 1–1,5	do fundamentu od jego strony podłużnej lub od strony silnika 0,6÷0,8
Odległość między poszczególnymi jednostkami urządzeń w jednym rzędzie	0,1–0,2	0,1–0,2	0,8–1 (między korpusami)	—	—	—	między podłużnymi bokami fundamentów 0,6÷1; między czołami agregatów: a. od strony silnika 0,6÷0,8; b. od strony prądnicy — nie mniej niż połowa całej długości fundamentu



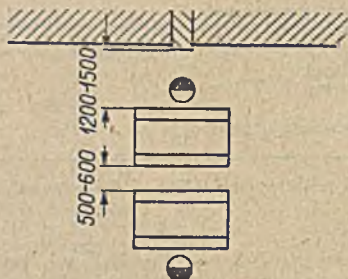
Rys. 7. Schemat rozmieszczenia wanien z obsługą dwustronną.



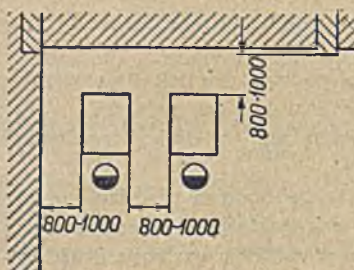
Rys. 8. Schemat rozmieszczenia wanien z obsługą dwustronną i z przejściem dla ruchu transportowego.



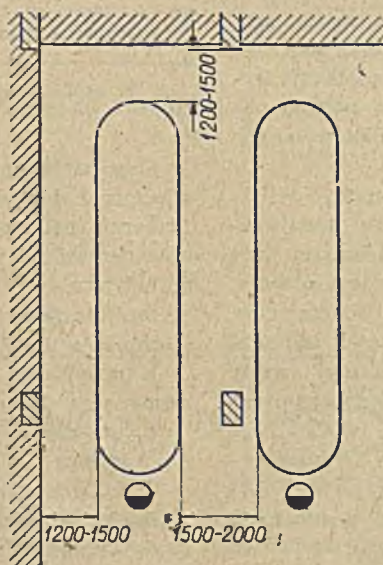
Rys. 9. Schemat rozmieszczenia wanien z obsługą jednostronną (1 wariant).



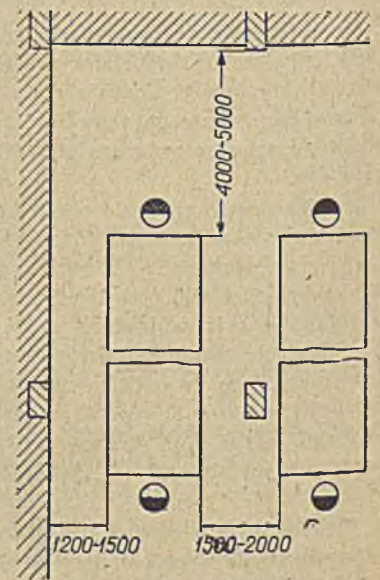
Rys. 10. Schemat rozmieszczenia wanien z obsługą jednostronną (2 wariant).



Rys. 11. Schemat rozmieszczenia urządzeń kielichowych.

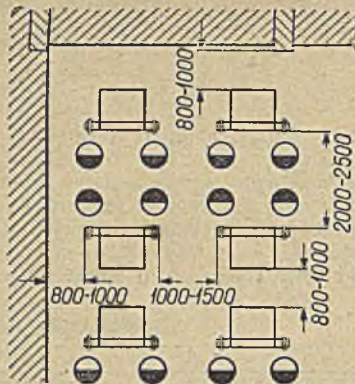


Rys. 12. Schemat rozmieszczenia półautomatów i automatów owalnych.

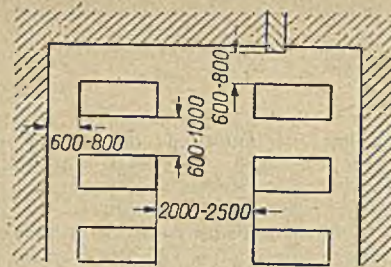


Rys. 13. Schemat rozmieszczenia automatów prostoliniowych.

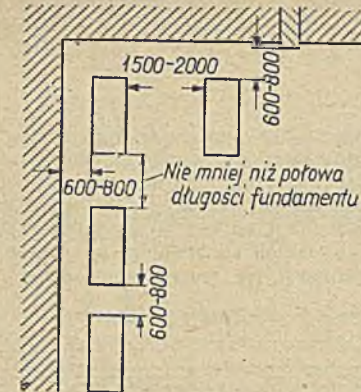




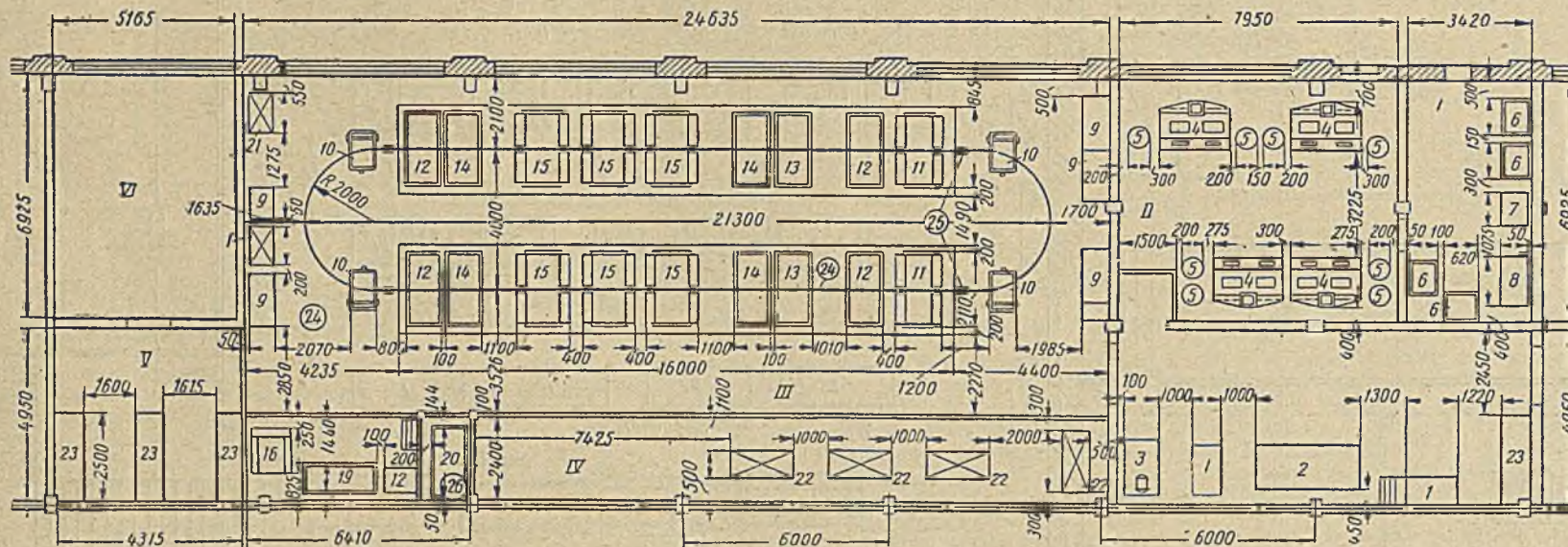
Rys. 14. Schemat rozmieszczenia szlifierek i polerek.



Rys. 15. Schemat rozmieszczenia agregatów silnik-prądnic (1 wariant).

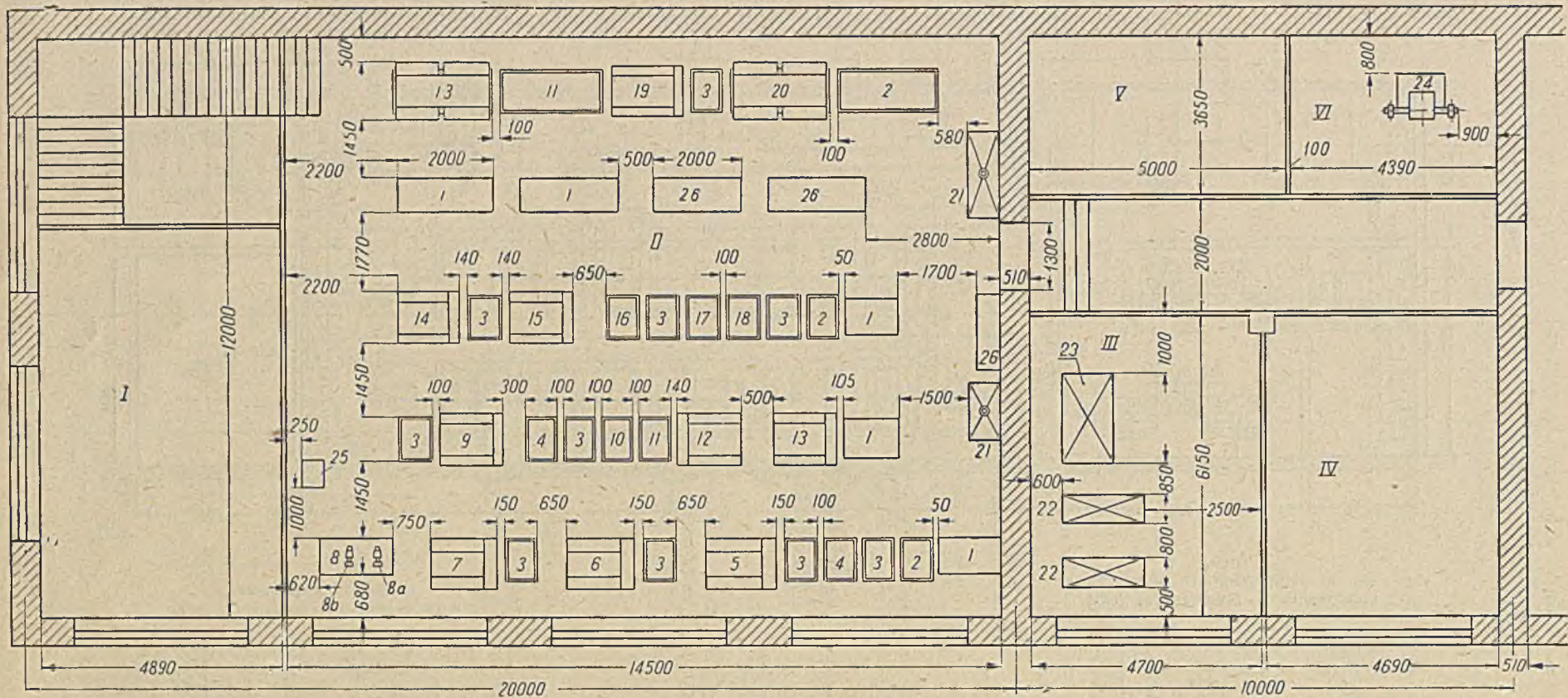


Rys. 16. Schemat rozmieszczenia agregatów silnik-prądnic (2 wariant).



Rys. 17. Plan rozmieszczenia urządzeń wydziału powłok ochronnych (I klasa, I grupa): I — oddział przygotowania piasku, II — oddział piaskownic, III — oddział powlekania, IV — oddział prądnic, V — oddział kontroli technicznej, VI — komora wentylacyjna (wentylacja dopływowa), 1 — stoły, 2 — komora do odłuszczenia w trójchloroetylenie, 3 — aparaty do regeneracji trójchloroetyleny, 4 — podwójne komory do piaskowania, 5 — piaskownice, 6 — skrzynie do piasku, 7 — płuczka do piasku, 8 — stół do suszenia piasku, 9 — stoły do montażu i demontażu, 10 — wózki do ram, 11 — wanna do odłuszczenia elektrolitycznego, 12 — wanny do płukania w wodzie ciepłej i gorącej, 13 — wanny do dekapowania chemicznego, 14 — wanny do płukania w wodzie zimnej, 15 — wanny do cynkowania, 16 — wanny do usuwania nalotów, 17 — zbiornik ściekowy, 18 — pompa kwasoodporna, 19 — wanna do przygotowywania elektrolitu, 20 — zbiornik pod ciśnieniem, 21 — szafy do suszenia, 22 — agregaty prądu stałego (silnik-prądnic), 23 — stoły, 24 — tor suwnicowy jednobelkowy podwieszony, 25 — podnośnik elektryczny, 26 — filtr pracujący pod ciśnieniem.



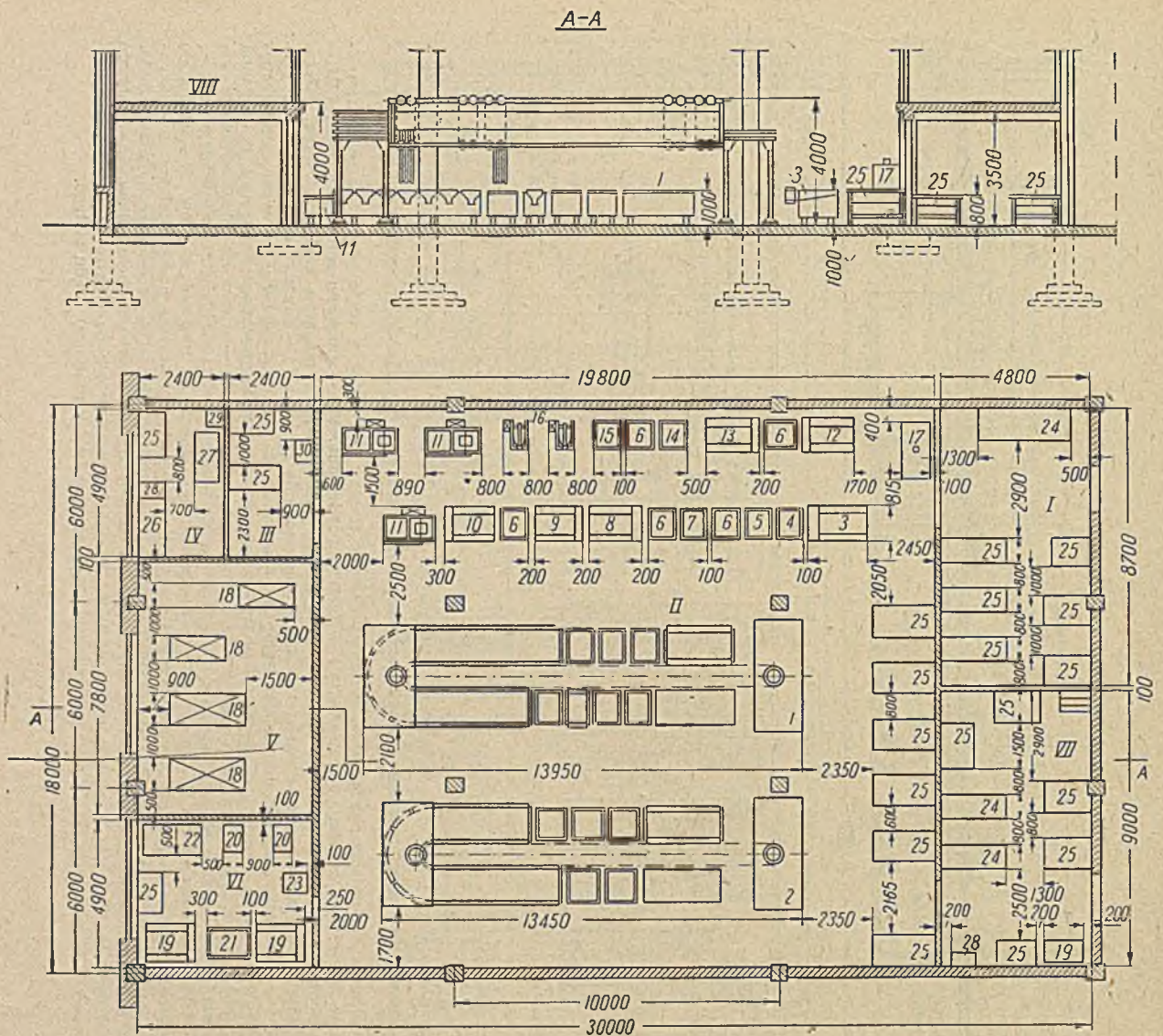


Rys. 18. Plan rozmieszczenia urządzeń wydziału powłok ochronno-zdobniczych (II klasa, 1 grupa): I — laboratorium, II — oddział powlekania, III — oddział prądnic, IV — pomieszczenie wentylacji dopływowej, V — pomieszczenie wentylacji wyciągowej, VI — oddział szlifierek. 1 — stoły, 2 — wanny do płukania na gorąco, 3 — wanny do płukania na zimno, 4 — wanny do neutralizacji, 5 — wanna do chromowania, 6 — wanna do nikielowania, 7 — wanna do miedziowania, 8 — stół do kielichów, 8a — kielich do nikielowania, 8b — kielich do cynkowania, 9 — wanna do trawienia, 10 — wanna do dekapowania, 11 — wanna do płukania ciepłego, 12 — wanna do odłuszczenia elektrolitycznego, 13 — wanna do odłuszczenia chemicznego, 14 — wanna do kadmowania, 15 — wanna do cynkowania, 16 — wanna do trawienia powłok cynkowych, 17 — wanna z roztworem kwasu chromowego, 18 — wanna do trawienia powłok kadmowych, 19 — wanna do trawienia w kwasie azotowym, 20 — wanny do anodowania, 21 — szafy do suszenia, 22 — agregaty (silnik-prądnic) prądu stałego, 23 — agregat do spawania, 24 — szlifierko-polerka, 25 — wanna do oksydowania, 26 — półki.









Rys. 20. Plan rozmieszczenia urządzeń wydziału powłok ochronnych (I klasa, 2 grupa): I magazyn części dostarczanych, II — oddział powlekania, III — biuro, IV — laboratorium, V — oddział prądnic, VI — oddział przygotowywania roztworów, VII — magazyn części gotowych, VIII — pomieszczenie wentylacyjne. 1 — automat do cynkowania, 2 — automat do miedziowania, 3 — wanna do odtuszczania elektrolitycznego, 4 — wanna do płukania ciepłego, 5 — wanna do dekapowania chemicznego, 6 — wanny do płukania na zimno, 7 — wanny do neutralizacji, 8 — wanna do trawienia, 9 — wanna do cynkowania, 10 — wanna do kadmowania, 11 — bębny do cynkowania, 12 — wanna do miedziowania, 13 — wanna do pobielania, 14 — wanna do płukania na gorąco, 15 — wanna do usuwania nalotów, 16 — kielchy do cynkowania, 17 — szafa do suszenia, 18 — agregat (silnik-prądnica) prądu stałego, 19 — wanny do przygotowywania elektrolitów, 20 — pompy, 21 — filtr, 22 — szafa do chemikaliów, 23 — waga techniczna, 24 — półki, 25 — stoły, 26 — stół laboratoryjny, 27 — dygestorium, 28 — zlew, 29 — szafa do naczyń i chemikaliów, 30 — szafa biurowa.

bezpośrednio pod wannami, dzięki czemu oszczędza się na długości szyn miedzianych i zmniejsza straty elektryczne. W piwnicy również umieszcza się zwykle urządzenia wentylacyjne (wentylacja dopływowa i wyciągowa) oraz urządzenia dla sporządzania i korygowania składu roztworów.

Rozmieszczenie urządzeń i rozplanowanie poszczególnych sekcji wydziału dokonuje się zgodnie z przyjętym procesem technologicznym obróbki części, z zapewnieniem możliwie największej potokowości.

Urządzenia do procesów elektrolitycznych powinny być umieszczone możliwie najbliżej źródeł prądu stałego.

Na planie zaznacza się zewnętrzne rozmiary urządzeń z uwzględnieniem wystających części wyciągów wentylacyjnych, doprowadzenia prądu itd.

Wymiary przejść w wydziałach, odległości urządzeń od ścian i odległości między poszczególnymi urządzeniami zależą od rodzaju tych urządzeń i sposobu ich obsługi (jednostronna lub dwustronna).

Przy określaniu tych wymiarów jako orientacyjne mogą służyć dane zawarte w tablicy 23,

Przykłady rozplanowania wydziałów powłok w zależności od charakteru produkcji i typów urządzeń podane są na rysunkach 7—20.

#### WSKAŹNIKI TECHNICZNO-EKONOMICZNE

Tablica 24 zawiera techniczno-ekonomiczne wskaźniki dla wydziałów powłok, zaczerpnięte z projektów wydziałów (powłok ochronnych i ochronno-zdobniczych) zakładów przemysłu samochodowego.







## R o z d z i a ł  I X

### P R O J E K T O W A N I E  U R Z A D Z E Ń ,  W A R S Z T A T Ó W  I  W Y D Z I A Ł Ó W  M E T A L I Z A C J I  N A T R Y S K O W E J

#### K L A S Y F I K A C J A  U R Z A D Z E Ń ,  W A R S Z T A T Ó W  I  W Y D Z I A Ł Ó W  M E T A L I Z A C J I  N A T R Y S K O W E J ,  I C H  P R Z E Z N A C Z E N I E  I  R O D Z A J E  P R A C

Metalizację natryskową różnych rodzajów wykonuje się za pomocą przenośnych stanowisk, ruchomych urządzeń lub też na stałych urządzeniach warsztatów i wydziałów, które można sklasyfikować zgodnie z tablicą 1.

W Związku Radzieckim najbardziej są rozpowszechnione stałe warsztaty (III klasa), które często są uzupełniane urządzeniami przenośnymi I klasy. W razie konieczności wykonywania rozmaitych rodzajów robót w nie-dużej ilości należy posługiwać się warsztatami III klasy. Przy robotach o dużej pracochłonności i ustalonej ilości celowe jest projektować warsztaty IV klasy.

K l a s y f i k a c j a  u r z a d z e Ń  w a r s z t a t ó w  i  w y d z i a ł ó w  m e t a l i z a c j i  n a t r y s k o w e j

T a b l i c a  1

Nazwa	Stanowiska przenośne metalizacji	Urządzenia ruchome metalizacji	Warsztaty stałe metalizacji		Wydziały metalizacji		
Klasa	I	III	III		IV		
Grupa	1	1	1	2	1	2	3
Przeważający proces technologiczny	—	—	Przygotowanie powierzchni i metalizacja ręczna	Przygotowanie powierzchni i metalizacja na tokarkach	Przygotowanie powierzchni i metalizacja ręczna	Przygotowanie powierzchni i metalizacja na tokarkach	Praca w bębnach lub na automatach
Rodzaj produkcji	Jednostkowa		Jednostkowa i małoserijna		Serijna i masowa		

Klasę i grupę urządzeń do metalizacji określa się biorąc pod uwagę ich przeznaczenie oraz rodzaj przewidywanych prac. Zestawienie podstawowych rodzajów robót wykonywanych za pomocą metalizacji natryskowej oraz zalecanych typów urządzeń do ich wykonania podaje tablica 2.

#### P R O G R A M  P R O D U K C J I  U R Z A D Z E Ń ,  W A R S Z T A T Ó W  I  W Y D Z I A Ł Ó W  M E T A L I Z A C J I  N A T R Y S K O W E J

Przy projektowaniu urządzeń I i II klasy przeznaczonych do prac jednostkowych program produkcyjny przyjmuje się umownie.

T a b l i c a  2

Z e s t a w i e n i e  r o d z a j ó w  p r a c  w y k o n y w a n y c h  z a  p o m o c ą  m e t a l i z a c j i  n a t r y s k o w e j  o r a z  z a l e c a n e  t y p y  u r z a d z e Ń

Przeznaczenie metalizacji	Rodzaj przeprowadzonych prac	Zalecany rodzaj stanowiska wg klasyfikacji (tablica 1)	
		Klasa	Grupa
Ochrona przed korozją	1. Prace związane z powlekaniami ochronnymi przy montażu i budowaniu jak również w warunkach polowych (metalizacja konstrukcji mostowych, masztów i innych konstrukcji metalowych, zbiorników gazu, rezerwuarów, metalowych kadłubów statków rzecznych i inne)	I, II	—
	2. Metalizacja drobnych wyrobów (odlewów, modeli, części maszyn i innych) w warunkach produkcji serijnej	III, IV	I

Przeznaczenie metalizacji	Rodzaj przeprowadzonych prac	Zalecany rodzaj stanowiska wg klasyfikacji (tablica 1)	
		Klasa	Grupa
Ochrona przed korozją	3. Cynkowanie drobnych wyrobów metalowych (klamery, nakładki, śruby nakrętek, gwoździ i temu podobnych) w warunkach produkcji wielkoseryjnej i masowej	IV	3
Regeneracja zużytych części maszyn i urządzeń	1. Nakładanie warstw stalowych na części o dużych rozmiarach w miejscu ich pracy (czopy wielkich wałów, wrzecion, łożysk i innych)	I, II	—



Tablica 2 (c. d.)

Przeznaczenie metalizacji	Rodzaj przeprowadzanych prac	Zalecany rodzaj stanowiska wg klasyfikacji (tablica 1)	
		Klasa	Grupa
Regeneracja zużytych części maszyn i urządzeń	2. Regeneracja zużytych części maszyn o kształcie obrotowym — niedużych i średnich wymiarów (części silników samochodowych, czopów wałów, tulejek łożysk, a także gniazd zaworowych itp.) w warunkach produkcji jednostkowej i małoseryjnej	III	2
	3. Jak wyżej w warunkach produkcji seryjnej	IV	2
Naprawa wad odlewów (zasklepienie pęcherzy, usuwanie porowatości i nieszczelności)	1. Uszczelnienie porowatych ścianek wielkich odlewów (turbiny, dmuchaw, silników okrętowych itp.) w miejscu ich pracy	I, II	—
	2. Zasklepienie głębokich pęcherzy w wielkich częściach na ich miejscu pracy	I, II	—
	3. Uszczelnienie szwów spawalniczych w miejscu pracy części	I, II	—
	4. Zasklepienie pęknięć i usunięcie szczelin w blokach cylindrów silników samochodowych, ciągników itp. bez ich wymontowania	I, II	—
	5. Naprawa wad odlewów części małych i średnich wymiarów (zasklepianie otworów, usuwanie porowatości) w warunkach produkcji jednostkowej i małoseryjnej	III	1
	6. Jak wyżej przy produkcji wielkoseryjnej	IV	1
Podwyższenie ognioodporności i stali przez aluminowanie	1. Metalizacja aluminium małych i średniej wielkości części (osłony termopar, armatury pieców do obróbki cieplnej, osłony tygli elektrycznych, skrzynek do cementacji itp.) w warunkach produkcji jednostkowej i małoseryjnej	III	1
	2. Jak wyżej w warunkach produkcji wielkoseryjnej	IV	1
	3. Jak wyżej przy aluminowaniu pojedynczych wielkich części	I, II	—
Nakładanie powłok dekoracyjnych i innych	1. Metalizacja metalami kolorowymi wyrobów stalowych, żelwnych, gipsowych, drewnianych, z mas plastycznych, szkła, papieru i innych materiałów w warunkach produkcji małoseryjnej	III	1
	2. Jak wyżej w warunkach produkcji wielkoseryjnej	IV	1
	3. Niewielkie prace metalizacyjne przeprowadzane w różnych celach	III	1
Roboty różne	Różne prace niewielkiego zakresu	III	1,2

Określenie programu stałych warsztatów III klasy przeprowadza się na podstawie przybliżonych wskaźników. Przy projektowaniu wydziałów IV klasy program produkcyjny oblicza się według konkretnych obiektów produkowanych.

Program pracy warsztatów metalizacji natryskowej przyjęto wyrażać:

- w metrach kwadratowych powierzchni metalizowanej umownej grubości warstwy (0,1 mm),
- w kilogramach metalu niezbędnego dla danej ilości części,
- w kilogramach drobnych części obrabianych w bębnoch.

Program produkcyjny sporządza się rozbijając na grupy części podlegające metalizacji zależnie od rodzaju natryskiwanego metalu (stal, cynk, aluminium itd.), od wielkości wyrobów (drobne, średnie, duże) i od ich kształtów (płaskie, obrotowe).

Ilość metalu zużywanego do natrysku każdej ze wskazanych grup określa się na podstawie obliczenia powierzchni podlegających metalizacji z uwzględnieniem różnicy w gęstości metalu wyjściowego i natryskanego (tablica 3) i strat metalu przy natrysku (tablica 4 i 5) (rys. 1).

Straty metalu przy natryskiwaniu wyrobów o niewielkich wymiarach i skomplikowanych kształtach określa się doświadczalnie.

W tablicach 3, 4 i 5 podane są średnie wartości gęstości i średnie wielkości strat metalu, które zmieniają się w zależności od stanu powierzchni, temperatury wyrobu, technologii natrysku itp.

Ilość wykorzystanego metalu przy natryskiwaniu stali na czopy wałów za pomocą gazowych pistoletów natrysk-

Tablica 3

## Gęstość wyjściowych i natryskowych metalu [

Metal	Gęstość wyjściowego metalu	Gęstość nakatryskanego metalu przy	
		metalizacji elektrycznej	metalizacji gazowej
Cyna	7,28—7,3	—	6,82
Ołów	11,36	10,73	10,57
Cynk	6,92—7,2	6,2	6,5
Aluminium	2,54—2,67	—	2,55
Mosiądz	8,30—8,67	7,7	7,10
Brąz	8,76	—	8,10
Miedź	8,65—8,93	—	8,79
Żelazo	7,86	6,5—7,0	7,38

Tablica 4

## Straty metalu przy metalizowaniu wielkich płaskich powierzchni

Metal	Straty metalu przy metalizacji		
	pistoletami elektrycznymi I.K [10]	pistoletami gazowymi CM—1[5]	pistoletami gazowymi „Mogul” [15]
Ołów	—	40	40
Cyna	—	36	35
Kadm	—	34	30
Cynk	38	23	35
Brąz	—	12	19
Miedź	—	13	17
Mosiądz	36	10	22
Aluminium	21	13	15
Stal	25	10	18

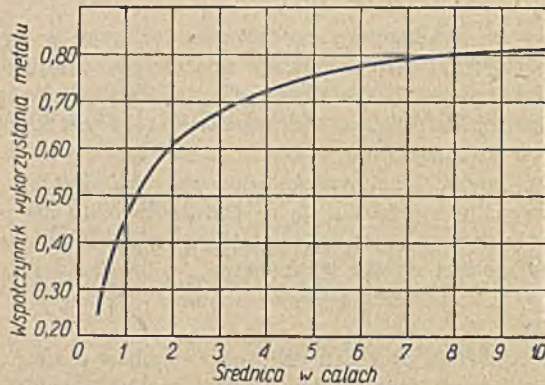


Tablica 5

## Straty metalu przy metalizacji elektrycznej stałą częścią o kształcie ciał obrotowych

Średnica części w mm	100	68	54	30	16
Straty w %	32	45	59	65	78

kowych podana jest na wykresie rys. 1 [15]<sup>1)</sup>. Zużycie metalu do pokrycia 1 m<sup>2</sup> płaskiej powierzchni podane jest w tablicy 6.



Rys. 1. Wykres wykorzystania metalu przy natrykiwaniu stałą czopów i wałów pistoletami gazowymi (według danych Metallizing Co of America).

Tablica 6

## Przykładowe użycie metalu (straty uliczone) przy pokrywaniu wielkich powierzchni płaskich

Metal	Zużycie metalu w kg/m <sup>2</sup> przy δ = 0,1 mm		
	LK-2	GM-1	„Mogul**
Ołów	—	1,76	1,76
Cynk	1,05	0,84	1,00
Aluminium	0,32	0,29	0,30
Mosiądz	1,20	0,79	0,91
Brąz	—	0,92	1,00
Stal	0,93	0,82	0,90

W celu uwzględnienia wybiegów<sup>2)</sup> przy obliczeniu ilości metalu niezbędnego do metalizacji natryskowej czopów wałów, obliczeniową ich długość przyjmuje się większą od nominalnej; przy długości czopa  $l = 50$  mm o 0,8  $l$  i odpowiednio: przy 100 mm — 0,4  $l$ , 200 mm — 0,3  $l$ , 300 mm — 0,2  $l$ .

Do określenia zużycia drutu stalowego przy metalizowaniu czopów różnych średnic firma Mogul (USA) stosuje wzór [15]:

$$G = \frac{d \cdot L \cdot \delta}{1,1 K}$$

gdzie:

$G$  — ciężar drutu zużywanego do metalizacji w funtach ang.,

$d$  — średnica czopa w calach ang.,

<sup>1)</sup> Liczby wzięte [ ] oznaczają kolejny numer spisu załączonej literatury.

<sup>2)</sup> Powierzchnia obejmowana stożkiem natrysku po obu stronach metalizowanego czopa poza jego nominalną długością.

$L$  — długość czopa (z dodatkiem na wybieg) w calach ang.,  
 $\delta$  — grubość powłoki w calach ang.,  
 $K$  — współczynnik wykorzystania określony z wykresu rys. 1.

## WYPOSAŻENIE

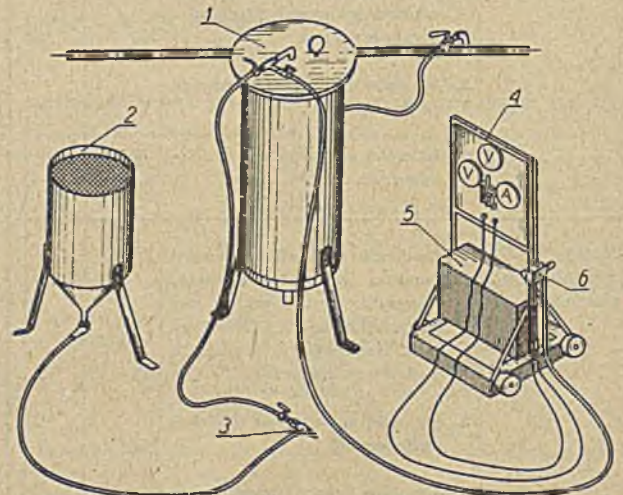
Wyposażenie stanowiska I klasy dobiera się według typowego kompletu podanego w tablicy 7.

Tablica 7

## Wykaz urządzeń stanowiska przenośnego do metalizacji

Nazwa urządzenia	Typ Charakterystyka	Ilość	Uwagi
Zbiornik piasku	Dowolny	1	Mogą być zastąpione przez dowolny typ piaskownicy
Piaskownica i związany z nią zbiornik piasku	Typu zasysającego	1	
Separator oleju i wody	MBO-Π	1	Koniczny przy metalizacji elektrycznej
Pistolet do metalizacji	Dowolnego typu	1	
Transformator redukujący	Moc 3 kW, napięcie po stronie niskiego napięcia 20÷35V	1	
Tablica rozdzielcza transformatora z przyrządami	—	1	Jak wyżej
Butle gazowe	{ Tlenowe, Acetylenowe	1	
Reduktory ciśnienia do butli	{ Tlenowe, Acetylenowe	1	Potrzebne przy pracy pistoletami gazowymi
Zawór redukcyjny powietrzny, Węże gumowe, okulary ochronne i narzędzia obsługujące	Do 6 at n	1	

Urządzenia I klasy są przewidziane do pracy w miejscu znajdowania się przedmiotu przeznaczonego do metalizacji, jeżeli jest tam doprowadzone powietrze sprężone. Urządzenie przenośne tego rodzaju podane jest schematycznie na rys. 2.



Rys. 2. Schemat stanowiska przenośnego elektrometalizacji: 1 — separator oleju i wody, 2 — zbiornik na piasek, 3 — pistolet do piaskowania, 4 — tablica rozdzielcza, 5 — transformator, 6 — pistolet elektryczny do metalizacji.



Ruchome urządzenia II klasy składają się z takiego samego wyposażenia co I klasy, uzupełnione są sprężarką powietrzną i umieszczone na samochodzie ciężarowym lub na przyczepie. Przy projektowaniu takich urządzeń należy zwracać uwagę na obrysy poszczególnych elementów, aby móc rozmieścić je racjonalnie na ograniczonej powierzchni, aby rozwiązać doprowadzenie prądu i urządzenie wentylacji.

Przy projektowaniu stałych warsztatów III klasy i wydziałów IV klasy z założonym programem produkcyjnym należy obliczyć ilość potrzebnych urządzeń do przygotowania powierzchni, do właściwej metalizacji oraz do obróbki i wykończenia powierzchni. W przypadku tym obliczenia przeprowadza się na podstawie uprzednio opracowanych procesów technologicznych.

Wyposażenie do wstępnego przygotowania powierzchni. Zasadniczym sposobem przygotowania powierzchni do metalizacji natryskowej w warsztatach pierwszej grupy III i IV klasy jest *piaskowanie*. W zależności od wielkości produkcji, od względów technologicznych i wymiarów części, piaskowanie wykonuje się w zamkniętych komorach albo w niewielkich piaskownicach.

Czas trwania piaskowania w bębnach w zależności od stanu powierzchni części wynosi około  $15 \div 20$  minut na jedno załadowanie, tj.  $15 \div 25$  kg części.

Przy dużej ilości przedmiotów do piaskowania stosuje się urządzenia, których zestawienie podaje tablica 8.

Przygotowanie powierzchni części o kształtach obrotowych w warsztatach drugiej grupy III i IV klasy przeprowadza się przez toczenie na *tokarkach ze śrubą pociągową* dowolnych typów, odpowiadających wymiarom części.<sup>1)</sup> Obliczenia ilości tokarek dokonuje się według zasad przyjętych dla obróbki wiórowej tego typu.

Przygotowanie powierzchni *metodą elektryczną* polega na tworzeniu na powierzchni części drobniutkich lejków i kropelek metalu stapianego przez łuk elektryczny powstający między powierzchnią oczyszczaną a elektrodą lub pękiem elektrod. Urządzenia stosowane do tego celu są patentowanymi zespołami [16, 17] składającymi się z transformatora i specjalnych uchwytów. Stosuje się je powszechnie w Stanach Zjednoczonych zarówno do przygotowania płaszczyzn, jak powierzchni obrotowych. W zależności od konstrukcji uchwytu (z podmuchem po-

Tablica 8

Zestawienie zasadniczych urządzeń oddziału przygotowania powierzchni części piaskowaniem przy dużych ilościach części

Nazwa urządzenia	Przeznaczenie	Stosowane w wydziałach		Uwagi
		klasy	grupy	
Suszarka	Suszenie piasku	IV	1; 3	
Sto mechaniczne	Przesiewanie piasku w celu otrzymaniażądanego ziarna	IV	1; 3	
Urządzenie do odtuszczania	Oczyszczanie części zatłuszczonych	IV	1; 3	Potrzebne w przypadkach silnego zatłuszczenia
Komora do piaskowania	Izolacja miejsca pracy od pyłu	IV	1	Do obróbki wielkich części o dużej powierzchni oczyszczonej
Piaskownica	Jak wyżej	III	1	Do drobnych części
Aparat do piaskowania typu tłoczącego	Przygotowanie powierzchni	IV	1; 3	W razie konieczności zapewnienia dużej wydajności
Aparat do piaskowania typu zasysającego	Jak wyżej	III	1	Do niewielkiej ilości części, z użyciem piaskownic komorowych
Separator oleju i wody	Oczyszczanie sprężonego powietrza	III	1	
Bęben	Mechaniczne mieszanie części przy oczyszczaniu i izolowanie źródła wytwarzania pyłu	IV	3	Do piaskowania drobnych części w dużych ilościach
Urządzenia wentylacyjne	Usunięcie pyłu jak wyżej	IV III	1; 3 1	

Do pracy w zamkniętych komorach mogą być stosowane *piaskownice dowolnego typu*. Automatyczne urządzenia do oczyszczania części lanych (stoły obrotowe itp) nie znajdują zastosowania w wydziałach metalizacji natryskowej, prócz wydziałów trzeciej grupy IV klasy, gdzie stosuje się bębny obrotowe.

Ilość niezbędnych piaskownic określa się z ich wydajności i z wielkości piaskowanych powierzchni. Według danych z praktyki średnią wydajność piaskownic pracujących przy ciśnieniu  $3,5 \div 4,0$  at n z dyszą o średnicy 8 mm i przy oczyszczaniu dużych płaskich powierzchni można przyjąć około 4 metrów kwadratowych na godzinę.

Do oczyszczania drobnych wyrobów metalowych (w wydziałach IV klasy trzeciej grupy) stosuje się bębny obrotowe.

wietrza lub bez) oraz od stosowanego prądu (stały lub zmienny i jego napięcie), charakter i stopień szorstkości powierzchni może być regulowany w szerokich granicach.

Zespoły te wyróżniają się zaletami zapewniającymi największą trwałość wiązania się metalu natryskiwanego z powierzchnią części, możliwością przygotowania powierzchni bardzo twardych (hartowanych, cementowanych itp.) nie dających się obrabiać narzędziami do obróbki wiórowej oraz możliwością przygotowania powierzchni w miejscach trudno dostępnych.

<sup>1)</sup> W niewielkich warsztatach tokarki te mogą być wykorzystane również do obracania części podczas procesu metalizacji natryskowej.



Wydajność zespołu odpowiada mniej więcej szybkości przygotowania powierzchni przez nacięcie zgrubne gwintu na tokarce.

Wyposażenie do metalizacji natryskowej. Urządzenia do metalizacji natryskowej dzielą się na trzy grupy według zasad ich działania.

2. Aparaty tyglowe. Łatwo topliwy metal do natrysku (cyna, ołów) topiony jest w tyglu ogrzewanym prądem elektrycznym. Aparaty te stosowane są w rzadkich przypadkach przy produkcji masowej. Są one niewygodne w obsłudze. Zakłady użytkujące wykonują je we własnym zakresie.

2. Pistolety natryskowe pracujące proszkami. Materiał natryskiwany, jak metale i inne materiały topliwe, np. szkło, masy plastyczne itp. stosuje się w stanie sproszkowanym [14]. Pistolety te wyróżniają się wysoką wydajnością, lekkością i prostotą konstrukcji. Konieczne jest stosowanie tlenu i gazu palnego. Są szeroko rozpowszechnione i produkowane w Anglii.

3. Pistolety natryskowe pracujące drutami:

a. *Gazowe.* Konieczne jest użycie tlenu i acetyleny o ciśnieniu co najmniej 1 at n. Pistolety te odznaczają się doskonałością konstrukcji i wysoką wydajnością. Zagranicą rozpowszechnione są pistolety wysoko-sprawne (do regeneracji zużytych powierzchni na obrabiarkach) i uniwersalne (do robót ręcznych). Gazowe pistolety natryskowe mają urządzenia do metalizacji wewnętrznych powierzchni rur i głębokich otworów.

b. *Łukowe.* Pracują na prądzie zmiennym transformowanym na napięcie 20 ÷ 30 woltów. Stosowane są do wszystkich rodzajów metalizacji. Nie są wyposażone w urządzenia do metalizacji wewnętrznych powierzchni rur. W porównaniu z aparatami gazowymi są mniej wydajne i mniej niezawodne.

W ZSRR stosowane są prawie wyłącznie pistolety łukowe nie wymagające tlenu i acetyleny.

Porównawcze charakterystyki gazowych i elektrycznych pistoletów natryskowych do metalizacji produkcji radzieckiej podaje tablica 9.

Ilość pistoletów natryskowych potrzebnych do wykonania programu produkcyjnego jest określona ilością zużywanego do natrysku metalu (oddzielnie dla każdego rodzaju) i wydajnością zastosowanych pistoletów (tablica 9).

Przy obliczaniu ilości zużywanego do natrysku metalu (wagowo) należy uwzględnić jego straty (tablica 4, 5 i rys. 1), współczynnik jednoczesności oraz współczynnik wykorzystania czasu maszynowego pistoletu.

Tablica 9

### Charakterystyka porównawcza pistoletów gazowych i elektrycznych

Marka	MH	ГМ-1	МА-10	ЛК	ЭМ-2
Typ pistoletu	Gazowe do robót uniwersalnych		Gazowe do pracy na obrabiarkach	Elektrolukowe do robót uniwersalnych	
Ciepota kG	1,4	1,3	2,2	1,7	1,1
Największa średnica stosowanego drutu—mm	1,5	1,5	2,3	1,5	1,5
Ciśnienie robocze sprężonego powietrza—at n	2,2	4 2	4 2	6,0	4,0÷5,0
Zużycie sprężonego powietrza — m <sup>3</sup> /min	0,5	1,0	0,7	1,2÷1,5	0,8
Ciśnienie robocze tlenu — at n	0,8÷1,7	1,1	1,1	—	—
Jak wyżej acetyleny	0,8÷1,6	1,0	1,0	—	—
Zużycie tlenu — m <sup>3</sup> /godz	0,8÷1,2	0,7	1,0	—	—
Jak wyżej acetyleny	0,7÷1,1	0,67	0,9	—	—
Zapotrzebowana moc elektryczna — kW	—	—	—	3,0÷3,5	3,0÷3,5
Robocze napięcie prądu V	—	—	—	20 ÷ 35	20 ÷ 35
Wydajność roztopionego metalu kg/godz przy pracy:					
cynkiem	2,5	7,2	5,0	3,0	4,2
aluminium	0,6	0,9	1,1	0,8	1,2
mosiądzem	1,2	1,7	1,8	1,9	3,0
stalią	0,9	1,0	2,3	1,2	3,5
Współczynnik wykorzystania czasu pracy maszyny	0,95	0,95	0,95	0,8	0,9

Wskutek szybkiego zużywania się niektórych części pistoletów natryskowych, do ich obliczonej ilości dodaje się przy projektowaniu pistolety zapasowe w ilości 1 szt. na każde 2 ÷ 3 pistoletów elektrycznych i 1 szt. na 4 ÷ 5 pistoletów gazowych.

Pomocnicze wyposażenie stanowisk pracy. Obliczona ilość pistoletów natryskowych określa ilość miejsc pracy, których wyposażenie podaje tablica 10.

Tablica 10

### Nomenklatura urządzeń

Nazwa urządzenia	Przeznaczenie	Używa się na stanowiskach podanych w tablicy 1		Uwagi
		klasa	grupa	
Separator oleju i wody	Oczyszczanie sprężonego powietrza	III i IV	2; 2; 3	—
Kabina lub stół do metalizacji	Izolacja źródła powstania pyłu	III i IV	1	Wyposaża się w wentylację wywiewną
Stanowisko lębnowe	Mechaniczne mieszanie części podczas procesu metalizacji	IV	3	Jak wyżej
Tokarka	Obracanie części podczas metalizacji	III—IV	2	Jak wyżej
Butle gazowe z zaworami redukcyjnymi	Zasilanie pistoletów gazem	III—IV	1; 2; 3	Potrzebne przy pracy pistoletami gazowymi
Transformator redukujący mocy 3 kW z tablicą rozdzielczą	Zasilanie pistoletu prądem o napięciu 20—35V	III—IV	1; 2; 3	Konieczny przy elektro-metalizacji
Szpule na stojaku do drutu, węzły gumowe i inne urządzenia pomocnicze	—	—	—	—



Tablica 10 podaje wyposażenie typowe, które w warunkach wydziału IV klasy nie zawsze się nadaje i może zająć konieczność konstruowania wyposażenia specjalnego.

Ilość bębnow do cynkowania drobnych części w wydziałach trzeciej grupy IV klasy określa się z wydajności wynoszącej 15 ÷ 25 minut na 1 załadunek bębna, tj. 15 ÷ 20 kg części (przy grubości powłoki około 0,05 ÷ 0,08 mm).

Wyposażenie do obróbki i wykończenia powłok. Do obróbki powierzchni powłok nakładanych przy regeneracji zużytych części, kształtów obrotowych używa się normalne obrabiarki do metali. Czas maszynowy do obróbki powłok stalowych określa się z warunków skrawania (tablica 11).

Tablica 11

#### Warunki skrawania przy obróbce powłok metalizowanych zwanych stalą [2]

Wskaźniki	Obróbka na tokarce	Szlifowanie
Szybkość skrawania w m/min przy obróbce:		
powłok niewysokiej twardości,	15 ÷ 18	25 ÷ 30
powłok twardych:	8 ÷ 10	
Posuw w mm/obrót	0,15 ÷ 0,25	5 ÷ 10
Głębokość skrawania mm	0,2 ÷ 0,5	0,015 ÷ 0,03
Ilość obrotów części obr/min	—	10 ÷ 15

Obróbkę toczeniem powłok z miękkich metali wykonuje się według przyjętych dla nich norm skrawania.

Wykończenie powłok do celów dekoracyjnych wykonuje się przez czyszczenie powierzchni za pomocą tarczowych szczotek stalowych oraz szlifowaniem i polerowaniem na normalnie stosowanych urządzeniach do tych operacji.

#### ZAŁOGA

Skład załogi wydziału metalizacji natryskowej w odniesieniu do zasadniczych czynności piaskowania i natryskiwania określa się według zaprojektowanej ilości miejsc pracy. Ilość robotników pomocniczych można przyjąć z obliczenia: 1 robotnik pomocniczy na 1 ÷ 2 komór do piaskowania lub 3 ÷ 4 piaskownic, lub też na 3 ÷ 4 stanowisk do metalizacji. W wydziałach z dużą ilością jednocześnie pracujących pistoletów do metalizacji natryskowej przewiduje się zatrudnienie ustawicza aparatury. Ilość robotników pozostałych zawodów określa się według łącznej pracochłonności robót i funduszu czasu pracy robotników.

#### ZUŻYCIE MATERIAŁÓW

Przy metalizacji używa się następujących materiałów: piasku (kwarcowego lub stalowego) do piaskownic, drutu metalowego przeznaczonego do natrysku oraz tlenu i acetylenu (do zasilania pistoletów gazowych).

Zużycie piasku zależy od konstrukcji piaskownicy, ciśnienia powietrza, średnicy otworu dyszy i innych czynników.

W piaskownicach tłoczących pracujących przy ciśnieniu powietrza 3,5 ÷ 4,5 at n, z dyszą o średnicy 8 mm, zużycie piasku na 1 dyszę wynosi 0,15 ÷ 0,3 m<sup>3</sup> na godzinę,

przy czym straty piasku wskutek ścierania się i porywania wynoszą 10 ÷ 20% [4].

W piaskownicach typu zasysającego zużycie piasku przy ciśnieniu powietrza 4,5 ÷ 6,0 at n wynosi 0,05 m<sup>3</sup> na godzinę.

Wielokrotność użycia piasku krzemowego przyjmuje się około 3 ÷ 4 razy, przy stratach na rozkurz 5 ÷ 8% przy każdorazowym użyciu.

Przy obliczaniu zużycia piasku ze złóż piaskowych należy uwzględniać straty przy przesiewaniu oraz straty na ciężarze przy suszeniu, które określa się doświadczalnie.

Zużycie drutu do metalizacji zależy od wymiarów i kształtów części metalizowanych, które decydują o wielkości procentowych strat bezzwrotnych metalu przy natryskiwaniu.

Orientacyjne zużycie drutu podano w tablicy 6.

Zużycie gazu przy pracy gazowymi pistoletami natryskowymi podano w tablicy 9.

#### ENERGETYKA URZĄDZEŃ I WYDZIAŁÓW METALIZACJI NATRYSKOWEJ

Wielkość i moc kompresorowni określa się z sumarycznej ilości powietrza sprężonego używanego do zasilania piaskownic i pistoletów natryskowych. Wskaźniki zużycia sprężonego powietrza oraz konieczne ciśnienie podane są w tablicy 12.

Energię elektryczną prócz sprężarek używają łukowe pistolety natryskowe do metalizacji (mocy około 3,0 ÷ 3,5 kW na każdy aparat), napędy obrabiarek oraz silniki urządzeń wentylacyjnych i wyciągowych.

Tablica 12

#### Normy zużycia i ciśnienia sprężonego powietrza

Nazwa urządzenia	Zużycie powietrza na 1 aparat m/min	Ciśnienie robocze at n
Pistolet do piaskowania typu zasysającego	0,8–1,2	4,5–6,0
Aparat do piaskowania typu tłoczącego	3,0	3,0–4,5
Pistolet lukowy, elektryczny, typu ЛК-2	1,2–1,5	6,0
Jak wyżej typu ЭМ-2	0,8	4,0–5,0
Pistolet gazowy:		
MH	0,5	2,5
ГМ-1	1,0	4,5
МА-40	0,7	4,5

Nawiewno-wywiewna wentylacja jest jednym z najważniejszych elementów wyposażenia warsztatów metalizacji natryskowej, gdzie ze względów zdrowotnych konieczne jest wyciąganie dużych ilości powietrza z jednoczesnym uzupełnieniem ilości ciepła traconego na skutek wentylacji w zimnej porze roku. Wydajność wentylatorów i niezbędną dla nich moc określa się z objętości powietrza usuwanego z miejsc tworzenia się kurzu.

Objętość wysysanego powietrza należy przyjmować:

a. dla piaskownic i komór do metalizacji według rozdziału XVI, tablica 30 oraz według danych Instytutu im. Obucha [11],

b. dla okapów wyciągowych przy urządzeniach do metalizacji — wychodząc z szybkości przepływu powietrza w dolnym ich przekroju — 3,0 ÷ 4,0 m/sek.

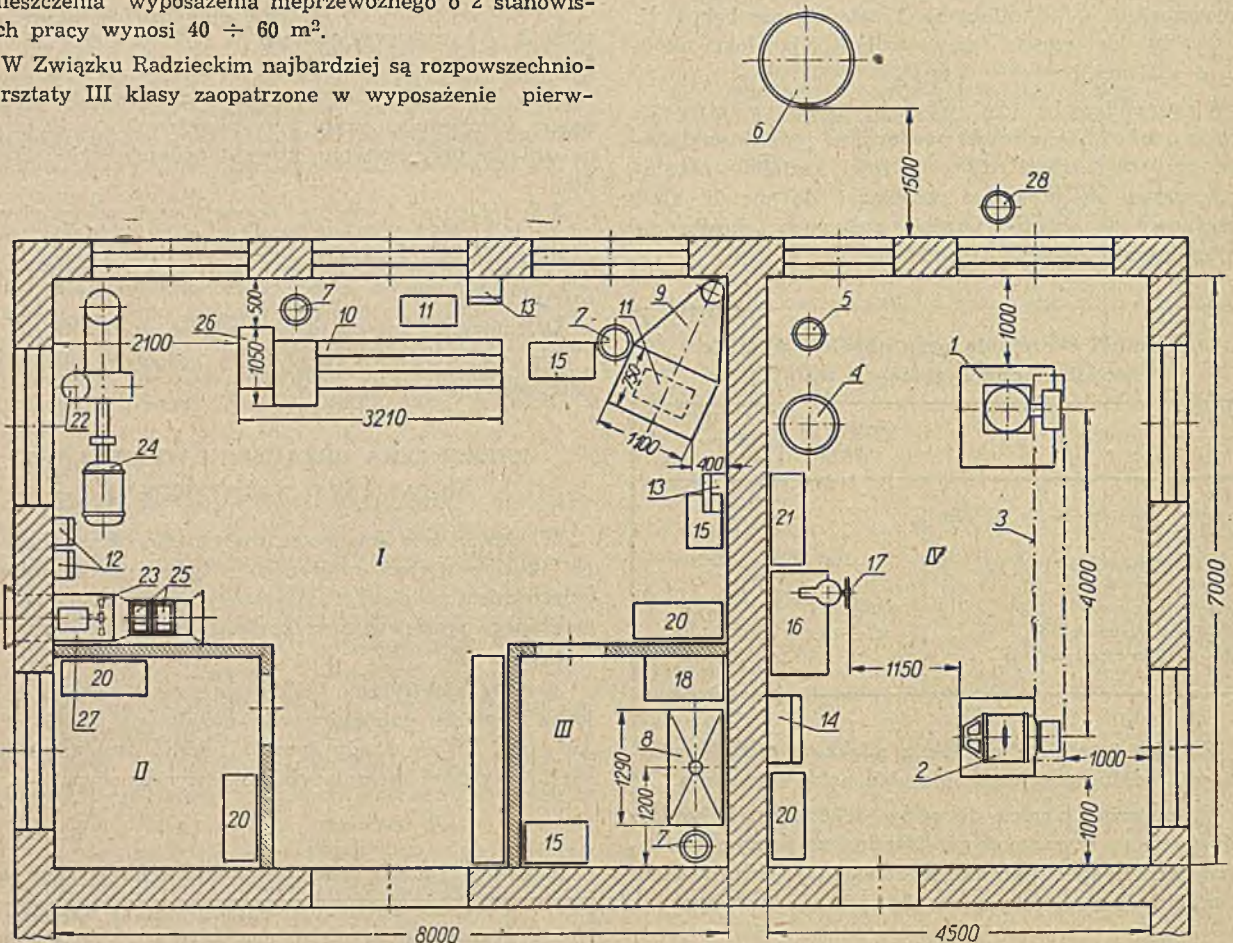


## POWIERZCHNIE, ICH ROZPLANOWANIE I ROZMIESZCZENIE URZĄDZEŃ

Przy projektowaniu urządzeń i wydziałów metalizacji praktycznie ustalono, że najmniejsza powierzchnia dla umieszczenia wyposażenia nieprzewoźnego o 2 stanowiskach pracy wynosi  $40 \div 60 \text{ m}^2$ .

W Związku Radzieckim najbardziej są rozpowszechnione warsztaty III klasy zaopatrzone w wyposażenie pierw-

za obszarem pomieszczeń produkcyjnych. Do chwytania kurzu tworzącego się przy piaskowaniu urządzenia wentylacyjne zaopatrzone są zwykle w pyłochłony. W wydziałach metalizacji gazowej generatory acetylenowe wysokie-



Rys. 3. Przykładowe rozplanowanie urządzeń wydziału metalizacji z dwoma stanowiskami pracy. I — Oddział metalizacji ( $56 \text{ m}^2$ ); II — biuro kierownika; III — oddział oczyszczania piaskiem; IV — oddział sprężarek ( $31,5 \text{ m}^2$ ); 1 — sprężarka  $\Gamma-1$  o ciśnieniu = 7 at n, wydajność  $5 \text{ m}^3/\text{min}$ ; 2 — silnik elektryczny 36 kW do sprężarki; 3 — osłona pasa; 4 — chłodnica sprężonego powietrza; 5 — zbiornik na olej do sprężarki; 6 — zbiornik sprężonego powietrza o ciśnieniu 7 at n, pojemność =  $2,5 \text{ m}^3$ ; 7 — separator oleju i wody; 8 — komora do płaskowania; 9 — kabina do metalizacji; 10 — tokarka; 11 — transformator do elektrometalizacji; 12 — tablica rozdzielcza silnika elektrycznego; 13 — tablica rozdzielcza transformatora; 14 — tablica rozdzielcza silnika elektrycznego; 15 — postumenty do narzędzi; 16 — stół ślusarski; 17 — imadło równoległe; 18 — zbiornik na piasek; 19 — stojak; 20 — szafy do narzędzi i druków; 21 — szafa do olejów smarnych; 22 — wentylator „Sirocco” (ssący) nr 4, typ W,  $n = 950 \text{ obr}/\text{min}$ ; 23 — wentylator ЦАГН Nr 6,  $n = 1450 \text{ obr}/\text{min}$ ; 24 — silnik elektryczny 2,2 kW,  $n = 950 \text{ obr}/\text{min}$ ; 25 — grzejnik S = 4; 26 — silnik elektryczny tokarski, 3,5 kW; 27 — silnik elektryczny wentylatora, 0,8 kW,  $n = 1450 \text{ obr}/\text{min}$ ; 28 — filtr.

szej i drugiej grupy, zapewniające możliwość wykonywania różnych prac. Przykład rozplanowania urządzeń w takim warsztacie podany jest na rys. 3 [9]. Warsztat o ogólnej powierzchni  $87,5 \text{ m}^2$  składa się z dwóch oddziałów: metalizacji ( $56 \text{ m}^2$ ) i stacji sprężarek ( $31,5 \text{ m}^2$ ).

Przy projektowaniu specjalnych wydziałów IV klasy i rozplanowaniu ich wyposażenia należy uwzględnić konieczność wyodrębnienia urządzeń do metalizacji od piaskownic, które powinny być w oddzielnym pomieszczeniu położonym w bezpośrednim sąsiedztwie pomieszczeń do przygotowania powierzchni i do ich metalizacji. Poza tym należy zapewnić w nich jednakową, właściwą temperaturę w porze zimowej. W celu zmniejszenia hałasu celowe jest umieszczenie zespołów wentylacji wyciągowej po-

go ciśnienia należy umieszczać w oddzielnych pomieszczeniach.

Nie istnieją specjalne wytyczne rozplanowania powierzchni i urządzeń wydziałów metalizacji natryskowej, o usytuowaniu ich decyduje cykl technologiczny całego zakładu.

### NIEKTÓRE DANE O KOSZTACH METALIZACJI NATRYSKOWEJ

Przybliżony koszt metalizacji natryskowej może być określony wstępną kalkulacją na podstawie wskaźników podanych w tablicach 3, 4, 6, 9 i 12.



Orientacyjny koszt powlekania metalem drogą metalizacji natryskowej obliczony dla optymalnych warunków pracy podany jest w tablicach 13 i 14.

Tablica 14

Koszt (w rublach) metalizacji stałą czopów wałów o długości  $L = 100$  mm i grubości powłoki  $\delta = 2,5$  mm

Tablica 13

Koszt (w rublach) metalizacji  $1 \text{ m}^2$  wielkich powierzchni płaskich o grubości powłoki  $0,1$  mm

Metal	Typ pistoletu		
	łukowy elektryczny ЛК	gazowy ГМ-1	gazowy МА-40
Cynk	7,35	6,07	5,06
Aluminium	6,98	5,43	4,88
Mosiądz	11,26	7,82	8,88
Stal	11,73	11,45	7,01

Średnica czopów mm	Typ pistoletu		
	łukowy elektryczny ЛК	gazowy ГМ-1	gazowy МА-40
25	5,19	6,57	3,19
50	7,49	9,48	4,62
75	9,96	12,65	6,20
100	12,71	16,05	7,86
125	15,30	19,35	9,47
150	18,00	22,79	11,12
175	20,16	25,56	12,40
200	22,81	28,90	14,19

Oplacalność metalizacji przy remoncie części samochodowych podaje tablica 15 [12].

Koszt robót związanych z usunięciem wad porowatości w lanych częściach silników i uzyskane przy tym oszczędności podane są w tablicy 16 [6].

Tablica 15

Koszt regeneracji zużytych części samochodu ЗИС — z metodą metalizacji

Nazwa części	Miejsce regenerowane części	Koszt regeneracji (materiał, robocizna, koszty nakładowe) w rublach	Cena sprzedaży nowej części w rublach	Stosunek kosztów regenerowanej części do kosztu nowej w %
Wał wykorblony	7 czopów głównych i 6 czopów korbowych	83,28	105,00	79,3
Wał rozrządowy	4 czopy oporowe	11,70	38,00	30,0
Wał napędu pompy wodnej	Czopy: tulejek korpusu, kółka wentylatora, kołnierza pompy wodnej	9,40	8,80	107,0
Wał wentylatora	Czopy przedniego i tylnego łożyska wałeczkowego	3,75	5,50	68,0
Lunetka półosi	Czopy zewnętrznego i wewnętrznego łożyska wałeczkowego	9,45	50,00	18,9
Kołak zwrotny	Jak wyżej	4,48	26,00	17,4
Rotor prądnic	Czop kolektora	1,48	16,50	9,0
Rotor rozrusznika	Czop rotoru i kolektora	3,07	17,75	17,2

Tablica 16

Koszt naprawy wad odlewów metalizacją  
Zakłady budowy samochodów im. Mołotowa w Gorki

Nazwa części	Ciężar kG	Koszt odlewu w rublach	Koszt naprawy w rublach		Oszczędność na jednej części w rublach	
			z uprzednim elektrycznym zaspawaniem	bez uprzedniego zaspawania	z uprzednim elektrycznym zaspawaniem	bez uprzedniego zaspawania
Blok cylindrowy	91,7	177,50	6,30	4,20	171,20	173,30
Głowica bloku	17,8	30,60	4,10	3,0	26,50	27,50
Korpus pompy wodnej	2,2	15,90	2,00	1,0	13,90	14,90
Rura wydechowa	10	81,20	2,00	1,00	79,20	80,20
Rura ssąca	3,7	4,40	1,30	1,00	3,00	3,40
Korpus filtra olejowego	3,5	7,30	1,80	0,90	5,50	6,40
Oslona sprzęgła	21,2	27,60	5,20	1,90	22,40	25,60
Oslona koła rozrządowego	10,9	7,90	2,50	1,90	5,40	5,90
Oslona skrzynki biegów	16,6	11,70	2,60	1,90	9,10	9,70



## LITERATURA I ŹRÓDŁA

1. E. ANTOSZIN: Technologia mietalizacji rozpyleniem. Maszgiz. M. 1944.
2. E. ANTOSZIN POTOCKI W: Mietalizacja rozpyleniem dla wosstanowlenja iznoszennych dietalej maszin. Gławawtogen, 1941.
3. BALLARD: Metallurgia, 1943, 28, 165, 105/107. Podgotowka zakalonych powierzchnostej k mietalizacji elektrodugowym sposobom.
4. S. GARFUNKIEL, W. BIERDNIKOW: Teoria i praktika processa mietalizacji raspyleniem, Gos.izd-wo Wiestn. Prom. ZSSR, 1940.
5. GISCHON T.: Metallizer 1936, t. 5, nr 2, 2/5.
6. GORKOWSKI Zawod im. Molotowa. Technoekonomiczeskije pokazatieli primienjenja mietalizacji dla isprawlenja diefakta dietalej iz sierowo czuguna. Otcziot, 1943.
7. KUNKLER. Oil a. Gas Co, 1943, 42-6-66. Podgotowka powierchnosti k mietalizacji elektriczskim sposobom.
8. Marz - 2. Wosstanowlenie iznoszennych dietalej awtomobila ZIS-5 sposobom elektromietalizacji. Otcziot, cz. I, 1939.
9. Montažnotiechničeskaja k-ra Gławawtogena, tipowej projekt mietalizacjonnoj mastierskoj dla rudoriemontnych zawodow, Narkomugla ZSSR, 1941.
10. Orgamietali, Otcziot Komissji po ispytanjam elektromietalizatora Ł K - 2.
11. Orgamietali, Otcziot Mosk. In-ta profzabolewanij im. Obucha.
12. Orgamietali, CANIL. Wozstanowlenie iznoszennych awtodietalej sposobom mietalizacji - Otcziot.
13. Rid, Iron Age 1943, 151 - 7 - 61/65. Podgotowka k mietalizacji zakalonych powierzchnostej.
14. Skerret, Compressed Air Magaz. 194c. 45-6057-60. Pistolet rozpylajuszczij poroszki mietalłow i plastmass.
15. Mogul Metalliser Process Manuel 1914 (Metallizing Co of America).
16. Metallising Co of America. Katalog.
17. Metallizing Engineering Co. Katalog.



## Rozdział X

### PROJEKTOWANIE NARZĘDZIOWNI

#### KLASYFIKACJA NARZĘDZIOWNI I PODSTAWOWE DANE DO ICH PROJEKTOWANIA

##### Organizacja gospodarki narzędziowni

Układ i istota projektu narzędziowni zależy od technologicznych i organizacyjnych właściwości obsługiwanej produkcji, jak również od ogólnej organizacji gospodarki narzędziowej zakładu. W tablicy 1 podane są podstawowe organizacyjne części gospodarki narzędziowej zakładu, w związku z wypełnianymi przez nie czynnościami,

w stosunku do każdego typu narzędzi. Tam również są wskazane: organizacja produkcji oraz miejsce narzędziowni w gospodarce narzędziowej zakładu.

Organizacja produkcji narzędziowej jest określona ciężarem jednostkowym poszczególnych typów narzędzi. Produkcja tłoczników i modeli metalowych w zakładach z dużymi wydziałami pomocniczymi może być wydzielona w wydziały specjalne. Przy dużej produkcji urządzeń może być przewidziany oddzielny wydział urządzeń [11].

Tablica 1

Organizacja gospodarki narzędziowej zakładu

Rodzaj narzędzia	Wydziały i komórki gospodarki narzędziowej zakładu dla spełnienia następujących funkcji							
	Wykonanie	Remont kapitalny	Regeneracja	Ogólnofabryczne przechowywanie	Wydziałowe przechowywanie i obrót narzędziami	Remont bieżący i przystosowanie	Ostrzenie	Kontrola eksploatacji
Narzędzia tnące	Oddział narzędzi tnących narzędziowni	—	Oddział regeneracji narzędzi narzędziowni	Centralny magazyn narzędziowy	Podręczny magazyn narzędziowy wydziału użytkującego	Sekcja bieżącego remontu narzędzi wydziału użytkującego	1. Oddział ostrzenia wydziału użytkującego 2. W przypadku małych wydziałów użytkujących ogólnofabryczny oddział ostrzenia	1. Punkty kontroli technicznej w oddziale ostrzenia w sekcji bieżącego remontu wydziału użytkującego 2. Punkty kontroli technicznej w ogólnofabrycznym oddziale ostrzenia i w sekcji bieżącego remontu narzędzi wydziału użytkującego
Narzędzia miernicze	Oddział narzędzi mierniczych narzędziowni			Centralny magazyn narzędziowy	Podręczny magazyn narzędziowy wydziału użytkującego	Sekcja bieżącego remontu narzędzi wydziału użytkującego	—	Punkt kontrolno-sprawdzający wydziału użytkującego
Narzędzia pomocnicze	Oddział narzędzi pomocniczych narzędziowni			Centralny magazyn narzędziowy	Podręczny magazyn narzędziowy wydziału użytkującego	Sekcja bieżącego remontu narzędzi wydziału użytkującego	—	Punkt kontroli technicznej w sekcji remontu bieżącego narzędzi wydziału użytkującego
Urządzenia	Oddział urządzeń narzędziowni			1. Magazyn wydziału użytkującego 2. Przy większej ilości urządzeń zapasowych centralny magazyn narzędziowy	Magazyn urządzeń wydziału użytkującego	Sekcja remontu bieżącego urządzeń oraz sekcja przygotowania urządzeń wydziału użytkującego	—	Punkty kontroli technicznej w sekcji bieżącego remontu narzędzi wydziału użytkującego



Rodzaj narzędzia	Wydziały i komórki gospodarki narzędziowej zakładu dla spełnienia następujących funkcji							
	Wykonanie	Remont kapitalny	Regeneracja	Ogólnofabryczne przechowywanie	Wydziałowe przechowywanie i obrót narzędziami	Remont bieżący i przystosowanie	Ostrzenie	Kontrola eksploatacji
Tłoczniki i matryce kuźnicze	W zależności od warunków miejscowych oraz orientacyjnie przy rocznym zakresie produkcji: a. do 40 ÷ 50 tys. maszynogodzin — oddział tłoczników i matryc kuźniczych narzędziowni, b. ponad 40 ÷ 50 tys. maszynogodzin — wydział tłoczników i matryc kuźniczych			Magazyn tłoczników i matryc kuźniczych wydziału użytkującego		Sekcja remontu bieżącego tłoczników i matryc w wydziale użytkującym	—	Punkt kontroli technicznej w wydziale użytkującym
Tłoczniki do tłoczenia na zimno	W zależności od warunków miejscowych oraz orientacyjnie przy rocznym zakresie produkcji: a. do 40 ÷ 50 tys. maszynogodzin — oddział tłoczników do tłoczenia na zimno narzędziowni, b. powyżej 40 ÷ 50 tys. maszynogodzin wydział tłoczników do tłoczenia na zimno			1. Magazyn tłoczników do tłoczenia na zimno wydziału użytkującego 2. Przy małych wymiarach i dużych ilościach tłoczników zapasowych — centralny magazyn narzędziowy		Sekcja remontu bieżącego tłoczników w wydziale użytkującym	Sekcja ostrzenia narzędzi w wydziale użytkującego	Punkt kontroli technicznej w wydziale użytkującym
Modelce metalowe	W zależności od warunków miejscowych oraz orientacyjnie przy rocznym zakresie produkcji: a. do 7 ÷ 10 tys. maszynogodzin — oddział modeli metalowych narzędziowni, b. ponad 7 ÷ 10 tys. maszynogodzin — wydział modeli (patrz tabl. 22).			Magazyn modeli w wydziale modelarskim	Magazyn modeli wydziału odlewniczego	Sekcja remontu bieżącego modeli, form do pras, form metalowych do odlewów i skrzynek wydziału odlewniczego	—	Punkt kontroli technicznej w wydziale użytkującym
Modelce drewniane	Wydział modelarski			Magazyn modeli w wydziale modelarskim	Magazyn modeli wydziału odlewniczego	Sekcja remontu bieżącego modeli, form do pras, form metalowych do odlewów i skrzynek wydziału odlewniczego	—	Punkt kontroli technicznej w wydziale użytkującym
Formy do pras i formy metalowe do odlewów	W zależności od warunków miejscowych oraz orientacyjnie przy rocznym zakresie produkcji: a. do 20 tys. maszynogodzin — oddział form do pras wydziału modelarskiego lub sekcja form do pras narzędziowni, b. ponad 20 tys. maszynogodzin — sekcja form do pras oddziału odlewów pod ciśnieniem — wydział odlewniczego (patrz tabl. 23)			Magazyn form do pras i form metalowych do odlewów		Sekcja remontu bieżącego modeli, form do pras, form metalowych do odlewów i skrzynek wydziału odlewniczego	—	Punkt kontroli technicznej w wydziale użytkującym
Skrzynki formierskie	W zależności od warunków miejscowych oraz orientacyjnie przy rocznym zakresie produkcji a. do 2 ÷ 3 tys. maszynogodzin — wydział remontowo - mechaniczny zakładów, b. ponad 2 ÷ 3 tys. maszynogodzin — oddział wydziału modelarskiego			Magazyn skrzynek wydziału użytkującego		Sekcja remontu bieżącego modeli, form do pras, form metalowych do odlewów i skrzynek wydziału odlewniczego	—	Zaloga produkcyjna wydziału użytkującego
Narzędzia pneumatyczne	Oddział remontu narzędzi pneumatycznych narzędziowni <sup>1)</sup> lub oddział regeneracji narzędzi narzędziowni			Centralny magazyn narzędziowy	Podręczny magazyn narzędziowy wydziału użytkującego	Oddział remontu narzędzi pneumatycznych lub oddział regeneracji narzędzi narzędziowni	—	Zaloga produkcyjna wydziału użytkującego
Narzędzia kotlarskie	W zależności od warunków miejscowych oraz orientacyjnie przy rocznym zakresie produkcji: a. do 50 ÷ 60 tys. maszynogodzin — sekcja oddziału narzędzi pomocniczych, b. ponad 50 ÷ 60 tys. maszynogodzin — oddział narzędzi kotlarskich narzędziowni			Centralny magazyn narzędziowy	Podręczny magazyn narzędziowy wydziału użytkującego	Oddział narzędzi pomocniczych narzędziowni. Sekcja remontu bieżącego narzędzi wydziału użytkującego	—	Punkt kontroli technicznej w sekcji remontu bieżącego narzędzi wydziału użytkującego
Narzędzia ślusarsko-montażowe	— Oddział regeneracji narzędzi narzędziowni			Centralny magazyn narzędziowy	Podręczny magazyn narzędziowy wydziału użytkującego	Sekcja remontu bieżącego narzędzi wydziału użytkującego	—	Zaloga produkcyjna wydziału użytkującego

1) Wykonywane są jedynie części narzędzi pneumatycznych.



Tablica 1 (c. d.)

Rodzaj narzędzia	Wydziały i komórki gospodarki narzędziowej zakładu dla spełnienia następujących funkcji							
	Wykonanie	Remont kapitalny	Regeneracja	Ogólnofabryczne przechowywanie	Wydziałowe przechowywanie i obrót narzędziami	Remont bieżący i przystosowanie	Ostrzenie	Kontrola eksploatacji
Narzędzia ścierne	—	—	Warsztat regeneracji narzędzi ściernych	Centralny magazyn narzędziowy lub (przy dużym zakresie stosowania narzędzi ściernych) centralny magazyn narzędzi ściernych	Podręczny magazyn narzędziowy lub (przy dużym zakresie stosowania narzędzi ściernych) magazyn narzędzi ściernych wydziału użytkującego	Warsztat regeneracji narzędzi ściernych	—	Załoga produkcyjna wydziału użytkującego

Klasyfikacja narzędziowni (tablica 2) jest oparta na zasadzie następujących cech:

a. przeznaczenia narzędziowni ze względu na zakres wykonywania remontu kapitalnego i regeneracji różnego rodzaju narzędzi,

b. wielkości narzędziowni określanej przybliżoną liczebnością jej parku maszynowego (według zasadniczych obrabiarek).

Według pierwszej cechy określa się klasę i dokładne nazwy wydziałów.

I klasa. *Narzędziownia* wykonująca narzędzia wszelkich typów, z wyjątkiem kupnych, jak również wykonująca remont kapitalny i regenerację narzędzi własnej produkcji i kupnych.

II klasa. *Narzędziownia* (niekompletna), w zakres której wchodzi wykonywanie narzędzi wszelkich typów z wyjątkiem kupnych oraz stosowanych w dużych ilościach przez projektowany zakład (tłoczniki, modele), remont kapitalny i regeneracja narzędzi własnej produkcji.

III klasa. *Wydział matryc i tłoczników kuźniczych*. Wydział ten jest przeznaczony do wykonywania remontu kapitalnego i regeneracji matryc i tłoczników kuźniczych.

IV klasa. *Wydział tłoczników do tłoczenia na zimno*. W zakres wydziału tego wchodzi wykonywanie, remont kapitalny i regeneracja tłoczników do tłoczenia na zimno.

V klasa. *Wydział modelarski* przeznaczony do wykonywania, remontu kapitalnego i regeneracji modeli (metalowych i drewnianych), jak również form do pras i form metalowych do odlewów.

Według drugiej cechy wszystkie narzędziownie dzieli się na grupy w każdej klasie. Narzędziownie każdej grupy posiadają szereg wspólnych właściwości, a mianowicie: charakterystykę zasadniczego wyposażenia, warunki rozplanowania powierzchni, analogiczne lub też pokrewne wskaźniki techniczno-ekonomiczne.

Organizacja narzędziowni jest określona charakterem zasadniczej produkcji zakładów i zapotrzebowaniem na każdy oddzielny typ narzędzia.

W tablicy 3 podana jest organizacja produkcji narzędziowni I, III, IV i V klasy. Narzędziownia II klasy może się składać ze wszystkich oddziałów wykazanych w I klasie z wyjątkiem tych, które są wydzielane w wydziały samodzielne III, IV i V klasy.

W skład każdej narzędziowni wchodzi oddziały zasadnicze, oddziały pomocnicze, pomieszczenia usługowe i socjalne.

Pierwsze dzieli się według zasady ich tworzenia na „przedmiotowe“ i „technologiczne“. Oddziały przedmiotowe są przeznaczone do wykonywania remontu kapitalnego i regeneracji poszczególnych *rodzajów narzędzi*. Wyjątek stanowią: a. oddział noży i pozostałych narzędzi tnących, w którym następuje tylko wykonywanie nowych narzędzi, b. oddział regeneracji narzędzi, w którym dokonuje się regeneracji narzędzi tnących, ślusarsko-montażowych i drobnych pomocniczych. Oddziały technologiczne są przeznaczone do wykonywania poszczególnych *operacji technologicznych*.

Oddziały pomocnicze, pomieszczenia usługowe i socjalne są projektowane odpowiednio do wymiarów i właściwości zasadniczych oddziałów narzędziowni.

Tablice 4, 5 i 6 są poświęcone organizacji wydziałów I—IV klas; wskazują one celowość łączenia oddziałów w zależności od ich rozmiarów.

Celowość wydzielenia w narzędziowni oddziału modelarskiego (V klasa), jak również samodzielnych oddziałów tłoczników i modeli (I klasa), ustala się przy projektowaniu, w zależności od właściwości zasadniczej produkcji [1, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 16, 17].

**Metody projektowania.** Istnieją dwie metody projektowania narzędziowni: wstępna i szczegółowa.

**Metoda wstępna**, zwykle stosowana przy projektowaniu narzędziowni o obszernym asortymencie, posiada dwie odmiany: wagową i wskaźnikową [1].

**Metoda wagowa** umożliwia określenie ilości wyposażenia narzędziowni przez obliczenia wagowo jej programu:

a. według ilości obsługiwane wyposażenia zasadniczych oddziałów (narzędzia skrawające, miernicze i pomocnicze, przyrządy),

b. według wagi rocznej produkcji oddziałów przygotowawczych (tłoczniki, modele, formy do pras, kokile, narzędzia dla oddziałów konstrukcji metalowych) [3, 14, 15].

**Metoda wskaźnikowa** daje możliwość przeprowadzenia obliczenia wyposażenia narzędziowni bezpośrednio według wskaźników uzależniających ilość obrabiarek produkcyjnych narzędziowni od:

a. ilości obsługiwane wyposażenia zasadniczych wydziałów zakładów,



## Klasyfikacja narzędziowni

Nazwa wydziału	Narzędziowy		Narzędziowy <sup>1)</sup>		Tłoczników i matryce kuźniczych		Tłoczników do tłoczenia na zimno		Modelarski
	I		II		III		IV		V
	1	2	1	2	1	2	1	2	1
Przeznaczenie	Wykonanie, remont kapitalny i regeneracja narzędzi tnących, mierzniczych, pomocniczych, przyrządów, tłoczników modeli, form do pras i form metalowych do odlewów		Wykonanie, remont kapitalny i regeneracja narzędzi wszelkiego rodzaju, z wyjątkiem stosowanych w dużych ilościach, których wyrób odbywa się w specjalnie wydzielonym wydziale (tłoczniki, modele)		Wykonanie, remont kapitalny i regeneracja tłoczników matryc kuźniczych (do tłoczenia na gorąco)		Wykonanie, remont kapitalny i regeneracja tłoczników do tłoczenia na zimno		Wykonanie, remont kapitalny i regeneracja modeli metalowych, jak również form do pras, form metalowych do odlewów i skrzynek formierskich <sup>2)</sup>
Przypuszczalne wyposażenie narzędziowni	Do 100 obrabiarek	Ponad 100 obrabiarek	Do 100 obrabiarek	Ponad 100 obrabiarek	Od 10 do 20 obrabiarek	Ponad 20 obrabiarek	Od 10 do 20 obrabiarek	Ponad 20 obrabiarek	Od 12 do 50 obrabiarek
Usytuowanie oddziału	Do 100 obrabiarek — przeważnie w jednym budynku z wydziałem remontowo-mechanicznym lub z wydziałem mechanicznym zasadniczej produkcji Ponad 100 obrabiarek — przeważnie w oddzielnym budynku				W zależności od warunków fabrycznych: a. w budynku narzędziowni, b. w budynku wydziału użytkującego	Przeważnie w budynku wydziału użytkującego	W zależności od warunków fabrycznych: a. w budynku narzędziowni, b. w budynku wydziału użytkującego	Przeważnie w budynku wydziału użytkującego	W zależności od warunków fabrycznych
Typ zasadniczej produkcji i fabryki	Wszystkie typy produkcji		Seryjny i masowy		Seryjny i masowy		Seryjny i masowy		Wszystkie typy produkcji
Charakterystyczne dziedziny budowy maszyn	Fabryki wyposażenia metalurgicznego, budowy maszyn kuźniczych i pras, budowy obrabiarek, budowy silników Diesla, budowy kompresorów, części samochodowo-ciągnikowych i innych		Fabryki z dużymi wydziałami pomocniczymi: budowy samochodów, ciągników, czołgów itp. oraz zakłady łożysk, amunicji, wyposażenia artyleryjskiego, budowy parowozów i wagonów. Zakłady budowy maszyn nie posiadające wydziałów pomocniczych, a otrzymujące odkuwki i odlewy z zewnątrz (budowy obrabiarek, silników, agregatów itp.)		Zakłady z rozbudowanymi wydziałami kuźniczymi: samochodowe, silnikowe, parowozowe, budowy wagonów itd. oraz specjalne fabryki — kuźnie, np. odkuwki samochodowo-ciągnikowych		Fabryki z rozbudowanymi wydziałami tłoczenia na zimno, np. budowy samochodów i ciągników, uzbrojenia strzeleckiego itp. oraz specjalne fabryki tłoczenia na zimno, np. karoserii samochodowych i inne		Fabryki z rozbudowanymi odlewniami, np. budowy samochodów i ciągników, amunicji lancji itp. oraz specjalne odlewnie do odlewów samochodowych, silnikowych, obrabiarkowych i innych.

<sup>1)</sup> Niekompletny.<sup>2)</sup> Połączenie produkcji modeli metalowych i drewnianych stosuje się w poszczególnych zakładach ZSRR oraz USA. Wskazówki do projektowania wydziałów modeli drewnianych są podane w rozdziale VI „Projektowanie wydziałów obróbki drewna.”



Tablica 3

Przykładowa organizacja produkcji narzędziowni

Klasyfikacja oddziałów	Wydział I klasy (ponad 200 obrabiarek)	Wydział III klasy (ponad 65 obrabiarek)	Wydział IV klasy (ponad 40 obrabiarek)	Wydział V klasy	
Oddziały zasadnicze	przedmiotowe	1. Noży 2. Pozostałych narzędzi tnących 3. Narzędzi mierniczych 4. Narzędzi pomocniczych 5. Przyrządów 6. Tłoczników kuźniczych 7. Tłoczników do tłoczenia na zimno 8. Modeli metalowych <sup>1)</sup> 9. Znornalizowanych części 10. Regeneracji narzędzi 11. Remontu narzędzi pneumatycznych 12. Narzędzi kotlarskich <sup>2)</sup>	1. Matryce młotowych 2. Tłoczników do spęcznienia 3. Tłoczników okrawających 4. Znornalizowanych części 5. Sekcja remontu bieżącego tłoczników	1. Tłoczników do tłoczenia na zimno 2. Znornalizowanych części 3. Sekcja remontu bieżącego tłoczników 4. Skrzynki formierskich	1. Modeli metalowych 2. Modeli drewnianych 3. Form do pras i form metalowych do odlewów 4. Skrzynki formierskich
	technologiczne	1. Krawalnia (wraz z magazynem materiałów <sup>3)</sup> ) 2. Kuźnia <sup>3)</sup> 3. Spawalniczy <sup>3)</sup> 4. Obróbki cieplnej 5. Metalizacji	1. Krawalnia (wraz z magazynem materiałów) 2. Obróbki cieplnej (wraz z sekcją spawalniczą) 3. Kuźnia	1. Krawalnia (wraz z magazynem materiałów) 2. Obróbki cieplnej (wraz z sekcją spawalniczą) 3. Kuźnia	1. Krawalnia (wraz z magazynem materiałów) 2. Przygotowawczy (wraz z magazynem suchego drewna) 3. Metalizacji 4. Obróbki cieplnej (form do pras)
Oddziały pomocnicze	1. Ostrzenia narzędzi drugiej kategorii <sup>4)</sup> 2. Warsztat mechanika wydziałowego 3. Laboratorium pomiarowe 4. Laboratorium metalograficzne 5. Doświadczalny	1. Ostrzenia narzędzi drugiej kategorii 2. Wzorników mechanika wydziałowego 3. Warsztat mechanika wydziałowego	1. Ostrzenia narzędzi drugiej kategorii 2. Modeli do tłoczników 3. Wzorcowy punkt z sekcją wykonywania wzorników 4. Warsztat mechanika wydziałowego	1. Warsztat mechanika wydziałowego	

1) W skład oddziału mogą być włączeni modelarze wykonujący modele drewniane służące do odlewu modeli metalowych.  
 2) Przy nieznacznej ilości narzędzi kotlarskich, zwykle produkcję ich przejmuje oddział narzędzi pomocniczych.  
 3) Oddziały takie, jak krawalnia, kuźnia i spawalniczy, często ze względów administracyjnych, łączą się w jeden oddział przygotowawczy.  
 4) Wykonywanie narzędzi drugiej kategorii przeprowadza się w odpowiednich oddziałach narzędziowni.

b. wagi rocznej produkcji oddziałów przygotowawczych  
 Metody tej zwykle używa się przy ograniczonym zakresie produkcji projektowanych wydziałów wszystkich klas.

Tablica 4

Przykładowa organizacja narzędziowni (I i II klasy) o różnej ilości obrabiarek

Nazwa oddziałów	Ilość zasadniczych obrabiarek narzędziowni								
	201 i więcej	151-200	101-150	76-100	51-75	36-50	26-35	13-25	do 12
Noży									
Pozostałych narzędzi tnących									
Ostrzenie narzędzi 2 kategorii									
Doświadczalny									
Narzędzi pomiarowych									
Regeneracji narzędzi									
Narzędzi pomocniczych									
Przyrządów									
Części znornalizowanych									
Krawalnia									
Warsztat mechanika wydziałowego									
Obróbki cieplnej i spawalniczy									
Kuźnia									
Powłok metalowych									
Laboratorium pomiarowe									
Laboratorium metalograficzne									
Tłoczników i modeli	W zależności od właściwości zasadniczej produkcji								

Tablica 5

Przykładowa organizacja wydziału tłoczników kuźniczych (III klasy) o różnej ilości obrabiarek

Nazwa oddziału	Ilość zasadniczych obrabiarek wydziału					
	65 i więcej	41-65	31-40	21-30	13-20	do 12
Tłoczników młotowych						
Tłoczników wybijałowych						
Tłoczników obcinaków						
Wzorników						
Warsztat mechanika wydziałowego						
Ostrzenie narzędzi 2 kategorii						
Krawalnia						
Remontu tłoczników						
Obróbki cieplnej z sekcją spawalniczą						



Tablica 6

Przykładowa organizacja wydziału tłoczników do tłoczenia na zimno (IV klasy) o różnej ilości obrabiarek

Nazwa oddziału	Ilość zasadniczych obrabiarek wydziału					
	51 i więcej	41-50	31-40	21-30	13-20	do 12
Tłoczniki i tłoczenia na zimno						
Części znormalizowanych						
Warsztat mechaniczny wydziałowy						
Ostrzenie narzędzi 2 kategorii						
Krajalnia						
Punkty wzorców z sekcją wykonywania wzorników						
Remontu tłoczników						
Modeli części tłoczonych						
Kuźnia						
Obróbki cieplnej z sekcją spawalniczą						

Szczegółową metodę należy stosować przy projektowaniu narzędziowni, których program zawiera ograniczony asortyment narzędzi<sup>1)</sup>.

Przy projektowaniu warsztatów narzędziowych według metody wstępnej założenia do projektowania powinny zawierać następujące dane wyjściowe: rodzaj produkcji każdego z obsługiwanych warsztatów, wymiary i technologię wykonywanych w nich wyrobów, ilość wyposażenia każdego zasadniczego wydziału zakładów, a dla wydziałów przygotowawczych, oprócz tego — roczną produkcję w tonach, jak również średni i największy ciężar w kG: odkuwek, części tłoczonych i odlewów.

W części założeń dotyczących wydziałów mechanicznych zakładów powinno być brane pod uwagę jedynie ich zasadnicze wyposażenie (drobne obrabiarki stołowe, toczydła, maszyna do mycia itd. do założeń nie są włączane). W stosunku do kuźni i wydziału pras, należy podkreślać skład oraz moc wyposażenia zasadniczego (młoty tłoczne, maszyny kuźnicze, prasy kolanowe i tłoczne). Poza tym założenia powinny dodatkowo podawać ilość odkuwek ze stali o zawartości C ponad 0,55%, przewidując zwiększony rozchód tłoczników kuźniczych przy obróbce stali o wysokiej twardości.

Przy szczegółowej metodzie projektowania narzędziowni punktem wyjściowym dla projektu jest program produkcji i remontu narzędzi sprowadzony do typowych grup narzędzi [2].

Zwykle przyjmowane przy projektowaniu i podane w niniejszym rozdziale wielkości narzędziowni uzależniają się poza innymi warunkami również i od możliwości zaopatrywania zakładów w narzędzia. W miarę rozwoju

1) Przy szczegółowym projektowaniu narzędziowni, a szczególnie przy obliczaniu wyposażenia, załogi pracowniczej i rozchodu materiałów, należy korzystać dodatkowo ze wskazówek „Projektowanie wydziałów mechanicznych i montażowych”. Maszynostrojennictwo, tom XIV, rozdział V.

krajowej produkcji narzędzi zakłady będą zwalniane z konieczności produkowania poszczególnych rodzajów narzędzi, a przede wszystkim znormalizowanych.

## PROGRAM PRODUKCYJNY NARZĘDZIOWNI

Projektowanie wstępne. Do programu produkcyjnego narzędziowni należy włączyć wszystkie narzędzia własnego wyrobu. Obliczenie programu produkcyjnego przeprowadza się za pomocą metody wagowej. W tablicy 7 podane są współczynniki służące do obliczania programu narzędziowni wszystkich klas, wskazujące zapotrzebowanie roczne na narzędzia dla wydziałów zasadniczych i pomocniczych zakładów. Narzędzia te mają służyć do wykonania zasadniczej produkcji według założeń programowych, do produkcji prototypów nowych wyrobów, jak również do modernizacji procesów technologicznych.

W tablicy 7 podane są ciężary netto różnych rodzajów nowych narzędzi własnego wyrobu, oprócz ślusarskich, wiertel oraz narzędzi mierniczych (cyrklki drążkowych, czujników), które są nabywane na zewnątrz. Górne granice wskaźników podane w tablicy odnoszą się do przypadków obróbki części bardziej złożonych i dokładnych, dolne zaś do części prostszych pod względem konstrukcyjnym i technologicznym. Dane tablicy 7 oraz następujących tablic odpowiadają pracy wyposażenia wydziałów mechanicznych i do obróbki drewna na dwie zmiany [1, 3].

Pracochłonność rocznego programu narzędziowni wszystkich klas może być określona według wskaźników tablicy 8, odnoszących się do narzędziowni dużych zakładów, których park maszynowy zasadniczych wydziałów wynosi około 1000 obrabiarek. W zależności od wielkości parku maszynowego zasadniczej produkcji do wskaźników tablicy 8 należy stosować odpowiednie współczynniki.

Ilość obrabiarek zasadniczych wydziałów zakładów	Współczynnik					
	3000	2000	1500	1000	750	500 250
	0,85	0,9	0,95	1,0	1,1	1,25 1,5

Wskaźniki tablicy 8 nie uwzględniają straty czasu na cięcie materiału, wskutek tego wyposażenie krajalni wydziałów wszystkich klas należy dobierać dodatkowo w takim składzie, którego wielkość zależy od ogólnej ilości zasadniczych obrabiarek wydziału.

Projektowanie szczegółowe. Program opracowuje się według asortymentu typowych przedstawicieli narzędzi. Obliczenia programu przeprowadza się na podstawie danych o zapotrzebowaniu narzędzi (włączając w to wprowadzenie nowych wyrobów oraz modernizację procesów technologicznych), biorąc pod uwagę regenerację i remont narzędzi.

## WYPOSAŻENIE

Obliczenie ilości potrzebnego wyposażenia technologicznego i określenie jego składu. Obliczenie wyposażenia może być wykonane:

- według wskaźników (wagowa i wskaźnikowa metoda projektowania),
- według programu rocznego narzędziowni, stosownie do asortymentu typowych przedstawicieli narzędzi.



Orientacyjne wskaźniki do obliczania rocznego programu produkcyjnego narzędziowni wszystkich klas

Rodzaj produkcji	Jednostka obliczeniowa	Wymiary wyrobów i rodzaj produkcji zakładów										Obciążenie oddziału obróbki cieplnej w% od wagi produkcji narzędziowni	
		duż e				ś r e d n i e				d r o b n e			
		indywidualny	małoseryjny i seryjny	wielkoseryjny	masowy	indywidualny	małoseryjny i seryjny	wielkoseryjny	masowy	małoseryjny i seryjny	wielkoseryjny		masowy
Roczna produkcja narzędziowni w kg na jednostkę obliczeniową													
Wykonywanie narzędzi tnących: do metali	1 zasadnicza obrabiarka do metali w wydziałach zasadniczej produkcji	100—120	110—130	120—140	130—170	70—90	80—100	90—110	100—130	65—80	70—90	80—100	95
do drewna	1 zasadnicza obrabiarka do drewna	35—45	45—55	55—65	65—75	35—45	45—55	55—65	65—75	45—55	55—65	65—75	95
Wykonywanie: narzędzi mierniczych	1 zasadnicza obrabiarka do metali w wydziałach zasadniczej produkcji	18—20	20—22	22—25	24—27	13—15	15—17	17—19	18—20	12—14	14—16	15—17	70
narzędzi pomocniczych	jak wyżej	40—50	50—60	60—70	70—80	30—40	40—50	50—60	60—70	30—40	40—50	50—60	12
przysrządów	jak wyżej	35—75	100—150	180—220	260—270	20—40	60—90	100—140	110—150	30—45	50—75	60—80	2
narzędzi kotlarskich	1 t wyrobów nitowanych	2—3	4—6	8—10	12—14	2—3	4—6	8—10	12—14	4—6	8—10	12—14	80
matryc kuzniczych swobodnego kucia	1 t odkuwek	6—10	6—10	6—10	—	10—15	10—15	10—15	—	15—20	15—20	—	200
łoczników kuzniczych do gorącego łoczenia	1 t łoczonych części	—	15—25	12—23	10—20	—	20—35	18—35	15—30	40—50	35—45	30—40	200
łoczników do łoczenia na zimno	1 t łoczonych części	—	8—10	7—9	6—8	—	10—12	9—11	8—10	12—14	11—13	10—12	40
modell metalowych	1 t odlewu z modeli metalowych	—	0,7—1,1	0,6—1,0	0,5—0,9	—	0,8—1,2	0,7—1,1	0,6—1,0	0,9—1,3	0,8—1,2	0,7—1,1	—
form do pras i form metalowych do odlewów	1 t odlewu pod ciśnieniem	—	—	—	—	—	—	12—18	12—18	—	12—18	12—18	50
regeneracja narzędzi tnących, ślusarsko-montażowych i drobnych pomocniczych	1 zasadnicza obrabiarka do metali	60—70	65—80	70—85	80—100	40—55	50—60	55—65	60—80	40—50	45—55	50—65	65
Wykonanie części zapasowych do narzędzi pneumatycznych	1 narzędzie pneumatyczne	1,3—1,7	1,3—1,7	1,3—1,7	1,3—1,7	1,3—1,7	1,3—1,7	1,3—1,7	1,3—1,7	1,3—1,7	1,3—1,7	1,3—1,7	90

U w a g a : Obciążenie oddziału powłok metalowych oblicza się biorąc za podstawę wymiary powierzchni (dcm<sup>2</sup>) podlegającej chromowaniu.



T a b l i c a 8

**Orientacyjne wskaźniki pracochłonności rocznego programu narzędziowni wszystkich klas**

Rodzaj produkcji	Jednostka obliczeniowa	Charakterystyka wyrobów zakładów			Pracochłonność prac ślusarskich w % od ilości maszynogodzin
		duże	średnie	drobne	
		maszynogodzin			
Wykonywanie narzędzi tnących <sup>1)</sup> : do metalu	1 t nowych narzędzi jak wyżej	1900	2500	3100	10
do drewna	jak wyżej	1300	1300	1300	10
Wykonywanie, remont kapitalny i regeneracja: narzędzi mierniczych	„	3800	5000	6200	50
narzędzi pomocniczych przyrządów	„	1450	2000	2500	60
narzędzi kotlarskich matryc kuźniczych swobodnego kucia	„	700	1200	2200	40
tłoczników kuźniczych do gorącego tłoczenia	„	2000	2000	2000	20
tłoczników do tłoczenia na zimno	„	90	150	220	25
modeli metalowych	„	180	220	320	35
form do pras	„	900	1300	1900	50
form metalowych do odlewów	„	600	1000	1800	200
skrzynek formierskich	„	—	3000	3000	100
regeneracja narzędzi tnących, ślusarsko-montażowych i drobnych pomocniczych	1 t odlewu odlewni 1 t regenerowanych narzędzi	0,1	0,1	0,1	100
Wykonywanie części zapasowych do narzędzi pneumatycznych oraz ich remont	1 t części zapasowych	750	1000	1250	15
		3000	3000	3000	50

<sup>1)</sup> W tej ilości na wykonanie noży 15 — 40% od zapotrzebowanej ilości maszynogodzin, w zależności od ilości obrabialek uzbrojonych nożami.

Jako zasadę, metodę „a” stosuje się przy wstępnym projektowaniu, zaś metodę „b” — przy szczegółowym.

Projektowanie wstępne. W tablicach od 9 do 17 i od 19 do 23 podane są wskaźniki służące do obliczania potrzebnego zasadniczego wyposażenia oddziałów narzędziowni. Przeznaczenie poszczególnych tablic podane jest w poniższym wykazie.

Klasa wydziału	Nazwa oddziału	nr tablicy
I, II i V	Wszystkie zasadnicze oddziały z wyjątkiem części znormalizowanych i krajalni	9
I, II i V	Krajalnia części znormalizowanych, warsztat mechanika wydziałowego, oddział doświadczalny	10
III	Wszystkie zasadnicze oddziały z wyjątkiem krajalni i sekcji remontu bieżącego tłoczników	11
IV	Wszystkie zasadnicze oddziały z wyjątkiem krajalni	12
I i II	Wszystkie zasadnicze oddziały z wyjątkiem krajalni i oddziału części znormalizowanych	13
I i II	Krajalnia	14
I i II	Części znormalizowanych	15
I, II i V	Warsztat mechanika wydziałowego	16
III	Wszystkie zasadnicze oddziały i warsztat mechanika wydziałowego	17
IV	Wszystkie zasadnicze oddziały i warsztat mechanika wydziałowego	19
IV	Oddziały pomocnicze	20
I, II III i IV	Wszystkie zasadnicze oddziały z wyjątkiem krajalni i oddziału części znormalizowanych	21
I, II i V	Modeli metalowych	22
I, II i V	Form do pras i form metalowych do odlewów	23

Metoda wskaźnikowa. W tablicach 9 i 10 podane są wskaźniki do określania ogólnej ilości obrabialek w wydziałach I, II i V klasy.

T a b l i c a 9

**Orientacyjne wskaźniki do obliczania ogólnej ilości zasadniczych obrabialek w narzędziowniach I, II i V klasy (metoda wskaźnikowa)**

Rodzaj produkcji	Jednostka obliczeniowa	Ilość zasadniczych obrabialek w narzędziowni przy różnych typach produkcji zakładów			
		indywidualny	drobnoseryjny i seryjny	wielkoseryjny	masowy
Wykonanie narzędzi tnących <sup>1)</sup>		4,4 ÷ 5,8	5,0 ÷ 6,2	5,5 ÷ 7,0	6,2 ÷ 8,0
Wykonanie, remont kapitalny i regeneracja narzędzi mierniczych	100 zasadniczych obrabialek wydziałów używających narzędzi	1,5 ÷ 1,9	1,9 ÷ 2,1	2,1 ÷ 2,5	2,3 ÷ 2,6
Jak wyżej narzędzi pomocniczych		1,5 ÷ 2,0	2,0 ÷ 2,5	2,2 ÷ 3,0	2,5 ÷ 3,5
Jak wyżej przyrządów		0,6 ÷ 1,2	1,6 ÷ 2,6	2,9 ÷ 4,0	3,2 ÷ 4,5
Regeneracja narzędzi tnących, ślusarsko-montażowych i drobnych pomocniczych		1,0 ÷ 1,4	1,2 ÷ 1,5	1,4 ÷ 1,6	1,5 ÷ 1,9
	Razem	9,0 ÷ 12,3	11,7 ÷ 14,9	14,1 ÷ 18,1	15,7 ÷ 20,5
Wykonanie, remont kapitalny i regeneracja narzędzi kotlarskich	1000 t rocznej produkcji wydziału kotlarskiego	1,5	2,5	4	6
Jak wyżej matryc kuźniczych swobodnego kucia	1 mlot swobodnego kucia	0,4 ÷ 0,6	0,4 ÷ 0,6	0,4 ÷ 0,6	—
Jak wyżej tłoczników kuźniczych do tłoczenia na gorąco	1000 t rocznej produkcji odkuwek	0,1 ÷ 0,2	0,3 ÷ 0,5	0,6 ÷ 0,8	—
Jak wyżej modeli metalowych	Jednostka zasadnicza wyposażenia kuźni (młot spadowy, prasa do tłoczenia na zimno, prasa kolanowa i hydrauliczna)	—	1,3 ÷ 2,6	1,15 ÷ 2,3	1,0 ÷ 2,0
Jak wyżej form do pras	1 prasa do tłoczenia na zimno	—	0,4 ÷ 0,5	0,3 ÷ 0,45	0,25 ÷ 0,4
Jak wyżej form metalowych do odlewów	1000 t rocznej produkcji odlewów	—	0,25 ÷ 0,35	0,25 ÷ 0,35	0,25 ÷ 0,35
Wykonywanie części zapasowych do narzędzi pneumatycznych oraz ich remont	100 t rocznej produkcji odlewów	—	1,0 ÷ 1,5	1,0 ÷ 1,5	1,0 ÷ 1,5
	Jak wyżej	—	0,3 ÷ 0,5	0,3 ÷ 0,5	0,3 ÷ 0,5
	100 narzędzi pneumatycznych	1	1	1	1

<sup>1)</sup> Wliczając narzędzia tnące do obróbki drewna. W zależności od ilości obrabialek uzbrojonych w noże w parku maszynowym zakładów, 15 ÷ 40% ogólnej ilości wyposażenia potrzebnego do wykonywania narzędzi tnących należy przeznaczyć do wykonywania noży.



Dane tablicy 9 zezwalają na określenie ilości zasadniczego wyposażenia wydziału z wyjątkiem wyposażenia oddziału krajalni i warsztatu mechanika wydziałowego.

Wskaźniki tablicy 9 ustalone są w ten sposób, że uwzględniają potrzeby narzędziowe wydziałów zasadniczych i pomocniczych:

- do wykonania zasadniczego programu,
- do produkcji prototypów,
- do modernizacji procesów technologicznych.

Wskaźniki podane w tablicy 9 dla narzędzi tnących, pomiarowych, pomocniczych, przyrządów, jak również dla

regeneracji narzędzi, należy wykorzystywać z uwzględnieniem współczynników analogicznych do współczynników stosowanych do tablicy 8 w zależności od wielkości parku obrabiarkowego zasadniczej produkcji.

Większość wskaźników tablicy podana jest w dwu wielkościach charakteryzujących górną i dolną granicę danego wskaźnika. Wskaźniki górnej granicy odnoszą się do narzędzi tnących, pomiarowych, pomocniczych, przyrządów, jak również do regeneracji narzędzi i odpowiadają wyrobom zasadniczej produkcji, odznaczającym się złożoną budową i dokładnością obróbki. W przypadku przeciwnym należy stosować dolne granice wskaźników.

Tablica 10

Orientacyjne wskaźniki do obliczania ogólnej ilości zasadniczego wyposażenia oddziału krajalni, części znormalizowanych i doświadczalnego oraz warsztatu mechanika wydziałowego narzędziowni I, II i V klasy

Oddział	Klasa	Ilość zasadniczych obrabiarek narzędziowni										Sposób tworzenia oddziału
		do 25	26 ÷ 35	36 ÷ 50	51 ÷ 75	76 - 100	101 ÷ 150	151 ÷ 200	201 ÷ 300	301 ÷ 400	401 ÷ 500	
Krajalnia	I,II	2	3	4	5	6	7	9	12	14	16	Łączy się z zestawem zasadniczych obrabiarek wydziału
Warsztat mechaniczny wydziałowego	I,II,V	Nie wydzielona się z wyjątkiem sekcji ślusarskiej			3	4	5	6	9	12	15	Łączy się z zestawem zasadniczych obrabiarek wydziału
Części znormalizowanych	I,II	Nie wydzielona się					6 <sup>1)</sup>	7 <sup>1)</sup>	9	10	14	Zestawia się z ilością obrabiarek oddziału przyrządów
Doświadczalny	I,II	Nie wydzielona się							7	10	17	Zestawia się z ilością obrabiarek oddziału narzędzi tnących

<sup>1)</sup> Włącza się w skład oddziału

Górną granicę wskaźników odnoszących się do tłocznic i foremników kuźniczych stosuje się przy tłoczeniu i formowaniu części o średnim ciężarze około 1,5 kG, dolną — przy tłoczeniu i formowaniu części o średnim ciężarze około 5 kG. Przy tłoczeniu i formowaniu części ze stali o  $C \geq 0,55\%$ , wartości wskaźników podane w tablicy należy podwoić. Dla tłocznic do tłoczenia na zimno, modeli metalowych, form do pras i form metalowych do odlewów, górne granice wskaźników tablicy należy stosować tylko w przypadkach, gdy warsztaty użytkujące narzędzia obrabiają części złożonej budowy i niewielkich

wymiarów. W przypadku przeciwnym zaleca się stosować dolne granice wskaźników.

Ogólna ilość obrabiarek w oddziale krajalni, doświadczalnym, części znormalizowanych, w warsztacie mechanicznym wydziałowym może być określona w zależności od ilości obrabiarek narzędziowni (tablica 10). W wydziałach I i II klasy oddział ostrzenia narzędzi drugiej kategorii może być wydzielony ze stanu oddziału narzędzi tnących. Ilość obrabiarek oddziału ostrzenia stanowi zwykle 3÷4% ogólnej ilości zasadniczego wyposażenia wydziału.

Tablica 11

Orientacyjne wskaźniki do obliczenia ilości zasadniczych obrabiarek oddziałów produkcyjnych w narzędziowni III klasy (metoda wskaźnikowa)

Rodzaj produkcji	Ilość zasadniczych obrabiarek narzędziowni III klasy					
	na jeden młot foremnikowy przy średniej wadze bljaka w t			na jedną maszynę kuźniczą przy średnim wyniarze w calach		
	0,5 ÷ 0,75	1,0 ÷ 1,5	2,0 ÷ 3,0	1 ÷ 1,5	2 ÷ 4	5 ÷ 7
Wykonanie, remont kapitalny i regeneracja:						
a. matryc młotowych	1,3 ÷ 1,6	1,8 ÷ 1,0	0,6 ÷ 0,8	—	—	—
b. tłocznic okrawających	0,5 ÷ 0,6	0,3 ÷ 0,4	0,2 ÷ 0,25	—	—	—
c. tłocznic do spęczania	—	—	—	0,3 ÷ 0,4	0,6 ÷ 0,8	1,4 ÷ 1,7

W tablicy 11 podane są wskaźniki służące do określenia ogólnej ilości zasadniczych obrabiarek w wydziałach III klasy. Wskaźniki tablicy przewidują wykonywanie, remont kapitalny i regenerację foremników i tłocznic w ilości koniecznej zarówno do wykonania zasadniczego

programu, jak i produkcji prototypów (prototypy w ilości ok. 20% zapotrzebowania zasadniczego programu). Przy kuciu i spęczaniu części ze stali o zawartości  $C \geq 0,55\%$ , wskaźniki podane w tablicy należy podwoić. Górne granice wskaźników podanych w tablicy należy stosować przy



obliczaniu kuźni o małoseryjnej produkcji (charakteryzuje się ona produkcją ok. 20 różnych części na zasadniczej jednostce wyposażenia kuźni). Dolne granice wskaźników odpowiadają kuźniom c; wielkoseryjnej produkcji.

Do stanu wyposażenia zasadniczego kuźni, do którego odnoszą się wskaźniki tablicy zalicza się tylko młoty tłocz-

ne, prasy do tłoczenia na zimno, prasy kolanowe i hydrauliczne.

Do ogólnej ilości zasadniczych obrabiarek wydziału III klasy obliczonej na podstawie wskaźników tablicy 11 należy doliczyć wyposażenie oddziału krajalni w ilości 5÷6% ogólnej ilości zasadniczych obrabiarek oddziału

Tablica 12

**Orientacyjne wskaźniki do obliczania ogólnej ilości zasadniczego wyposażenia narzędziowni IV klasy (metoda wskaźnikowa)**

Rodzaj produkcji	Jednostka obliczeniowa	Współczynnik seryjności zasadniczej produkcji (średnia ilość tłoczników na 1 prasę)				
		do 5	6÷10	11÷15	16÷20	21÷25
Wykonywanie, remont kapitalny i regeneracja tłoczników do tłoczenia na zimno	Ilość zasadniczych obrabiarek wydziału tłoczników w stosunku do 100 obsługiwanych pras	27	30	33	35	38
Remont bieżący tłoczników do tłoczenia na zimno	Ilość obrabiarek sekcji bieżącego remontu tłoczników do 100 obsługiwanych pras	14	15	16	17	19
	Ogółem zasadniczych obrabiarek w stosunku do 100 obsługiwanych pras	41	45	49	52	57

U w a g a . Ilość obrabiarek do wykonywania remontu i regeneracji tłoczników na zimno należy przyjmować 0,5÷0,7 w stosunku do ilości pras.

tłoczników i foremników kuźniczych, wyposażenie wydziału remontu bieżącego tłoczników w ilości 7 ÷ 90%, wyposażenie pracowni mechanika warsztatowego w ilości 3 ÷ 40%, jak również wyposażenie oddziału ostrzenia narzędzi drugiej kategorii w ilości 3 ÷ 40% [9, 12, 13, 17].

Ogólna ilość zasadniczych obrabiarek w wydziale tłoczników do tłoczenia na zimno (IV klasa) jest określana według danych tablicy 12. Wskaźniki tablicy są opracowane w przewidywaniu wykonywania remontu kapitalnego i regeneracji tłoczników o średniej trudności wykonania, w ilości koniecznej do wypełnienia zasadniczego programu i produkcji prototypów (do 20% zapotrzebowania programu zasadniczego). Jeżeli charakterystyką zasadniczej produkcji zakładu jest stosowanie skomplikowanych lub prostych tłoczników, to do wskaźników tablicy 12 należy wprowadzić odpowiednią poprawkę w wysokości 10÷15%, stosując odpowiednio zwiększenie lub zmniejszenie wskaźników.

Do ilości zasadniczych obrabiarek wydziału, obliczonej według danych tablicy 12, konieczne jest doliczenie

wyposażenia oddziału krajalni i warsztatu mechanika wydziałowego. Ilość wyposażenia tych oddziałów należy określać posiłkując się danymi zalecanymi dla wydziałów III klasy.

W oddziałach tłoczników do tłoczenia na zimno, z ilością obrabiarek powyżej 40, celowe jest, z obliczonej ilości zasadniczych obrabiarek wydzielić około 10% wyposażenia dla oddziału części znormalizowanych.

Ogólną ilość zasadniczego wyposażenia przy wagowej metodzie projektowania można określić dla narzędziowni wszystkich klas, na podstawie obliczenia rocznego zapotrzebowania narzędzi oraz pracochłonności programu, dla wykonania każdego typu narzędzi (tablica 7 i 8).

W tablicach 13, 14, 15 i 16 podane są wskaźniki do określenia składu wyposażenia według typów obrabiarek. Park obrabiarkowy zasadniczych oddziałów narzędziowni I i II klasy oblicza się proporcjonalnie według tablicy 13. Tam również podane są wskaźniki do obliczenia potrzebnej ilości płyt traserskich, stołów ślusarskich i stołów do tłoczników.

W wydziałach I i II klasy wyposażenie oddziałów krajalni, części znormalizowanych i warsztatu mechanika wydziałowego może być wybrane jako zestaw, według danych tablicy 14, 15, i 16 w zależności od ilości zasadniczych obrabiarek wydziału. Park obrabiarkowy oddziału doświadczalnego powinien być ustalony dla każdego oddzielnego przypadku, przyjmując za punkt wyjścia produkcyjne właściwości zakładów.

W tablicy 17 wskazane są dane do określenia składu wyposażenia zasadniczego i dodatkowego oddziałów narzędziowni III klasy. W tablicy 18 podane są porównawcze dane składu parku obrabiarkowego wydziału tłoczników kuźniczych w szeregu zakładów ZSRR i innych krajów.

Skład wyposażenia narzędziowni (IV klasy) może być ustalony według tablicy 19 i 20. Park obrabiarkowy zasadniczych oddziałów narzędziowni oblicza się według typów obrabiarek w proporcjach wskazanych w tablicy 19. Tam również podane są orientacyjne wskaźniki do obliczenia wyposażenia dodatkowego (płyty traserskie, stoły ślusarskie, stoły do tłoczników).

Tablica 14  
**Przykładowy zestaw wyposażenia oddziału krajalni w narzędziowniach I i II klasy**

Nazwa wyposażenia	Ilość wyposażenia oddziału krajalni jednostek										
A. Zasadnicze:											
Tokarki czolowe	—	—	1	1	1	1	1	2	2	2	
Tokarki obcinarki	—	1	1	2	2	2	3	4	4	5	
Pily ramowe	—	—	—	—	1	1	2	2	4	4	
Obrabiarke do centrowania	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	
Pily tarczowe	—	—	—	—	—	1	1	1	1	1	
Pily taśmowe	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	
Razem	2	3	4	5	6	7	9	12	14	16	
B. Pomocnicze:											
Ostrzarki stolowe	1	1	1	1	2	2	2	3	3	3	



Orientacyjne wskaźniki składu wyposażenia zasadniczego i dodatkowego, zestawienie według poszczególnych rodzajów produkcji narzędziowni I II klasy

Nazwa wyposażenia	Rodzaj produkcji														Przełtętna dla narzędziowni II klasy
	wykonanie <sup>1)</sup>			wykonanie, remont kapitalny i regeneracja								Regeneracja narzędzi tnących ślusarsko-montażowych i drobnych pomocniczych	Produkcja części zapasowych do narzędzi pneumatycznych i ich rekon!		
	noży	pozostałych narzędzi tnących	średnio narzędzi tnących <sup>2)</sup>	narzędzi pomiarowych	przyrządów	narzędzi pomocniczych	narzędzi kołtarskich	tłoczników mierniczych i kuźniczych		tłoczników do tłoczenia na zimno	modeli metalowych			form do pras i form metalowych do odlewów	
							swobodnego kucla	tłoczenia na gorąco							
Obróbka metali w %															
Tokarki	—	21	19	26	31	44	46	10	16	23	22	30	16	70	26,0
Rewolwerówki	—	4	3	3	—	4	2	—	1	3	—	—	—	—	2,3
Tokarki czolowe	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—
Tokarki zataczarki	—	7	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,3
Wytaczarki	—	—	—	—	10 <sup>3)</sup>	—	—	—	1	3	—	5	—	—	2,1
Strugarki podłużne	—	—	—	—	2	—	—	15	10	2	5	—	—	—	0,4
Strugarki poprzeczne	22	—	4	5	17	6	3	60	15	13	3	12	—	—	6,8
Dłutownice	—	1	1	—	1	1	2	—	3	3	—	5	—	—	1,2
Frezarki poślone i uniwersalne	5	20	17	9	11	12	30	10	3	8	40	17	3	10	12,5
Frezarki pionowe	12	—	2	—	1	4	2	—	25	5	—	—	—	—	1,7
Frezarki koparki	—	—	—	—	—	—	—	—	10	3	—	10	—	—	—
Do nacinania zębów	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,2
Frezarki do gwintów	—	2	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,8
Wiertarki promieniowe	—	—	—	—	—	—	—	—	1	5	5	—	—	—	—
Wiertarki pionowe	—	6	5	9	14	17	6	3	6	15	22	11	7	—	9,7
Szlifierki do wałków	—	10	7	8	6	6	7	—	1	6	3	5	29	20	9,0
Szlifierki do płaszczyn	21	5	8	10	4	4	2	2	6	8	—	5	7	—	6,6
Szlifierki do otworów	—	3	2	3	2	2	—	—	—	3	—	—	—	—	1,9
Szlifierki do gwintów	—	4	3	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,5
Szlifierki specjalne	—	4 <sup>*</sup>	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,1
Szlifierki do sprawdzianów szczękowych	—	—	—	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,1
Docieraczki	—	—	—	17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,4
Ostrzarki	40 <sup>5)</sup>	13 <sup>6)</sup>	18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	38	—	10,4
	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Dodatkowe wyposażenie na 1 obrabiarkę (sztuk)															
Ślusarskie warsztaty	0,03	0,05	0,6	0,6	1,0	1,0	0,2	1,0	0,8	1,0	2,0	1,0	0,4	1,0	0,6 <sup>7)</sup>
Stoły do tłoczenia	—	—	—	—	—	—	—	0,5	0,4	0,5	—	—	—	—	—
Płyty traserskie	—	—	—	—	0,1	—	—	0,1	0,1	0,1	0,3	0,2	—	—	0,02

<sup>1)</sup> W ilościach tych mieszczą się również narzędzia do obróbki drewna.

<sup>2)</sup> Skład wyposażenia w oddziale ostrzenia narzędzi drugiej kategorii może być określony w zależności od wielkości obsługiwanego wydziału i warunków współpracy z ostrzarkami.

<sup>3)</sup> W tej ilości wiertarek współrzędnościowych około 30% ogólnej ilości wytaczarek.

<sup>4)</sup> W tej ilości nie więcej niż 1 szlifierka do szlifowania noży dłutowniczych do kół zębatach i kół zębatach kontrolnych.

<sup>5)</sup> W tej ilości: półautomatów do ostrzenia narzędzi wielokrawędziowych — 55%, ostrzerek do noży ze splekanych węglików — 15%, docieraczek do noży ze splekanych węglików — 15%, ostrzerek uniwersalnych — 15%.

<sup>6)</sup> W tej ilości: ostrzerek uniwersalnych 50 ÷ 70%, ostrzerek do wiertel krętych — po jednej obrabiarkę potrzebnych wymiarów; ostrzerek do przeciągaczy — jedna obrabiarka, jeżeli w programie są zamieszczone przeciągacze; półautomatów do ostrzenia frezów ślimakowych — po jednej obrabiarkę potrzebnych wymiarów, jeżeli w programie są zamieszczone frezy ślimakowe i frezy do wpustów.



Tablica 15

## Przykładowy zestaw wyposażenia oddziału części znormalizowanych w narzędziowniach I i II klasy

Nazwa wyposażenia	Ilość wyposażenia oddziału części znormalizowanych jednostek				
<b>A. Zasadnicze:</b>					
Obrabiarzki tokarki do metalu	1	1	1	1	1
Rewolwerówki	2	3	3	4	6
Tokarki automatyczne	—	—	1	1	1
Frezarki poziome	1	1	1	1	1
Frezarki małe z ręcznym posuwem	1	1	1	1	2
Gwinciarzki	1	1	1	1	2
Szlifierki uniwersalne	—	—	1	1	1
<b>Razem</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>14</b>
<b>B. Pomocnicze:</b>					
Wiertarki stołowe	1	1	2	2	2
Ostrzarki stołowe	1	1	2	2	2
<b>Razem</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>

W tablicy 20 przytoczone są dane pomocne przy wyborze zestawu wyposażenia w oddziałach pomocniczych narzędziowni IV klasy.

Tablica 21 zawiera wskaźniki służące do wyboru pomocniczego wyposażenia narzędziowni I, II, III i IV klasy.

W tablicach 22 i 23 podane są wskaźniki określające według zestawów skład zasadniczego i pomocniczego wyposażenia oddziału modeli metalowych, form do pras i form metalowych do odlewów, narzędziowni I, II i V klasy.

Skład wyposażenia zestawami podany jest w tych tablicach dla rozmaitego zakresu prac. Podane obrabiarko-godziny zawierają w sobie czas potrzebny na wykonanie,

Tablica 16

## Przykładowy zestaw wyposażenia warsztatu mechanika wydziałowego w narzędziowniach I, II i V klasy

Nazwa wyposażenia	Ilość wyposażenia warsztatu mechanika wydziałowego jednostek							
<b>A. Zasadnicze:</b>								
Obrabiarzki tokarki do metalu	1	2	3	3	5	6	8	
Frezarki uniwersalne	—	1	1	1	1	1	1	1
Strugarki poprzeczne	1	—	—	—	1	2	2	
Wiertarki pionowe	1	1	1	1	1	2	2	
Szlifierki do wałków	—	—	—	1	1	1	1	
<b>Razem</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	
<b>B. Pomocnicze:</b>								
Wiertarki stołowe	—	—	1	1	1	1	1	
Ostrzarki na podstawach	—	—	—	—	—	1	1	
Ostrzarki stołowe	1	1	1	1	1	1	1	
<b>Razem</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	
<b>C. Dodatkowe:</b>								
Stoły ślusarskie	5	7	8	10	15	18	20	
Płyty traserskie	1	1	1	1	1	1	1	
<b>Razem</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>11</b>	<b>16</b>	<b>19</b>	<b>21</b>	

Tablica 17

## Orientacyjne wskaźniki składu wyposażenia zasadniczego (w %) i dodatkowego (w sztukach) narzędziowni III klasy

Nazwa wyposażenia	Oddziały i sekcje						Ogółem na wydziale <sup>1)</sup>	Nazwa wyposażenia	Oddziały i sekcje						Ogółem na wydziale <sup>1)</sup>
	matryc młotowych	toczników do szpeczenia	toczników okrągłych	remontu bieżącego toczników	kręjalnia	warsztat mechaniczny wydział.			matryc młotowych	toczników do szpeczenia	toczników okrągłych	remontu bieżącego toczników	kręjalnia	warsztat mechaniczny wydział.	
<b>A. Zasadnicze (w %):</b>															
Obrabiarzki do metali	3	32	15	10	—	50	13	Wiertarki pionowe	5	10	10	20	—	20	6
Tokarki	—	4	—	—	—	—	1	Szlifierki uniwersalne	—	3	—	—	—	—	1
Rewolwerówki	—	—	—	—	—	—	—	Szlifierki do płaszczyn	3	4	10	30	—	—	6
Tokarki czołowe	4	—	—	—	—	—	2	Płyty tarczowe	—	—	—	—	40	—	1
Wyciązarki	—	3	—	—	—	—	1	Płyty taśmowe	—	—	—	—	60	—	2
Strugarki podłużne	16	3	3	—	—	—	10	<b>Razem</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
Strugarki poprzeczne	16	25	20	20	—	30	15	<b>B. Dodatkowe na 1 obrabiarkę (w szt.):</b>							
Dłutownice	—	—	12	—	—	—	3	Stoły ślusarskie	0,5	0,4	1,0	1,0	—	1,0	1,1
Frezarki poziome, uniwersalne i specjalne	—	6	10	—	—	—	3	Płyty traserskie	0,1	0,1	0,1	0,1	—	1,0	0,1
Frezarki pionowe	33	10	15	20	—	—	25	Stoły do toczników	0,5	—	0,5	—	—	—	0,7
Frezarki-koparki	20	—	3	—	—	—	10								
Wiertarki promieniowe	—	—	2	—	—	—	1								

<sup>1)</sup> Dodatkowo do wymienionego w tablicy składu wyposażenia wydziału tworzy się oddział lub sekcję ostrzenia drugiej kategorii; w jej skład mogą wchodzić ostrzarki uniwersalne, ostrzarki i specjalne obrabiarki do ostrzenia frezów promieniowych.



Tablica 18

Skład parku obrabiarkowego (w %) w wydziałach łoczniaków i matryc kuźniczych (III klasa<sup>1)</sup>)

Nazwa obrabiarek	СТЗ 1935 r.	ЗИС 1939 r.	ГАЗ	ЧТЗ 1940 r.	КПЗИС 1942 r.	Ford	„Great La- kes Forge“	„Dominion Forge“
Ogółem obrabiarek (sztuk)	42	63	—	62	35	230	48	52
W tej ilości w (%):								
Tokarki	19,0	17,5	14,0	11,4	20	19,5	8,3	9,8
Rewolwerówki	19,0	17,5	14,0	11,4	20	19,5	8,3	9,8
Tokarki czołowe	2,3	—	—	—	—	—	—	—
Karuzelówki	4,8	1,6	2,7	2,9	4,9	1,7	—	—
Taczarki	—	—	1,0	4,9	2,9	1,3	—	—
Strugarki podłużne	12,0	8,0	6,3	9,7	8,5	7,8	8,3	9,7
Strugarki poprzeczne	14,3	17,5	23,4	14,5	11,5	22,0	33,6	30,8
Dłutownice	2,3	1,6	2,6	3,2	2,9	3,5	—	—
Frezarki poziome	2,3	3,2	27,0	1,6	22,7	—	—	5,7
Frezarki pionowe	21,5	25,1	27,0	22,5	22,7	22,0	37,5	38,2
Frezarki koparki	12,0	8,0	9,4	9,7	8,5	10,0	4,1	—
Wiertarki promieniowe	4,7	8,0	6,8	4,8	2,9	8,2	4,1	3,8
Wiertarki pionowe	4,7	8,0	6,8	6,4	5,7	8,2	4,1	3,8
Szlifierki uniwersalne	4,8	3,2	6,8	3,2	11,5	4,0	4,1	2,0
Szlifierki do płaszczyzn	4,8	6,3	6,8	3,2	11,5	4,0	4,1	2,0
Szlifierki do otworów	4,8	—	6,8	—	11,5	4,0	4,1	2,0
Razem	100	100	100	100	100	100	100	100

1) Nie uwzględniając obrabiarek do krajania.

Tablica 19

## Orientacyjne wskaźniki składu zasadniczego (w %) i dodatkowego (w sztukach) urządzenia narzędziowni V klasy

Nazwa urządzenia	Zasadnicze oddziały i sekcje				Warsz- tat me- chanika wydzia- lowego	Średnio	Uwaga
	łoczni- ków do łoczenia na zim- no	remontu bieżąco- go łocz- ników	części znorma- lizowa- nych	krajal- nia			
A. Zasadnicze (w %):							
Obrabiarki do skrawania metali							
Tokarki	20	24	40	—	50	22	
Rewolwerówki	3	—	—	—	—	2	
Wytaczarki	1	—	—	—	—	1	Zaleca się instalować przy ilości obrabiarek $\geq 75$
Wytaczarki pionowe	2	—	20	—	—	3	Jak wyżej $\geq 15$
Strugarki podłużne	2	—	25	—	—	4	Jak wyżej $\geq 15$
Strugarki poprzeczne	12	16	—	—	30	12	
Dłutownice	3	3	—	—	—	2	Jak wyżej $\geq 15$
Frezarki poziome	2	—	—	—	—	1	Jak wyżej $\geq 75$
Frezarki pionowe	5	6	—	—	—	4	
Frezarki uniwersalne poziome	6	10	—	—	—	5	
Frezarki koparki	3	—	—	—	—	3	Jak wyżej $\geq 40$
Wiertarki pionowe	15	15	10	—	20	14	
Wiertarki promieniowe	5	—	—	—	—	3	
Szlifierki podłużne	1	—	—	—	—	1	Jak wyżej $\geq 100$
Szlifierki do płaszczyzn	8	20	—	—	—	8	
Szlifierki do wałków	2	6	5	—	—	5	
Szlifierki uniwersalne	4	6	5	—	—	5	
Szlifierki do otworów	3	—	—	—	—	2	Zaleca się instalować przy ilości obrabiarek $\geq 30$
Szlifierki profilowe	2	—	—	—	—	2	Jak wyżej $\geq 75$
Szlifierki karuzelowe	1	—	—	—	—	1	Jak wyżej $\geq 100$
Pily ramowe	—	—	—	40	—	2	
Pily tarczowe	—	—	—	60	—	3	
Razem	100	100	100	100	100	100	
B. Dodatkowe na 1 zasadniczą obrabiarkę (w sztukach):							
Stoly ślusarskie	0,6	1,0	0,2	—	2,0	1,0	
Stoly metalowe do łoczniaków	0,3	0,5	0,3	0,5	—	0,5	
Płyty traserskie	0,06	0,1	—	—	0,1	0,1	



Tablica 20

**Orientacyjne wskaźniki składu urządzenia oddziałów pomocniczych narzędziowni IV klasy**

Nazwa urządzenia	Wskaźniki
<b>Oddział modeli do tłoczników</b>	
Tokarka do drewna	1 szt.
Frezarka do drewna	1 „
Wiertarka do drewna	1 „
Płyły taśmowe	1 ÷ 3 szt.
Sekcja wykonywania wzorników przy punkcie kontrolno-wzorcowym	
Wiertarka stolowa	1 szt.
Pilnikarka	1 „
Wycinarka	1 „
Ostrzarka stolowa	1 „
W wydziałach o ilości obrabiarek ponad 40 ÷ 50 do powyższych dodaje się:	
Wycinarka	1 szt.
Szlifierka do płaszczyzn	1 „
<b>Oddział ostrzenia narzędzi drugiej kategorii</b>	
	Procent od ilości zasadniczych obrabiarek:
Ostrzarka uniwersalna	1 ÷ 2
Ostrzarka do noży	1 ÷ 2
Szlifierka taśmowa	1 ÷ 2
Ostrzarka stolowa	1 ÷ 2
<b>Dopasowanie i próbowanie tłoczników</b>	
Prasy do dopasowywania	2 ÷ 3
Prasy do przeprowadzania prób	6 ÷ 8

Tablica 21

**Orientacyjny skład urządzenia pomocniczego narzędziowni I, II, III i IV klasy**

Nazwa oddziału	Nazwa urządzenia pomocniczego	Ilość wyposażenia w sztukach
<b>Narzędziownie I i II klasy</b>		
Narzędzi tnących	Prasa ręczna	1
	Szlifierka do sprawdzianów szczękowych	1 (jeżeli w programie jest przewidziane wykonywanie sprawdzianów)
Narzędzi mierniczych	Prasa-wycinarka	1
	Pilnikarka	1
	Tarcza polerownicza	1
Narzędzi pomocniczych	Grawerka	1
	Pilnikarka	1
Przyrządów	Jak wyżej	1
Krajalnia	Obcinarka typu „Radlak”	1 ÷ 2
<b>Narzędziownie III klasy</b>		
Matryc mlotowych i tłoczników kuźniczych	Wykańczarka z giętkim wałkiem	1 na dwóch ślusarzy (20 ÷ 30 % ilości zasadniczych obrabiarek)
Wzorników	Prasa-wycinarka	1
	Prasa ręczna	1 ÷ 2
	Pilnikarka	1 ÷ 2
Wydział jako całość	Ostrzarka frezów promieniowych	1
<b>Narzędziownie IV klasy</b>		
Sekcja wykonywania wzorników	Prasa-wycinarka	1
Warsztat jako całość	Prasa ręczna	1
	Pilnikarka	1 ÷ 2
	Wykańczarka z giętkim wałkiem	1 na 5 ślusarzy

- Uwagi: 1. Oprócz wskazanego urządzenia pomocniczego w każdym zasadniczym oddziale produkcyjnym narzędziowni i w warsztacie mechanika wydziałowego należy uruchomić: wiertarek stołowych 1 ÷ 2, ostrzerek stołowych 1 ÷ 2, ostrzerek na podstawach 1 ÷ 2.
2. Pomocnicze urządzenie oddziałów modeli metalowych, form do pras i form metalowych do odlewów jak również oddziału skrzynek formierskich narzędziowni I i II klasy podane jest w tablicy 22 i 23.

Tablica 22

**Orientacyjny skład urządzenia oddziału modeli metalowych narzędziowni I, II i V<sup>1)</sup> klasy (w sztukach)**

Nazwa wyposażenia	Wielkość rocznego programu oddziału w obrabiarkogodzinach (zasadniczego wyposażenia) do					
	7000	15 000	25 000	35 000	50 000	70 000
<b>A. Zasadnicze:</b>						
Obrabiarki do metali						
Tokarki	1	—	—	2	2	3
Rewolwerówki	—	—	—	1	1	1
Wytaczarki	—	—	1	1	1	1
Frezarki uniwersalne	2	3	4	6	8	8
Strugarki poprzeczne	1	1	1	1	2	2
Wiertarki pionowe	1	2	2	2	2	3
Wiertarki promieniowe	—	—	1	1	1	1
Płyły ramowe	1	1	1	1	1	1
Płyły taśmowe	—	—	—	—	1	1
<b>Razem</b>						
6	9	12	16	21		
<b>B. Dodatkowe:</b>						
Stoły ślusarskie	10	16	22	26	38	
Płyty traserskie	2	3	4	6	8	
<b>C. Pomocnicze:</b>						
Ostrzarki na podstawach	—	1	1	2	2	
Ostrzarki stołowe	1	1	1	2	2	
Wykańczarki z giętkim wałkiem	2	4	6	8	12	
Wiertarki stołowe	1	1	2	2	3	
Prasy ręczne	1	1	1	1	1	
Ostrzarki uniwersalne	—	—	1	1	1	
Wanny galwanotechniczne 1000 × 800 × 800 mm	—	2	3	3	3	
Wanny do mycia	—	3	5	5	5	
Przetwornice silnik-prądnic	—	1	2	2	2	
Prasy wycinarki	1	1	1	1	1	
Pilnikarki	1	1	2	3	4	
<b>Razem</b>						
7	16	25	30	36		

1) Do zestawu oddziału narzędziowni V klasy wchodzi urządzenie oddziału krajalni.

remont kapitalny i regenerację narzędzi, w ilości koniecznej do wykcmania programu zasadniczego, do produkcji prototypów i modernizacji procesów technologicznych produkcji.

W skład wyposażenia oddziału skrzynek formierskich wydziału modelarskiego (V klasy) wchodzi obrabiarki do metali (strugarka podłużna 1, wiertarka 1, frezarka pozioma 1 i szlifierka do płaszczyzn 1, ostrzarka i płyta traserska. Przy rocznej pracochłonności mniejszej niż 2÷3 tysięcy obrabiarkogodzin, wykonanie skrzynek formierskich, ich remont kapitalny i regenerację przeprowadza się zwykle w wydziale remontowo-mechanicznym zakładów.

Dane odnośne do obliczenia wyposażenia oddziału modeli drewnianych są wskazane w rozdziale VI „Projektowanie wydziałów do obróbki drewna“.

Otrzymane ilości obrabiarek, jako rezultat obliczenia według typów wyposażenia, wyrażone są zwykle w postaci liczb ułamkowych. Po rozdzieleniu wyposażenia na







Wyposażenie podnośno-transportowe. Zaleca się stosować następujące wyposażenie podnośno-transportowe:

- suwnice jednobelkowe i mostowe,
- przenośniki jednoszynowe na podwieszonych belkach,
- wózki ręczne,

d. a przy produkcji dużej ilości ciężkich tłoczników lub urządzeń (narzędziownie I, II, III i IV klasy) — wózki podnośne elektryczne ze zdejmowanymi platformami.

### ZALOGA

Przy projektowaniu wstępnym obliczenie załogi narzędziowni wszystkich klas i oddziałów można przeprowadzić według danych z tablicy 24 (metoda wskaźnikowa). Za podstawę obliczenia należy przyjąć ilość zasadniczych obrabiarek narzędziowni (włączając w to obrabiarki warsztatu mechanika wydziałowego oddziału krajalni). Pod rubryką „inni“ w tablicy są uwzględnieni pracownicy oddziału obróbki cieplnej, spawalniczego, kuźni i pokrycia metalami.

Przy projektowaniu szczegółowym obliczenie załogi produkcyjnej może być przeprowadzone na zasadzie danych o pracochłonności rocznego programu (tablica 7 i 8).

### ZUŻYCIE SUROWCÓW

Projektowanie wstępne (metoda wskaźnikowa). W tablicy 25 podane są przykładowe wskaźniki do określenia zużycia surowców w narzędziowniach wszystkich klas.

Tablica 24

#### Orientacyjne wskaźniki do określania załogi narzędziowni wszystkich klas

Kategoria personelu	Zawód	Jednostka obliczeniowa	Narzędziownie			
			I i II klasy	III klasy	IV klasy	V klasy
Robotnicy produkcyjni	Obsługa obrabiarek Ślusarze	Ilość pracowników na 1 zasadniczą obrabiarkę Procent od ilości obsługi obrabiarek	1,7	1,7	1,5	1
	Jak wyżej	Ilość pracowników na 1 zasadniczą obrabiarkę	35	35 <sup>1)</sup>	55	200
	Inni	Jak wyżej	0,6	0,6	0,8	2
	Razem	Ilość pracowników na 1 zasadniczą obrabiarkę	0,15	0,2	0,2	0,1
			2,45	2,5	2,5	3,1
Robotnicy pomocniczy	Obsługa obrabiarek Ślusarze	Ilość pracowników na 1 zasadniczą obrabiarkę Procent od ilości obsługi obrabiarek	0,2	0,1	0,2	0,2
	Jak wyżej	Ilość pracowników na 1 zasadniczą obrabiarkę	100	200	250	200
	Inni	Jak wyżej	0,2	0,2	0,5	0,4
	Razem	Ilość pracowników na 1 zasadniczą obrabiarkę	0,5	0,5	0,5	0,1
			0,45	0,35	0,75	0,7
Ogółem robotników	Obsługa obrabiarek Ślusarze	Ilość pracowników na 1 zasadniczą obrabiarkę Procent od ilości obsługi obrabiarek	1,9	1,8	1,7	1,2
	Jak wyżej	Ilość pracowników na 1 zasadniczą obrabiarkę	40	45	75	200
	Inni	Jak wyżej	0,1	0,8	1,3	2,4
	Razem	Ilość pracowników na 1 zasadniczą obrabiarkę	0,2	0,25	0,25	0,2
			2,9	2,85	3,25	3,8

Tablica 24 (c. d.)

Kategoria personelu	Zawód	Jednostka obliczeniowa	Ilość pracowników na 1 zasadniczą obrabiarkę			
			Narzędziownie I i II klasy	Narzędziownie III klasy	Narzędziownie IV klasy	Narzędziownie V klasy
Personel administracyjno-techniczny	Personel inżynieryjno-techniczny	Procent od ilości robotników	14	14	14	14
Urzędniczy i usługowy	Urzędniczy	Ilość pracowników na 1 zasadniczą obrabiarkę	0,4	0,4	0,5	0,5
		Procent od ilości robotników	4	4	4	4
	Młodszy personel usługowy	Ilość pracowników na 1 zasadniczą obrabiarkę	0,1	0,1	0,1	0,15
		Procent od ilości robotników	2	2	2	2
		Ilość pracowników na 1 zasadniczą obrabiarkę	0,05	0,05	0,05	0,05
	Razem	Ilość pracowników na 1 zasadniczą obrabiarkę	0,55	0,55	0,65	0,7
	Ogólnie	Ilość pracowników na 1 zasadniczą obrabiarkę	3,45	3,40	3,90	4,5

1) Tylko dla narzędziowni z oddziałem firm do pras.

Uwaga. Obliczenie załogi pracowniczej oddziału modeli drewnianych na narzędziowni podane jest w rozdziale „Projektowanie wydziałów do obróbki drewna”.

W przypadku projektowania wstępnego roczne zużycie surowców na 1 zasadniczą obrabiarkę narzędziowni określa się w zależności od organizacji wydziału oraz wielkości jego oddziałów:

a. według pozycji tablicy „średnio bez tłoczników kuźniczych” — jeżeli w organizacji narzędziowni nie przewidziano produkcji tłoczników kuźniczych;

b. według pozycji tablicy „średnio z tłocznikami kuźniczymi” — przy ilości obrabiarek przeznaczonych do ich produkcji, wynoszącej 10% ogólnej ilości zasadniczych obrabiarek w narzędziowni.

Przy projektowaniu szczegółowym roczne zużycie surowców określa się na poszczególne oddziały narzędziowni, następnie rezultaty podsumowuje się dla wydziału jako całości.

Wskaźniki dla narzędzi tnących, pomiarowych, pomocniczych, dla przyrządów, jak również dla regeneracji narzędzi podane są w tablicy 25. Odnoszą się one do narzędziowni z ilością obrabiarek około 200 ÷ 250. Przy parku maszynowym 30 ÷ 50 obrabiarek wskaźniki tej tablicy należy zmniejszyć o 30 ÷ 40%, przy parku zaś maszynowym 500 ÷ 600 jednostek wskaźniki należy powiększyć o 10 ÷ 20%.

Zużycie surowców przy projektowaniu według metody wagowej (przy projektowaniu szczegółowym) może być określone według danych z tablicy 26.

### ENERGETYKA

Przy projektowaniu wstępnym ustalona moc silników i pieców oddziałów narzędziowni oraz rozchód powietrza sprężonegoj pary i wody mogą być odpowiednio określone według danych z tablicy 27 i 28, jak również według wskaźników rozdziału „Projektowanie gospodarki energetycznej zakładów”. W tablicy 28 oprócz tego podane są wskaźniki rozchodu paliwa dla pieców produkcyjnych narzędziowni.



**Orientacyjne wskaźniki do określenia rocznej produkcji narzędzi i zużycia surowców (w tonach) na 1 zasadniczą obrabiarkę narzędziowni wszystkich klas (metoda wskaźnikowa)**

Rodzaj produkcji	Roczna produkcja narzędzi (ciężar netto) na 1 zasadniczą obrabiarkę narzędziowni w t			Roczny ciężar wyrobów poddawanych obróbce cieplnej na 1 zasadniczą obrabiarkę narzędziowni w t			Roczne zużycie surowców na 1 zasadniczą obrabiarkę narzędziowni w t		
	Wymiarowa charakterystyka wyrobów produkowanych w zakładach								
	duże	średnie	drobne	duże	średnie	drobne	duże	średnie	drobne
Wykonywanie narzędzi tnących	2,0	1,5	1,2	1,9	1,4	1,1	3,6	2,7	2,1
W tej ilości:									
a. noży	3,7	2,8	2,3	3,5	2,7	2,2	6,8	5,0	4,2
b. do obróbki drewna	2,8	2,8	2,8	2,7	2,7	2,7	5,0	5,0	5,0
c. innych narzędzi tnących	1,4	1,1	0,9	1,3	1,0	0,8	2,5	2,0	1,6
Wykonywanie, remont kapitalny i regeneracja:									
narzędzi mierniczych	1,0	0,8	0,6	0,7	0,6	0,4	1,5	1,2	0,9
narzędzi pomocniczych	2,5	1,8	1,5	0,3	0,2	0,2	4,5	3,2	2,7
przyrządów	5,3	3,1	1,7	0,1	0,1	0,1	6,8	4,0	2,2
narzędzi kotlarskich	1,8	1,8	1,8	1,4	1,4	1,4	3,2	3,2	3,2
matryc kuzniczych swobodnego kucia	41	25	17	82	50	34	51	31	21
tłoczników kuzniczych do kucia na gorąco	21	17	12	42	34	24	28	23	16
tłoczników do tłoczenia na zimno	4,1	2,9	2,0	1,6	1,2	0,8	6,2	4,4	3,0
modeli metalowych	6,1	3,7	2,0	—	—	—	8,6	5,2	2,8
form do pras i form metalowych do odlewów	—	1,2	1,2	—	0,6	0,6	—	1,8	1,8
Regeneracja narzędzi tnących, ślusarsko-monterskich i drobnych pomocniczych	4,9	3,7	3,0	3,2	2,4	2,0	1,5	1,1	0,9
Wykonywanie części zapasowych do narzędzi pneumatycznych i ich remont:	1,2	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1	1,9	1,9	1,9
średnio bez tłoczników i matryc kuzniczych	3,0	2,0	1,5	1,5	1,0	0,8	4,5	3,0	2,2
średnio z tłocznikami i matrycami kuzniczymi przy ilości obrabiarek przeznaczonych do ich produkcji wynoszącej 10% ilości obrabiarek narzędziowni	4,7	3,4	2,4	5,5	3,7	2,7	7,0	4,7	3,4

Przy projektowaniu szczegółowym opracowanie założeń zaopatrzenia w energię elektryczną przeprowadza się oddzielnie dla każdego odbiornika.

Określenie zużycia powietrza sprężonego i wody zwykle przeprowadza się tylko dla oddziałów obróbki cieplnej i metalizacji.

**POWIERZCHNIE, ICH ROZPLANOWANIE I ROZMIESZCZENIE URZĄDZEŃ**

Rozmieszczenie wydziałów i oddziałów. Narzędziownie (I i II klasy) mogą się mieścić:

- a. w oddzielnym budynku,

b. w budynku wspólnym z wydziałem mechanicznym zakładów,

c. we wspólnym budynku z wydziałem remontowo-mechanicznym,

d. w oddzielnym pomieszczeniu, należącym do zespołu budynków zakładu.

Wybór odmiany w poszczególnych przypadkach zależy od wielkości i organizacji zakładów, jak również od właściwości projektowanej narzędziowni.

Oddziały tłoczników do tłoczenia na gorąco i na zimno (III i IV klasa) zazwyczaj umieszcza się w budynkach wydziałów użytkujących.



**Orientacyjne wskaźniki do obliczania rocznego zużycia surowców w narzędziowniach  
wszystkich klas (metoda wagowa)**

Rodzaj produkcji	Zużycie surowców w % od ciężaru brutto									
	% stosunek ciężaru brutto do netto	stal szymbkowa	stale zastępcze stal szymbkowa	spiekane węglaki	stal węglowa i stopowa	stal narzędziowa	odlewy żelazne	brąz, mosiądz i miedź	aluminium	ogółem
Wykonywanie narzędzi tnących	180	40	10	1	25	24	—	—	—	100
Wykonywanie, remont kapitalny i regeneracja narzędzi micrniczych	150	—	—	—	50	50	—	—	—	100
Jak wyżej narzędzi pomocniczych	130	—	—	—	14	80	5	1	—	100
Jak wyżej przyrządów	130	—	—	—	13	40	45	1	1	100
Jak wyżej narzędzi kotlarskich	180	5	12	—	60	23	—	—	—	100
Jak wyżej matryc kuźniczych do swobodnego kucia	125	—	—	—	80	12	—	—	—	100
Jak wyżej tłoczników kuźniczych do kucia na gorąco	135	—	—	—	75	16	7	—	—	100
Jak wyżej tłoczników do tłoczenia na zimno	150	—	—	—	40	10	50	—	—	100
Jak wyżej modeli metalowych	140	—	—	—	—	10	65	10	15	100
Jak wyżej form do pras i form metalowych do odlewów	150	—	—	—	60	20	20	—	—	100
Regeneracja narzędzi tnących, ślusarsko-monterskich i drobnych pomocniczych	30	—	—	—	30	70	—	—	—	100
Wykonywanie części zapasowych do narzędzi pneumatycznych i ich remont	160	—	—	—	34	60	3	3	—	100

**Orientacyjne wskaźniki dla określenia mocy nominalnej w kW na 1 zasadniczą obrabiarkę  
narzędziowni**

Nazwa oddziałów i odbiorników	Narzędziownia I i II klasy		Narzędziownia III klasy	Narzędziownia IV klasy	Narzędziownia V klasy	
	do 50 obrabiarek	ponad 50 obrabiarek				
Oddziały mechaniczne: silniki	3,0 ÷ 2,5	3,0 ÷ 2,5	7,0 ÷ 5,0	9,0 ÷ 6,0	3,0 ÷ 2,0	
Oddziały obróbki cieplnej: a. piece	2,5 ÷ 1,2	1,2 ÷ 0,9	4,0 ÷ 3,0	3,1 ÷ 1,5	3,0 ÷ 1,5 <sup>1)</sup>	
b. silniki	1,5 ÷ 0,8	0,8 ÷ 0,6	3,0 ÷ 2,0	—	—	
Oddziały pokrywania metalami: silniki	—	0,2 ÷ 0,1	—	—	—	
Razem	{ silniki	4,5 ÷ 3,3	4,0 ÷ 3,2	10,0 ÷ 7,0	9,0 ÷ 6,0	3,0 ÷ 2,0
	{ piece	2,5 ÷ 1,2	1,2 ÷ 0,9	4,0 ÷ 3,0	3,0 ÷ 1,5	3,0 ÷ 1,5
Ogółem		7,0 ÷ 4,5	5,2 ÷ 4,1	11,0 ÷ 10,0	12,0 ÷ 7,5	6,0 ÷ 3,5

<sup>1)</sup> Tylko dla narzędziowni z oddziałami form do pras.

**Orientacyjne wskaźniki do określania zużycia powietrza sprężonego, pary i paliwa z uwzględnieniem  
oddziały obróbki cieplnej i pokrywania metalami**

Nazwa	Jednostka miary	Rozchód na godzinę na 1 zasadniczą obrabiarkę					
		narzędziownia I, II i IV klasy		narzędziownia III klasy		narzędziownia V klasy	
		średni	maksymalny	średni	maksymalny	średni	maksymalny
Powietrze sprężone	m <sup>3</sup>	0,9 — 1,2	1,1 — 1,5	6 — 10,0	7 — 12,0	÷	÷
Woda	m <sup>3</sup>	0,2 — 0,4	0,4 — 0,8	0,6 — 1,2	1,2 — 2,4	0,2 — 0,4	0,4 — 0,8
Para	kg	0,35 — 1,1	0,5 — 1,5	1,8 — 2,5	2,5 — 3,5	÷	÷
Paliwo do pieców produkcyjnych (przeliczone na paliwo nominalne)	kg	0,5 — 1,0	0,8 — 1,6	3,4 — 5,5	4,5 — 7,5	÷	÷



Tablica 29

## Orientacyjne wskaźniki do obliczania ogólnej powierzchni narzędziowni wszystkich klas

Nazwa ogólnych powierzchni wydziału	Powierzchnia na 1 zasadniczą obrabiarkę w m <sup>2</sup>				
	narzędziownie I klasy	narzędziownie II klasy	narzędziownie III klasy	narzędziownie IV klasy	narzędziownie V klasy
Powierzchnia produkcyjna oddziałów przedmiotowych i krajalni <sup>1)</sup>	10,5 ÷ 11,5	9,0 ÷ 11,5	19,0 ÷ 27,0	16,0 ÷ 24,0	17,0 ÷ 22,0
Pomieszczenia pomocnicze, przejściowe, rozdzielnie, magazyny itd.	2,0 ÷ 2,7	2,0 ÷ 2,7	1,5 ÷ 2,0	1,5 ÷ 2,0	1,5 ÷ 2,0
Magazyn materiałów, magazyn surowców	0,8 ÷ 1,2	0,8 ÷ 1,2	2,0 ÷ 2,5	1,0 ÷ 1,3	1,0 ÷ 1,2
Magazyn suchego drewna	—	—	—	—	2,0 ÷ 2,2
Malarnia	—	—	—	—	0,7 ÷ 1,0
Laboratorium pomiarowe	0,4 ÷ 0,5	0,4 ÷ 0,5	—	—	—
Kontrolno-wzorcowy punkt	—	—	—	0,5 ÷ 0,7	—
Przejścia główne	2,5 ÷ 3,5	2,5 ÷ 3,5	3,0 ÷ 4,0	3,0 ÷ 4,0	3,0 ÷ 4,5
Razem	16,2 ÷ 22,4	14,7 ÷ 19,4	25,5 ÷ 35,5	22,0 ÷ 32,0	25,2 ÷ 32,9
Oddział obróbki cieplnej (łącznie ze spawaniem, laboratorium, pomocniczymi pomieszczeniami i przejściami)	2,7 ÷ 3,0	2,7 ÷ 3,0	4,0 ÷ 6,0	3,0 ÷ 5,0	0,5 ÷ 0,6
Kuźnia	0,5 ÷ 0,7	0,5 ÷ 0,7	—	—	—
Oddział pokrywania metalami	0,4 ÷ 0,6	0,4 ÷ 0,6	—	—	0,7 ÷ 1,0
Razem	3,6 ÷ 4,3	3,6 ÷ 4,3	4,0 ÷ 6,0	3,0 ÷ 5,0	1,2 ÷ 1,6
Ogółem	19,8 ÷ 26,7	18,3 ÷ 23,7	29,5 ÷ 41,5	25,0 ÷ 37,0	26,4 ÷ 34,5
Ogółem po zaokrągleniu	20 ÷ 27	18 ÷ 24	29 ÷ 41	25 ÷ 37	26 ÷ 34

<sup>1)</sup> Jako powierzchnię produkcyjną należy rozumieć powierzchnię zajęta przez obrabiarki, stoły ślusarskie, stoły montażowe, płyty traserskie i pozostałe wyposażenie jak również przez punkty kontrolne i przejścia wewnętrzne w wydziale.

Oddział modelarski (V klasa) lokuje się w oddzielnym budynku lub też w budynku wydziału odlewniczego.

**Rozplanowanie powierzchni.** Oprócz oddziałów produkcyjnych (tablica 3) warsztaty narzędziowe posiadają w swym składzie oddziały i sekcje pomocnicze jak również pomieszczenia usługowe i socjalne.

Oddziały i sekcje pomocnicze: laboratorium pomiarowe, oddział doświadczalny, warsztat mechanika wydziałowego, pomieszczenie dla rymarza, smarowników, oddział ostrzenia narzędzi drugiej kategorii, podstacja transformatorowa, magazyny surowców, półfabrykatów, tłoczników, modeli, centralny magazyn narzędziowy, centralny magazyn materiałów ściernych, wypożyczalnia narzędzi, magazyny narzędzi regenerowanych, magazyny przejściowe, materiałów pomocniczych, części zapasowych wyposażenia i inne.

Przy projektowaniu szczegółowym obliczenie powierzchni oddziałów i sekcji produkcyjnych i pomocniczych narzędziowni może być przeprowadzone według danych tablicy 29 ÷ 34.

**Pomieszczenia usługowe i socjalne:** biuro warsztatowe, stołówka, szatnia, natryski, ustępy i inne.

W zależności od organizacji zakładów, wielkości narzędziowni, jej usytuowania i charakteru produkcji niektóre oddziały produkcyjne i pomocnicze mogą być zupełnie pominięte lub też mogą być połączone z innymi oddziałami.

**Określenie powierzchni.** Po obraniu miejsca narzędziowni na terenie zakładu konieczne jest określenie orientacyjne ogólnej powierzchni wydziału. W tablicy 29 podane są wskaźniki do określenia ogólnej powierzchni narzędziowni wszystkich klas. Przy obliczeniu należy brać pod uwagę ilość zasadniczych obrabiarek wydziału jak również ilość obrabiarek warsztatu mechanika wydziałowego i krajalni.

W tablicy 30 podane są wskaźniki do wstępnych obliczeń powierzchni produkcyjnych poszczególnych oddziałów, w zależności od typowej organizacji narzędziowni

wszystkich klas. Do szczegółowych obliczeń powierzchni według rzeczywistego składu wyposażenia projektowanych oddziałów (obrabiarki, stoły ślusarskie, płyty traserskie, stoły montażowe) mogą być użyte wskaźniki według tablicy 31.

Następujące sekcje produkcyjne i usługowe zazwyczaj są umieszczane w oddzielnych pomieszczeniach:

- sekcja ostrzarska oddziału narzędzi tnących,
- sekcja wiertarek ze stołem współrzędnych do wykonywania tłoczników i przyrządów,
- sekcja obrabiarek do szlifowania zębów noży Fello-wsa i kontrolnych kół zębatach wraz z koniecznymi do tego celu przyrządami pomiarowymi,
- pomieszczenia pomocnicze warsztatu,
- centralny magazyn narzędziowy,
- centralny magazyn materiałów ściernych,
- zakładowe laboratorium pomiarowe i inne.

Powierzchnie potrzebne dla sekcji wymienionych pod „a”, „b” i „c”, zwykle są wydzielane z pomieszczeń produkcyjnych wydziału i mogą być obliczone według danych tablicy 30 i 31. Powierzchnie pomieszczeń pomocniczych mogą być określone za pomocą wskaźników podanych w tablicy 32, 33 i 34.

Obliczenie powierzchni laboratorium pomiarowego zazwyczaj przeprowadza się w zależności od wielkości i właściwości produkcyjnych zakładu.

Powierzchnię centralnego magazynu narzędziowego można określić wychodząc z założenia: 0,5 ÷ 0,6 m<sup>2</sup> na 1 zasadniczą obrabiarkę zakładu przy produkcji dużych wyrobów, 0,4 ÷ 0,5 m<sup>2</sup> drobnych wyrobów (granice dolną stosuje się przy produkcji jednostkowej, górną zaś — przy seryjnej i masowej).

Części składowe powierzchni centralnego magazynu narzędziowego mogą być ustalane według następujących proporcji (w %): miejsce składowania — 80, powierzchnia do rozpakowywania i sortowania narzędzi — 14, punkt kontrolny — 3, biuro ewidencji — 3.

Wielkość powierzchni centralnego magazynu materiałów ściernych można określić przyjmując do obliczenia



0,2 ÷ 0,3 m<sup>2</sup> na jedną zasadniczą obrabiarkę wydziałów produkcyjnych, zaś warsztatu regeneracji narzędzi ściernych — 0,1 m<sup>2</sup>. Za minimalną powierzchnię warsztatu regeneracji narzędzi ściernych należy uważać 20 m<sup>2</sup>.

Przy określeniu powierzchni magazynu modeli metalowych i form do pras zaleca się przyjmować na 1000 ton rocznej produkcji odlewów z modeli metalowych 10 m<sup>2</sup> przy produkcji masowej i 15 m<sup>2</sup> — przy produkcji seryjnej.

Przy obliczaniu powierzchni magazynu modeli drewnianych można przyjmować 100 m<sup>2</sup> przy produkcji seryjnej i 150 m<sup>2</sup> przy produkcji jednostkowej, na 1000 t rocznej produkcji odlewów z modeli drewnianych.

Powierzchnię magazynu tłoczników (do tłoczenia na gorąco i na zimno) można określić według obliczenia: 0,1 ÷ 0,15 m<sup>2</sup> na 1 drobny tłocznik, 0,25 ÷ 0,30 m<sup>2</sup> na 1 średni tłocznik i 0,30 ÷ 0,40 m<sup>2</sup> na 1 duży tłocznik, które będą przechowywane w projektowanym magazynie.

**Rozplanowanie powierzchni.** Rozplanowanie powierzchni oddziałów produkcyjnych i pomocniczych warsztatu

Tablica 30

**Orientacyjne wskaźniki do obliczania łącznej powierzchni produkcyjnej narzędziowni wszystkich klas według oddziałów**

Klasa narzędziowni	Nazwa oddziału	Łączna powierzchnia na 1 zasadniczą obrabiarkę w m <sup>2</sup>
I II	Noży, ostrzenia narzędzi drugiej kategorii	6 ÷ 8
	Narzędzi tnących, części znormalizowanych, regeneracji narzędzi	7 ÷ 9
	Narzędzi pomocniczych, narzędzi mierniczych, remontu narzędzi pneumatycznych	9 ÷ 11
	Form do pras i form metalowych do odlewów	11 ÷ 14
	Przyrządów, tłoczników do tłoczenia na zimno, modeli metalowych, krajalni, warsztat mechanika wydziałowego, doświadczalny	13 ÷ 18
	Tłoczników kuźniczych	16 ÷ 22
III	Matryc młotowych <sup>1)</sup>	22 ÷ 28
	Tłoczników okrawających	15 ÷ 17
	Tłoczników do spęczania	11 ÷ 14
	Krajalnia	20 ÷ 25
	Remontu bieżącego tłoczników	25 ÷ 30
	Warsztat mechanika wydziałowego	14 ÷ 18
IV	Ostrzenia narzędzi drugiej kategorii	6 ÷ 8
	Tłoczników do tłoczenia na zimno <sup>2)</sup>	15 ÷ 22
	Remontu bieżącego tłoczników	18 ÷ 26
	Części znormalizowanych	11 ÷ 17
	Krajalnia	13 ÷ 17
	Modeli do tłoczników	22 ÷ 24
Warsztat mechanika wydziałowego	14 ÷ 18	
V	Ostrzenia narzędzi drugiej kategorii	6 ÷ 8
	Modeli metalowych	13 ÷ 18
	Skrzynek formierskich	22 ÷ 30
	Form do pras i form metalowych do odlewów	11 ÷ 14

<sup>1)</sup> Łącznie z grupą wzorników.

<sup>2)</sup> Łącznie z punktem wzorców i sekcją wzorników.

Tablica 31

**Orientacyjne wskaźniki do obliczania powierzchni produkcyjnej narzędziowni wszystkich klas w odniesieniu do jednostki wyposażenia w m<sup>2</sup>**

Nazwa wyposażenia	Nazwa oddziału	Powierzchnia produkcyjna na jednostkę wyposażenia
Obrabiarki <sup>1)</sup>	Noży, ostrzenia narzędzi drugiej kategorii	5 ÷ 7
	Pozostałych narzędzi tnących, mierniczych, pomocniczych, regeneracji, części znormalizowanych, doświadczalny, warsztat mechanika, modeli metalowych, form do pras i form metalowych do odlewów	8 ÷ 12
	Przyrządów, tłoczników do tłoczenia na zimno, tłoczników okrawających i tłoczników do spęczania, krajalnia	8 ÷ 14
	Matryc młotowych	12 ÷ 15
	Modeli tłoczników (do koparek itp.)	20 ÷ 25
	Skrzynek formierskich	17 ÷ 24
Stoły ślusarskie <sup>1)</sup>	Narzędzi tnących mierniczych, modeli metalowych, form do pras i form metalowych do odlewów	2,5 ÷ 3,5
	Przyrządów, tłoczników (przeciętnie dla wszystkich rodzajów tłoczników)	4 ÷ 6
	Tłoczników okrawających do spęczania	3,5 ÷ 4,5
	Tłoczników do tłoczenia na zimno	5,0 ÷ 7,0
	Matryc młotowych	6 ÷ 8
	Modeli tłoczników	8 ÷ 10
Pięty traserskie	Przyrządów, tłoczników, modeli	8 ÷ 10
Stoły montażowe	Tłoczników (wszystkich rodzajów)	3 ÷ 5

<sup>1)</sup> Przy projektowaniu w wydziale punktów kontrolnych, wskaźnik powierzchni produkcyjnej odpowiedniego oddziału podane w działach „Obrabiarki” i „Warsztaty” należy zwiększyć o 4 ÷ 6%.

oraz rozstawienie w nich wyposażenia powinno w zupełności odpowiadać warunkom płynności produkcji. Zasady rozmieszczenia wyposażenia w oddziałach narzędziowni wszystkich klas są takie same, jakie stosuje się przy projektowaniu zasadniczych wydziałów pokrewnego typu (mechanicznych, kuźni, obróbki cieplnej, pokrywania metalami i innych).

Pożądane jest, aby następujące oddziały i sekcje wydziału umieszczać w bezpośredniej bliskości jeden od drugiego: a. skład materiałów i oddziały krajalni, kuźni, spawalniczy oraz oddział części znormalizowanych, b. oddział narzędzi mierniczych i oddział (sekcję) pokrywania metalami. Zaleca się umieszczać możliwie najbliższej oddziału (wydziału) obróbki cieplnej, oddziały noży i pozostałych narzędzi tnących, przed innymi przedmiotowymi oddziałami.

Biorąc pod uwagę specyficzne właściwości wykonywania i eksploatacji tłoczników (to znaczy ich ciężar, wielokrotny przewóz do remontu i regeneracji), przy projektowaniu warsztatów III i IV klasy konieczne jest, w miarę możliwości, zapewnienie jak najkrótszych dróg transportowych wewnątrz wydziału oraz między wydziałami. Należy też zwrócić uwagę na bezpośrednie przekazywanie tłoczników kuźniczych z urządzeń transportowych narzędziowni na urządzenia transportowe warsztatu użytkującego.



Tablica 3

Orientacyjne wskaźniki do obliczania powierzchni pomieszczeń pomocniczych narzędziowni I, II klasy (w m<sup>2</sup>)

Nazwa pomieszczenia pomocniczych	Powierzchnia w m <sup>2</sup> pomieszczeń pomocniczych narzędziowni z ilością zasadniczych obrabiarek								Powierzchnia pomocnicza na 1 zasadniczą obrabiarkę dla wydziałów powyżej 300 zasadniczych obrabiarek w m <sup>2</sup>
	25	50	75	100	150	200	250	300	
Wypożyczalnia narzędzi (łącznie powierzchnia)	24	36	60	72	108	144	180	216	0,7 ÷ 0,8
Magazyny przejściowe (łącznie powierzchnia)	18	36	48	60	90	108	120	125	0,5 ÷ 0,6
Pomieszczenia do kompletowania półfabrykatów	półfabrykaty są kompletowane w magazynach przejściowych			12	12	18	18	24	0,06 ÷ 0,07
Magazyn części znormalizowanych przy oddziale części znormalizowanych	łączy się z magazynem stali				12	18	18	24	0,05 ÷ 0,08
Magazyn regenerowanych narzędzi przy oddziale regeneracji	łączy się z przejściowym magazynem oddziału regeneracji			18	24	36	42	48	0,14 ÷ 0,16
Magazyn części zapasowych przy warsztacie mechanika wydziałowego	łączy się z przejściowym magazynem warsztatu mechanika wydziałowego			18	18	24	36	42	0,12 ÷ 0,14
Pomieszczenie dla elektrotechników warsztatu mechanika wydziałowego	—	12	12	12	12	18	28	30	0,08 ÷ 0,10
Pomieszczenie dla rymarzy i smarowników	—	12	12	12	12	12	12	18	0,04 ÷ 0,05
Magazyn smarów	18	18	24	12	12	12	12	18	0,04 ÷ 0,05
Pomieszczenie dla przygotowywania emulsji	18	18	24	18	18	18	18	24	0,05 ÷ 0,08
Magazyn materiałów pomocniczych	12	12	12	12	18	18	24	30	0,08 ÷ 0,09
Pomieszczenie do badania narzędzi pneumatycznych	12	12	18	18	18	24	24	24	0,08 ÷ 0,09
<b>Razem</b>	<b>84</b>	<b>126</b>	<b>174</b>	<b>264</b>	<b>354</b>	<b>450</b>	<b>528</b>	<b>648</b>	<b>1,94 ÷ 2,31</b> (2,0 - 2,7)

W celu jak najlepszego zapewnienia naturalnego oświetlenia i odpowiedniej wentylacji zaleca się następujące oddziały i sekcje rozplanowywać przy zewnętrznych ścianach budynku: oddziały produkcji precyzyjnej, włączając w to produkcję sprawdzianów, obróbki cieplnej, spawalnicze, kuźnicze, pokrywania metalami jak również sekcje ostrzarek i piaskownic.

Zaleca się stosowanie następującego rozstawienia kolumn: w narzędziowniach I, II i V klasy — 12 × 6 cm, w narzędziowniach III i IV klasy — 12 × 6, 15 × 6, 18 × 6 m<sup>1</sup>). Wydział powinien mieć przejście przelotowe

Tablica 33

## Orientacyjne wskaźniki do obliczania powierzchni pomieszczeń pomocniczych narzędziowni III i IV

Nazwa pomieszczeń pomocniczych	Powierzchnia w m <sup>2</sup> narzędziowni z ilością zasadniczych obrabiarek				Przeclenie na 1 zasadniczą obrabiarkę w m <sup>2</sup>
	25	50	75	100	
Wypożyczalnia narzędzi	18	36	54	72	0,7 ÷ 0,8
Magazyn przejściowy <sup>2)</sup>	18	24	36	42	0,4 ÷ 0,6
Magazyn warsztatu mechanika wydziałowego	12	18	18	24	0,2 ÷ 0,3
Magazyn materiałów pomocniczych	12	18	18	18	0,2 ÷ 0,3
<b>Razem</b>	<b>60</b>	<b>96</b>	<b>126</b>	<b>156</b>	<b>1,2 ÷ 2,0</b>

podłużne, a przy większych szerokościach — również i w kierunku poprzecznym.

Należy przyjmować wysokość naw (do dolnego pasa wiazarów) w budynkach jednopiętrowych dla oddziałów mechanicznych 4,5 ÷ 5,5 m, a dla oddziałów obróbki

Tablica 34

## Orientacyjne wskaźniki do obliczania powierzchni pomieszczeń pomocniczych narzędziowni V klasy

Nazwa pomieszczeń pomocniczych	Powierzchnia w m <sup>2</sup> na 1 zasadniczą obrabiarkę oddziałów modeli metalowych, form do pras i kokili
Magazyn przejściowy	0,8 ÷ 1,0
Wypożyczalnia narzędzi	0,8 ÷ 1,0
Magazyn warsztatu mechanika wydziałowego	0,2 ÷ 0,3
Magazyn materiałów pomocniczych	0,2 ÷ 0,3

cieplnej, spawalniczych i kuźni — 6 ÷ 6,5 m. Wysokość naw powinna odpowiadać wymiarom typowych przekrojów budynków przemysłowych. Wymiary i wysokość naw, w których projektowane są wydziały i oddziały tłoczniczków kuźniczych do tłoczenia na zimno, określa się w zależności od wymiarów projektowanego dla nich wyposażenia technologicznego i podnośno-transportowego.

Wewnątrz wydziału odgródzenia magazynów i innych oddziałów wydzielanych z powierzchni produkcyjnej zwykle wykonuje się za pomocą lekkich przegródek szklonych lub siatkowych. Na rys. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 przedstawione są przykłady rozplanowania narzędziowni i rozmieszczenia urządzeń.

<sup>1)</sup> PN/B — 02351 moduł budownictwa przemysłowego.

<sup>2)</sup> Wskaźniki tablicy podane są dla magazynów przejściowych wydziału IV klasy i dla magazynu oddziału tłoczniczków do spęczniania wydziału III klasy.

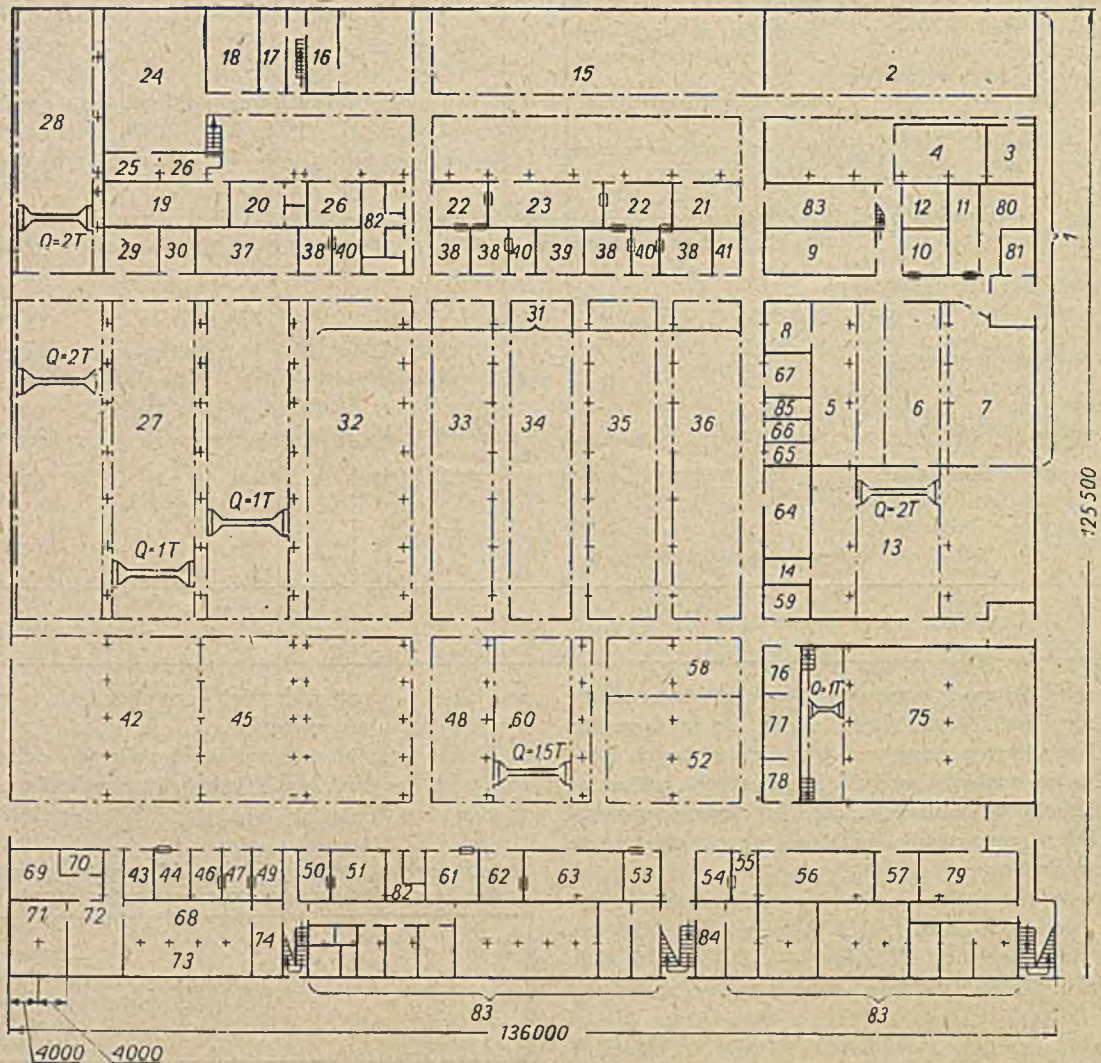


Na rys. 1. podane jest rozplanowanie narzędziowni zakładów budowy samochodów (programem produkcji nie jest objęte wykonywanie tłoczników i modeli). Warsztat mieści się w oddzielnym budynku. Jego park maszynowy zawiera około 600 obrabiarek. Powierzchni wydziału wraz z centralnym magazynem narzędziowym, magazynem surowców oraz oddziałami obróbki cieplnej i kuźni wynosi 15 500 m<sup>2</sup>.

Specjalne właściwości tego rozplanowania są następujące:

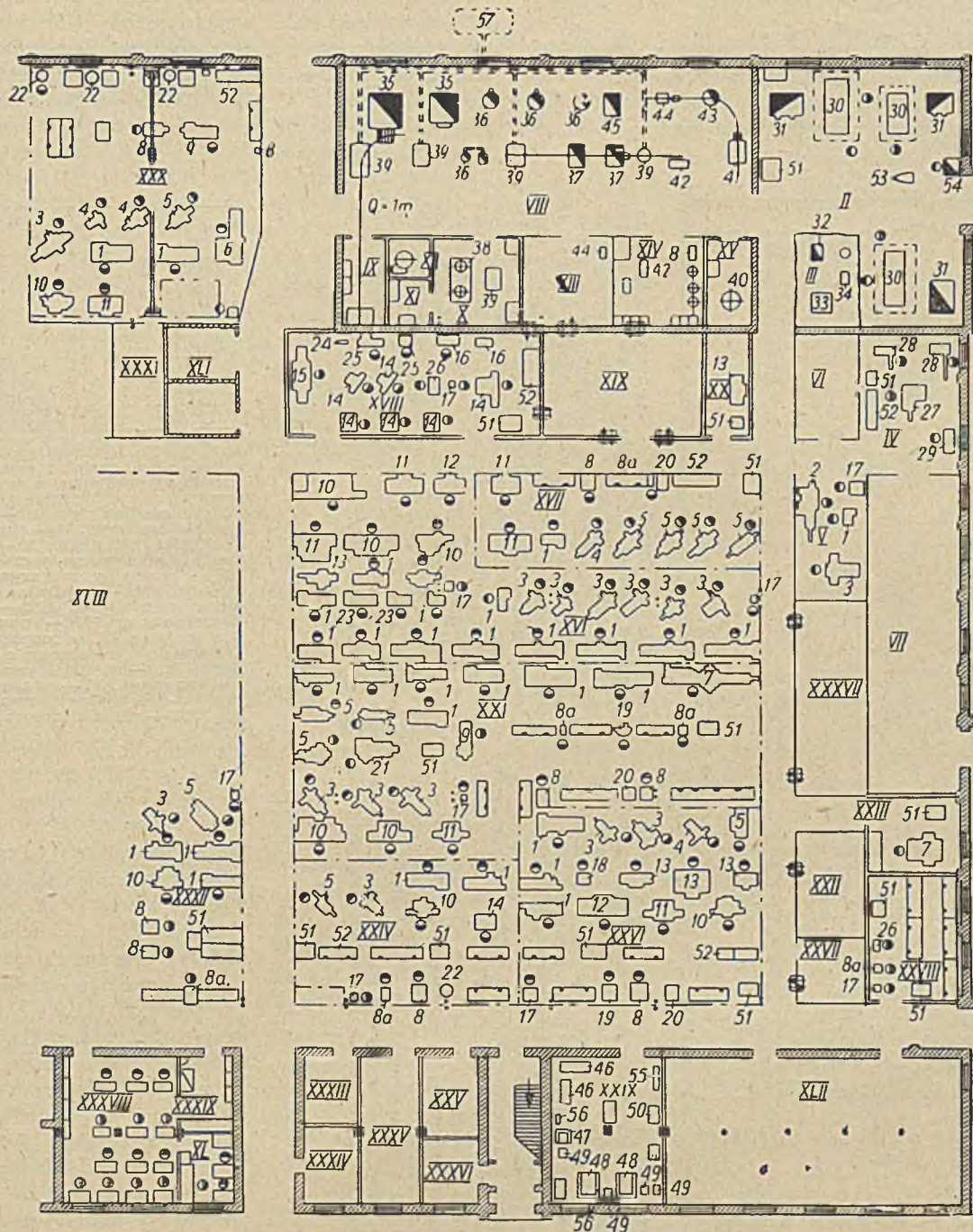
a. oddział narzędzi tnących rozbito na pięć grup w ten sposób rozplanowanych, że poczynając od krajalni ciężar gotowej produkcji stopniowo zmniejsza się, wychodząc od ciężaru brutto materiału (noże, frezy, narzędzia do obróbki otworów, narzędzia gwintowe oraz narzędzia złożone);

b. w bezpośredniej bliskości punktów przyjmowania i odbioru oddziału obróbki cieplnej umieszczone są przechodnie magazyny oddziału narzędzi tnących, co zezwala na zorganizowanie przekazywania narzędzi z jednego od-



Rys. 1. Rozplanowanie narzędziowni zakładów budowy samochodów (600 ÷ 700 obrabiarek): 1 — oddział przygotowawczy, a w nim: 2 — kuźnia; 3 — wytrawialnia; 4 — sekcja spawania stykowego; 5 — sekcja śrutowania; 6 — sekcja krajalnia; 7 — sekcja części znormalizowanych; 8 — magazyn przejściowy; 9 — sekcja kompletowania; 10 — wypożyczalnia narzędzi; 11 — magazyn części znormalizowanych; 12 — biuro oddziału przygotowawczego; 13 — magazyn surowców; 14 — pomieszczenie do analizy spektralnej; 15 — oddział obróbki cieplnej, a w nim: 16 — sekcja nawęglania; 17 — sekcja piaskownic; 18 — sekcja spawania łukowego; 19 — sekcja miedzianowania; 20 — sekcja cyjanowania; 21 — sekcja pirometrów i tablic rozdzielczych; 22 — magazyn zdawczo-odbiorczy; 23 — sekcja kontroli i prostowania przyrządów, a w nim: 24 — sekcja metalizacji, a w nim: 25 — szlifiernia; 26 — magazyn artykułów chemicznych; 27 — oddział narzędzi tnących, a w nim: 28 — sekcja narzędzi skomplikowanych; 29 — sekcja noży; 30 — sekcja szlifowania zębów noży Fellowsa i kontrolnych kół zębatach; 31 — magazyny przejściowe; 32 — wypożyczalnia narzędzi; 33 — sekcja kontroli ostatecznej; 34 — biuro oddziału; 35 — oddział narzędzi pomocniczych, a w nim: 36 — magazyn przejściowy; 37 — wypożyczalnia narzędzi; 38 — oddział narzędzi doświadczalnych, a w nim: 39 — magazyn przejściowy; 40 — sekcja kontroli ostatecznej; 41 — sekcja pomiarowa; 42 — oddział doświadczalny, a w nim: 43 — magazyn przejściowy; 44 — wypożyczalnia narzędzi; 45 — sekcja pomiarowa; 46 — sekcja pomiarowa; 47 — sekcja pomiarowa; 48 — sekcja pomiarowa; 49 — sekcja pomiarowa; 50 — sekcja pomiarowa; 51 — sekcja pomiarowa; 52 — sekcja pomiarowa; 53 — sekcja pomiarowa; 54 — sekcja pomiarowa; 55 — sekcja pomiarowa; 56 — sekcja pomiarowa; 57 — sekcja pomiarowa; 58 — sekcja pomiarowa; 59 — sekcja pomiarowa; 60 — sekcja pomiarowa; 61 — sekcja pomiarowa; 62 — sekcja pomiarowa; 63 — sekcja pomiarowa; 64 — sekcja pomiarowa; 65 — sekcja pomiarowa; 66 — sekcja pomiarowa; 67 — sekcja pomiarowa; 68 — sekcja pomiarowa; 69 — sekcja pomiarowa; 70 — sekcja pomiarowa; 71 — sekcja pomiarowa; 72 — sekcja pomiarowa; 73 — sekcja pomiarowa; 74 — sekcja pomiarowa; 75 — sekcja pomiarowa; 76 — sekcja pomiarowa; 77 — sekcja pomiarowa; 78 — sekcja pomiarowa; 79 — sekcja pomiarowa; 80 — sekcja pomiarowa; 81 — sekcja pomiarowa; 82 — sekcja pomiarowa; 83 — sekcja pomiarowa; 84 — sekcja pomiarowa; 85 — sekcja pomiarowa.





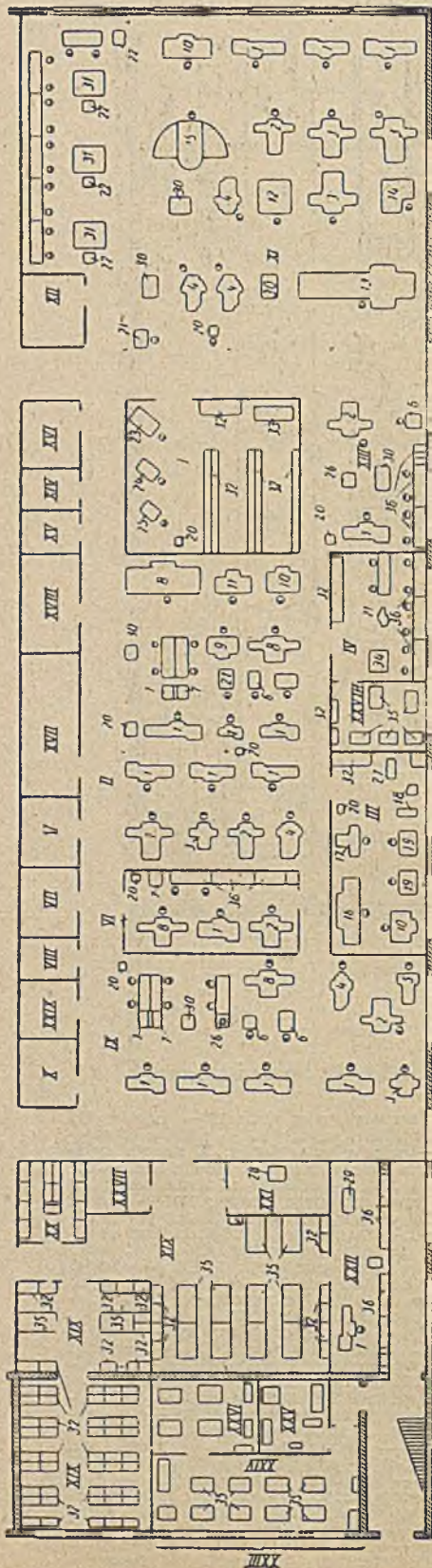
Rys. 2. Rozplanowanie narzędziowni wytwórni motocykli: I — oddział przygotowawczy, a w nim: II — kuźnia; III —sekcja spawalnicza; IV — krajalnia; V — sekcja wykonywania części znormalizowanych; VI — sekcja kompletowania; VII — magazyn stali; VIII — oddział obróbki cieplnej, a w nim: IX — sekcja nawęglania; X sekcja cyjanowania; XI — sekcja segregacji i przechowywania soli; XII — sekcja neutralizacji; XIII — sekcja odbioru; XIV — sekcja poprawek; kontroli i wydawania; XV — sekcja piaskownic; XVI — oddział narzędzi tnących, a w nim: XVII — sekcja wykonywania noży; XVIII — sekcja ostrzenia; XIX — magazyn przejściowy; XX — sekcja szlifowania noży zębów Fellowsa i kontrolnych kół zębatach; XXI — oddział przyrządów i narzędzi pomocniczych, a w nim: XXII — magazyn przejściowy; XXIII — sekcja wiertarko-rozaczarek; XXIV oddział regeneracji narzędzi, a w nim: XXV — magazyn przejściowy; XXVI — oddział narzędzi mierzniczych, a w nim: XXVII — magazyn przejściowy; XXVIII — sekcja sprawdzianów; XXIX — sekcja metalizacji; XXX — oddział tłoczników kuźniczych, a w nim: XXXI magazyn przejściowy; XXXII — oddział mechanika wydziałowego; a w nim: XXXIII — pomieszczenie rymarzy i smarowników; XXXIV — sekcja remontu elektrycznego; XXXV — magazyn części zapasowych obrabiarek; XXXVI — magazyn materiałów pomocniczych; XXXVII — wypożyczalnia narzędzi; XXXVIII — laboratorium kontroli i pomiarów, a w nim: XXXIX — sekcja odbioru; XL — pomieszczenie dokładnych pomiarów; XLI — transformatorownia; XLII — natryski, szatnie, ustępy; XLIII — sąsiedni wydział remontowo-mechaniczny: 1 — tokarki; 2 — rewolwerówka; 3 — frezarki poziome i uniwersalne; 4 — frezarki pionowe; 5 — strugarki poprzeczne; 6 — strugarka podłużna; 7 — wiertarko-rozaczarka; 8 — wiertarki pionowe; 8a — wiertarki stołowe; 9 — wiertarki promienowe; 10 — szlifierki do wałków i uniwersalne; 11 — szlifierki do płaszczyn; 12 — szlifierki do otworów; 13 — szlifierki specjalne; 14 — ostrzarki uniwersalne; 15 — ostrzarki do przeciągaczy; 16 — ostrzarki do noży; 17 — szlifierki taśmowe; 18 — grawerka; 19 — pilnikarka; 20 — prasy ręczne; 21 — diutownica; 22 — wykańczarki z gładkim wałem; 23 — tokarki — zataczarki; 24 — szlifierki do sprawdzianów; 25 — ostrzarki do wiertel; 26 — docieraczki; 27 — płyta tarczowa; 28 — płyta ramowa; 29 — centrówka; 30 — młoty kuźnicze; 31 — piece kuźnicze; 32 — piec do podgrzewania; 33 — spawarki elektryczne; 34 — prasa do płyt; 35 — piece komorowe; 36 — piece-wanny; 37 — piece szybowe do przeciągaczy; 38 — wanny; 39 — zbiorniki do hartowania; 40 — piaskownice; 41 — maszyna do mycia; 42 — prasy do prostowania; 43 — piec elektryczny do odpuszczania; 44 — wanny olejowe; 45 — płyta do odpuszczania; 46 — przetwornice elektryczne; 47 — wanna do odfuszczenia; 48 — wanny do chromowania; 49 — wanny do mycia; 50 — szafa suszarka; 51 — płyty; 52 — stoły do kontroli; 53 — kowadło; 54 — ognisko kowalskie; 55 — stojak; 56 — tablica; 57 — zbiornik do zlewania olejów ze zbiorniczek hartowniczych.



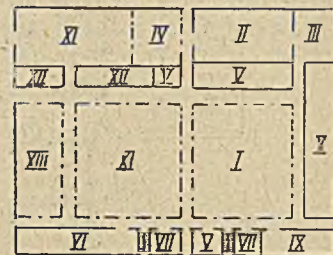
działu do drugiego przez okna umieszczone we wspólnej ścianie;

c. w celu wygodniejszego dokonywania wszystkich operacji regeneracji narzędzi, centralny magazyn narzędziowy, oddział regeneracji, magazyn materiałów oraz magazyn regenerowanych narzędzi, ułożone są obok siebie.

Ostrzarki i szlifierki instaluje się w przedmiotowych oddziałach wydziału. Z organizacyjnego punktu widzenia tego rodzaju rozwiązanie rozmieszczenia wyposażenia należy uznać za całkowicie prawidłowe, pod warunkiem należytego obciążenia obrabiarek. Na piętrze pomieszczeń socjalnych mieszczą się biura administracyjne oraz biuro techniczne narzędziowni.



Rys. 4. Rozplanowanie narzędziowni zakładów wytwórczych części samochodowych i ciągnikowych: I — magazyn stali i krajalnica; II — oddział narzędzi tnących i pomiarowych, a w nim: III — sekcja ostrzarek; IV — sekcja robót sprawdzianowych; V — magazyn przejściowy; VI — oddział regeneracji narzędzi, a w nim: VII — pomieszczenie do segregacji regenerowanych narzędzi; VIII — magazyn przejściowy; IX — oddział przyrządów i narzędzi pomocniczych, a w nim: X — magazyn przejściowy; XI — oddział tłoczników, a w nim: XII — magazyn przejściowy; XIII — oddział mechanika wydziałowego, a w nim: XIV — sekcja remontu elektrycznego; XV — pomieszczenie tymarza i smarownika; XVI — magazyn obrabiarek zapasowych; XVII — magazyn wydziałowy narzędziowo-rozdzielczy; XVIII — biuro mistrza; XIX — centralny magazyn narzędziowy; centralny magazyn materiałów ściernych i ich biura, a w nim: XX — magazyn narzędzi zużytych; XXI — stanowisko do badania tarcz ściernych; XXII — warsztat oprawiania tarcz ściernych; XXIII — centralne laboratorium pomiarowe, a w nim: XXIV — pomieszczenie pomiarów ogólnych; XXV — pomieszczenie do prac przygotowawczych; XXVI — izba do pomiarów ściśłych; XXVII — biuro; XXVIII — oddział centralnego laboratorium pomiarowego; XXIX — pomieszczenie dla kontroli technicznej, 1 — tokarki; 2 — frezarki poziome i uniwersalne; 3 — frezarki pionowe; 4 — strugarki poprzeczne; 5 — dłutownice; 6, 7 — wiertarki pionowe; 8 — szlifierki do wałków i uniwersalne; 9 — szlifierka do otworów; 10 — szlifierka do gwintów; 11 — szlifierka do płaszczyn; 12 — karuzelówka; 13 — strugarka podłużna; 14 — frezarka-kopiar-ka; 15 — wiertarka promieniowa; 16 — ostrzarka do przeciągaczy; 17 — ostrzarka uniwersalna; 18 — ostrzarka do wiertel; 19 — ostrzarka do noży; 20 — szlifierki dwutarczowe; 21 — pilnikarki; 22 — szlifierki z gładkim walem; 23 — pilna tarczowa; 24 — płyta ramowa; 25 — obcinarka; 26 — prasy ręczne; 27 pole-ka; 28 — stanowisko do badania materiałów ściernych; 29 — stanowisko do wyważania tarcz szlifierskich; 30 — płyty trasarskie; 31 — stoły montażowe; 32 — stojaki; 33 — centrówka; 34 — wykańczarka do sprawdzianów szcękowych; 35 — stoły; 36 — stoły ślusarskie.



Rys. 3. Narzędziownia wytwórni motocykli (rozplanowana we wspólnym budynku z wydziałem remontowo-mechanicznym): I — oddział obróbki cieplnej; II — oddział mechaniczny; III — kuźnia; IV — oddział tłoczników; V — pomieszczenia pomocnicze narzędziowni; VI — centralny magazyn narzędziowy; VII — centralne laboratorium pomiarowe; VIII — oddział chromowania; IX — pomieszczenia socjalne; X — magazyn stali, krajalnica i pomieszczenia pomocnicze; XI — wydział remontowo-mechaniczny; XII — pomieszczenia pomocnicze wydziału remontowego; XIII — wydział doświadczalny.

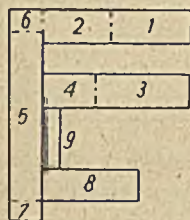
Na rys. 2 i 3 podano rozplanowanie i rozmieszczenie *urządzeń narzędziowni (II klasy) wytwórni motocykli*. Park maszynowy wydziału składa się ze 130 obrabiarek. Wydział o powierzchni 3600 m<sup>2</sup> (wraz z centralnym magazynem narzędziowym, centralnym laboratorium pomiarowym, kuźnią i oddziałem obróbki cieplnej) umieszczony jest we wspólnym budynku z wydziałem remontowo-mechanicznym i doświadczalnym, przy czym kuźnia i oddział obróbki cieplnej obsługuje wszystkie trzy znajdujące się w tym budynku wydziały. Dodatką cechą cmawianego rozplanowania jest umieszczenie obok siebie następujących sekcji wydziału:

- magazynu surowców i krajalni, części znormalizowanych i kuźni,
- przejściowego magazynu narzędzi tnących i stanowiska odbioru narzędzi do oddziału obróbki cieplnej,
- oddziału pokrywania metalami i oddziału narzędzi pomiarowych.

Rys. 4 przedstawia rozplanowanie *narzędziowni zakładów wytwórczych części samochodowych i ciągnikowych (II klasy)*



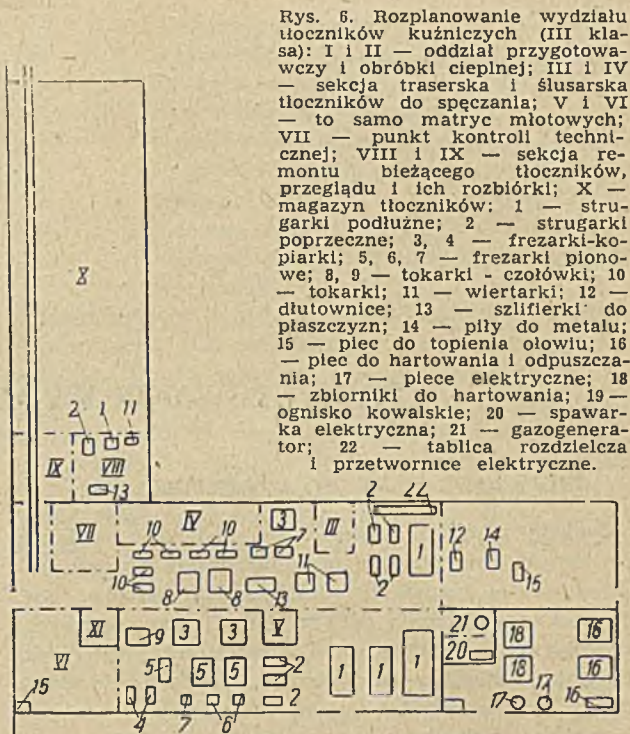
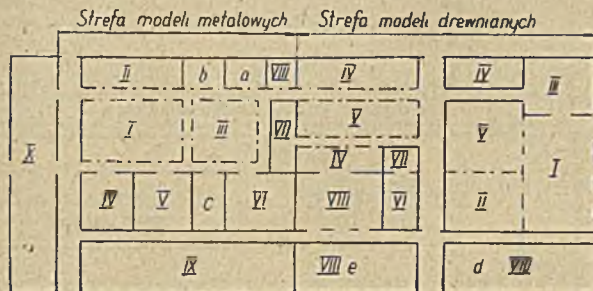
na powierzchni 2100 m<sup>2</sup>, włączając centralny magazyn narzędziowy i materiałów ściernych, warsztat oprawiania tarcz ściernych oraz laboratorium kontrolno-pomiarowe. Program warsztatu obejmuje wykonywanie narzędzi, przyrządów i tłoczników kuźniczych. Park obrabiarkowy składa się mniej więcej z 60 jednostek (powierzchnia zezwała na jego powiększenie do 80 ÷ 90 obrabiarek). Narzędziownia omawiana, tak jak i poprzednia, umieszczona jest we wspólnym budynku z zakładowymi wydziałami remontowo-mechanicznym i obróbki cieplnej.



Rys. 5. Rozplanowanie wydziału tłoczników kuźniczych (III klasa) przy wydziale kuźniczo-tłoczniańskim wytwórni ciągników. 1 — młoty lekkie; 2 — lekkie maszyny kuźnicze; 3 — młoty ciężkie; 4 — ciężkie maszyny kuźnicze; 5 — wydział obróbki cieplnej; 6 — warsztat mechanika wydziałowego; 7 — wytrawialnia; 8 — wydział tłoczników kuźniczych; 9 — magazyn tłoczników.

Rys. 5 przedstawia rozplanowanie, rys. 6 zaś rozmieszczenie urządzeń wydziału tłoczników kuźniczych (III klasy) przy wydziale kuźniczo-tłoczniańskim wytwórni ciągników. Wydział, którego park obrabiarkowy zawiera około 50 jednostek, zajmuje powierzchnię 1200 m<sup>2</sup>. Nawa o szerokości 24 m obsługiwana jest 5-tonową suwnicą elektryczną. W skład wydziału wchodzi magazyn tłoczników kuźniczych oraz oddział remontowy tłoczników.

Magazyn tłoczników wyposażony jest w linię kolejową wąskotorową, służącą do przewozu ciężkich tłoczników do kuźni.



Rys. 7 przedstawia rozplanowanie wydziału modelarskiego (V klasy) wytwórni samochodów. Wydział zajmuje oddzielny budynek. W oddziale modeli metalowych, form do pras i skrzynek formierskich znajduje się 60 obrabiarek, w oddziale modeli drewnianych — 33 obrabiarki.

Rys. 7. Wydział modeli metalowych i drewnianych (rozplanowanie). Strefa modeli metalowych: I — odcinek obróbki mechanicznej modeli; II odcinek obróbki skrzynek formierskich; III — oddział ślusarski, łącznie z a) sekcją traserską i b) sekcją montażu; IV — sekcja spawania i lutowania; V — oddział remontowo mechaniczny łącznie z c) magazynem materiałów remontowych i części zapasowych; VI — magazyn przejściowy i materiałowy; VII — wypożyczalnia narzędzi; VIII oddział kontroli technicznej; IX — magazyn modeli metalowych; X — pomieszczenia socjalne na dwóch piętrach. Strefa modeli drewnianych: I — magazyn suchego drewna; II — oddział przygotowawczy; III — sekcja obróbki mechanicznej; IV — sekcja warsztatów ślusarskich; V — sekcja sklepania półfabrykatów; VI — malarnia; VII — oddział kontroli technicznej; VIII magazyn modeli drewnianych: d) drobnych i e) dużych.

## LITERATURA I ŹRÓDŁA

- BRUSZKOW A.: Projektowanie instrumentalnego choziajstwa awto-traktornych zawodow, Maszgziz, 1936.
- SIEMIENCZENKO I.: Osnovy projektowanija mliehaniczeskich i instrumentalnych ciechow, ONTI, 1937.
- Gisprosredmasz, Rukowodiaszczije materialy po projektowaniju instrumentalnych ciechow, ser. III, wyp. 18. 1939.
- DIEGTIARIEW I.: Opyt uskoriennoj podgotowki proizwodstwa, Katalogizdat, 1940.
- WNITOMASZ, Tiezisy dokladow na instrumentalnoj konfierencii, 1939.
- WNITOMASZ, Riezolucii Wsiesojuznoj instrumentalnoj konfierencii, 1939.
- NKSS, Trudy Wsiesojuznoj instrumentalnoj konfierencii, Maszgziz, 1943.
- BTNNKSS, Instrukcija po zapolnieniju kart rascziota proizwodstwiennoj moszcznosti instrumentalnogo ciecha po ukрупnionnym pokazatielam, Maszgziz, 1942.
- Projektnyje materialy i otczioty zawodow NKSM, NKTM, NKSS, NKAP za pleriod 1939 — 1946.
- MICHIEJEW W. TICHWINSKIJ W. i MAKAREWICZ B.: Wozstanowlenije riezuszczego instrumenta. Maszgziz, 1944.
- BERMAN i KLOPPER: Organizacija sztampowogo choziajstwa, izd. Nauczno — issled. in-ta miestnoj promyszlenosti NKMP SSSR, Leningrad 1937.
- GLINER E.: Proizwodstwo kuzniecnych sztampow i organizacii sztampowogo choziajstwa, Moskwa 1936.
- WIDERMAN G., GLINER E.: Opyt raboty sztampowych ciechow GAZ.
- BEJER J.: Skorostnoje oswojenije i materialnaja osnastka tjechnologiczeskich prociessow. „Wiestnik mietałpromyszlenosti“ nr. 6, 1940.
- BEJER i BIELAJEW: Materialy po planirowaniju esnownych elementow podgotowki proizwodstwa, Tjechsoviet NKSM, april 1941 (instrukcija).
- Mietodika rascziota potrebnosti w instrumentie, Normal NKTP, utw. 18/I.1943 g., Maszgziz, 1944.
- BAZENOW N.: Otcziot o zagranciznoj komandirowkie.
- ŁUKJANOW I.: Otcziot o zagranciznoj komandirowkie po izuczeniju kuzniecno-sztampownalnego proizwodstwa na zawodach.



## R o z d z i a ł  X I

### PROJEKTOWANIE WYDZIAŁÓW REMONTOWYCH

#### WYJŚCIOWE DANE DO PROJEKTOWANIA

**Zadanie wydziału remontowego.** Zadaniem wydziału remontowego jest planowe przeprowadzanie remontu zapobiegawczego maszyn do obróbki metali, młotów, pras, urządzeń odlewniczych, dźwigowych i transportowych, energetycznych (w tym pomp, wentylatorów, sprzężarek, silników i urządzeń elektrycznych, pieców, przewodów rurowych) oraz innych urządzeń fabrycznych.

**Skład wydziału remontowego.** W skład wydziału remontowego wchodzi oddziały zasadnicze i pomocnicze, a także pomieszczenia usługowe i socjalne<sup>1</sup>).

Do oddziałów zasadniczych zalicza się: oddział demontażowy (rozbiórka i mycie), renowacji części (za pomocą napawania, metalizacji, chromowania), przygotowania półfabrykatów (przecinanie prętów), obróbki cieplnej, obróbki mechanicznej, instalacji rurowych, blacharsko-kotlarski, ślusarsko-montażowy, elektryczno-remontowy, kuźnia, spawalnia, stacja prób, lakiernia itp.

Oddziałami pomocniczymi nazywamy: magazyn surowców, magazyn części zamiennych, wypożyczalnię narzędzi, ostrzarnię narzędzi, magazyn międzyoperacyjny, ekspedycję itp.

Do pomieszczeń usługowych i socjalnych zalicza się: biuro warsztatu, jadalnię, ustępy, szatnie itp.

Zestaw oddziałów zasadniczych i pomocniczych, a także pomieszczeń usługowych i socjalnych, określa się w każdym przypadku w zależności od wielkości i rodzaju procesu technologicznego wydziału. Tak np. oddział obróbki cieplnej jest potrzebny tylko dla największych wydziałów remontowych. We wszystkich innych przypadkach obróbka cieplna części remontowanych będzie przeprowadzana w ogólnofabrycznym wydziale obróbki cieplnej. Stacja prób i lakiernia w wydziałach remontowych średnich i małych mogą być połączone w jeden oddział. Oddział elektryczno-remontowy (o wielkim programie robót) w dużych zakładach projektuje się jako oddzielny wydział.

Zasadniczym punktem wyjściowym przy projektowaniu jest ilość prac planowych remontów zapobiegawczych,

określona asortymentem i liczbą urządzeń, a także ilością zmian pracy poszczególnych wydziałów zakładu<sup>1</sup>).

Projektowanie wydziałów remontowych powinno być oparte na panującym w danej gałęzi przemysłu systemie planowych remontów zapobiegawczych [1, 3, 7, 8]<sup>2</sup>), przewidującym:

a. podział urządzeń na grupy według trudności remontu,

b. wskaźniki określające potrzebną ilość godzin na prace remontowe, odniesione do umownej jednostki remontowej (1 j. r.)<sup>3</sup>).

c. przyjęty podział planowych remontów zapobiegawczych między wydział remontowy a oddziały remontowe wydziałów produkcyjnych; stosowany w praktyce podział tych robót przedstawia tablica 1.

Tablica 1

**Podział robót remontowych**

Obiekt remontu	Wykonawca remontu	
	wydział remontowy	oddziały remontowe wydziałów produkcyjnych
Mechanizm	Wykonanie części zapasowych i zamiennych. Kapitałny remont poszczególnych rodzajów urządzeń, zwykle ze zdjęciem z fundamentu i przeprowadzany częściowo na miejscu pracy (ustawienia)	Wszelkie rodzaje robót remontowych — przeglądy, kontrole, bieżące, średnie, a także kapitalne remonty urządzeń na miejscu ich ustawienia
Piecc	Przy niewielkiej ilości pieców — wszystkie rodzaje robót remontowych. Przy większej ilości — średnie i kapitalne remonty	Przy większej ilości pieców — przeglądy, kontrole i bieżące remonty

<sup>1</sup> W miarę rozwoju poszczególnych gałęzi przemysłu maszynowego, dostarczających części zamiennych, zakłady będą wykonywać coraz mniej tych części we własnym zakresie, często trudnych do wykonania i wolno zużywających się. W związku z tym zmniejszą się wydziały remontowe w stosunku do dotychczas projektowanych i przewidzianych w tablicach tego rozdziału.

<sup>2</sup> Liczby ujęte [ ] oznaczają kolejny numer załączonego spisu literatury.

<sup>3</sup> Określenie pojęcia cyklu remontowego i jednostki remontowej (1. j. r.) wraz z przykładami podane jest w uzupełnieniu tego rozdziału. Dane zostały zaczerpnięte przez tłumacza ze „Sprawoznacza projektanta“ Ajzenberga.

<sup>1</sup> Ze względu na to, że profil technologiczny wydziałów remontowych jest określony przede wszystkim zestawem oddziałów składowych, nomenklatura oddziałów zastępuje tują klasyfikację wydziałów.







procentowymi [4] (w % od całkowitego zestawu): tokarki i rewolwerówki — 48, karuzelówki i czołówki — 3, wytaczarki — 3, wiertarki kolumnowe — 9, wiertarki promieniowe — 2, frezarki — 8, strugarki — 9, dłutownice — 2, szlifierki — 7, maszyny do nacinania zębów — 5, pozostałe (specjalne) — 4. Liczby te zmieniają się w pewnych granicach w zależności od właściwości i żadanego wyposażenia wydziału remontowego.

Wybór wyposażenia technicznego oddziałów kuźniczego, spawalniczego, obróbki cieplnej, lakierni i innych oddziałów wydziału remontowego określa się według wskazówek odpowiednich rozdziałów tego tomu.

Pomocnicze wyposażenie techniczne określa się według potrzeb wydziału.

Wyposażenie podnośno-transportowe. Jako zasadnicze wyposażenie podnośno-transportowe w warsztatach remontowych stosuje się:

a. suwnice kratownicowe elektryczne o udźwigu 5 i 10 T, suwnice jednobelkowe 1,2 i 3 T, licząc jedną suwnicę na 40 ÷ 60 m długości nawy;

b. ręczne żurawie obrotowe o udźwigu 0,25; 0,5; 1 i 2 T, licząc 1 żuraw na 1 ÷ 2 stanowisk montażowych;

c. wózki ręczne ze stałą i podnośną platformą, w ilości 3 ÷ 5 sztuk na wydział, a także wózki mechaniczne (elektryczne i spalinowe) o różnych charakterystykach, w ilości 1 ÷ 2 sztuk na wydział.

Załuga. Ilość robotników różnych zawodów określa się według projektowanej potrzebnej liczby roboczogodzin dzieląc ją przez rzeczywistą, roczną ilość godzin pracy 1 człowieka.

### ZUŻYCIE MATERIAŁÓW

Określenie ilości materiałów potrzebnych dla wydziału remontowego może być wykonane za pomocą wskaźników ustalonych na podstawie praktyki przemysłowej lub projektowej. Tablica 4 zawiera wskaźniki zużycia materiałów, stosowane przy szczegółowym projektowaniu wydziałów remontowych fabryk budowy ciężkich maszyn [4].

Dla obliczenia ilości materiałów (żeliwa, staliwa, odlewów kolorowych, odkuwek, stali profilowej, blach, znormalizowanych części maszyn i stopów łożyskowych) należy wskaźniki tablicy 4, odniesione do 1000 j. r. pomnożyć przez program wydziału wyrażony w tysiącach j. r.

Przy wstępnych obliczeniach można przyjąć zużycie różnych materiałów do celów remontowych w ilości 0,26 ÷ 0,4 t na każdą ustawioną w zakładzie jednostkę wypo-

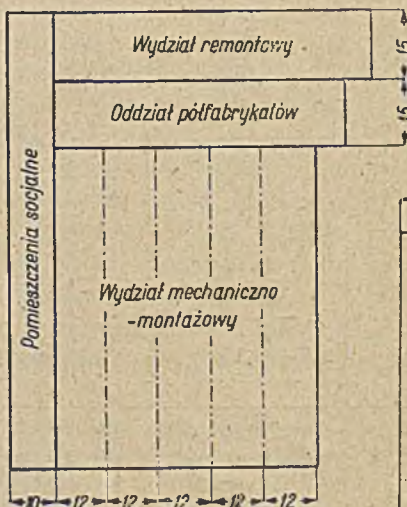
### Zużycie materiałów na remont urządzeń na 1000 j. r. w tonach

Nazwa materiału	Zakłady		
	wyrobów ciężkich i dużych	wyrobów o średnim ciężarze i wymiarach	wyrobów lekkich i małych
Odlewy żeliwne	52,5	40,0	35,0
Odlewy stalowe	18,5	13,0	10,0
Odlewy z metali kolorowych	6,0	5,0	4,0
Odkuwki	31,0	26,0	21,0
Stal profilowa	35,0	30,0	25,0
Blacha stalowa	4,0	3,5	3,0
Znormalizowane części maszyn	1,5	1,25	1,0
Stopy łożyskowe	1,5	1,25	1,0
Łącznie	150,0	120,0	100,0

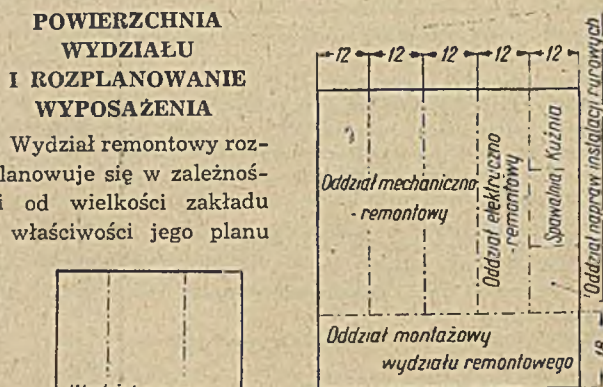
sażenia z następującym podziałem procentowym w stosunku do całkowitej wagi materiałów: żeliwo — 35, staliwo — 10, odlewy kolorowe — 3, odkuwki — 22, stal profilowa — 25, blacha stalowa — 3, znormalizowane części maszyn — 1, stopy łożyskowe — 1.

### POWIERZCHNIA WYDZIAŁU I ROZPLANOWANIE WYPOSAŻENIA

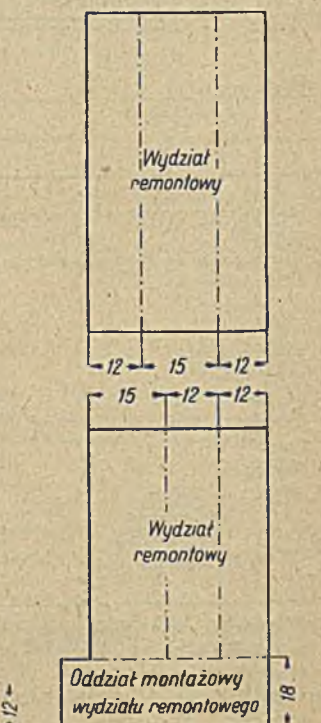
Wydział remontowy rozplanowuje się w zależności od wielkości zakładu i właściwości jego planu



Rys. 1. Rozmieszczenie wydziału remontowego w budynku wydziału mechaniczno-montażowego.

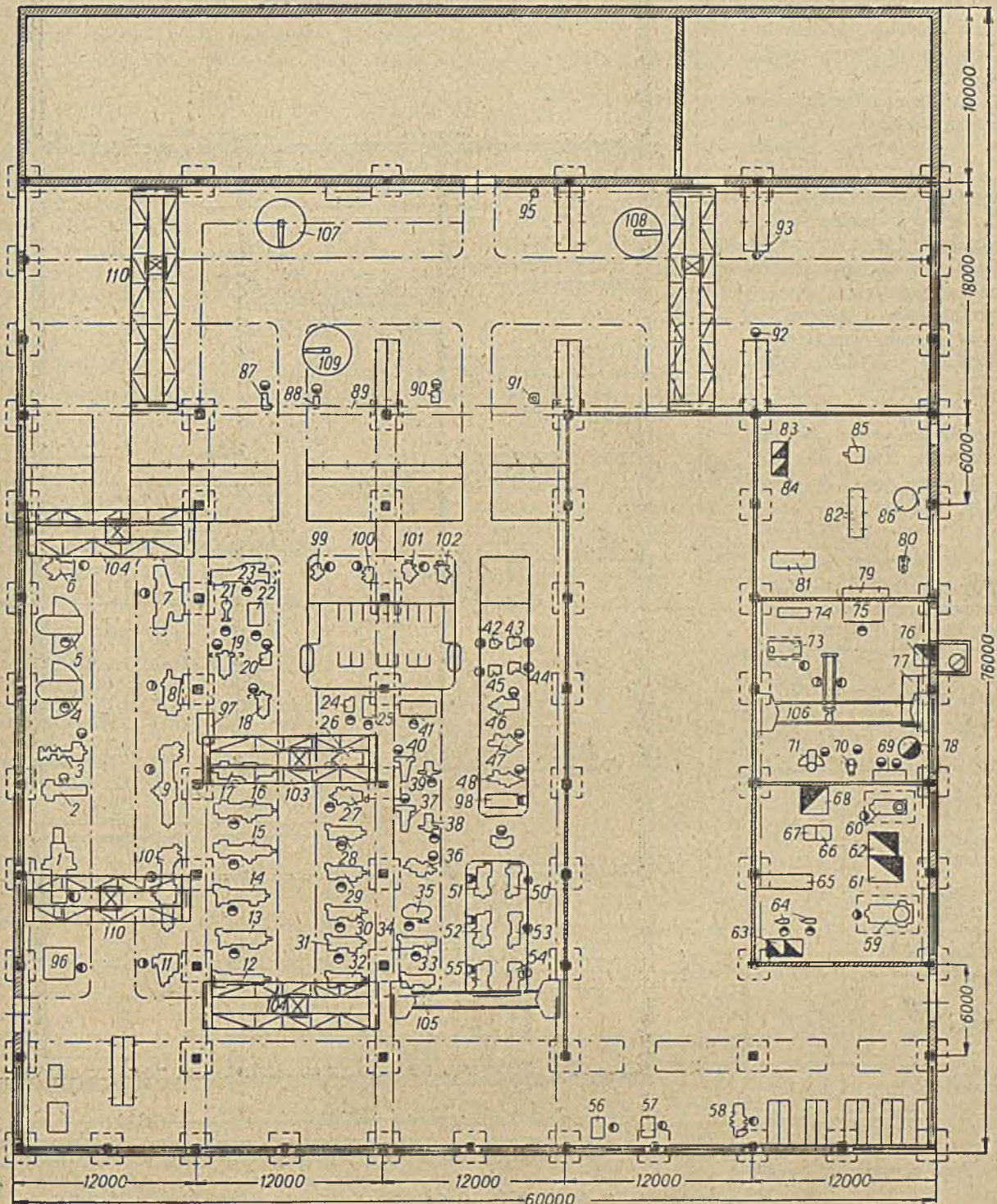


Rys. 2. Rozmieszczenie wydziału remontowego w jednym budynku z narzędziownią.



Rys. 3. Rozmieszczenie wydziału remontowego w osobnym budynku.





Rys. 4. Wydział remontowy o 50-60 sztukach wyposażenia zasadniczego: 1,2 — strugarki podłużne; 3 — dłutownica; 4,5 — wiertarki promieniowe; 6 — frezarka do kół zębanych; 7 — szlifierka do wałków; 8 — wytaczarka; 9,10 — tokarki; 11 — karuzelówka; 12,13,14,15,16,17 — tokarki; 18,19,20 — frezarki uniwersalne; 21,22,24,25 — wiertarki; 23 — szlifierka do wałków; 26,27 — strugarki poprzeczne; 28 — 34 — tokarki; 35,36 — rewolwerówki; 37,38,39 — frezarki pionowe; 40 — frezarka pozioma; 41 — szlifierka do płaszczyzn; 42 — wiertarka stołowa; 43,44,45 — wiertarki; 46 — dłutownica; 47,48 — strugarki poprzeczne; 49 — gwinciarz; 50,51,52,53,54,55 — tokarki; 56,57 — pły ramowe; 58 — centrówka; 59,60 młoty „Beché” 230 i 125 kg; 61,62 — piec grzejny; 63 — podwójny palenisko; 64 — kowadła; 65 — płyta prostownicza; 66 — zbiornik z wodą; 67 — zbiornik z olejem; 68 — piec do obróbki cieplnej; 69 — warsztat ślusarski; 70 — wiertarka; 71 — wiertarka promieniowa; 72 — warsztat ślusarski; 73 — nożyce mechaniczne; 74 — walce do wyginania blachy; 75 — płyta traserska; 76 — palenisko; 77 — płyta prostownicza; 78 — palenisko; 79 — warsztat ślusarski; 80 — gwinciarz; 81,82 — warsztaty do robot instalacji rurowych; 83,84 — paleniska; 85 — maszyna dogięcia rur; 86 — wytwornica acetylenowa; 87 — wiertarka; 88,89,91,94 — szlifierki dwutarczowe; 90 — wiertarka promieniowa przesuwana; 92,93,95 — wiertarki stołowe; 96,97,98 — płyty traserskie; 99,100 — szlifierki dwutarczowe; 101,102 — ostrzarki do noży; 103,104 — suwnice kratownicowe 5 T; 105,106 — suwnice jednobelkowe; 107,108,109 — żurawie przyścienne obrotowe; 110 — suwnice kratownicowe 10 T.



generalnego według jednej z trzech zasadniczych odmian:

1. w budynku wydziału mechaniczno-montażowego (głównym budynku),
2. w jednym budynku razem z narzędziownią,
3. w oddzielnym budynku [9].

Przykładowe schematy rozmieszczenia wydziałów przedstawiają rys. 1, 2, 3.

Wysokość hal wydziału remontowego zakładów budowy maszyn ciężkich i średnich dla różnych odmian rozmieszczenia wyposażenia przedstawia tablica 5. Szerokość hal przyjmuje się w granicach  $12 \div 15$  m, z wyjątkiem nawy oddziału montażowego, której szerokość przyjmuje się często w granicach  $15 \div 18$  m.

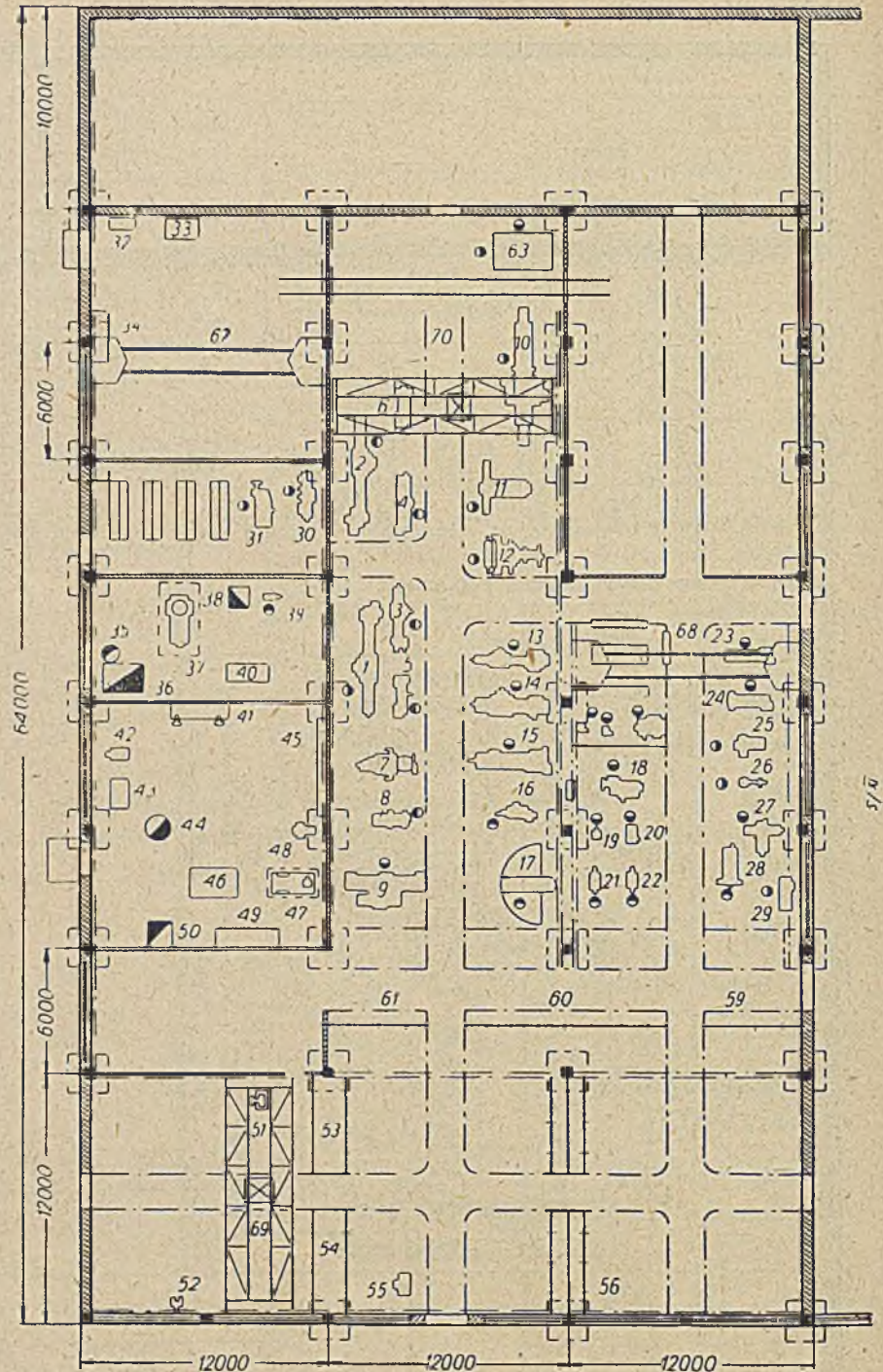
Tablica 5

**Wysokość hal wydziału remontowego zakładów budowy maszyn**

Odmiana umieszczenia wydziału remontowego	Udział sumaryczny w m	Wysokość hali do więzara dachowego w m	
1. W budynku wydziału mechaniczno-montażowego (główny budynek)	3	6	
	5	7	
2. W budynku razem z narzędziownią	3	5	
	5	7	
3. W oddzielnym budynku:			
	nawa oddziału mechanicznego	3	6
		5	7
	nawa oddziału montażowego	10	8

Wielkość powierzchni wydziału i jego oddziałów może być obliczona za pomocą przykładowych wskaźników tablicy 6, zebranych z wykonanych projektów wydziałów remontowych, różnych pod względem wielkości i rodzaju produkcji (profilu technologicznego) zakładów przemysłu maszynowego [9, 4].

Wskaźniki tablicy 6 są odniesione do 1000 j. r. Dla określenia potrzebnych powierzchni wydziału remontowego i jego oddziałów należy, po ustaleniu typu zakładu według wykonywanej przez niego produkcji, pomnożyć odpowiedni wskaźnik tablicy 6 przez wyrażoną w tysią-



Rys. 5. Warsztat remontowy o 30 sztukach wyposażenia zasadniczego: 1,2,3,4,5,6,13,15,23,24 — tokarki; 7 — frezarka do kół zębatach; 8,16 — strugarki poprzeczne; 9 — szlifierka do wałków; 10 — strugarka podłużna; 11 — frezarka uniwersalna; 12 — tokarka czołowa; 17 — wiertarka promieniowa; 18 — rewolwerówka; 19 — wiertarka stołowa; 20,21,22,26 — wiertarki; 25 — dłutownica; 27 — frezarka pionowa; 28 — frezarka pozioma; 29 — gwinciarzka; 30 — centrówka; 31 — piła tarczowa; 32 — zbiornik nafty; 33 — zbiornik gorącej wody; 34 — stół ślusarski; 35 — gazogenerator (przy piecu); 36 — piec komorowy; 37 — młot „Beché 230 kg; 38 — palenisko; 39 — kowadło; 40,46 — płyty prostownicze; 41,45,53,54,56,57,59,60,61 — stoły ślusarskie; 42 — gwinciarzka; 43 — płyta do wylewania panewek; 44,50 — paleniska; 47 — nożyce mechaniczne; 48,52,58 — wiertarki; 49 — płyta traserska; 51,55 — szlifierki dwutarczowe; 63 — płyta traserska; 67,68 — suwnice jednobelkowe 5 i 2 T; 69,70 — suwnice kratownicowe 5 T.

cach j. r. sumaryczną dla danego zakładu ilość godzin robót remontowych (sumaryczny program remontowy zakładów).

Powierzchnia pomocnicza wydziału remontowego wynosi  $15 \div 25\%$  ogólnej jego powierzchni.



Obliczone według tablicy 6 powierzchnie wydziału i jego oddziałów powinny być konieczne sprawdzone po rozplanowaniu maszyn.

Przykłady rozplanowania powierzchni i rozmieszczenia urządzeń wydziałów remontowych przedstawione są na rys. 4 i 5.

Rys. 4 przedstawia wydział remontowy, obliczony na 50 ÷ 60 sztuk wyposażenia zasadniczego. Powierzchnia wydziału (4060 m<sup>2</sup>) zajęta jest przez następujące oddziały: demontażowy (rozbiórka i mycie), kuźnię, spawalnię, mechaniczny, ślusarsko-montażowy, instalacji rurowych i inne, a także magazyny i pomieszczenia socjalne. Powierzchnię oddziału demontażowego i ślusarsko-montażowego przyjęto w oparciu o założenie, że dany wydział będzie wykonywać całkowicie wszystkie kapitalne remonty. Powierzchnia oddziału elektryczno-remontowego wynosi 500 m<sup>2</sup>.

Na rys. 5 przedstawiony jest wydział remontowy o 30 sztukach wyposażenia zasadniczego, o powierzchni 2300 m<sup>2</sup>.

Wydział posiada te same oddziały co wydział na 50 ÷ 60 sztuk wyposażenia zasadniczego, a również oddział elektryczno-remontowy.

#### WSKAŹNIKI TECHNICZNO-EKONOMICZNE

Tablica 7 zawiera wskaźniki techniczno-ekonomiczne zebrane z projektów wydziałów remontowych zakładów budowy ciężkich i średnich maszyn [9].

#### POJĘCIE I OKREŚLENIE CYKLU REMONTOWEGO ORAZ JEDNOSTKI REMONTOWEJ WEDŁUG „SPRAWOCZNIKA PROJEKTANTA“ AJZENBERGA, TOM III, 1946 R. I A. WŁADZIEWSKIEGO, K. JAKOBSONA „MONTAŻ, EKSPLOATACJA I RIEMONT MIETALORIEZUSZCZYCH STANKOW“, 1946.

Cykl remontowy jest to okres czasu między dwoma kapitalnymi remontami urządzenia, w czasie którego wykonuje się określoną ilość remontów średnich, małych

Tablica 6

Powierzchnie wydziałów remontowych w m<sup>2</sup> na 1000 j. r.

Nazwa oddziału i pomieszczenia	Zakłady ciężkich i dużych wyrobów			Zakłady wyrobów o średnim ciężarze i wymiarach			Zakłady lekkich i małych wyrobów		
	do 3000	od 3000 do 7000	powyżej 7000	do 3000	od 3000 do 7000	powyżej 7000	do 3000	od 3000 do 7000	powyżej 7000
	j. r.	j. r.	j. r.	j. r.	j. r.	j. r.	j. r.	j. r.	j. r.
Demontaż	35	20	25	25	30	25	30	25	20
Naprawa części	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Magazyn półfabrykatów i oddział przygotowawczy	20	20	20	15	15	15	12	12	12
Kuźnia	30	25	20	20	15	10	14	13	11
Spawalnia	40	30	25	30	25	20	—	—	—
Obróbka mechaniczna	257	230	213	207	195	183	177	165	143
Błacharnia i kotłarnia	6	5	6	5	5	5	20	15	10
Ślusarsko-montażowy	140	130	120	115	110	100	100	90	80
Stacja prób	—	10	10	—	10	10	—	10	10
Lakiernia i ekspedycja	20	15	10	16	13	10	15	12	10
Magazyn części zapasowych	30	25	22	20	17	15	15	13	10
Wypożyczalnia narzędzi z ostrzałnią	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Stacja acetylenowa	5	3	2	5	3	2	5	3	2
Magazyny przejściowe	35	30	25	30	25	18	25	20	15
Pomieszczenia socjalne	90	80	70	90	80	70	90	80	70
Łącznie	730	645	590	600	565	505	525	480	415

Tablica 7

Wskaźniki techniczno-ekonomiczne wydziałów remontowych

Nazwa wskaźnika	Wytwórcia maszyn ciężkich	Wytwórcia dźwigów	Wytwórcia parowozów	Wytwórcia silników Diesla	Wytwórcia turbin	Wytwórcia kotłów	Wytwórcia obrabiarzek	Wytwórcia narzędzi	Wytwórcia traktorów
Roczny program remontu maszyn w j. r. <sup>1)</sup>	5300	800	9000	6000	3400	2700	2000	1000	6000
Stosunek całego wyposażenia wydziału remontowego do całkowitej ilości obsługiwanych urządzeń w %	3,5	7,0	3,0	4,2	4,4	5,0	4,8	8,0	6,0
Ogólna powierzchnia wydziału remontowego na 1 jednostkę zasadniczego jego wyposażenia w m <sup>2</sup>	50-60	40-50	50-65	45-55	40-45	40-50	40-50	30-45	40-50
w tym powierzchnia produkcyjna w m <sup>2</sup>	40-50	30-40	40-50	35-45	30-35	30-40	30-40	25-35	30-40
Zainstalowana moc na 1 jednostkę zasadniczego wyposażenia w kW	7-10	5-7	7-10	6-8	5-8	4-7	5-7	4-6	7-10

<sup>1)</sup> Program wszystkich 9 wydziałów remontowych objętych powyższą tablicą obejmuje także remonty pieców i rurociągów (wszystkie roboty remontu mechanicznego).



(bieżących), kontroli i przeglądów. Ilość operacji w cyklu jest zależna od przyjętego systemu planowych remontów zapobiegawczych.

**Jednostka remontowa.** Dla określenia pracochłonności remontu mechanizmów przyjęto umowną jednostkę remontową 1 j. r., odpowiadającą pracochłonności remontu prostego mechanizmu.

Całe wyposażenie zakładu dzieli się na grupy według trudności remontu. Numer grupy odpowiada ilości jednostek remontowych (1 j. r.), określającej pracochłonność remontu danego mechanizmu (maszyny). Tak np. tokarka pociągowa fabryki „Krasnyj proletarij“ 1 ДV—62 (ДВП — 200) o wysokości kłków 200 mm i ich rozstawieniu 1500 mm należy do dziesiątej grupy trudności remontu, tj. pracochłonność jej remontu wynosi 10 j. r. (tokarka pociągowa 150 × 1000 — 6 j. r.; tokarka pociągowa 500 × 5000 — 17 j. r.; karuzelówka Ø 800 — 10 j. r.; Ø 4000 — 25 j. r.; rewolwerówka prętowa Ø 30 — 6 j. r.; Ø 115 — 10 j. r.; wytaczarka Ø 80 — 16 j. r.; Ø 180 — 24 j. r.; wiertarka Ø 12 — 2 j. r.; Ø 25 — 3 j. r.; Ø 50 — 5 j. r.; wiertarka promieniowa Ø 65, r = 1500 — 10 j. r.; Ø 100, r = 2750 — 12 j. r.; szlifierka do wałków Ø 250 × 450 — 8 j. r.; Ø 300 × 1000 — 10 j. r.; frezarka uniwersalna 350 × 1500 — 10 j. r.; strugarka podłużna 750 × 1500 — 10 j. r.; 1500 × 5000 — 17 j. r.; strugarka poprzeczna s = 250 — 3 j. r.; s = 700 — 8 j. r.; frezarka obwiedniowa m = 7, D = 750 — 10 j. r. itd).

Rodzaje remontów	Ilość godzin na jeden cykl remontowy			%
	ślusarskich roboczogodzin	maszynowych maszynogodzin	razem godzin	
Kapitałny	35—36	20—24	55—60	46—32
Średnie	35—36	8—24	43—60	36—32
Bieżące	8—18	2—12	10—30	8—16
Razem	78—90	30—60	108—150	90—80
Przeglądy i kontrole	12—36	30	12—36	10—20
Łącznie	90—126	30—60	120—186	100—100

Wyposażenie fabryczne zalicza się w ZSRR do poszczególnych grup według postanowień o planowych remontach zapobiegawczych w odpowiednich gałęziach przemysłu.

Przy projektowaniu pracochłonność kapitalnego remontu jednej umownej jednostki remontowej — 1 j. r. (wliczając wykonanie części zapasowych) przyjmuje się:

na roboty ślusarskie	36 roboczogodzin,
na roboty maszynowe	24 maszynogodzin.

Pracochłonność wszelkiego rodzaju remontów w ciągu jednego cyklu remontowego, odniesiona do 1 j. r., podana jest w tablicy opartej na danych zaczerpniętych z szeregu gałęzi budowy maszyn. Pracochłonność remontów 1 j. r. według „Sprawocznik projektanta“ tom IV.

Przy projektowaniu wstępnym przyjmuje się często średnie ilości jednostek remontowych, przypadające na poszczególne rodzaje wyposażenia fabrycznego według poniższego zestawienia.

Rodzaj wyposażenia:	Średnia ilość j. r.
Obrabiarki do metali.	8 ÷ 10
Prasy (na zimno)	9 ÷ 10
Młoty i prasy (na gorąco)	8 ÷ 15
Urządzenia odlewnicze	3 ÷ 5
Obrabiarki do drewna	3 ÷ 5
Urządzenia podnośno-transportowe	4 ÷ 6
„ inne	3 ÷ 5

Średnio w zakładzie 7 ÷ 9

Również długość cyklu remontowego przyjmuje się przy projektowaniu wstępnym jako średnią według poniższych danych:

Rodzaj wyposażenia	Średni cykl remontowy wyposażenia w latach przy pracy na		
	1 zmianę	2 zmiany	3 zmiany
Obrabiarki do metali	6 — 9	3 — 4,5	2 — 3
Prasy (na zimno)	6 — 10	3 — 5	2 — 3,3
Młoty i prasy (na gorąco)	3 — 5	1,5 — 2,5	1 — 1,7
Urządzenia odlewnicze	2,4 — 3,6	1,2 — 1,8	0,8 — 1,2
Obrabiarki do drewna	6 — 10	3 — 5	2 — 3,3
Urządzenia podnośno-transportowe	4 — 6	2 — 3	1,4 — 2

## LITERATURA I ŹRÓDŁA

- BORISOW J. i CHUKOW G.: Sistema periodycznych remontow oborudowanja maszynostroitelnych preprijatij. Oborongiz. 1939.
- Biuro technicznych normatywow NKTМ. Modernizacija mletajorezuszcznych stankow. Masziz. 1940.
- GARFINKIEL S. i JAKOBSON S.: Organizacija riemonta oborudowanja na mletajobrabatwajuszcznych predprijatjach. Giszlegprom RSFSR. 1940.
- Giprotjazmasz: Ukрупnionnyje normatiwy po porjektirowanju riemontno - miechaniczskich cehow. Indeks „Sz—RM—14“. 1940.
- JEGOROW M.: Osnovy projektirowanja miechaniczskich i zborocznych cehow. Masziz. 1944.
- KABANOW S., KUNCEWICZ A., RYWILIN L.: Montaž i riemont zawodskowo elektrooborudowanja. ONTI NKTМ, 1936.
- Materiały NKTМ, NKSM, NKW po organizaciji pianowo-prieduprieditelnych riemontow zawodskowo oborudowanja. 1940 — 1943.
- PIERWOMAJSKIJ P.: Organizacija riemontnych cehow i uchod za oborudowanjem na priedprijatjach. Masziz. 1943.
- Projekty riemontno - miechaniczskich cehow zawodow tiszolowo maszynostrojenia. 1941 — 1945.



## PROJEKTOWANIE ZAKŁADOWYCH LABORATORIÓW

ZADANIA, RODZAJE I PROGRAM PRAC  
LABORATORIÓW ZAKŁADOWYCH

**Zadania laboratoriów zakładowych.** Laboratoria zakładowe powinny być krzewicielami wysokiej kultury produkcyjnej oraz zabezpieczać wszechstronną racjonalizację procesów technologicznych i wysoką jakość wyrobu.

Laboratorium w zakładzie budowy maszyn projektuje się w celu wykonania następujących ważniejszych zadań:

1. odbiór surowców, półfabrykatów, materiałów pomocniczych i wyrobów gotowych;
2. kontrola i udoskonalenie procesów technologicznych, wprowadzanie do produkcji ulepszeń wynikających z prac naukowo-badawczych;
3. opracowanie i sprawdzanie metod prób przeprowadzanych w laboratoriach oddziałowych i przez techniczną kontrolę zakładu;
4. bieżące śledzenie pracy i stanu aparatury kontrolno-mierniczej;
5. rozwiązywanie problemów związanych z badaniami nad materiałami zastępczymi itp.

**Rodzaje zakładowych laboratoriów.** W zależności od wielkości zakładu i zakresu jego produkcji laboratoria zakładowe, dla ułatwienia dalszego rozpatrywania, mogą być podzielone na duże, średnie i małe. Każde laboratorium zakładowe jest zwykle zespołem, w skład którego wchodzi laboratorium metaloznawcze i technologiczne.

Laboratorium metaloznawcze posiada oddział mechaniczny, chemiczny z sekcją korozji i analizy spektralnej, metalograficzny, rentgenowski, magnetyczny.

Laboratorium technologiczne posiada oddział obróbki cieplnej, skrawania, odlewniczy, spawalniczy itp.

Prócz wymienionych mogą być również organizowane laboratoria badań paliw, lakierów, izby pomiarów i inne stanowiące bądź część składową laboratoriów zakładowych, bądź rozmieszczone przy odpowiednich wydziałach i oddziałach produkcyjnych. Schemat organizacyjny laboratorium zakładowego zależy od wielkości i technologicznej struktury projektowanego zakładu.

W skład wydziałów produkcyjnych, a przede wszystkim odlewniczego i obróbki cieplnej, może wchodzić laboratorium wydziałowe. W większych zakładach laboratoria te wykonują całkowitą bieżącą kontrolę surowców, półfabrykatów, wyrobów gotowych i procesów technologicznych danego wydziału.

**Program prac (obciążenie) laboratorium.** Program prac laboratorium zakładowego jest sumą następujących trzech składowych:

1. odbiór materiałów,
2. obsługa procesów technologicznych,
3. prace badawcze.

Jako podstawę do obliczenia ilości prób kontrolnych przy odbiorze materiałów należy przyjąć dane ogólne dotyczące przepływu surowców przez zakład dzieląc je na cztery rodzaje:

1. wyroby walcowane, odkuwki, odlewy metali żelaznych i kolorowych,
2. metale, surówka odlewnicza, żelazo-stopy i metale kolorowe,
3. materiały formierskie,
4. lakiery, farby, smary, paliwo i inne materiały niemetaliczne.

Przykładowe dane o ilości sztuk poddawanych próbom dla dwóch pierwszych grup zestawiono w tablicach 1 i 2<sup>1)</sup>.

Przy badaniach ziarnistości piasku formierskiego i rdzeniowego pobiera się jedną próbkę, a dla określenia zawartości gliny i wilgotności — po 3 próbki z każdego wagonu. Przy badaniach lakierów, smarów i łągu posulfitowego pobiera się po jednej próbce z każdej beczki.

Przy obliczaniu ilości prac laboratorium chemicznego, szczególnie przy określaniu ilości prób stali stopowych i metali kolorowych, a także prób warsztatowych wykonywanych w laboratoriach wydziałowych, należy brać pod uwagę możliwość jak najpowszechniejszego stosowania ilościowej i jakościowej analizy spektralnej. Przy tej metodzie można przeprowadzić analizę kilku pierwiastków jednocześnie, bardzo szybko, na bardzo małych próbach i bez potrzeby niszczenia przedmiotu.

Schemat i zakres prac laboratorium do obsługi procesów technologicznych zakładu budowy maszyn przedstawiono w tablicy 3. W tym zakresie pracy laboratorium zakładowego należy przewidzieć szerokie wykorzystanie metod prób warsztatowych, a szczególnie analizy spektralnej i magnetycznej oraz magnetycznego wykrywania wad materiału.

Ilość prac badawczych przy projektowaniu laboratorium zakładowego może być założona orientacyjnie, jako procent ogólnej sumy prac dwu pierwszych składowych programu. Dla dużego laboratorium można przyjąć 20%, dla średniego 10% a dla małego 5%.

Przy dokładnym obliczaniu ilości prac badawczych konieczne jest zestawienie terminowego planu na określony czas, co pozwoli na ustalenie potrzebnej ilości personelu, urządzeń i powierzchni.

<sup>1)</sup> Przy opracowywaniu niniejszego rozdziału autor wykorzystał materiały zawarte w książce kandydata nauk technicznych A. Bundina „Sprawocznik projektanta“, rozdział „Centralnyje laboratoria“.



Ilość próbek pobieranych do badania metali w zależności od wielkości partii

Nazwa materiału	Średnia wielkość partii w tonach	Ilość próbek z każdej partii potrzebnych do przeprowadzenia						prób technologicznych	
		analizy chemicznej	analizy spektralnej	specjalnych rodzajów kontroli	badania twardości	określenia zakresu sprężystości i wydłużenia	określenia udarności		
Stal konstrukcyjna węglowa	5-18	1-2	—	Wielkość ziarna Makrostruktura	1 1	5% —	1-3 —	1 —	Pręty na zginanie i skrecanie — 3 z kręgu
Stal węglowa w arkuszach	5-10	2-3	—	Mikrostruktura	3	5%	1-3	—	Zginanie i wydłużenie według Erichsena — 3
Stal stopowa	5-10	1-2	100%	Wielkość ziarna Makrostruktura Hartowność	1 3 3	— 5% —	1-3	3	
Odkuwki i części tłoczone: a. ze stali węglowej, b. ze stali stopowej	do 1000 szt. 500 szt.	3 3	— 100%	Wielkość ziarna Hartowność Makrostruktura	1% 2% 2%	3% — —	3	3	
Odlewy z metali żelaznych: a. żeliwne, b. stalwne	10-18 10-18	3 3	— —	Mikrostruktura Mikrostruktura	1 1	5% 5%	3 3	— 3	
Wyroby walcowane ze stopów kolorowych: a. miedziane, b. aluminiowe, c. babbity	1-2	3	100%	Przełom 1-2	50	—100%	3	3	Pręty na zginanie i skrecanie — 3 Arkusze na wydłużenie według Erichsena — 3

### DOBÓR WYPOSAŻENIA LABORATORIUM METALOZNAWCZEGO

Laboratorium wytrzymałościowe. Przy projektowaniu laboratorium wytrzymałościowego i przy wyborze koniecznego wyposażenia należy przewidywać nie tylko urządzenia do badania próbek materiału, ale również samych przedmiotów. Badanie całych przedmiotów daje wyniki ułatwiające wzajemną współpracę między metaloznawcami, konstruktorami i technologami, konieczną przy budowie maszyn.

Tablica 2

Ilość próbek pobieranych do badania metali i topników w zależności od wielkości partii

Nazwa materiału	Średnia wielkość partii w tonach	Ilość próbek z partii potrzebnych do przeprowadzenia	
		analizy chemicznej	analizy spektralnej
Żeluzo	18	1	10 i na przełom 2%
Ferromangan	1,0-1,5	1	2
Ferrokrem	1,0-1,5	1	2
Miedź	1,0-2,0	1	3
Cynk	0,5-1,0	1	3
Aluminium	2,0-4,0	1	3
Krzem	0,1-0,2	1	3
Mangan	0,1-0,2	1	3
Ołów	0,1-0,2	1	3
Mosiądz	0,5-1,0	1	3
Babbity	0,5-1,0	1	3
Nikiel	0,1-0,2	1	3
Kadm	0,1-0,2	1	3

Ilość urządzeń potrzebnych do wyposażenia laboratorium wytrzymałościowego można obliczyć ze wzoru:

$$N = \frac{n \cdot t}{F}$$

gdzie:

$N$  — ilość potrzebnych urządzeń;

$n$  — ilość próbek przewidywanych do sprawdzenia w ciągu roku;

$t$  — czas jednej próby w godzinach;

$F$  — roczna ilość godzin (fundusz) pracy danej maszyny lub przyrządu wyrażona w godzinach.

Ilość próbek zużytych w ciągu roku do przeprowadzenia badań określa się ze wzoru:

$$n = \frac{1,3 G \cdot k}{g} + l + r + s,$$

gdzie:

$G$  — ciężar w tonach surowca przerobionego przez zakład;

$g$  — średni ciężar w tonach;

$k$  — ilość próbek w partii;

$l$  — ilość próbek badanych do obsłużenia procesu technologicznego;

$r$  — ilość próbek wyciętych z przedmiotów (lub ilość próbek — przedmiotów) przy badaniu wyrobu gotowego w całości;

$s$  — ilość próbek do prac badawczych;

1,3 — współczynnik uwzględniający powtarzane badania przewidywane na podstawie warunków technicznych.

W tablicy 4 wskazano dla przykładu czasy wykonania poszczególnych prób przy badaniu właściwości mechanicznych. Roczna ilość godzin pracy laboratorium określa się na podstawie programu produkcji zakładu założonego przy projektowaniu. Specyfikację zasadniczych urządzeń laboratorium wytrzymałościowego zestawiono w tablicy 5.



Tablica 3

## Laboratoryjna obsługa procesów technologicznych zakładu budowy maszyn

Cel prób i nazwa punktów kontroli	Rodzaj wykonywanych prób	Norma prób
Kontrola i uzasadnienie przyjętych warunków technologicznych	Odlewania	
Żeliwniak i piec elektryczny do topienia żeliwa i stali	Analiza chemiczna zawartości C, Si, Mn, S i P, badanie próbek na zgłanac i twardość	Jedna próbka co godzinę dla każdego czynnego żeliwniaka oraz co 30 min dla każdego czynnego pieca elektrycznego
	Badanie mikrostruktury i twardości próbek odlanych razem z częściami	Raz w czasie zmiany
	Badania technologiczne, określenie rzadkopliności itp.	Raz na tydzień
Piec do wyżarzania ciągłego żeliwa	Określenie mikrostruktury po pierwszym wydzielaniu grafitu	1 próbka z każdego wsadu
	Określenie mikrostruktury po drugim stadium wydzielania grafitu	2 próbki z każdego wsadu
	Próby na rozciąganie	2 próbki z każdego wsadu
	Próby twardości i badania technologiczne	10 próbek z każdego wsadu
Piec do wyżarzania odlewów stalowych	Próby mikrostruktury i twardości	1 próbka w czasie jednej zmiany pracy
Przeróbka masy przy odlewach żelwnych, kujnego żeliwa, odlewów stalowych	Określenie wilgotności, porowatości, wytrzymałości masy formierskiej po ubiciu	Jedna próba co godzinę z każdego zbiornika
	Określenie wilgotności i wytrzymałości rdzeni w stanie surowym, przenikliwość gazów i wytrzymałości przy ścisłaniu i rozciąganiu rdzeni po ich przesuszeniu	Jedna próba co godzinę z każdego zbiornika
Stala walka z brakami	Analiza chemiczna 100% na zawartości C, Si, Mn, S i P oraz w 25 % na zawartości Cr i Ni	Dla szarego żeliwa trzykrotnie w czasie jednej zmiany
	Określenie struktury makro i mikro	Dla kujnego żeliwa dwukrotnie w czasie jednej zmiany
	Próby wytrzymałości próbek wyciętych z przedmiotów	Dla odlewu stalowego dwukrotnie w czasie jednej zmiany
	Analiza chemiczna kolorowych stopów na zawartość Cu, Al, Zn i Sn	Dla kolorowych stopów raz w czasie jednej zmiany
Kontrola jakości obróbki cieplnej	Kuznia i tłocznia Określenie mikrostruktury wg normalnych wzorców oraz pomiary twardości	Po jednej części z każdego pieca w ciągu 2 zmian uwzględniając piece do normalizowania, hartowania i odpuszczania
Określenie przyczyn braków i trudności produkcyjnych	Pełna analiza chemiczna, określenie twardości oraz struktury makro i mikro	Trzykrotnie w czasie jednej zmiany



Cel prób i nazwa punktów kontroli	Rodzaj wykonywanych prób	Norma prób
Badania obrabialności	<b>Wydział obróbki mechanicznej</b> Określenie struktury makro i mikro oraz twardości	Dwukrotnie w czasie jednej zmiany
Kontrola warunków obróbki cieplnej, uwzględniając pracę pieców do: nawęglania, normalizowania, hartowania, odpuszczania, cyjanowania w wannach, hartowania w wannach solnych, ogrzewanych elektrycznie	<b>Wydział obróbki cieplnej</b> Określenie struktury makro i mikro	Po jednej próbie raz na sześć dni dla każdego pieca lub wanny
Stała wałka z brakami	Określenie twardości, analiza środków nawęglających	Po jednej próbie raz na sześć dni dla każdego pieca lub wanny
	Sprawdzanie zawartości związków cyjanowych	Jedna próbka raz w ciągu zmiany z każdej wanny
	Określenie wiskozji i zdolności chłodzącej olejów hartowniczych	Jedna próbka na sześć dni
	Pomiary temperatury ośrodków hartowniczych	Trzy razy w ciągu zmiany w każdym zbiorniku
	Pomiary twardości po odpuszczaniu	W miarę potrzeby
	Analiza chemiczna zawartości C, Mn, Cr, Ni, V, Mo, S i P	Dwukrotnie w ciągu zmiany
	Określenie struktury mikro i makro	Jak wyżej
Kontrola gotowych narzędzi skrawających, pomiarowych, uchwytnych, tłoczników i innych	<b>Narzędziownia</b> Określenie twardości	20 próbek w czasie zmiany
	Określenie struktury mikro i makro	5 próbek w czasie zmiany
	Wykrywanie ukrytych wad materiałowych za pomocą badań magnetycznych	Jak wyżej
	Pełna analiza chemiczna	Pięciokrotnie w czasie zmiany
	Badania własności fizycznych i określenie pozostałości austenitu	Jak wyżej
	Wykrywanie ukrytych wad materiałowych za pomocą badań magnetycznych	Jak wyżej
	Określenie makro i mikro-struktury oraz twardości	Jak wyżej
Określenie przyczyn braków i trudności produkcyjnych		

Orientacyjny czas wykonania prób wytrzymałościowych

Nazwa badania	Urządzenie	Czas jednego badania w min	Nazwa badania	Urządzenia	Czas jednego badania w min
Rozrywanie z określeniem granicy wytrzymałości i wydłużenia	Maszyna do rozrywania	15	Określenie twardości: Brinella, Rockwella, Vickersa	Przyrząd Brinella, Rockwella, Vickersa	3 0,5 3
Rozrywanie z określeniem granicy proporcjonalności, granicy wytrzymałości, wydłużenia oraz przecięcia	Prasa Gagarina	30	Próba głębokiego ciągnięcia wg Erichsena	Przyrząd Erichsena	2
	Maszyna HM-4A	15	Próba na skręcanie prętów	Przyrząd ręczny	6
Określenie udarności	Młot wahadłowy	3	Próba na zginanie z przecięciem	Przyrząd ręczny	5
			Badanie sprężyn na sprężystość	Przyrząd „Toledo”	3



Tablica 5

## Przykładowy wykaz urządzeń laboratorium wytrzymałościowego

Nazwa i charakterystyka urządzeń	Rodzaj badań	Ilość urządzeń dla laboratorium			Rozmiar urządzenia w m	Moc nominalna w kW
		dużego	średniego	małego		
Maszyna uniwersalna do rozrywania, siła do 100 T typu Amslera z pulsatorem	Badanie próbek i całych przedmiotów na rozciąganie i ściskanie, zginanie, ścinanie siłami statycznymi i dynamicznymi	1 <sup>1)</sup>	—	—	6,0 × 1,4	5,0
Maszyna uniwersalna do rozrywania, siła do 50 T	Jak wyżej, prócz urządzeń do pulsujących obciążeń	1 <sup>2)</sup>	1	—	3,5 × 1,3	3,5
Maszyna uniwersalna do rozrywania, siła do 35 T	Jak wyżej	1	1 <sup>1)</sup>	—	3,5 × 1,3	3,0
Maszyna uniwersalna do rozrywania, siła do 10 T	Badanie średnich i małych próbek na rozciąganie, ściskanie, zginanie i ścinanie	1	1	1	2,7 × 1,3	1,5
Maszyna uniwersalna do rozrywania z mechanicznym posuwem, siła do 5 T, typu Amslera — ГЗИП	To samo — dla małych próbek	2	1	1	1,0 × 0,5	0,5
Prasa Gagarina lub maszyna ЦНИИТМАШИМА 4А	Jak wyżej — dla małych próbek i sporządzenia wykresu dużego wymiaru	2	1	—	1,0 × 1,4	0,25
Młot wahadłowy 25 kGm	Badanie udarności próbki z nacięciem	1	—	—	1,0 — 0,6	—
Młot wahadłowy 15 kGm	Jak wyżej	1	1	1	1,0 — 0,5	—
Młot wahadłowy 1 kGm	Jak wyżej — dla kolorowych stopów	1	1	—	0,8 × 0,5	—
Maszyna typu Moor — Southwork do badania na zmęczenie przy zginaniu i skręcaniu	Określenie granicy wytrzymałości	2	1	—	2,0 × 1,0	1,0
Maszyna do badania ścieralności	Określenie odporności na ścieranie	2	1	—	1,5 × 0,8	1,0
Przyrząd Erichsena	Badanie cienkich blach na głębokie tłoczenie	1	1	1	0,6 × 0,7	—
Przyrząd ГЗИП do badania prętów i arkuszy na zginanie z przegięciem	Próby technologiczne	1	1	1	0,5 × 0,5	—
Maszyna ГЗИП do badania prętów na skręcanie	Badania technologiczne	1	1	—	0,5 × 1,0	—
Prasa Brinella z silnikiem napędowym	Określenie twardości Brinella	3	2	1	0,6 × 0,8	0,5
Przyrząd Poldi z zapasowymi wzorcami	Jak wyżej	5	4	3	—	—
Przyrząd Rockwella	Określenie twardości według Rockwella	3	2	1	0,5 × 0,3	—
Przyrząd Super - Rockwella <sup>1)</sup>	Określenie twardości Rockwella dla cienkich przedmiotów	1	1	—	0,5 × 0,3	—
Przyrząd Vickersa	Określenie twardości Vickersa	1	1	—	0,5 × 0,5	—
Skleroskop Shore'a	Określenie twardości Shore'a	1	1	—	0,3 × 0,3	—
Przyrząd do określenia mikrotwardości typu Tukan — Wilson	Określenie twardości składników strukturalnych	1	1	—	0,3 × 0,3	0,25
Maszyna do badania sprężyn typu Amslera	Badanie sprężyn przy pulsującym obciążeniu	1	—	—	0,5 × 0,8	1,0
Przyrządy „Toledo” do 100 kG do badania sprężyn	Badanie sprężyn na sprężność	1	1	1	0,5 × 0,5	—
Maszyna do rozrywania typu Schoppa do badania gumy i innych materiałów niemetalicznych	Badanie niemetalicznych materiałów	1	1	—	0,5 × 0,3	0,25

1) Przewiduje się w laboratorium zakładów posiadających odlewnię.

2) W razie braku odlewni nie przewiduje się.



## Przykładowy wykaz urządzeń laboratorium chemicznego

Nazwa i rodzaj urządzenia	Zastosowanie	Ilość urządzeń dla laboratorium			Rozmiar urządzenia w m	Nominalna moc w kW
		dużego	średniego	małego		
<b>Laboratorium chemiczno-analityczne</b>						
Wagi analityczne do 20 g z tłumikiem i odważnikami	Ważenie	6 <sup>1)</sup>	4 <sup>1)</sup>	2	0,5 × 0,5	—
Jak wyżej — do 200 g	Ważenie większych ciężarów	2 <sup>2)</sup>	1	1	0,5 × 0,5	—
Wagi mikro-analityczne do 200 g z odważnikami	Ważenie z większą dokładnością do 0,1 mg	2	2	1	0,5 × 0,5	—
Wagi techniczne do 1 kg	Ważenie odczynników i materiałów	3	2	1	0,4 × 0,3	—
Wagi talerzowe do 10 kg	Jak wyżej	2	2	1	0,4 × 0,3	—
Aparat Birtts - Strohleln	Określenie węgla metodą objętościową	2	2	1	0,4 × 0,8	—
Stanowisko dla elektrolizy z jednym wieszadłem	Analiza stopów kolorowych	3	2	1	0,5 × 0,5	—
Piec elektryczny silitowy rurkowy typu Mars	Określenie węgla przez spalanie i określenie siarki	5	3	2	0,2 × 0,4	3,0
Piec elektryczny silitowy tyglowy	Topienie osadów	6	4	2	0,2 × 0,2	2,5
Piec elektryczny silitowy mufłowy	Żarzenie osadów	6	4	2	0,4 × 0,6	5,0
Piec elektryczny chromonikłowy mufłowy	Jak wyżej	4	3	2	0,3 × 0,5	3,0
Suszarka z termo-regulacją	Suszenie próbek	4	3	2	0,4 × 0,4	0,5
Płytki grzewcze, elektryczne	Odparowywanie i grzanie roztworów	20	12	6	0,2 × 0,2	0,5
Retorta destylacyjna	Przygotowanie wody destylowanej	1	1	1	0,8 × 1,0	—
Kolorymetr	Określenie składu metali kolorowych	2	2	1	—	—
Fotokolorymetr	Określenie zawartości fosforu siarki i innych pierwiastków	2	2	1	—	—
Pirometr elektryczny z termoparą platynorodową	Pomiar temperatury	6	4	2	—	—
Aparat do określania siarki metodą Schulte	Określenie zawartości siarki	2	1	1	—	—
Butla z tlenem	Do pieców spalających siarkę i inne materiały	10	6	4	—	—
Szafa ogulotwiała	Przechowywanie platyny i truczni	1	1	1	—	—
Komplet silitowych rdzeni i drutu chromonikłowego	Dla pieców elektrycznych	5	5	5	—	—
<b>Dział korozji</b>						
Hermetyczna kamera do nawilżania (typ ВИАМ) z urządzeniem do rozpylania	Badania odporności na korozję przy zmiennych warunkach wilgotności i ośrodka	1	1	1	0,5 × 1,0	—
Koło do badania korozji (typ ВИАМ)	Badanie korozji przy zmiennym zanurzeniu	1	—	—	0,5 × 1,0	—
Aparat wrzeczonowy	Jak wyżej ze stałym zanurzeniem	1	—	—	1,0 × 1,0	—
<b>Dział analizy spektralnej</b>						
Kwarcowy spektrograf (typ Qu 24)	Analiza stopów kolorowych stali i żeliwa	2	1	—	1,0 × 2,0	4,0
Stilometr (typ НИИФ 1 МГУ)	Analiza stali i żeliwa	3	2	1	0,5 × 0,5	3,0
Stiloskop typu Smirnowa	Sortowanie stali stopowych i próby warsztatowe	6	4	2 <sup>3)</sup>	0,5 × 0,5	1,5
Przyrząd ТЗДС	Sortowanie stali	2	1	1	—	—
Karbometr	Pośpieszne określenie węgla	2	1	—	—	—

1) Ilość wag podana dla zakładu posiadającego odlewnię. W razie braku odlewni należy przyjmować dla dużego laboratorium 3 szt, a dla średniego i małego — 2 szt.

2) Dla zakładu bez odlewni — 1 szt.

3) Ilość stiloskopów określa się według ilości punktów kontroli.



Ostatnio znalazły szerokie zastosowanie w zakładach przemysłowych urządzenia do badań wytrzymałościowych na próbkach małych wymiarów. Przyrządy te charakteryzują się niewielką mocą silników napędzających, dużą dokładnością urządzeń mierzących siłę oraz wyposażeniem w przyrządy samopiszzące dużych wymiarów.

Prócz zasadniczych urządzeń wskazanych w tablicy, laboratorium wytrzymałościowe powinno posiadać między innymi: sprawdzone wzorce długości i siłomierze do kontroli dokładności maszyn do badań, przyrządy do pomiaru wydłużenia metodą tensometrii, maszyny podziałowe do znaczenia próbek, lupy pomiarowe do prób twardości metodą Brinella i inne przyrządy.

Poza tym w laboratorium powinny się znajdować urządzenia do badania pełzania metali oraz specjalne stanowiska do badania całych przedmiotów i zespołów maszyn na wytrzymałość, pod działaniem obciążeń statycznych lub dynamicznych oraz ścieralności w czasie pracy. W razie większej ilości urządzeń specjalnych tego typu należy tworzyć z nich oddzielne sekcje laboratorium lub samodzielne laboratoria.

**Laboratorium chemiczne** (z pełnym wyposażeniem). W skład jego wchodzi laboratorium chemiczno-analityczne z sekcją korozji, laboratorium analizy spektralnej i laboratorium warsztatowe.

Rodzaj i ilość urządzeń potrzebnych do wyposażenia laboratorium chemicznego może być określona według orientacyjnych danych zestawionych w tablicy 6.

Czas trwania (w minutach) ilościowej analizy chemicznej według normalnej metodyki wynosi:

a. stal i żeliwo: przy określeniu węgla — 7; krzemu — 17; manganu — 12 ÷ 15; siarki — 8 ÷ 10 (według Schultza — 25); fosforu 15 ÷ 20; niklu — 10 — fotokalometrycznie lub 25 — wagowo; chromu — 15; wanadu — 5; molibdenu — 30 i wolframu — 25;

b. stopy kolorowe: przy określaniu miedzi — 40 ÷ 60; innych metali kolorowych — 150 ÷ 180;

c. materiały niemetaliczne: przy określeniu wiskozy olejów i smarów, farb i lakierów — określeniu wiskozy olejów i smarów, farb i lakierów — 5 ÷ 6; temperatury zapłonu olejów — 25 ÷ 30;

W laboratorium chemiczno-analitycznym powinna być przewidziana specjalna sekcja korozji wyposażona między innymi w hermetyczną komorę do nawilżania, typu ВИАМ z urządzeniem do rozpylania. W komorze tej można przeprowadzać badania nad korozją przy zmiennej wilgotności i różnym ośrodku. Duże laboratoria powinny być wyposażone w koło korozyjne ВИАМ do badania korozji przy zmiennym zanurzeniu. Badania przy stałym zanurzeniu wykonuje się na przyrządzie wrzeczonowym. Do określenia korozji w warunkach pracy przedmiotu na powietrzu urządza się odpowiednio stanowisko na dachu budynku laboratorium.

Wykaz zasadniczych urządzeń laboratorium analizy spektralnej, które mogą być zastosowane w laboratorium centralnym lub wydziałowym, podano w tablicy 6. Obliczenie ilości stanowisk kontrolnych można wykonać opierając się na czasach pomiarów podanych w tablicy 7. Podano tam orientacyjne dane odnośnie do czasu trwania pomiarów zawartości niektórych pierwiastków w stalach stopowych i stopach kolorowych metodą spektralnej analizy.

Laboratorium wydziałowe umieszcza się w obrębie obsługiwanego wydziału produkcyjnego.

**Laboratorium metalograficzne.** Przeprowadzenie prób budowy mikro i makro polega zwykle na porównywaniu materiałów badanych z odpowiednimi wzorcami (mikrografiami). Jako przykład prób wykonywanych tą metodą można wymienić określenie:

a. wielkości ziarna austenitu i właściwego materiału w stali lub w stopach kolorowych;

b. niemetalicznych zanieczyszczeń — krzemiany, tlenki, siarczki itp.;

Tablica 7

Czas trwania analizy spektralnej przy badaniu stali stopowych i stopów kolorowych

Nazwa i marka materiału	Określone pierwiastki	Czas pomiaru w min
Stal chromowa 0,35 <sup>0</sup> C, 1% Cr	Cr	0,15
Stal chromoniklowa	Cr, Ni	0,35
Stal chromo-niklowo-wolframowa	Cr, Ni, W	0,50
Stal chromo-aluminiowo-molibdenowa	Cr, Mo, Al	0,40
Mosiądz	Zn, Pb	0,30
Brąz	Mn, Ni, Fe	0,25
Brązal	Al, Ni, Mn, Zn Pb	0,25
Odlew ze stopów aluminiowych	Cu, Mg, Mn, Fe Si	0,25
Odlew ze stopów magnezowych	Al, Cu, Mn, Fe	0,50

e. rodzaju i wielkości wydzieleni grafitu występującego w żeliwie szarym lub ciągliwym;

d. typowych wad mikrostruktury (smugowy układ węglików perlitu i ferrytu, swobodne kryształy cementytu, struktura Widmannstättena, odwęglenie, nierównomierności i rodzaj ziarnistego perlitu, rozkład węglików itp.);

e. rozkładu włókien w makrostrukturze odkuwek;

f. wad mikrostruktury (pozostałości jam usadowych, porowatość, pęcherze podskórne, budowa warstwy, struktura dendrytyczna itp.).

W tablicy 8 zestawiono przykładową specyfikację urządzeń laboratorium metalograficznego.

Orientacyjny czas wykonania poszczególnych badań metalograficznych jest następujący:

a. określenie rodzaju struktury metodą porównania z wzorcami (bez fotografowania) — 5 ÷ 10 minut;

b. określenie rodzaju mikrostruktury wraz z czasem trawienia odczynnikami, fotografowania i wykonania szczegółowego opisu — 30 ÷ 120 minut.

Czas wykonania badań metalograficznych może się wahać w znacznych granicach, zależnie od warunków produkcji i stopnia trudności prób. Na przykład łatwo jest określić rodzaj i wymiar wydzieleni grafitowych lub ziarna perlitu posługując się skalą struktur, znacznie zaś bardziej złożone jest rozwiązanie problemów mikrostruktury, występujących przy pracach badawczych lub w warunkach przemysłowych. W tych przypadkach często konieczne jest kilkakrotne wytrawianie szlifu różnymi odczynnikami. Do obserwacji stosuje się różne powiększenia poczynając od małych a kończąc na największych, gdzie konieczne jest stosowanie imersji. Przy obserwacjach powierzchni szlifu zachodzi niekiedy konieczność dokonania kilku mikrografii i porównania danych otrzymanych w ten sposób z wynikami prób wytrzymałościowych, analiz chemicznych oraz z danymi doświadczalnymi z produkcji.



**Laboratorium rentgenowskie.** Zasadnicze urządzenie laboratorium rentgenowskiego zestawiono w tablicy 9. Ze względu na to, że w laboratorium poddaje się zwykle prześwietlaniu tylko niewielką ilość przedmiotów, przy dużych i średnich zakładach wystarczy zainstalować normalnie jeden kompletny aparat rentgenowski. Jeżeli aparat posiada dwie lampy, wówczas wydajność jego pracy wzrasta  $1,5 \div 2$  razy.

W dużych zakładach powinno być również zainstalowane urządzenie rentgenowskie do badania struktury materiałów. Czas potrzebny na prześwietlenie promieniami rentgenowskimi (wraz z wykonaniem zdjęć) przedmiotów o skomplikowanym kształcie i grubości ścianki 100 mm

dla stopów kolorowych, a 25 mm dla metali grupy żelaza, wynosi 30 minut. Dla przedmiotów cienkościennych, o prostszej budowie lub złącz spawanych — 20 minut.

Przy projektowaniu należy przewidywać prócz stałych urządzeń rentgenowskich również instalację aparatów przenośnych.

Współczesne aparaty rentgenowskie mają doskonałe osłony zabezpieczające. Ze względu jednak na ochronę zdrowia obsługujących pracowników oraz zagwarantowanie niezmiennych warunków pracy urządzenia, aparaturę umieszcza się w specjalnych pomieszczeniach, wyłożonych zaprawą z dodatkiem siarczynu baru lub cienkimi płytami ołowianymi.

Tablica 8

Wykaz zasadniczych urządzeń laboratorium metalograficznego

Nazwa i opis urządzenia	Zastosowanie	Ilość urządzeń dla laboratorium			Wymiary urządzenia w m	Nomin. moc w kW
		dużego	średniego	małego		
Duży mikroskop metalograficzny bez przystawki makro z apochromatami typu Neofot — Zeissa	Obserwacja i fotografowanie mikrostruktury przy powiększeniach do 2000x	3	2	1 <sup>1)</sup>	0,8 x 3,0	0,5
Średni mikroskop metalograficzny	Obserwacja szlifów przy powiększeniu do 600x	2	2	1	0,5 x 0,8	0,1
Pionowa przystawka do fotografowania makrostruktur	Fotografowanie makrostruktur	1	1	1	0,7 x 1,0	0,5
Szlifierka z poziomą tarczą do przygotowywania mikroszlifów	Przygotowanie mikroszlifów	3	2	1	0,7 x 0,7	0,2
Polerka z poziomą tarczą do przygotowywania mikroszlifów	Jak wyżej	3	2	1	0,7 x 0,7	0,2
Aparat fotograficzny 18 x 24 cm	Do reprodukcji	2	1	1	0,7 x 1,0	0,5
Aparat fotograficzny typu ФЭД	Do zdjęć z natury	1	1	1	—	—
Urządzenia do wykonywania pozytywów	Wykonywanie odbitek z negatywu	2	1	1	—	0,1
Wanny podgrzewane do trawienia makroszlifów	Trawienie makroszlifów	2	1	1	0,7 x 1,0	1,0
Urządzenie do prób magnetycznych	Analiza magnetyczna	1	—	—	2,0 x 3,0	5
Cyklograf <sup>2)</sup>	Szybka kontrola i sortowanie	1	1	—	—	5
Agregat silnik — prądnicą prądu stałego	Wytwarzanie prądu stałego	1	—	—	1,0 x 1,0	10

1) Urządzenie projektuje się dla laboratorium zakładów posiadających odlewnię.

2) Przyrząd ten stosuje się dla szybkiej kontroli bezpośrednio na warsztacie.

Tablica 9

Wykaz zasadniczych urządzeń laboratorium rentgenowskiego i magnetycznego

Nazwa i opis urządzenia	Zastosowanie	Ilość urządzeń dla laboratorium			Wymiary urządzenia w m	Nomin. moc kW
		dużego	średniego	małego		
Kompletne urządzenie rentgenowskie z tablicą sterującą, statywem, pompą, lampami zasadniczymi i zapasowymi, ekranem i negatospokiem	Prześwietlanie odlewów stalowych i żeliwnych oraz spoin do szerokości 25 mm a przy stopach kolorowych do 100 mm	1	1 <sup>1)</sup>	—	2,0 x 2,0 x 3,5	6
Kompletne urządzenie rentgenowskie małych wymiarów do analizy strukturalnej z zapasowymi komorami i lampami	Określenie wewnętrznych naprężeń i złożone badania struktury	1 <sup>1)</sup>	1 <sup>1)</sup>	—	0,7 x 1,0	4
Urządzenie magnetyczne do badania wad materiałowych z solenoidem do magnesowania podłużnego typu МД4 ВИАМ	Magnesowanie przedmiotów do długości 850 mm	1	1	—	1,0 x 2,0	20
Urządzenie magnetyczne typu przesuwne uniwersalne МД6 ВИАМ	Magnesowanie przedmiotów różnych wymiarów i kształtów	2	1	1	1,0 x 1,0	20
Urządzenie do odmagnesowywania z komorą o przekroju 330 x 350 mm	Odmagnesowywanie części	1	1	1	0,5 x 0,5	10
Austenitometr	Kontrola jakości narzędzi ze stali szybko tnącej	1	1	1	—	5

1) Urządzenie projektuje się dla laboratorium zakładów posiadających odlewnię.



**Laboratorium magnetyczne.** Badania magnetyczne polegają na określaniu wad materiałowych, wad budowy i właściwości materiałów. Przy badaniach z zastosowaniem zawiesziny sproszkowanego żelaza czas sprawdzania jednego przedmiotu można przyjąć w granicach  $5 + 8$  sek. Ze względu na krótki czas próby nie oblicza się na ogół ilości potrzebnych urządzeń do kontroli, ponieważ jedno urządzenie może wystarczająco obsłużyć wszelkie potrzeby masowej produkcji.

Analiza magnetyczna budowy i właściwości materiałów powinna znaleźć znaczne rozpowszechnienie w produkcji. W praktyce przemysłowej stosowane są przyrządy magnetyczne do szybkiego określania zawartości węgla w stali, austenitometri do określania pozostałości austenitu przy hartowaniu i odpuszczaniu stali szybko-tnącej, przyrządy do szybkiego określenia twardości stali oraz specjalne urządzenie do badania izotermicznej przemiany austenitu. Urządzenia do analizy magnetycznej (balistyczne i inne) montuje się zwykle z przyrządów wchodzących w skład kompletu, przy użyciu własnego personelu i na miejscu przewidzianym w projekcie.

Zasilanie przyrządów prądem stałym odbywa się za pomocą agregatu składającego się z silnika i prądnicy odpowiedniej mocy.

W Stanach Zjednoczonych zaczęto stosować, oprócz wymienionych, tak zwane cyklografiy do masowej, szybkiej kontroli i sortowania przedmiotów według struktury, twardości, głębokości nawęglania itp.

Zasadnicze wyposażenie laboratorium magnetycznego zestawiono w tablicy 9.

Wydziałowe laboratoria stanowią część składową laboratorium zakładowego, a będąc bezpośrednio na terenie danego wydziału, utrzymują łączność laboratorium z produkcją. Zasadniczym zadaniem laboratorium zakładowego jest obsługa procesu technologicznego, wal-ka z brakami i naruszeniem normalnego toku procesów technologicznych.

Wydziałowe laboratoria organizuje się przeważnie w odlewniach i wydziałach obróbki cieplnej.

W odlewniach takie laboratorium posiada sekcję chemiczną, mechaniczno-metalograficzną oraz materiałów formierskich, a w wydziałach obróbki cieplnej — dwie pierwsze.

W małych i średnich zakładach nie posiadających własnej odlewni prace wydziałowego laboratorium wykonuje zwykle centralne laboratorium zakładowe.

## DOBÓR WYPOSAŻENIA LABORATORIUM TECHNOLOGICZNEGO

**Laboratorium obróbki cieplnej.** Głównym zadaniem laboratorium obróbki cieplnej jest przeprowadzanie doświadczeń w zakresie obróbki cieplnej stali konstrukcyjnych i szybko-tnących, atmosfer ochronnych i chemiczno-cieplnej obróbki, szczególnie odnośnie do nawęglania gazowego i cyjanowania w gazach. Celem tych badań jest opracowanie najważniejszych warunków obróbki cieplnej, zapewniających osiągnięcie żądanych właściwości przedmiotów i materiałów<sup>1)</sup>.

Laboratorium obróbki cieplnej powinno przeprowadzać kontrolę głębokości przechartowania stali będącej surowcem w produkcji oraz okresowo sprawdzać pirome-

try i potencjometry. Ze względu na dużą różnorodność przyrządów stosowanych w pirometrii oraz innych przyrządów wymagających sprawdzania (nie na terenie centralnego laboratorium zakładowego, lecz na terenie odpowiedniego wydziału) może być zorganizowane specjalne laboratorium kontrolne przyrządów pomiarowych. Biorąc pod uwagę specyficzne cechy prac laboratorium obróbki cieplnej, mającego głównie charakter badawczy, wyposażenie tego laboratorium dobiera się na zasadzie kompletowania posługując się danymi z tablicy 10.

**Laboratorium obróbki skrawaniem.** Zadanie tego laboratorium polega na doświadczalnym uzasadnieniu warunków skrawania i normatywów przyjętych w zakładzie, próbach narzędzi oraz badaniu obrabialności materiałów używanych w budowie maszyn.

Laboratorium obróbki skrawaniem<sup>2)</sup> powinno być wyposażone w tokarki, wiertarki, frezarki uniwersalne, szlifiarki do wałków oraz konieczną ilość ostrzerek.

Obrabiarki do prac badawczych powinny być wyposażone w silniki prądu stałego pozwalające na regulację ilości obrotów. Dzięki temu można otrzymać szybkości skrawania zmienne w szerokich granicach niezależnie od skrzynek przekładniowych wbudowanych w obrabiarkę. Oprócz tego urządzenie takie pozwala na utrzymywanie stałych obrotów przy zmiennym obciążeniu.

Obrabiarki powinny być wyposażone w suporty mier- nicze zaopatrzone w przyrządy miernicze: samopiszące watomierze, dokładne woltomierze i amperomierze.

Do wytworzenia prądu stałego należy przewidzieć zainstalowanie przetwornicy odpowiedniej mocy.

W celu umożliwienia wykonania pomiarów gładkości powierzchni obrabianych laboratorium powinno być wyposażone w mikroskop Linnika i profilometr typu Abbota.

Laboratorium powinno być wyposażone w odpowiedni komplet przyrządów pomiarowych. Skomplikowane pomiary konieczne przy pracach laboratorium skrawania powinny być wykonywane w laboratorium pomiarowym zakładu; odcinanie i obróbka próbek — w wydziale mechanicznym; obróbka cieplna narzędzi — w laboratorium obróbki cieplnej lub w sekcji obróbki cieplnej narzędziowni.

**Laboratorium odlewnicze.** W dużych zakładach laboratorium odlewnicze składa się z sekcji topnienia i sekcji badania materiałów formierskich. W średnich i małych — jedynie z sekcji badania materiałów formierskich. W dużych i średnich zakładach badania materiałów mogą być wykonywane bezpośrednio w wydziałowych laboratoriach.

Wyposażenie sekcji topnienia powinno się składać z pieca o zawartości około 50 kg, ogrzewanego prądem wysokiej częstotliwości oraz z żeliwiaka niewielkich wymiarów (np. o średnicy wewnętrznej 300 mm), o konstrukcji pozwalającej na demontaż. Żeliwiak powinien być wyposażony we wszelkie przyrządy do pomiarów temperatury, analizy gazów i określenia ciśnienia podmuchu.

Zadaniem sekcji prób materiałów formierskich jest kontrola przerabianych przez zakład materiałów formierskich, piasków, glin, materiałów wiążących, próby nowych mas formierskich i rdzeniowych oraz udoskonalanie metod technologii ich przeróbki.

<sup>1)</sup> Prace doświadczalne w zakresie indukcyjnego nagrzewania za pomocą prądów szybko-tnych należy koniecznie wykonywać w wydziale produkcyjnym.

<sup>2)</sup> Przy określaniu niezbędnego, zasadniczego wyposażenia laboratorium obróbki skrawaniem należy mieć na względzie możliwość wykorzystania do badań również urządzeń warsztatowych.



Wykaz zasadniczego wyposażenia laboratorium obróbki cieplnej

Nazwa i rodzaj urządzeń	Zastosowanie	Ilość urządzeń dla laboratorium			Wymiary urządzeń w m	Moc nominalna w kW
		dużego	średniego	małego		
Piec <sup>1)</sup> mufłowy typu Heiss lub Lindberg z oporami szlutowymi, atmosferą ochronną i automatyczną kontrolą temperatury	Badania nad obróbką cieplną stali szybkoociekającej dla temperatur do 1300°C	2	1	—	1,0 × 1,0	20
Piec mufłowy <sup>1)</sup> typu Hockins lub Lindberg z uzwojeniem chromoniklowym, atmosferą ochronną, automatyczną kontrolą temperatury z transformatorem	Badania nad obróbką cieplną stali narzędziowej dla temperatury do 1000°C	2	2	—	1,0 × 1,0	8
Jak wyżej, ale małego wymiaru	Jak wyżej	6	4	2	0,5 × 0,7	4
Piec <sup>1)</sup> rurkowy z uzwojeniem chromoniklowym	Jak wyżej dla obróbki chemiczno - cieplnej	6	4	1	0,5 × 0,7	3
Piec <sup>1)</sup> igłowy z uzwojeniem chromoniklowym	Jak wyżej	6	4	2	0,5 × 0,5	3
Specjalne stanowisko do badania głębokości przechartowania	Kontrola głębokości przechartowania stali	1	1	1	0,5 × 0,5	—
Dilatometr typu Rockwella	Określenie punktów krytycznych i prace badawcze	1	—	—	0,5 × 0,7	3
Potencjometry samopiszące do automatycznej kontroli temperatury	Pomiary temperatury	6	4	2	—	—
Potencjometr kontrolny do skalowania pirometrów fabrycznych	Sprawdzanie temperatur i pirometrów	1	1	1	—	—
Pirometry laboratoryjne stołowe	Pomiar temperatur	6	4	2	—	—
Pirometry optyczne (barwa światła lub intensywność promieniowania)	Pomiar wysokich temperatur	2	2	1	—	—
Termopary chromel-alumel		30	20	10	—	—
Termopary platynorowowe		15	10	5	—	—
Przyrząd Rockwella		1	1	—	—	—

<sup>1)</sup> Dla wszystkich pieców elektrycznych powinien być przewidziany pięciokrotny zapas rdzeni szlutowych i uzwojeń chromoniklowych oraz dwukrotny zapas części obmuru. Obok pieców należy przewidzieć miejsce do ustawienia wanic hartowniczych z wodą i olejem.

Urządzenia kontrolne materiałów formierskich mają zasadniczo na celu obsługę procesów technologicznych wydziałów odlewniczych.

Zasadniczym wyposażeniem sekcji materiałów formierskich są przyrządy do pomiaru przepuszczalności gazów przez masy formierskie, do określania ziarnistości, do wstrząsania przy badaniach zawartości gliny w piaskach, do szybkiego określania wilgotności mas, do badań wytrzymałości próbek mas formierskich i rdzeniowych. Prócz tego konieczne jest wyposażenie w suszarki, wagi, gniot-

towniki i młyn kulowy do przygotowania mas formierskich.

Pomocniczy warsztat mechaniczny obsługuje wszystkie sekcje laboratorium zakładowego, wykonuje wszystkie prace mechaniczne związane z pracami laboratorium, jak przygotowanie próbek, wykonywanie przyrządów, obróbkę makroszlifów, przygotowywanie wiórków itp.

Przykładowy wykaz zasadniczych urządzeń pomocniczego warsztatu mechanicznego podano w tablicy 11.

Wykaz zasadniczych urządzeń pomocniczego warsztatu mechanicznego

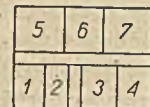
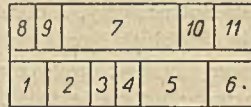
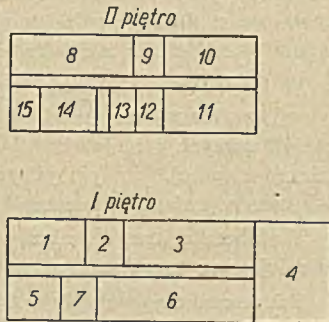
Nazwa i charakterystyka urządzenia	Zastosowanie	Ilość urządzeń dla laboratorium			Wymiary urządzeń w m	Nomin. moc w kW
		dużego	średniego	małego		
Tokarka do toczenia gwintu, wznios kłów 200 mm, rozstaw kłów 750 mm	Wykonywanie próbek i obróbka toczeniem lub gwintowaniem	1	1	—	2,5 × 1,3	6,0
Tokarka do toczenia gwintu, wznios kłów 150 mm	Wykonywanie próbek	2	1	1	1,2 × 1,3	1,3
Frezarka pozioma, stół o wymiarze 270 × 900 mm	Przecinanie półfabrykatów i wykonanie próbek	2	1	1	2,0 × 2,0	2,2
Płonowa wiertarka, średnica wiertła do 18 mm	Wykonywanie przyrządów, próbek, skrawanie wiórków	1	1	—	1,0 × 0,75	2,2
Wiertarka stołowa, średnica wiertła do 12 mm	Wykonywanie próbek i skrawanie wiórków	1	1	1	0,5 × 0,8	0,5
Strugarka poprzeczna, skok do 500 mm	Struganie wzorców	1	1	—	1,6 × 1,2	2,3
Szlifierko-polerka	Szlifowanie próbek i makroszlifów	1	—	—	1,5 × 1,0	3,0
Obcinalarka nożowa, mechaniczna do 220 mm	Obcinalanie próbek i szlifów	1	1	1	1,3 × 0,75	1,3
Przecinarka do hartowania przedmiotów	To samo	1	1	—	1,2 × 1,6	2,2
Ostrzarka	Ostrzenie narzędzi	1	1	1	0,6 × 0,6	2,0



**ROZPLANOWANIE I URZĄDZENIE POMIESZCZEŃ**

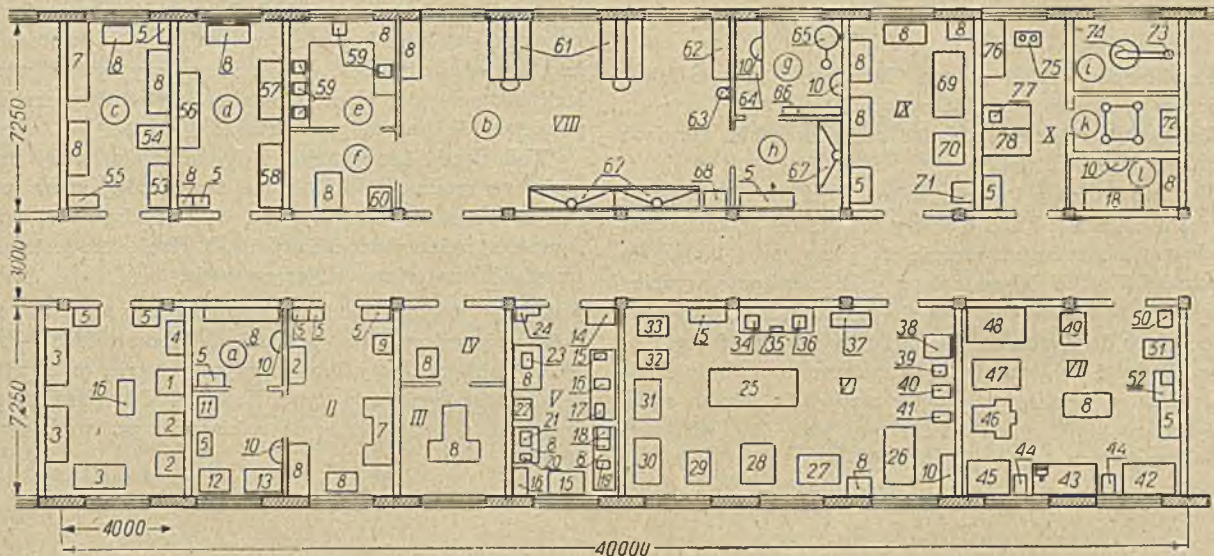
Rozplanowanie laboratorium zakładowego. Laboratoria zakładowe mogą być umieszczane w budynkach jednopiętrowych lub wielopiętrowych. Na parterze, ze wzglę-

Rys. 1. Rozplanowanie dużego laboratorium zakładowego: 1 — laboratorium rentgenowskie, 2 — laboratorium magnetyczne, 3 — laboratorium wytrzymałościowe, 4 — laboratorium obróbki, 5 — laboratorium odlewnicze, 6 — pomocniczy warsztat mechaniczny, 7 — pomieszczenie rozdzielni, 8 — laboratorium chemiczne, 9 — oddział analizy spektralnej, 10 — laboratorium obróbki cieplnej, 11 — laboratorium metalograficzne, 12 — biuro kierownika, 13 — kancelaria, 14 — biblioteka i muzeum, 15 — zmywalnia i izba reakcji.



Rys. 2. Rozplanowanie średniego laboratorium zakładowego: 1 — laboratorium obróbki cieplnej, 2 — laboratorium metalograficzne, 3 — biuro kierownika, 4 — laboratorium materiałów formierskich, 5 — laboratorium wytrzymałościowe, 6 — pomocniczy warsztat mechaniczny, 7 — laboratorium chemiczne, 8 — oddział korozji, 9 — oddział analizy spektralnej, 10 — laboratorium magnetyczne, 11 — laboratorium rentgenowskie.

Rys. 3. Rozplanowanie małego laboratorium zakładowego: 1 — laboratorium obróbki cieplnej, 2 — laboratorium metalograficzne, 3 — biuro kierownika i kancelaria, 4 — laboratorium metalograficzne, 5 — laboratorium chemiczne, 6 — laboratorium wytrzymałościowe, 7 — pomocniczy warsztat mechaniczny.



Rys. 4. Rozplanowanie powierzchni i rozmieszczenie urządzeń w średnim laboratorium fabrycznym: I — laboratorium obróbki cieplnej, II — laboratorium metalograficzne, a — izba fotograficzna, III — biuro kierownika, IV — pokój sekretarza - rozdzielcy, V — laboratorium materiałów formierskich, VI — laboratorium wytrzymałościowe, VII — pomocniczy warsztat mechaniczny, VIII — laboratorium chemiczne; b — oddział chemiczno - analityczny, c — oddział korozji, d — oddział analizy spektralnej, e — pokój wagoni, f — pokój kierownika laboratorium chemicznego, g — odparowywanie i mycie, h — izba reakcji, IX — laboratorium magnetyczne, X — laboratorium rentgenowskie; i — komora prześwietleniowa, k — pomieszczenie aparatury, 1 — izba fotograficzna, 1 — piec muflowy slitowy, 2 — piec chromalowe muflowe, 3 — stoły do małych pieców i przyrządów, 4 — przyrząd Rockwella, 5 — szafy, 6 — wanny hartownicze z wodą i olejem, 7 — poziomy mikroskop metalograficzny, 8 — stopy laboratoryjne, 9 — pionowy mikroskop, 10 — zlew wodociągowy, 11 — aparat fotograficzny, 12 — stół dla szlifowania, 13 — polerka, 14 — gniotowniki, 15 — łamacze, 16 — przyrządy do mieszania, 17 — ręczny przyrząd dla określania wytrzymałości, 18 — suszarki elektryczne, 19 — przyrząd do określenia przepuszczalności garów, 20 — mieszalnik odśrodkowy, 21 — przyrząd do szybkiego określania wilgotności, 22 — przyrząd do odsiewania, 23 — wagi, 24 — młyn kulowy, 25 — maszyna Amslera + OT, 26 — maszyna do rozrywania 10 T, 27 — prasa Gagarina, 28 — maszyna do rozrywania, 5 T, 29 — przyrząd „Toledo“, 30 — maszyna do badania ścieralności, 31 — maszyna do badania na zmęczenie, 32 — młot Charpy 15 kGm, 33 — młot Charpy 1 kGm, 34 — przyrząd Erichsena, 35 — przyrząd do badania wytrzymałości na zginanie, 36 — maszyna podziałowa, 37 — maszyna do badania drutów na skręcanie, 38 — przyrząd Brinella, 39 — przyrząd Rockwella, 40 — przyrząd Tukon-Wilson, 41 — przyrząd Vickersa, 42 — tokarka typu - 200, 43 — wagi ślusarski z imadłami, 44 — podstawy do narzędzi, 45 — tokarka typu 162, 46 — frezarka pozioma, 47 — szlifierka do przecinania zahartowanych przedmiotów, 48 — strugarka poprzeczna, 49 — przecinarka nożowa, 50 — ostrzarka dwutarczowa, 51 — wiertarka, 52 — wiertarka stołowa, 53 — prądnica prądu stałego, 54 — komora do nawilżania, 55 — koło Gardnera, 56 — spektrograf kwarcowy, 57 — stół do stilonometru, 58 — stół do stilonometru i karbometru, 59 — wagi analityczne, 60 — szafa ogniotrwała, 61 — stoły laboratoryjne, 62 — stół do aparatu Bjurs-Marsa (określenie zawartości węgla), 63 — butla z tlenem, 64 — stół do mycia, 65 — zbiornik do destylowanej wody, 66 — półka na naczynia, 67 — szafy z wyciągami powietrznymi, 68 — urządzenie do elektrolizy, 69 — uniwersalne urządzenie magnetyczne do wykrywania wad, 70 — przenośne urządzenie magnetyczne do wykrywania wad, 71 — komora do odmagnesowywania, 72 — aparat rentgenowski, 73 — statyw z lampą rentgenowską, 74 — stół do prześwietlania części, 75 — pulpity do sterowania aparatu, 76 — ekran, 77 — aparat do analizy struktury, 78 — stół z negatoskopem.



du na ciężar, umieszcza się zwykle laboratorium wytrzymałościowe, pomocniczy warsztat mechaniczny, laboratorium obróbki skrawaniem, obróbki cieplnej i rentgenowskie, sekcję topnienia laboratorium odlewniczego i pomieszczenia pomocnicze. Takie rozplanowanie jest celowe ze względu na skrócenie drogi transportu surowców, materiałów pomocniczych oraz części przeznaczonych do prób w laboratorium. Na pigmach umieszcza się laboratorium metalograficzne, magnetyczne i chemiczne, które powinno znajdować się dla ułatwienia wentylacji na najwyższym piętrze.

Przy urządzaniu laboratorium należy umieszczać je w większych salach, gdyż ułatwia to szkolenie personelu i wcześniejsze wykrywanie nieprawidłowości działania maszyn i przyrządów.

Urządzenia powinny być rozmieszczone w grupach według typowych badań, przy czym stanowiska powodujące hałas i drgania, wydzielające pył i trujące gazy powinny być izolowane. Laboratorium rentgenowskie należy izolować od sąsiednich pomieszczeń, aby zapobiec przenikaniu promieni rentgenowskich. Laboratorium magnetyczne powinno być osłonięte od zewnętrznych działań magnetycznych. Wymiar pomieszczeń i rozmieszczenie urządzeń laboratorium zakładowego zwykle powinny pozwalać na jego dalszą rozbudowę.

Przykładowy układ dużego, średniego i małego laboratorium przedstawiony jest na rys. 1, 2, i 3.

Na rys. 4 pokazano układ i rozmieszczenie urządzeń średniego laboratorium.

Wykończenie pomieszczeń laboratorium zakładowego. Ściany pomieszczeń „suchego“ laboratorium maluje się jasną farbą olejną do wysokości 2 m. W laboratorium, gdzie następuje wydzielanie wilgoci, ściany pokrywa się płytkami z glazury jasnego koloru do wysokości 1,7 m. Sufity bieli się farbą olejną. Podłogi w „suchym“ laboratorium wykonuje się z parkietu na podkładzie smoły; podłogi w innych omówionych rodzajach pomieszczeń pokrywa się płytkami ceramicznymi na kwaśnej zaprawie.

**Wentylacja.** W pomieszczeniach laboratorium wytrzymałościowego, metalograficznego, magnetycznego, materiałów formierskich oraz pomocniczego warsztatu mechanicznego instaluje się urządzenia wentylacyjne gwarantujące 2 ÷ 3-krotną wymianę powietrza, co przyjęte jest jako norma dla pomieszczeń, w których stale przebywają pracownicy.

W laboratorium rentgenowskim ssanie powietrza odbywa się z dolnej części pomieszczenia. Całkowita wymiana — nie mniej niż 4-krotna.

W laboratorium obróbki cieplnej prócz ogólnej wentylacji projektuje się miejscowe wyciągi powietrza nad kąpieli solnych i olejowych oraz stanowisk obróbki chemiczno-cieplnej. W tym przypadku należy przewidzieć 5-krotną wymianę powietrza.

W laboratorium chemicznym digestoria wyposaża się w miejscowe urządzenia wentylacyjne.

Pomieszczenia wentyluje się zarówno w górnej, jak i dolnej części, przy czym przewody wentylacyjne powinny być wyposażone w urządzenia regulacyjne pozwalające na włączanie w miarę potrzeby górnych lub dolnych przewodów ssących oraz na regulowanie intensywności wentylacji. W pomieszczeniach laboratorium chemicznego wymiana powinna być nie mniej niż 4 + 5-krotna. Należy koniecznie zwrócić uwagę na to, aby system wentylacji laboratorium chemicznego zabezpieczał przenikanie powietrza do innych pomieszczeń.

**Wodociągi i kanalizacja.** Zużycie zimnej wody przyjmuje się średnio 0,25 l/sek na stanowisko, przy pracy wszystkich stanowisk w ciągu 2,5 godziny na zmianę i współczynniku jednoczesności 0,25. Konieczne jest zaopatrzenie laboratorium w gorącą wodę.

Zlewy w laboratorium chemicznym powinny mieć syfony ceramiczne, a w pozostałych laboratoriach — zwykle metalowe. Zlewy laboratoryjne powinny mieć syfony ceramiczne specjalnego typu. Krany wodne powinny mieć końcówki przystosowane do nakładania przewodu gumowego.



## Rozdział XIII

# PROJEKTOWANIE PLANU GENERALNEGO ZAKŁADÓW PRZEMYSŁU METALOWEGO

### OKREŚLENIE PLANU GENERALNEGO I KOLEJNOŚĆ JEGO OPRACOWANIA

Planem generalnym zakładów nazywamy projekt wzajemnego rozmieszczenia wszystkich budynków i urządzeń, torów kolejowych i dróg kolowych, sieci podziemnych i nadziemnych związanych z ukształtowaniem i uzbrojeniem terenu i zorganizowanych w jedną całość w celu wydajnego funkcjonowania projektowanych zakładów.

Plan generalny bezwzględnie powinien być projektowany w następującej kolejności:

a. Na podstawie danych zaczerpniętych z analogicznych zakładów układa się *schemat planu generalnego*, który podaje zasadnicze rozwiązanie zagadnienia dotyczącego rozmieszczenia budynków na terenie przedsiębiorstw oraz nadziemnych instalacji i urządzeń w sposób wskazujący możliwość racjonalnego rozplanowania projektowanych zakładów na powierzchni wyznaczonej pod ich budowę.

b. W miarę wykonywania projektów poszczególnych wydziałów i urządzeń fabrycznych oraz otrzymywania ściślejszych danych na podstawie uprzednio ułożonego schematu opracowuje się *projekt planu generalnego* rozwiązując przy tym wszystkie techniczne zagadnienia wzajemnego powiązania budynków, instalacji i urządzeń w płaszczyźnie poziomej i pionowej, jak również ukształtowania i uzbrojenia terenu zakładów.

c. W celu urzeczywistnienia planu generalnego sporządza się *rysunki robocze* tego planu oraz odnoszących się do niego urządzeń.

Na podstawie planu generalnego zakładów opracowuje się plan generalny *budowy*, w którym stosownie do przyjętej organizacji robót budowlanych zaznacza się rozmieszczenie wszystkich niezbędnych przy budowie budynków i urządzeń tymczasowych i pomocniczych.

Po ukończeniu budowy zakładów układa się plan generalny *wykonawczy* (nie jest on projektem i nie wchodzi w skład pracy projektowania), przedstawiający wszystkie istotnie wykonane urządzenia (naziemne, nadziemne i podziemne), jak również ukształtowanie terenu zakładów po ich pionowym rozplanowaniu. Plan generalny wykonawczy przeznaczony jest głównie do potrzeb eksploatacji (naprawa uszkodzeń podziemnych sieci, remont budowlany itp.); należy się nim posługiwać również przy projektowaniu przebudowy zakładów.

Do zaprojektowania planu generalnego niezbędne są dane wyjściowe dotyczące:

1. struktury organizacyjnej fabryki;

2. rozmiaru i charakteru poszczególnych wydziałów i urządzeń;
3. wzajemnego związku między wydziałami produkcyjnymi i urządzeniami (schemat produkcji);
4. topograficznych, geologicznych, hydrogeologicznych i klimatycznych warunków terenu zakładów;
5. istniejących i projektowanych w rejonie budowy kolonii mieszkalnych, przedsiębiorstw przemysłowych, transportowych, energetycznych, sanitarno-technicznych i innych sieci i urządzeń, z którymi projektowane zakłady mogą być związane.

Projekt planu generalnego powinien dać najbardziej racjonalne rozwiązanie poziomego i pionowego rozmieszczenia budynków oraz urządzeń; rozwiązanie to powinno opierać się na:

1. wyborze rodzaju zabudowy;
2. określeniu schematu transportu;
3. podziale na strefy powierzchni zakładów;
4. zapewnieniu możliwości rozbudowy przedsiębiorstwa;
5. stworzeniu pomyslnych warunków przeciwpożarowych, sanitarnych i przeciwlotniczych;
6. organizacji dróg przepływu pracowników;
7. konstrukcji sieci instalacyjnych;
8. planie ukształtowania terenu zakładów.

*Projektowanie planu generalnego przeprowadza się metodą stopniowej selekcji poszczególnych rozwiązań planu, porównując ze sobą korzyści wypływające z ich eksploatacji dla przyszłych zakładów przy równoczesnym uwzględnieniu oszczędności na kosztach budowy.*

### PODSTAWOWE ZASADY UKŁADANIA PLANU GENERALNEGO

Rozwiązanie planu generalnego zależy od skali przedsiębiorstwa i jego organizacji określonej przez technologiczny charakter produkcji a także od różnych warunków miejscowych, np. ukształtowania i geologicznych warunków terenu budowy, możliwości stykania się z siecią kolei żelaznych, położenia terenu zakładów w stosunku do kolonii mieszkalnych, sąsiednich przedsiębiorstw itp.

Istnieje szereg podstawowych zasad układania planu generalnego; zasady te w dużym stopniu mają zastosowanie przy projektowaniu każdego rodzaju zakładów:

1. Wzajemne rozmieszczenie budynków, budowli oraz rozlokowanych w nich wydziałów i urządzeń powinno odpowiadać wymaganiom procesu produkcyjnego, zapewniając ciągłość produkcji.



2. Przepływ potrzebnych do produkcji materiałów, półfabrykatów i wyrobów powinien być postępujący i najkrótszy bez ruchów wstecznych i powrotnych.

3. W celu ułatwienia dowozu środków transportowych do potoku produkcyjnego na terenie zakładów należy odpowiednio do charakteru przepływu materiałów przeprowadzić linie kolejowe i drogi kołowe.

4. Drogi przepływu ludzi przez teren zakładów (strumienie ludzkie) powinny być jak najkrótsze i nie powinny krzyżować się ze strumieniami ładunków (szczególnie na najbardziej ożywionych odcinkach).

5. Teren zakładów należy rozplanować celowo, tj. podzielić go na strefy, umieszczając w każdej z nich grupę wydziałów i urządzeń podobnych pod względem charakteru produkcji, warunków pożarowych i sanitarno-higienicznych, zapotrzebowania energii, obrotu ładunków oraz strumieni pracowników.

6. Wydziały pomocnicze, magazyny i narzędzia energetyczne trzeba umieszczać możliwie jak najbliżej obsługiwanych przez nie podstawowych wydziałów.

7. Teren zakładów maksymalnie należy wyzyskać pod zabudowę budynków i budowli. Odległości (przerwy) między nimi powinny być minimalne i odpowiadać wymaganiom przeciwpożarowym i sanitarno-technicznym.

8. Budynki i budowle należy rozmieszczać odpowiednio do stron świata i kierunku panujących wiatrów tak, aby większość wydziałów i urządzeń zakładów uchronić od dymu, gazów i kurzu oraz maksymalnie wyzyskać naturalne warunki oświetlenia i przewietrzenia wydziałów, jak również uchronić je od nadmiernego przegrzewania promieniami słonecznymi.

9. Należy dążyć do jak najbardziej zwartego rozmieszczenia budynków i budowli, łącząc w miarę możliwości oddzielne drobne obiekty w zespoły budowlane (bloki). Bloki produkcyjne powinny uwzględniać dogodne rozmieszczenie wydziałów i zapewnić możliwość stworzenia linii produkcyjnych.

10. Trzeba przewidzieć możliwość rozbudowy przedsiębiorstwa zgodnie z planem rozwoju zakładów (przy najmniejszych wydatkach) bez naruszenia zasadniczej myśli planu generalnego i bez burzenia wzniesionych wcześniej głównych budynków i urządzeń.

11. Przy rozmieszczaniu poszczególnych obiektów zakładów należy brać pod uwagę ukształtowanie powierzchni, jak również miejscowe warunki geologiczne i hydrogeologiczne, a to w celu zapewnienia wysokiej jakości budowli przy minimalnym koszcie robót budowlanych.

12. Przyłączenie zakładów do głównych linii kolejowych, dróg kołowych, energetycznych, sanitarno-technicznych i innych miejscowych urządzeń powinno być racjonalne i stwarzać dogodne połączenie zakładów z kolonią mieszkalną.

13. We wszystkich etapach budowy powinna być stworzona możliwość prawidłowego rozwijania i prowadzenia robót.

14. Przy projektowaniu planu generalnego wielkich przedsiębiorstw uruchamianych stopniowo należy dążyć do jak najdalej idącego zmniejszenia rozmiarów terenu i rozciągłości strumieni produkcji uruchamianej w pierwszej kolejności (co obniży wydatki związane z jej uruchomieniem i eksploatacją).

15. Plan generalny zakładów powinien być sporządzony racjonalnie pod względem architektonicznym.

W tym celu należy koniecznie połączyć i celowo rozwiązać wszystkie poszczególne zagadnienia, zapewnić planowość projektów i harmonijność sieci dróg komunikacyjnych, wyraźnie zarysować przepływ pracowników, rozmieścić oddzielnie budynki zgodnie z ustrojem organizacyjnym zakładu, przewidzieć prawidłowe rozplanowanie i uzbrojenie terenu budowy, nadać architektoniczną formę oddzielnym budynkom i całości zakładów [2].

16. Dla podkreślenia wyraźnego architektonicznego układu planu generalnego konieczne jest zachowanie: prawidłowego kształtu budynków fabrycznych, prostoliniowości magistrali i przejazdów (w większości przypadków główna magistrala powinna być podstawową osią kompozycyjną rozplanowania), równoległości i prostopadłości osi budynków i urządzeń, linii frontu budynków zwróconych do magistrali i dróg komunikacyjnych, prawidłowego rozmieszczenia placów i oddzielnych elementów urządzeń, należytego grupowania budynków tworzących jednolitą architektoniczną całość.

## ORGANIZACJA ZAKŁADÓW

Wszystkie wydziały i urządzenia wchodzące w skład zakładów budowy maszyn mogą być podzielone na trzy grupy:

1. wydziały zasadnicze (produkcyjne),
2. wydziały pomocnicze,
3. urządzenia usługowe.

Organizacja zakładów podana jest przykładowo w tabelicy 1.

*Zależnie od stopnia pełności cyklu produkcyjnego* w skład poszczególnych zakładów budowy maszyn wchodzi te czy inne z zasadniczych wydziałów wymienionych w tabelicy 1.

Według stopnia pełności cyklu produkcyjnego różni się trzy typy zakładów.

Zakłady pierwszego typu (z pełnym cyklem produkcyjnym) posiadają wszystkie zasadnicze wydziały przygotowawcze, produkcyjne i montażowe. Do tego typu należy większość zakładów budowy maszyn.

Zakłady drugiego typu produkują tylko półfabrykaty (odlewy, odkuwki itd.) potrzebne do zaopatrzenia innych przedsiębiorstw. W organizacji zakładów tego typu główne miejsce zajmują wielkie wydziały przygotowawcze: odlewnie, kuźnie itp.

Niekiedy w zakładach tych dokonywa się również częściowej obróbki półfabrykatów (np. obróbki zgrubnej).

Zakłady trzeciego typu wykonują tylko montaż maszyn i agregatów z części otrzymanych z innych przedsiębiorstw.

W przemyśle budowy maszyn spotyka się rozmaite kombinacje tych typów zakładów. Tak np. zakłady pierwszego typu mogą nie mieć wydziałów przygotowawczych, a półfabrykaty odlewy lub odkuwki otrzymywać z zewnątrz. W zakładach trzeciego typu oprócz wydziałów montażowych mogą być również niektóre wydziały wytwórcze do produkowania oddzielnych części, zespołów itp. Im pełniejszy jest cykl produkcyjny projektowanego przedsiębiorstwa, tym więcej wydziałów i urządzeń wchodzi w jego skład i tym bardziej złożona jest jego organizacja.

## SCHEMATY PRZEBIEGU PRODUKCJI

Rozmieszczenie budynków i budowli zakładów powinno być uzależnione od wymagań procesu produkcyjnego.



Tablica 1

## Organizacja zakładów

Wydziały podstawowe (produkcyjne)		Wydziały pomocnicze	U r z ą d z e n i a u s ł u g o w e				
przygotowawcze	obróbki i montażu		magazynowe	energetyczne	transportowe	sanitarno-techniczne	ogólno zakładowe
Odclewnie stalowa	Wyrobu kotłów i konstrukcji metalowych	Narzędziownia	Wyrobów i materiałów zakupionych (głównie magazynny)	Elektrownie	Drugi żelazne i urządzenia drogowe	Sieci wodociągowe, kanalizacyjne i centralnego ogrzewania	Centralne laboratoria
Odclewnie żelaza	Obróbki plastycznej metali na zimno	Narzędziownia dla działów obróbki plastycznej	Materiałów formierskich i wsadowych Metall	Centrale ogrzewnicze	Remizy parowozów i wozów motorowych	Stacje pomp i stacje przepompowywania	Zarząd zakładów (głównie biura)
Odclewnie kolorowych metali	Spawalnicze	Modelarnia	Drewna (okrągłego i przetrątego)	Stacje transformatorowe	Drugi kołowe, samochodowe i inne	Zbiorniki wody	Budynki organizacji społecznych
Wydziały przygotowawcze (przygotowanie i ciecienie metali)	Obróbki cieplnej	Remontów mechanicznych	Paliwa (stałego i płynnego)	Kotłownie	Garáže samochodów ciężarowych	Wieże ciśnienia	Portiernie
Kuźnie	Mechaniczne	Remontów elektrycznych	Odlewów i odkuwek	Stacje sprężarek	Garáže samochodów i elektrowozów ze stacją ładowania akumulatorów	Urządzenia wodne i studnie artezyjskie	Remizy strażackie
Wydziały obróbki plastycznej	Obróbki drewna	Remontów budowlanych	Narzędzi i materiałów szlifierskich	Stacje tlenowe i acetylenowe	Stajnie	Oczyszczalnia ścieków	Pomieszczenia dla straży fabrycznej i punkty wartownicze
Tartaki	Powlekanie powłoką ochronną	Pakownie Regeneracji (piasków, smarów, materiałów ściernych)	Modeli	Sieć elektryczna	Wagi wagonowe i samochodowe		Jadalnie
	Malarskie	Prób	Smarów, materiałów chemicznych i farb	Przewody parowe	Rampy kolejowe i dźwigowe		Polikliniki, ambulatoria i punkty lekarskie
	Montażowe (ze stacjami prób)	Opadków użytecznych	Benzyzny i nafty	Przewody gazowe	Urządzenia do podnoszenia i transportu		Sieć szkolna (szkoły, technikum, zakłady nauczania, kursy)
			Sprężonych gazów (tłenu i acetylenu)	Przewody powietrzne			
			Gotowych wyrobów	Przewody naftowe i benzynowe			
			Opadków metalowych				
			Części zapasowych Instalacji				
			Materiałów budowlanych i ogólnotrawnych				

U w a g a : Szczegółowy podział wydziałów zakładów budowy maszyn rozpatrywany jest w odpowiednich rozdziałach tego tomu.

Droga, którą przechodzą materiały, półfabrykaty i wyroby, określona jest funkcjonalnym związkiem między wydziałami a urządzeniami zakładów lub technologicznym przebiegiem produkcji.

Ułożenie schematu przebiegu produkcji wymaga znajomości zadania produkcyjnego, charakterystyki wyrobów oraz danych dotyczących procesu ich produkowania, uzyskanych na podstawie podobieństwa do technologicznego procesu innych zakładów lub specjalnie opracowanych dla projektowanych zakładów.

Schemat przebiegu produkcji może być przedstawiony graficznie pod postacią tak zwanego „roboczego wykresu“ zakładów. Na wykresie tym przedstawiono produkcyjno-technologiczne związki zachodzące między oddzielnymi wydziałami i urządzeniami przedsiębiorstwa. Przykład schematu przebiegu produkcji w zakładzie budowy maszyn podany jest na rys. 1.

Umieszczenie wydziałów i urządzeń na terenie zakładów zależy od tego, jaki stosujemy rodzaj ruchu materiałów i półfabrykatów w celu urzeczywistnienia danego schematu produkcyjnego.

Rozróżnia się następujące podstawowe schematy przebiegu produkcji: podłużny, poprzeczny i kombinowany.

Przy *podłużnym* schemacie przebiegu produkcji materiały przesuwają się prostolinijnie wzdłuż długiej osi

budynków rozmieszczonych kolejno jeden za drugim, stosownie do procesu technologicznego (rys. 2a).

Strumień produkcyjny może rozdzielać się na dwie, a nawet więcej linii. W takim przypadku budynki umieszcza się kolejno w dwóch lub kilku równoległych rzędach (rys. 2b).

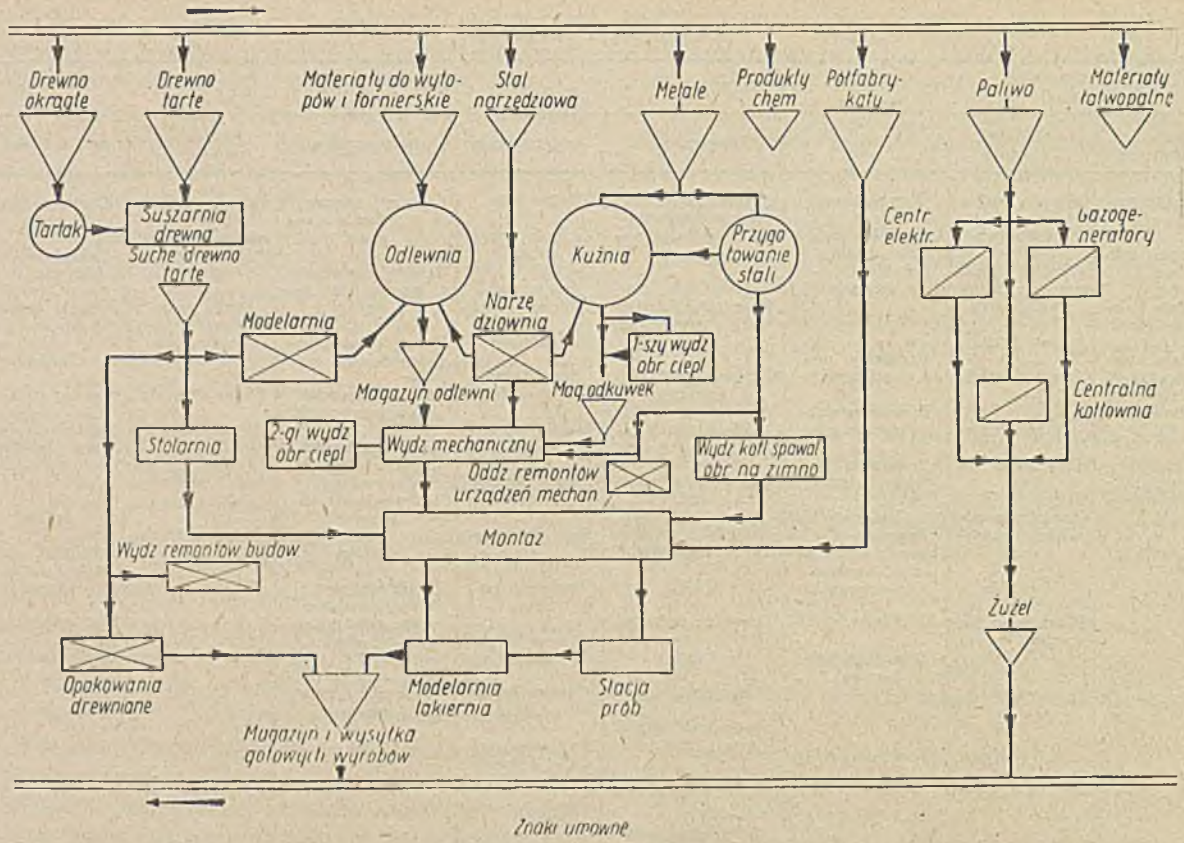
Przy schematach przedstawionych na rys. 2a i 2b przebieg produkcji kieruje się równoległe do podstawowych zakładowych dróg kolejowych. Takie schematy nadają się do powierzchni o podłużnym kształcie.

Niekiedy przy podłużnym schemacie strumienia produkcyjnego część budynków (lub nawet wszystkie) umieszcza się tak, aby oś podłużna była prostopadła do drogi zasilającej. Tutaj ruch materiałów przepływając po długiej osi budynków może odbywać się wzdłuż linii łamanej, a schemat przebiegu przyjmuje rozmaite kształty: litery L (rys. 2c), litery U (półokólny; rys. 2d i e), litery III (rys. 2f) lub okólny.

Powyższe kształty schematu dróg ruchu materiałów mogą być stosowane przy powierzchniach mających kształt mniej więcej kwadratowy.

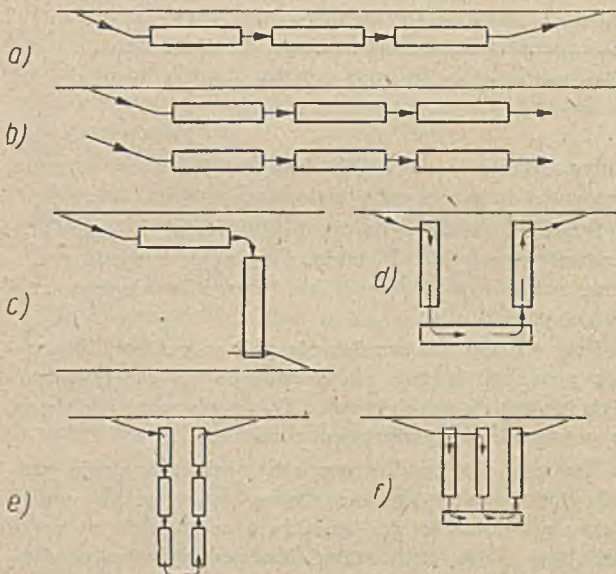
Ruch materiałów przy *poprzecznym* schemacie strumienia produkcji jest prostopadły do długiej osi budynku i do podstawowych dróg kolejowych (rys. 3a i b). Schemat poprzeczny nadaje się do wąskich placów o znacznej głębokości.





▽ = magazyn, ○ = oddziały przygotowawcze, □ = oddziały obrabki i montażu; ⊠ = oddziały pomocnicze, ▤ = oddziały energetyczne

Rys. 1. Schemat przebiegu produkcji w zakładach budowy maszyn.

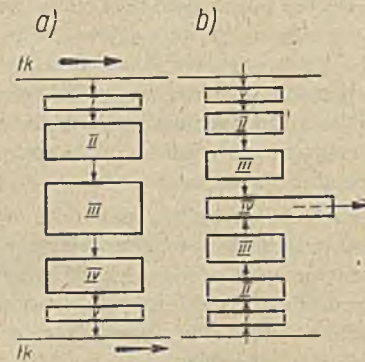


Rys. 2. Schematy podłużnego przebiegu produkcji.

Przy kombinowanym schemacie strumienia produkcji materiały kierowane są częściowo w kierunku poprzecznym, a częściowo w kierunku podłużnym (rys. 4a i b).

**ŁĄCZENIE WYDZIAŁÓW I URZĄDZEŃ**

Przy projektowaniu fabryk budowy maszyn celowe jest grupowanie poszczególnych wydziałów i urządzeń w jednym budynku-zespole wydziałów. Łączenie wy-

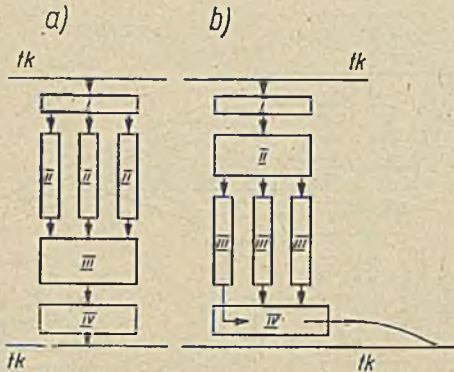


Rys. 3. Schematy poprzecznego przebiegu produkcji: I — magazyn surowców, II — wydział przygotowawczy, III — wydział produkcyjny, IV — wydział montażowy, V — magazyn wyrobów gotowych t. k. — tor kolejowy.

działów skracają długość strumieni produkcyjnych i transportu międzywydziałowego, ułatwiają mechanizację transportu materiałów, półfabrykatów i wyrobów oraz zorganizowanie potokowej metody pracy, zmniejsza długość zakładowych linii komunikacyjnych, usprawnia zarządzanie przedsiębiorstwem i polepsza warunki pracy pracowników. Pod względem procesu technologicznego najbardziej racjonalne jest łączenie wydziałów jednorodnych posiadających wzajemny ścisły, produkcyjny lub funkcjonalny związek.



Szerokie rozpowszechnienie uzyskało łączenie wydziałów i urządzeń w grupy: odlewniczą, kuźniczą, tłocznią na zimno, mechaniczno-montażową, obróbki drewna i ogólnofabryczną.



Rys. 4. Schematy kombinowanego przebiegu produkcji: I — magazyn surowców, II — wydział przygotowawczy, III — wydział produkcyjny, IV — wydział montażowy, V — magazyn wyrobów gotowych; t. k. — tor kolejowy.

Grupa odlewnicza obejmuje magazyny materiałów wsadowych, paliwa i materiałów formierskich, wydział odlewniczy żeliwa szarego i ciągliwego, wydział odlewniczy stali, wydział odlewów nieżelaznych, magazyn odlewów, niekiedy wydział modelarski i inne.

Grupa kuźnicza obejmuje magazyn metali, oddział przygotowawczy przy wydziale kuźniczym, wydział kuźni (w tej liczbie wydziały młotów i pras), pierwszy wydział obróbki cieplnej, narzędziowo-wykrojnikowy, a czasami także wydział resorowy i sprężynowy.

Grupa tłoczenia na zimno, w której skład wchodzi wydziały i oddziały tłoczenia na zimno, obróbki cieplnej, wytrawiania, mechanicznej, spęczniania na zimno, sprężynowy, montażowy, spawalniczy, powłok metalowych, malarski, wykrajnikowo-narzędziowy, a także magazyn metali, jest charakterystyczna dla niektórych gałęzi budowy średnich maszyn, np. dla produkcji samochodów. W budowie ciężkich maszyn grupa ta nie istnieje; mamy tu natomiast grupę kotłowo-spawalniczą.

Grupa mechaniczno-montażowa składa się z wydziałów: mechanicznego, drugiego wydziału obróbki cieplnej, montażowego, powłok metalowych, malarskiego, stacji doświadczalnej, wydziału narzędziowego i remontowo-mechanicznego.

Grupa obróbki drewna składa się z suszarni, magazynu suchych materiałów tartacznych, wydziałów obróbki drewna, stolarsko-montażowego, modelarskiego, pakowni, remontowo-budowlanego i innych wydziałów.

Grupa ogólnofabryczna jednoczy zarząd fabryki, organizację społeczne, centralne laboratorium, portiernie i inne.

Istnieje możliwość umieszczenia rozmaitych grup w jednym budynku. Jednak takie łączenie grup w wielu przypadkach pogarsza warunki sanitarno-higieniczne w wydziałach obróbki na zimno z powodu umieszczenia ich w pobliżu wydziałów o gorącej, kurzącej lub dymiącej produkcji, stwarzając niebezpieczeństwo pożaru całości budynku, pogarszając produkcyjne warunki pracy w wydziałach wywołane hałasem i drganiami spowodowanymi pracą młotów. Dlatego skupienie różnych wydziałów

w jednym budynku ograniczone jest pewnymi warunkami. Tak na przykład nie zaleca się łączenia:

1. wydziałów obróbki metali na gorąco z wydziałami używającymi łatwo zapalnych materiałów;
2. wielkich odlewniczych wydziałów z innymi wydziałami;
3. wydziałów kuźniczych, w których zainstalowane są wielkie młoty z wydziałami mechanicznymi.

W zakładach niedużych i średnich co do wielkości wydziała się niekiedy „główny budynek“, w którym umieszcza się wszystkie wydziały grupy mechaniczno-montażowej. W tym budynku również mogą znajdować się wydziały i urządzenia innych grup w tej liczbie i grupy ogólnofabrycznej.

### WYBÓR RODZAJU ZABUDOWY

Zabudowa przemysłowych terenów zakładów budowy maszyn bywa parterowa i wielopiętrowa. Tę ostatnią spotyka się rzadziej, a stosuje się ją głównie przy budowie zakładów maszyn lekkich (aparatów, przyrządów precyzyjnych, urządzeń elektrotechnicznych i innych).

Zabudowa parterowa może być pawilonowa i jednolita (pod jednym dachem).

Zabudowa pawilonowa (nazywana inaczej oddzielną) odznacza się tym, że w każdym ze stojących oddzielnie budynków fabrycznych umieszcza się jeden lub kilka wydziałów (urządzeń).

Tablica 2

### Charakterystyka różnych rodzajów zabudowy

Zalety	Wady
<b>Parterowa zabudowa pawilonowa</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Prostota konstrukcji budynków</li> <li>Lokalizacja niebezpieczeństwa pożaru</li> <li>Sprzyjające warunki wentylacji w gorących, zakurzonych i zadymionych wydziałach</li> <li>Usunięcie wpływu szkodliwych wydzielin, wstrząsów itp., nieuniknionych w jednym wydziale, na pracę innych wydziałów</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zwiększenie terytorium zakładów</li> <li>Przedłużenie dróg transportowych i linii produkcyjnych</li> <li>Zwiększenie długości linii instalacyjnych, dróg kolejowych, dróg kołowych, zwiększenie początkowych wydatków na te urządzenia</li> <li>Zwiększenie eksploatacyjnych wydatków na transport międzywydziałowy, utrzymanie porządku w zakładach i na ochronę</li> <li>Przedłużenie czasu traconego przez robotników na poruszanie się po terytorium zakładów</li> </ul>
<b>Parterowa zabudowa jednolita</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Zmniejszenie powierzchni terytorium zakładów</li> <li>Skracanie linii produkcyjnych</li> <li>Ułatwienie możliwości organizacji nieprzerwanej lub potokowej wytwórczości</li> <li>Zmniejszenie długości linii instalacyjnych, dróg kolejowych i dróg kołowych</li> <li>Obniżenie kosztów eksploatacyjnych międzywydziałowego transportu, utrzymania porządku w zakładach oraz ich ochrony</li> <li>Ułatwienie obsługi robotników pracujących w zakładach</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zwiększenie niebezpieczeństwa pożarowego (szczególnie przy łatwopalnych pokryciach dachów)</li> <li>Pogorszenie: a. warunków wentylacji b. warunków sanitarno-higienicznych w wydziałach obróbki na zimno przy umieszczeniu ich w jednym budynku z oddziałami obróbki na gorąco lub obróbki wydzielającej dużo pyłu</li> <li>Zwiększenie niebezpieczeństwa podstawowych wydziałów fabryki w czasie nalożeń powietrznych, skomplikowanie konstrukcji budynków</li> <li>Trudna obsługa budynków (usuwanie śniegu, odprowadzenie wody)</li> </ul>
<b>Wielopiętrowa zabudowa</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Zmniejszenie rozmiarów terenu fabrycznego i powierzchni zabudowy</li> <li>Skrócenie długości dróg transportowych ładunków i ludzi</li> <li>Zwiększone możliwości stwarzania korzystnych warunków pracy w wydziałach produkcji precyzyjnej</li> <li>Obniżenie wydatków eksploatacyjnych związanych z terenem zakładów</li> <li>Dogodniejsze warunki obsługi robotników w zakładach</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ograniczenie ciężaru produkowanych części, zespołów i wyrobów</li> <li>Zmniejszenie wielkości dopuszczalnego obciążenia stropów i ciężaru zakładanych urządzeń</li> <li>Ograniczenie szerokości budynków wynikające z warunków oświetlenia bocznym światłem</li> <li>Na górnych piętrach szkodliwe oddziaływanie wstrząsów (wibracji) na pracę w wydziałach produkcji precyzyjnej</li> </ul>



Jednolita zabudowa przedstawia się jako zgrupowanie w jednym budynku wszystkich (lub większości) wydziałów i urzędzeń zakładów.

Charakterystyka porównawcza rozmaitych rodzajów zabudowy podana jest w tablicy 2.

Przy pawilonowej zabudowie ilość i typ budynków zależnie od organizacji produkcji określa się przez łączenie wydziałów i urzędzeń. To ostatnia może mieć następujące zasadnicze formy:

- a. umieszczenie każdego wydziału lub urzędzenia w osobnym budynku;
- b. połączenie wydziałów i urzędzeń w grupy jednorodne;
- c. połączenie w jednym budynku rozmaitych wydziałów, tworzących całość niezbędną do wyprodukowania poszczególnych zespołów, agregatów lub gotowych wyrobów.

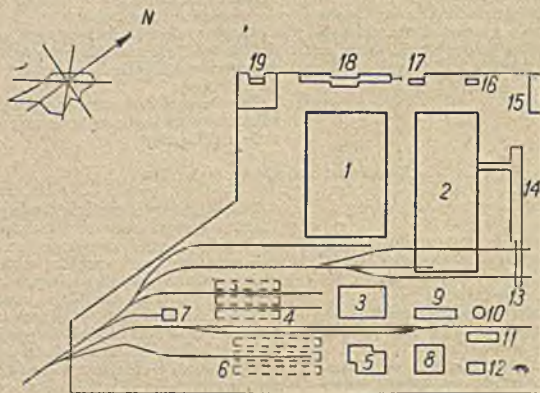
W osobnych budynkach umieszcza się przeważnie wydziały produkujące półfabrykaty (odlewnie i kuźnie) i większość urzędzeń obsługujących zakłady.

Wielkie wydziały, a także zgrupowanie wydziałów, zajmujące bardzo duże powierzchnie, umieszcza się w wielonawowych budynkach albo w budynkach tak zwanego typu jednolitego. Ten ostatni stanowi połączenie osobnych budynków, tworząc skomplikowany kształt liter  $\Gamma$   $\Pi$   $\text{III}$  kształt grzebienia i inne.

Jednolity typ zabudowy może być podyktowany specjalnymi warunkami procesu technologicznego, warunkami wentylacji (przeważnie dla wydziałów produkujących na gorąco i wytwarzających pył), a niekiedy ukształtowaniem powierzchni zabudowy.

Złożony kształt zabudowy stosuje się również w tych przypadkach, w których pragnie się uniknąć urzędzenia wewnętrznych ścieków niezbędnych w budynkach wielonawowych.

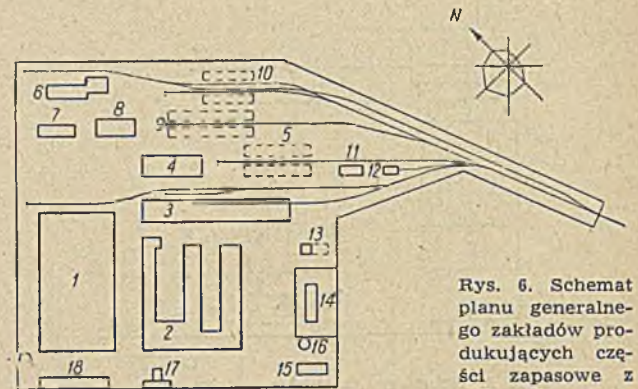
Na rys. 5 przedstawiony jest schemat planu generalnego niedużych zakładów produkujących zapasowe części odlewów [8].



Rys. 5. Schemat planu generalnego zakładów produkujących zapasowe odlewy: 1 — główny budynek, 2 — wydział odlewniczy, 3 — wydział obróbki drewna, 4 — magazyn drewna, 5 — kotłownia, 6 — magazyn paliwa, 7 — remiza wozów motorowych, 8 — główny magazyn, 9 — oddział sprężarek, 10 — wieża kondensacyjna, 11 — magazyn smarów, 12 — skład materiałów budowlanych, 13 — oddział gospodarki złomem, 14 — garaż, 15 — pomost do transportu wsadu, 16 — garaż, 17 — portiernia, 18 — zarząd zakładów, 19 — remiza strażacka.

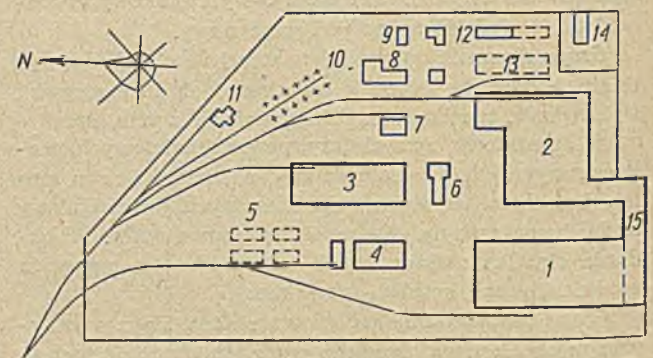
Dla danych zakładów przyjęto zabudowę pawilonową. Główny budynek obejmuje wydziały grupy mechaniczno-montażowej.

Na rys. 6 przedstawiony jest schemat planu generalnego zakładów produkujących z odkuwek części zapasowe. Budynek wydziału kuźni z wydziałem obróbki cieplnej 2 ma kształt  $\text{III}$  bardzo rozpowszechniony dla wielkich wydziałów obróbki na gorąco.



Rys. 6. Schemat planu generalnego zakładów produkujących z odkuwek części zapasowe z odkuwek: 1 — główny budynek, 2 — wydziały: kuźniczy i obróbki cieplnej, 3 — wydział przygotowawczy (cięcie metali), 4 — wydział obróbki drewna, 5 — magazyn drewna, 6 — stacja gazogeneratorów, 7 — oczyszczalnia gazu, 8 — kotłownia, 9 i 10 — magazyny paliwa, 11 — magazyn smarów, 12 — remiza wozów motorowych, 13 — magazyn materiałów budowlanych, 14 — garaż, 15 — stacja pomp i sprężarek, 16 — wieża kondensacyjna, 17 — portiernia, 18 — zarząd zakładów.

Na schemacie planu generalnego zakładów części zapasowych (rys. 7) główny budynek 1 i wydział odlewniczy 2 połączone są z budynkiem zarządu zakładu 15 i tworzą razem zwartą zabudowę o kształcie złożonym.

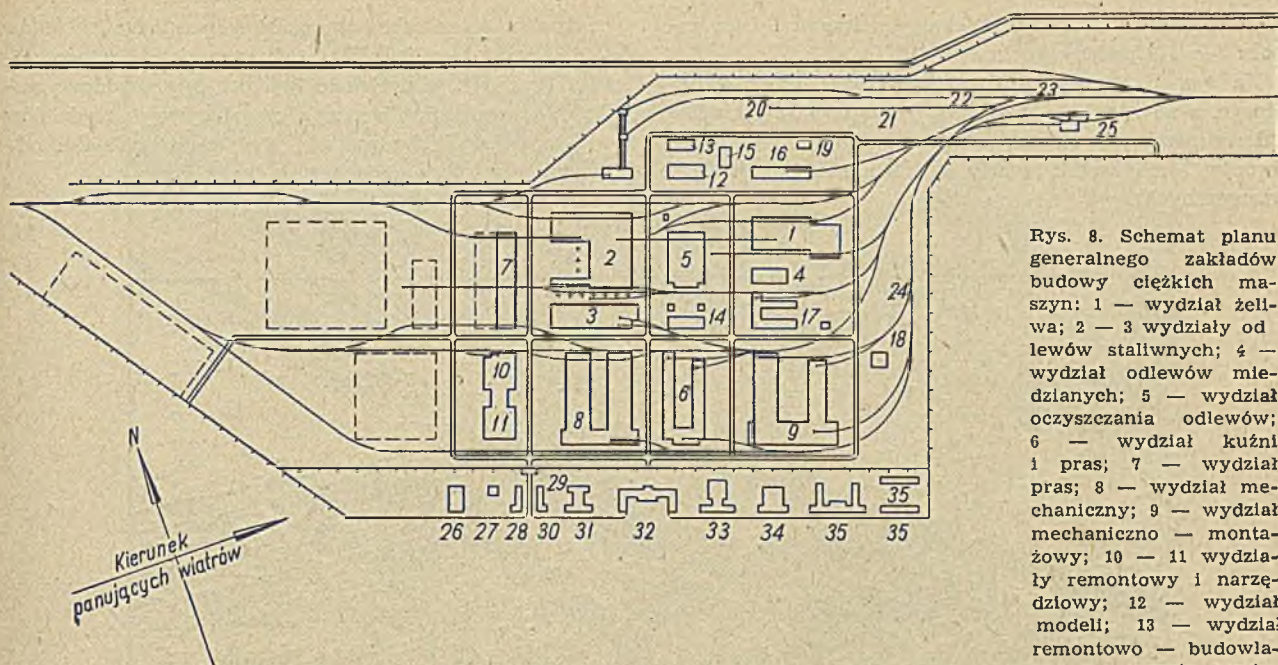


Rys. 7. Schemat planu generalnego zakładów części zapasowych: 1 — główny budynek; 2 — wydział odlewniczy; 3 — wydział kuźniczy; 4 — wydział obróbki drewna; 5 — magazyn drewna; 6 — stacja sprężarek; 7 — magazyn chemikaliów; 8 — stacja gazogeneratorów; 9 — stacja pomp; 10 — magazyn paliwa; 11 — parowozownia; 12 — skład materiałów budowlanych; 13 — oddział gospodarki złomem; 14 — garaż; 15 — zarząd zakładów.

Schemat planu generalnego zakładów budowy ciężkich maszyn (rys. 8), jak również schemat budowy zakładów lokomobil (rys. 9) jest charakterystyczny ze względu na formę podstawowych budynków w kształcie litery  $\Pi$  i zwykłą formę pozostałych budynków zabudowy pawilonowej, co pozwala na obchodzenie się bez ścieków wewnętrznych (projekt z 1943 r.) [9].

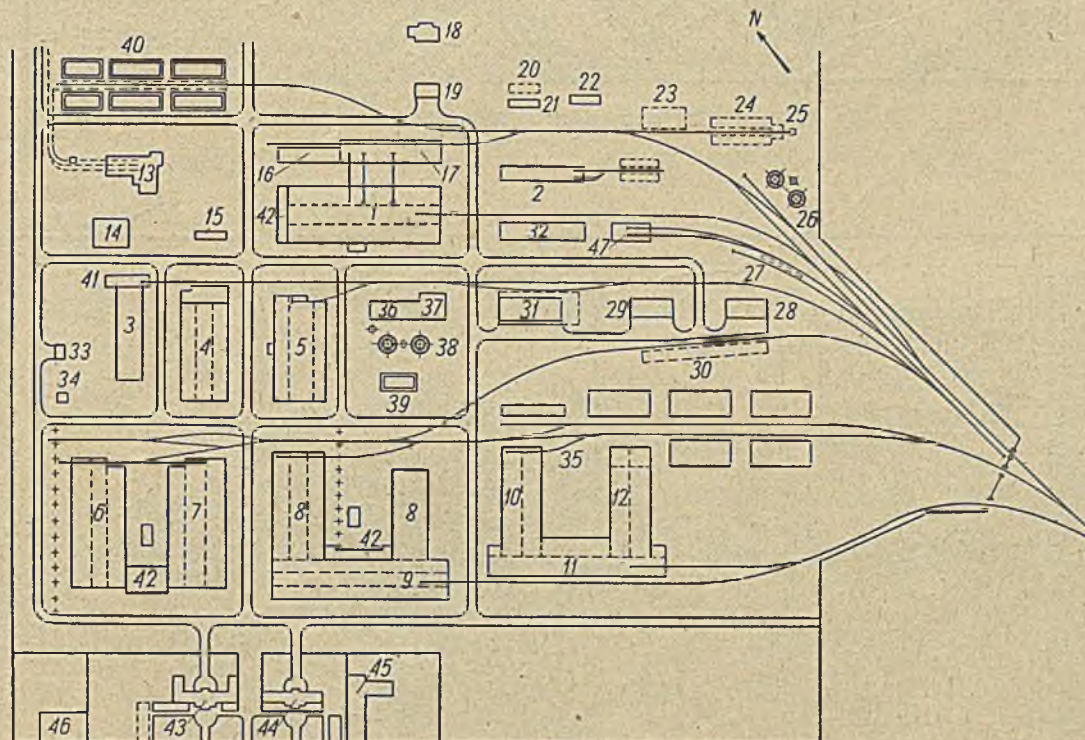
Niektóre zespoły wydziałów [9] specjalnie są przeznaczone do wytwarzania określonych wyrobów; budynek 8 — 9 mieści zespół wydziałów produkcji lokomobil przemysłowych, a budynki 10, 11, 12 — lokomobil rolniczych.





Rys. 8. Schemat planu generalnego zakładów budowy ciężkich maszyn: 1 — wydział żelwa; 2 — 3 wydziały odlewów stalowych; 4 — wydział odlewów miedzianych; 5 — wydział oczyszczania odlewów; 6 — wydział kuźni i pras; 7 — wydział pras; 8 — wydział mechaniczny; 9 — wydział mechaniczno — montażowy; 10 — 11 wydziały remontowy i narzędziowy; 12 — wydział modeli; 13 — wydział remontowo — budowlany; 14 — stacja sprężarki;

15 — suszarnia drewna; 16 — magazyn modeli; 17 — główny magazyn; 18 — basen do spryskiwania; 19 — tartak; 20 — magazyn węgla; 21 — magazyn drewna okrągłego; 22 — magazyn złomu; 23 — magazyn surowców; 24 — magazyn metalu walcowanego; 25 — parowozownia; 26 — garaż; 27 — remiza strażacka; 28 — stołówka; 29 — portiernia; 30 — internat dla robotników fabryki; 31 — szkoła specjalna; 32 — zarząd zakładów; 33 — laboratorium; 34 — ambulatorium; 35 — szkoła rzemieślnicza.



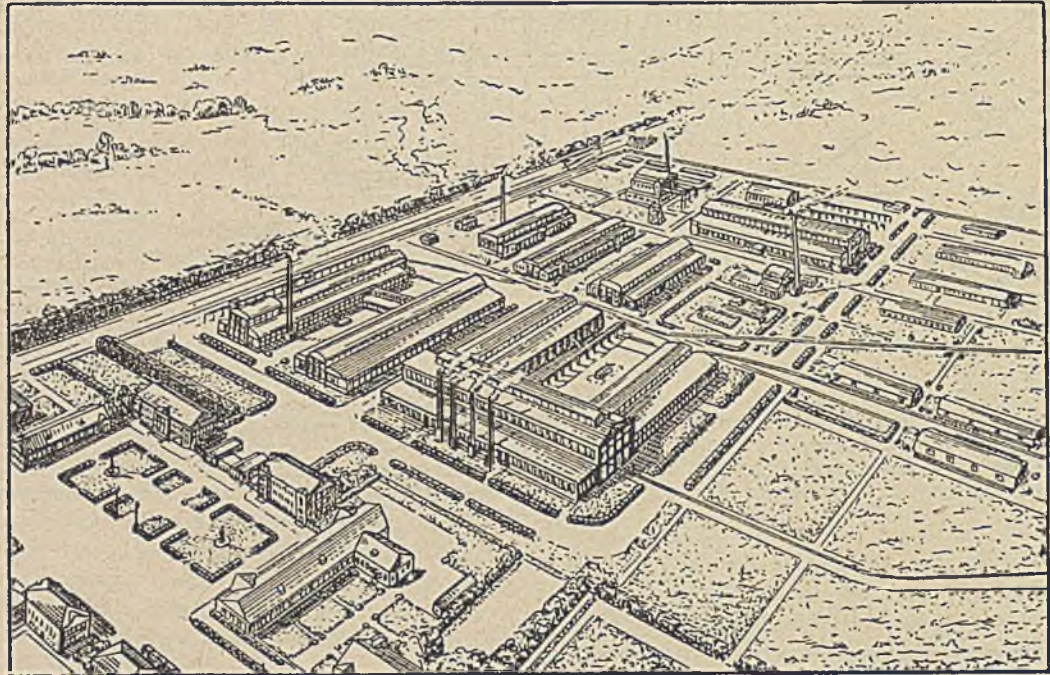
Rys. 9. Schemat planu generalnego zakładów budowy lokomobil: 1 — wydział odlewniczy; 2 — wydział modeli i obróbki drewna; 3 — wydział kuźniczy; 4 — wydział mechaniczny; 5 — wydział remontowy, mechaniczny i narzędziowy; 6 — wydział obsługi kotłów; 7 — wydział montażu kotłów; 8 i 9 — zespół wydziałów lokomobil przemysłowych (8 — mechaniczny, 9 — montażowy); 10, 11 i 12 — blok oddziałów lokomobil rolniczych; (10 — kotłowy, 11 — montażowy, 12 — mechaniczny); 13 — C.S.E. (Centralna Stacja Energetyczna); 14 — podstacja; 15 — wieża kondensacyjna; 16 — magazyn materiałów formierskich; 17 — magazyn stopów surowców; 18 — stacja tlenowa; 19 — rampa do napełniania i magazyn zbiorników; 20 — magazyn materiałów tartacznych; 21 — warsztat opakowań drewnianych; 22 — pilownia; 23 — magazyn belek; 24 — skład złomu; 25 — kafejka; 26 — magazyn mazutu; 27 — magazyn węgla; 28 — magazyn materiałów łatwopalnych i smarów; 29 — magazyn instalacji; 30 — magazyn stali gatunkowej; 31 — główny magazyn; 32 — magazyn modeli; 33 — magazyn karbidu; 34 — stacja acetylenowa; 35 — magazyn materiałów walcowanych; 36 i 37 — stacja sprężarek i pomp; 38 — stacja pomp; 39 — basen do spryskiwania; 40 — magazyn opału; 41 — magazyn metalu wydziału kuźniczego; 42 — pomieszczenia socjalne przy wydziałach; 43 — zarząd zakładów; 44 — portiernia; 45 — stołówka; 46 — garaż; 47 — parowozownia.



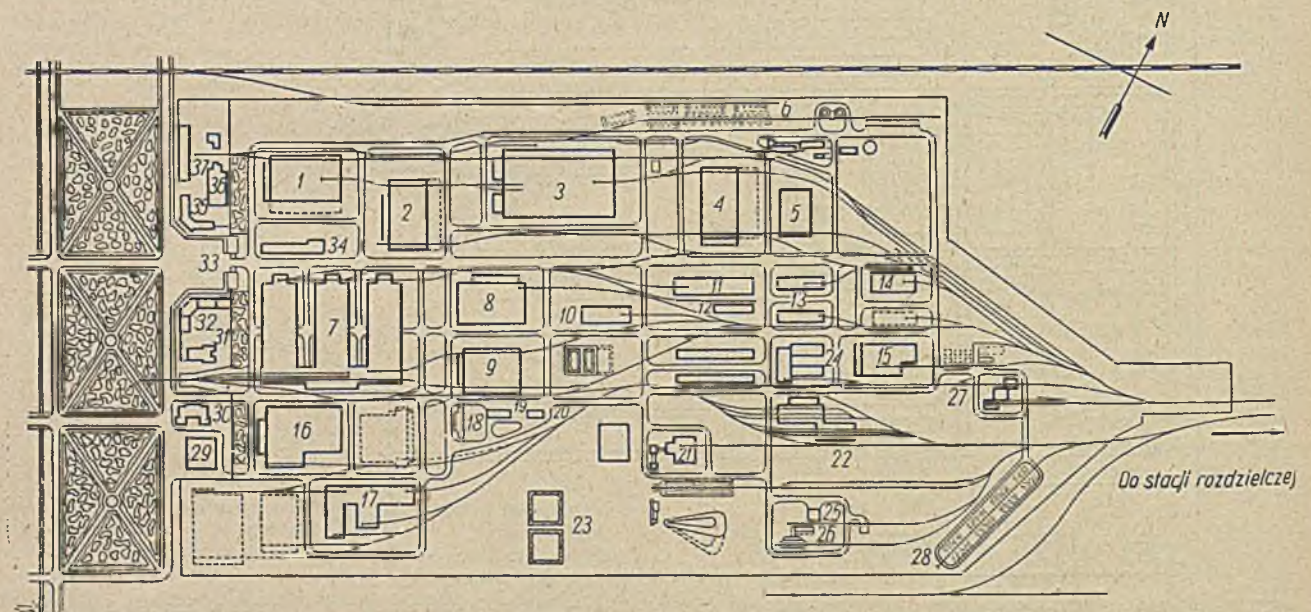
Perspektywiczny widok zakładów lokomobil (bez zespołu 10—12) podany jest na rys. 10.

Na rys. 11 przedstawiony jest schemat planu generalnego, a na rys. 12 — perspektywiczny widok zakładów budowy parowozów. Mechaniczno-montażowy zespół parowozów 7 ma kształt zwarty III (budynek bez ścieków wewnętrznych).

Jak wynika ze schematu planu generalnego zakładów budowy traktorów (rys. 13) i ich perspektywicznego rysunku (rys. 14), w projekcie tym przyjęto zabudowę pawilonową, rozmieszczając części podstawowych wydziałów w wielonawowych budynkach, przy czym wydziały: odlewniczy i kuźniczy mają kształt litery U.

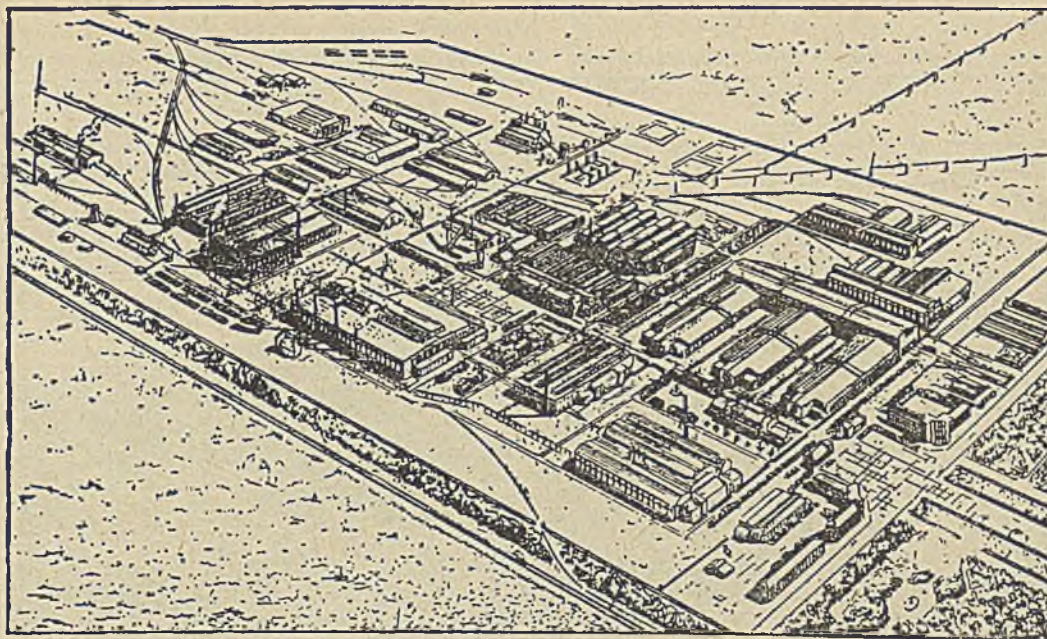


Rys. 10. Perspektywiczny widok zakładów budowy lokomobil.

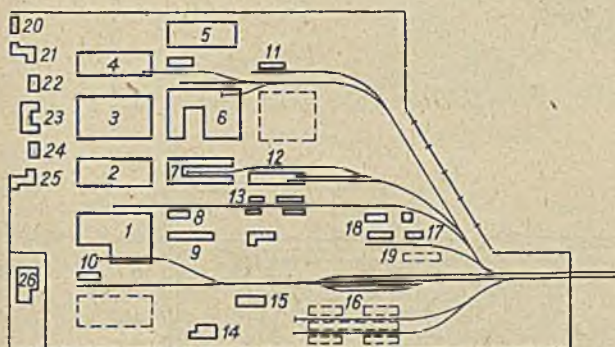


Rys. 11. Schemat planu generalnego zakładów budowy parowozów: 1 — wydział odlewów żelaznych; 2 — wydział cięcia materiałów; 3 — wydział odlewów stalowych; 4 — wydział kuźniczo — prasowy; 5 — wydział obróbki cieplnej; 6 — magazyn węgla; 7 — wydział mechaniczno — montażowy parowozów; 8 i 9 wydziały kotlarskie; 10 — wydział mechaniczny; 11 — tymczasowy wydział odlewniczy; 12 — wydział przygotowania wsadów; 13 — wydział mechaniczny; 14 — magazyn modeli; 15 — wydział obróbki drewna; 16 — wydział tendrów; 17 — wydział budowy dźwigów; 18 — stacja pomp i sprzężarek; 19 — stacja tlenowa; 20 — magazyn butli; 21 — podstacja transformatorów; 22 — wydział malowania parowozów; 23 — basen do spryskiwania; 24 — główny magazyn; 25 — magazyny materiałów chemicznych; 26 — magazyn mazutu; 27 — parowozownia; 28 — centralny magazyn paliwa; 29 — garaż; 30 — remiza strażacka; 31 — stołówka; 32 — zarząd zakładów; 33 — portiernia; 34 — centralne laboratorium; 35 — szkoła rzemieślnicza; 36 i 37 — warsztaty szkoły rzemieślniczej.

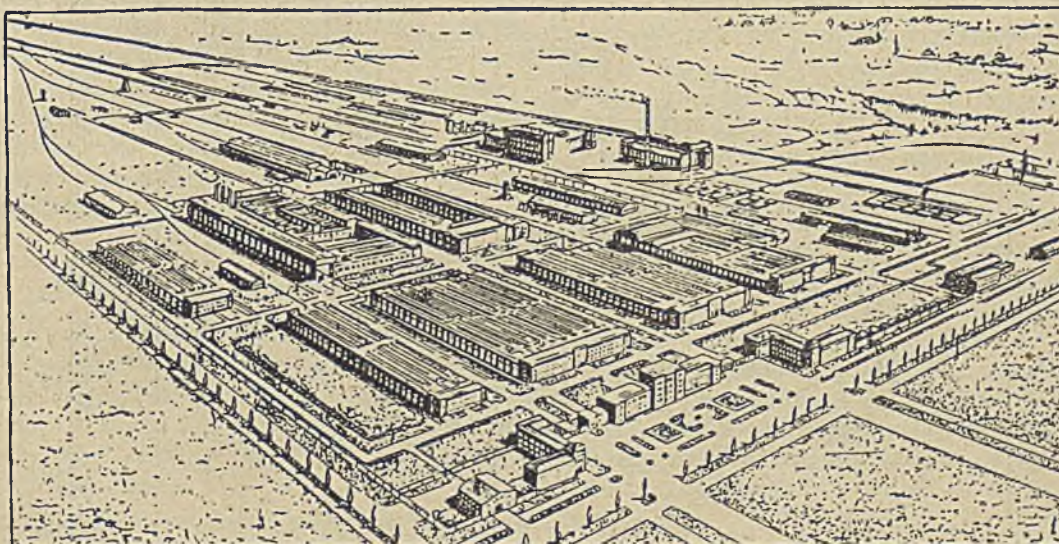




Rys. 12. Perspektywny widok zakładów budowy parowozów.



Rys. 13. Schemat planu generalnego zakładów budowy traktorów: 1 — wydziały remontowo-mechaniczny i remontowo-odlewniczy; 2 — wydział silników; 3 — wydział montażu traktorów; 4 — wydział tłoczenia; 5 — wydział narzędziowy; 6 — odlewnia żeliwa szarego; 7 — wydział kuźniczy; 8 — stacja sprężarek; 9 — laboratorium; 10 — główny magazyn; 11 — magazyn części zapasowych; 12 — wydział przygotowywawczy (cięcie metali); 13 — magazyn materiałów budowlanych; 14 — kotłownia; 15 — stacja gazogeneratorów; 16 — magazyn paliwa; 17 — magazyn drewna; 18 — wydział obróbki drewna; 19 — wydział kafarów; 20 — remiza strażacka; 21 — stołówka; 22 — budynek straży przemysłowej; 23 — zarząd zakładów; 24 — portiernia; 25 — dom organizacji społecznych; 26 — garaż.

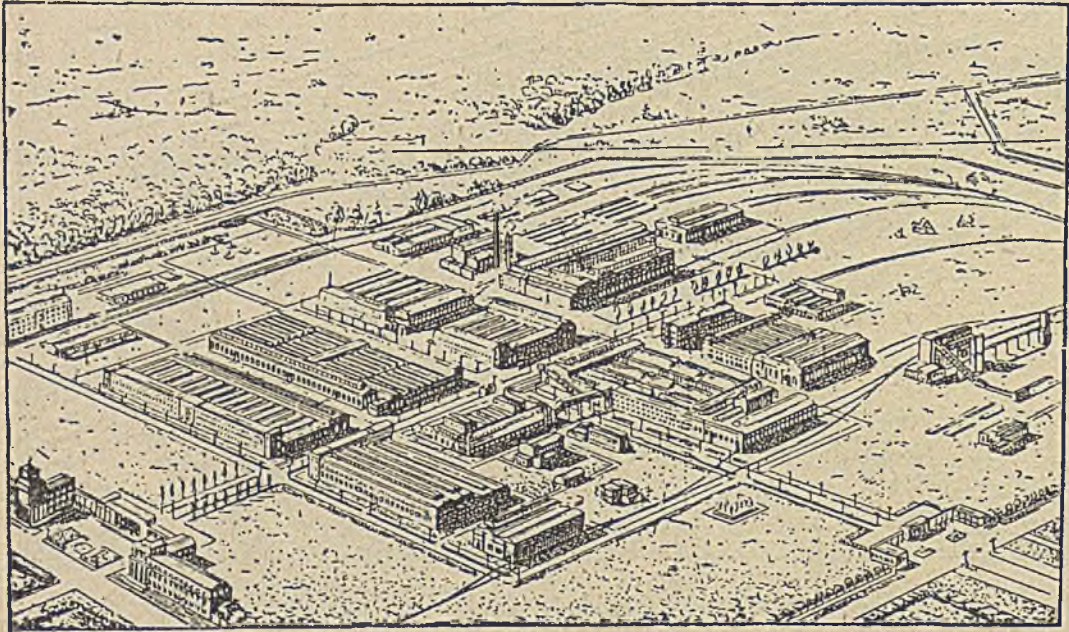


Rys. 14. Perspektywny widok zakładów budowy traktorów.

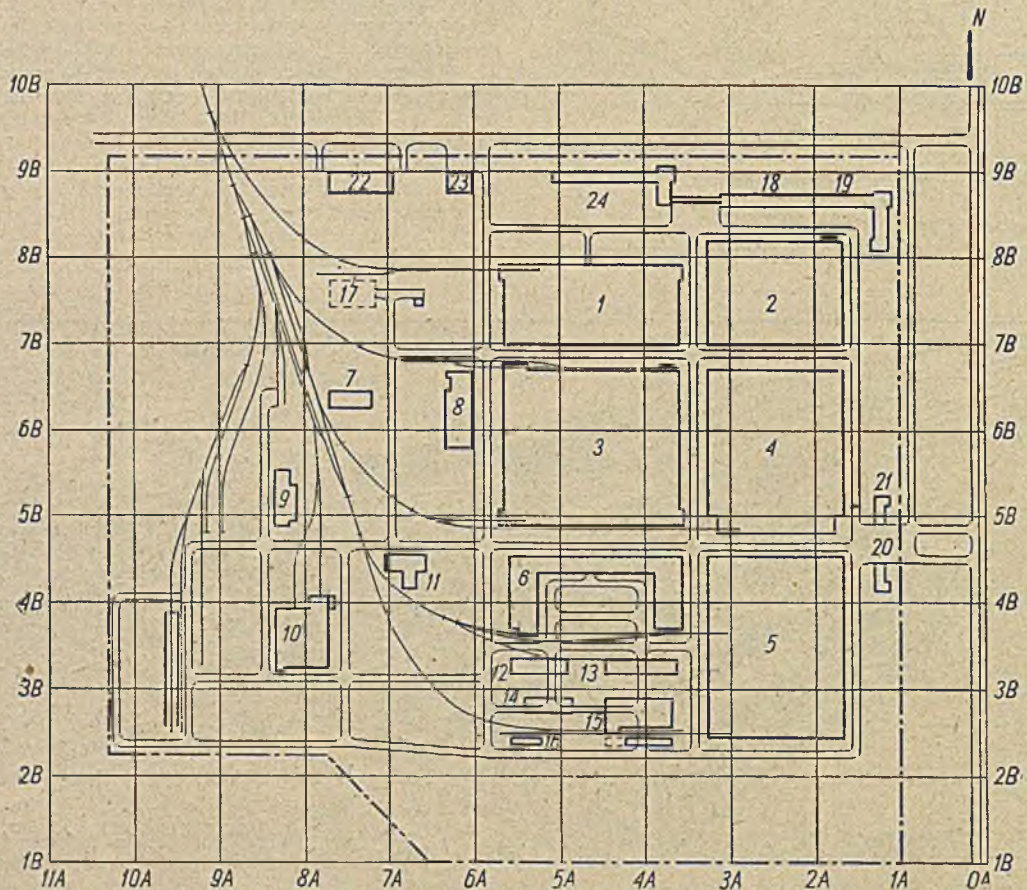
Zabudowę tego samego typu mają inne zakłady wytwórcze traktorów, których perspektywny widok podany jest na rys. 15.

Charakterystyczną cechą planu generalnego zakładów budowy łóżysk (rys. 16) w wielkich wielonawowych zespołach jest połączenie rozmaitych wydziałów z zakoń-





Rys. 15. Perspektywny widok zakładów budowy traktorów.

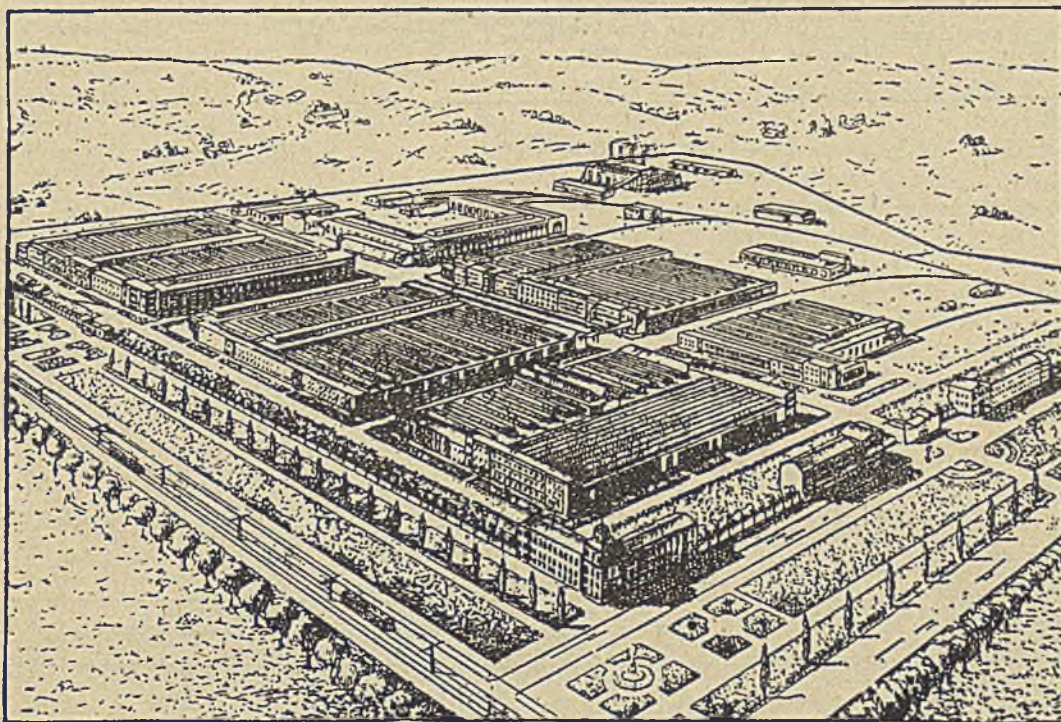


Rys. 16. Schemat planu generalnego zakładów budowy łożysk: 1 — zespół wydziałów pomocniczych, 2 — zespół precyzyjnych łożysk, 3 — zespół wielkich serii, 4 — zespół kulek i waleczków, 5 — zespół drobnych serii, 6 — wydział kuźni, 7 — wydział odlewniczy, 8 — wydział obróbki drewna, 9 — stacja gazogeneratorowa, 10 — podstacja transformatorów, 11 — stacja sprężarek, 12 — magazyn smarów, 13 — scentralizowane instalacje chłodzące, 14 — magazyn odpadków, 15 — główny magazyn, 16 — magazyn butli z tlenem, 17 — magazyn benzyny i nafty, 18 — laboratoria, 19 — zarząd zakładów, 20 — punkt lekarski, 21 — portiernia, 22 — garaż, 23 — remiza strażacka, 24 — szkoła.



czonym cyklem produkcji w każdym zespole. Perspektywny widok tych zakładów przedstawiony jest na rys. 17.

dunki wysyłane i otrzymywane przez wszystkie punkty przeładunkowe. W rezultacie ilości wysyłek i odbiorów w każdym z tych punktów powinny się zbilansować.



Rys. 17. Perspektywny widok zakładów budowy łóżysk.

Przy dalszym stosowaniu zasady łączenia wydziałów i powiększania urządzeń zakładów staje się możliwe przejście do zwartej zabudowy, która stosowana była często w ostatnich latach przy projektowaniu zakładów budowy maszyn. Nadaje się ona najbardziej do zakładów o niepełnym technologicznym cyklu bez wielkich przygotowawczych wydziałów (choć zdarzają się przypadki umieszczania pod jednym dachem zakładów o pełnym technologicznym cyklu). Powierzchnie zakładów o jednolitej zabudowie dochodzą do 10 ha a nawet więcej.

Stosowanie jednolitej zabudowy jest jednak ograniczone warunkami obrony przeciwlotniczej; warunki te należy uwzględnić w każdym konkretnym przypadku.

Wielopiętrowe budynki fabryczne mogą mieć taką samą złożoną (składaną) formę jak i parterowe.

#### Wybór systemu transportu<sup>1)</sup>

Wybór schematu transportu uwarunkowany jest rozmiarem ładunków, rodzajem przewożonych ładunków, jak również ukształtowaniem i położeniem powierzchni terenu zakładów. Ilość i kierunek ładunków określa się według tak zwanej „skośnej” tablicy lub „szachownicy”, której wzór podaje tablica 3.

Na linii pionowej oznaczone są punkty wysyłki, a na linii poziomej — punkty przybycia (wydziały, magazyny i inne urządzenia). W rubrykach tablicy wpisuje się ła-

Wielkość obrotu ładunków (zwykle rocznego, a czasami dobowego) wyraża się w tonach lub ilości wagonów. W celu przeprowadzenia porównania pogładowego oddzielnych rozwiązań schematu transportu i sprawdzenia jego prawidłowości (racjonalności linii przebiegu ładunków i ich długości, braku przeciwnych i powrotnych ruchów oraz niepożądanych skrzyżowań) może być wykorzystany wykres linii przebiegu ładunków. Kierunek oddzielnych strumieni ładunku przedstawia się za pomocą linii z umówionymi oznaczeniami ładunków. Pojemność strumienia ładunku charakteryzuje się szerokością linii w przyjętej skali.

Na rys. 18 przedstawiony jest wykres (schemat) linii przebiegu ładunków zakładów budowy wagonów [2].

Zewnętrzny transport dostarcza ładunki wpływające do zakładu i wywozi produkty gotowe oraz odpadki. W tym celu w większości przypadków w przedsiębiorstwach budowy maszyn wykorzystuje się transport kolejami szerokotorowymi lub samochodami.

Wewnętrznozakładowe międzywydziałowe przewozy odbywają się wagonami kolei szerokotorowej i wąskotorowej, samochodami, ciągnikami z przyczepkami, elektro-wózkami, autowózkami, przenośnikami, wózkami ręcznymi, suwnicami mostowymi i innymi środkami transportowymi.

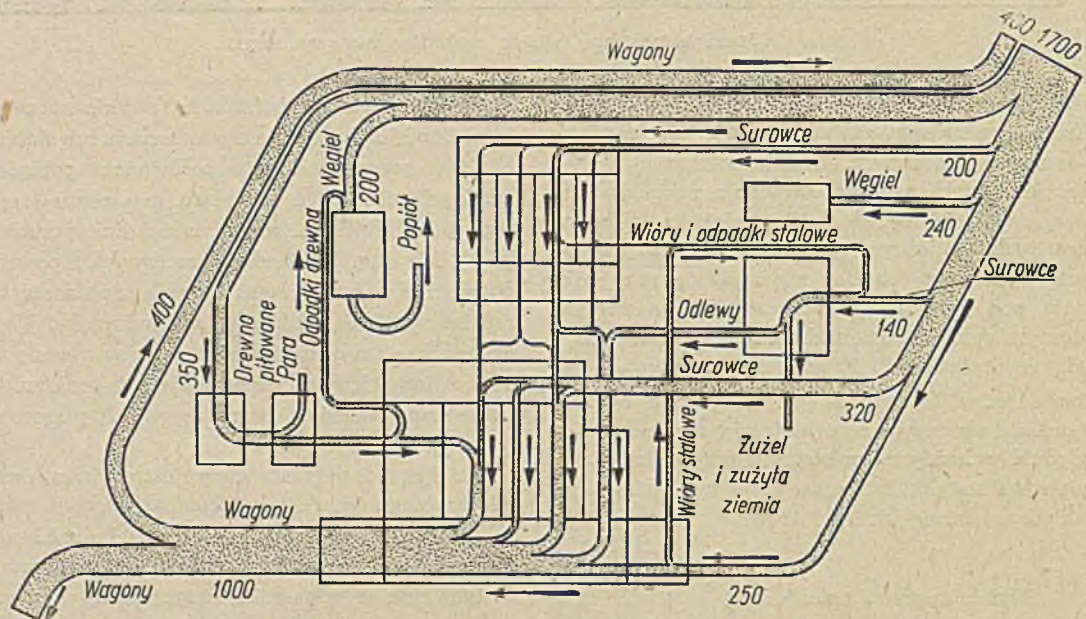
Jeżeli ustalono konieczność transportu kolejowego dla zewnętrznych przewozów, to przede wszystkim należy rozstrzygnąć kwestię połączenia projektowanych zakładów z ogólnokrajową siecią kolei żelaznych, tj. punktu zbiegania się (połączenia) z kolejowymi magistralami. Do bardzo ważnych spraw należy wyjaśnienie, czy możliwe jest połączenie w jednym czy też w dwóch punktach.

<sup>1)</sup> Rozpatrywane tu są jedynie zagadnienia transportowe, które muszą być uwzględnione przy projektowaniu planu generalnego. Inne zagadnienia transportu omawiane są w rozdziale pt.: Projektowanie transportowej i magazynowej gospodarki zakładów.



Tablica ładunków (ton na rok)

Punkty wysyłki	Punkty przybycia											Odpadki odlewnicze	Spaliny	Razem
	na zewnątrz	magazyn materiałów wsadowych i formierskich	odlewnia	magazyn wyrobów walcowanych	wydział mechaniczny	magazyn główny	magazyn drewna	wydział obróbki drewna	magazyn węgla	kotłownia	skład odpadków użytkowych			
Z zewnątrz	X	8 353	—	1 150	200	975	650	—	4 350	—	—	—	—	15 670
Magazyn materiałów wsadowych i formierskich	—	X	10 353	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10 353
Odlewnia	—	—	X	—	5 100	—	—	—	—	—	—	5 728	525	11 353
Magazyn wyrobów walcowanych	—	—	—	X	1 150	—	—	—	—	—	—	—	—	1 130
Wydział mechaniczny	5 000	—	—	—	X	—	—	—	—	—	2 825	—	—	7 825
Magazyn główny	—	—	50	—	875	X	—	50	—	—	—	—	—	975
Skład drewna	—	—	—	—	—	—	X	650	—	—	—	—	—	650
Wydział obróbki drewna	—	—	50	—	500	—	—	X	—	100	50	—	—	700
Skład węgla	—	—	900	—	—	—	—	—	X	3 450	—	—	—	4 350
Kotłownia	—	—	—	—	—	—	—	—	—	X	—	500	3 050	3 550
Skład odpadków użytkowych	875	2 000	—	—	—	—	—	—	—	—	X	—	—	2 875
Razem	5 075	10 535	11 353	1 150	7 825	975	650	700	4 350	3 550	2 875	—	3 575	59 459



Rys. 18. Schemat linii przebiegu ładunków w zakładach budowy wagonów.

W pierwszym przypadku otrzymywanie i wysyłanie ładunków przeprowadza się w jednym kierunku, w drugim przypadku — w kierunkach przeciwnych.

Następnie ustala się miejsce punktu zdawczo-odbiorczego, sposób transportu między stacją połączenia a zakładami (parowozami kolei żelaznej lub środkami przedsiębiorstwa), a także położenie i rozmiary zakładowych stacji rozdzielczych.

Położenie wysokościowe stacji połączenia powinno odpowiadać położeniu powierzchni terenu zakładów; przy znacznej różnicy ich poziomów długość drogi dojazdowej powinna być wystarczająca do stworzenia odpo-

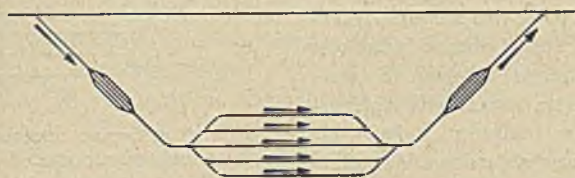
wiednich spadków, dopuszczalnych przez techniczne warunki projektowania i budowy przemysłowych dróg dojazdowych.

Zasadniczym zadaniem wewnątrzzakładowych kolei żelaznych jest rozdzielanie na terenie zakładów strumienia ładunków według odbiorców, podstawienie wysyłanych ładunków i pustych wagonów na stację rozdzielczą i (w mniejszym stopniu) przewozy międzywydziałowe. Schemat wewnątrzzakładowych dróg kolejowych zależy od kierunku i rozmiarów strumieni ładunków, jak również od rozmiarów, kształtu i położenia terenu zakładów.



Rozróżnia się trzy zasadnicze schematy transportu: przelotowy, ślepy i pierścieniowy.

Szczególną cechą *schematu przelotowego* (rys. 19) są prostolinijne kierunki ruchu ładunków po drogach zakła-



Rys. 19. Przelotowy schemat transportu.

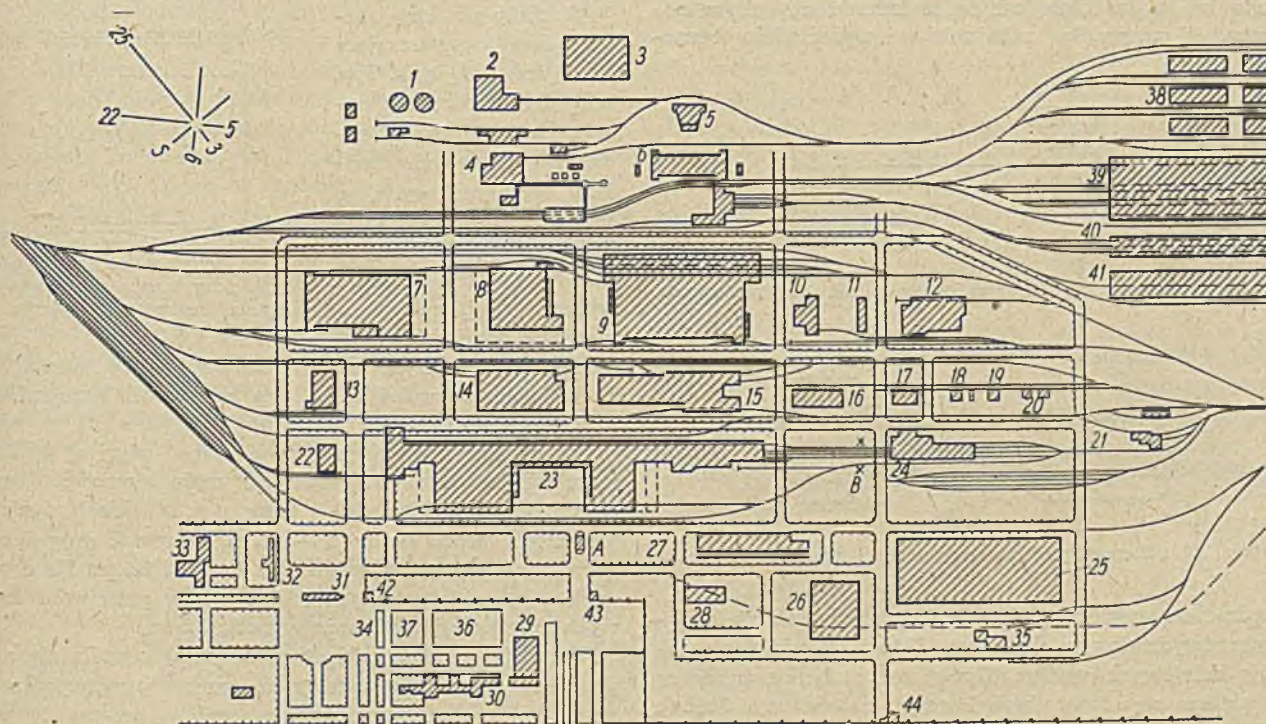
dowych. Wagony wysiła się w kierunku przeciwnym kierunkowi przybywania. Skraca to czasy załadowcze i wyładowcze oraz przyspiesza obrót taboru przewozowego. Schemat taki jest najbardziej celowy dla zakładów o du-

rami wyciągowymi, zezwalającymi na przelotowy ruch wagonów w miejscach ich wyładowania i załadowania (rys. 21a i 21 b).

Schemat transportu podany na rys. 21a dogodny jest dla terenów mających kształt trapezu, a schemat — rys. 21b — dla terenów o kształcie równoległoboku.

*Schemat ze ślepych torami* rozpowszechniony jest w zakładach o niewielkim obrocie ładunków. Stosuje się go również w wielkich zakładach w przypadkach, gdy ukształtowanie terenu uniemożliwia wykorzystanie innego schematu. Przy danym schemacie (rys. 22) tory kolejowe doprowadzane do wydziałów i magazynów są ślepe. Wagony podstawia się i usuwa po tych samych torach. Plany generalne zakładów przedstawione na rys. 5, 6, 7, 9, 11, 13, i 16 mają ślepotorowy schemat linii transportowych.

*Schemat pierścieniowy* stosuje się w wielkich zakładach o znacznych rozmiarach terenu, zezwalających na urządzenie pierścienia. Przy schemacie pierścieniowym



Rys. 20. Schemat planu generalnego zakładów budowy wagonów: 1 — wieża kondensacyjna; 2 — stacja transformatorów; 3 — basen do spryskiwania; 4 — terenowe oddziały energetyczne; 5 — stacja odwadniaczy gazu generatorów; 6 — stacja gazogeneratorów; 7 — wydział odlewniczy żeliwa ciągliwego; 8 — wydział odlewniczy drobnych odlewów stalowych; 9 — wydział odlewniczy wielkich odlewów stalowych; 10 — wydział odlewniczy żeliwa szarego; 11 — wydział modelarski; 12 — wydział odlewniczy kół; 13 — wydział remontów urządzeń mechanicznych; 14 — wydział kuźniczy (wyrobu sprężyn); 15 — oddział wózków; 16 — magazyn główny; 17 — magazyn żeliwa; 18 — skład materiałów budowlanych; 19 — magazyn produktów naftowych; 20 — magazyn kwasów; 21 — parowozownia; 22 — narzędziownia; 23 — wydział montażowo-wagony; 24 — malarski; 25 — magazyn drewna; 26 — suszarnia drewna; 27 — wydział obróbki drewna; 28 — wydział remontów budowlanych; 29 — warsztaty kombinatu szkoleniowego; 30 — kombinat szkoleniowy; 31 — zarząd zakładów; 32 — laboratoria; 33 — garaż; 34 — miejsce parkowania samochodów; 35 — tartak; 36 — boisko piłki nożnej; 37 — stadion sportowy; 38 — magazyn torfu terenowego oddziału energet.; 39 — magazyn węgla terenowego oddz. energetycznego; 40 — magazyn drewna dla gazogeneratorów; 41 — magazyn torfu dla gazogeneratorów; 42, 43 i 44 — portiernie; A — wejście do tunelu i B — wiadukt.

żym obrocie ładunków; daje się on urzeczywistnić na terenach zakładów posiadających kształt wydłużony. Za przykład służyć może plan generalny *zakładów budowy wagonów*, przedstawiony na rys. 20.

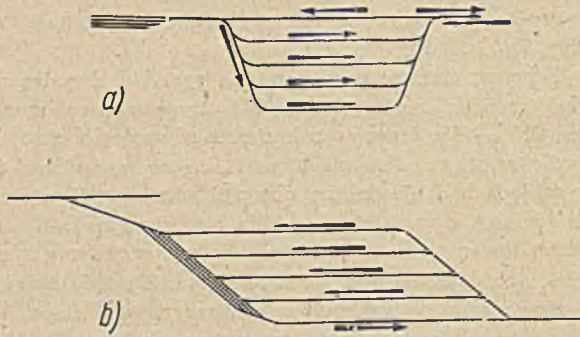
Połączenie z magistralą kolejową urzeczywistnione jest w dwóch punktach i mamy tu dwie zakładowe stacje rozdzielcze.

Przy jednej stacji rozdzielczej i jednym połączeniu z magistralą kolejową stosuje się schemat ze ślepych to-

większość podstawowych dróg zakładowych, obsługujących wydziały i magazyny, tworzy zamknięte pierścienie (rys. 23a i 23b). Na rys. 24 przedstawiony jest schemat pierścieniowy przyjęty w planie generalnym pewnych zakładów budowy maszyn w USA [4].

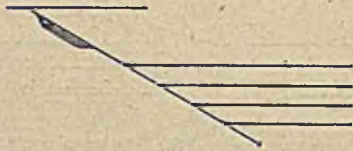
Stosowane są również *mieszane schematy* transportu, na przykład ślepotorowy dla wszystkich podstawowych dróg zakładowych z jednym zewnętrznym pierścieniem (rys. 25).



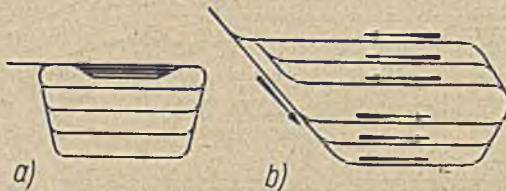


Rys. 21. Schemat linii transportowych ze ślepym torem wyciągowym.

Tory kolejowe wprowadza się do wnętrza budynku tylko wówczas, gdy ilości otrzymywanego i wysyłanego ładunku są duże lub jeśli są to ładunki o wielkim ciężarze. W przypadku załadunków i wyładunków bezpo-

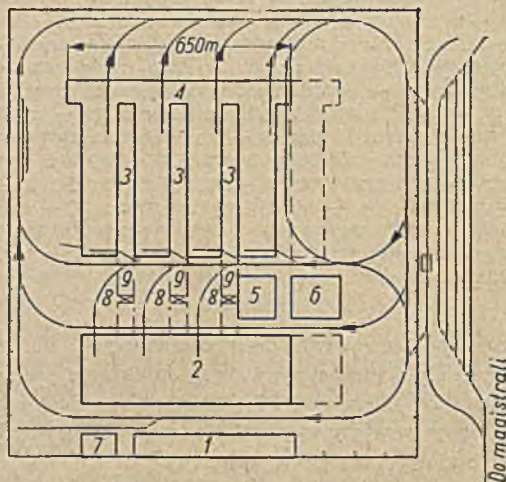


Rys. 22. Schemat ze ślepyimi torami linii transportowych.



Rys. 23. Schemat pierścieniowych linii transportowych.

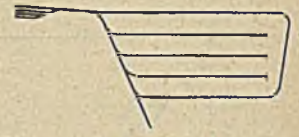
średnio do wagonu celowe jest posługiwanie się wewnętrznowydziałowym dźwigiem. Zaleca się układanie torów kolejowych wzdłuż długiej osi budynku, przez co powiększa się front wyładowniczy i załadowniczy. Jednak



Rys. 24. Schemat planu generalnego zakładów budowy maszyn w USA: 1 — magazyny; 2 — wydział odlewniczy; 3 — wydziały mechaniczne; 4 — wydział montażowy; 5 — stacja elektryczna; 6 — magazyn paliwa; 7 — zarząd zakładów; 8 — magazyny; 9 — suwnice mostowe.

stosownie do warunków terenowych lub położenia urządzeń tory kolejowe mogą być wprowadzone do wnętrza budynku w poprzek naw prostopadle do jego długiej osi.

Tory wprowadzone do budynku mogą być przelotowe lub ślepe w zależności od obrotu ładunków danego obiektu. Z zewnątrz równoległe do ściany budynku układa się tory objazdowe dla ułatwienia manewrowania taborem.

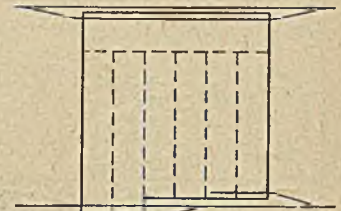


Rys. 25. Schemat mieszany linii transportu.

Na rys. 26 przedstawiony jest schemat torów kolejowych przeprowadzonych przy budynku.

Przy układaniu torów wewnątrz zakładów należy zachować odpowiednie odległości budynków od torów kolejowych.

Zakłady powinny rozporządzać wystarczającą siecią dróg kołowych. Typ, materiały i rozmiary nawierzchni zależą od rodzaju stosowanych środków transportowych, a także od nasilenia i wielkości transportu danej linii. Największe nasilenie wykazują magistrale, podstawowe drogi fabryczne.



Rys. 26. Schemat torów kolejowych przy budynku i wprowadzenie torów do budynku.

Pozostałe przejazdy o małym ruchu ładunków uważa się za drogi drugorzędne. Służą one również do przejazdów straży ogniowej.

W wielkich zakładach o powierzchni powyżej 50 ha szerokość nawierzchni magistrali może wynosić 9 m, w mniejszych zakładach — 6 m, a w zakładach o nieznanym obrocie ładunku — 4,5 m. Szerokość dróg drugorzędnych wynosi odpowiednio: 6, 4, 5 i 3,5 m. Na drogach o jednokierunkowym ruchu wozów przeciwpożarowych szerokość jezdni może wynosić 3,5 m.

Szerokość jezdni zakładowych (ulic) określa się na podstawie wymiarów ustalonych przerw przeciwpożarowych między budynkami oraz warunków przeprowadzenia instalacji i uzbrojenia terenu.

#### PODZIAŁ TERENU ZAKŁADÓW NA STREFY

Przy projektowaniu planu generalnego zakładów (planowaniu poziomym) celowe jest grupowanie jednorodnych wydziałów i urządzeń na określonych powierzchniach (strefach). Podstawowymi czynnikami podziału zakładowych terenów na strefie są zależności funkcjonalne i produkcyjne, warunki przeciwpożarowe i sanitarno-higieniczne, specjalne warunki zapotrzebowania energii i transportu ładunków, a także wielkość przepływu ludzi.

Można wykazać następujące podstawowe strefy rozmieszczenia wydziałów i urządzeń zakładów budowy maszyn.

Strefa wydziałów *przygotowawczych* (niekiedy nazywana „strefą obróbki na gorąco” lub „strefą metalurgiczną”) jednoczy głównie wydziały: odlewnicze, kuźnicze, kuźniczo-tłoczące i obróbki cieplnej. Wydziały tej strefy (jako niebezpieczne pod względem pożarowym i dymiące) należy umieszczać ze strony odwietrznej w stosunku do innych wydziałów i urządzeń zakładów, jak również w stosunku do dzielnic mieszkalnych. Rozmieszczono-



ne w tej strefie wydziały zużywają wielką ilość metalu, paliwa, materiałów formierskich i innych materiałów oraz odznaczają się bardzo dużym obrotem ładunków. Dlatego strefa wydziałów przygotowawczych powinna mieć linie kolejowe (o dostatecznej przelotności, szerokim froncie wyładowniczym) i niezbędne pomieszczenia magazynowe. Poza tym strefę tę umieszcza się bliżej miejsca wprowadzenia torów kolejowych na teren zakładów i możliwie z dala od strefy urządzeń ogólnozakładowych i głównego wejścia.

Strefa wydziałów *wytwórczych* (zimnych) obejmuje wydziały produkcyjne obróbki metali na zimno, wykańczające, montażowe i inne. Strefę tę umieszcza się obok strefy wydziałów przygotowawczych, skąd otrzymuje się półfabrykaty i surowce wstępnie obrobione. W wydziałach wytwórczych zatrudniona jest największa ilość robotników i dlatego wydziały te zazwyczaj umieszcza się w pobliżu głównego wejścia do zakładów.

Wydziały montażowe, ekspedycje i magazyny powinny znajdować się w pobliżu wyjściowych dróg kolejowych.

Strefę wydziałów *pomocniczych*, w której skład wchodzi wydziały narzędziowe, remontowe urządzeń elektrycznych oraz mechanicznych i inne, należy umieszczać możliwie w środku obsługiwanych przez nią wydziałów wytwórczych i przygotowawczych.

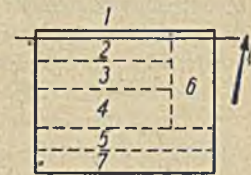
Strefa *obróbki drewna* w składzie swoim ma wydziały następujące: tartaki, wydziały obróbki drewna (przygotowanie części), opakowań, jak również suszarnie drewna oraz składy okrągłaków i tarcicy. Strefa ta odznacza się większym niebezpieczeństwem pożarowym i znacznym obrotem ładunków (zewnętrznym i międzywydziałowym umieszczonym wewnątrz danej strefy) oraz posiada duże powierzchnie przeznaczone na składy materiałów drzewnych. Daną strefę umieszcza się w dużej odległości od strefy wydziałów obróbki na gorąco, ale w pobliżu wy-

działów montażowych, które są podstawowymi odbiorcami jej produkcji.

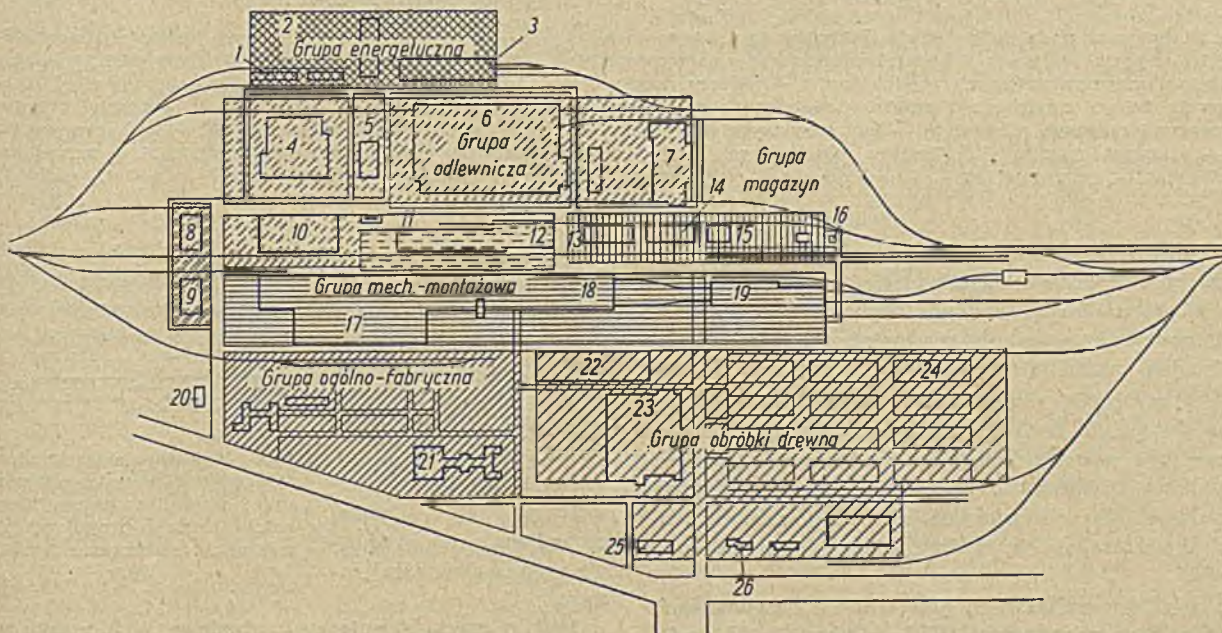
Strefa *urządzeń magazynowych* w niektórych zakładach może obejmować magazyny obsługujące wydziały innych stref, na przykład wydziały przygotowawcze, urządzenia energetyczne i inne. Strefa ta wyróżnia się szczególnie wyraźnie w stosunkowo niewielkich przedsiębiorstwach, gdzie wprowadzenie kolei żelaznej na teren zakładów ogranicza się do jednego toru bez rozgałęzień. W takim przypadku magazyny umieszcza się wzdłuż bocznic kolejowej, a za nimi wydziały przygotowawcze i inne (rys. 27).

Do strefy *urządzeń energetycznych* należą centralne stacje energetyczne i terenowe oddziały energetyczne, centralna kotłownia, stacja gazogeneratorów itp. Praca znajdujących się tu urządzeń powoduje wydzielanie się gazów i dymu.

Znamiennie dla tej strefy jest większe niebezpieczeństwo pożarowe i wielki obrót ładunków, związany z dowozem paliwa i wywozem odpadków. Urządzenia energetyczne rozmieszcza się z uwzględnieniem kierunku panujących wiatrów oraz wymagań przeciwpożarowych i sanitarnych możliwie blisko wydziałów, które są podstawowymi odbiorcami ciepła, gazu i innych rodzajów energii. Jednocześnie urządzenia te powinny znajdować się niedaleko od punktu wprowadzenia torów kolejowych do zakładów i w dużej odległości



Rys. 27. Schemat podziału na strefy małych zakładów: 1 — tor kolejowy; 2 — strefa urządzeń magazynowych; 3 — strefa wydziałów przygotowawczych; 4 — strefa wydziałów wytwórczych i montażowych; 5 — strefa wydziałów pomocniczych; 6 — strefa urządzeń energetycznych; 7 — strefa urządzeń ogólnofabrycznych. Strzałka wskazuje na kierunek panujących wiatrów.



Rys. 28. Schemat podziału na strefy zakładów budowy wagonów: 1 — terenowy wydział energetyczny; 2 — stacja gazogeneratorów; 3 — magazyn paliwa; 4 — wydział odlewniczy drobnych odlewów staliwnych; 5 — wydział odlewniczy miedzi; 6 — wydział odlewniczy wielkich odlewów staliwnych; 7 — wydział odlewniczy żeliwa; 8 — narzędziownia; 9 — wydział remontów urządzeń mechanicznych; 10 — kuźnia; 11 i 12 — wydział wózków; 13 — główny magazyn; 14 — magazyn żelaza; 15 — magazyn materiałów budowlanych; 16 — magazyn kwasów; 17 i 18 — wydział montażu wagonów; 19 — wydział malarski; 20 — garaż; 21 — szkoła; 22 — wydział obróbki drewna; 23 — suszarnia; 24 — magazyn drewna; 25 — wydział budowlany; 26 — tartak.

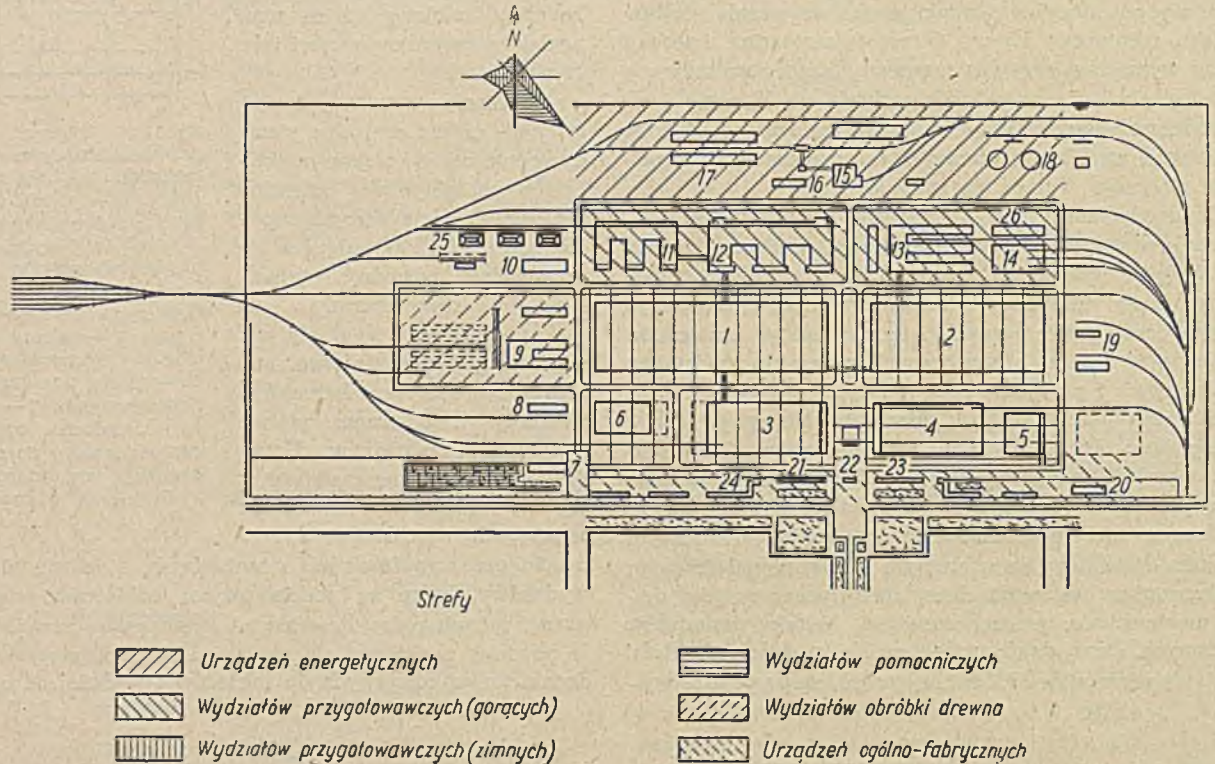


ści od strefy ogólnozakładowych urządzeń i od głównego wejścia. W obrębie tej strefy przewiduje się place na składy paliwa, można tu również umieścić inne składy zakładowe.

Strefa ogólnozakładowych urządzeń (przedzakładowa) jednoczy budynki administracyjne, społeczne, kulturalno-socjalne, szkolne i gospodarcze, pomieszczenia dla straży przemysłowej, budynki mieszkalne dla personelu ochrony wojskowej, przeciwpożarowej i inne. Budynki tej strefy umieszcza się przy głównym wejściu tworząc zespół powierzchni przedzakładowej.

działów i urządzeń powinna być określona jednocześnie z wielkością powierzchni podstawowych budynków i budowli (urządzeń). Budynki i budowle (urządzenia) trzeba koniecznie rozmieszczać na terenie zakładów tak, by rozbudowa przedsiębiorstwa przewidziana planem jego rozwoju mogła być przeprowadzona przy możliwie najmniejszych kosztach, bez naruszenia zasadniczej koncepcji planu generalnego i w miarę możliwości bez burzenia wzniesionych wcześniej budynków stałych.

Przy podłużnym schemacie produkcji i kolejnym rozmieszczeniu wydziałów możliwa jest rozbudowa w kie-



Rys. 29. Schemat podziału na strefy zakładów budowy samochodów: 1 — wydział podwozi i główny przenośnik montażowy; 2 — wydział silników; 3 wydział nadwozi; 4 — narzędziownia; 5 — wydział doświadczalny; 6 — stacja prób; 7 — ekspedycja i magazyn gotowych produktów; 8 — główny magazyn; 9 — wydział obróbki drewna; 10 — modelarnia; 11 — odlewnia żeliwa ciągliwego i odlewów nieżelaznych; 12 — odlewnia żeliwa szarego; 13 — kuźnia; 14 — wydział przygotowawczy i magazyn metalu; 15 — terenowy wydział energetyczny; 16 — stacja gazogeneratorów; 17 — magazyn węgla; 18 — magazyn mazutu i materiałów łatwopalnych; 19 — magazyn smarów i chemikali; 20 — garaż; 21 — zarząd zakładów; 22 — portiernia; 23 — laboratoria; 24 — stołówka; 25 — punkt segregacji odpadków; 26 — wydział produkcji sprężyn i resorów.

Strefa przedzakładowa powinna znajdować się na drodze ruchu robotników od ich miejsca zamieszkania do miejsca pracy. Zarząd zakładu, remizę strażacką, stołówkę, polikliniki i ambulatoria należy umieszczać poza ogrodzeniem zakładowym.

W szczególnych przypadkach mogą one znajdować się na terytorium zakładowym przy jego obwodzie, ale powinny być wówczas oddzielone osobnym ogrodzeniem.

Jeżeli remiza strażacka (stacja przeciwpożarowa) przeznaczona jest do obsługiowania również i osady zakładowej umieszcza się ją wzdłuż drogi łączącej zakłady z osadą.

Na rys. 28 przedstawiony jest schemat rozplanowania zakładów budowy wagonów [5], a na rys. 29 — wspólnych wielkich zakładów budowy samochodów [8].

## ROZBUDOWA ZAKŁADÓW

Wielkość powierzchni niezbędnej do rozbudowy zarówno całych zakładów, jak i ich poszczególnych wy-

runku poprzecznym, tj. prostopadle do kierunku strumienia produkcyjnego (rys. 30). W tym przypadku w części dobudowanej materiały będą przebywały drogą tej samej długości co i w części podstawowej, to znaczy, że warunki produkcji nie pogorszą się. Jednak im większy jest strumień ładunków i im bardziej złożony jest proces technologiczny, tym trudniej rozbudować jest produkcję w myśl powyższej zasady.



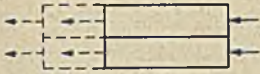
Rys. 30. Schemat rozbudowy zakładów w kierunku poprzecznym; strzałki wskazują kierunek biegu produkcyjnego, a kreski rozszerzenie produkcji.

Bardzo często stosuje się rozbudowę w kierunku osi podłużnej strumienia produkcyjnego, w tym celu wydłuża się budynek. Wpływa to jednak na zwiększenie odległości, jaką trzeba pokonać przy dostarczaniu materiału (rys. 31).

Jeżeli rozbudowa istniejących wydziałów związana jest z całkowitym przestawieniem wyposażenia i urządzeń,



dogodniej jest niekiedy dublować oddzielnie części produkcji (stwarzając równoległe strumienie) albo nawet



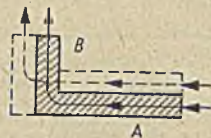
Rys. 31. Schemat rozbudowy zakładów w kierunku podłużnym; strzałki wskazują kierunek strumienia produkcyjnego, a kreski rozszerzenie produkcji.

w kształcie litery L lub II (np. zespół wydziałów: kuźniczego i obróbki cieplnej) przedłużenie naw nie wystarcza, celowe jest dobudowanie uzupełniającej nawy podłużnej i przedłużenie poprzecznej. Przy tym budynek o kształcie litery L może przyjąć kształt litery II (rys. 32), natomiast kształt II może zmienić się na III.

Jeżeli przy budowie nie przewidziano odpowiedniej powierzchni pod rozbudowę, budynki o wskazanym kształcie mogą być rozszerzone przez dobudowę naw równoległą do istniejących naw poprzecznych i podłużnych (rys. 33, gdzie A oznacza wydział kuźniczy i B — wydział obróbki cieplnej) [3].

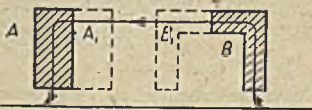


Rys. 32. Schemat rozbudowy złożonych budynków; zakreślono istniejący budynek, a linią przerywaną oznaczono jego rozbudowę.

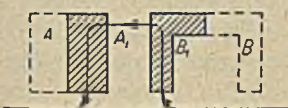


Rys. 33. Schemat rozbudowy budynków o kształcie złożonym; zakreślono istniejący budynek, a linią przerywaną oznaczono jego rozbudowę.

Taki sposób wykazuje istotne braki, pociąga za sobą przedłużenie wydziałowych dróg transportowych, skrzyżowanie strumieni produkcji oraz pogorszenie warunków wentylacji i oświetlenia.



Rys. 34. Schemat nieprawidłowej kolejności rozbudowy; budynek wzniesiony w pierwszej kolejności zakreślono liniami ciągłymi, linią przerywaną oznaczono następną rozbudowę.



Rys. 35. Schemat prawidłowej kolejności rozbudowy.

przygotowanie terenu, wybrukowanie, uzbrojenie, komunikację itp. będą mniejsze.

W celu uniknięcia nadmiernego zwiększenia terytorium zakładowego nie można rezerwować powierzchni pod przyszłą rozbudowę wydziałów i urządzeń bez dostatecznego ekonomicznego i technicznego uzasadnienia.

### WARUNKI PRZECIWOŻAROWE, SANITARNE I OBRONY PRZECIWLOTNICZEJ<sup>1)</sup>

Granice odległości pomiędzy budynkami zakładowymi i budowlami (urządzeniami) określa się stosownie do wymagań bezpieczeństwa przeciwpożarowego i warunków sanitarnych. Minimalne odległości między budynkami i budowlami (urządzeniami) zakładu ustala OST — 90015 — 39 „Ogólnozwiązkowe normy przeciwpożarowe projektowania budowy przedsiębiorstw przemysłowych“ [10].

Przy określaniu niezbędnej odległości między stojącymi naprzeciwko siebie budynkami należy brać pod uwagę ogniotrwałość, kategorię niebezpieczeństwa pożarowego produktów umieszczonych w budynkach, wielkość tych ostatnich, możliwość przejazdu taboru przeciwpożarowego i organizacji gaszenia pożaru.

Według stopnia ogniotrwałości rozróżnia się budynki ogniotrwałe, ogniodopuszczalne, półłatwopalne i łatwopalne. Charakterystyka budynków każdej z tych grup przytoczona jest w OST — 90015 — 39.

Według stopnia niebezpieczeństwa pożarowego zakłady dzieli się na pięć kategorii: A, B, C, D i E.

Kategorii A w zakładach budowy maszyn niemal się nie spotyka.

Do kategorii B zalicza się w szczególności zakłady związane z produkcją lub zastosowaniem palnych płynów o temperaturze wybuchu pary powyżej 45°C (według przyrządu Martensa — Penskiego) przy normalnym ciśnieniu. W zakładach budowy maszyn do tej kategorii należą np. stacje gazogeneratorowe i tlenowe, instalacje regeneracyjne i impregnacyjne oraz instalacja do przemiany zbiorników po cieczach palnych.

Do kategorii C należą np. wydziały obróbki drewna, wydziały malarskie, magazyny materiałów palnych i inne.

Kategoria D obejmuje zakłady związane z wytwarzaniem i obróbką na gorąco (w stanie rozgrzanym lub roztopionym) materiałów niepalnych, wydziały odlewnicze i kuźnicze. Do tej kategorii zalicza się również podstacje transformatorów, instalacje siły, kotłownie oraz elektrownie.

Do kategorii E zalicza się zakłady związane z wytwarzaniem i obróbką niepalnych substancji i materiałów w stanie zimnym, np. wydziały obróbki metali na zimno i wydziały montażowe.

W tablicy 4 podane są minimalne odległości obowiązujące między przyległymi budynkami i budowlami (urządzeniami), jeśli długość przeciwległych ścian nie przekracza 100 m i w budynkach tych odbywa się produkcja różnych kategorii [10].

Jeżeli długość jednego ze stojących naprzeciw siebie budynków przewyższa 100 m, to wówczas na każde dalsze pełne i niepełne 100 m długości budynku odległości zwiększają się o 3 m, lecz w zakładach kategorii D i E między budynkami ogniotrwałymi i półogniotrwałymi stosuje się odległości dochodzące do 20 m, a między budynkami łatwopalnymi i półłatwopalnymi — odległości dochodzące nawet do 30 m. Jeżeli jedna ze stojących naprzeciwko siebie zewnętrznych ścian przyległych budynków jest ogniotrwała, przerwy podane w tablicy 4 mogą być zmniejszone o 5 m.

<sup>1)</sup> W Polsce nie zostały jeszcze dotychczas opracowane odpowiednie normy; przejściowo obowiązują przepisy budowlane, których zestawienie umieszczono jako dodatek na końcu tego rozdziału.



Tablica 4

## Odległości między budynkami (w metrach)

Stopień ogniotrwałości budynków	Kategoria produkcji w obydwóch przeciwnych budynkach		Kategoria produkcji w jednym z przeciwnych budynków			
	D i E		C		B	
	łatwo-palne lub pół-łatwo-palne	ognio-odporne lub ognio-trwałe	łatwo-palne lub pół-łatwo-palne	ognio-odporne lub ognio-trwałe	łatwo-palne lub pół-łatwo-palne	ognio-odporne lub ognio-trwałe
Łatwo-palne lub pół-łatwo-palne	20	15	25	2	27	22
Ognioodporne lub ogniotrwałe	15	12	20	17	22	19

Jeżeli w jednym budynku odbywa się produkcja o różnorodnym stopniu niebezpieczeństwa pożarowego, to zarządzenia przeciwpożarowe dla całego budynku powinny być dostosowane do najbardziej niebezpiecznej pod względem pożarowym produkcji.

Odległości między łatwopalnymi szopami nie posiadającymi otwartych źródeł ognia powinny być nie mniejsze niż 6,5 m nawet wówczas, gdy przechowuje się w nich materiały niepalne.

Wymagania dotyczące rozmieszczenia magazynów cieczy łatwopalnych i palnych określone są przez OST —

Tablica 5

## Odległość od zbiorników nadziemnych, składów opakowań drewnianych, rozlewni, pomp i budynków ze zbiornikami do sąsiadujących z nimi urządzeń, terenów i dróg (wrażona w metrach)

Kategoria produkcji	Kategoria i nazwa budynków, terenów i dróg	Ogólna pojemność magazynu cieczy w t					
		półłatwo-palnych			łatwo-palnych		
		250 500	10 250	do 10	1250 2500	50 1250	do 50
A - B	Do ogniotrwałych i ognioodpornych budynków	55	45	40	45	35	30
B	Do półłatwo-palnych budynków	60	50	45	50	40	35
C - D	Do półłatwo-palnych i łatwo-palnych budynków	50	35	30	40	30	25
	Do ogniotrwałych i ognioodpornych budynków	40	30	25	35	25	20
E	Do ogniotrwałych i ognioodpornych budynków	35	25	25	30	20	20
—	Do półłatwo-palnych i łatwo-palnych budynków	40	30	30	35	25	25
—	Do ścian magazynów materiałów łatwopalnych dzielnic mieszkalnych przedsiębiorstw przemysłowych, budynków społecznych i usługowych	60	50	40	50	40	40
—	Do ścian składów drzewa i węgla	50	40	30	40	30	30
—	Do osi dróg kolejowych o ustalonym rozkładzie ruchu		50			50	
—	Do osi specjalnych torów kolei podjazdowej do zlewnia i nalewania, wykorzystanej okresowo			20 od stacji pomp 10 m		12 do stacji pomp 8 m	
—	Do dróg transportu samochodowego ogólnego użytku (do krawędzi ziemnego nasypu)		15			15	
—	Do dróg transportu samochodowego na terenie przedsiębiorstwa (do krawędzi ziemnego nasypu)		10			10	

U w a g i. 1. Przy urządzeniach podziemnych przytoczone normy odległości zmniejsza się o 50%, a przy półpodziemnych - o 25%. 2. Kategoria wytwórczości według niebezpieczeństwa pożarowego określona została wg OST - 90015-39.

90039 — 39 „Normy projektowania magazynów w przedsiębiorstwach i gospodarstwach do przechowywania cieczy łatwopalnych i palnych“ [12].

Minimalne odległości od nadziemnych zbiorników, budynków ze zbiornikami, składów opakowań drewnianych, rozlewni, stacji pomp oraz urządzeń do mieszania i napełniania do sąsiadujących z nimi budowli (urządzeń) oraz terenów i dróg podane są w tablicy 5. Przy projektowaniu składów węgla uwzględnia się wymagania OST — 90099 — 40 „Normy przeciwpożarowe projektowania składów węgla kopalnianego“ [13]. Minimalne odległości między składami węgla i najbliższymi urządzeniami podaje tablica 6.

Tablica 6

## Odległości między składami węgla a zabudowaniami

Nazwa zabudowania	Odległość w metrach
Łatwopalne i półłatwopalne budynki i urządzenia (z wyjątkiem urządzeń do przeladunku węgla, pomostów itp.)	20
Ognioodporne i ogniotrwałe budynki i urządzenia (z wyjątkiem urządzeń do przeladunku węgla, pomostów itp.)	15
Parcken magazynu	3
Podjazdowy tor kolejowy	1,25
Przejazd	1,5

U w a g a: Jeżeli ilość węgla przechowywanego w składzie nie przewyższa 500 t, odległość od łatwopalnych i półłatwopalnych budynków i urządzeń może być zmniejszona z 20 do 15 m, a do ognioodpornych i ogniotrwałych-15 do 10 m. Przerwy między składem węgla a torom kolejowym liczy się aż do miejsca, gdzie znajduje się głowka najbliższej szyny. Jeżeli powierzchnia składu węgla ogrodzona jest ścianami odległość powiększa się z 1,25 do 1,5 m i mierzy się od zewnętrznej powierzchni ściany.

Odległość między ścianami węgla i składami półłatwopalnych i łatwopalnych cieczy podana jest w tablicy 5.

Remizę strażacką zakładów należy umieszczać w ten sposób, aby była połączona dogodnymi, najkrótszymi dojazdami ze wszystkimi budynkami zakładowymi. Dojazdy pożarowe nie powinny krzyżować się z torami kolejowymi, które mogą być zajęte przez stojący na nich tabor. Regułą jest korzystanie w celach przeciwpożarowych z dróg przeznaczonych do wewnątrzzakładowego transportu i ruchu ludzi. W wyjątkowych przypadkach urządzenia się specjalne pożarowe dojazdy do zakładowych wydziałów i urządzeń.

Podstawowe wymagania stawiane planowi generalnemu z punktu widzenia obrony przeciwlotniczej polegają na zmniejszeniu możliwości zniszczeń projektowanego obiektu i na ułatwieniu likwidacji następstw tych zniszczeń. Wymagania obrony przeciwlotniczej wyszczególnione są w specjalnych instrukcjach.

W celu ułatwienia odgazowania zarys i rozmieszczenie budynków powinno być możliwie proste (w kształcie prostokątów bez ostrych załamań i występów). Budowanie zamkniętych lub głębokich, półzamkniętych podwórz (zabudowa według perymetru bez przerw) nie jest wskazane.

Wymagania sanitarno-higieniczne, które powinny być wzięte pod uwagę przy projektowaniu planu generalnego, określone są w GOST W 1324-43 „Sanitarne normy i prawa projektowania. Przedsiębiorstwa przemysłowe“ [11].

Między przedsiębiorstwami przemysłowymi a dzielnicami mieszkalnymi powinny znajdować się strefy sanitarno-ochronne (przerwy); przeznaczeniem ich jest zapobieżenie przenikaniu dymów, sadzy, kurzu, zapachów i hałasu do dzielnic mieszkalnych.



Ze względu na uciążliwość i właściwość procesu technologicznego przedsiębiorstwa przemysłowe dzielą się na pięć klas, dla których ustalona jest następująca szerokość strefy sanitarno-ochronnej: I klasa — 2000 m, II klasa — 1000 m, III klasa — 500 m, IV klasa — 100 m.

Nie spotyka się zakładów budowy maszyn zaliczonych do I klasy.

Do II klasy należą odlewnie żeliwa o produkcji do 50 tysięcy ton rocznie, np. stacje generatorowe na węgiel, terenowe oddziały energetyczne i inne.

Do III klasy należą odlewnie stali o produkcji do 20 tysięcy ton rocznie, odlewnie metali nieżelaznych kolorowych do 600 ton rocznie i odlewów żeliwnych do 5 tysięcy ton rocznie i inne.

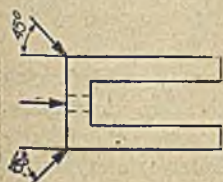
Do IV klasy zalicza się przedsiębiorstwa obróbki metali i przedsiębiorstwa mechaniczne, z odlewniami żeliwa i stali (poniżej 5 tysięcy ton rocznie), z wydziałami obróbki cieplnej, galwanizowania, cynkowania, pobielania i spawania.

Do V klasy należą przedsiębiorstwa obróbki metali i przedsiębiorstwa mechaniczne, z pomocniczymi wydziałami obróbki cieplnej, galwanizowania, cynkowania, pobielania i spawania, pod warunkiem wyciągania wyziewów.

Odległości sanitarno-ochronne oblicza się od wydziałów i urządzeń dających szkodliwe wyziewy. Dlatego umieszczając obiekty te w części terenu zakładu jak najdalej położonego od dzielnic mieszkalnych można odpowiednio zmniejszyć odległość między mieszkalnymi dzielnicami a ogrodzeniem zakładu.

Można również zmniejszyć szerokość stref sanitarno-ochronnych (jednak nie więcej niż o połowę) pod warunkiem likwidacji lub osłabienia działania na ludność dymu, gazów, sadzy itp.

Sanitarno-ochronne strefy mogą mieć zabudowę stałą, o przeznaczeniu pomocniczym i usługowym; budynki te służą do krótkotrwałego przebywania w nich ograniczonej ilości ludzi (remiza strażacka, pomieszczenie straży zakładowej, garaż, składy itp.).



Rys. 36. Schemat położenia budynku z wewnętrznym podwórzem; strzałki wskazują kierunek panujących wiatrów.



Rys. 37. Szerokość między przeciwległymi skrzydłami budynków  $K \geq \frac{1}{2}(H + h)$  lub  $K \geq \frac{1}{2}(H_1 + h)$  w tym przypadku, gdy  $a < 3$  m.

Przy łączeniu budynków i urządzeniu wewnętrznych przerw (podwórzy) między oddzielnymi skrzydłami budynków, przy złożonej konfiguracji (zabudowa w kształcie litery II lub III) należy podłużną oś wyciągniętych, półzamkniętych podwórzy umieszczać równolegle lub pod kątem do 45° do kierunku panujących wiatrów; stronę podwórza wolną od zabudowy umieszczać od strony wiatru.

Dla przewietrzania podwórzy za pomocą przeciągu należy budować bramy w części budynku zamykającej podwórce (rys. 36).

Szerokość przerwy między oddzielnymi skrzydłami budynków powinna być nie mniejsza od połowy sumy wysokości przeciwległych budynków i w każdym przypadku nie mniejsza niż 12 m (rys. 37).

### PROJEKTOWANIE ZIELEŃCÓW I URZĄDZENIA TERENU ZAKŁADU PRZEMYSŁOWEGO

Zieleńce na terytorium zakładu stanowią część kompozycji planu generalnego i posiadają znaczenie architektoniczno-dekoracyjne i sanitarno-higieniczne. Zieleńce ożywiają wygląd terytorium zakładu, przeszkadzają rozprzestrzenianiu się kurzu i gazów, zmniejszają niebezpieczeństwo pożarowe, polepszają warunki odpoczynku w czasie przerw, a także oddziałują strumieniem pracowników od strumieni ładunków.

Założenie zieleńców projektuje się przede wszystkim w rejonie terenu przedzakładowego w celu odizolowania budynków administracyjnych od przemysłowych i od dróg zewnętrznych, wzdłuż podstawowych wewnętrznozakładowych magistrali transportu kołowego, a także w rejonie wydziałów o szkodliwych wyziewach. Nie można dopuszczać do tego, aby zieleńce przeszkadzały przy eksploatacji zakładów lub pogarszały jej warunki.

Rozróżnia się następujące zasadnicze rodzaje obsadzania zieleńców roślinnością: szeregowe sadzenie drzew lub krzewów (jednorzędowe aleje), żywopłoty, obramowania, grupy drzew lub krzewów oraz ich pasma, kwietniki i klomby, trawniki (powierzchnie zasiewane trawą), pionowe zazielenienie (roślinność pnąca itp.).

Drzewa i krzewy sadi się wzdłuż magistrali przejazdowych zakładów i dookoła osobnych placzków. Kwietniki zakłada się w centralnych ośrodkach przy głównym wjeździe, przy budynkach socjalnych itp. Pod trawniki wykorzystuje się w szczególności place rezerwowe. Dla wypoczynku ludzi w czasie przerw zakłada się skwery.

Szerokość pasm zieleni włączając w to potrzebne odstępy wynosi w przybliżeniu dla drzew w jednym lub dwóch rzędach — 2 do 7 m, dla krzewów — 1 do 2,4 m, dla trawników — nie mniej niż 2 m.

Minimalną odległość miejsc sadzenia drzew i krzewów od budowli (urządzeń), budynków, ogrodzeń, chodników itp. podaje tabela 7.

Tabela 7

#### Dopuszczalne odległości między urządzeniami a zazielenieniem w metrach

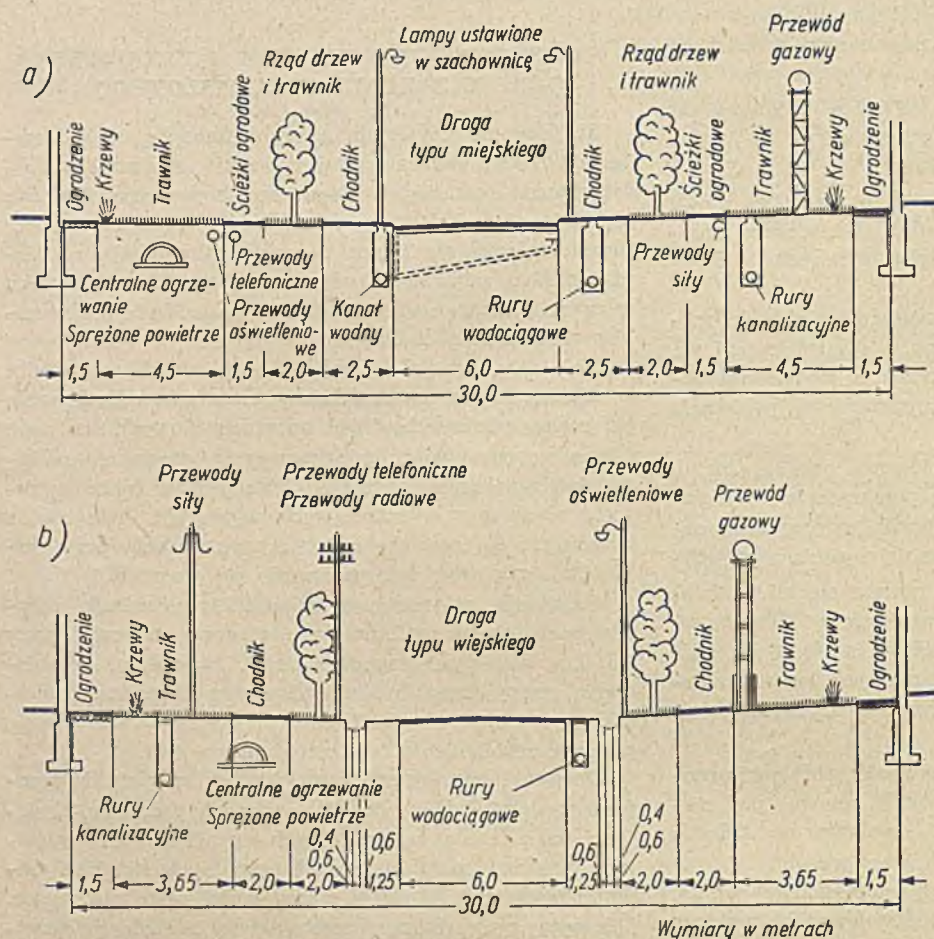
Nazwa urządzenia lub zabudowy	Odległość od	
	drzew	krzewów
w metrach		
Buildynki	1/2 wysokości drzewa lecz nie mniej niż 5 m	2
Ogrodzenia o wysokości 2 m i więcej	4	2
Ogrodzenie o wysokości do 2 m	1	0,75
Krawężniki dróg i przejazdów	1	0,5
Krawężniki chodników	0,75	0,5
Kanały przewodów centralnego ogrzewania i przewodów gazowych	2	1,5
Kable elektryczne	2	1
Wodociągi i kanalizacja	2	—

Przy zakładaniu zieleńców na terenie zakładu należy dobierać rośliny wytrzymałe na działanie gazów, dymu i kurzu.



Przykład rozmieszczenia różnych rodzajów roślin na zakładowej magistrali pokazany jest na rysunku przedstawiającym przekrój przejścia (rys. 38).

rowych i osobowych na różnych poziomach budując tunele do przechodzenia pod torami kolejowymi lub mosty do przechodzenia nad torami.



Rys. 38. Przekrój magistrali przejazdowej (szerokość 30 m.) a. typ z burzową kanalicją, b. typ uproszczony.

Zieleńce na terytorium zakładu powinny harmonizować z całością jego urządzenia, a w szczególności z rozmieszczeniem „małych architektonicznych akcentów“, jak np. rzeźb, fontann, waz oraz trybun, ławek itp., stanowiących zakończenie kompozycji planu generalnego.

Należy przewidzieć odpowiednie ogrodzenie terytorium zakładu.

#### ORGANIZACJA STRUMIENI PRZEPLYWU PRACOWNIKÓW

W projekcie planu generalnego należy koniecznie przewidzieć jak najkrótsze i wygodne drogi dla ruchu robotników od miejsca ich zamieszkania (miasta, osady), od stacji kolejowej i od stacji ruchu kołowego do portierni (punktu kontroli przy wejściu do zakładu), a stąd przez terytorium zakładu do miejsc pracy (wydziałów, urzędów itp.).

Jeżeli miejsca zamieszkania pracujących rozproszone są w rozmaitych kierunkach od terenu zakładu, to celowe jest urządzenie w odpowiednich miejscach dodatkowych (lecz w minimalnej ilości) wejść z własnymi portierniami.

Droga pracowników do zakładów nie powinna przecinać linii transportowych (szczególnie kolejowych) o dużym natężeniu ruchu ładunków. W wyjątkowych przypadkach jest się zmuszonym do planowania dróg przebiegu towa-

punktów żywienia i z powrotem, wskutek czego celowe rozmieszczenie sieci obsługi stanowi ważny czynnik planowania.

Stosownie do norm projektowania ogólnozakładowych punktów żywienia i obsługi lekarskiej robotników, na terenie zakładu mogą być rozmieszczone jadalnie, stołówki i bufety. Jadalnie (kuchnie zakładowe) otrzymujące surowe produkty umieszcza się na specjalnym terenie, na granicy produkcyjnej części przedsiębiorstwa lub w jej pobliżu. Punkty żywienia pracujące na półfabrykach włącza się do zespołów pomieszczeń socjalnych lub urzędująca się je w pobliżu wydziału.

Odległość od miejsca pracy do punktu żywienia w przedsiębiorstwach pracujących na trzy zmiany i stosujących przerwę obiadową nie dłuższą niż 30 minut nie powinna przewyższać 150 m, a w przedsiębiorstwach pracujących na jedną lub dwie zmiany z przerwą jednogodzinną — 300 m.

Do sieci obsługi lekarskiej wchodzi:

a. ambulatoria, polikliniki i apteki, które powinny być położone na zewnątrz terenów przedsiębiorstwa, lecz w możliwie bliskiej od niego odległości;

b. ogólnozakładowe punkty zdrowia, które umieszcza się w środku terytorium zakładu lub w pobliżu najbardziej ludnych wydziałów;

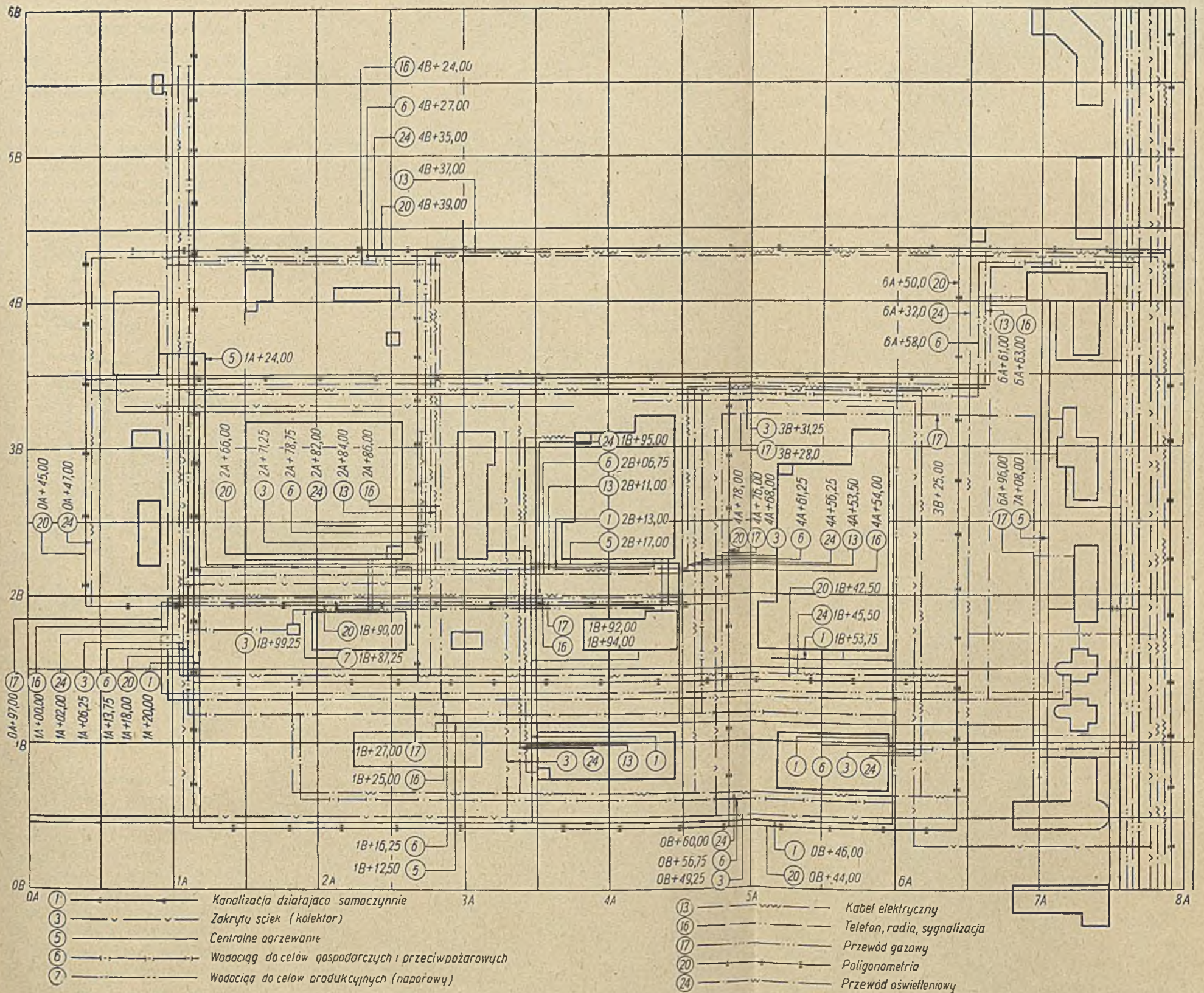
W wielkich przedsiębiorstwach o dużej rozciągłości dróg wewnętrznozakładowych wskazane jest zorganizowanie ruchu autobusowego na terytorium zakładu, dla uzgodnienia ruchu pracowników od portierni do miejsca pracy.

Ścieżki dla pieszych (chodniki) projektuje się w razie dużego ruchu równoległe do zakładowych dróg kołowych, przeznaczonych do przewozu ładunków.

Do wydziałów wchodzi się przez pomieszczenia socjalne, które mogą znajdować się bądź w przybudówkach, bądź wewnątrz budynku. Przybudówki przy zasadniczych budynkach fabrycznych należy umieszczać od strony głównej drogi (magistrali). Jeśli budynek wydziału nie znajduje się przy takiej drodze, to przybudówki zwraca się fasadą do dróg przejazdowych, stanowiących najkrótsze połączenie z magistralą.

Strumienie przepływu pracowników idą nie tylko od portierni do miejsc pracy i z powrotem, lecz i w innych kierunkach, np. do





Rys. 40. Ogólny schemat sieci instalacyjnych [1].



c. punkty zdrowia i punkty doraźnej pomocy lekarskiej przy odpowiednich wydziałach.

### TERENY PRZEDZAKŁADOWE

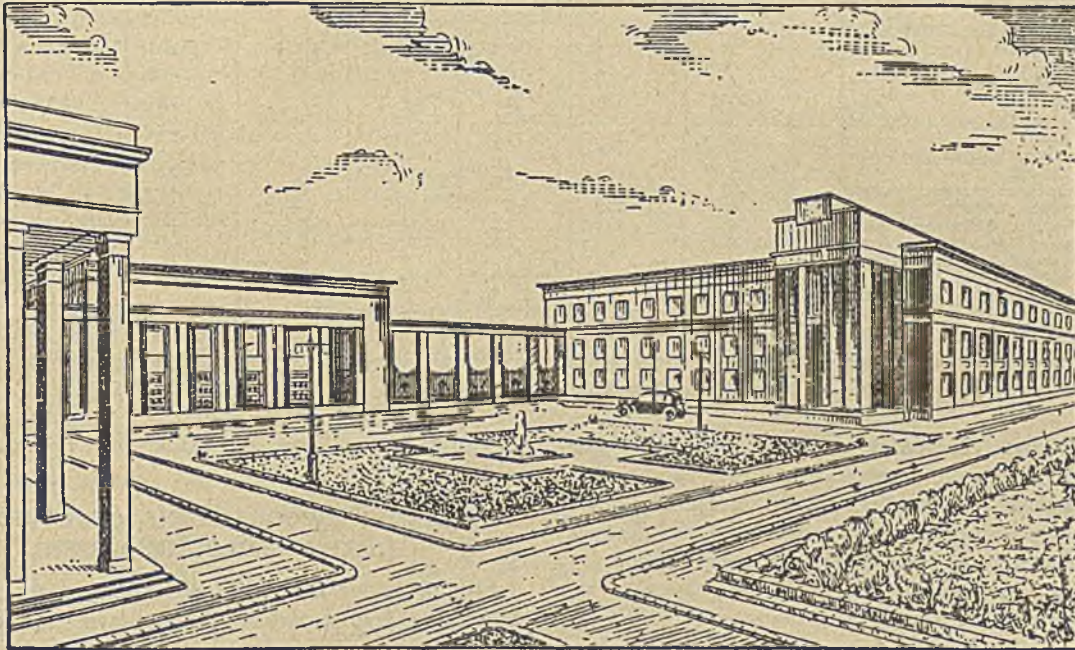
W strefie ogólnozakładowych urządzeń rozmieszcza się budynki administracyjne, społeczne i kulturalno-socjalne, zarząd zakładów, centralne laboratorium, budynki organizacji społecznych, jadalnie, ambulatoria, polikliniki, żłobki, budynki szkolne (zakładowa szkoła zawodowa, technicum, szkoła podstawowa, kursy itp.), budynki ochrony (straży) zakładowej — portiernia, remiza strażacka, lokal dyżurny oddziału straży, posterunki wartownicze itp., budowle gospodarcze, garaże i inne, budynki

Zależnie od względów kompozycyjnych wejście do zakładów może być główne (frontowe), boczne lub narożne.

Rozplanowanie terenu przedzakładowego w stosunku do danego terenu zakładowego podane jest na rys. 10 — 15 i innych. Ogólny widok terenu przedzakładowego pewnych zakładów [8] przedstawiony jest na rys. 39.

### SIECI I PRZEWODY INSTALACYJNE

Wydziały i urządzenia współczesnych zakładów budowy maszyn związane są licznymi połączeniami i sieciami instalacyjnymi, umieszczonymi pod powierzchnią ziemi i częściowo nad ziemią. Do takich sieci należą rury wodociągowe do celów gospodarczych, przeciwpożarowych



Rys. 39. Ogólny widok terenu przedfabrycznego.

mieszkalne dla personelu wykonywującego naprawy, dla personelu straży ogniowej i ochrony wojskowej.

Osobno należy przewidzieć plac do parkowania samochodów.

Teren przedzakładowy powinien być położony między przedsiębiorstwem a miastem (osadą) w pasie strefy sanitarno-ochronnej. W prawidłowym architektonicznym rozplanowaniu terenu przedzakładowego (węzła wejściowego) zwraca się specjalną uwagę na wejście na teren przedsiębiorstwa wiążące organicznie planowanie miasta (osady) z planowaniem zakładu. Teren przedzakładowy spełnia również zadanie węzła rozdzielczego dla strumienia przepływu robotników i transportu [2].

Liczba i rozmiar budynków terenu przedzakładowego, jak również wielkość tego ostatniego zależy od wielkości przedsiębiorstwa. W niewielkich zakładach pomieszczenia administracyjne, społeczne, usługowe i inne jednoczą się częstokroć w jednym budynku administracyjnym, który umieszcza się bezpośrednio na linii zabudowy lub czasami stanowi część gmachu produkcyjnego. W tym przypadku urządzenie osobnego placu przedzakładowego staje się zbędne i należy przewidzieć jedynie miejsce na parkowanie samochodów.

i produkcyjnych, rury kanalizacyjne do odprowadzania wód odpływowych i deszczowych, dreny, rury do centralnego ogrzewania, pary, gazu, sprężonego powietrza, ropy, a także sieci kabli elektrycznych, telefonu, radia i sygnalizacji.

Rozmieszczenie wszystkich elementów skomplikowanego systemu podziemnej gospodarki na terenie zakładów powinno mieć charakter zorganizowany, by przy eksploatacji przedsiębiorstwa nie powstawały trudności związane z remontem sieci.

Jako zasadę należy przyjąć, że wszystkie podziemne przewody powinny iść po trasach prostoliniowych, równoległych i prostopadłych do osi budynków i budowli.

Pasy, w których należy koncentrować linie podziemne, rozmieszcza się między budynkami i drogami i jeśli to możliwe — poza magistralami transportowymi w celu uniknięcia przeszkód w ruchu podczas remontu sieci.

Przy zwartej zabudowie i gęstej sieci linie podziemne jednoczą się w tunelach typu przechodniego lub nieprzechodniego.

Przy rozwiniętej sieci przewodów podziemnych powiększa się czasami szerokość odstępów między budynkami w większym stopniu niż tego wymagają normy przeciwpożarowe. Jest to konieczne do dogodnego rozmieszczenia

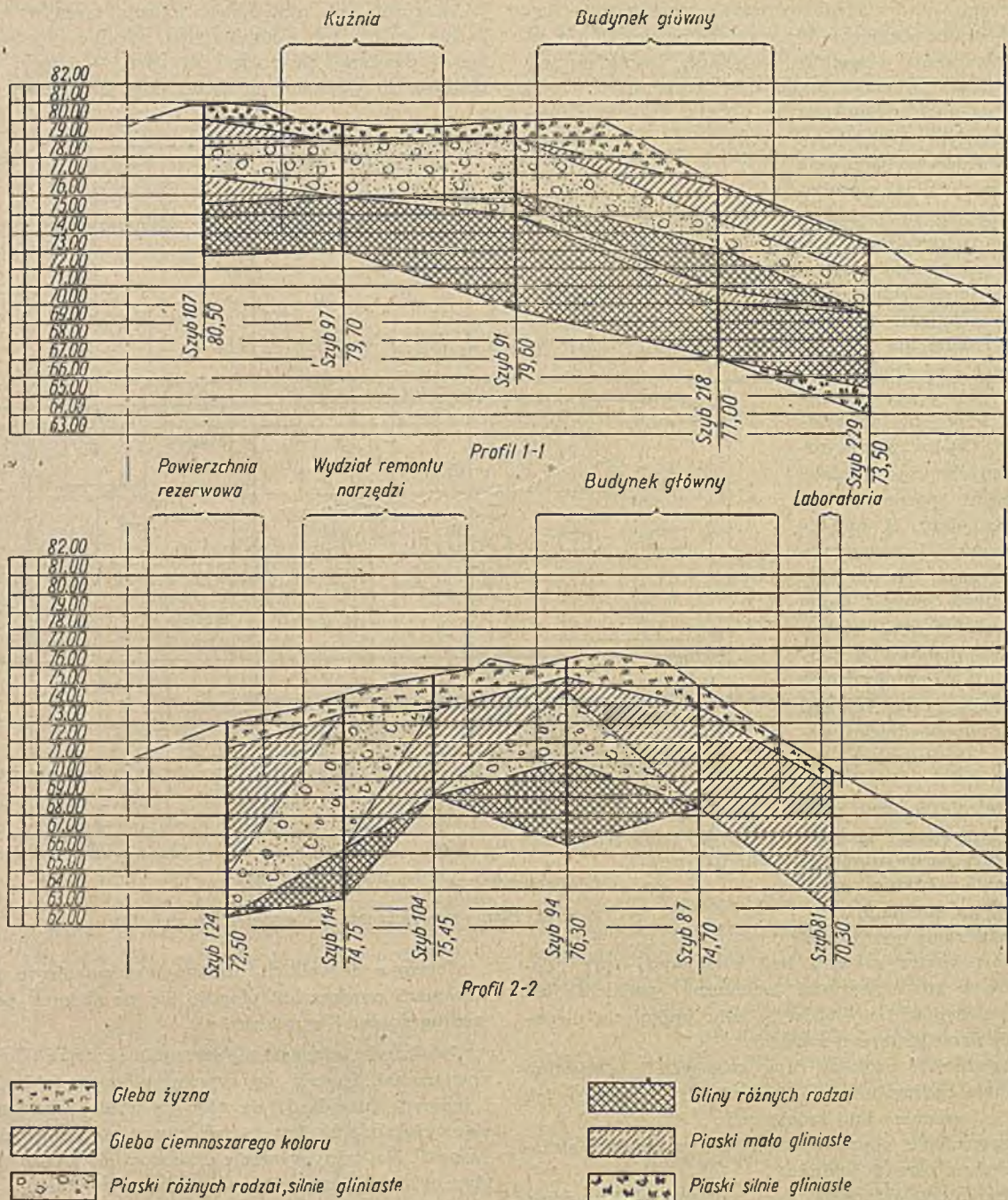












Rys. 43. Przekroje geologiczne [7].

nymi" wysokościami określają „robocze" wysokości. Są one również wypisane w punktach przecięcia (u góry z lewej strony kwadratów) ze znakiem minus (—) dla ściecia i ze znakiem plus (+) dla podsypiania.

Na rysunku znajduje się czasami „zerowa" linia, która oznacza granice nasypów i wykopów.

Przy opracowaniu projektu pionowego planowania powierzchni kreśli się podłużne i poprzeczne profile. W celu obrazowego przedstawienia wielkości nasypów, ściecia oraz „roboczych" wysokości sporządza się wykres planowanych wysokości „roboczych" lub kartogram robót ziemnych dla odpowiedniej linii siatki (rys. 46).

Objętość robót ziemnych oblicza się według siatki kwadratów albo według poprzecznych profili. Pierwsza metoda jest prostsza: objętość robót ziemnych, według

każdego kwadratu siatki, określa się przez pomnożenie średniej roboczej wysokości (podsypiania lub ściecia) przez powierzchnię kwadratu. Przy układaniu ostatecznego bilansu nasypów i wykopów trzeba uwzględnić również objętość ziemi wybieranej przy zakładaniu fundamentów i zakładaniu sieci instalacyjnych oraz dróg transportowych, a także powiększenie objętości gruntu przy jego spulchnianiu.

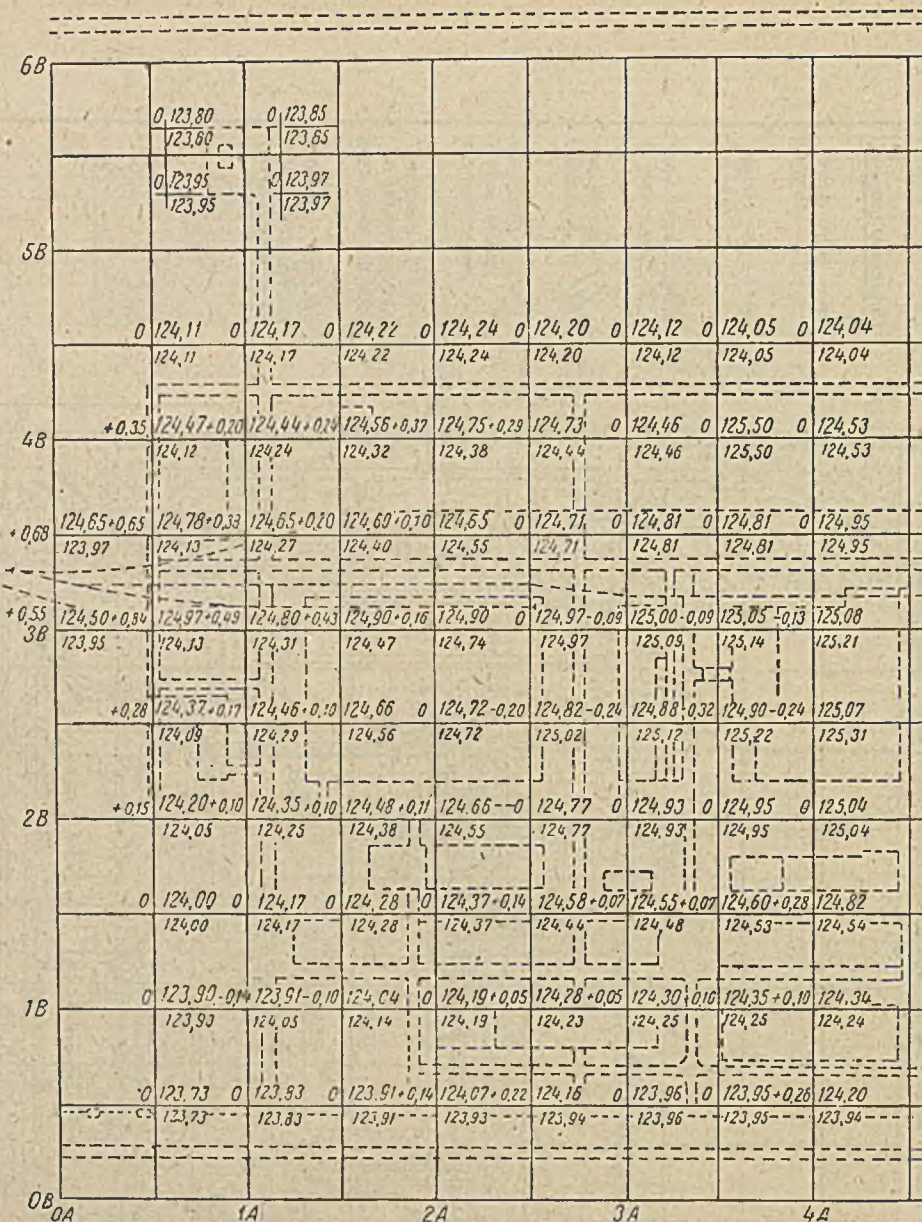
#### TECHNICZNO-EKONOMICZNE WSKAŹNIKI PLANU GENERALNEGO

W ciągu procesu opracowywania planu generalnego niezbędne jest poddanie wszystkich jego rozwiązań wszechstronnej analizie i zestawienie schematu produkcyjnego oraz transportowego, zwartości rozplanowania,









Rys. 45. Wykres pionowego planowania powierzchni [1].

rozmieszczenia w stosunku do kierunku panujących wiatrów, możliwości rozbudowy, połączenia z rejonowymi urządzeniami i osadą, długości torów kolejowych i dróg kołowych (powierzchni zabrukowanych) sieci instalacyjnych, kierunku strumieni przepływu pracowników i przecięcia się tych strumieni z torami kolejowymi, właściwości ukształtowania powierzchni, objętości robót ziemnych itp. W celu rozstrzygnięcia, które z tych rozwiązań jest bardziej ekonomiczne dla każdego z nich sporządza się kosztorys.

Przy porównaniu poszczególnych rozwiązań mogą być również wykorzystane następujące wskaźniki techniczno-ekonomiczne: współczynnik zabudowy terenu zakładów, współczynnik wykorzystania terenu, objętość robót ziemnych przypadająca na 1 ha powierzchni zakładu, długość linii kolejowych na 1 ha powierzchni zakładu, długość dróg kołowych i sieci poszczególnych instalacji również na 1 ha powierzchni.

Najbardziej rozpowszechnione są wskaźniki zabudowy i wykorzystania terenu zakładu:

Współczynnik zabudowy określa zwartość zabudowy terenu i jest stosunkiem powierzchni zajętej budynkami i krytymi budowlami (urządzeniami) do powierzchni całego terenu zakładu. Dla nowych przedsiębiorstw budowy maszyn współczynnik ten można przyjąć 0,22 — 0,28. Zmniejszenie tej wielkości związane jest z powiększeniem wydatków na budowę i eksploatację komunikacji międzywydziałowej, dróg transportowych oraz na urządzenie terenu zakładów.

Współczynnik wykorzystania terenu charakteryzuje stosunek powierzchni, na której rozmieszczone są budynki, budowle, urządzenia (i instalacje) włącznie z odkrytymi składami, drogami kolejowymi i drogami kołowymi, do powierzchni całego terenu zakładów. Dla nowych zakładów budowy maszyn można przyjąć ten współczynnik 0,40 — 0,52.

Wskazane wielkości współczynników zabudowy i wykorzystania odnoszą się głównie do parterowej zabudowy powierzchni zakładów typu pawilonowego (łącznie z wydziałami połączonymi w jednorodne grupy); przy



Tablica 9

## Podstawowe techniczno-ekonomiczne wskaźniki planu generalnego zabudowy. Według rodzaju produkcji

Nazwa wskaźników	Zakłady wytwarzające								
	samochody	traktory	części samochodowe i traktorowe	urządzenia hutnicze i metalurgiczne	parowozy	lokomobile	silniki Diesla	kotły	urządzenia podnośno-transportowe
Powierzchnia w ha przemysłowej części terenu zakładowego	160 ÷ 170	70 ÷ 120	10 ÷ 20	100 ÷ 130	120 ÷ 180	24 ÷ 30	9	24 ÷ 28	11
Współczynnik zabudowy	0,20 ÷ 0,23	0,20 ÷ 0,22	0,23 ÷ 0,27	0,17 ÷ 0,19	0,18 ÷ 0,25	0,29	0,24	0,21 ÷ 0,22	0,23
Współczynnik wykorzystania terenu	0,33 ÷ 0,45	0,35 ÷ 0,45	0,40 ÷ 0,52	0,37 ÷ 0,53	0,43 ÷ 0,52	0,45 ÷ 0,53	0,41	0,34 ÷ 0,39	0,41

zwartej zabudowie wielkości współczynników znacznie wzrastają.

W tablicy 9 podane są przykładowe wskaźniki techniczno-ekonomiczne odnoszące się do projektów planów generalnych zakładów budowy maszyn średnich i ciężkich.

## PROJEKT PLANU GENERALNEGO

W skład projektu planu generalnego wchodzi następujące materiały: komplet rysunków, notatki z wyjaśnieniami i kosztorysy lub obliczenia preliminarzowo-finance robót związanych z urządzeniem i planowaniem terenu.

Do kompletu rysunków wchodzi rysunki wstępne, projektowe i robocze. Czasami sporządza się również schematy analityczne.

Rysunki wstępne zawierają:

1. schemat planowania rejonowego wykonany w jednej z następujących skal: 1:100 000, 1:50 000, 1:25 000 lub 1:10 000 z warstwicami co 10 lub 5 m;

2. plan sytuacyjny miejscowości w skali 1:25 000, 1:10 000 lub 1:5 000 z warstwicami co 5 lub 2 m;

3. plan geodezyjny w podziałce 1:2 000, 1:1 000 lub 1:500 z warstwicami co 1,0 lub 0,5 m;

4. plan wykopów i wierceń;

5. przekroje geologiczne.

Rysunki projektowe zawierają:

1. schemat planu generalnego,

2. plan generalny,

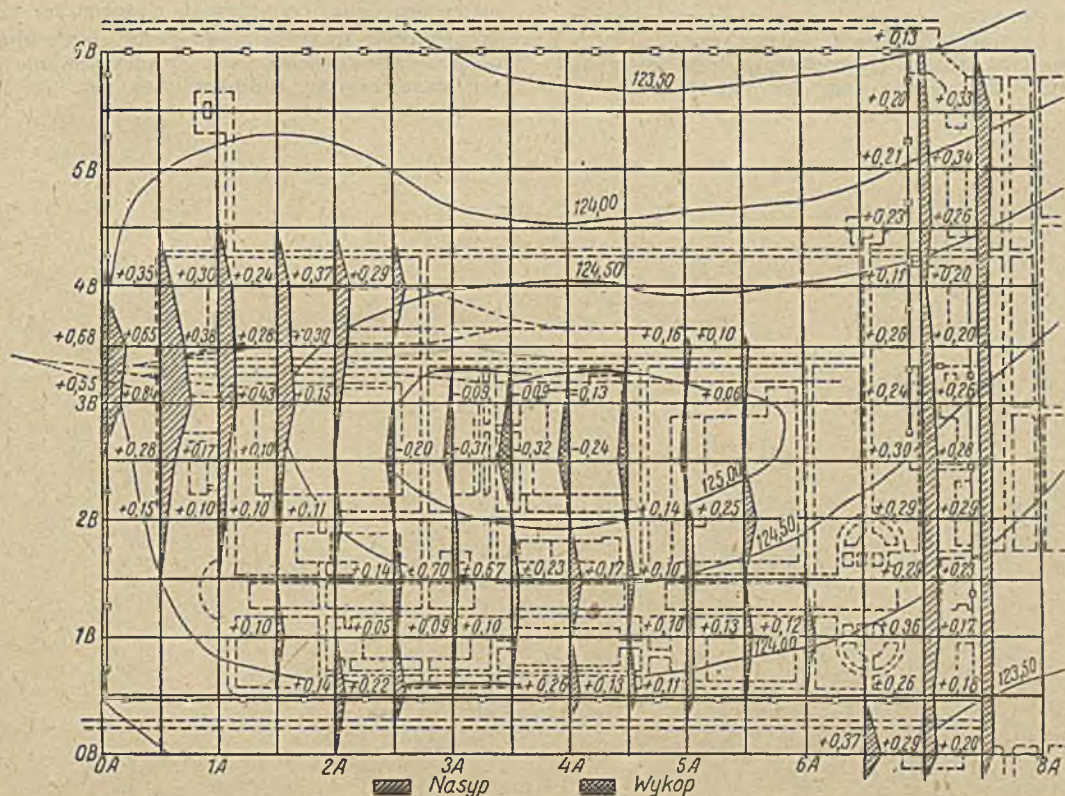
3. plan instalacji podziemnych,

4. plan ukształtowania terenu,

5. plan i kartogram robót ziemnych (planowanie pionowe),

6. rysunki profilów.

Schemat planu generalnego sporządza się zwykle w podziałce 1:1 000, przy czym dla bardzo dużych przedsięwzięci 1:2 000 dla małych (poniżej 5 ha) — 1:5 000 z warstwicami co 1,0 lub 0,5 m. Na schemacie planu generalnego pokazuje się wszystkie budynki i nazienne budowle (urządzenia) zakładów, drogi kolejowe i drogi kołowe, powierzchnie przeznaczone na odkryte składy i teren przedzakładowy, a także różę wiatrów, objaśnienia dotyczące budynków, budowli (urządzeń) i dróg, jak



Rys. 46. Kartogram robót ziemnych [1].



również wskaźniki ogólnej powierzchni, współczynniki zabudowy i wykorzystania terenu.

Plan generalny sporządza się w tej samej podziałce co schemat planu generalnego, przedstawia on ostatecznie sprecyzowany rysunek. Nieskomplikowane sieci instalacyjne podziemne małych zakładów umieszcza się na tym samym rysunku, skomplikowane zaś — na oddzielnym.

*Rysunki robocze* zawierają: skoordynowany plan generalny, rysunki węzłów, przekrojów i profilów, rysunki szczegółów budowl (urządzeń) i całkowity plan generalny. W skoordynowanym planie generalnym przedstawia się związaną wszystkich budynków i budowl (urządzeń) z budowlaną siatką kwadratów o boku 100 m. Poziome rzędy siatki oznaczają się literą *A* z indeksem, a pionowe literą *B* z indeksem. Siatka budowlana kwadratów wiąże się z siatką geodezyjną; na planie koordynuje się narożniki budynków, skrzyżowania osi dróg, kąty zakrętów, początek i koniec krzywizny torów kolejowych.

Położenie węzła i przekrojów umieszcza się na planie. Przekroje sporządza się dla charakterystycznych punktów powierzchni, położonych przeważnie w przerwach między wydziałami. Na przekroju przedstawia się wszystkie podziemne, naziemne i nadziemne urządzenia, wymiarując

rozmszczenie ich osi. Dla podziemnych urządzeń podaje się również średnicę rur, studni oraz projektowaną ich głębokość.

Dla bardziej skomplikowanych miejsc skrzyżowania się dróg, rurociągów itd. sporządza się rysunki węzłów. Uzupełniające profile wykonuje się głównie dla linii kolejowych i dróg kołowych. Rysunki szczegółów sporządza się dla nadziemnych, podziemnych i naziemnych urządzeń, dla dróg oraz dla ukształtowania powierzchni i uzbrowienia terenu.

Całkowity plan generalny sporządza się w podziałce 1:500 lub 1:200 i przedstawia się do sprawdzania pod kątem widzenia ogólnej harmonii rozplanowania i ewentualnego wykazania braku powiązań pomiędzy poszczególnymi urządzeniami przez nakładanie projektów oddzielnych urządzeń na wszystkie pozostałe.

*Analityczne schematy* sporządza się dla oceny wyboru rozwiązań planu generalnego (w skład projektów schematy te nie wchodzi). Do nich odnoszą się schematy strumieni przebiegu ładunków, strumieni przepływu pracowników, planowania powierzchni, wyżywienia społecznego, obsługi lekarskiej i inne.

#### LITERATURA I ŹRÓDŁA

1. BANNIKOW. N: Metod projektowania gienieralnogo plana promyslennowo predpriatja — zawoda. Gosstroizdat, 1938.
2. SIERK. L. PROF.: Kurs architektury, t. III, rozd. VI „Gienieralnyj plan“, Gosstroizdat. 1940.
3. SZTAMM E. INŻ.: Promyslennyje zdanja. F. X. Stroitielnaja industrja. Raspotoženje proizwodstwiennyh zdanj na ploszczadkie. ONTIJ, 1937.
4. GOFMAN W. PROF.: Osnovy projektowania promyslennyh zdanj. Gosstroizdat. 1934.
5. Promstrojprojekt. Sprawocznik projektirowszczika promyslennyh sooruzenij. F. 1, cz. 2 „Architektura promyslennyh zdanj“. Gosstroizdat. 1935.
6. JEGOROW M. PROF.: Osnovy projektowania mehanicznych i sborocznyh cechow. Maszgiz. 1940.
7. Promstrojprojekt, Etałon techničeskowo projekta prompredpriatja. „Gienieralnyj plan“, ser. 924, M 1938.
8. Projekty gienieralnyh planow. Giprosriedmasza.
9. Projekty gienieralnyh planow. Giprotjažmasza.
10. Obszczesozuznyje protiwopožarnyje normy stroitielnowo projektowania promyslennyh predpriatji, OST 90015-39. Gosstroizdat. 1939.
11. Sanitarnyje normy i prawa projektowania, Predpriatja promyslennyje, GOST B 1324-43.
12. Normy projektowania składskich predpriatij i chozjastw dla chranienja legkowospłamienjuszczysja i gorjuczich židkostiej, OST 90039-39. Gosstroizdat. 1940.
13. Protiwopožarnyje normy projektowania składow iskopajemowo uglia, OST 90099-40. Gosstroizdat 1940.
14. AJZENBERG B. INŻ.: Sprawocznik projektanta maszynostroitielnych zawodow, rozd. „Projektowanie gienieralnogo plana zawoda“. Giprosredmasz. 1945.



## DODATEK

**Zestawienie rozporządzeń i okólników dotyczących przepisów budowlanych obowiązujących w Polsce.**

1. Rozporządzenie Prezydenta Rzeczypospolitej z dnia 16. II. 1928 r. o prawie budowlanym i zabudowaniu osiedli (Dz. U. R. P. Nr 23 poz. 202 przy uwzględnieniu zmian wprowadzonych w ustawie aż do ostatniej nowelizacji z dnia 14 lipca 1936 r. oraz uwzględnienia pełnego tekstu przepisów Dz. U. R. P. Nr 34 poz. 216 z 1939 r.).
2. Rozporządzenie Ministra Robót Publicznych wydane w porozumieniu z Min. Spr. Wewn. z dnia 24. X 1931 r. o zespoleniu osób, urzędów i organów technicznych z Władzami Administracji Ogólnej w zakresie służby budowlanej (Dz. U. R. P. Nr 12 poz. 71 z 1932 r.).
3. Dekret Rady Ministrów z dnia 2. IV. 1946 r. o planowym zagospodarowaniu przestrzennym kraju (Dz. U. R. P. Nr 16 poz. 100 z 1946 r.).
4. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 20. III. 1947 r. o współdziałaniu władz w akcji planowej zagospodarowania przestrzennego kraju (Dz. U. R. P. Nr. 34 poz. 152 z 25. IV. 1947 r.).
5. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 24. III. 1939 r. o przygotowaniu w czasie obrony przeciwlotniczej i przeciwgazowej w dziedzinie budownictwa przemysłowego (Dz. U. R. P. Nr 31 poz. 207 z 1939 r.).
6. Okólnik Ministerstwa Spraw Wewnętrznych z dnia 8. III. 1939 r. Nr 10 w sprawie przepierzeń drewnianych na strychach (Dz. Urzęd. Min. Spr. Wewn. Nr 6 z dnia 10. III. 1939 r.).
7. Ustawa z dnia 13. III. 1934 r. o oddaleniu budowli, składów, zadrzewienia i robót ziemnych od linii kolejowych oraz pasach ochronnych przeciwpożarowych i zasłonach śnieżnych (Dz. U. R. P. Nr 28 poz. 220 z 1934 r.).
8. Rozporządzenie Ministra Komunikacji z dnia 7. IX. 1934 r. wydane w porozumieniu z Ministrami Spraw Wewnętrznych oraz Rolnictwa i Reform Rolnych o urządzeniach i utrzymaniu pasów ochronnych przeciwpożarowych i zasłon odśnieżnych (Dz. U. R. P. Nr 84 poz. 750).



## Rozdział XIV

# PROJEKTOWANIE GOSPODARKI TRANSPORTOWEJ I MAGAZYNOWEJ ZAKŁADU PRZEMYSŁOWEGO

### WIADOMOŚCI OGÓLNE

#### Wyjściowe dane do projektowania

Transport zakładu przemysłowego budowy maszyn można podzielić na dwie strefy działania: *transport zewnętrzny*, czyli dostawę ładunków na teren zakładu z ogólnej sieci kolei, z baz surowcowych i przedsiębiorstw przemysłowych, z portów, z miast i osiedli, jak również wysyłkę ładunków z terenu zakładu do wymienionych punktów oraz transport wewnątrz zakładu. *Transport wewnątrz* zakładu dzieli się na transport wewnątrz-wydziałowy<sup>1)</sup> obejmujący przewóz ładunków między oddziałami wydziału i transport międzywydziałowy obejmujący przewóz ładunków pomiędzy poszczególnymi wydziałami i magazynami. W niektórych przypadkach transport międzywydziałowy jest również częściowo wykorzystany i do przewozów wewnątrz-wydziałowych.

Do zespołu urządzeń gospodarki transportowej zalicza się sprzęt i urządzenia bezpośrednio niezbędne do przewozu ładunków i wykonania czynności załadowniczych i rozładowniczych, jak również sprzęt i urządzenia do prac pomocniczych, remontowych i innych. Przy projektowaniu należy uwzględnić konieczność wzajemnej współpracy i powiązania wszystkich środków gospodarki transportowej. Oprócz tego projekt transportu zewnętrznego powinien być całkowicie zgrany z istniejącymi urządzeniami transportowymi terenu zakładu uwzględniając możliwości ich rozwoju.

Do projektowania *transportu zewnętrznego* służą następujące dane wyjściowe:

- a. zewnętrzny obrót towarowy zakładu,
- b. dane o istniejącej sieci transportowej i jej późniejszym rozwoju,
- c. dane topograficzne, geodezyjne i wyniki innych badań.

Do projektowania transportu wewnętrznego zakładu służą następujące dane:

- a. podstawowy schemat procesów technologicznych zakładu,
- b. materiały badawcze, na podstawie których opracowuje się plan generalny, ustala się kierunki transportowe i wyznacza schemat sieci transportowych.

<sup>1)</sup> W rozdziale tym nie są rozpatrywane zagadnienia transportu wewnętrznego wydziałów; są one podane w rozdziałach omawiających projektowanie poszczególnych wydziałów.

Przy wyborze rodzaju transportu należy uwzględnić:

1. rodzaj ładunków, ciężar i wymiary jego poszczególnych jednostek,
2. ogólną ilość ładunków i natężenie przewozów,
3. odległości przewozu ładunku i wysokość na jaką jest on podnoszony,
4. wymiary możliwości rozmieszczenia tras i urządzeń transportowych,
5. rodzaj urządzeń załadowniczo-wyładowniczych,
6. wymagania procesów technologicznych przedsiębiorstwa.

W większości przypadków wybór najważniejszych urządzeń transportowych może być dokonany na podstawie wyników uzyskiwanych w praktyce, a także jako wynik porównania pod względem ekonomicznym kilku możliwych rozwiązań.

Przyjmuje się te urządzenia transportowe, które w sposób najbardziej celowy w stosunku do przyjętej jednostki produkcyjnej zakładu łączą w sobie wydatki na budowę i koszty eksploatacji.

Przy wstępnym projektowaniu przyjmuje się rozwiązania o charakterze zasadniczym, dające możliwość wyboru najkorzystniejszego wariantu i ustalenia podstawowych przesłanek do najważniejszych zagadnień.

Szczegółowe projektowanie zawiera pełne opracowanie techniczne i ekonomiczne wszystkich zagadnień transportowych koniecznych do budowy i eksploatacji.

#### Rodzaje i zakres stosowania transportu

Stosowane zazwyczaj w zakładach budowy maszyn rodzaje transportu i urządzenia transportowe wewnątrz-wydziałowe i międzywydziałowe mogą być klasyfikowane w następujący sposób (tabl. 1).

Transport szynowy normalnotorowy stosuje się do przewozu najróżnorodniejszych ładunków, szczególnie zaś do masowego przewozu węgla, rudy, piasku, piasku formierskiego, materiałów hutniczych, drewna itp., jak również do przewozu wymienionych materiałów mniejszymi partiami odpowiadającymi ładowności wagonów 12–50 ton.

Prócz tego użycie tego rodzaju transportu jest celowe, gdy należy przewieźć pojedynczo ciężkie przedmioty o ciężarze 5 — 10 ton i więcej.

Transport kolejną normalnotorową wymaga znacznych nakładów na budowę torów, a także dostatecznie dużych powierzchni do układania torów z odpowiednio wielkimi promieniami krzywizn.



T a b l i c a 1

Transport szynowy	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kolej normalnotorowa ze środkami pociągowymi</li> <li>Kolej wąskotorowa ze środkami pociągowymi jak wyżej i prócz tego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>lokomotywy parowe</li> <li>lokomotywy motorowe</li> <li>lokomotywy elektryczne</li> <li>stałe nieruchome urządzenia pociągowe (przyciągarki)</li> <li>z siłą pociągową konną</li> <li>z siłą pociągową ręczną</li> </ul>
Transport bezszynowy	<ul style="list-style-type: none"> <li>Samochody z przyczepami i bez przyczep na paliwo</li> <li>Ciągniki z przyczepami</li> <li>Wózki motorowe ze stałą lub podnośną platformą</li> <li>Wózki ręczne ze stałą lub podnośną platformą</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>plynne stałe gazowe</li> <li>ciągniki samochodowe</li> <li>ciągniki elektryczne</li> <li>traktory { kołowe gąsienicowe</li> <li>akumulatorowe samochodowe</li> <li>elektryczne, zasilane z sieci górnej dwuprzewodowej</li> </ul>
Transport po torach podwieszonych	<ul style="list-style-type: none"> <li>Z gładkim elementem nośnym</li> <li>Z sztywnym elementem nośnym</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>liniowe</li> <li>jednoszynowe</li> </ul>
Transport wodny		

Dla przewozów międzywydziałowych w zakładach ten rodzaj transportu jest niewygodny ze względu na trudności manewrowania i duże zużycie czasu na przebiegi powodowane zwrotnicami i bocznicami.

Transport kolejowy normalnotorowy do przewozów międzywydziałowych stosuje się głównie w zakładach budowy maszyn ciężkich, zwłaszcza posiadających wydziały metalurgiczne powodujące stały i duży ruch towarowy.

W zakładach budowy maszyn średnich omawiany rodzaj transportu stosuje się przeważnie do dostawy surowców do głównych magazynów i wywozu gotowych wyrobów.

W zakładach tych zasadniczym rodzajem transportu jest transport bezszynowy.

Transport szynowy wąskotorowy jest uniwersalnym rodzajem transportu dla tych samych ładunków, które przewożone są kolejami normalnotorowymi, lecz przy mniejszym natężeniu ładunków. Dzięki możliwości stosowania krzywizn o mniejszych promieniach transport wąskotorowy posiada właściwości dogodniejszego rozmieszczenia trasy łatwo wpisującej się w plan generalny zakładu. Ma to zasadnicze znaczenie w warunkach zakładu o ścisłej zabudowie w stosunku do terenu.

Bezszynowy transport samochodowy w zakładach budowy maszyn stosuje się do przewozów zewnętrznych (zaopatrzenia i zbytu) i wywozu na hałdy.

Stosowanie transportu samochodowego dla przewozu między wydziałami jest ograniczone wskutek stosunkowo bliskich odległości między wydziałami i magazynami; w związku z tym zasadniczą cechą samochodu — duża szybkość jazdy — nie może być całkowicie wykorzystana.

Różnorodność przewożonych ładunków, stosunkowo niewielka ich objętość, rozmieszczenie części magazynów wewnątrz wydziałów i częściowe składanie na stanowiskach roboczych, wymagają wjazdu samochodów do budynku wydziału. Wszystko to decyduje, że transport samochodowy jest nie celowy dla potrzeb wewnętrznych zakładu.

Dla samochodów mogą być drogi bite lub drogi o nawierzchni wysokiej klasy, jak również drogi gruntowe.

Drogi brukowane kamieniem polnym są niepożądane.

Drogi samochodowe powinny być izolowane od masowych przejść robotników i głównych kierunków międzywydziałowego transportu bezszynowego innymi środkami. Należy także unikać skrzyżowań z głównymi torami kolejowymi.

Bardzo zalecane jest stosowanie przyczep. Powiększa to współczynnik wykorzystania samochodu i przyspiesza obrót ładunków, ponieważ ładowanie przyczep odbywa się przed przyjsciem samochodu, rozładowanie natomiast — po odczepieniu ich od samochodu.

Ciągniki z przyczepami stanowią wygodny rodzaj wewnętrznego transportu zakładowego do przewozu ciężkich ładunków na znaczne odległości, w przypadkach gdy budowa dróg dla wózków elektrycznych i silnikowych pociągaby za sobą znaczne koszty.

Stosowanie ciągników jest specjalnie korzystne w tych wypadkach, gdy punkty wysyłki i odbioru zapatrzone w urządzenia załadowczo-wyładowcze są tak położone, że nie wymagają wprowadzenia składów pociągów ciągnikowych wewnątrz wydziału i gdy istnieje możliwość obsługiwania punktów wysyłki i odbioru według z góry wyznaczonych tras.

Ponieważ ciągnik przyczepiony bywa do uprzednio załadowanych przyczep i nie czeka na ich rozładowanie, współczynnik wykorzystania ciągnika jest bardzo wysoki.

Drogi komunikacyjne tego rodzaju transportu powinny być wyższej jakości niż drogi dla samochodów. Stosowanie dróg brukowanych kamieniem polnym z reguły jest niedopuszczalne.

Traktory gąsienicowe mogą być używane wyjątkowo na bardzo złych drogach, na przykład do wywożenia na hałdy.

Specjalnym środkiem transportu są pojazdy specjalne o wielkiej ładowności do przewozu znacznych ładunków o ciężarze do 200 ton, na przykład do przewozu wyrobów zakładów budowy maszyn ciężkich.

Poza tym pojazdy te mogą być używane do transportu załadowanych wagonów kolejowych od stacji kolejowych do punktów odbioru ładunku i odwrotnie, jeśli z powodu miejscowych warunków nie może być przeprowadzona bocznica kolejowa.

Wózki o napędzie silnikowym (akumulatorowe, spalinowe i sieciowe) są najbardziej rozpowszechnionym środkiem transportowym wewnątrz zakładu.

Szczególnie wygodne są wózki z podnoszoną platformą przyspieszającą załadowanie i rozładowanie towaru.

Zasadnicze wózki o napędzie silnikowym (spalinowym) z podnoszoną platformą stosowane są dla zapewnienia łączności transportowej między wydziałami przygotowawczymi i mechanicznym a montażowym, gdy po pierwsze zachodzi konieczność przebycia stosunkowo znacznych odległości między budynkami, po drugie istnieje możliwość zabierania wyrobów bezpośrednio ze stanowisk roboczych i magazynów międzyoperacyjnych, jak również dostarczania ich bezpośrednio do wymienionych punktów.

Powierzchnie dróg środków transportu powyższego rodzaju powinny dopuszczać znaczne obciążenie jednostkowe oraz powinny posiadać powierzchnie gładkie. Największy dopuszczalny spadek dróg wynosi 10% z wyjątkiem krótkich odcinków o długości kilku metrów (na przykład przy wjeździe do budynku wydziału), które mogą być bardziej strome.



Nieodłącznie związane z wózkami o podnoszonej platformie są zdejmowane podstawki na nożkach, zdejmowane skrzynie itp. urządzenia, na które załadunku się przewożone materiały półfabrykaty lub gotowe wyroby w krótszych lub dłuższych odstępach czasu poprzedzających nadejście wózka. Dzięki temu czas załadunku i rozładunku nie przedłuża czasu obiegu wózka. Wózki ze stałą platformą mechanizują tylko przewóz ładunku i dlatego ich podstawowymi czynnościami są:

1. obsługiwane sekcji posiadających urządzenia do mechanicznego ładowania i rozładunku,
2. dostawa ładunków zbiorczych do kilku punktów przeznaczenia, na przykład materiałów, półfabrykatów, części, zespołów itp. z magazynu głównego do magazynów międzyoperacyjnych wzdłuż linii montażowych,
3. dostawa różnego rodzaju materiałów z magazynu zaopatrzeniowego do magazynów wydziałowych,
4. przewóz ładunków przypadkowych i nieregularnych. Wózki ręczne stosowane są w bardzo szerokim zakresie do przewozu między wydziałami i magazynami w przypadku małych między nimi odległości i dobrych dróg.

Wszystkie wymienione rodzaje bezszynowego transportu różnią się od szynowego tym, że:

1. powierzchnie ich dróg są znacznie mniejsze ze względu na potrzebę niewielkiego miejsca dla zmiany kierunku,
2. cechuje je większa zwrotność,
3. długość drogi przewożonych przy ich pomocy ładunków jest bardzo bliska rzeczywistej odległości między punktami wysyłki i odbioru.

Głównymi zaletami wiszących kolejek linowych jest to, że nie kępują terenu zakładu, posiadają możliwość połączenia przewozów pionowych i poziomych oraz do ich obsługi wystarcza mała ilość personelu.

Wiszące kolejki linowe należy stosować w przypadkach, gdy trasa ma przechodzić nad różnymi przeszkodami, jak budynki, rzeki, itp. lub w przypadku, gdy transport ładunku musi być bezpośrednio dokonany na znaczną wysokość (na przykład do przewozu paliwa ze składu węgla do górnego zbiornika położonego w stosunku do tego składu w najodleglejszym punkcie terenu zakładu). Trasa wiszącej kolejki linowej powinna być możliwie prosta i posiadać najwyżej jeden lub dwa zakręty.

Przewozu ładunku dokonuje się w podwieszonych wagonikach (skrzyniach) z urządzeniem do samoczynnego rozładunku. Nośność skrzyń wynosi 0,25 — 1,3 tony. Wagoniki poruszają się jeden za drugim w odstępach półminutowych lub większych.

#### Ustalenie obrotu ładunków

Wyjściowymi danymi do projektowania transportu zakładu jest obrót ładunków i plan rozmieszczenia punktów wysyłki i odbioru.

Obrotem ładunków nazywamy wielkość wagową ładunku podlegającą transportowi w oznaczonym okresie czasu (rok, miesiąc, doba, godzina).

Najlepsze wykorzystanie środków transportowych osiąga się przy nieprzerwanej i równomiernej ich pracy.

Nierównomierność pracy określa się współczynnikiem  $K$  równym stosunkowi największego możliwego obrotu ładunków w określonym okresie czasu do średniego rzeczywistego obrotu ładunków w tym samym czasie.

Obliczanie transportu przeprowadza się przeważnie według największego obrotu ładunków w ciągu doby lub według największego obrotu ładunków w czasie jednej zmiany:

$$Q_{\max} = K \frac{Q_{\text{rok}}}{n}$$

gdzie:

$Q_{\text{rok}}$  — roczny obrót ładunków,  
 $n$  — ilość dob pracy lub zmian w roku.

Do obliczania wydajności urządzeń transportowych, koniecznej do określenia poszczególnych linii transportowych, opracowuje się tablicę według wzoru tablicy 2.

Tablica 2

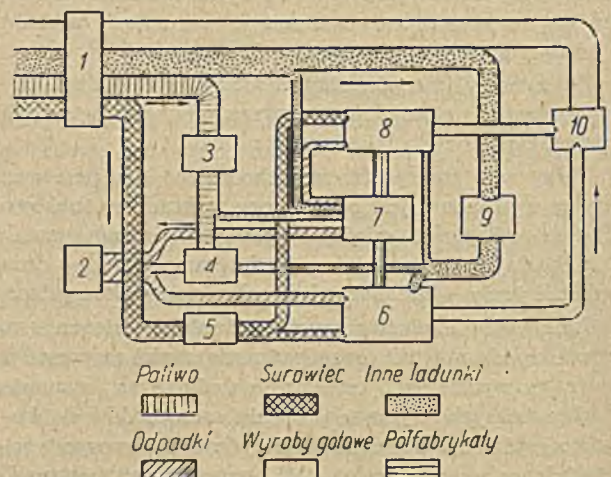
Tablica linii transportowych<sup>1)</sup>

Skład	Dokąd	Stacja kolejowa	Stacja zakładu	Wydział nr 1	Wydział nr 2	Wydział nr 3	Haldy itp.	Razem
Stacja kolejowa	—	—	10 000	—	—	—	—	10 000
Stacja zakładu	1000	—	—	2000	8000	—	—	11 000
Wydział nr 1	—	200	—	—	—	—	1800	2000
Wydział nr 2	—	—	—	—	—	8000	—	8000
Wydział nr 3	—	800	—	—	—	—	7200	8000
Haldy itp.	—	—	—	—	—	—	—	—
Razem	1000	11 000	2000	8000	8000	9000	9000	39 000

<sup>1)</sup> Dane w tablicy są liczbami przykładowymi.

Tablicę tę sporządza się biorąc pod uwagę współczynnik nierównomierności pracy w okresie przyjętym do obliczenia w stosunku do wszystkich ładunków łącznie, a następnie w stosunku do poszczególnych grup ładunków przewożonych odmiennymi rodzajami urządzeń transportowych. Ilość przewożonych ładunków określa się w tonach, metrach sześciennych, sztukach, wagonach itp.

W celu uwidocznienia zaleca się wykonać wykresy linii transportowych i natężenia ładunków (rys. 1).



Rys. 1. Wykres przepływu transportu ciężarowego: 1 — stacja zakładu; 2 — halda; 3 — magazyn opalu; 4 — kotłownia centralnego ogrzewania; 5 — magazyn surowca; 6 — wydział Nr 1; 7 — wydział Nr 2; 8 — wydział Nr 3; 9 — magazyn główny; 10 — magazyn wyrobów gotowych.



Stosownie do wytyczonych dróg dla każdego rodzaju transportu, zwłaszcza dla traktorowego i elektrycznego, wyznacza się czasy i drogi przejazdów. Dla parowozów manewrowych ustala się rejon obsługi.

Określenie niezbędnej ilości taboru roboczego transportowego zarówno jednostek pociągowych, jak i przyczep można przeprowadzić różnymi sposobami opartymi na tej samej zasadzie. Jeden ze wskaźników umieszczonych w pierwszej kolumnie tablicy 3 ( $Q, R, M$ ) odpowiadający całkowitej ilości przewiezionego ładunku w okresie  $T$ , dzieli się przez podobny wskaźnik, odpowiadający jednostce taboru, podany w drugiej kolumnie tablicy ( $Q_1, R_1, M_1$ ).

Ilość potrzebnych jednostek roboczych taboru  $n$  określa się oddzielnie dla każdego rodzaju składu taboru (pa-

rowozów, ciągników, wagonów, wózków akumulatorowych, itp.) według wzoru:

$$n = \frac{Q}{Q_1} \quad \text{lub} \quad n = \frac{R}{R_1} \quad \text{lub} \quad n = \frac{M}{M_1}$$

Ogólną ilość jednostek taboru (inwentarzowa) określa się według wzoru:

$$n_c = \frac{n}{\gamma}$$

gdzie  $\gamma$  — współczynnik wykorzystania taboru.

$$\gamma = \frac{D_1}{D_1 + D_2 + D_3}$$

gdzie:

$D_1$  — czas pracy jednostki taboru w okresie obliczeniowym (czas między kapitalnymi remontami),

$D_2$  — czas przebywania w remoncie w tym okresie,

$D_3$  — czas przestoju (niewykorzystanie w pracy) w tym okresie (postój w garażu, parowozowniach lub warsztatach).

Normy do obliczenia obrotu ładunków, a mianowicie czas załadowania i rozładowania, szybkość jazdy itd. są częściowo ustalone (np. dla transportu samochodowego „Jednolite normy wykonanej pracy i oszacowań”), częściowo przyjmuje się dane doświadczalne istniejących przedsiębiorstw.

Dokładniejsze określenie ilości taboru transportowego wykonuje się za pomocą zestawienia wykresu ruchu transportowego.

Do obliczeń przybliżonych podane są w tablicy 4 średnie wartości czasów ładowania, rozładowania i jazdy taboru transportu bezszynowego przy przewozie części (według danych jednego zakładu budowy maszyn [14]).

W cyklu czynności transportowych znaczną ilość czasu zajmują załadunek i rozładunek. Przy małych odległościach przewozu te ostatnie czynności zajmują większą część czasu. Oprócz tego czynności załadowania i rozładowania pochłaniają zbyt wiele pracy.

Przy projektowaniu transportu należy dążyć do najbardziej szczegółowo obmyślanej organizacji czynności załadunkowych i rozładunkowych i dążyć do najmniejszej ilości przeładunków.

Osiągnąć to można przez:

1. wprowadzenie urządzeń do mechanicznego załadowania i rozładowania (zbiorniki, pomosty, dźwigi itd.),
2. zastosowanie odpowiednich urządzeń w taborze (wywrotki, otwierane dna itp.),
3. użycie przyczep,
4. transport ładunków w znormalizowanym opakowaniu zwrótnym.

Wspomniane poprzednio podstawki na nóżkach i skrzyżnie są jednym z rodzajów znormalizowanego opakowania zwrótnego. Drugim rodzajem tego opakowania są zbiorniki specjalne przystosowane do poszczególnych ładunków przewożonych różnymi środkami transportu.

Zbiorniki te mogą być uniwersalne — do transportu wszelkiego rodzaju ładunków, przystosowane do przewozu koleją, samochodami i drogami wodnymi oraz specjalne — do transportu określonych rodzajów ładunku według wyznaczonych przebiegów.

Tablica 3

## Określenie ilości taboru

Wskaźniki ogólnej ilości ładunków podlegających przewozowi w okresie $T$	Wskaźniki dla jednostki taboru pojazdów o ładowności $q$
1. Do przewozu między dwoma punktami dowolnym rodzajem taboru Ilość ładunku $Q$ (w tonach) podlegającego przewozowi na odległość $l$ (w m)	<p>Ilość ładunku <math>Q_1</math> przewożonego jednostką taboru</p> $Q_1 = q \cdot \beta \cdot \frac{T}{t}$ <p>gdzie <math>\beta</math> — współczynnik wykorzystania ładowności względnie siły pociągowej  <math>t</math> — całkowity czas przewozu</p> $t = t_1 + t_2 + t_3 + t_4$ <p><math>t_1</math> — czas załadowania  <math>t_2</math> — czas jazdy z ładunkiem</p> $\left( t_2 = \frac{l_1}{v_1} \right)$ <p><math>t_3</math> — czas rozładowania  <math>t_4</math> — czas powrotu</p> $\left( t_4 = \frac{l_2}{v_2} \right)$ <p><math>l_1</math> — długość drogi z ładunkiem } <math>l = l_1 + l_2</math>  <math>l_2</math> — długość drogi powrotnej }  <math>v_1</math> i <math>v_2</math> — odpowiednie szybkości jazdy</p>
2. Do przewozu między kilkoma punktami samochodami i ciągnikami Ogólna praca przewozu $R$ w tonokilometrach (tkm) względnie w tonometrach (tm) w przypadku wielu punktów wysyłki i odbioru	<p>Praca transportowa przeprowadzona jednostką taboru <math>R_1 = L \cdot \alpha \cdot \beta \cdot q</math></p> <p>gdzie <math>L</math> — droga przebyta przez jednostkę taboru w okresie czasu <math>T</math>, przyjmuje się ją według norm, przy określonych natomiast przebiegach oblicza się według wzoru:</p> $L = \frac{T \cdot l_1 \cdot v}{l_1 + t_0 \cdot v}$ <p>gdzie: <math>v</math> — średnia szybkość dla całego przebiegu.  <math>t_0 = t_1 + t_2</math> — czas załadowania i rozładowania</p> <p><math>\alpha = \frac{l_1}{l}</math> — współczynnik wykorzystania trasy  <math>l_1</math> — długość drogi z ładunkiem  <math>l</math> — całkowita długość drogi</p>
3. Do przewozów w wagonami taboru Ogólna ilość potrzebnych jednostek czasu $M$ wyznaczana w stosunku do wszystkich przewozów określonym rodzajem taboru według tablicy 2 lub według wykresu linii transportu <sup>1)</sup>	<p>środkami transportowymi o napędzie elektrycznym węwnętrznokładkowym i innymi</p> <p>Rzeczywisty czas pracy jednostki taboru w przyjętym okresie czasu <math>M_1</math></p>

<sup>1)</sup> Uwzględnia się wszystkie czynności: załadowanie, jazdę, rozładowanie, drogę powrotną; a przy drogach o obwodzie zamkniętym nowy załadunek, następny pojazd itd. Wlicza się także czas manewrowania zwrótu i powrotów pojazdu na miejsce załadowania względnie wyładunku.

Przy transporcie szynowym oblicza się czas z uwzględnieniem rzeczywistej drogi tworzącej niekiedy wskutek ruchów manewrowych linię zygawkową znacznej długości.



## Średnie wartości czasów ładowania, rozładowania i jazdy taboru transportu bezszynowego

Nazwa czynności	Wózki ręczne	Wózki wysokiego podnoszenia	Wózki akumulatorowe lub z silnikami spalinowymi		Traktory z przyczepami	Samochody
			z platformą stałą	z platformą podnośną		
1. Czas ładowania 1 tony przez jednego człowieka w min						
ręcznie	12—15	0,2—0,3	12—15	0,25	15—20	12—25
mechanicznie	1—1,5	1—1,5	1—1,5	1—1,5	1—1,5	1—1,5
2. Czas rozładowania		0,7 — 0,8 czasu ładowania				
3. Czas zebrania pustej skrzyni lub opakowania w min	0,5	0,5	0,5	0,5	2	2
4. Czas wyładowania pustego opakowania względnie zdjęcie pustej skrzyni transportowej w min	0,5	0,25	0,5	0,25	1,5	1,5
5. Czas drogi powrotnej i pojazdu do miejsca ładowania po czynnościach wskazanych w pozycji 4 w min	0,25					
6. Szybkość jazdy wewnątrz wydziału w m/min	30—40		60—65			
7. Szybkość jazdy po drogach zakładowych między głównymi wydziałami w m/min	40—50		75—80			100—150
8. Szybkość jazdy jak wyżej po drogach zakładowych o niewielkim ruchu w m/min	40—50		90—100		80—90	150—200

Ładunki w zbiornikach takich mogą być przewożone w obrębie wydziałów jednego przedsiębiorstwa oraz poza jego wydziałami — bezpośrednio do użytkownika, którym może być inny zakład.

Rozmiary i kształty tych zbiorników obliczone są w ten sposób, by umożliwiły zwarte rozmieszczenia ładunku w różnych rodzajach środków transportowych nie wykraczając poza ich ustalone graniczne rozmiary.

Ujemną stroną używania tych zbiorników zmniejszającą skuteczność wynikającą z korzystania z nich jest konieczność powrotnego ich przewozu bez ładunku, przewóz dodatkowego ciężaru (ciężaru samych zbiorników) i koszty ich wykonania.

## Schemat sieci transportowej

Sieć transportowa zakładu budowy maszyn składa się z torów kolejowych i dróg, po których bieżą linie transportowe o kierunkach określonych przez zasadnicze procesy technologiczne zakładu.

Poza tym bardzo ważnym czynnikiem wyznaczającym schemat przebiegu sieci transportowej są masowe przejścia robotników, do użytku których służą chodniki (budowane zazwyczaj wzdłuż kierunków równoległych do dróg) lub ścieżki dla pieszych.

Przy masowych przejściach robotników (o dużym nasileniu) w celu uniknięcia przecinania się ich z drogami transportowymi, buduje się z konieczności urządzenia specjalne (tunele, wiadukty).

W niektórych przypadkach może okazać się celowe wprowadzenie na teren zakładu miejskich środków transportowych, pod warunkiem całkowitego izolowania ich od terenu zakładowego odpowiednim ogrodzeniem.

Schemat sieci dróg transportowych powinien być projektowany jednocześnie z opracowaniem planu generalnego zakładu.

Drogi transportu stanowią składową część zagadnienia budowy zakładu i odgrywają bardzo ważną rolę w usytuowaniu i rozplanowaniu budynków, toteż zasadniczy zarys powierzchni potrzebnej dla sieci dróg musi być szkieletowo ustalony łącznie z projektem architektonicznym, ważne jest to przede wszystkim dla ustalenia miejsca wprowadzenia dróg na teren zakładu i wytyczenia magistrali.

W miarę opracowania planu generalnego ustala się również sieć dróg komunikacyjnych, głównie jednak ich rozmieszczenie nie powinno ulegać zmianom. Wykończony projekt sieci transportowej powinien uwzględniać wszystkie szczegóły wzajemnego rozmieszczenia dróg, budynków wydziałów, wjazdów do budynków wydziałów, punkty skrzyżowań dróg transportowych i kolejowych, odprowadzenie wód itd.

Przy prawidłowo opracowanym planie generalnym zakładu wzajemne rozmieszczenie zasadniczych wydziałów powinno być tak uzgodnione z przebiegiem procesu technologicznego, aby linie przewozowe ładunków były najkrótsze i aby nie istniały przewozy w kierunku odwrotnym do kierunku głównego. Projekt wewnętrzzakładowej sieci transportowej powinien być wykonany z uwzględnieniem następujących wskazań zasadniczego charakteru:

a. magazyny dostarczanego surowca i wydziały zużywające te surowce powinny w miarę możliwości posługiwać się drogami będącymi bezpośrednim przedłużeniem dróg transportu zewnętrznego,

b. wydziały pomocnicze powinny być powiązane najkrótszą i nieskomplikowaną siecią dróg z wydziałami odbiorczymi,

c. linie kolejowe do przewozu ładunków podstawowych (opał, materiały formierskie i kopalniane, gotowe wyroby, popiół, żużel) nie powinny krzyżować się z liniami odprowadzającymi puste wagony,

d. główne linie transportowe między wydziałami i między magazynami powinny być oddzielone od głównych dróg przejścia robotników,

e. wszystkie główne drogi transportowe, kolejowe i przejścia nie powinny zbiegać się i krzyżować,

f. należy unikać niewygodnych wjazdów pod kątem, g. możliwość organizacji ruchu powinna być maksymalnie wykorzystana za pomocą rozkładu jazdy.

Przy projektowaniu urządzeń wewnętrznych w wydziałach i magazynach należy uwzględnić na planie generalnym także ich położenie, aby uzyskać najkrótsze drogi transportu wewnątrzwydziałowego i unikać spotykania się linii transportowych wewnątrzwydziałowych o przeciwnych kierunkach. Zasadnicze schematy sieci linii transportowych podane są w rozdziale XIII tego tomu, omawiającym projektowanie planów generalnych.



## Koszt własny przewozów

Koszt transportu jednostki ładunku dowolnym rodzajem transportu wyraża się wzorem:

$$S = S_1 + S_2 + S_3$$

gdzie:

$S_1$  — koszt eksploatacji taboru,  
 $S_2$  — koszt eksploatacji sieci dróg,  
 $S_3$  — koszt robocizny ładowania i rozładowania

na jednostkę transportowanego ładunku

Do każdej ze składowych pozycji pełnego kosztu transportu ładunku wlicza się bieżące koszty eksploatacji i koszty amortyzacji składające się z sum wydatkowania na renowacje taboru i kapitalny remont.

Części składowe ogólnych kosztów  $S$  określa się następująco:

$$S_1 = \frac{D}{n}$$

gdzie:  $D$  — koszt utrzymania jednostki środka transportowego w pewnym obliczeniowym okresie (godzina, zmiana, doba, rok), w czasie którego jednostka taboru transportowego wykona przewóz ładunków w ilości  $n$  jednostek.

$D$  otrzymuje nazwę w zależności od okresu czasu i rodzaju jednostki transportu („koszt parowo-godzinny“, „koszt maszynozmiany“ itp.).

$D$  składa się z następujących części:

$D_1$  — koszt utrzymania personelu obsługującego jednostkę transportową ze wszystkimi kosztami nakładowymi,

$D_2$  — koszt paliwa, wody, smarów i różnego rodzaju energii,

$D_3$  — koszt remontu,

$D_4$  — odpisy amortyzacyjne.

Koszt remontów kapitalnych może być włączony do  $D_3$  i  $D_4$ .

$$S_2 = \frac{P}{K}$$

gdzie  $P$  — koszt utrzymania taboru transportowego i urządzeń (torów, dróg stacji itp.) odpowiadający przewozowi ładunku w ilości  $K$ .

$P$  składa się z następujących pozycji:

$P_1$  — wydatki utrzymania personelu obsługującego tory, drogi, stacje i inne ze wszystkimi kosztami nakładowymi,

$P_2$  — koszt materiałów zużywanych przy eksploatacji torów, dróg, stacji i innych,

$P_3$  — wydatki na remont,

$P_4$  — odpisy amortyzacyjne.

$S_3$  określa się analogicznie do  $S_2$ .

Koszt przewozu ładunków środkami transportu wewnętrznego oblicza się zawsze na jednostkę transportowanego ładunku (1 tona, 1 m<sup>3</sup>, 1 szt.); dla dróg bocznych określa się także koszt jednego tonokilometru przewozu.

Wielkości, które składają się z  $D$  i  $P$ , wyznaczone są na podstawie rachunku kosztorysowo-finansowego kosztów eksploatacji przeprowadzonego według przybliżonych wskaźników częściowo ustalonych przepisami prawnymi, częściowo na podstawie wykorzystania praktycznych danych pokrewnych przedsiębiorstw.

Do obliczeń wstępnych koszty przewozów kolejowych mogą być określane na podstawie wskaźników podających pełne wielkości  $D$  i  $P$  opracowanych przez różnych autorów badających te zagadnienia i przez organizacje projektujące.

Wskaźniki te dają absolutne wielkości kosztów w rublach, okazują się jednak w najwyższym stopniu warunkowe nawet przy uwzględnieniu współczynników służących do przeliczenia ich na inne warunki płacy robocizny, koszty paliwa i inne.

Przytaczamy wzór odnoszący się do sieci przemysłowych kolei o szerokości torów 1524 mm w centrum ZSRR według cen zwiększonych o 30% w stosunku do roku 1936 [5].

Całkowite roczne wydatki eksploatacyjne z odpisami amortyzacyjnymi bez kosztów jednak robocizny załadowania i rozładowania określa się według wzoru:

$$E = \sum AN + 5n + \alpha n_n l$$

gdzie:

$A$  — zasadnicze stawki wydatków według pozycji wydatków z tablicy 5,

$N$  — liczba jednostek każdej pozycji wydatków,

$n$  — ogólna liczba parowozów roboczych,

$n_n$  — liczba roboczych parowozów manewrowych,

$\alpha$  — uzupełniająca stawka wydatków jednostkowych:

przy cenie 1 tony paliwa ustalonego gatunku 50 rb — 2,5 tys. rb,

przy cenie 1 tony paliwa ustalonego gatunku 200 rb — 5,5 tys. rb,

$l$  — średnia odległość przewozów na torach bocznicowych w km.

Tablica 5

Stawki wydatków jednostkowych do określenia rocznych wydatków eksploatacyjnych zakładowego transportu kolejowego

Pozycja wydatków	Stawki wydatków $A$ na jednostkę pozycji w tys. rb
1. Parowóz manewrowy zakładu przy cenie 1 tony paliwa ustalonego gatunku 50 rb przy cenie 1 tony paliwa ustalonego gatunku 200 rb	315 390
2. Parowóz komunikacyjny fabryki przy cenie 1 tony paliwa ustalonego gatunku 50 rb przy cenie 1 tony paliwa ustalonego gatunku 200 rb	325 435
3. Wagon towarowy zakładu (w przeliczeniu na dwuosobowy)	3
4. Parowozownia	50
5. Punkt dyspozycyjny	50
6. Punkt przyłączenia	45
7. Stacja	50
8. Rozgałęzienie lub posterunek stacyjny	40
9. Posterunek zurotniczy	12
10. 1 km torów stacyjnych	12
11. 1 km innych torów	18
12. Waga wagonowa	10
13. 1 milion ton przewiezionego ładunku (w ciągu roku)	80

W celu otrzymania 1 tony paliwa ustalonego gatunku należy cenę 1 tony paliwa rzeczywiście użytego (dla drewna cena 1 m<sup>3</sup>) pomnożyć przez współczynniki zależne od kalorycznej wartości paliwa i rodzaju kotła. Średnie wartości współczynników dla węgla okręgu moskiewskiego — 4, donieckiego — 2, torfu — 4, drewna — 10.

TRANSPORT SZYNOWY<sup>1)</sup>

Ogólne zasady korzystania z transportu szynowego PKP przez zakłady przemysłowe

Jednym z najszerzej stosowanych środków transportowych przez zakłady przemysłowe jest transport szynowy. W zależności od rozmiarów produkcji, rodzaju i miejsca

<sup>1)</sup> Część ta ze względu na inny prześwit torów ZSRR została opracowana w zastosowaniu do naszych warunków przez mgr. inż. Jerzego Chmielewskiego.



pochodzenia surowców zakład przemysłowy w mniejszym lub większym stopniu korzysta z usług transportu szynowego PKP, przy czym mogą mieć zastosowanie następujące odmiany:

1. zakład przemysłowy jest bezpośrednio połączony z PKP specjalnym torem, za pomocą którego otrzymuje i wyprawia ładunki,

2. zakład przemysłowy przeladowuje ładunki z sieci PKP na własną sieć kolejową (zazwyczaj o innym prześwicie toru),

3. zakład przemysłowy wyładowuje i naładowuje surowce i produkty na torach ogólnoladunkowych, dowożąc je do tych torów środkami transportu wodnego lub kołowego.

Spośród podanych tu odmian najczęściej stosowana jest odmiana pierwsza, przy czym tory znajdujące się w dyspozycji zakładu przemysłowego, z punktu widzenia eksploatacyjnego Polskich Kolei Państwowych, uważane są za bocznicę kolejową.

*Bocznicę* są bardzo ważnym czynnikiem gospodarki kolejowej, toteż racjonalna ich budowa ma szczególne znaczenie. W zależności od potrzeb posiadacza bocznicę długość torów i ich ilość może być bardzo różnorodna. Duże przedsiębiorstwa przemysłowe mogą mieć swoje stacje kolejowe, wykonujące złożoną pracę ruchową za pomocą własnego taboru składającego się z lokomotyw (parowych, motorowych, elektrycznych) i wagonów, które mogą kursować po torach ogólnej sieci, bądź wagonów specjalnego typu (do żuźla, odlewów, dźwigów itp.) mogących kursować wyłącznie po torach posiadacza bocznic. Zakład zamierzający wybudować bocznicę powinien posiadać pas gruntu lub mieć zapewnione prawo użytkowania gruntu, po którym będzie przebiegała bocznic na całej przestrzeni (tereny sieci kolejowej oraz osób trzecich względnie posiadacza bocznic). Budowę bocznic na gruntach kolejowych prowadzi kolej na rachunek zakładu, na pozostałej natomiast długości zakład może budowę wykonywać we własnym zakresie, pod pełnym jednak nadzorem kolei lub może wykonać ją kolej na rachunek posiadacza bocznic. Bocznic może być włączona:

- a. do torów stacyjnych (bocznic stacyjna),
- b. do torów szlakowych (bocznic szlakowa).

*Bocznic stacyjna* może się odgałęziać od torów stacyjnych za pomocą rozjazdu lub być przedłużeniem toru stacyjnego (np. toru uporowego). *Bocznic szlakowa* może się odgałęziać na szlaku linii jednotorowej lub dwutorowej. Jeżeli bocznic szlakowa odgałęzia się na szlaku linii jednotorowej lub jednego toru na szlaku linii dwutorowej z nieznacznym ruchem pociągów na szlaku, obsługa bocznic jest dokonywana przez drużynę pociągu zdawczego lub zbiorowego [22].

Jeżeli bocznic jest połączona tylko z jednym torem dwutorowego szlaku, a natężenie ruchu na szlaku jest znaczne, urządza się wtedy przy bocznicach posterunek bocznicowy, który bierze udział tylko w zapowiadaniu pociągów obsługujących bocznicę [22].

Jeżeli na szlaku dwutorowym bocznic ma połączenie z obydwoma torami szlakowymi, to w miejscu przecięć torów musi być wybudowany posterunek bocznicowy osłonięty semaforami i biorący udział w zapowiadaniu wszystkich pociągów jako posterunek następczy [22].

Każda bocznic posiada stację obsługującą; dla bocznic stacyjnych jest nią stacja, od której torów bocznic od-

gałęzia się. Dla bocznic szlakowych stację obsługującą wyznacza PKP w zależności od połączenia bocznic na szlaku kolejowym oraz charakteru ruchu kolejowego, który istnieje na szlaku i który jest projektowany na bocznic. Stacja obsługująca upoważniona jest przez kolej do wykonywania i przestrzegania warunków „Umowy bocznicowej” (patrz regulamin przesyłek towarowych). Mogą zdarzać się wypadki, że zakład przemysłowy nie uzyska zezwolenia PKP na budowę bocznic szlakowej (np. linie zelektryfikowane o bardzo gęstym ruchu podmiejskim).

Pewnego rodzaju odmianę bocznic szlakowych stanowią stacje „WU”. Jako posiadacz bocznic występuje tu kolej. Stacje „WU” są to tory bocznicowe odgałęziające się od torów szlakowych linii kolejowych, przy czym mogą to być specjalnie pobudowane do tego celu tory (na gruntach sieci kolejowej) lub przeznaczone do tego celu nieczynne stacje lub mijanki kolejowe. Każda stacja „WU” posiada swą stację obsługującą, przy czym może być wyznaczona inna stacja obsługująca z nadania, a inna z przybycia.

Za pewnego rodzaju odmianę bocznic stacyjnych można uważać do tego celu wyznaczone tory stacyjne z przylegającymi do nich placami ładunkowymi, dzierzawionymi przez interesantów. Na dzierzawę tych placów sporządza się umowy ustalonego wzoru. Ogólnie rzecz biorąc bocznic powinna być wybudowana tak, aby obsługa jej była łatwa i aby istnienie jej oraz praca na niej nie pogarszały bezpieczeństwa ruchu. W tym celu możliwość wjazdu i wyjazdu na tory sieci PKP z bocznic powinna być uzależniona od decyzji pracownika odpowiedzialnego za bezpieczeństwo ruchu na stacji lub szlaku sieci PKP, a jeżeli bocznic posiada swój personel ruchowy, to od wzajemnej zgody pracowników ruchu PKP i kolei zakładu przemysłowego.

Niezależnie od tego musi być zachowane bezpieczeństwo od zbiegnięcia wagonów z bocznic. Układ torów bocznic decyduje o sposobie jej obsługi. Zasadniczo bocznic składa się z toru łącznikowego, toru zdawczego, toru odbiorczego i toru ładunkowego. Nie zawsze jednak wszystkie te części występują jako oddzielne tory, często bocznic składa się z jednego toru łączącego w sobie wszystkie te właściwości.

Przy dwóch torach na bocznic jeden tor jest zdawczo-odbiorczy, drugi ładunkowy.

Bocznic większych zakładów przemysłowych (portowe) poza torami zdawczo-odbiorczymi mogą posiadać tory porządkowe i tory przeladunkowe.

Ze względu na zasady gospodarki planowej zwraca się szczególną uwagę na należyte wykorzystanie taboru przez posiadacza bocznic. Ma to szczególne znaczenie w gospodarce dużych zakładów przemysłowych, gdzie wyładunek i naładunek jest dokonywany środkami właścicieli bocznic.

W tych przypadkach ustanawia się współkorzystanie z pewnych torów stacji kolejowej i torów stacji przemysłowej, tak aby uniknąć podwójnego wykonywania tych samych prac związanych z dwustronnym wykonaniem czynności technicznych i handlowych.

Do obowiązków kolei należy podstawianie i zabieranie wagonów kolejowych środkami kolei do odpowiednio oznaczonego w terenie „Punktu zdawczo-odbiorczego”. Od tego punktu dalszy ruch wagonów po bocznic wykonywany jest środkami posiadacza bocznic. W drodze wyjątku może kolej udzielić zgody posiadaczowi bocznic,



rozporządzającemu mechanicznymi środkami do manewrów i odpowiednio wyszkolonym personelem obsługującym silniki lub lokomotywy, na wprowadzenie taboru na wyznaczone tory stacji kolejowej. Za przewóz wagonów pomiędzy „Punktem taryfowym” (ostatnim punktem, do którego lub od którego pobierane są opłaty za przewóz po sieci kolejowej) a punktem zdawczo-odbiorczym kolej pobiera opłaty według specjalnej taryfy zbudowanej w zależności od długości przewozu i ilości wagonów kolejowych jednocześnie zdawanych lub odbieranych. Jeżeli przewozy te zostaną wykonane parowozem kolei wynajętym przez posiadacza bocznicę lub stanowiącym jego własność, to opłaty za przewóz między punktem taryfowym a zdawczo-odbiorczym nie pobiera się [23].

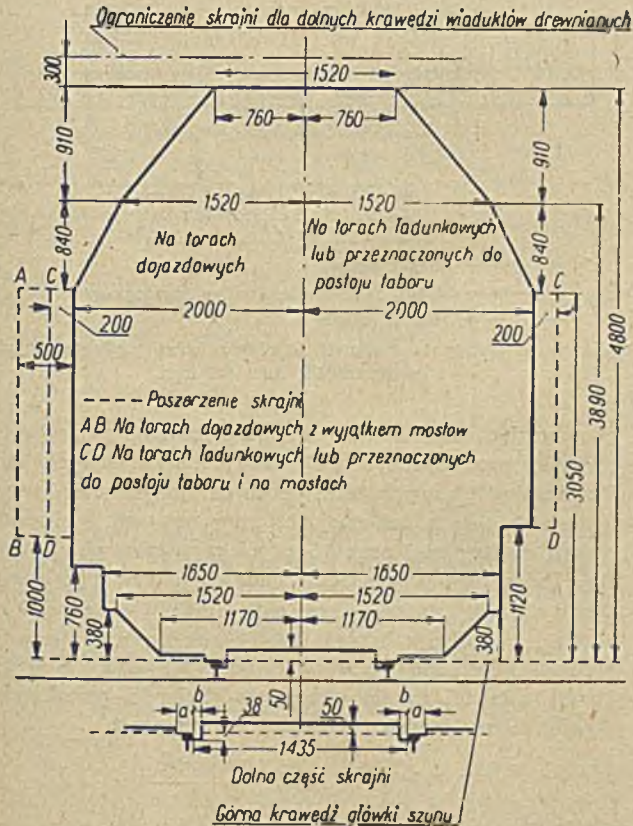
**ZASADY PROJEKTOWANIA KOLEI PRZEMYSŁOWYCH**

**Założenia do projektu kolei przemysłowej**

W skład projektu kolei przemysłowej, podobnie jak projektu kolei użytku publicznego, powinny wchodzić założenia do projektu, w których na podstawie procesu technologicznego produkcji zakładu przemysłowego ustala się wielkość transportu szynowego.

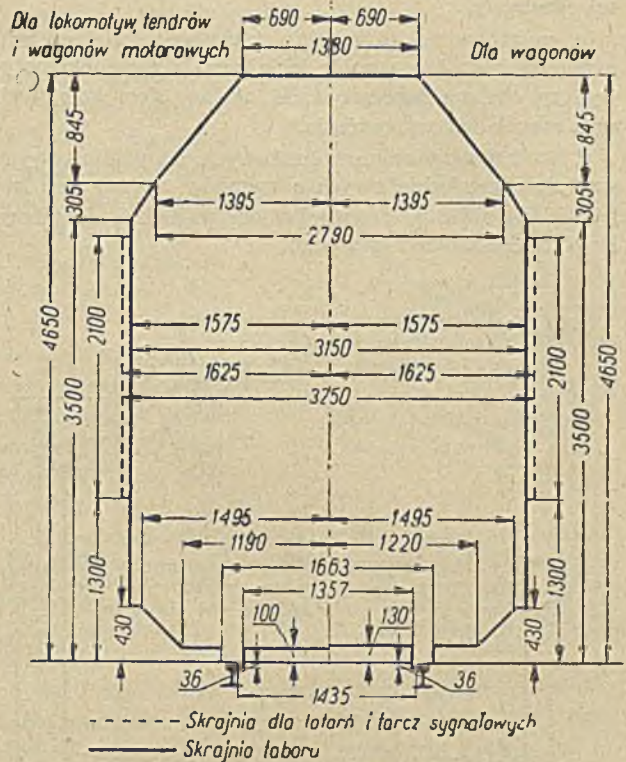
Założenia do projektu kolei powinny więc zawierać:

a. rozmiary przewozów kolejowych (w tonach lub wagonach), tj. dowozu i wywozu z zakładu przemysłowego oraz rozmiary wewnętrznych przewozów związanych z fazami procesu wytwórczego,

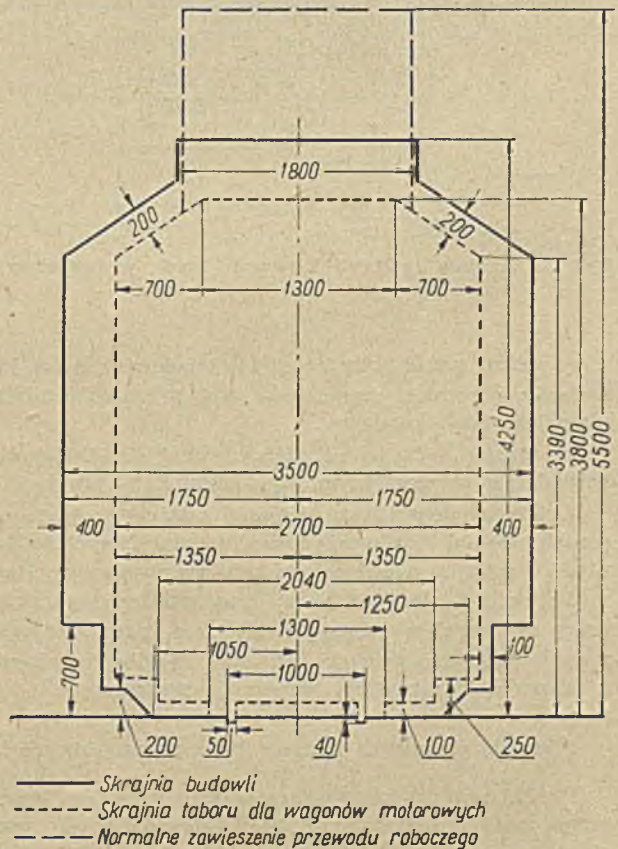


Rys. 2. Skrajnia budowli kolei normalnotorowych  $a = 135$  mm dla przedmiotów nieruchomych stale połączonych z szyną;  $a = 150$  mm dla pozostałych przedmiotów nieruchomych,  $b = 41$  mm dla kierownic przy krzyżownicach rozjazdów i skrzyżowaniu torów,  $b = 45$  mm dla odbojnic w wyjątkowych przypadkach za zezwoleniem Ministerstwa Kolei,  $b = 67$  mm dla pozostałych przedmiotów nieruchomych w innych przypadkach.

b. stopień zagęszczenia przewozów w okresach miesięcznych, dobowych i godzinowych oraz kierunki lub rejony przywozu i wywozu ładunków.



Rys. 3. Skrajnia taboru kolei normalnotorowych.



Rys. 4. Skrajnia budowli i taboru kolei wąskotorowych o szerokości toru 1000 mm z trakcją elektryczną.

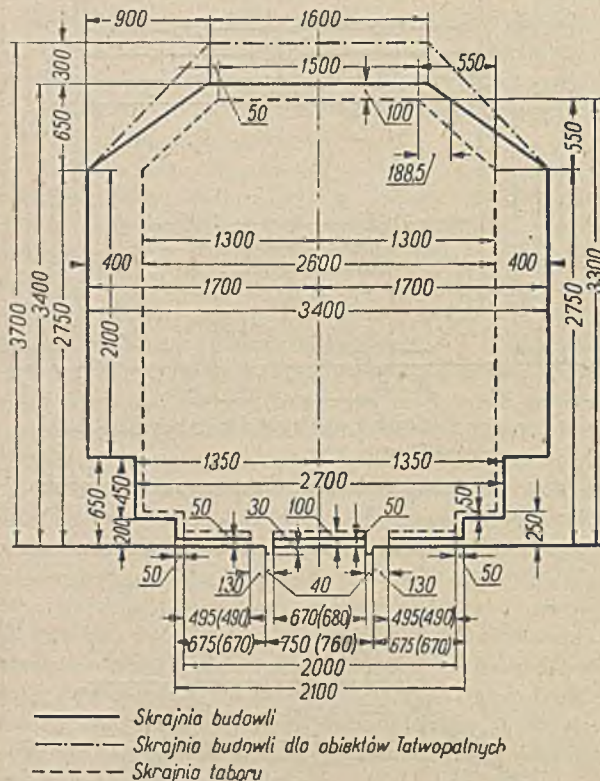


c. rodzaj taboru kolejowego, w którym ładunki będą przybywały i odchodziły z zakładu przemysłowego.

d. postanowienia czy prześwit sieci zakładu przemysłowego ma być zgodny z ogólną siecią kolejową, czy też odmienny,

e. postanowienie o rodzaju trakcji na kolei zakładu przemysłowego i o sposobie jej użycia (własne lokomotywy czy obsługa lokomotywami ogólnej sieci kolejowej) oraz sposób ich wyposażenia,

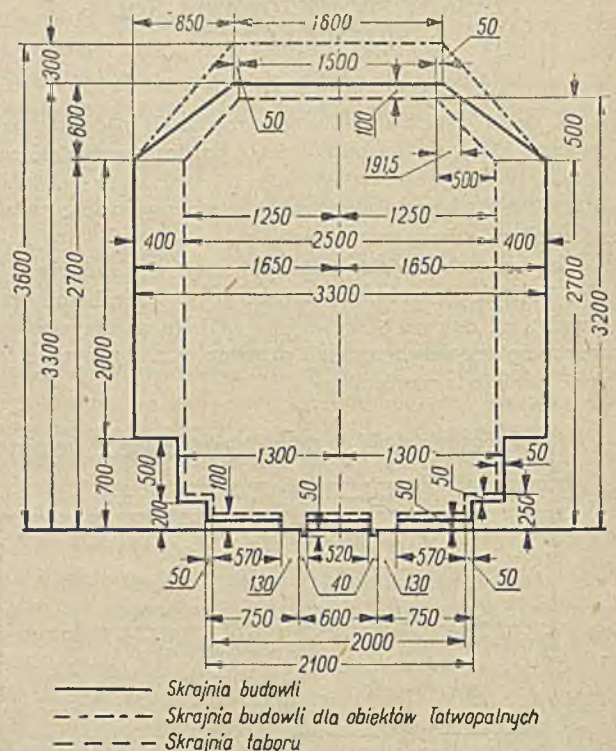
f. rodzaj urządzeń naładunkowych i wyladunkowych względnie przeładunkowych z wagonów ogólnej sieci kolejowej do składów przemysłowych względnie do taboru kolei zakładu przemysłowego,



Rys. 5. Skrajnia budowli i taboru kolei wąskotorowych o szerokości toru 750 i 760 mm.

a. Prześwit toru. Na obszarze Państwa Polskiego budowane są koleje szynowe *normalnotorowe* o prześwicie 1435 mm oraz *wąskotorowe* o prześwicie 750 mm, przy czym koleje *wąskotorowe* o *trakcji elektrycznej* mają mieć prześwit 1000 mm [21].

b. Skrajnia. Dla zapewnienia bezpiecznego przejścia taboru obok budowli znajdujących się przy torze kolejowym oraz mijającego się taboru na sąsiednich torach ustalone są skrajnie *budowli* i *taboru*. Skrajnia wyrażona jest obrysem leżącym w płaszczyźnie prostopadłej do osi toru, poza który żadna część budowli (do wnętrza obrysu) i żadna część taboru (na zewnątrz obrysu) występować nie mogą. Przestrzeń zawarta pomiędzy skrajnią budowli a skrajnią taboru stanowi rezerwę dla bezpieczeństwa ruchu. Na rysunkach 2, 3, 4, 5 i 6 podane zostały skrajnie



Rys. 6. Skrajnia budowli i taboru kolei wąskotorowych o szerokości toru 600 mm.

g. rodzaj nawierzchni kolejowej i połączeń torów jak rozjazdy, obrotnice, przesuwnice oraz urządzenia zabezpieczające ruch kolejowy,

h. sposób łączności ze stacją ogólnej sieci kolejowej względnie z poszczególnymi jej posterunkami pracy,

i. jako element końcowy założeń należy zaprojektować sposób obsługi kolejowych torów przemysłowych, który ustala wzajemne obowiązki zakładu przemysłowego i zarządu ogólnej sieci kolejowej oraz terminy wykonania pracy związanej z dostawą i odbiorem ładunków kolejowych tak, aby przewóz ich oraz sposób korzystania z taboru kolejowego był sprawny i oszczędny.

#### Warunki techniczne budowy kolei przemysłowych

Poniżej zostanie omówione znaczenie i potrzeba stosowania przy projektowaniu kolei przemysłowych podstawowych warunków technicznych budowy kolei wynikających z odpowiednich przepisów obowiązujących w Państwie Polskim.

obowiązujące dla kolei użytku publicznego i prywatnego o silniku mechanicznym [20]. Przy budowie nowych linii i przebudowie starych należy poza skrajnią zostawić wolny odstęp 0,2 m na stacjach, przy mostach i słupach trakcji elektrycznej oraz 0,5 m na pozostałej przestrzeni [19]. Prócz tego przy skrajni budowli należy uwzględnić *przechyłkę toru* (patrz „Promienie łuków“) oraz wyjście taboru z osi toru w łukach (tabl. 6). Ponieważ na torach przemysłowych mogą kursować jednostki taboru o specjalnej budowie, to dla określenia wielkości poszerzenia skrajni taboru można postąpić w ten sposób:

$$e_z = \frac{l^2}{8R} \quad e_w = \frac{L^2 - l^2}{8R}$$

gdzie:

$e_z$  — poszerzenie skrajni po stronie zewnętrznej łuku,  
 $e_w$  — poszerzenie skrajni po stronie wewnętrznej łuku,  
 $R$  — promień łuku w m,  
 $L$  — długość pudła wagonowego w m,  
 $l$  — odległość pomiędzy skrajnimi osiami lub szorstkami wózków w m [24].



Tablica 6

Promień łuku w metrach	250	225	200	180	150	120	100
Poszerzenie skrajni po stronie wewnętrznej łuku w mm	0	20	50	80	130	330	530
Poszerzenie skrajni po stronie zewnętrznej łuku w mm	0	30	60	90	160	350	550

Słupy, latarnie itp. przedmioty o wysokości do 3,05 m nad poziomem szyny powinny być odsunięte od osi toru na 3,0 m [21].

Polskie Normy nie ustalają ograniczeń skrajni budowli i urządzeń technicznych przemysłowych w zależności od długości tych budowli. Dla przykładu podajemy ustalone w ZSRR normy dla pewnych przypadków. Jeżeli na pewnych torach przewidziane są przerwy ruchu taboru, to zezwala się tam na urządzenie ramp czasowo poszerzonych, dopuszczając dosunięcie ich krawędzi na odległość 1725 mm<sup>1)</sup>. Zależność długości ścian zewnętrznych budynków i ich odległość od osi toru podana jest w tablicy 7 [30].

Tablica 7

Długość ściany w m	Odległość od osi toru w m	
	1525	1435 <sup>1)</sup>
20	3	2,90
20 ÷ 50	5	4,90
powyżej 50	~ 7	7,00

<sup>1)</sup> Po przeliczeniu przez odjęcie różnicy prześwitów toru 1525 — 1435 = 90.

Tablica 8

Kategorie torów	Odległość pomiędzy osiami torów równoległych w m			
	1435 mm	600 mm	750 mm	1000 mm
Linie pierwszorzędne dwutorowe na szlaku	najmniej 3,50			największa szerokość skrajni
Linie pierwszorzędne, odległość innych torów na szlaku	4,00	największa		+ 400 mm
Linie dwutorowe, sygnały na międzytorzu	4,70	szerokość skrajni		+ 2 × 400 mm
Odległość torów na stacjach	4,50			+ 800 mm
Odległość torów przeladunkowych na stacjach	3,50			+ 400 mm

Odległości pomiędzy torami równoległymi podano w tablicy 8. W razie potrzeby ustawienia na międzytorzu masztów, słupów itp. międzytorze należy powiększyć o odpowiednią wielkość. Na łukach pomiędzy dwoma sąsiednimi torami należy poszerzyć odległość pomiędzy osiami sąsiednich torów o wielkość wynikającą z przesunięcia skrajni taboru w jego środkowej części do wewnątrz łuku.

Skrajna budowli przewiduje różnicę obrysu w zależności od rodzaju materiałów (łatwopalnego lub nie), z jakiego budynek jest wykonany. Zaznaczone to jest na rys. 2, 3, 4, 5 i 6 linią kreskową [20]<sup>1)</sup>.

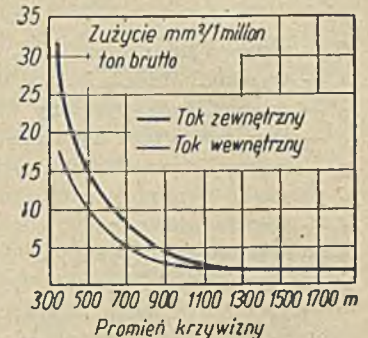
<sup>1)</sup> W polskich warunkach dla kolei o prześwicie 1435 mm odpowiadałoby to odległości 1680 mm.

<sup>1)</sup> Przepisy regulujące zasady umieszczenia budynków w sąsiedztwie linii kolejowych ujęte są w ustawie z dnia 13 marca 1939 r. [19].

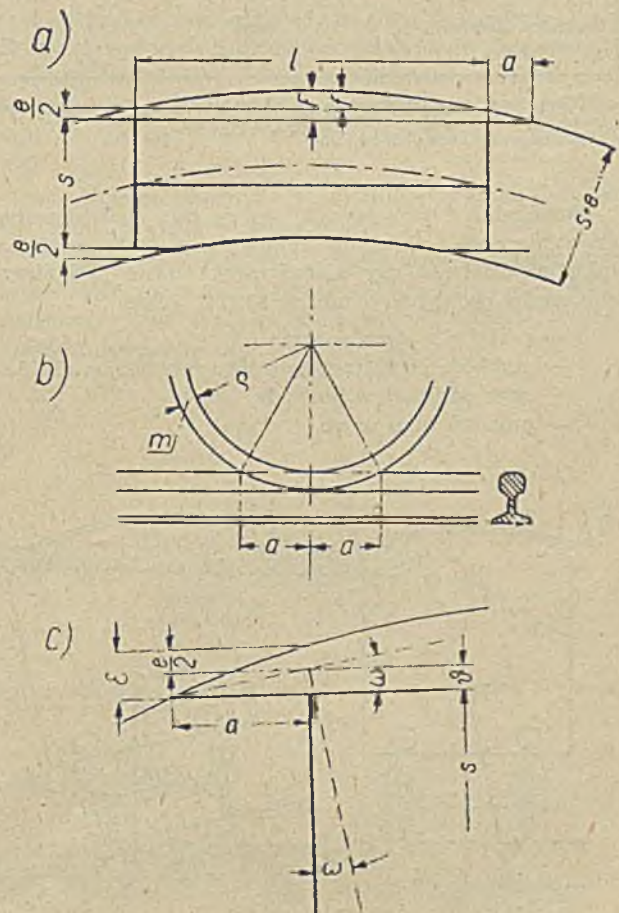
c. Promienie łuków. Przy projektowaniu linii kolejowej, stacji oraz układu torów bocznicy należy dążyć do stosowania możliwie największych promieni łuków jako zapewniających większe bezpieczeństwo jazdy, a także mniejsze zużycie szyn.

Badania w ZSRR podają zależność stopnia zużycia szyn od wielkości promienia krzywizny w odniesieniu do przewozu 1 miliona ton brutto, co przedstawiono na rys. 7 [30]. Stosowanie najmniejszych promieni uwarunkowane jest w pewnym stopniu prześwitem toru rozstawem skrajnych zestawów kołowych, średnicą koła i poszerzeniem toru oraz możliwością zastosowania innych urządzeń ułatwiających przejście taboru kolejowego po łuku, jak przesuwanie i zwrotne zastawy kołowe, ścięcie obrzeży kół (u parowozów), użycie wózków czterosiowych i więcej, zastosowanie szyn oporowych itp.

Jak z tego widać, ustalenie najmniejszego promienia krzywizny wiąże się ściśle z wyborem taboru kolejowego, którym zmierza posługiwać się zakład przemysłowy,



Rys. 7. Zależność stopnia zużycia szyn od wielkości promienia krzywizny.



Rys. 8. Schemat do obliczenia najmniejszego promienia łuku.







d. Pochylenie podłużne. Największe pochylenie podłużne linii kolejowych uwarunkowane jest właściwościami topograficznymi, rodzajem zamierzonych przewozów i trakcji oraz znaczeniem gospodarczym kolei. W tabelicy 13 podano *największe pochylenia*, które mogą być

Tabela 13

Koleje użytku prywatnego		
Prześwit w mm	Największe pochylenie w ‰	Uwagi
1435	40	Dla trakcji parowej Dla trakcji elektrycznej i spalnowej
1000	60	
750	40	Dla trakcji parowej
600		

stosowane przy budowie linii kolejowych. Stacje i mijanki należy projektować zasadniczo w linii poziomej. W tabelicy 14 podane są największe spadki torów stacyjnych, które mogą być stosowane.

Tabela 14

Koleje użytku prywatnego		
Prześwit w mm	Pochylenie w ‰	Uwagi
1435	2,5	Tory naładunkowe i wyładunkowe oraz postojowe
1435	30% największego na szlaku ale max 7‰	Mijanki, po których przechodzą zorganizowane pociągi, lecz nie odbywa się doczepianie i odczepianie wagonów
1000 } 750 } 600 }	3	Tory naładunkowe i wyładunkowe oraz postojowe
1000 } 750 } 600 }	30% największego na szlaku ale max 7‰	Mijanki, po których przechodzą zorganizowane pociągi, lecz nie odbywa się doczepianie i odczepianie wagonów

Rozjazdy wyjazdowe mogą leżeć na pochyleniu. Ze względu na właściwe im warunki pracy torów przemysłowych trzeba mieć na uwadze potrzebę dodatkowych ograniczeń spadków.

W ZSRR stosuje się następujące ograniczenia:

1. tory służące do naładunku płynnej surówki i żużła muszą być zawsze umieszczane w poziomie;

2. tory komunikacyjne do przewozu płynnego żużla mogą mieć największe pochylenie 15‰; dla płynnej surówki — 5‰; dla gorących zlewaków — 4‰ [28];

3. największe pochylenie przemysłowych torów komunikacyjnych musi zapewnić należytą obsługę punktów podstawienia wagonów, nie powinno jednak przekraczać w normalnych warunkach 20‰; w trudnych warunkach — 30‰; w wyjątkowo trudnych warunkach — 40‰ [30].

Przy projektowaniu linii kolejowych jednym z głównych ograniczających warunki jest ustalone dla tej linii pochylenie (wzniesienie) miarodajne.

*Pochylenie* (wzniesienie) miarodajne jest największą sumą pochylenia (wzniesienia rzeczywistego) według projektu w promille i oporu łuku na nim położonego wyrażonego w kg/t ciężaru pociągu. Dla linii kolejowych o wyrażnym kierunku wywozowym (ładownym) pochylenie miarodajne (wzniesienie) w kierunku próżnym może być większe niż w kierunku ładownym [19]. Jeżeli jest to należyte uzasadnione, zezwala się na pewnej części linii kolejowej zastosować pochylenie (wzniesienie) miarodajne większe przy użyciu podwójnej trakcji, parowozów popychających lub silniejszych parowozów [19].

Na kolejach użytku prywatnego:

1. Dla linii o prześwicie 1435 mm, jeżeli różnica dwu sąsiednich załomów wynosi więcej niż 0,005, należy łągodzić łukiem o promieniu  $R_{\min} = 2000$  m [20].

2. Dla linii o prześwicie 1000 — 600 mm, jeżeli różnica dwu sąsiednich pochyleni wynosi 0,01 lub więcej, należy łągodzić łukiem o promieniu  $R_{\min} = 1000$  m [20].

c. Podtorze i nawierzchnia. Dla potrzeb budowy kolei przemysłowych podtorze może być w trzech odmianach:

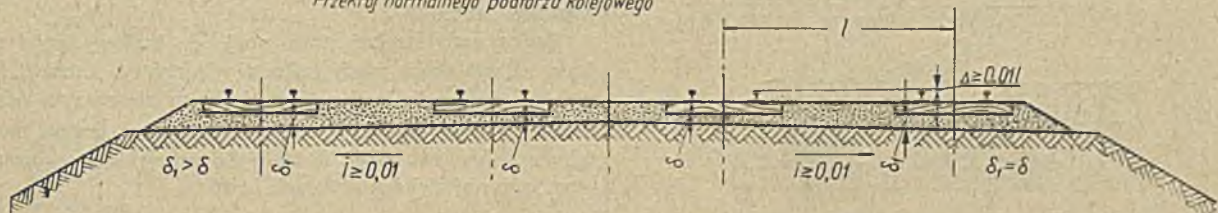
1. Odmiana normalna odpowiadająca stosowanym na liniach kolejowych normalnym przekrojom poprzecznym podtorza. Odmiana ta może być stosowana poza terenem urządzeń przemysłowych i tam, gdzie poziom torów jest inny niż poziom terenu zakładu przemysłowego (rys. 10) [30].

2. Odmiana stosowana w wypadku ułożenia podsypki na terenie zakładu przemysłowego (rys. 11) [30].

3. Odmiana z obniżoną warstwą podsypki, przy czym szyna może znajdować się nad powierzchnią terenu przemysłowego (rys. 12a) lub może być wpuszczona w teren zakładu przemysłowego (rys. 12b) [30].

Odmiany podtorza

Przekrój normalnego podtorza kolejowego

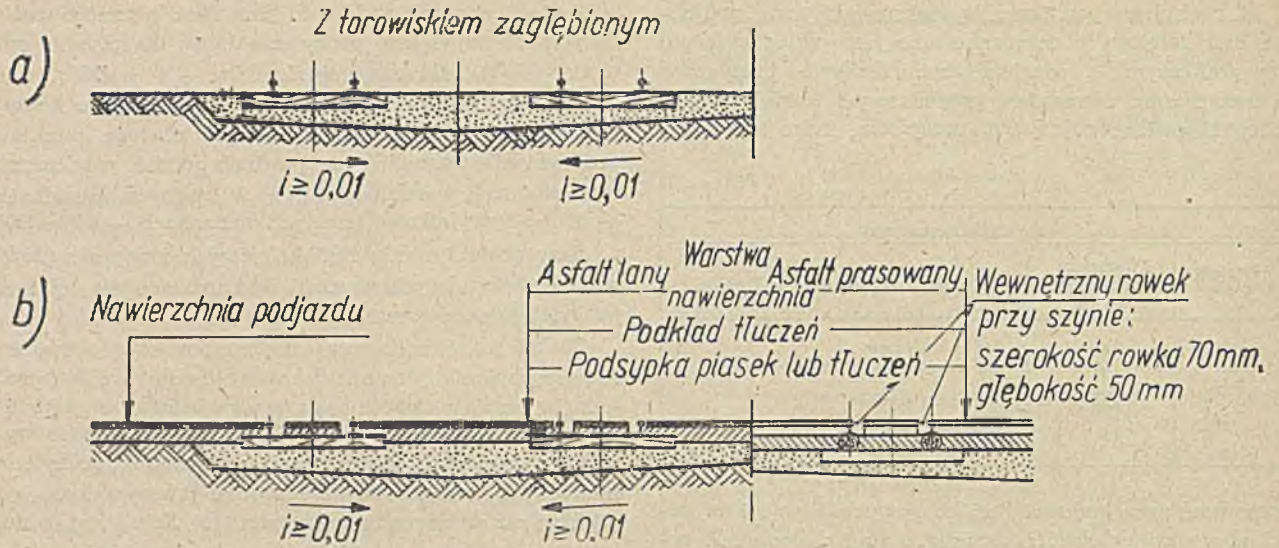


Rys. 10. Odmiana normalna podtorza stosowana na liniach PKP.



Rys. 11. Odmiana podtorza w wypadku stosowania podsypki na terenie zakładu przemysłowego.

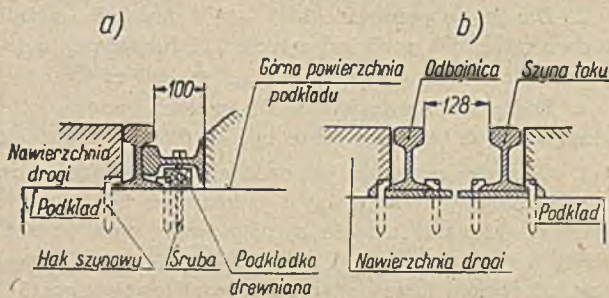




Rys. 12. Odmiana podtorza z obniżoną warstwą podsypki.

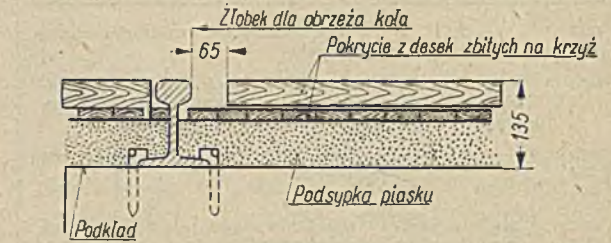
Należy zwrócić szczególną uwagę na sprawę *odwodnienia podtorza*. W odmianie 1 i 2 nie nasuwają się poważniejsze trudności, gdyż stosuje się pochylenie poprzeczne podtorza  $i = 0,01$  oraz przepuszczalną podsypkę zapewniającą spłynięcie wody poza obręb torowiska. Przy

ważna potrzeba drenażu i kanalizacji, które zazwyczaj przy silnych opadach i mrozach zawodzą, dlatego też należy dążyć, w miarę możliwości, do budowy podtorza według odmiany pierwszej i drugiej. Na terenie samego zakładu przemysłowego, a szczególnie zabudowań działów zakła-



Rys. 13. Tworzenie rowka za pomocą dwóch szyn.

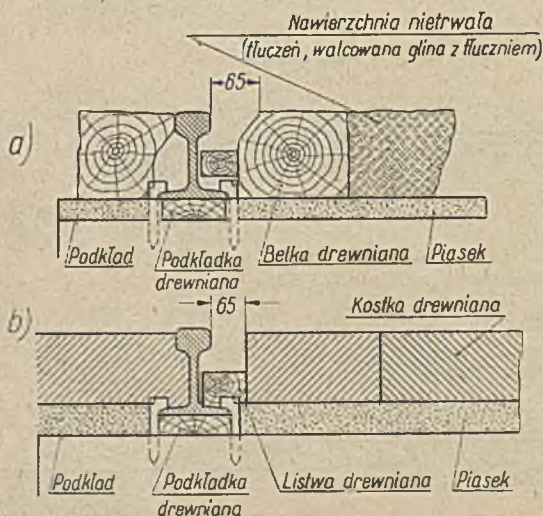
znacznej jednak ilości torów równoległych grubość podsypki pod skrajnymi torami wypadłaby zbyt duża; dla zapobieżenia temu można stosować schodkowe ułożenie torów, gdzie poziom poszczególnych torów licząc od środka (przekrój poprzeczny) obniża się stopnicowo do zewnętrznych torów. W odmianie trzeciej zachodzi nieodwo-



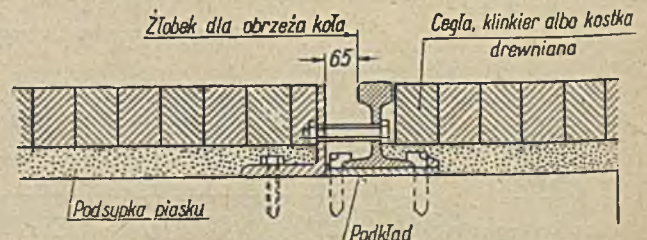
Rys. 15. Tworzenie rowka za pomocą desek zbitych na krzyż.

du, oraz magazynów, do których wnętrza dociera transport kolejowy, zachodzi potrzeba stosowania odmiany trzeciej. Dla tej odmiany istnieje szereg sposobów ułożenia nawierzchni kolejowej oraz drogowej pokrywającej teren zakładu przemysłowego. Należy tu zwrócić szczególną uwagę na wykonanie należyte rowka pomiędzy szynami a nawierzchnią placów zakładu przemysłowego. Na rys. 13, 14, 15, 16 i 17 przedstawiono różne wykonania tego rowka, przy czym ostatni rysunek odnosi się do wąskiego toru [28].

Rodzaj nawierzchni stosowanej do budowy kolei zależy od wielkości pracy kolei i właściwości taboru, jaki ma być użyty do ruchu. Wskaźnikiem stosowania odpowiedniego typu nawierzchni jest największy nacisk na oś taboru, który jest przewidywany do przyszłego stosowania oraz jego największa szybkość biegu.

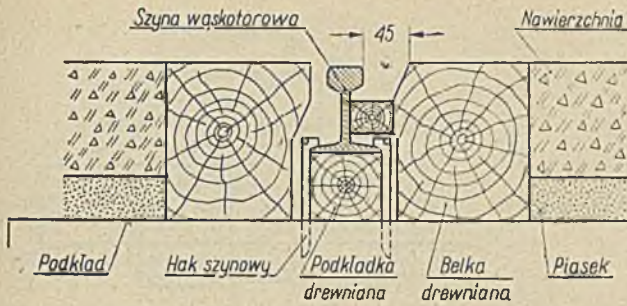


Rys. 14 Tworzenie rowka za pomocą drewnianych belek.



Rys. 16. Tworzenie rowka za pomocą cegły klinkieru lub kostki drewnianej.





Rys. 17. Utworzenie rowka za pomocą drewnianych belek.

W ZSRR stosowanie określonego rodzaju nawierzchni uzależnione jest od przewidywanych przewozów ładunków w okresie rocznym [30].

1. Rodzaje szyn kolejowych stosowanych w Polsce zestawione są w tablicy 15. Należy zwrócić uwagę na zna-

Tablica 15

	Typ szynny	Ciężar jednego metra w kg	Wysokość w mm	Szerokość		Grubość szajki	Długość szyny	Ilość podkładów	
				stopki	główki			pod szynę	na 1 km toru
Poiskie	C	47,97	147	130	71	14	15 18 30	24 28 47	1600 1556 1566
	S	42,48	140	125	68	13	15 18	24 28	1600 1556
	L	36,05	130	116	60	12	15 18	24 28	1600 1556
Obce	8	41,00	138	110	72	14	12 15	19 24	1583 1600
	6	33,40	134	105	58	11	12 15	19 24	1583 1600

Tablica 16

Przekrój cm	Dla prześwitu e w mm	Materiał	Długość L w m	Ilość podkładów na 1-km toru
	600	Sosna lub dąb	1,15	od 1350 do 1500
	750 (800)	"	1,50	"
	1000	"	1,85	"
	1435	"	2,6	patrz tabl. 15
	1435	"	2,6	"

czną ilość szyn typu 8 i 6<sup>1</sup>). Koleje publiczne znaczenia miejscowego oraz prywatne (normalnotorowe i wąskotorowe) używają staroużytecznych szyn typu lżejszego (regenerowanych) lub specjalnych szyn typu lekkiego.

Stosuje się podkłady (podrozdzielnice) drewniane (sosnowe, dębowe, bukowe), stalowe i żelazobetonowe.

2. Podkłady drewniane przed ułożeniem w tor powinny być impregnowane i zabezpieczone na końcach od pęknięć. Rodzaje podkładów drewnianych normalnotorowych i wąskotorowych podane zostały w tablicy 16. Rozstaw podkładów i ich ilość musi odpowiadać typowi szyn [18].

Podkłady stalowe mogą być walcowane lub prasowane. Niektóre typy podano na rys. 18, 19 i 20.

Przeciętny ciężar podkładu stalowego w zależności od typu wynosi [28]:

dla  $e = 1435 \text{ mm}$ ;  $L = 2,50 \div 2,70$ ;  $G = 66 - 102 \text{ kg}$ ,  
dla  $e = 750 \text{ mm}$ ;  $L = 1,30$   $G = 10 - 15 \text{ kg}$ ,

Lekkie wąskotorowe kolejki przemysłowe i do robót ziemnych, leśnych, torfowych postępują się zestawionymi gotowymi przęsłami nawierzchni z szyn i podkładów stalowych. Długość takiego przęsła waha się w granicach 3 — 6 m.

Podkłady żelazobetonowe mogą być zbrojne zwyczajnie lub prętami przedprężonymi, przy czym mogą być normalnej długości lub też jako krótkie podkłady układane oddzielnie pod każdym tokiem, łączone pomiędzy sobą rozpórkami stalowymi (szyny wąskotorowe).

Na rys. 21 i 22 podano oba rodzaje podkładów żelazobetonowych. Przeważający ciężar podkładu żelazobetonowego w zależności od typu dla  $e = 1435 \text{ mm}$  wynosi:

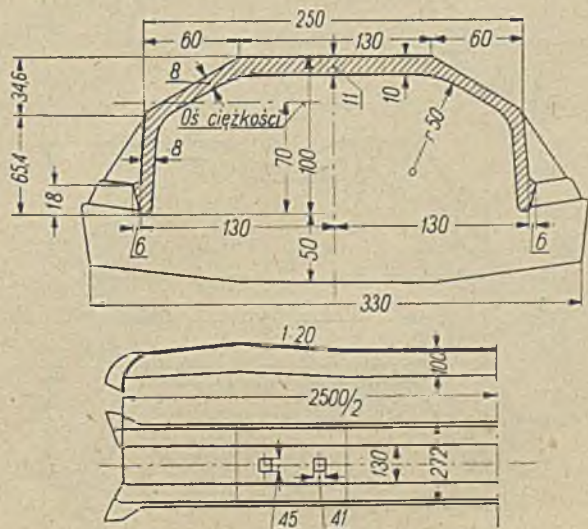
żelbet  $L = 2,415 \text{ m}$ ;  $G_{\text{całk}} = 252 \text{ kg}$ ;  $V_{\text{bet}} = 105 \text{ l}$ ;  
strunowy  $G_{\text{zel}} = 15 \text{ kg}$ ;

węgierski  $L = 2,415 \text{ m}$ ;  $G_{\text{całk}} = 155 \text{ kg}$ ;  $V_{\text{bet}} = 78,5 \text{ l}$ ;  
 $G_{\text{zel}} = 5,65 \text{ kg}$ ;

angielski  $L = 2,51 \text{ m}$ ;  $G_{\text{całk}} = 232 \text{ kg}$ ;  $V_{\text{bet}} = 93 \text{ l}$ ;  
 $G_{\text{zel}} = 8,16 \text{ kg}$ ;

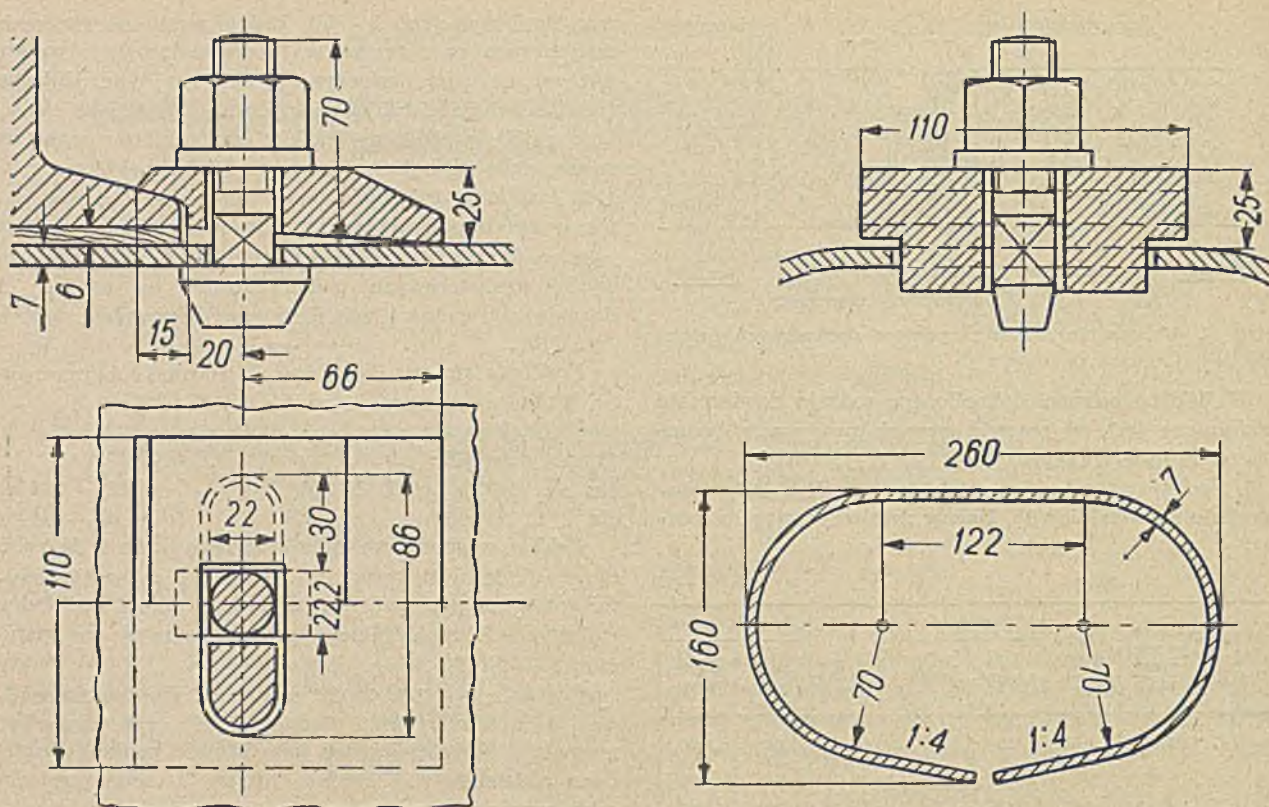
3. Podosypka ma za zadanie równomierne rozłożenie ciężaru pociągu na torowisko oraz służyć do odprowadzenia wody z nawierzchni, zapewnia sprężystość i stateczność toru. Stosujemy podsypkę z tłuczni i żwiru.

<sup>1</sup>) Obecnie używa się też typ szyn 49.



Rys. 18. Typy podkładów stalowych.





Rys. 19. Typy podkładów stalowych.

Na tłużeń używamy twardych niewietrzejących skał lub żużla wielkopieczowego bez zawartości siarki [18].

Żwir może być kopalniany (siany) lub rzeczny (płukany). W razie braku żwiru można użyć gruboziarnistego piasku z domieszką żwiru. Wymiary ziarn podsypki wynoszą:

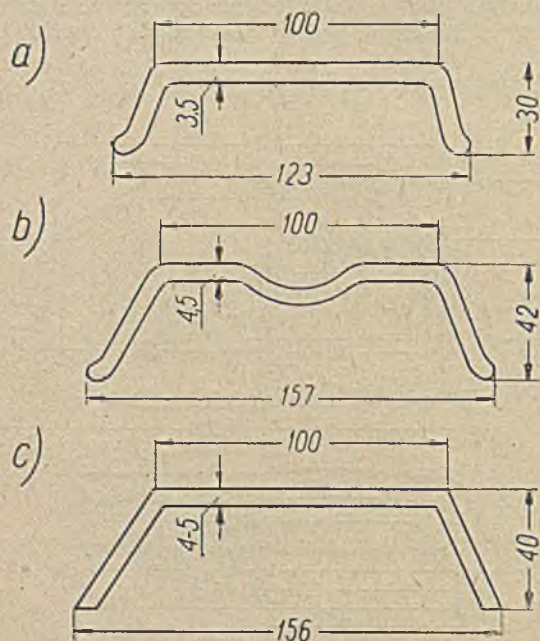
tłużeń z kamienia lub żużla wielkopieczowego  $\varnothing$  3–6 cm, żwir rzeczny lub siany  $\varnothing$  1–6 cm.

Nawierzchnię o podkładach stalowych układa się wyłącznie na tłuźniu.

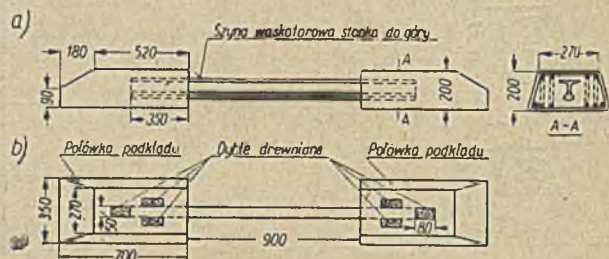
Międzytorza powinny być zasypane chociażby gorszą podsypką (żużel węglowy), ale do poziomu górnej powierzchni podkładów sąsiednich torów [18].

f. Połączenia torów. Dla przestawiania taboru kolejowego z jednego toru na drugi używane są *rozjazdy obrotowe, przesuwnice*.

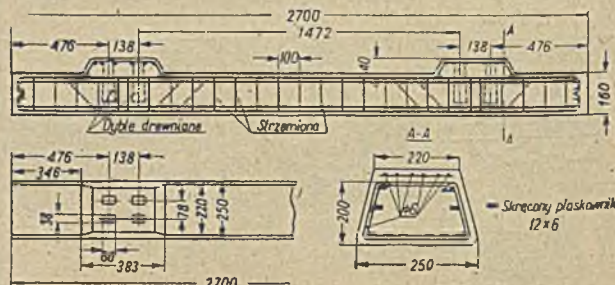
Rozjazdy należą do najczęściej stosowanych elementów łączących tory. Rozjazd składa się z następujących części: *zwrotnicy, szyn łączących, krzyżownicy z kierownicami*. Do przekładania iglic zwrotnicy służą *zwrotniki*



Rys. 20. Typy podkładów stalowych.

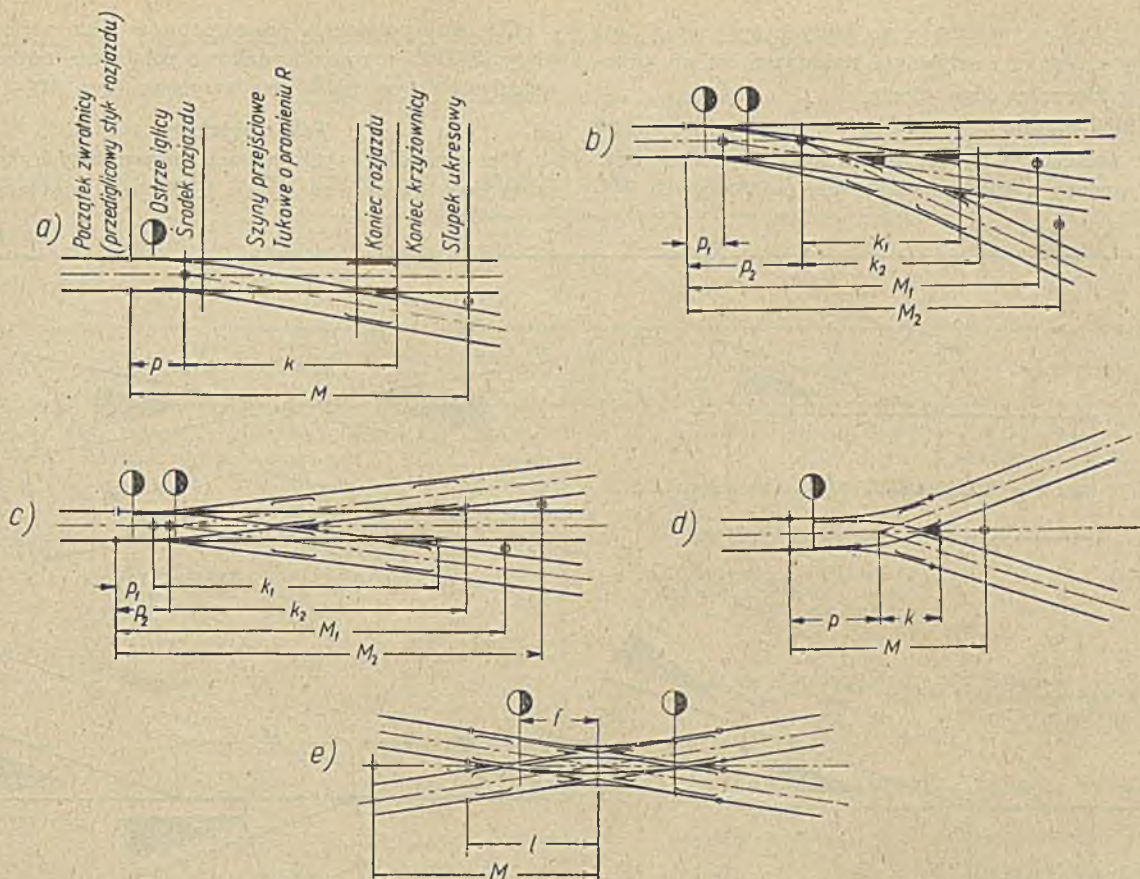


Rys. 21. Typy podkładów żelazobetonowych.



Rys. 22. Typy podkładów żelazobetonowych.





Rys. 23. Rodzaje rozjazdów.

lub inne urządzenia mechaniczne poruszane z odległości prądem elektrycznym, pneumatycznie, hydraulicznie lub ręcznie. Rozjazd cechują następujące elementy geometryczne: początek rozjazdu (styk przedgłówny), geometryczny środek rozjazdu, koniec rozjazdu, skos czyli tangens kąta, pod którym oś toru zbochnego odchodzi od środka geometrycznego rozjazdu, promień łuku kołowego, jakim odchylony jest tor zbochny. Rozjazdy mogą być: zwyczajne (prawy, lewy) (rys. 23a), podwójne (jednostronne i dwustronne) (rys. 23b i c), łukowe (jednostronne

ne i dwustronne) (rys. 23d) i angielskie (pojedyncze i podwójne) (rys. 23e). Na planach rozjazdy oznacza się w sposób umowny podany na rysunkach w tabelicy 17. W tabelicy 17 zebrano elementy geometryczne rozjazdów budowanych w Polsce z szyn najczęściej używanych. Stosunek skrzyżowania rozjazdów (skos) przyjmuje się na kolejach użytku publicznego dla prześwitu 1435 mm [19]: 1 : 9 w rozjazdach, po których pociągi towarowe przebiegają w kierunku odgałęzienia z szybkością nie większą niż 25 km/godz,

Tabela 17

Typ szynny	Rodzaj rozjazdu	Skos	R	a	b	c	d	e
Prześwit 1435 mm								
S	Zwyczajny	1 : 9	204,27	10,517	16,500	12,955	—	27,017
"	Skrzyżowanie torów	1 : 9	—	—	11,591	12,955	—	—
"	Angielski pojedynczy i podwójny	1 : 9	204,27	—	17,591	12,955	—	—
45	Zwyczajny	1 : 7,5	190	12,611	12,611	10,741	—	25,222
"	Angielski pojedynczy i podwójny	1 : 9	190	—	16,615	12,955	—	—
"	Podwójny jednostronny	1 : 9 : 9	190	5,258	11,357	12,568	8,936	16,615
"	Podwójny dwustronny	1 : 7,5 : 7,5	190	10,583	2,088	10,741	10,523	12,611
"	Podwójny dwustronny	1 : 9 : 9	190	10,523	0	21,955	10,523	16,615
"	Skrzyżowanie	1 : 7,5	—	—	18,512	10,810	—	—
"	Skrzyżowanie	2 × 1 : 7,5	—	—	9,881	5,381	—	—
"	Skrzyżowanie	1 × 1 : 9	—	—	16,615	12,955	—	—
"	Skrzyżowanie	2 × 1 : 9	—	—	10,917	6,457	—	—
"	Skrzyżowanie	3 × 1 : 9	—	—	6,904	4,283	—	—



1:7,5 i 1:7 w rozjazdach, po których ani pociągi, ani parowozy z długim i sztywnym rozstawem osi nie przechodzą w kierunku odgałęzienia.

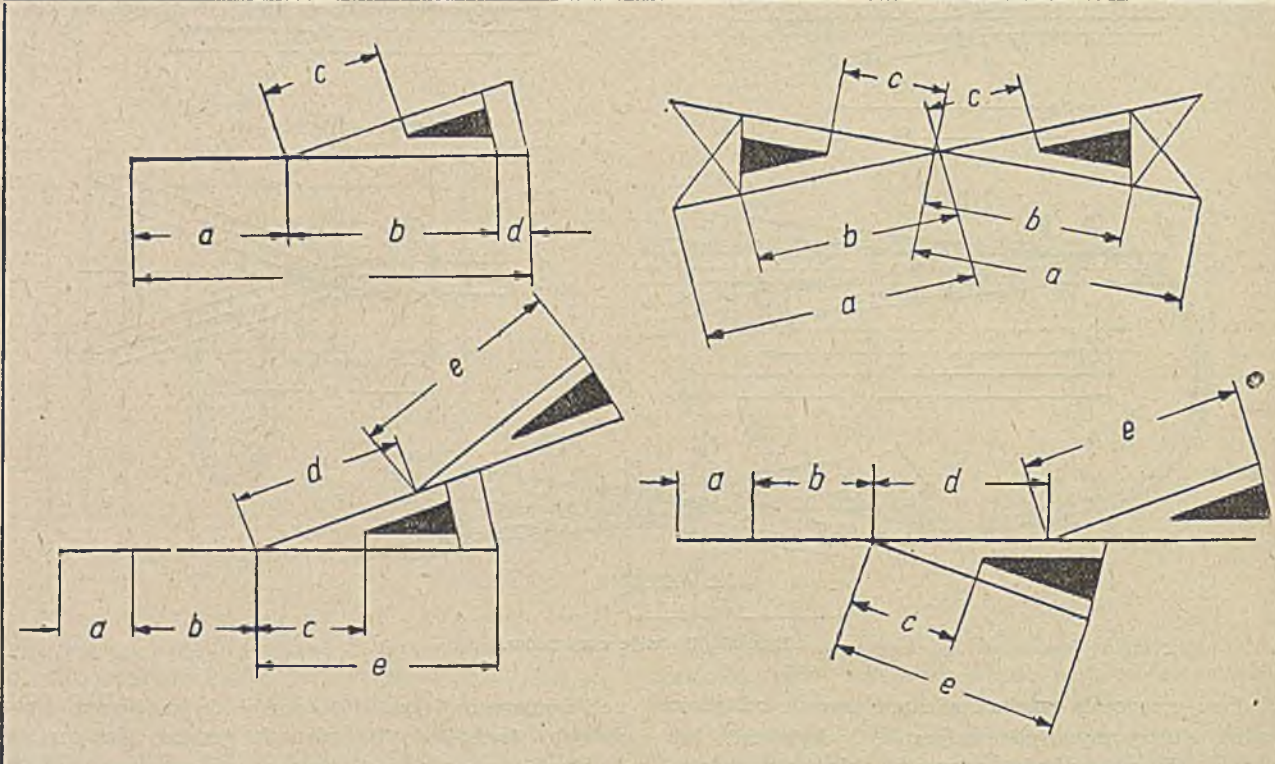
W ZSRR stosuje się stosunek 1 : 5 w rozjazdach, po których przechodzą tylko parowozy bez tendra (tzw. kuse) i wagony z krótkim rozstawem osi skrajnych [30].

Elementy połączenia prostego torów zestawiono w tabelicy 18. Dwa przeciwkierunkowe połączenia torów równoległych tworzą połączenie krzyżowe (rys. 24).

#### Tabor kolejowy

Przemysł dla swych potrzeb przewozowych korzysta zarówno z towarowego taboru PKP, jak i specjalnie dla

Tabela 18



a	2 × 1:9		1:9		1:7,5		1:7	
	b	c	b	c	b	c	b	c
0,05	0,2222	0,2278	0,450	0,4528	0,375	0,3783	0,350	0,3536
0,10	0,4444	0,4556	0,900	0,9055	0,750	0,7566	0,700	0,70711
3,50	15,656	15,944	31,500	31,694	26,250	26,482	24,500	24,749
4,00	17,778	18,222	36,000	36,222	30,000	30,265	28,000	28,284
4,50	20,100	20,500	40,500	40,749	33,750	34,049	31,500	31,820
4,75	21,111	21,639	42,750	43,013	35,625	35,940	33,250	33,588
$\alpha$	12°40'49,38"		6°20'24,69"		7°35'40,72 "		7°48'37"	

Na ograniczonej powierzchni terenów przemysłowych zachodzi zazwyczaj potrzeba stosowania rozjazdów możliwie krótkich o dużym kącie zwrotu toru zbieżnego, z tego względu poszczególne zakłady przemysłowe zamawiają dla swych potrzeb rozjazdy o specjalnych skosach. Na-



Rys. 24. Połączenie krzyżowe.

leży tu liczyć się z małym zazwyczaj promieniem krzywizny, który może ograniczyć przejście po tych rozjazdach pewnych rodzajów lokomotyw i wagonów PKP. Stosowanie rozjazdów angielskich i podwójnych skraca długości nieużyteczne torów.

przemysłu zaprojektowanego taboru kolejowego o różnym prześwicie toru.

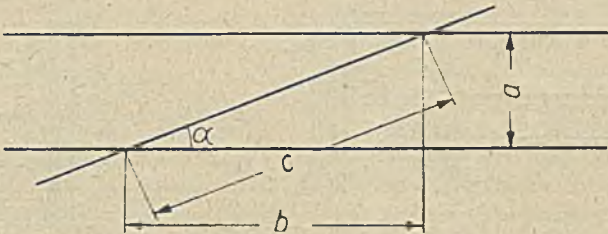
Tabor PKP dzieli się na *wagony, lokomotywy, wózki i drezyny*. Jest to podział ogólny. W zależności od ich bliższego przeznaczenia wagony i lokomotywy dzielimy na rodzaje i serie odpowiednio znaczone literami.

Wagony. Podstawowymi cechami wagonów są: nośność i ładowność, długość i szerokość (powierzchnie podłogi), pojemność (pudła), urządzenie do naładunku i wyładunku (drzwi, otwory, spusty, zsypy, przechyłne podłogi, uchylne ściany itp), rozstaw osi (wózki) i inne urządzenia specjalne (chłodnie, baseny, urządzenia do podgrzewania, specjalne powierzchnie odporne na działanie chemiczne, pyłoszczelność itp). Niezależnie od taboru PKP dla potrzeb własnych przemysł stosuje szereg odmian taboru przeznaczonego do ściśle określonego celu. Powyższe odmiany zgrupowano w tabelicy 19 i na rysunkach 25, 26, 27, 28, 29, 30, [28 i 29].

Lokomotywy. Podstawowymi cechami lokomotyw w odniesieniu do potrzeb eksploatacji są: moc trwała



Tablica 19

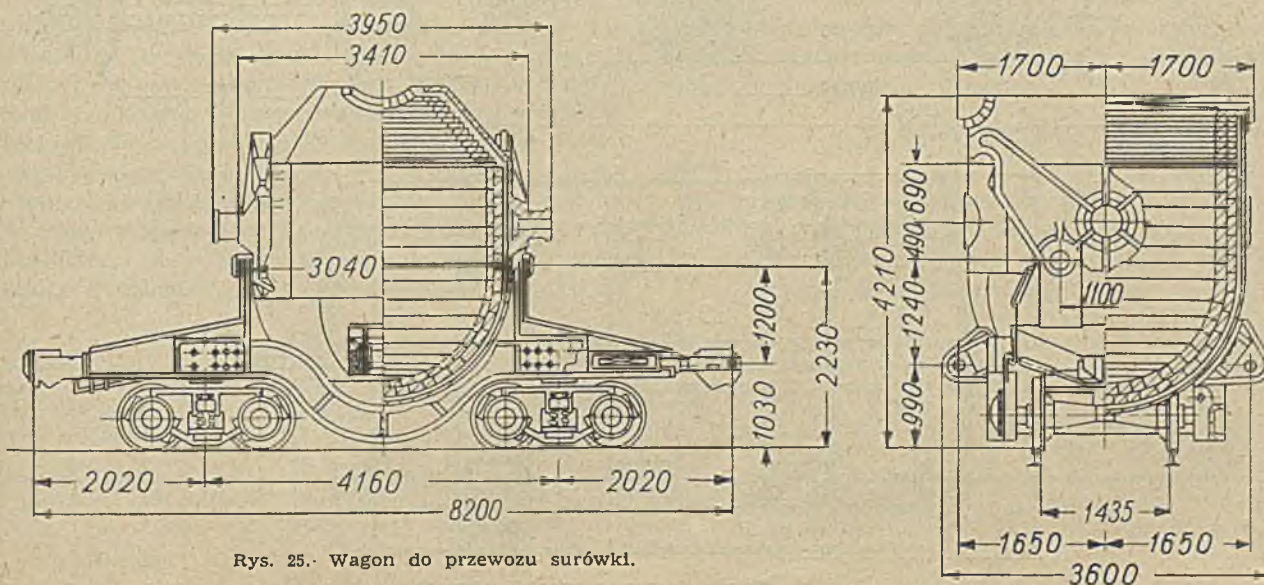


Rodzaj wagonu	Do jakiego celu służy	Prześwilt toru	Ładowność w t i m <sup>3</sup>	Ilość osi	Sposób rozładunku	Zakres stosowania
Condola <sup>1)</sup>	Do przewozu masowych ładunków sypkich, jak węgiel, ruda, koks itp.	1435	50–60 t	4	przez 6–8 zsyppów z każdej strony	Wymaga urządzeń w terenie takich jak estakada, doły zsyppowe, podwyższone torry
Choper <sup>1)</sup>		1435	50–60 t	4	przez 2 zsyppy pomiędzy wózkami	
Bunkrowy <sup>1)</sup>	Do przewozu bitumu	1435	15–40 t	3–4	przez pochylenie bunkra	„
Dumpkary <sup>1)</sup>	Do przewozu masowych ładunków jak kamień, tłuczeń, ruda, beton	1435	20–60 t	2–4	pochylenie pudła wzdłuż ściany bocznej wykonywane pneumatycznie. Wyladowanie 3–4 min	„
„	„	750	5–10 t	2–4	„	„
Kubły	Do przewozu surówki	1435	do 100 t	4	Stopniowe przechylenie kubła	Najmniejszy promień 75 m Największe pochylenie osi toru 5‰ V = 15 km/godz
„	Do przewozu żuźla	1435	16,5 m <sup>3</sup>	4	„	„
Transferkary <sup>1)</sup>	Do przewozu rudy	1435	25–60 m <sup>3</sup>	4	Wyladunek boczny jednostronny do środka	Najmniejszy promień 45 m V = 1,5 km/godz
„	Do przewozu koksu	1435	60–100 m <sup>3</sup>	4	Napęd pneumatyczny	Napęd elektryczny (220–500 V)
Wózki	Do przewozu wlewków	1435	60 t	3	Dźwigiem	Ciężar wlewków 1–7 t
„	Do przewozu stali z pieców martenowskich	1435	24 t	2	Na 1 wózek 4 muldy <sup>2)</sup>	Najmniejszy promień 40 m
„	Do przewozu transformatorów	1435	40–100 t	ilość kół 4–24	Transformatory mają własne wózki, na których są utaczane na wóz szynowy	V = 5 m/min. Przesuw za pomocą win i wielokrążków. Mają specjalny tor o 4 szynach
„	„	1435	200 t			

1) Słownictwo polskie jest nieustalone

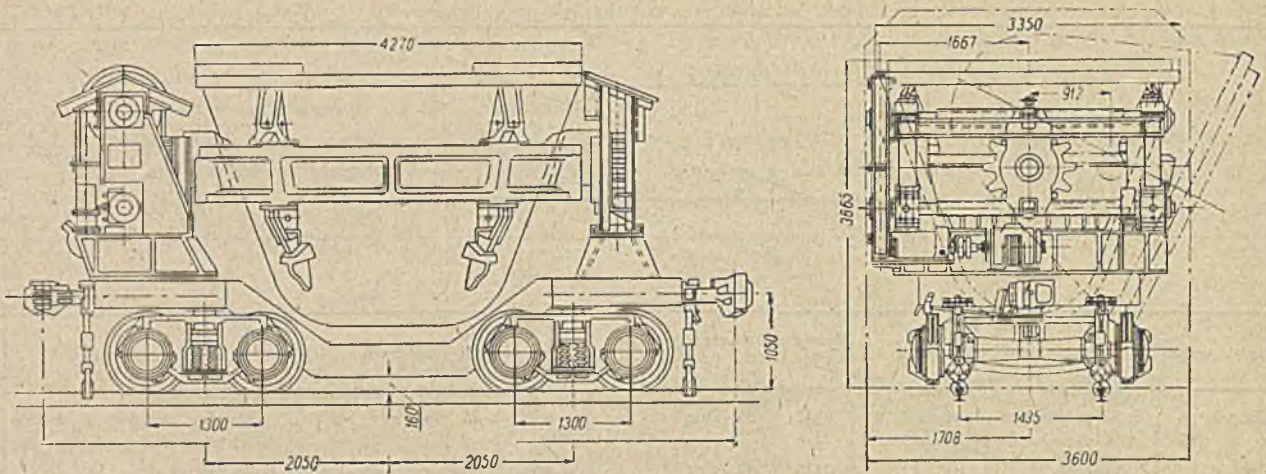
i czasowa, największa szybkość, wielkość osiągniętych przyspieszeń, ciężar na oś napędną, ilość osi napędnych, ogólna ilość osi, rozstaw osi skrajnych, odległość pomiędzy skrajnymi osiami sztywnymi, ciężar w stanie robo-

wym, zużycie paliwa (energii elektrycznej). Ze względu na źródło energii służącej do uruchamiania lokomotyw dzielimy je: na parowe (parowozy), elektryczne i spalinowe.

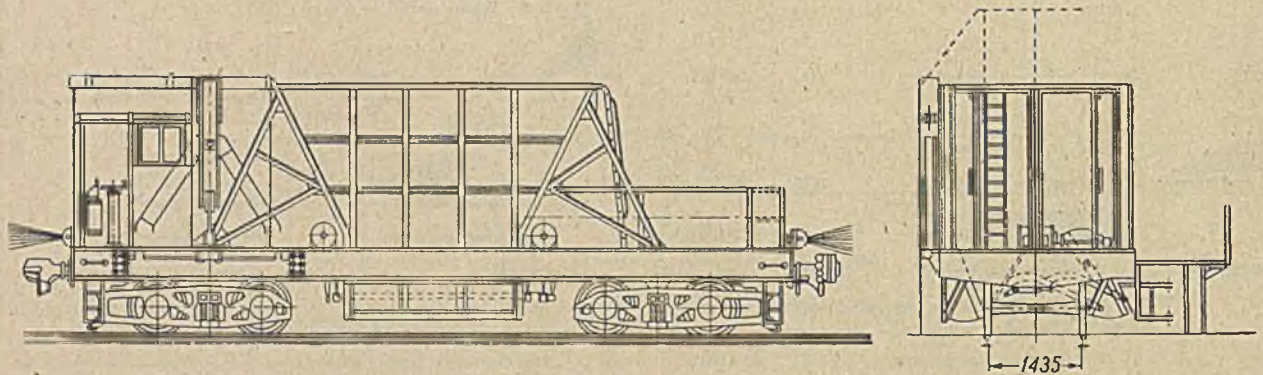


Rys. 25. Wagon do przewozu surówki.

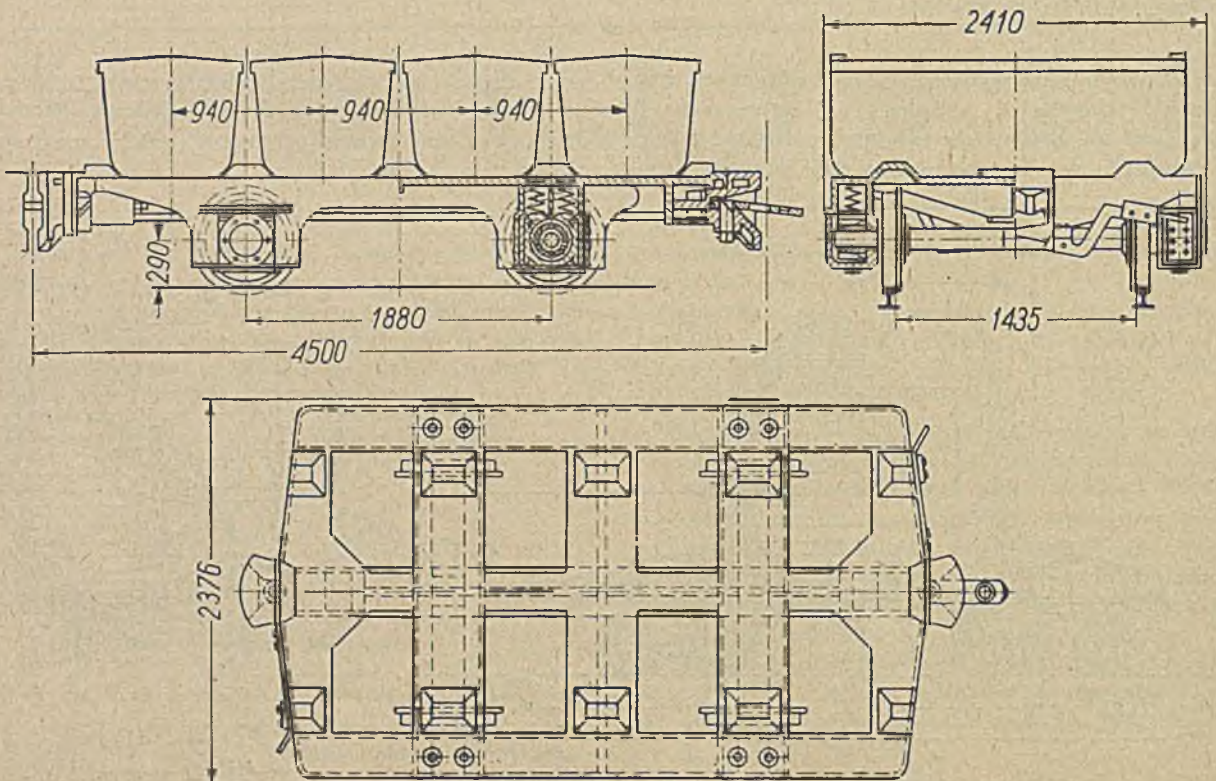




Rys. 26. Wagon do przewozu żużla.

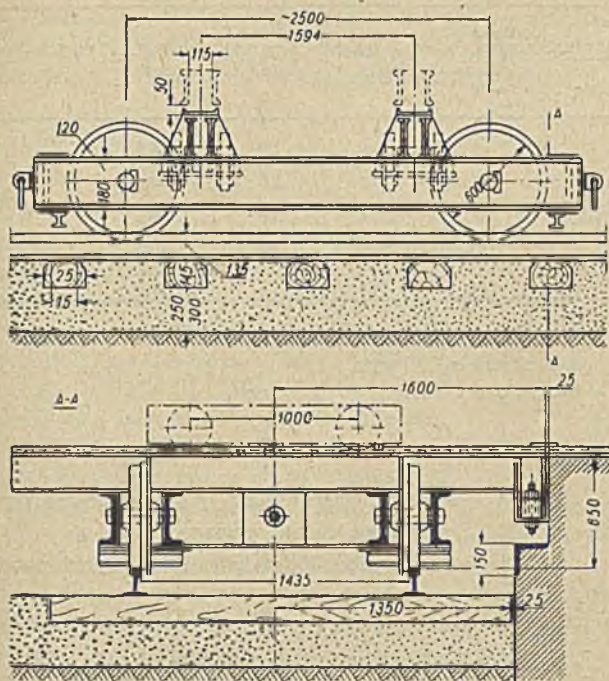


Rys. 27. Wagon motorowy samowyładujący się do przewozu rudy i topników.

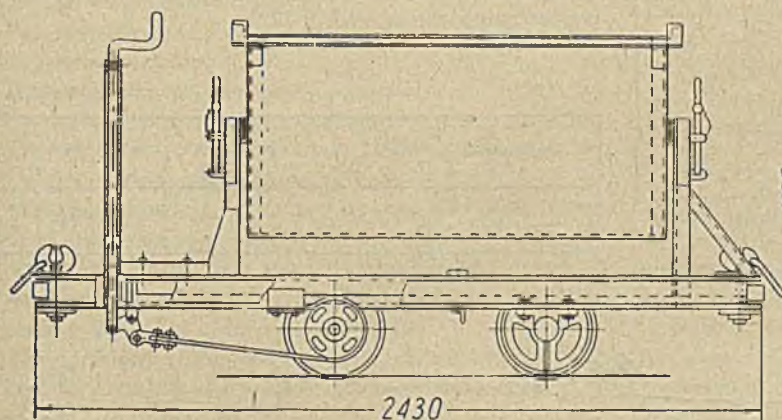


Rys. 28. Wagon do przewozu stali płynnej.

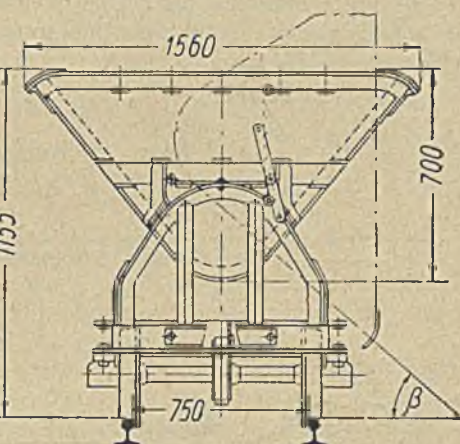




Rys. 29. Wózek do przewozu ciężkich transformatorów.



Rys. 30. Wózek przechyłny roboczej kolejki wąskotorowej.



a. Lokomotywy parowe używane przez PKP, w zależności od ich przeznaczenia, dzielimy je na pasażerskie (osobowe i pociągowe) i towarowe (pociągowe i manewrowe). Parowozów manewrowych budowanych specjalnie do tego celu nie mają przeważnie tendra (tzw. kuse). Oprócz parowozów używanych powszechnie przez PKP przemysł stosuje lokomotywy budowane dla jego potrzeb jak np. lokomotywy parowe zasilane parą z kotła stałego [28]. Charakterystyka ten rodzaj trakcji stałe obniżanie temperatury i ciśnienia pary w kotle podczas wykonywania

pracy, które obniża się o 5 — 6 at n w stosunku do początkowego ciśnienia 16 at n i temperatury 200<sup>o</sup> C. Czas na przygotowanie pary w kotle wynosi 1,2 — 1,3 godz, następną napełnianie trwa 10 — 12 minut. Czas pracy między kolejnymi napełnieniami wynosi 6 — 7 godz. Dane te odnoszą się do parowozu 0-2-0 produkcji ZSRR.

b. Lokomotywy elektryczne dzielimy w odniesieniu do rodzaju prądu elektrycznego, jakim są zasilane, na lokomotywy prądu zmiennego (trójfazowego i jednofazowego), stałego (z pobraniem prądu z sieci i akumulatorowe). Napięcie prądu waha się 10 000—500 V [27]. W tabelicy 20 zestawiono typy lokomotyw elektrycznych używanych zagranicą. Przy stosowaniu trakcji elektrycznej należy zwrócić uwagę na niebezpieczeństwo porażenia prądem elektrycznym, a szczególnie przy pracy suwnicami, żurawiami, przy ładowaniu przedmiotów długich i użyciu strumieni wodnych. Lokomotywy elektryczne akumulatorowe są przeważnie małej mocy i ze względu na właściwości konstrukcyjne akumulatorów mało przydatne do pracy manewrowej.

c. Lokomotywy spalinowe. Jedną z cech odróżniających je jest rodzaj przekładni pracy silnika spalinowego na koła pędne. Przekładnia może być mechaniczna (skrzynka biegów) lub elektryczna (turbozespół i silniki przy osiach napędowych). W tabelicy 21 zestawiono typy lokomotyw spalinowych [32].

Określenie ciężaru pociągu. Ciężar pociągu jest zależny od siły pociągowej lokomotywy i oporów pociągu. Obliczyć go możemy ze wzoru:

$$Q_{max} = \frac{F - L(w_l + i_{max})}{w_w + i_{max}}$$

gdzie:

- F — przyjęta siła pociągowa lokomotywy charakteryzująca daną jednostkę wyrażona w kG,
- L — ciężar lokomotywy (parowóz + tender) w stanie roboczym wyrażona w tonach,

Tabela 20

Prześwit toru w mm	Rodzaj prądu	Rodzaj i seria	Układ osi	Długość między zderzakami	Ciężar w stanie roboczym		Najmniejszy promień krzywizny	Największa szybkość	Ilość silników	Moc godzinowa w KM	Pochodzenie
					całkowity	na osi					
1524		CC	0—3—0+	16,480	132	21,0		70,0	6	2770	ZSRR
1435	zmienny jednofazowy	P	+0—3—0	13,690	94,0	17,8		68,0	1	3500	Węgry



Tablica 21

Prze- świt toru w mm	Rodzaj przeładni	Rodzaj i seria	Układ osi	Długość między zderzaka- mi	Ciężar w stanie robo- czym		Najmniej- szy pro- mień krzy- wizny	Największa szybkość	Ilość silników	Moc go- dzinowa	Pochodze- nie
					całkowity	na osi					
1524	mechaniczna	MY	0-2-0		8,0	4,0		31,0	1/0	40,0	ZSRR
		MA	0-2-0		14,0	7,0		41,0	1/0	60,0	..
		T-Э2	0-4+4-0	23,34	165,0	20,5		100,0	2/0	100,0	..
1435	elektryczna	Alco	0-2+2-0	13,557	90,3	—	15,0	96,0	1/4	660,0	USA
		..	0-2+2-0	13,557	104,0	—	15,0	96,0	1/4	1000,0	..

$w_l$  — opór lokomotywy wyrażony w kG na 1 tonę ciężaru własnego,

$i_{max}$  — największe miarodajne wzniesienie badanego odcinka szlaku,

$w_w$  — opór wagonów wyrażony w kG na 1 tonę ciężaru pociągu.

Należy zaznaczyć, że wielkości  $F$ ,  $w_l$  i  $w_w$  są porównywalne przy jednakowej szybkości  $V_{min}$ , którą, jeśli nie jest inaczej ustalone, należy przyjąć:

dla długości przelomu do 1 km do 3 km powyżej 3 km  
dla poc. towar.  $V_{min}$  10  $\frac{km}{godz}$  12  $\frac{km}{godz}$  15  $\frac{km}{godz}$

Największe natomiast pochylenie miarodajne wynikające z jazdy pociągu po łuku powinno uwzględniać opory, które wynoszą dla toru:

o prześwicie 1435 mm

$$K' = \frac{690}{R} \text{ dla łuków pojedynczych}$$

$$i = \frac{690 \sum s/R}{S} \text{ dla odcinków o większej ilości łuków}$$

o prześwicie 750 mm

$$K''' = \frac{425}{R}$$

gdzie:

$K'$ ,  $K''$ ,  $K'''$  — odpowiednie opory jazdy w łukach wyrażone w kg/t pociągu,

$R$  — promień krzywizny łuku wyrażony w metrach,

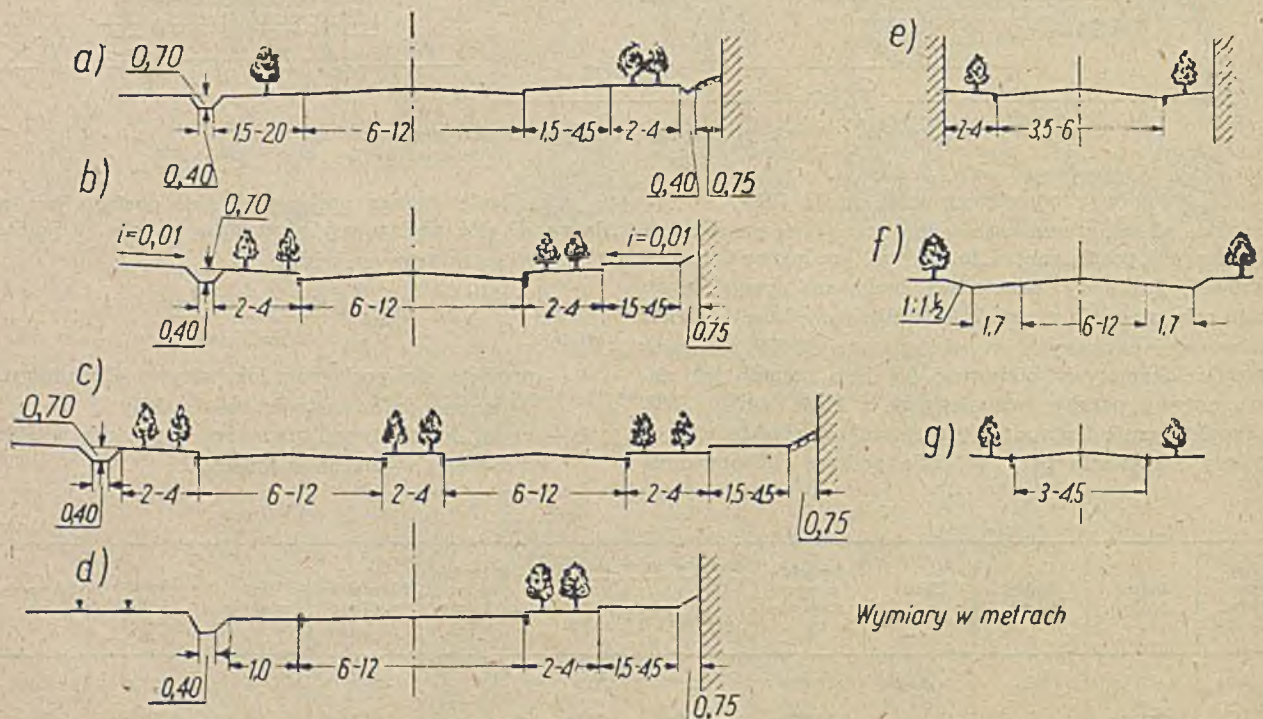
$S$  — długość odcinka o większej ilości łuków wyrażona w metrach,

$s$  — długości poszczególnych łuków wyrażone w metrach.

Zasadnicze opory taboru wynikające z jego konstrukcji, oddziaływania nawierzchni oraz oporu nieruchomego powietrza podano w tablicy 22.

Tablica 22

$V$ w km/godz	0	10	20	30	40	50	60
$w_w$ w kG/t	1,9	2,0	2,3	2,6	3,5	4,4	5,5



Wymiary w metrach

Rys. 31. Profil poprzeczny przejeźd i przejazdów w zakładach.



Należy pamiętać o tym, że tabor kolejowy powinien być zaopatrzony w odpowiednią ilość hamulców zespołowych lub ręcznych, których ilość, sposób rozstawienia oraz sposób obsługi ujęty jest przepisami ruchu (R1), [22].

## TRANSPORT BEZSZYNOWY

### Techniczne warunki projektowania

Do czasu zatwierdzenia nowych warunków technicznych projektowanie dróg bezszynowych na terenie wewnętrznym powinno być wykonywane na podstawie istniejących przepisów projektowania i budowy wymienionych dróg zatwierdzonych przez HKTH 14. XII. 1938 r. i normy OST HKTH 3744 „Drogi bezszynowe wewnętrznozakładowe. Typy nawierzchni drogowych“.

Zasadnicze dane, którymi należy się posługiwać przy projektowaniu, przytoczone są w tablicy 23.

Należy stosować możliwie duże promienie zakrętów.

Przytoczone w tablicy wielkości najmniejszych promieni liczone są według linii krawężników jezdni.

Na drogach o ruchu ograniczonym i dojazdach do poszczególnych budynków, gdzie nie przewiduje się ruchu pojazdów z przyczepami, możliwe jest zmniejszenie promieni zakrętów do 5 m.

Widoczność powinna być zapewniona na odległość nie mniejszą niż 30 m.

Szerokość drogi dla wózków akumulatorowych zależy od wymiarów wózków.

Pas bezpieczeństwa od krawędzi wózka do krawędzi drogi ustala się następująco:

przy przejeździe przez niezabudowaną część terenu — 0,15 — 0,20 m, wzdłuż ściany budynku — 0,70—0,75 m.

Między przestrzeniami jazdy wózków pozostawia się pas wolny o szerokości 0,25 — 0,30 m.

Minimalną powierzchnię niezbędną do zawrócenia wózkiem akumulatorowym określa się graficznie wykreślając tor zataczany kołami przy ich największym skręcie.

Spadki podłużne dróg wewnętrznozakładowych powinny być najmniejsze (w granicach 3 — 4 ‰).

Na odcinkach dróg o słabym natężeniu ruchu przy terenowo trudnych warunkach projektowania spadki te mogą być zwiększone do 6 ‰.

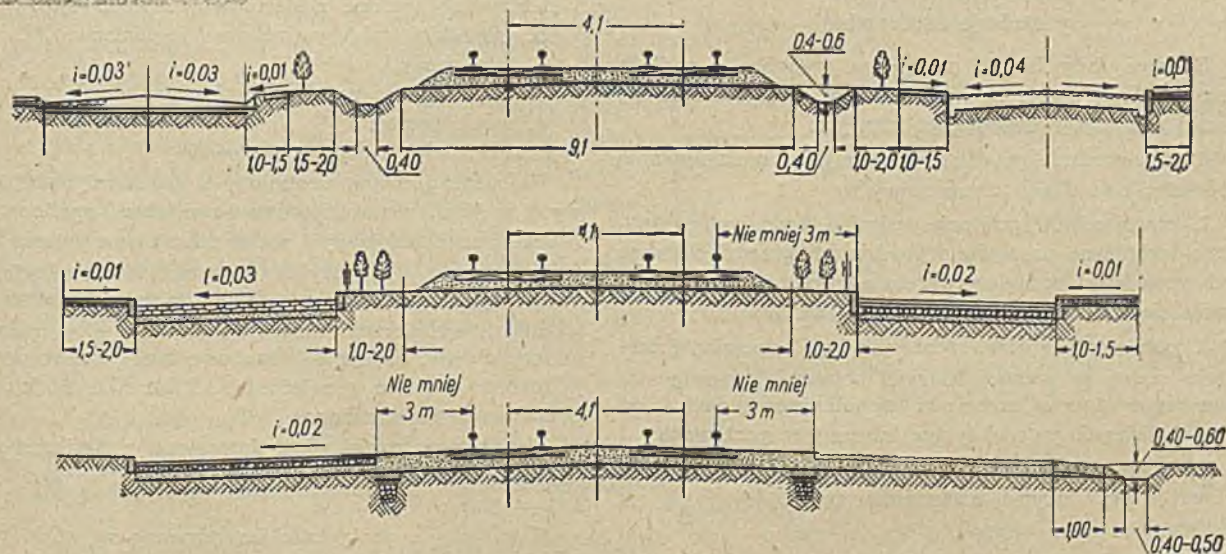
Tablica 23

### Zasadnicze dane do projektowania dróg wewnętrznozakładowych

Nazwa dróg i przepływ ładunków w tonach na dobę	Największa szybkość jazdy		Szerokość jezdni w m	Najmniejszy promień zakrętu R w m	Poszerzenie zakrętów w m przy promieniu	
	na odcinkach prostoliniowych	na krzyżach o najmniejszym promieniu			25 m	najmniejszy R
	w km/godz					
1. Magistrale (rys. 31a, b) ponad 1500	30	10	— 12 lub 2×6 9	12	1,5	3
700 ÷ 1500 włącznie	—	—	6-9	—	—	—
300 ÷ 700 włącznie	—	—	6	—	—	—
300 i mniej	—	—	—	—	—	—
2. Między wydziałami (rys. 31c, d) ponad 1500	15	5	— 9-12 lub 2×6 6-9 6	10	1	2,5
700 ÷ 1500 włącznie	—	—	4,5-6	—	—	—
300 ÷ 700 włącznie	—	—	—	—	—	—
300 i mniej	—	—	—	—	—	—
3. Specjalne n. dla wózków akumulatorowych (rys. 31e) ponad 300	10	4	— 4,5-6 3,5	5	1	2,5
300 i mniej	—	—	—	—	—	—
b. Dla ciągników (rys. 31i) ponad 300	7	4	— 12 6 lub 2×3	10	—	—
300 i mniej	—	—	—	—	—	—
c. przeciwpożarowe (rys. 31g)	40 20	10 5	3-4,5	15 10	1	2,5

W terenie tarasowym przy drogach łączących, na których nie przewiduje się ruchu wózków akumulatorowych — spadki mogą być powiększone do 9 ‰.

Spadki dróg specjalnych wózków akumulatorowych powinny być możliwie małe (nie więcej niż 10 ‰); przy wjazdach nieznacznej długości do wydziałów spadki te mogą być powiększone do 15 ‰.



Rys. 32. Poprzeczne profile torów kolejowych położonych równolegle.



W miejscach skrzyżowania dróg z torami kolejowymi należy budować po obydwóch stronach drogi poziome dojazdy długości (licząc od osi toru):

przy spadku drogi do 3%	— 5 m,
przy wznoszeniu się drogi w stosunku do osi toru większym niż 3%	— 10 m,
przy spadku drogi do toru większym niż 3%	— 15 m.

Przy projektowaniu samochodowych dróg transportowych położonych równolegle do torów kolejowych i na jednym z nimi poziomie, między drogą a torem powinny znajdować się rury odwadniające, przy czym krawędź drogi powinna być oddalona od najbliższej szyny nie mniej niż o 3 m (rys. 32a — przekrój poprzeczny drogi równoległej do toru kolejowego, profil drogi z dwustronnym spadkiem; rys. 32b — profil drogi z jednostronnym spadkiem; rys. 32c — torem kolejowym o nawierzchni obniżonej).

W razie budowy nawierzchni drogi na jednym poziomie z główką szyny, obowiązują te same konstrukcyjne zasady krzyżowania dróg z torami kolejowymi co dla ulic miejskich.

Projektowanie odprowadzenia wód ściekowych z dróg powinno być związane z ogólnym projektem odprowadzenia wód z całości powierzchni terenu zakładowego.

Odprowadzenie wód może być powierzchniowe (rynsztoki, rowy) lub podziemne (burzowce i sieć kanalizacyjna).

Jednocześnie z siecią dróg samochodowych projektuje się chodniki i ścieżki dla pieszych (zwykle szerokości nie mniejszej niż 1,5 m), w niektórych przypadkach projektuje się również drogi dla rowerzystów oraz miejsca postoju samochodów i rowerów będących własnością przedsiębiorstwa lub należących do personelu robotniczego i administracyjnego.

Szerokość miejsca postoju samochodów w dwóch rzędach łącznie z przejazdem między nimi wynosi 14,5 — 16,5 m.

Przy urządzaniu miejsc postojowych wzdłuż ulicy, co jest możliwe jedynie przy małym natężeniu ruchu, szerokość pasa postojowego przyjmuje się 5 — 6,5 m.

#### Rodzaje nawierzchni

Budowa dróg bitych polega na wykonaniu podłoża i nawierzchni. Wybór nawierzchni drogi przeprowadza się biorąc pod uwagę następujące względy:

1. nawierzchnia powinna wytrzymywać oddziaływanie i obciążenie środków transportowych,
2. nawierzchnia powinna spełniać wymagania sanitarno-techniczne procesów wytwórczych przedsiębiorstwa pod względem stopnia wytwarzania kurzu, niezanieczyszczenia się itp.,
3. powierzchnia nawierzchni powinna odpowiadać budowie części, za pomocą których pojazdy poruszają się, oraz wymaganemu stopniowi cichobieżności ruchu od przejeżdżających po niej typów taboru transportowego,
4. nawierzchnia powinna być wykonana oszczędnie, celowo i przy użyciu materiałów znajdujących się na miejscu.

Przy wyborze rodzaju nawierzchni jako orientacyjne wskazówki mogą posłużyć dane [14] z tablicy 24 i 25.

#### Nawierzchnie drogowe

Drogi	Rodzaje nawierzchni	Warunki najbardziej celowego zastosowania nawierzchni
O gładkiej nawierzchni	Betonowe; asfaltobetonowe i wykonane z materiałów wiążących: ze żwiru i tłuczni	Ruch samochodowy, wózków akumulatorowych; wysokie wymagania sanitarne i techniczne
O nawierzchni z kamienia ciosanego	Brukowane i kostkowe	Ciężarowy transport samochodowy o natężeniu większym niż 700 ton na dobę po jednej stronie drogi!
	Kostka granitowa, klinowe kostki żużlowe	Odcinki dróg poz. 1 tej tablicy przy spadku większym niż 4% w miejscach skrzyżowania z torami kolejowymi
O nawierzchni z kamienia nieciosanego	Bruk z kamienia polnego i z tłuczni	Ciężarowy transport samochodowy o małym natężeniu z przewagą ruchu konnego; odcinki dróg poz. 1 tej tablicy przy spadku większym niż 4% bez zastosowania kamienia ciosanego; w przypadku przygotowania do budowy przyszłej udoskonalonej drogi jako pierwsze stadium budowy
Gruntowe	Ubita ziemia z dodatkami	Transport traktorami; drogi poza terenem zakładu

#### Tabor kołowy

Skład taboru kołowego do transportu zakładowego po drogach bitych dobiera się w zależności od rodzaju ładunku, odległości przewozu, profilu podłużnego drogi i planu trasy, jak również z uwzględnieniem właściwości procesu technologicznego zakładu.

Ruch środków transportowych powinien być tak zorganizowany, aby przejazdy bez ładunku ograniczone były do minimum a w przejeździe z ładunkiem osiągnięto jak największe wykorzystanie powierzchni załadowniczej.

Ilość rodzajów środków transportowych w przedsiębiorstwie powinna być możliwie jak najmniejsza.

W zakładach budowy maszyn stosuje się następujące rodzaje taboru drogowego:

- a. wózki akumulatorowe, z silnikami spalinowymi i elektryczne zasilane z sieci dwuprzewodowej,
- b. ciągniki i traktory (kołowe i gąsienicowe),
- c. samochody,
- d. przyczepy do wymienionych ciągników,
- e. wózki ręczne,
- f. urządzenia transportu kołowego.

Najbardziej rozpowszechnionymi środkami transportowymi są wózki akumulatorowe i z silnikami spalinowymi. Nośność, szybkość jazdy i zasięg ich działań a coraz bardziej zwiększa się w wyniku ulepszeń konstrukcyjnych. Wózki wyposażone są w urządzenia do mechanicznego załadunku i wyładunku oraz do układania w stosy różnych materiałów itd. Skrzynie ładunkowe tych wózków bywają różnego kształtu w zależności od ładunku, do którego przewozu są przeznaczone.

Współczesne wózki akumulatorowe i z silnikami spalinowymi posiadają nośność przeważnie w granicach 0,75 — 5 ton.

W porównaniu amerykańskim używane są wózki akumulatorowe i z silnikami spalinowymi o nośności do 30 ton (z wywrotkami). Stosowanie wózków akumulatoro-



Tablica 25

## Charakterystyka eksploatacji różnych rodzajów dróg

Nazwa wskaźników	Rodzaje dróg									Uwagi
	Drogi gruntowe i żwirowe		Szosy			Bruki		Asfaltowo-betonowe	Cementowo-betonowe	
	zwykłe	z dodatkiem materiału wiążącego walcowane	zwykłe	walcowane i nasycane	z kamienia nieobrobionego	kostka kamien- na	kostka drewn- niana			
Dopuszczalny nacisk na jednostkę powierzchni w kG/cm <sup>2</sup>	1,5-4,5	5-10	25-35	40-50	—	50	—	50	50	
Opór właściwy ruchu w kG na 1 tonę ciężaru taboru ruchomego	80-100	40	40-50	25	40-50	25	15-20	15-20	10	
Współczynnik rocznych kosztów naprawy i utrzymania drogi	—	0,7-0,75	1,5	2	0,75-0,9	0,5	—	1	0,25-0,30	Za jednostkę przyjęto zużycie i wydatki dla dróg asfaltowo-betonowych
Współczynnik zużycia opon	5	2-2,4	3,4	2-2,4	10	1,5	1,5	1	1	
Współczynnik kosztów remontu	1,5	1,1-1,2	1,3	1,1-1,2	1,5	1,1	1,1	1	1	
Współczynnik zużycia paliwa	1,5	1-1,2	1,3	1-1,2	1,5	1,1	1,1	1	1	
Popręczne spadki nawierzchni w %	3,5	2,5-3,5	3	2-3	3	2-3	2-3	1,5-2	1,5-2	

wych i z silnikami spalinowymi o dużej mocy otwiera szerokie perspektywy dla udoskonalenia zagadnień transportowych.

Oprócz wózków akumulatorowych przewożących ładunki na własnej platformie stosuje się ciągniki akumulatorowe transportujące ładunki na przyczepach, służące również do przetaczania wagonów kolejowych po torach.

Wózki z silnikami spalinowymi posiadają w porównaniu z akumulatorowymi tę ujemną stronę, że przy wejściu do budynków wydziałów zanieczyszczają powietrze gazami spalinowymi.

Nie omawiając typowych samochodów, ciągników i przyczep<sup>1)</sup>, zwracamy uwagę na przyczepy do ciężkich ładunków.

Charakterystyczną cechą takich przyczep jest niskie położenie platformy.

Niekiedy stosowane są przyczepy o dużej ilości kół z hydraulicznym urządzeniem do wykonywania zwrotów i o nośności do 200 ton.

W przedsiębiorstwach o małym obrocie towarowym położonych w warunkach terenowych nie pozwalających na doprowadzenie bocznicy kolejowej, możliwe jest używanie przyczep wielokołowych do przewożenia wagonów kolejowych od stacji do zakładu i z powrotem.

Wymienione przyczepy składają się z dwóch niezależnych osmiokołowych wózków, z których każdy posiada nośność do 30 ton. Szybkość jazdy ciągnika 10 km/godz.

Do wtaczania wagonu kolejowego na wózki urządza się specjalne pomosty, będące przedłużeniem toru z wbudowanymi szynami umieszczonymi na wysokości poziomu wózka.

Podobne środki transportowe stosuje się do przewozu kopacek mechanicznych, czołgów, ciężkich dział itp.

## Określenie nośności środków transportowych

Siła pociągowa, styczna do obwodu koła napędzanego samochodu, wózka akumulatorowego, ciągnika lub inne-

<sup>1)</sup> Charakterystyka samochodów ciężarowych, ciągników i przyczep podana jest w rozdziale czwartym Maszynostrojstwa.

go środka transportowego określa się w kilogramach według wzoru:

$$F_k = 270 \frac{N_e}{v} \eta_m$$

gdzie:

$N_e$  — efektywna moc silnika w KM,

$v$  — szybkość jazdy w km/godz,

$\eta_m$  — współczynnik sprawności (0,80-0,85).

Górną granicę  $F_k$  określa się wzorem:

$$F_k \leq \Psi^* Q_{\max}$$

gdzie

$Q_{\max}$  — maksymalny ciężar ładunku, jaki może być do-czepiony do najbardziej rozpowszechnionych ty-pów ciągników: dla samochodu ГАЗ — АА — 2500 kg ЗИС-5 — 4000 kg ЯГ — 7200 kg, dla ciągników CT3 i XT3 — 1900 kg ЧТ3 гąsienicowy — 9500 kg СХТЗ-НАТИ — 5100 kg,  
 $\Psi^*$  — współczynnik przylegania (tabl. 26).

Tablica 26

## Współczynnik przylegania

Rodzaj drogi	Stan drogi	Wartości $\Psi^*$	
		dla kół	dla gąsienic bez ostróg
Gruntowa	sucha	0,5-0,7	0,8-0,9
	mokra	0,2-0,4	—
Szosa	sucha	0,5-0,7	0,3-0,4
	mokra	0,3-0,4	—
Asfalt	sucha	0,5-0,6	—
	mokra	0,4-0,5	—

Największy możliwy ciężar pojazdu (brutto) w tonach przy jeździe bez przyczep równa się:

$$P = \frac{F_k}{w_0 + i}$$

gdzie:

$w_0$  — zasadnicze opory właściwe ruchu w kg na tonę ciężaru samochodu (tabl. 28),

$i$  — spadek drogi w promillach.



Największy możliwy ciężar przyczep (brutto) w tonach równa się:

$$Q = \frac{F_k - P(w_0 + i)}{w_0 + i}$$

gdzie:

$P$  — ciężar ciągnika (brutto) w tonach,  
 $w_0$  — zasadnicze opory właściwe ruchu dla przyczep w kg na tonę ciężaru przyczepy, zwykle równe  $w_0$ .

Przy  $w'_0 = w_0$  ciężar przyczep równa się:

$$Q = \frac{F_k}{w_0 + i} - P$$

Dla określenia użytecznego ciężaru ładunku (netto) wystarczy odliczyć z otrzymanych ciężarów brutto ciężar tary, tj. odpowiednio ciężar ciągnika i przyczep.

$F_k$  przyjmuje się dla jazdy drugim biegiem.

Jazda pierwszym biegiem jest dozwolona tylko na krótki czas: przy ruszaniu z miejsca i w celu pokonania krótkich odcinków zwiększonego wzniesienia drogi.

Obliczenie nośności ciągników akumulatorowych przeprowadza się na podstawie mocy silnika odpowiadającej godzinom jazdy.

## TRANSPORT WODNY

### Warunki stosowania

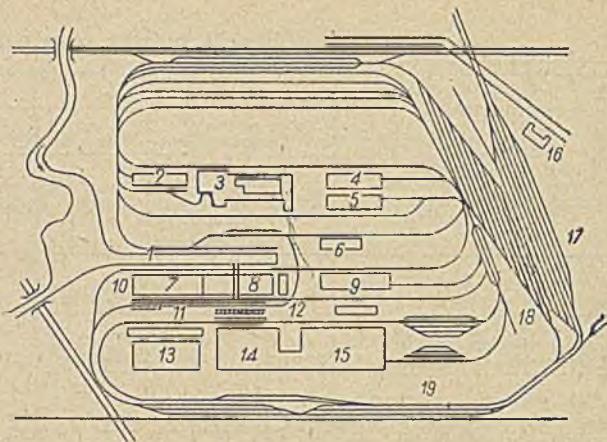
Wielkie zakłady amerykańskie dla dostawy głównych ładunków i surowców, jak również dla wysyłki gotowych wyrobów w znacznym stopniu posługują się transportem wodnym; do obsługi służą przybrzeżne linie i porty. Ten sposób zaopatrywania zmusza przy opracowaniu planu generalnego zakładu do rozmieszczenia magazynów surowca i wydziałów przetwórczych na nadbrzeżach.

Na rys. 33 przedstawiono schemat planu generalnego zakładu otrzymującego rudę i węgiel transportem wodnym.

Przy projektowaniu zakładu posiadającego możliwość zastosowania zewnętrznego transportu wodnego należy uwzględnić:

- a. sezonowość transportu wodnego,
- b. zmianę poziomu wody.

Podlegająca przewozowi całość obrotu towarowego powinna być obliczona tylko na okres sezonu nawigacyjnego. Sezonowe przerwy w pracy transportu wodnego wymagają urządzenia magazynów do przechowywania zapasów zapewniających zaopatrzenie zakładu w materiały w czasie wspomnianych przerw; w tych okresach czasu można też posługiwać się innym rodzajem transportu. Najbardziej racjonalne wykorzystanie transportu wodnego można osiągnąć przez umieszczenie zakładu w pobliżu kanału o stałym poziomie wody. W tym przypadku mogą



Rys. 33. Plan generalny zakładu obsługiwane transportem wodnym i kolejowym: 1 — kanał wodny; 2 — piec martenowski; 3 — walcownia; 4 — obróbka plastyczna; 5 — oddział resortowy; 6 — huta szklana; 7 — magazyn węgla; 8 — magazyn kopalniany; 9 — główne warsztaty spawalnicze; 10 — remiza; 11 — koksownia; 12 — wielkie piece; 13 — zakład chemiczny; 14 — odlewnia; 15 — siłownia; 16 — budynek głównego biura; 17 — tabor kolei państwowych; 18, 19 — tabor zakładu.

być użyte prostsze urządzenia przeładunkowe i można uzyskać najbardziej wygodne rozmieszczenie magazynów.

Przystań na kanałach urządza się wtedy jako rozszerzenie kanału lub specjalnie pobudowane samodzielne baseny. Kierunek usytuowania basenu w stosunku do osi kanału może być dowolny, bowiem woda w kanale znajduje się w stanie spoczynku. Najmniejsza szerokość basenu powinna być czterokrotnie większa od szerokości kanału a użyteczna długość wielokrotnie większa od długości tych typów statków, które kursują na kanale.

Gdy zakład ma być położony na brzegu rzeki, to przeznaczony na budowę teren powinien być położony nieco wyżej od najwyższego możliwego poziomu wody. Niekiedy zakład zbudowany jest na wysokim poziomie, na znacznie natomiast niższym umieszcza się port i część magazynów. Niewygoda takiego rozlokowania polega na tym, że komplikuje budowę urządzeń ładunkowych i wyładunkowych na liniach nadbrzeża i oprócz tego powoduje konieczność zorganizowania transportu z terenu portu na wzniesione nad nim tereny wytwórcze. Linia nadbrzeża wymaga maksymalnego zmechanizowania, ponieważ postój pływających środków transportowych przy załadunku i wyładunku powinien być możliwie krótki.

Określenie najbardziej właściwego miejsca rozmieszczenia magazynów na terenie portu i zakładu, jak również właściwe określenie wielkości wymienionych magazynów przeprowadza się na podstawie techniczno-ekonomicznych obliczeń z uwzględnieniem rodzaju środków transportu, którymi posługuje się zakład.

## LITERATURA I ŹRÓDŁA

1. BUZINARSKIJ N. J.: Promyszlennye dorogi, Narkómzem R. S. F. S. R. 1938.
2. ВИИП Т (Wsielsojuzny naucznoissledowatielskij institut promyszlennogo transporta), Tiechniczieskije usłowija projektrowanija i sooruzenija promyszlennych ż. - d. putiej szirokoj kolei s parowoj tlagoj, cz. I, „Podjezdnyje puti“, cz. II, „Wnuztrizawodskije puti“, HKT . 1938.
3. ВИИП Т, to że — ž. d. putiej kolei 750 mm, HKT . 1938.
4. ВИИП Т, Tiechniczieskije usłowija projektrowanija i sooruzenija wnuztrizawodskich bezrelisowych dorog, HKT . 1938.
5. WYSOCKIJ K. P., FIEDOROW A. W., BONDARIENKO K. J.: Tiechniko-ekonomiczeskije pokazatieli po transportu osnovnych stroitielnych matieriatow i dietalej. Akademia architektury ZSRR. 1944.
6. GOST 2913 — 45. Normy i tiechniczieskije usłowija projektrowanija i sooruzenija ž. d. kolei 750 mm. 1945.
7. KAMIENSKIJ A. A. prof. GRAWE P. P. doc. i BIERIEZOWSKIJ M. W. doc.: „Kurs promyszlennych żelieznych dorog“ T. I. „Ustrojstwo puti“ pod obszczej redakcją Kamienskogo A. A. OHT. 1937.



8. KOSTIENIECKIJ K. P. i PLESZKOW Ł. E. „Projektowanie gienieralnych planow mietalurgicznych zawodow, „Stal“ Nr 11 — 12, 1943.
9. Nauczno-issledowatielskij institut ž. - d. stroitielstwa i projektowanija, Tiejchniczskie usłowija projektowanija i postrojki podjezdnych i wnutrizawodskich ž. - d. putiej normalnoj kolei. 1941.
10. OBRAZCOW W. N. akad., KICZIGIN N. K., LISEWICZ P. J., LIFANOW W. R., MARIEK D. P.: „Jedinyj tjechnologiczeskij process na transportie“. Akademijskija nauki ZSRR. 1944.
11. Promstrojprojekt „Sprawocznik projektirowszczika promyszlennych sooruzenija“, t. I. „Architektura promyszlennych zdanijs“ cz. II „Fabriki i zawody“ Gosstroizdat. 1936.
12. Promtransprojekt, Sbornik matieriałow dla projektowanija i sooruzenija promyszlennogo transporta, wypuski ot Nr 1 do Nr 1750 za period 1928—1945.
13. Promtransprojekt, Rjeszenija partijno-tiechniczskoj konflierencii 16—18/IX 1944, PTP Nr 1745.
14. PROSTIAKOW E. G.: Mieżciechowoj bezrelsovoj transport maszinstroitelnych zawodow, „Sbornik matieriałow po obmienu opytom“ Nr 2 Promtransprojekt, 1934.
15. TIMOFIEJEW W. A. prof., BUDAJEW E. W. doc., BOGINSKIJ N. D. doc., D'RURK A. P. prof.: „Kurs promyszlennych železnych dorog“ t. II „Podwiznoj sostaw i tiaga. Stancji. Projektowanije. Organizacija pierlewozok“ pod naczelną redakcją dr nauk techn. A. A. Kamienkowo A. A. Gosstroizdat. 1939.
16. Ukazanija po projektowaniju i stroitielstwu promyslennowo ž. - d. transporta w usłowijach wojennowo wriemieni Y — 32 — 42 Narkomstroj, Stroizdat, 1942.
17. Ukazanija po projektowaniju i stroitielstwu promyslennych awtogużewych dorog w usłowijach wojennowo wriemieni Y — 38 — 42 Narkomstroj. Stroizdat, 1943.
18. D3 Przepisy budowy i utrzymania nawierzchni na kolejach o torze normalnym. 1945.
19. D16 Przepisy projektowania i budowy kolei normalnotorowych użytku publicznego 1945.
20. D24 Przepisy budowy i eksploatacji kolei użytku prywatnego o silniku mechanicznym. 1945.
21. W1 Przepisy zasadnicze budowy i eksploatacji kolei wąskotorowych użytku publicznego. 1948.
22. R1 Przepisy ruchu na kolejach znaczenia ogólnego. 1948.
23. R31 Przepisy o budowie i eksploatacji bocznie normalnotorowych.
24. WĄTOREK K.: Budowa kolei żelaznych, 1927.
25. CZECZOTT A.: Charakterystyka parowozów, typy i obciążenia. 1927.
26. CECENIOWSKI R.: Gospodarka taborowa na Polskich Kolejach Państwowych. 1935.
27. PLEWAKO S.: Jednofazowa trakcja elektryczna o częstotliwości przemysłowej. Przegl. Kom. 1949.
28. BOBROW A. A.: Promyszlennyj żeleznodorożnyj transport. 1949.
29. WASILJEW N. W., OLEWSKI W. A.: Transport na obogatielnych fabrykach. 1949.
30. MASZINOSTROJENIJE
31. MIEDIEL W. B.: Podwiznoj sostaw elektriczeskich železnych dorog. 1950.
32. DŻON DRIENI.: Tiejpłowozy. 1948.

## PROJEKTOWANIE GOSPODARKI MAGAZYNOWEJ ZAKŁADU

### KLASYFIKACJA, RODZAJE I WYPOSAŻENIE MAGAZYNÓW

#### Klasyfikacja magazynów

Według przeznaczenia magazyny dzielą się na uniwersalne do przechowywania różnych materiałów i wyrobów oraz specjalne, w których przechowuje się tylko niektóre określone materiały.

Gospodarka magazynowa przedsiębiorstwa przemysłowego składa się z szeregu uniwersalnych i specjalnych magazynów, które można podzielić na następujące grupy:

1. magazyny materiałowe — surowców, materiałów podstawowych i pomocniczych, wyrobów gotowych kupnych,
2. magazyny paliwa,
3. magazyny półfabrykatów własnej produkcji,
4. magazyny narzędzi i środków produkcji, przyrządów, modeli, zapasowych urządzeń,
5. magazyny gotowych wyrobów,
6. magazyny odpadków i złomu.

Zależnie od zakresu działania magazyny dzielą się na:

1. ogólnozakładowe rozmieszczone na terenie przedsiębiorstwa w oddzielnych budynkach lub przy wydzielonych przeznaczonych do przechowania podstawowych zapasów materiałów i wyrobów oraz do zaopatrywania wszystkich lub tylko niektórych wydziałów;

2. wydziałowe — do materiałów, półfabrykatów i wyrobów używanych w wydziale lub przez niego wykonywanych.

Magazyny rozmieszcza się zgodnie z kierunkiem przebiegu ładunków — przy bocznicach kolejowych lub drogach samochodowych.

Magazyny materiałów łatwopalnych i wybuchowych usuwa się niekiedy poza granice zasadniczego terenu produkcyjnego, stosownie do wymagań przepisów bezpieczeństwa przeciwpożarowego [9].

Jako wyjściowe dane do projektowania magazynów mogą służyć:

1. normy zapasu materiałów na określoną ilość dni i roczne zużycie materiałów lub
2. program produkcji przedsiębiorstwa, normy zużycia materiałów, półfabrykatów itp. na jednostkę wyrobu i normy zapasu materiałów na określoną ilość dni.

Normy zapasów materiałowych w magazynach zależą od warunków zaopatrzenia oraz użytkowania materiałów przez zakład.

#### Rodzaje magazynów

Zależnie od właściwości materiałów lub wyrobów, magazynowanie ich jest możliwe:

1. na terenie odkrytym,
2. pod dachami na słupach,
3. w pomieszczeniach zamkniętych, nieogrzewanych lub ogrzewanych (rys. 34).

**Magazyny odkryte.** Na magazyny odkryte stosuje się zabrukowane i zazwyczaj przygotowane powierzchnie na poziomie terenu lub powierzchnie wzniesione nad poziomem terenu jako platformy.

Urządzenie takich magazynów może być następujące:

Podniesienie pokryte deskami lub belkami, na które układa się materiały drewniane, rury, wyroby ciężkie i inne.

Przegrody — miejsca ogrodzone ścianami do wysokości 0,5 m — 1,5 m z desek, belek lub innych materiałów; używa się do magazynowania torfu, węgla, piasku i innych sypkich ładunków.



Zasieki — powierzchnie magazynowe otoczone ze wszystkich lub tylko trzech stron stałymi lub rozbieżnymi ściankami wysokości 1,0 — 2,5 m (czasem wyższymi). Przeznaczone są do materiałów sypkich, odpadków metalowych, materiałów formierskich i innych.

Zasieki takie do magazynowania materiałów ulegających zniszczeniu pod wpływem opadów atmosferycznych powinny mieć jednospadowe dachy ze szczelnym pokryciem, lub materiały te powinny być przechowywane pod dachami na słupach lub w magazynach zamkniętych.

Ścianki przegrodowe — rząd słupów wysokości do 2 m obitych deskami z jednej lub dwóch stron, ścianki żelazobetonowe, metalowe lub z okrągłaków. Ustawiane są wzdłuż linii wyładunku materiałów sypkich, np. piasek, węgiel itd.

Ścianki przegrodowe pozwalają zwiększyć wysokość magazynowania i tym samym wpływają na zmniejszenie powierzchni magazynu.

Pomosty — przy torach kolejowych lub drogach samochodowych położone są powyżej poziomu terenu magazynów (na nasypach, kolumnach) z pochyłymi zjazdami; stosuje się je w celu ułatwienia i obniżenia kosztów czynności wyładunkowych, a przy wyładunku materiałów sypkich w celu utrzymania wyższych stert.

Szopy stanowią pokrycie podtrzymywane słupami; mogą one mieć podłogę na poziomie terenu lub na wysokości 0,9 — 1,1 m. Dla ochrony materiałów przed zmożnięciem dachy szop buduje się z okapem, który przy-

krywa wagony kolejowe, samochody i inne środki transportowe, podstawiane do ładunku i wyładunku. Przy transporcie kolejowym wielkość okapu określa się wymiarami oddalenia budynku od torów kolejowych. Szopy te mają niekiedy ścianki z dwóch lub trzech stron.

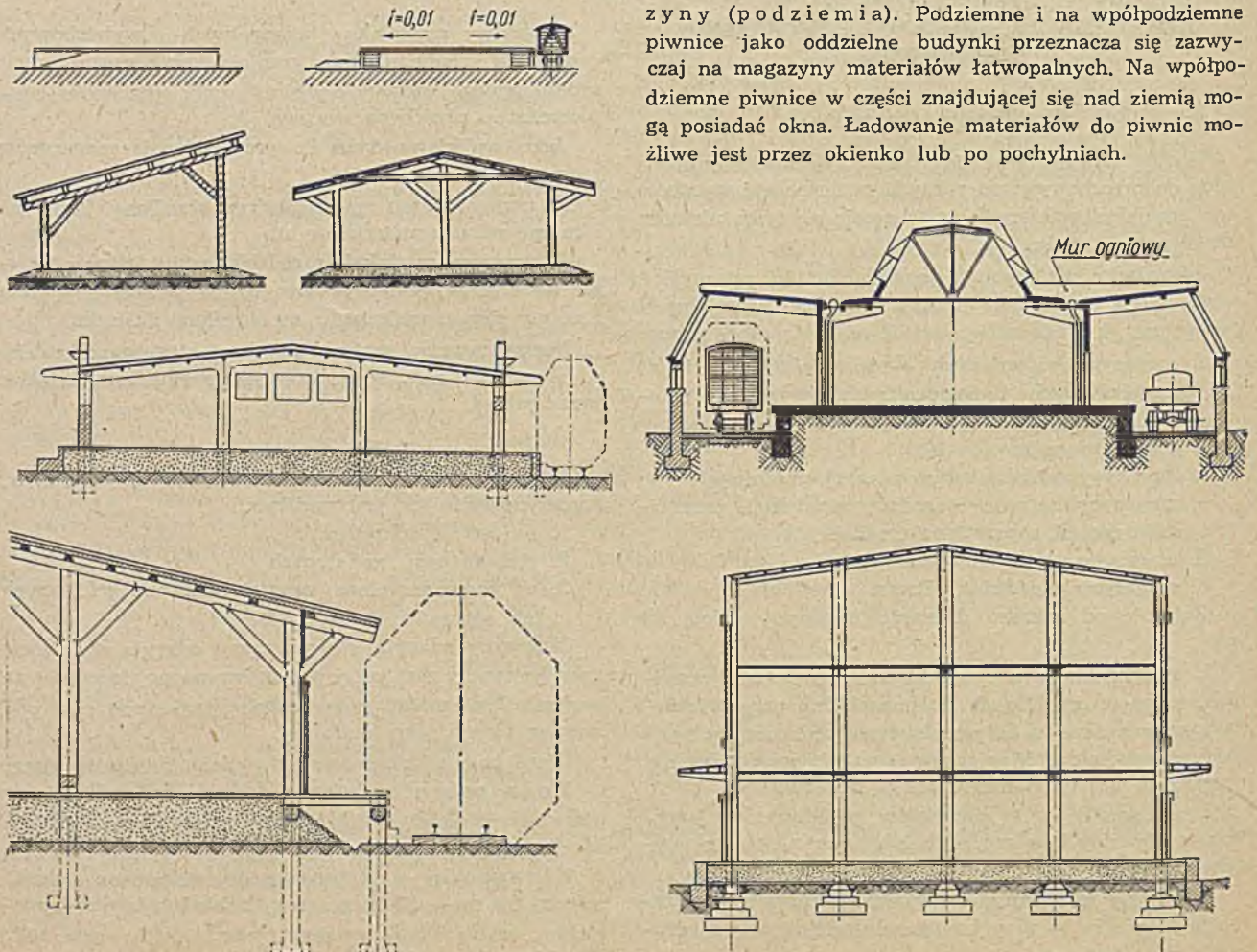
Magazyny kryte. Budynki magazynowe buduje się z podłogami na wysokości poziomu terenu lub na poziomie wyższym. Mogą one być jedno lub wielopiętrowe oraz ogrzewane lub nie (rys. 34).

Magazyny jednopiętrowe. Magazyny jednopiętrowe (lub szopy) buduje się o wysokości 3 — 6,5 m (rzadko wyżej) w zależności od przyjętej wysokości i mechanizacji magazynowania materiałów.

Magazyny wielopiętrowe. Takie magazyny projektuje się w przypadku ograniczonego terenu i konieczności posiadania magazynów o dużej powierzchni (3—4 tysięcy m<sup>2</sup> i więcej), gdy obciążenie materiałem na strop nie przekracza 1,5 t/m<sup>2</sup>. Magazyny wielopiętrowe buduje się jako ogrzewane dla materiałów tego wymagających, narzędzi itp. Często wielopiętrowe magazyny posiadają piwnice.

Transportu pionowego w wielopiętrowych magazynach dokonuje się wyciągami o nośności 1 — 2 t. Wyciągi te umieszcza się przy ścianach obok bramy tak, aby umożliwić wyjazd wózka do kabiny wyciągu z pomostu załadowczo-wyładunkowego. W tym celu wymiary kabiny w rzucie poziomym przyjmuje się nie mniejsze niż 1 × 2 m. Na każdym piętrze magazynu powinno znajdować się nie mniej niż dwa wyjścia.

Podziemne i na wółpodziemne magazyny (podziemia). Podziemne i na wółpodziemne piwnice jako oddzielne budynki przeznacza się zazwyczaj na magazyny materiałów łatwopalnych. Na wółpodziemne piwnice w części znajdującej się nad ziemią mogą posiadać okna. Ładowanie materiałów do piwnic możliwe jest przez okienko lub po pochylniach.



Rys. 34. Typy budowli magazynowych.



## Składowe części magazynów

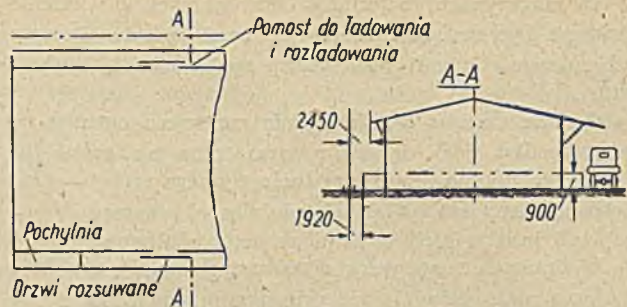
Podłogi. Podłoże podłóg w magazynach oblicza się na obciążenie od magazynowanych materiałów. Na przejściach i przejazdach podłogi powinny być gładkie (betonowe, asfaltowe). W zależności od przeznaczenia magazynu podłogi mogą być różnych rodzajów (tablica 27).

Tablica 27

Przeznaczenie magazynów	Rodzaj podłóg
Różne materiały	Drewniane z desek lub kostek, asfaltowe, betonowe, ksylołitowe, pokryte linołecum
Metale	Drewniane z kostek, klingerytowe, asfaltowe, brukowane kamieniem (dla magazynów otwartych)
Narzędzia	Drewniane z desek, kostek lub z klepek, asfaltowe, ksylołitowe, pokryte linołecum
Smary i oleje	Klingerytowe z betonu lub asfaltu odpornego na smary
Kwasy	Klingerytowe lub betonowe, odporne na kwasy

Pomosty i pochylnie. Z obu stron magazynów zazwyczaj wzdłuż podłużnych ścian urządzone są pomosty (rampy) służące do załadunku i rozładunku. Szerokość pomostów wynosi 1,5—2 m i jest zabezpieczona okapem dachu (rys. 35). W magazynach z podwyższoną podłogą do wprowadzania wózków na pomost buduje się zjazdy (pochylnie) o spadku 0,07 — 0,09 (4 — 5°).

Bramy. Bramy mogą być drewniane i metalowe, otwierane lub rozsuwane. Korzystniejsza jest budowa rozsuwanej bramy ze względu na oszczędność miejsca (rys. 36). Górna część bramy może być oszklona. Brama nie powinna mieć progów. Rozmiary bram zwykłych są o szerokości 2 — 2,5 m i wysokości 2,2 ÷ 3 m, dla wprowadzania jednostki taboru kolejowego normalnoto-



Rys. 35. Pomosty (rampy) do ładowania i rozładunku oraz okapy dachu magazynów.

rowego oraz o szerokości 4,1 m i wysokości 5,5 m dla wąskotorowych (750 mm) o szerokości 2,55 m i wysokości 3,55 m.

Oświetlenie. W celu oświetlenia światłem naturalnym pomieszczeń magazynowych buduje się okna w ścianach zewnętrznych oraz świetliki w dachach.

Okna należy umieszczać na wysokości 1,8 — 2,5 m od podłogi, aby uniknąć zasłaniania ich stojakami względnie stosami nałożonego materiału.

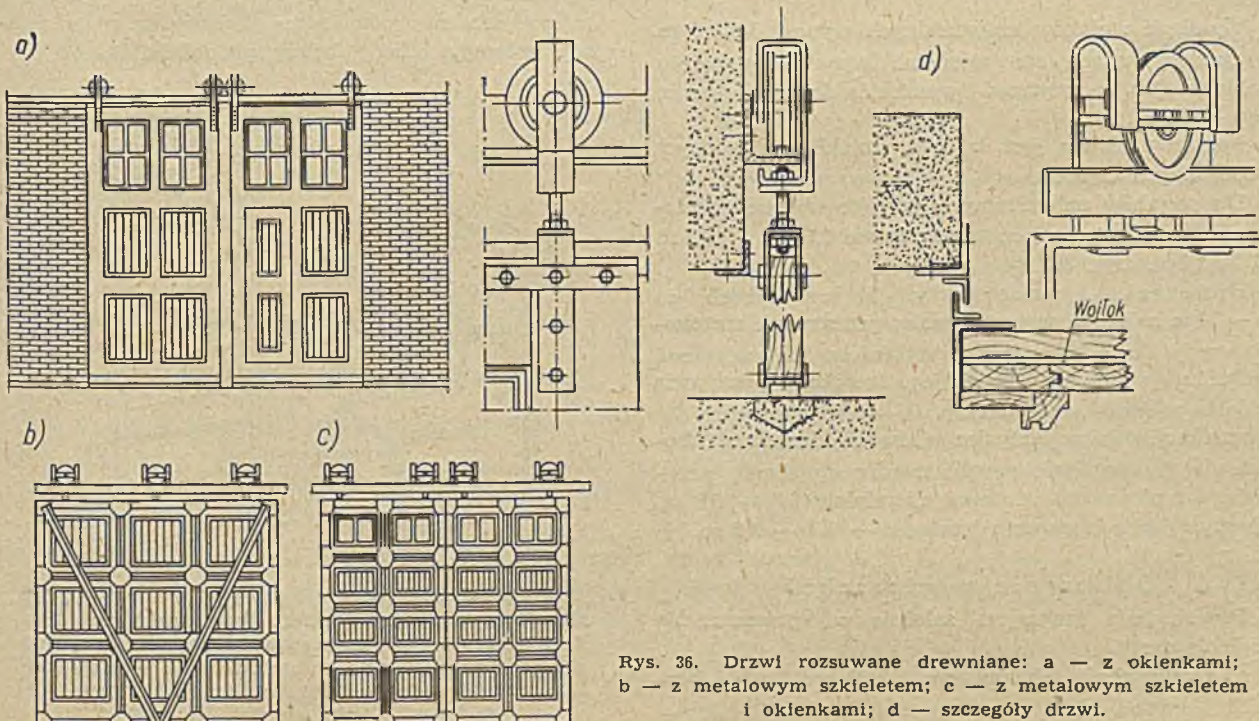
Stosuje się zwykle okna pojedyncze w magazynach natomiast ogrzewanych — podwójne.

Okapy dachów nad pomostami (rampami) bardzo obniżają natężenie oświetlenia magazynów, dlatego w magazynach wysokich słuszne jest umieszczać okna ponad okapami.

Natężenie oświetlenia magazynów może być słabe (do 30 luksów) z wyjątkiem takich magazynów, w których odbywa się sortowanie, pakowanie, stały odbiór, wydawanie i inne.

Przy oświetleniu naturalnym szerokość budynku magazynu może wynosić 30 — 36 m.

Sztuczne oświetlenie w magazynach najczęściej buduje się na ogólnych zasadach (patrz rozdział XVI) stosując urządzenia do równomiernego rozprowadzenia promieni świetlnych.



Rys. 36. Drzwi rozsuwane drewniane: a — z okienkami; b — z metalowym szkieletem; c — z metalowym szkieletem i okienkami; d — szczegóły drzwi.



W magazynach materiałów łatwopalnych oświetlenie powinno być zewnętrzne lub też musi być dostatecznie zabezpieczone przed możliwością spowodowania wybuchu.

Ogrzewanie. Pomieszczenia magazynu ogrzewają się w przypadku, jeśli są one przeznaczone na materiały i wyroby, których przechowywanie wymaga stałej — niezmiennej temperatury (metale nieżelazne, przyrządy i inne) lub jeśli w nich pracuje personel obsługujący.

W bramach magazynów ogrzewanych należy urządzać zabezpieczenia utrudniające przenikanie powietrza z zewnątrz.

W ogrzewanych pomieszczeniach magazynowych należy utrzymywać pewną określoną temperaturę (tabl. 28).

Tablica 28

Magazyn	Przeznaczenie pomieszczenia	Temperatura wewnętrzna w °C
Ciepłe	Magazyn materiałów, pakowne, ekspedycje	12—14
	Magazyn narzędzi	16
Półciepłe	Magazyn wyrobów skórzanych, gumowych, smarów	8
	Magazyn chemikaliów i kwasów	5—6

W magazynach z reguły stosuje się ogrzewanie centralne.

Urządzenia grzewcze powinny mieć powierzchnie gładkie niezatrzymujące kurzu.

#### Obliczanie powierzchni magazynów, ich roplanowanie i wyposażenie

Stojaki. Konstrukcja i wymiary stojaków powinny odpowiadać rodzajowi i kształtom przechowywanych materiałów.

Zależnie od przeznaczenia stojaki bywają:

1. uniwersalne — z półkami przegrodzonymi, z szufladami i stojaki — szafy (rys. 37);
2. specjalne — dla metali, narzędzi itp.

Stojaki wykonuje się z metalu, drewna lub mieszanej konstrukcji [7].

Wysokość stojaków uniwersalnych wynosi do 2,5 m, w pomieszczeniach zaś wysokich przy zastosowaniu drabinek lub podwyższeń wysokość dochodzić może do 3 — 3,5 m.

Najkorzystniejsza jest budowa stojaków składanych z oddzielnych części.

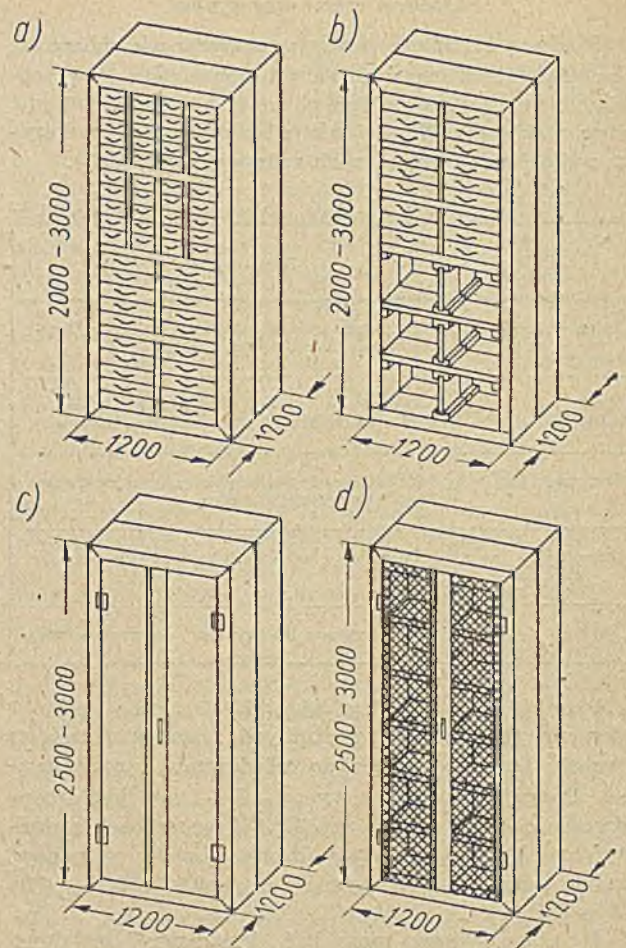
Dla stojaków uniwersalnych przyjęto w rzucie poziomym rozmiary stanowiące wielokrotność 0,55 × 1 m, lub 0,6 × 1,2 m (rys. 38).

Przejścia i przejazdy. W magazynach co 20 — 30 m należy pozostawiać wolne przestrzenie szerokości bramy dla poprzecznych przejazdów. Wewnątrz zaś wzdłuż magazynu zależnie od jego szerokości pozostawia się kilka odstępów o szerokości 2,5 — 3 m obliczonych dla komunikacji wzdłuż budynku w dwóch kierunkach. Pozostawia się szerokość przejść między stojakami, przegrodami i ułożonymi w sterty materiałem 0,6 — 0,9 m, a korzystając z transportu wózkami — 1,1 — 1,2 m.

#### Obliczanie powierzchni

Powierzchnia magazynu zależnie od przeznaczenia dzieli się na:

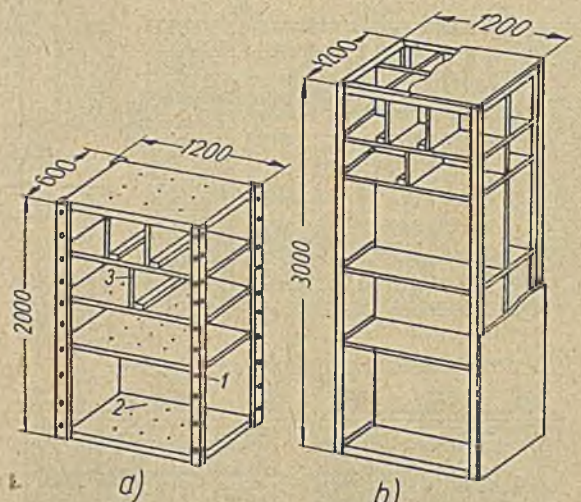
- a. powierzchnię załadunkową (użytkową) zajęta bezpośrednio przez złożony w stopy materiał lub stojaki;



Rys. 37. Stojaki uniwersalne, metalowe i drewniane, z półkami i przegródkami: a — z szufladami; b — kombinowany z szufladami i przegródkami; c — z drzwiami pełnymi; d — z drzwiami obitymi siatką.

b. powierzchnię manipulacyjną — na przejścia, przegląd materiałów, odbiór wydawanie i ważenie materiałów, jak również miejsca na biura;

c. powierzchnię pomocniczą zajmowaną przez przegrody, kolumny, schody, bębny, podnośniki itp.



Rys. 38. Stojaki z półkami i przegródkami: a — stojak metalowy rozbierny, lekkiego typu (składany na śruby). Otwory 1 służą do przestawiania półek. Otwory 2 służą do przestawiania przegródek 3; b — stojak ze szkieletem metalowym obitym deskami, dyktą lub blachą stalową.



Powierzchnie do odbioru materiałów rozmieszcza się przy wrotach od strony rozładunkowej, a do wydawania od strony załadunkowej. Wykorzystanie powierzchni magazynu zależy od metod przechowywania materiałów, a także od rodzajów urządzeń (stojaków, przegród itp.), od odległości między słupami i od konfiguracji budynku. Stosunek powierzchni użytecznej magazynu  $S_1$  do powierzchni ogólnej magazynu nazywamy współczynnikiem wykorzystania powierzchni  $\lambda$ , którego średnia wartość wynosi: przy magazynowaniu materiału ułożonego w stertach na podłodze — 0,6 — 0,7; przy składaniu materiału na stojakach — 0,3—0,4. Wielkość powierzchni magazynu oblicza się z uwzględnieniem rodzaju i przewidywanej ilości (normy) zapasu materiałów. Powierzchnie: załadunkową, manipulacyjną i pomocniczą oblicza się poszczególnie. Na podstawie otrzymanych poszczególnych wyników przeprowadza się rozplanowanie magazynu.

Zazwyczaj metodę obliczenia powierzchni magazynu staje się sposób magazynowania, przy którym korzysta się z doświadczeń o rzeczywistym ciężarze objętości w  $t/m^3$  dla różnych materiałów złożonych na półki lub przegródki stojaków (ciężar w zależności od ułożenia). Według tej metody całkowitą powierzchnię magazynu określa się według wzoru:

$$S = \frac{Q}{qh}$$

gdzie:

$Q$  — ilość materiału w tonach podlegająca magazynowaniu,

$q$  — obliczeniowe średnie załadowanie, tj. ciężar objętości ułożonego materiału w  $t/m^3$ ,

$h$  — przyjęta wysokość układania w m.

Wartości  $q$  dla różnych materiałów przedstawione są w tablicach 32, 33, 34, 35, 36, 38.

*Przykład:* Określić powierzchnię dla magazynowania 3000 ton profilowego materiału ułożonego w stertach; wysokość układania  $h = 2$  m. Według tablicy 33 przyjmuje się  $q = 2,5 t/m^3$ . Współczynnik wykorzystania powierzchni przy układaniu w stertach  $\lambda = 0,65$ .

$$\text{Wówczas } S = \frac{3000}{2,5 \cdot 2 \cdot 0,65} = 923 \text{ m}^2$$

Niezbędną powierzchnię dla materiału w opakowaniu (skrzyniach, beczkach, workach itp.) oblicza się według wzoru:

$$S = \frac{n \cdot a \cdot b \cdot \beta}{t \cdot \lambda} = \frac{Q \cdot a \cdot b \cdot \beta}{p \cdot t \cdot \lambda}$$

gdzie:

$n$  — ilość jednostek podlegających magazynowaniu,  $n = \frac{Q}{p}$

$p$  — ciężar jednostki w tonach,

$a$  — długość miejsca w m,

$b$  — szerokość (średnica) miejsca w m,

$t$  — ilość warstw na wysokość,

$\beta$  — współczynnik poprawki uwzględniający nie szczelność ułożenia równy 1,1 ÷ 1,2.

*Przykład:* Określić powierzchnię do przechowywania 30 ton smarów w beczkach o średnicy 0,9 m, długości 1,1 m i o ciężarze 200 kg, układanych na wysokość w 3 warstwach;  $\lambda$  przyjęto 0,65

$$S = \frac{30 \cdot 1,1 \cdot 0,9 \cdot 1,2}{0,2 \cdot 3 \cdot 0,65} = 91,4 \text{ m}^2$$

Dla materiałów przechowywanych bez opakowania w stojakach i przegradach (wyrobów w sztukach, ciał sypkich, materiałów w kawałkach itp.) obliczenie powierzchni można przeprowadzić według wykorzystania objętości, posługując się wzorem:

$$n = \frac{Q}{V_1 \alpha \gamma}$$

gdzie:

$n$  — ilość miejsc (stojaków, przegród itp.),

$\alpha$  — współczynnik wykorzystania objętości załadowania określony empirycznie,

$$\alpha = \frac{V_2}{V_1}$$

$V_1$  — teoretyczna pojemność stanowiska (stojaka, przegrady),

$V_2$  — rzeczywista objętość materiału ułożonego w przegradach,

$\gamma$  — ciężar objętościowy materiału w  $t/m^3$ .

*Przykład:* Obliczyć ilość stojaków niezbędnych do przechowania 60 ton papieru, którego jeden  $m^3$  waży 0,5 tony, jeżeli rozmiar stojaków wynosi  $0,6 \times 0,2 \times 2$  m równy objętości  $1,44 m^3$ . Współczynnik załadowania stojaka  $\alpha$  wynosi 0,63;

$$n = \frac{60}{1,44 \cdot 0,63 \cdot 0,5} = 133$$

Jeżeli dla jakiegoś materiału nie jest znany średni ciężar w  $t/m^3$ , obliczanie powierzchni można przeprowadzić według metody teoretycznego układania.

W tym wypadku teoretycznym albo rzeczywistym pomieszczeniem określają pojemność (zwykle w sztukach) miejsca składania lub sterty, a następnie, opierając się na ilości materiału do magazynowania, oblicza się niezbędną liczbę miejsc składania w stojakach lub stertach i potrzebną powierzchnię zamagazynowania.

## GŁÓWNE MAGAZYNY PRZEDSIĘBIORSTWA

### Magazyny główne (centralne)

Centralne magazyny materiałów przeznaczone są do przechowywania wszelkiego rodzaju materiałów i wyrobów i obejmują:

1. materiały podstawowe — pręty profilowe, półfabrykaty i inne,
2. materiały pomocnicze — tekstylne, uszczelniające, elektrotechniczne i inne,
3. wyroby gotowe pokrewnej produkcji.

Magazyny te mogą mieć następujące pomieszczenia:

Szopy — dające dostateczne zabezpieczenie przed opadami atmosferycznymi dla materiałów, jak rury, cegła ogniotrwała itd.

Pomieszczenia zamknięte nieogrzewane do przechowywania sprzętu gospodarczego, wyrobów metalowych, armatury parowej i gazowej, drobnych wyrobów ceramicznych, zapasowych urządzeń zakładu, sprzętu przeciwpożarowego itd.

Pomieszczenia ogrzewane do przechowywania materiałów, wymagających stałej temperatury, jak materiały elektrotechniczne, narzędzia, metale nieżelazne, specjalne ubrania itp.

Sutereny lub pomieszczenia specjalnie zaciemnione do przechowywania materiałów skórzanych i gumowych oraz chemikaliów, farb, olejów, materiałów malarskich itp.



Magazyny główne (centralne) — wykonywane są często jako budynki wielopiętrowe.

Materiały łatwopalne (smary, materiały płynne i palne oraz gazy) przechowuje się w specjalnie przystosowanych magazynach.

Budynek magazynowy może być podzielony na działy odgródzone od siebie siatką lub pełnymi ścianami działowymi zależnie od właściwości przechowywanych materiałów [6].

Budynki głównych magazynów należy rozmieszczać przy torach kolejowych możliwie blisko zasadniczych wydziałów zakładu.

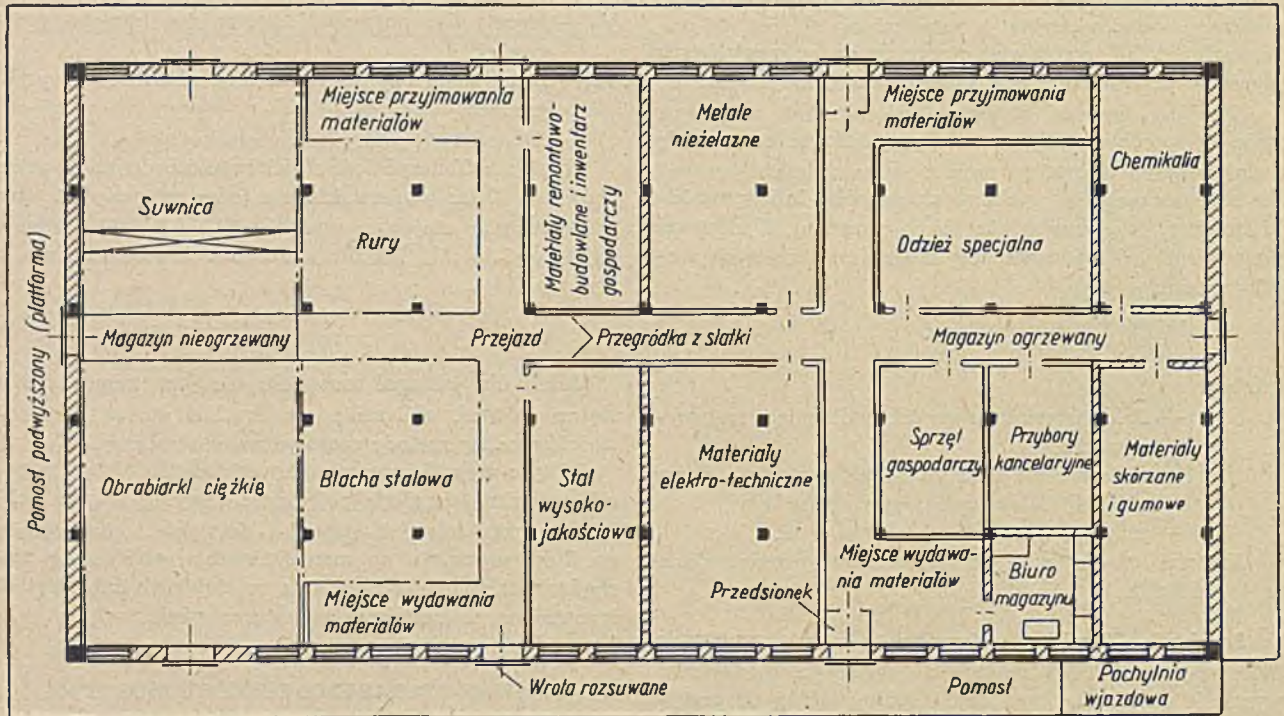
Rys. 39 przedstawia schemat rozplanowania jednopiętrowego budynku magazynowego.

Obliczenia powierzchni magazynu można wykonać według tablicy 29.

#### Magazyny metali i wyrobów metalowych

Do przechowywania metali i wyrobów metalowych w zależności od ich kształtu i przeznaczenia wydziela się następujące miejsca magazynowania:

Pomieszczenia kryte — dla stali jakościowych, metali nieżelaznych, wyrobów metalowych itp.



Rys. 39. Schemat rozplanowania magazynu materiałowego.

Tablica 29

Nazwa materiału magazynowanego	Sposób magazynowania	Maksymalna wysokość ukladania $h$ w m	Średni ciężar ułożonego materiału $q$ w t/m <sup>2</sup>
Armatura oświetleniowa	Bez opakowania, w stojakach, w magazynie ogrzewanym	3,0	0,09—0,15
Papier kancelaryjny	W paczkach, w stojakach, w magazynie ogrzewanym	3,0	0,25—0,30
Różny papier i karton	W rulonach lub belach, w stertach lub stojakach, w magazynie ogrzewanym	2,0	0,45—0,55
Skóra, wyroby skórzane i kalosze	W różnym opakowaniu lub bez opakowania, w stojakach lub stertach, w magazynie umiarkowanie ogrzewanym	2,0—3,0	0,12—0,15
Kable elektryczne	W kęgach lub na stojakach, w magazynie ogrzewanym	3,0	0,4
Przybory kancelaryjne (drobne)	W pudełkach i bez opakowania, na stojakach, w magazynie ogrzewanym	3,0	0,25
Lampy elektryczne	W pudełkach, na stojakach, w magazynie ogrzewanym	3,0	0,08
Urządzenia laboratoryjne	W skrzyniach lub pudełkach, w stertach i stojakach, w magazynie ogrzewanym	3,0	0,2
Urządzenia przeciwpożarowe	Bez opakowania, na stojakach i w stertach, w magazynie nieogrzewanym	2,5—3,0	0,35
Naczynia różne	Bez opakowania, na stojakach, w magazynie umiarkowanie ogrzewanym	3,0	0,25—0,30
Guma w arkuszach	W skrzyniach, rulonach i bez opakowania, na stojakach i stertach, w magazynie umiarkowanie ogrzewanym	2,0	0,5—0,6
Artykuły techniczne gumowe (drobne)	W skrzyniach, pudełkach i bez opakowania, na stojakach, w magazynie umiarkowanie ogrzewanym	3,0	0,3—0,4
Oporniki	W skrzyniach i bez opakowania, na stojakach i stertach, w magazynie nieogrzewanym	2,0	0,4—0,6
Odzież specjalna, bielizna pościelowa i osobista	W paczkach (wiązkach), na stojakach, w magazynie ogrzewanym	3,0	0,10—0,15
Wyroby tekstylne	W belach, na stojakach, w magazynie ogrzewanym	3,0	0,15—0,18
Rurki gumowe	Bez opakowania, na stojakach, w magazynie umiarkowanie ogrzewanym	3,0	0,2
Rurki Bergmana	Bez opakowania, na stojakach, w magazynie nieogrzewanym	4,0	0,24
Porcelana elektrotechniczna	W skrzyniach i bez opakowania, na stojakach lub w stosach, w magazynie nieogrzewanym	2,0	0,4
Opony i dętki	Bez opakowania, na stojakach, w magazynie umiarkowanie ogrzewanym	3,0	0,17
Sznuły elektryczne	W kęgach, na stojakach, w magazynie umiarkowanie ogrzewanym	3,0	0,35
Silniki elektryczne	Bez opakowania, na stojakach i na podłodze, w magazynie ogrzewanym	2,0	0,85
Ebonit w arkuszach	W skrzyniach i bez opakowania, w stosach lub na stojakach, w magazynie umiarkowanie ogrzewanym	2,0	0,6



Szopy dla stali i rur średnich wymiarów, blachy, ciężkiej armatury parowej i wodnej, ciężkich urządzeń technicznych itp.

Place odkryte — dla żeliwa, złomu żelaznego, szyn, belek wielkich rozmiarów, rur żeliwnych i stalowych dużych średnic, grubej blachy itd.

Magazyny kryte i szopy. Magazyny kryte dla metali buduje się nieogrzewane z wyjątkiem magazynów dla metali nieżelaznych, wysokowartościowych metali i wyrobów metalowych, które powinny być zabezpieczone w pomieszczeniach ogrzewanych.

Magazyny dla metali w prętach i blachy rozmieszczane są w pobliżu oddziałów przygotowawczych lub umieszczane są w tych samych budynkach.

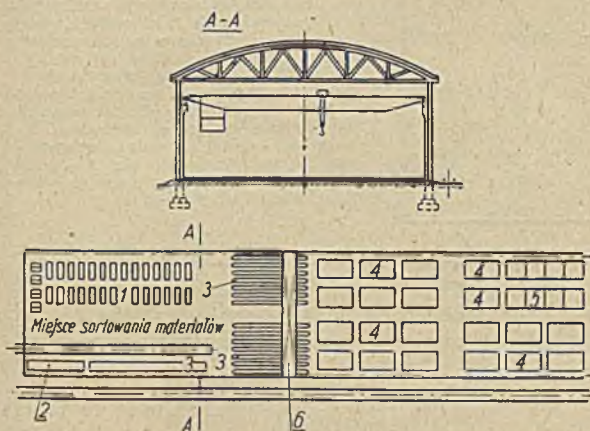
W celu mechanizacji robót załadunkowych, rozładunkowych i układania materiałów należy stosować suwnice mostowe i belkowe o nośności do 5 ton (rzadko więcej). Umożliwiają one układanie metali w sterty lub na stojakach do wysokości 3—3,5 m zamiast 1—1,5 m przy układaniu ręcznym.

Przy mechanizacji prac przejścia między stertami lub stojakami mogą być zmniejszone do 1,2—1,5 m, ponieważ suwnice przenoszą ładunki ponad miejscami składowania.

Odległości między słupami (do osi) w jednopiętrowych magazynach metali i szopach wskazane jest ustalać w kierunku podłużnym 6 m i w poprzecznym — 9 m lub 12 m (czasem 15 m i więcej). Budowanie świetlików górnych nie jest potrzebne.

Podłogi w magazynie wykonuje się z betonu, kostki drewnianej układanej na betonowym podłożu i innych materiałów (tabl. 30) na wysokości 0,15—0,20 m, powyżej poziomu przyległego terenu.

Schemat krytego magazynu metali przedstawiony jest na rys. 40.



Rys. 40. Magazyn metali kryty: 1 — blacha stalowa; 2 — żelwo; 3 — belki długie; 4 — stal gatunkowa; 5 — rury stalowe; 6 — suwnica kratownicowa.

Magazyny wyrobów metalowych o niewielkim ciężarze (armatura, wyroby z metali nieżelaznych i inne) mogą być wielopiętrowe. W takim wypadku na górnych piętrach składane są materiały, które nie powodują obciążenia przekraczającego 1—1,5 t/m<sup>2</sup> powierzchni podłogi (rys. 34).

Magazynowanie metali żelaznych i nieżelaznych oraz wyrobów z nich. Materiał wyższych gatunków, rury i wy-

roby metalowe układane są w sterty lub na stojakach różnorodnych konstrukcji (tabl. 30).

Materiały stalowe kształtowe przechowuje się w szopach lub krytych magazynach.

Pomieszczenie do przechowywania metali nieżelaznych i wyrobów z nich powinno być suche, przewietrzane i nie dopuszczające gwałtownych zmian temperatury w celu ochrony magazynowanych przedmiotów przed korozją.

Materiały platerowane składane na stojakach zabezpiecza się przekładając wołokiem lub linoleum [7].

Charakterystyka warunków magazynowania metali żelaznych, nieżelaznych i wyrobów z nich przedstawiona jest w tablicy 33.

Przechowywanie wyrobów metalowych, armatury, przyrządów i drutu. Warunki magazynowania armatury i różnych wyrobów metalowych podano w tablicy 31.

Magazynowanie sprzętu. Sprzęt przechowuje się w zamkniętych magazynach z wyjątkiem sprzętu wyjątkowo wielkich rozmiarów, który należy składać w szopach.

W takim wypadku nieodzwrotnie należy wymontować silniki i zmagazynować je oddzielnie w zamkniętych magazynach.

Dla udogodnienia czynności rozładunkowych i załadunkowych, podłogę magazynu należy wykonywać na wysokości podłogi wagonu kolejowego (1,1 m ponad główką szyny toru kolejowego).

W zależności od ciężaru i rozmiarów różnego rodzaju sprzętu, magazynuje się go w następujący sposób:

a. przedmioty o ciężarze do 30 kg układa się na stojakach z półkami i przegrodami (na przykład — silniki elektryczne, części zapasowe i wymienne zespoły części obrabiarek i inne) cięższe przedmioty umieszcza należy na niższych półkach stojaka;

b. przedmioty o ciężarze powyżej 30 kg, kładzione są na podłodze w nawach magazynu zaopatrzonych w urządzenia dźwigowo-transportowe (suwnice, przenośniki i inne).

Kosztowne obrabiarki, silniki i części zapasowe magazynowane są w pomieszczeniach ogrzewanych.

Składy metali na otwartych terenach. Teren składu należy zabrukowywać. Dla odprowadzenia wody deszczowej nadaje się pochylenie terenu 1—1,5‰ w kierunku zbiorników ściekowych. Poziom terenu miejsca składowania powinien być wyższy o 0,15—0,20 m od poziomu przyległego terenu.

Tereny otwartego składowania mogą przylegać do oddziałów pomocniczych lub przetwórczych.

Do zmechanizowania transportu w takich składach najbardziej nadają się suwnice mostowe elektryczne (przy niewielkim natomiast obrocie towarowym — o napędzie ręcznym) lub inne o udźwigu do 10 ton.

Suwnice powinny być zaopatrzone w elektromagnesy, chwytaki do blachy, szyn i inne specjalne urządzenia chwytające.

Do całkowitej mechanizacji czynności załadunkowych i rozładunkowych wagonów kolejowych i środków transportu drogowego, tory kolejowe, jak również drogi bite powinny być wprowadzone w strefę działania suwnic.



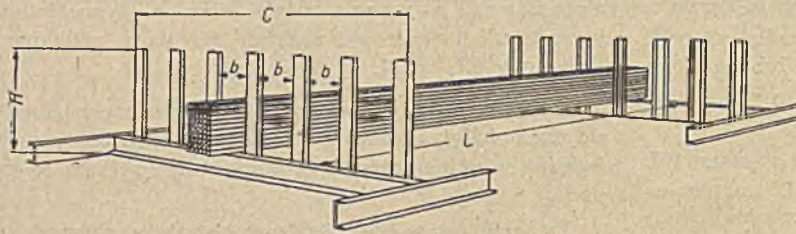
## Charakterystyka warunków magazynowania i schemat stojaka i jego rozmiary

## Materiały układane w sterty

Nazwa magazynowanych materiałów	Maksymalna wysokość układania w stery $h$ w m	Średni ciężar objętościowy ułożonego materiału $q$ w $t/m^3$
Stal okrągła	2,5	3,0 — 3,5
Stal kwadratowa i płaska	2,5	3,5 — 4,2
Kształówki małych i średnich wymiarów	2,5	2,0 — 2,5
Rury stalowe i żelwne	2,5	1,0 — 1,6

Nazwa magazynowanych materiałów	Maksymalna wysokość układania w stery $h$ w m	Średni ciężar objętościowy ułożonego materiału $q$ w $t/m^3$
Arkusze ołowiu w rolach	1,0	6,8
Drut miedziany i mosiężny w kręgach	1,5	2,0
Drut aluminiowy i duralowy w kręgach	1,5	0,55
Babbitt, cynk i cyna w blokach (gąskach)	1,5	4,1 — 4,4

Rysunek 1



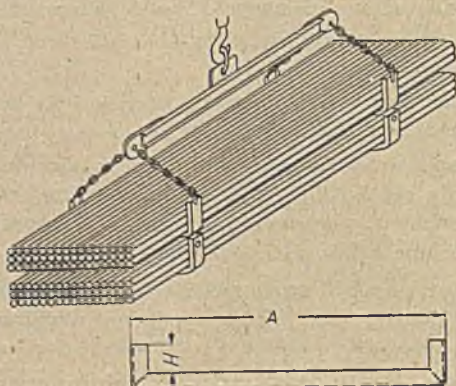
## Stojak pionowy

Dla metalu kształtowego w prętach, rur dłuższych ponad 3 m i dużych ilości materiału jednego wymiaru i gatunku. Istnieje możliwość układania suwnicą. Granica wysokości układania 2 m.

C w m	Ilość przedziałek	b w m		Ilość stojaków	Profil belki korytkowej w mm		Pojemność stojaka w tonach dla metalu w prętach o długości 4 m		
		przy $H=1,0$ i $1,2$ m	przy $H=2,0$ m		$H=1,0$ i $1,2$ m	$H=2,0$ m	$H=1$ m	$H=1,2$ m	$H=2,0$ m
1,2	2	0,39	0,360	3	140	160	8,9	9,6	15,0
1,8	3	0,413	0,392	4	140	160	16,7	18,0	29,5
1,8	4	0,275	0,250	5	140	160	13,2	16,0	24,0
2,4	3	0,647	0,587	4	160	180	23,0	26,6	42,0
2,4	4	0,425	0,400	5	140	160	21,0	28,0	37,0
2,4	5	0,312	0,288	6	140	160	29,0	27,0	34,0
3,6	4	0,725	0,700	5	160	180	41,0	46,0	76,0
3,6	5	0,552	0,528	6	160	180	39,0	43,5	72,0
3,6	6	0,436	0,413	7	140	160	35,0	40,0	68,0

Nazwa magazynowanego materiału	Średni ciężar objętościowy ułożonego materiału $q$ w $t/m^3$
Stal okrągła	2,7 — 3,5
Stal kwadratowa i płaska	3,0 — 4,2
Kształówki małych i średnich wymiarów	1,5 — 2,5
Rury stalowe	1,0 — 1,3
Rury żelwne	1,3 — 1,6

Zastosowanie stojaków daje wysokie współczynniki wykorzystania powierzchni i stopnia obciążenia  $1 m^2$  podłogi; części stojaka mogą być ruchome lub zamocowane (zabetonowane) do podłogi na stałe, co jest mniej właściwe. Przy magazynowaniu materiałów profilowych, rur i innych o długości 2 — 3 m między słupami (wspornikami) układa się podesty drewniane. Zależnie od długości materiału magazynowanego, stojaki zestawia się z dwóch, trzech i więcej części, zachowując odległość między nimi 2 — 3 m.



A w m	H w m	Ciężar klamry w kg	Objętość klamry w tonach przy załadunku prętów metalowych długości 4 m
0,6	0,08	5,8	0,20
0,8	0,08	7,4	0,65
0,6	0,2	6,75	1,7
0,8	0,2	8,34	1,95
0,6	0,3	7,5	2,15
0,8	0,3	9,15	2,8

Nazwa magazynowanego materiału	Średni ciężar objętościowy ułożonego materiału $q$ w $t/m^3$
Stal okrągła	2,7
Stal kwadratowa płaska	3,0
Kształówki małych i średnich wymiarów	1,5
Rury stalowe	1,0
Rury żelwne	1,3

Klamry mające otwory (na końcach) dla zaczepów mogą być użyte do przeniesienia suwnicą.



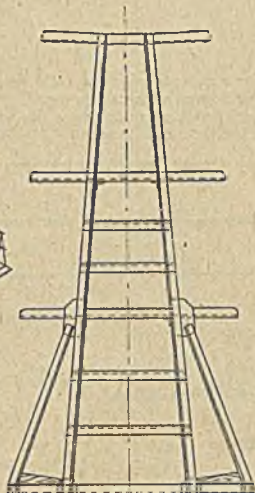
Tablica 30 (c.d.)

## Stojak pionowy wieloszczeblowy

Jednostronny



Dwustronny



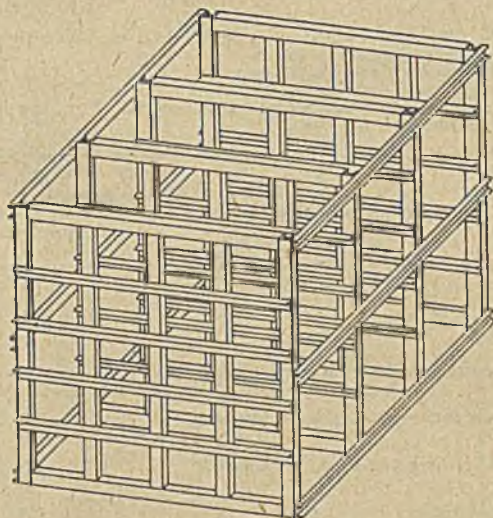
Typ stojaka	Rozmiary stojaka		Obciążenie stojaka w tonach przy układaniu prętów metalowych	
	w rzucie w m	wysokość w m	stojak metalowy	stojak drewniany
Dwustronny	0,86 × 1,2	1,0	3,4	3,1
	0,86 × 1,8	1,0	5,1	4,6
	0,86 × 2,4	1,0	6,8	6,2
	1,4 × 1,2	2,0	9,7	8,8
	1,4 × 1,8	2,0	14,5	13,1
	1,4 × 2,4	2,0	19,4	17,5
	1,6 × 1,2	3,0	13,3	12,0
	1,6 × 1,8	3,0	20,0	18,0
	1,6 × 2,4	3,0	26,5	23,0
	2,1 × 1,2	4,0	19,7	nie buduje się
2,1 × 1,8	4,0	29,5	" " "	
2,1 × 2,4	4,0	39,5	" " "	
Jednostronny	0,5 × 1,2	1,0	1,7	1,6
	0,5 × 1,8	1,0	2,5	2,8
	0,5 × 2,4	1,0	3,4	3,1
	0,8 × 1,2	2,0	4,5	4,0
	0,8 × 1,8	2,0	7,0	6,3
	0,8 × 2,4	2,0	9,5	8,5
	1,2 × 1,2	4,0	9,8	nie buduje się
	1,2 × 1,8	4,0	14,7	" " "
	1,2 × 2,4	4,0	20,0	" " "

Nazwa magazynowanych materiałów	Ciężar objętościowy ułożonego metalu $q$ w $t/m^3$
Stal okrągła	1,8
Stal kwadratowa i płaska	2,0
Rury stalowe	0,7
Pręty miedziane i mosiężne	2,0
Pręty aluminiowe i duralowe	0,6
Rury miedziane i mosiężne	0,75
Rury aluminiowe i duralowe	0,21

Metale w prętach długości do 5 m i o ciężarze jednostkowym nie większym niż 50 — 60 kg ustawia się w pozycji pionowej z pochYLENIEM 5 — 10°.

Stojaki pionowe wieloszczeblowe wykonuje się pojedyncze i podwójne (dwustronne). Pojedyncze stojaki stosuje się do ustawiania pod ścianą. Wykonuje się je z metalu i drewna. Stojaki takie są bardzo pojemne, utrudnione jest jednak ich załadunek i rozładunek.

## Stojak wieloprzegrodowy



Dla prętów średniego przekroju (20 — 50 mm) wysokogatunkowych metali i rur — stosowany w wypadku, gdy na niewielkiej powierzchni należy pomieścić znaczną ilość gatunków różnych metali.

Rozmiary stojaka		Pojemność stojaka dla ustalonych prętów w tonach			
w rzucie w m	wysokość w m	Stojak drewniany		Stojak metalowy	
		H=2,0 m	H=2,5 m	H=2,0 m	H=2,5 m
2,0 × 3,0	2,0 i 2,5	14	16	17	20
2,0 × 4,0	2,0 i 2,5	32	36	35	40
2,5 × 3,0	2,0 i 2,5	18	27	22	30
2,5 × 4,0	2,0 i 2,5	40	55	45	60

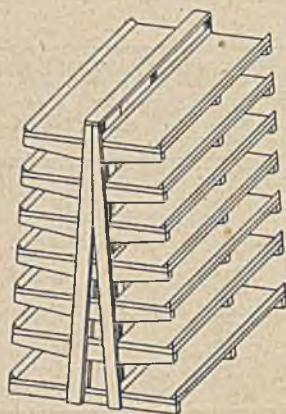
Nazwa magazynowanego materiału	Ciężar objętościowy ułożonego materiału $q$ w $t/m^3$
Stal okrągła	2,6
Stal kwadratowa i płaska	2,9
Rury stalowe	0,9
Pręty miedziane i mosiężne	2,3
Pręty aluminiowe i duralowe	0,78
Rury miedziane i mosiężne	1,0
Rury aluminiowe i duralowe	0,28

Wymienione stojaki wykonuje się z metalu lub drewna. Długość — do 4,0 m. Maksymalna wysokość układania 2,5 m. Wymiar przejścia koło stojaka powinien być równy długości magazynowanych materiałów.

Stojaki opisanego typu nie mogą być celowo stosowane przy wielkim ruchu (obrotie) materiałowym, ponieważ wyjmowanie i układanie materiałów może być dokonywane tylko ręcznie.



Stojak konsolowy (jodełkowy)



Drewniany z półkami



Metalowy bez półek

Stojak z półkami używany bywa dla prętów i rur niewielkich przekrojów i zapobiega ich wyginaniu się.

Stojak bez półek używany bywa dla prętów i rur średnich przekrojów i niewielkich ich ilości.

Rodzaj stojaka	Wymiary stojaka		Pojemność stojaka w tonach (dla prętów)	
	w rzucie w m	wysokość w m	stojak metalowy	Stojak drewniany
Dwustronny	1,2 × 1,2	2,0	3,4	2,9
	1,2 × 1,8		5,1	4,4
	1,2 × 2,4		6,8	5,8
Jednostronny	0,6 × 1,2	2,0	2,7	2,4
	0,6 × 1,8		4,1	3,7
	0,6 × 2,4		5,4	4,9

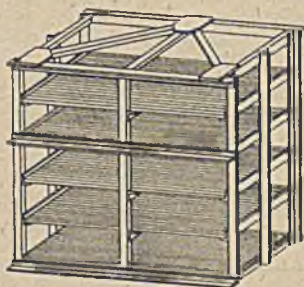
Nazwa magazynowanego materiału	Średni ciężar objętościowy ułożonego $q$ w $t/m^3$
Stal okrągła	1,3
Stal kwadratowa i płaska	1,5
Rury stalowe	0,5
Pręty miedziane i mosiężne	1,5
Pręty aluminiowe i duralowe	0,4
Rury miedziane i mosiężne	0,55
Rury aluminiowe i duralowe	0,15

Omawiane stojaki wykonuje się z metalu lub drewna jako dwustronne i jednostronne.

Maksymalna wysokość układania 2,0 m.

Długości stojaka — 1,2; 1,8 i 2,4 m.

Stojak z półkami



Stojaki z półkami do magazynowania dużych ilości cienkiej blachy stalowej (do 2 mm), metalu nieżelaznych i drutu.

Stojak wykonany z metalu lub drewna.

Maksymalna wysokość układania 2,5 m.

Szerokość stojaka przy układaniu metali w głąb stojaka — 1,5 m, przy układaniu od strony długiego boku — 0,8 m.

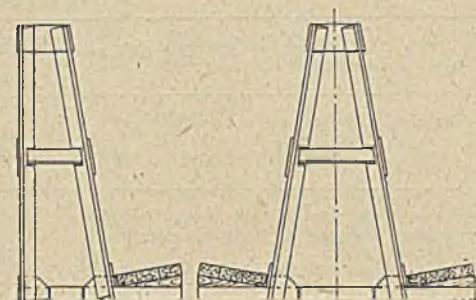
Rozmiary w rzucie w m	Pojemność stojaka w tonach dla cienkiej blachy stalowej	
	H = 2,0 m	H = 2,5 m
1,2 × 1,5	8,4 — 8,9	11 — 11,5
1,8 × 1,5	12,5 — 13,3	16 — 16,8
2,4 × 1,5	17 — 18,5	21,4 — 23,4

Nazwa magazynowanych materiałów	Średni ciężar objętościowy ułożonego materiału $q$ w $t/m^3$
Blacha biała i dachowa	3,0
Blacha stalowa o grubości ponad 1 mm	4,0
Blacha aluminiowa i duralowa w skrzyniach	0,95
Blacha mosiężna i miedziana w skrzyniach	3,20
Blacha ołowiana	4,50
Rury ołowiane w wiązkach	1 — 1,5
Drut miedziany i mosiężny w kręgach	1,3
Drut aluminiowy i duralowy w kręgach	0,36
Cyna w blokach (gąskach)	2,5
Babbit i cynk w blokach (gąskach)	1,7 — 1,8
Przyrządy i drobne wyroby	0,25 — 0,4



Tabela 30 (c.d.)

## Stojaki — koźły do blachy



Stosowane do magazynowania niewielkich ilości grubej blachy stalowej ponad 1 mm i długości do 2,5 m, obcinków i półfabrykatów z blachy.

Maksymalna wysokość ukladania 1,2 m.

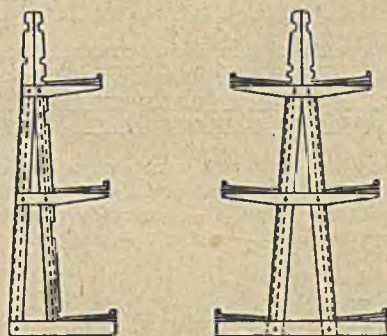
Stojaki wykonywane z metalu i drewna.

Blachę stalową grubą, w dużych arkuszach i w dużych ilościach składa się na podłodze w stosach.

Nazwa magazynowanych materiałów	Średni ciężar objętościowy ułożonego materiału $q$ w $t/m^3$
Blacha stalowa	2,0
Obcinki i półfabrykaty z blachy	1,2 — 1,6

Rodzaj stojaka	Rozmiary stojaków w rzucie w m	Ciężar stojaka drewnianego w kg	Średnia ładowność stojaka w tonach
Dwustronny	1,2 × 1,2	108	2,3
	1,2 × 1,8	155	3,4
	1,2 × 2,4	184	4,6
Jednostronny	0,7 × 1,2	101	1,15
	0,7 × 1,8	145	1,70
	0,7 × 2,4	167	2,3

## Stojak konsolowy



Stosowany do magazynowania blachy stalowej stawianej pionowo bez opakowania. Stojaki wykonywane z metalu lub drewna jako jednostronne lub dwustronne.

Najbardziej celowo bywa wykorzystany przy magazynowaniu kilku rodzajów i niewielkich ilości materiału.

Maksymalna wysokość ustawianego materiału wynosi 3 m.

Nazwa magazynowanych materiałów	Średni ciężar objętościowy ułożonego materiału $q$ w $t/m^3$
Blacha biała i blacha stalowa (cienka)	2,0
Blacha aluminiowa i duralowa	0,5 × 0,9
Blacha mosiężna i miedziana	1,9 × 3,4

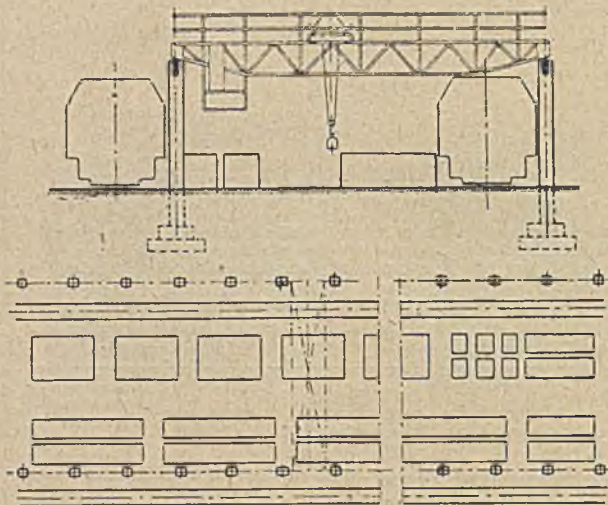
Rodzaj stojaka	Stojaki drewniane		Stojaki metalowe	
	Rozmiary w rzucie w m	Średnia pojemność stojaka (dla prętów) w tonach	Rozmiary w rzucie w m	Średnia pojemność stojaka (dla prętów) w tonach
Dwustronny	1,25 × 1,2	1,5	1,7 × 1,8	3,6
	1,25 × 1,8	2,25		
	1,25 × 2,4	3,0		
Jednostronny	1,7 × 1,2	2,6	1,7 × 2,4	4,8
	1,7 × 1,8	3,9		
	1,7 × 2,4	5,2		
Jednostronny	0,73 × 1,2	0,75	1,0 × 1,8	1,9
	0,73 × 1,8	1,12		
	0,73 × 2,4	1,5		
Jednostronny	0,95 × 1,2	1,3	1,0 × 2,4	2,6
	0,95 × 1,8	1,62		
	0,95 × 2,4	2,16		



Tablica 31

Nazwa magazynowanych materiałów	Sposób magazynowania	Maksymalna wysokość ukladania $h$ w m	Średni ciężar objętościowy ułożonego materiału $q$ w t/m <sup>3</sup>
Armatura brązowa dla pary i wody	Bez opakowania, na półkach stojaków w pomieszczeniach nieogrzewanych	1,5—2,2	1,20
Armatura stalowa i żelwna dla pary i wody	Jak wyżej	1,5—2,2	0,95
Przyrządy pomiarowe	Bez opakowania, na półkach stojaków w pomieszczeniach ogrzewanych	2 —2	0,60
Radłatory do ogrzewnictwa	Bez opakowania, ułożone w stosach na podłodze w szopie	1,5—2,0	0,45
Śruby, sworznie gwintowane, nakrętki, gwóźdźle, nitki itp.	W skrzyniach, paczkach lub luzem na półkach, lub w przegrodach stojaków w pomieszczeniach nieogrzewanych.	2,2	1,8—2,6
Drut	W wiązkach na półkach stojaków w pomieszczeniach nieogrzewanych	2,2	1,5—1,8
Łożyska kulkowe	W pudełkach lub bez opakowania na półkach stojaków w pomieszczeniach ogrzewanych	2,2	0,30

Rys. 41 przedstawia teren składania metali wyposażony w suwnicę mostową, w zasięgu której rozmieszczone są tory kolejowe.



Rys. 41. Magazyn metali na otwartym terenie z suwnicą warsztatową, w zasięgu której rozmieszczone są tory kolejowe.

W tablicy 32 przedstawione są dane dotyczące składania metali i wyrobów metalowych na otwartym terenie.

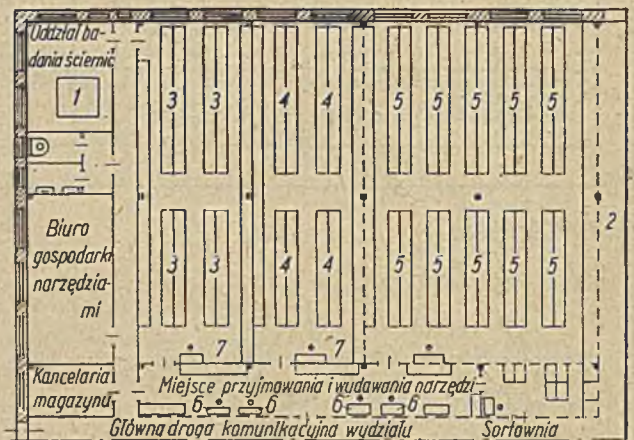
#### Magazyny narzędzi

Narzędzia przechowywane są w centralnych (głównych) magazynach dla potrzeb ogólno-zakładowych i dla wypożyczalni wydziałowych.

Tablica 32

Nazwa magazynowanych materiałów	Sposób magazynowania	Maksymalna wysokość ukladania $h$ w m	Średni ciężar objętościowy materiału $q$ w t/m <sup>3</sup>
Szyny, belki, kształtówki korytkowe	W stertach o szerokości nie większej niż 1,5—2 m	2,0—2,5	2,5—3,5
Kształtówki dużych przekrojów	1. W strefach o szerokości nie większej niż 1,5—2 m 2. W stojakach (patrz tablica 33)	2,0—2,5	2,8—4,5
Rury żelwne i stalowe dużych średnic powyżej 200—250 mm	W stertach na przekładkach, układając w jedną lub więcej warstw	3,0	0,5—0,8
Gruba blacha stalowa	1. Na płask lub na krawędzi w stertach 2. Na krawędzi w stojakach (patrz tablica 33)	3,0—3,5	4,5—6,5

Centralne magazyny narzędzi. Centralny magazyn narzędzi nie stanowiący oddzielnego budynku musi być od pozostałych pomieszczeń oddzielony pełną ścianą działową, sięgającą do wiązań dachowych (rys. 42).



Rys. 42. Schemat rozplanowania centralnego magazynu narzędzi: 1 — obrabiarka; 2 — przegroda z siatki; 3 — narzędzia ściernic; 4 — narzędzia różne; 5 — przyrządy miernicze i narzędzia tnące; 6 — stoły; 7 — stojaki.

W obrębie magazynu oddziela się: a. pełną ścianą — oddział do badania tarcz ściernych; b. przegrodą oszkloną — oddział narzędzi mierniczych i skrawających, biuro magazynu, sortownię.

Pomieszczenie na sortownię powinno mieć oddzielne wejście.

Szerokość przejść między stojakami — 0,8 m; szerokość głównych przejść — 1,5 m.

Między drzwiami wejściowymi a miejscami magazynowania wydzielona jest powierzchnia odbioru i sortowni oraz oddział badania materiałów ściernych.

Powierzchnię magazynowania narzędzi oblicza się według tablicy 33.

Narzędzia. Narzędzia obróbki plastycznej i przyrządy magazynuje się w pomieszczeniach ogrzewanych w stojakach uniwersalnych lub specjalnych, przy czym stojaki do centralnych magazynów narzędzi wykonuje się o wysokości 2,5 m, do wypożyczalni natomiast — 2 m.

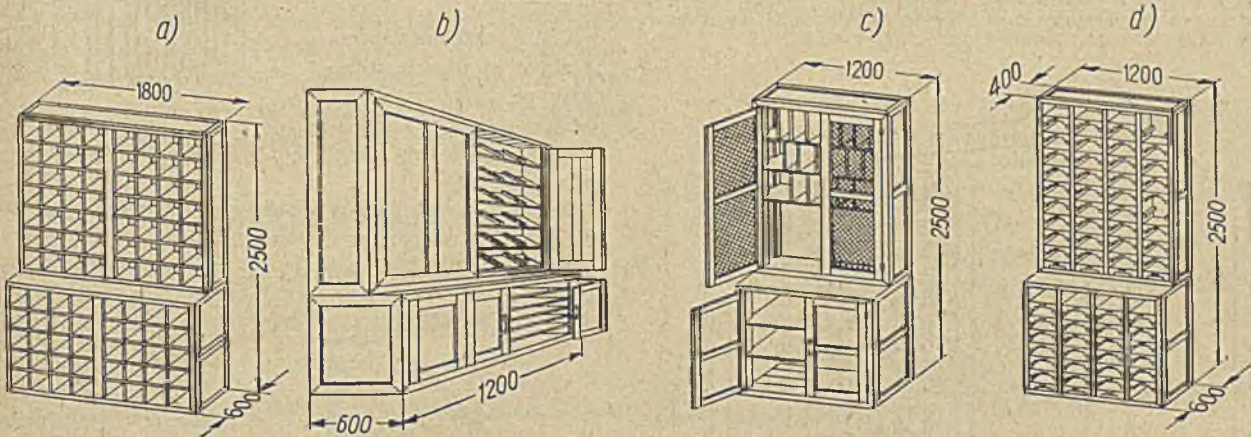


Tablica 33

Nazwa narzędzi	Spósb magazynowania	Średni ciężar ob- ciążalowy ułożonego materiału $q$ w $t/m^2$
Miernicze	W paczkach, skrzynkach lub bez opakowania	0,35
Ślusarsko-montażo- we	W paczkach, skrzynkach lub bez opakowania	0,40
Stolarsko- ciastelskie	Bez opakowania	0,35
Skrawające	Bez opakowania lub w skrzy- niach	0,55
Ścierne	Bez opakowania lub w skrzyniach	0,38

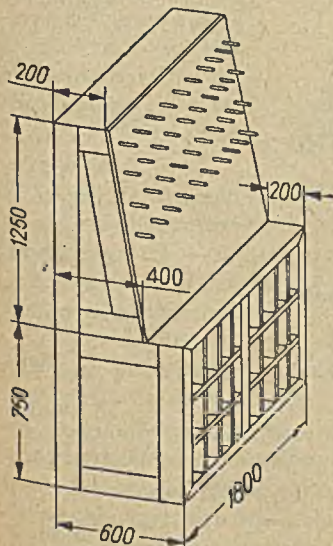
Zasadnicze typy stojaków do narzędzi:

Uniwersalne stojaki do narzędzi (rys. 43) przeznaczone są do układania pilników, kluczy, opravek i innych narzędzi niewielkich rozmiarów.



Rys. 43. Stojaki uniwersalne do narzędzi: a — stojak z otwartymi przegródkami; b — stojak z półkami pochylonymi; c — szafa do narzędzi; d — stojak z wysuwanymi półkami.

Długość działki takich stojaków wynosi 1,2 lub 1,8 m. Dla udogodnienia układania przedmiotów stojaki wykonuje się schodkowo.



Rys. 44. Stojak do frezów.

Półki i przegródki do przechowywania sprawdzianów tłoczkowych, szczękowych i pierścieniowych są specjalnie do tego celu przystosowane.

Dla zacisków i przyrządów automatycznych buduje się stojaki z szufladami, w których urządzone są specjalne gniazda do położenia każdego przyrządu oddzielnie.

Stojaki mogą być drewniane (składane) z oddzielnych sekcji.

Wykonuje się także stojaki o szkieletie metalowym z przegródkami otwartymi na noże to-

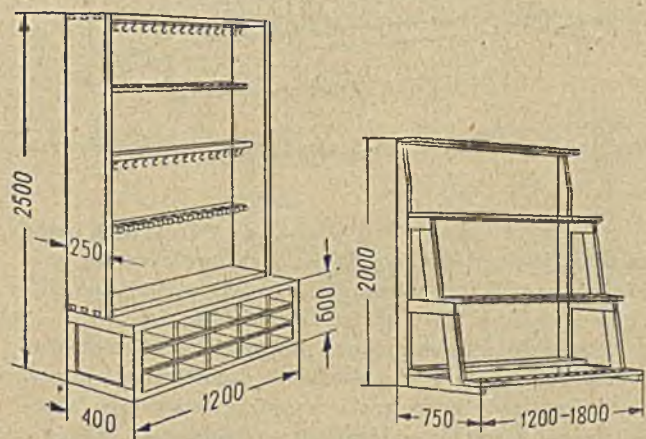
karskie lub półkami dla narzędzi do obróbki plastycznej, zezwalającymi na duże obciążenie stojaka.

Stojaki do frezów (rys. 44) przeznaczone są do wypożyczalni narzędzi. W górnej części stojaka rozmieszczone są kołki do wieszania frezów krążkowych. W dolnej części stojaka rozmieszczone są przegródki do składania frezów trzpieniowych.

Stojaki do przeciągaczy (rys. 45). Przeciagacze zawieszają się w odpowiednich gniazdach w górnej części stojaka. Dolna część stojaka posiadająca przegródkę przeznaczona jest do składania kompletu przyrządów wraz z przeciągaczami.

Stojaki do opravek i wytaczadeł (rys. 46). Oprawki i wytaczadła ustawia się trzema szeregami w pozycji pochylonej w specjalnych gniazdach.

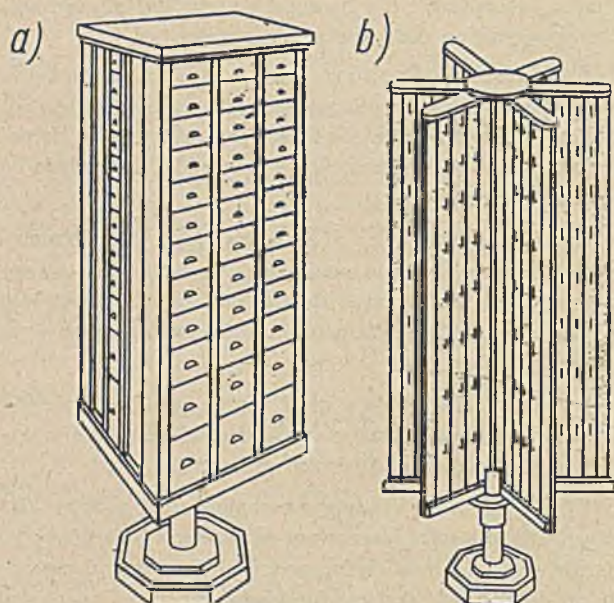
Stojaki obrotowe obracające się o  $360^\circ$ . Dla osiągnięcia należytej równowagi (stateczności) stojaka wykonuje się dla niego ciężką podstawę lub przymocowuje się go do podłogi śrubami fundamentowymi.



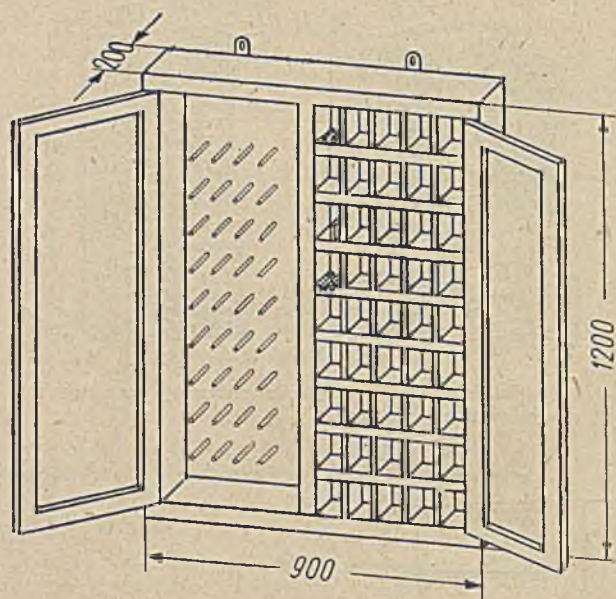
Rys. 45. Stojak do przeciągaczy. Rys. 46. Stojak do opravek i wytaczadeł.

Rys. 47a przedstawia obrotową szafę do przechowywania wiertel, gwintowników i narzynek; rys. 47b przedstawia stojak obrotowy z deskami zaopatrzonymi w haczyki do zawieszania wzorników.





Rys. 47. Stojaki obrotowe: a — szafa obrotowa do przechowywania wiertel gwintowników i narzynek; b — stojak obrotowy z deskami zaopatrzonymi w haczyki do wieszania wzorników.



Rys. 48. Scienna szafa do noży krążkowych i grzebleniowych.

Ścienne szafy do narzędzi (rys. 48). Szafy zawieszają się na ścianie. Na kółkach zawieszają się noże krążkowe; półki zaopatrzone w odpowiednie gniazda służą do układania noży grzebleniowych płaskich.

Stosownie do warunków magazynowania narzędzia i przyrządy mogą być podzielone na następujące grupy:

1. Przyrządy miernicze i narzędzia skrawające magazynowane są zwykle w stojakach z przegrodami lub stojakach specjalnych zaopatrzonych w gniazda dla każdego narzędzia.

2. Ślusarskie, ciesielskie, stolarskie itp. narzędzia magazynowane są w specjalnych stojakach półkowych z przegrodami; narzędzia te układane są w przegrodach warstwami.

3. Materiały ścierne (ściernice, „kamienie“, papier ścierny, płótno ścierne, szmergiel itp.) mogą powodować

drobny ostry pył i dlatego należy przechowywać je w osobnych pomieszczeniach. Należy je oddzielić od przyrządów mierniczych i narzędzi skrawających; w niewielkich magazynach należy je przechowywać na oddzielnych stojakach.

Ściernice i „kamienie“ dużych wymiarów przy dużych ilościach można składać w stopy.

Ściernice i „kamienie“ cienkie oraz średnich i małych wymiarów układane są w stojakach, na półkach z przegródkami, przy czym ściernice o średnicy 200 ÷ 300 mm ustawia się na krawędzi w specjalnych stojakach.

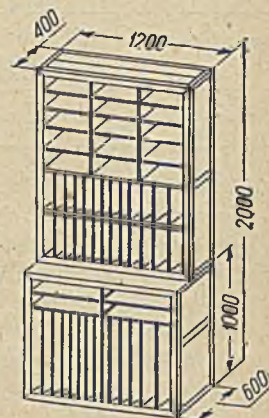
Rys. 49 przedstawia stojak dla materiałów ściernych, w którym dolna część przeznaczona jest dla dużych ścierni (D 500 mm) ustawianych pionowo.

Górna część stojaka przeznaczona jest dla materiałów ściernych małych wymiarów, które układają się poziomo.

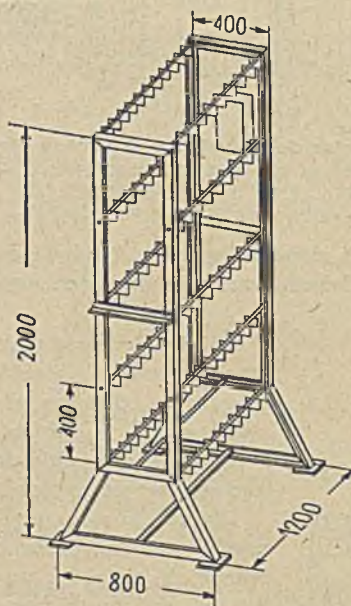
4. Wzorniki magazynuje się w stojakach, układając po kilka sztuk na jednym miejscu, oddzielnie metalowe, drewniane, kartonowe itd.

W wypożyczalniach wydziałowych wygodnie jest stosować specjalne stojaki do wzorników (rys. 50).

Warunki magazynowania różnych wzorników podaje tablica 34.



Rys. 49. Stojak do ścierni.



Rys. 50. Stojak do wzornika.

5. Przyrządy i narzędzia do obróbki plastycznej. Zależnie od procesu wytwórczego magazyny wymienionych narzędzi można umieszczać przy wydziałach obróbki plastycznej i mechanicznej.

W małych wydziałach narzędzia do plastycznej obróbki i przyrządy magazynuje się w wypożyczalniach narzędzi.

Dużą ilość wymienionych narzędzi i przyrządów o ciężarze 20 — 25 kg najlepiej jest przechowywać w stojakach o wysokości 2 — 2,5 m.

Wielkie, ciężkie narzędzia przechowuje się na podłodze na podkładkach.

Magazyny narzędzi o tak dużych ciężarach należy zapatrywać w odpowiednie mechaniczne środki transportu.

Przy magazynowaniu ich na krótki czas składa się je na stołach (przeznaczonych dla ciężarów), w tym wypadku do transportu ich nadają się wózki podnośne lub akumulatorowe.



Tablica 34

Stos	Wymiar w mm	Sposób magazynowania
Mały	do 200	W stojakach z szufladami dzielonymi przegódkami
Średni Duży	200—800 800—1000	W stojakach, na których wzorniki zawieszają się po 3—5 szt. na hakach w położeniu podłużnym (patrz rys. 50)
Wyjątkowo duży	powyżej 1500	W stosach lub stojakach konsolowych, ostrosłupowych, układając wąskie wzorniki poziomo szerokie zaś — na krawędzi, średnio po 7—10 sztuk w gnieździe

Wydziałowe wypożyczalnie narzędzi. W dużych wydziałach urządza się kilka wypożyczalni narzędzi rozmieszczonych w nawach wydziału przez nie obsługiwanych, zwykle na linii głównych dróg komunikacyjnych.

Często przy wypożyczalniach urządza się ostrzarnie narzędzi.

Wypożyczalnia narzędzi zwykle jest oddzielona przegrodami od reszty wydziału.

Wielkość powierzchni wypożyczalni narzędzi określa się z rachunku przyjmując 0,15—0,25 m<sup>2</sup> na jednego obsługiwane przez nią pracownika produkcyjnego.

#### Magazyny czyszcza

Czyszcza różnych odmian i przeznaczenia (pakuły, końce, gałgany, itp.) dostarczane są w prasowanych belkach o przeciętnym rozmiarze 1,5×0,8×0,7 m i ciężarze 0,18—0,2 ton.

Czyszcza może ulec samozapaleniu, niszczeniu i gniciu, a także może wydzielać duże ilości kurzu przy rozstrząsaniu go w czasie wydawania. Dlatego też czyszcza należy przechowywać w izolowanych magazynach.

Czyszcza w belkach układa się w stosy do wysokości 2,8—3,5 m (4—5 warstw) na drewnianych siatkach.

Rozstrząsanie bel odbywa się w specjalnie wydzielonym do sortowania miejscu.

Czyszcza załuszczone zwracane do magazynu z wydziałów w celu regeneracji powinno być przechowywane w izolowanych pomieszczeniach.

#### Magazyny materiałów remontowo-budowlanych i ogniotrwałych

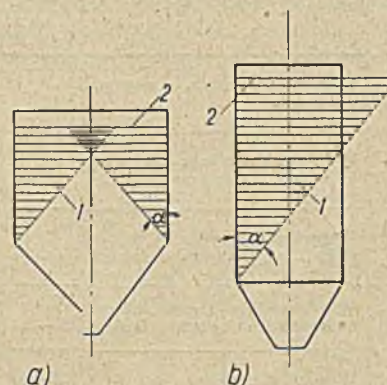
Przechowywanie materiałów sypkich. Materiały sypkie — piasek, wapno, koks, węgiel itp. przechowuje się w zasiekach, bunkrach i silosach.

Zasieki urządza się na otwartym terenie w budynkach lub szopach.

Bunkry i silosy są zbiornikami prostokątnymi, wielokątnymi lub kołowymi, których dolna część jest stożkowa. Załadowanie ich odbywa się z góry za pomocą przenośników ślimakowych, chwyteków, wagoników-wywrotek itp.

Bunkry i silosy opróżniane są z dołu samoczynnie przez wysypywanie się ich zawartości przez otwory zakończone w kształcie leja i zaopatrzone w skrzynie lub zasuwę.

W bunkrach stosunek szerokości do wysokości stanowi przeciętnie płaszczyznę obsypu z powierzchnią górnej warstwy materiału sypkiego objętą częścią pionowej obudowy (rys. 51a).



Rys. 51. Schemat bunkra (zbiornika ze zsysem) a — i silosu — b: 1 — płaszczyzna zsypania; 2 — powierzchnia górnej warstwy załadowanego materiału; α — kąt zsypania naturalnego.

W silosach stosunek ten jest mniejszy niż w bunkrach i powierzchnia obsypu napotyka na przeciwległą pionową ściankę przed przecięciem z powierzchnią górnej warstwy materiału sypkiego (rys. 51b).

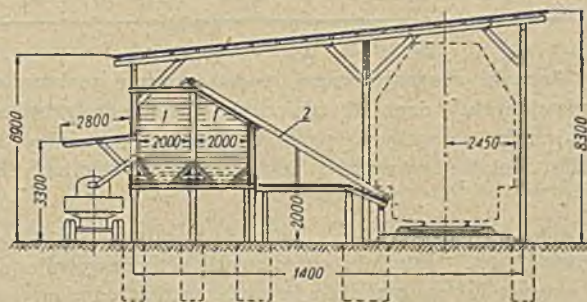
Do węgla, koksu częściej buduje się bunkry, natomiast do piasku, cementu, wapna i innych bunkry oraz silosy.

W silosach i bunkrach ciśnienie na ścianki boczne wynosi 0,3—0,6 nacisku pionowego.

Największe ciśnienie boczne powstaje podczas szybkiego załadunku.

Komory w bunkrach i silosach wykonuje się zazwyczaj o przekroju kwadratowym i wymiarze boków 4—5 m. W przypadku dużych wymiarów ponad 5 m, stosowanie przekroju kołowego jest bardziej wygodne.

Typ magazynu z bunkrem przedstawiony jest na rys. 52.



Rys. 52. Magazyn drewniany ze zbiornikiem zsypanym: 1 — bunkier (zbiornik); 2 — przenośnik taśmowy.

Magazynowanie materiałów remontowo-budowlanych. Materiały remontowo-budowlane w przedsiębiorstwach przeznaczone są do celów budownictwa ogólnego i bieżącego remontu. Magazyny dla tych materiałów urządza się bezpośrednio przy torach kolejowych.



## Warunki magazynowania oraz ciężar ułożonych podstawowych materiałów budowlanych i ogniotrwałych

Nazwa materiałów magazynowanych	Sposób magazynowania	Maksymalna wysokość ukladania $h-w$ m	Średni ciężar ułożonego materiału $q$ w $t/m^3$	Nazwa materiałów magazynowanych	Sposób magazynowania	Maksymalna wysokość ukladania $h-w$ m	Średni ciężar ułożonego materiału $q$ w $t/m^3$
Alabaster (gips)	Zsypany w zasiekach, w magazynie krytym	2,0	1,25	Pumeks	W kawałkach, w magazynie krytym, w zasiekach	1,5	0,45
Alabaster (gips)	W workach układając warstwami w stertach, w magazynach krytych	3,0	1,1	Piasek drobny suchy	Zsypany, w szopie, na otwartym terenie, w zasiekach lub zwalach	3,0	1,5—1,7
Alabaster (gips)	W grudkach (kawałkach) w zasiekach, w magazynie krytym	2,0	1,6	Piasek gruby (żwir)	Zsypany, w szopie, na otwartym terenie, w zasiekach lub zwalach	3,0	1,4—1,5
Azbest	W arkuszach, w stertach lub na stojakach, w magazynie krytym	2—2,5	1,0	Piasek gruby (żwir)	Zsypany, w szopie, na otwartym terenie, w zasiekach lub zwalach	3,0	1,9—2,5
Asfalt	W szopie, w stertach	1,5—2,0	1,25	Płytki terrakotowe	W kłatkach, w szopach, w stosach	1,5	1,8—2,0
Wojłok	W szopie, w stertach	3,0	0,18—0,2	Płytki żuźlowe gipsowe	W kłatkach, w szopach, w stosach	1,5—2,0	1,2
Gлина sucha i ogniotrwała	Zsypana w zasiekach, w szopie	2,0—2,5	1,5—1,8	Ruberoid	W kawałkach (po 20 $m^2$ ciężaru 25—35 kg) w szopie, w stosach	1,5—2,0	0,95
Gлина świeża	Zsypana w zasiekach	2,0—2,5	1,65—2,7	Słoma	W pęczkach, w szopie	4,0	0,12
Wapno niegaszone	Zsypane, w zasiekach, na drewnianej podłodze, w magazynie krytym	2,0	0,8	Smola	W beczkach, w szopie	3,0	0,7
Wapno niegaszone	W kopcach, w zasiekach na drewnianej podłodze, w magazynie krytym	2,5	0,9	Szkoło okienne (zwykłe) o ciężarze 1 $m^2$ —3,6 kg	W skrzyniach, w szopie lub magazynie krytym, w stosach, w dwie warstwy	2,0	1,4
Kamień polny	Na otwartym terenie, w stertach	1,5—2,0	1,8	Szkoło okienne (grube) o ciężarze 1 $m^2$ —4,7 kg	W skrzyniach, w szopie lub magazynie krytym, w stosach, w dwie warstwy	2,0	1,7
Cegła czerwona	Na otwartym terenie lub w szopie, w kozłach	1,7	1,7	Papa dachowa	W rolkach (po 10 $m^2$ ) w szopach, w stosach	1,5—2,0	1,15
Cegła krzemionkowa	W szopie, w kozłach	1,7	1,85	Cement	Zsypany, w magazynie krytym, w zasiekach, na drewnianym podkładzie	1,5—2,0	1,4
Cegła pustaki	W szopie, w kozłach	1,5—2,0	0,92	Cement	W beczkach lub workach, w magazynie krytym, w zasiekach, na drewnianym podkładzie	3,0—4,0	1,0—1,1
Gruz budowlany	Na otwartym terenie, w zwalach	3,0	1,2—1,4	Żużel wielkopiecowy	W kawałkach, na otwartym terenie lub w szopie, w zasiekach i zwalach	3,0	0,65
Kreda	W kawałkach, w magazynie krytym, w zasiekach	3,0	1,2—1,3	Żużel mielony	Zsypany, w magazynie krytym, w zasiekach lub bunkrach	2,0—3,0	1,2
Klepek parkietowe	W paczkach, w magazynie krytym, w stosach	2,0—2,5	0,85	Łupek i eternit	W wiązkach, w magazynie, lub w szopie, w stosach	1,5—2,0	0,9
				Tłuczeń ceglany	Na otwartym terenie, w zwalach lub stosach i zasiekach	2,0—2,5	1,2

Warunki magazynowania podstawowych materiałów budowlanych i dane do obliczenia wielkości niezbędnej powierzchni magazynu przedstawione są w tablicy 35, a dla metali i wyrobów metalowych w tablicach 30, 31 i 32.

Magazynowanie materiałów ogniotrwałych. Materiały ogniotrwałe przechowywane są w szopach lub magazynach krytych według odmian (cegła w kozłach po 200—250 szt., glina w zasiekach, patrz tablica 35).

## Magazyny cieczy łatwopalnych

Typy magazynów i normy przechowywania płynów łatwopalnych. W przedsiębiorstwach przemysłowych magazyny płynów łatwopalnych służą do przechowywania ich w zbiornikach lub opakowaniu transportowym i obejmują:

a. materiały napędowe dla siłowni transportu samochodowego, prób silników i innych potrzeb,

b. smary,

c. lakiery, farby, rozpuszczalniki, różne odczynniki i inne [9].

Łatwopalne cieczy często bywają przyczyną powstania pożarów i wybuchów.

W związku z powyższym urządzenie magazynu powinno zapewniać bezpieczeństwo w czasie ich przyjmowania, przechowywania i wydawania.

Zależy od usytuowania dna zbiornika lub podłogi magazynu w stosunku do poziomu przyległego terenu, rozróżniamy: magazyny podziemne, półpodziemne (sutereny) i naziemne.

Magazyny podziemne powinny spełniać następujący warunek: najwyższy punkt zbiornika lub piwnicy,



gdzie złożony jest materiał łatwopalny w opakowaniu transportowym, powinien się znajdować 0,2 m poniżej poziomu płaszczyzny regulacyjnej przyległego terenu.

Magazyny półpodziemne powinny być tak budowane, aby dno zbiornika lub podłoga suterenu była zagłębiona nie mniej niż do połowy wysokości zbiornika lub suterenu, przy czym najwyższy poziom płynu w zbiornikach powinien znajdować się nie wyżej niż 2 m ponad poziomem płaszczyzny niwelacyjnej przyległego terenu.

Magazyny naziemne powinny odpowiadać następującemu warunkowi: dno zbiornika lub podłoga magazynu powinna być zagłębiona mniej niż do połowy wysokości zbiornika lub magazynu, lub znajdować się na poziomie albo powyżej płaszczyzny niwelacyjnej przyległego terenu.

W przedsiębiorstwach możliwe jest magazynowanie łatwopalnych cieczy w magazynach specjalnych w ilościach wskazanych w tabelicy 39.

Magazynowanie cieczy łatwopalnych w magazynach budynków wspólnych z produkcyjnymi i budynków niewdzielonych dopuszczalne jest w ilościach wskazanych w tabelicy 37 z uwzględnieniem punktu 1 i 3 uwag do tabelicy 36.

Tabelica 36

Nazwa cieczy	Magazynowanie w zbiornikach		Magazynowanie w opakowaniu
	podziemnych	naziemnych i półpodziemnych	
	w tonach		
Łatwopalna (benzyna, benzol, spirytus, nafta itp.)	1000	500	100
Paliwo płynne (oleje, ropa naftowa, mazut itp.)	5000	2500	500

U w a g i. 1. Przy magazynowaniu łatwopalnych cieczy i płynnego paliwa we wspólnym budynku łączna pojemność pomieszczeń nie powinna przekraczać ilości wskazanych w tabelicy 39 dla paliwa płynnego; w tym wypadku należy przyjąć, że 1 tona łatwopalnych cieczy odpowiada 5 tonom paliwa płynnego.

2. W zbiornikach naziemnych i półpodziemnych dopuszczalne jest magazynowanie paliwa płynnego, którego temperatura zapłonu par wynosi więcej niż 120°C (na przykład — mazut), w ilości do 5000 ton.

3. Ogólna pojemność magazynów przy mieszanych warunkach magazynowania (w opakowaniu transportowym i zbiornikach naziemnych, półpodziemnych lub podziemnych) nie powinna przekraczać ilości wskazanych w tabelicy 39 dla zbiorników podziemnych; w tym wypadku przyjmuje się, że 1 tona pojemności pomieszczeń dla opakowań transportowych odpowiada 10 tonom pojemności zbiorników podziemnych lub 2 tonom pojemności zbiorników podziemnych i naziemnych.

4. W wypadku konieczności magazynowania cieczy łatwopalnych w ilościach większych od wskazanych w tabelicy 39, magazyny takie rozmieszczać należy poza terenem zajęтым dla potrzeb produkcyjnych.

Rozlokowanie budowli magazynowych. Na terenie przedsiębiorstwa odległości między budynkami magazynu płynów łatwopalnych i sąsiadującymi z nimi budynkami, jak również odległości między poszczególnymi obiektami na terenie magazynów wyznacza się zgodnie z OST 90039-39 (patrz tom 15).

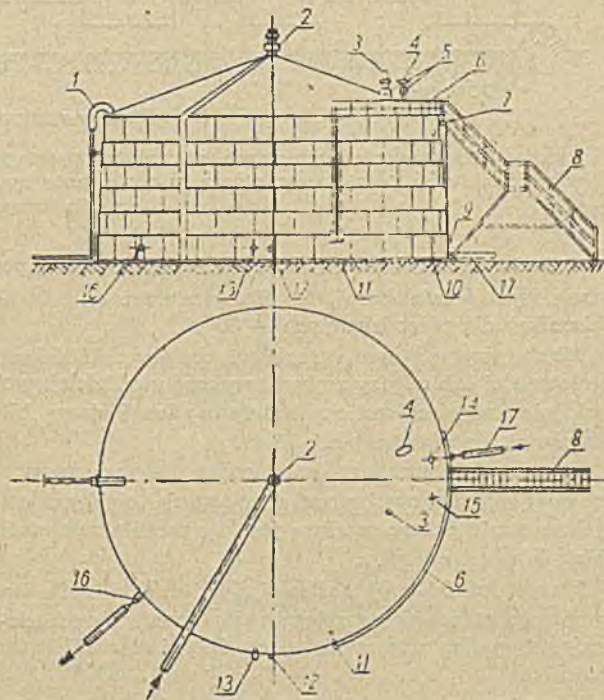
Zbiorniki naziemne [10, 11] mogą być rozmieszczone pojedynczo, jak również grupami.

Dla produktów naftowych wykonuje się pionowe cylindryczne zbiorniki spawane (GOST 2486-44) lub nitowane (GOST 2487-44).

Na rys. 53 przedstawiony jest zbiornik dla lekkich produktów naftowych.

Przy rozlokowaniu zbiorników należy stosować następujące środki ostrożności.

a. W dziedzinie urządzenia terenu. Powierzchnia terenu przeznaczona na budowę zbiorników powinna być oczyszczona z roślinności, zrównana ze spadkiem w kierunku kanałów odwadniających i posypana warstwą żwiru; spadek w kierunku sąsiednich budynków jest niedopuszczalny.



Rys. 53. Zbiornik do przechowywania produktów naftowych lekkich: 1 — przewód do napełniania; 2 — urządzenia do zraszania; 3 — zawór bezpieczeństwa pływakowy; 4 — zawór mechaniczny do odprowadzania gazów; 5 — bezpiecznik ogniowy; 6 — balkon; 7 — rolki prowadzące dla podciągu; 8 — schody; 9 — wciągarka; 10 — klapka; 11 — płynowskaz; 12 — wąż dolny; 13 — kran syfonowy; 14 — wąż górny; 15 — otwór do pobierania próby; 16 — złącze rury spustowej; 17 — rura czerpalna.

W wypadku istnienia grupy zbiorników celowo jest łączyć je między sobą rurociągami umożliwiającymi przepompowanie cieczy z jednego zbiornika do drugiego co jest wyjątkowo ważne w wypadku pożaru, umożliwiając jego zlokalizowanie.

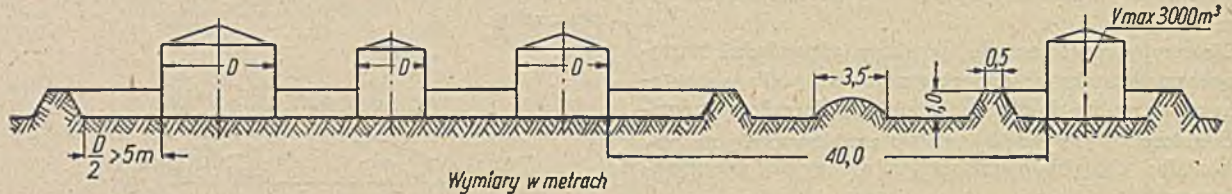
b. W dziedzinie wygradzenia zbiorników i wyznaczenia odległości między nimi. W celu zapobieżenia rozlewaniu się cieczy po przyległym terenie, w wypadku uszkodzenia zbiornika lub pożaru, należy wokół zbiornika czy grupy zbiorników wykonać ściankę z materiałów ogniotrwałych lub wał ziemny o szerokości w górnej części nie mniejszej niż 0,5 m; wysokość ścianki wynosić powinna nie mniej niż 1 m, właściwą jednak wysokość określa się na podstawie obliczenia zakładając, że otrzymana pojemność wygradzonego terenu wyniesie nie mniej niż: a. połowa pojemności ogrodzonej grupy zbiorników; b. całkowita pojemność jednego zbiornika, jeżeli został on pojedynczo wygradzony (rys. 54). Możliwe jest także wykonanie wykopu z siecią ścieków, którego pojemność powinna odpowiadać podanym wielkościom.

1) Polskie Normy przewidują 40 — 50 m.



Odległości pomiędzy zbiornikami naziemnymi rozmieszczonymi w obrębie jednej grupy przedstawiono na rys. 54.

Odległość od ścianek zbiorników naziemnych do ogrodzenia (do ścianek ogniotrwałych lub do podstawy obwałowań lub też stoku wykopu) powinna być nie mniejsza niż połowa średnicy najbliższego większego zbiornika i w każdym jednak razie nie mniejsza niż 5 m.



Rys. 54. Obwałowanie naziemnych zbiorników i odległości między nimi. Odległość między zbiornikami powinna się równać średnicy  $D$  większego zbiornika i nie może być mniejsza niż 10 m dla płynów łatwopalnych i nie mniej niż 5 m dla innych płynów palnych.

Odległość zbiorników naziemnych sąsiednich grup powinna wynosić nie mniej niż 40 m (mierząc od ścianek zbiornika) dla półpodziemnych — 30 m.

Między zewnętrznymi granicami obwałowania ścianki ogniotrwałej lub między zrębami wykopów oddzielających sąsiednie grupy zbiorników należy wykonać drogę bitą szerokości nie mniejszej niż 3,5 m.

Ogrodzenie zbiorników jest nieodzowne przy magazynowaniu ropy naftowej, smarów (mazutu) i olejów, z których w czasie pożaru możliwe jest wyrzucanie zawartości zbiorników na zewnątrz.

Dla produktów ropy naftowej, jak benzyna, nafta itp. ogrodzenie stanowić ma zbiornik dla wymienionych cieczy, w wypadku zniszczenia w czasie pożaru właściwego zbiornika.

Dla cieczy płonących bez wybuchów (nafta, spirytus) w wypadku magazynowania ich w zbiornikach otwartych, ogrodzenie dla zapobieżenia rozlewaniu się cieczy po terenie nie jest obowiązkowe.

Przy magazynowaniu wymienionych cieczy w zbiornikach szczelnie zamkniętych ogrodzenie jest konieczne, w wypadku bowiem pożaru jest możliwe zburzenie zbiornika wskutek wybuchu.

Instalowanie drewnianych pomostów między zbiornikami jest niedopuszczalne.

Zbiorniki podziemne. Magazynowanie cieczy łatwopalnych w zbiornikach podziemnych jest bezpiec-

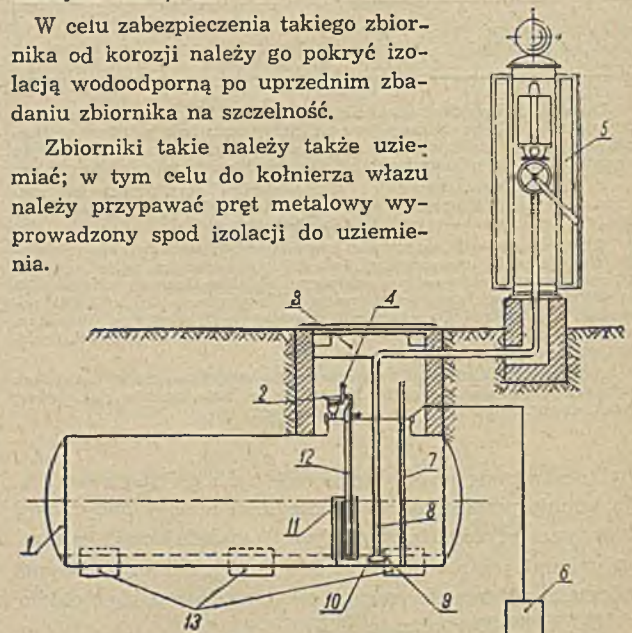
niejsze niż w naziemnych, gdyż zmniejszone zostają w nich straty odparowania i jednocześnie zapobiega się rozlewaniu cieczy po przyległym terenie w wypadku pożaru. Prócz tego cieczy o dużej lepkości przechowywane w zbiornikach podziemnych znacznie dłużej zachowują stopień swej płynności mimo ogrzania, wskutek mniejszych strat cieplnych.

W magazynach podziemnych często używane są cysterny poziome, cylindryczne [12] zagłębione do 0,2—0,5 m, do których doprowadza się rurociągi napełniające i odpływowe.

W celu zabezpieczenia cystern od nagrzewania promieniami słonecznymi konieczne jest, aby grubość warstwy ziemi pokrywającej zbiorniki nie była mniejsza niż 0,2 m.

W celu zabezpieczenia takiego zbiornika od korozji należy go pokryć izolacją wodoodporną po uprzednim zbadaniu zbiornika na szczelność.

Zbiorniki takie należy także uzieścić; w tym celu do kołnierza wjazdu należy przypawać pręt metalowy wyprowadzony spod izolacji do uziemienia.



Rys. 55. Schemat obudowania zbiornika benzyny stacji benzynowej: 1 — cysterna podziemna; 2 — garnczek przelewowy; 3 — studzienka wzierna; 4 — rura odpowietrzająca; 5 — kolumna czerpalna stacji; 6 — uziemienie; 7 — rura zabezpieczona siatką do kontroli poziomu benzyny; 8 — rura czerpalna; 9 — siatka; 10 — zawór zwrotny; 11 — pływak zamykający; 12 — rura do napełniania; 13 — oparcia fundamentowe pod cysterną.

Tablica 37

Sposób magazynowania	Ilość cieczy w tonach	
	łatwopalne	palne
W opakowaniu transportowym:		
a. w specjalnym pomieszczeniu wygrodzonym od sąsiednich zabudowań ścianami ogniotrwałymi i mającym bezpośrednie wyjście na zewnątrz	20	100
b. w pomieszczeniu niewydzielonym specjalnie w budynkach przedsiębiorstw kategorii G i D	0,5	2,5
W zbiornikach zainstalowanych na poziomie podłogi:	W ilościach dobowego zapotrzebowania wydziału	
a. w pomieszczeniach izolowanych od sąsiednich pomieszczeń ogniotrwałymi ścianami i mających bezpośrednie wyjście na zewnątrz	3	15
b. w pomieszczeniach niewydzielonych specjalnie, w budynkach przedsiębiorstw kategorii C i D		
W zbiornikach zainstalowanych powyżej poziomu podłogi, na kolumnach, wieszakach ogniotrwałych lub półogniotrwałych podestach, w budynkach przedsiębiorstw kategorii G i D		
a. w pomieszczeniach izolowanych od sąsiednich pomieszczeń ogniotrwałymi ścianami i mających bezpośrednie wyjście na zewnątrz	3	15
b. w pomieszczeniach nieogrodzonych	1	5
W zbiornikach zainstalowanych w pomieszczeniach podziemnych lub półpodziemnych (suterenach, piwnicach itp.)	niedozwolone	100

U w a g a. Kategorie przedsiębiorstw według stopni bezpieczeństwa po żarowego i wybuchu — patrz tom 15 „Maszynostrojnia”



Prócz tego uziemia się rurociągi, armaturę i inne części metalowe schronu w celu odprowadzenia ładunków elektrycznych powstających podczas przepływu cieczy przez rury.

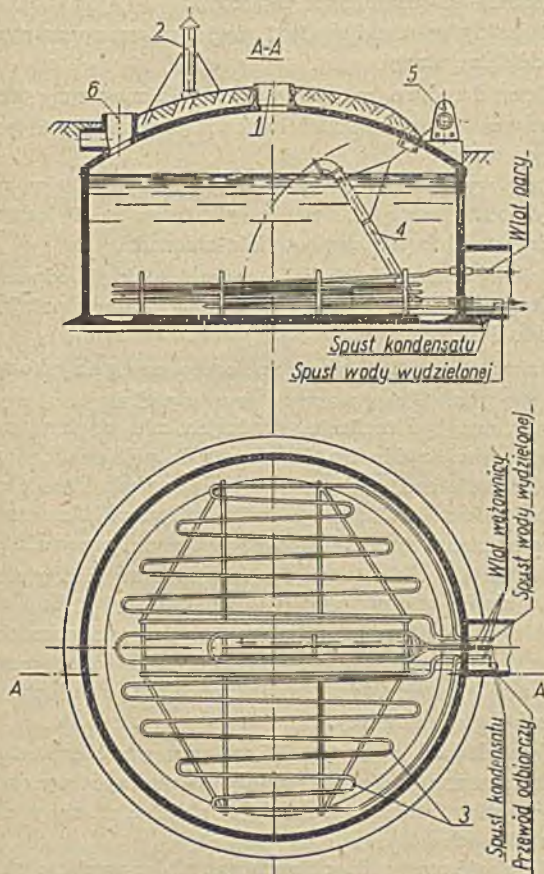
Przelewanie cieczy z cystern kolejowych lub samochodowych do zbiorników podziemnych można dokonywać przez samoczynny spływ rurociągiem zaopatrzonym w syfon.

W tym celu punkty zlewu tak się rozmieszcza, aby umożliwić jednoczesne zlewianie cieczy różnych gatunków z kilku cystern.

Jednocześnie rozmieszczenie zlewowych rurociągów powinno zapewnić zlew cieczy z dowolnej cysterny do dowolnego zbiornika bez potrzeby zmiany miejsca ustawienia cysterny wzdłuż linii zlewu.

Rys. 55 przedstawia zbiornik podziemny stacji benzynowej.

Dla ciężkich produktów ropy naftowej można stosować zbiorniki żelazobetonowe (rys. 56).



Rys. 56. Zbiornik żelazobetonowy podziemny dla ciężkich produktów naftowych (z parowym podgrzewaniem): 1 — wąż z podwójnym zamknięciem; 2 — rura wentylacyjna; 3 — węzownica parowa; 4 — rura spustowa podnoszona; 5 — wciągarka do podnoszenia rury 4; 6 — otwór czerpalny.

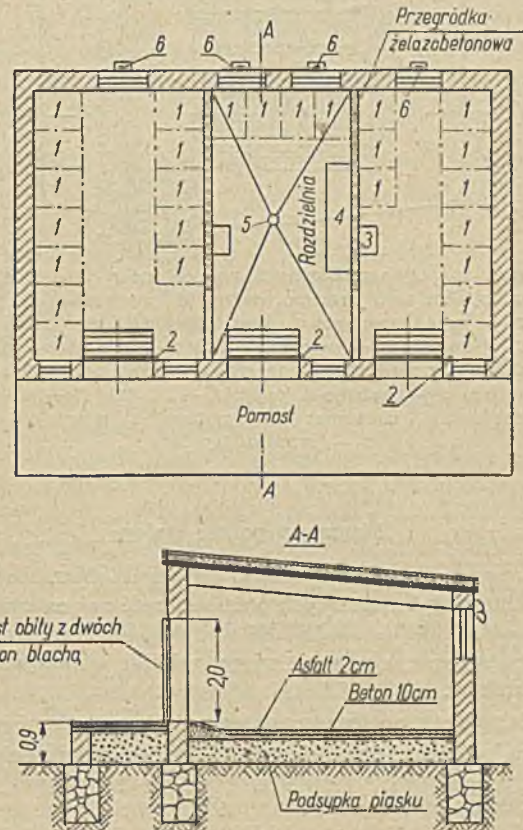
Podgrzewanie cieczy o dużej lepkości. Ropa naftowa i smary w czasie zlewania, pobierania lub przepompowywania z powodu ich dużej lepkości muszą być podgrzewane parą, gorącą wodą, elektrycznością lub dodatkiem pewnej ilości cieczy rozrzedzanej.

Prostym i rozpowszechnionym sposobem podgrzewania nadającym się do każdego warunków magazynowania jest

wężownica parowa urządzona w ten sposób, że przez rury o średnicy 12—55 mm ułożonych na stojakach na dnie zbiornika przepuszcza się parę (rys. 56).

Magazyny cieczy łatwopalnych przechowywanych w naczyniach transportowych. Ciecze łatwopalne w naczyniach transportowych przechowywać można w budowach podziemnych częściowo zagłębionych lub naziemnych.

Budynki specjalne wykonuje się zwykle parterowe, ogniotrwałe lub półogniotrwałe (rys. 57).



Rys. 57. Magazyn płynów łatwopalnych przechowywanych w opakowaniu transportowym (rozmiary w metrach): 1 — beczki; 2 — gaśnice ręczne; 3 — skrzynia z piaskiem; 4 — stojak; 5 — schodki; 6 — okna górne.

Naziemne lub półpodziemne magazyny często obsypywane są ziemią.

W wyjątkowych wypadkach ciecze łatwopalne przechowuje się:

a. niewielkie ilości (1,5—2 ton) w izolowanych przegrodach różnych pomieszczeń,

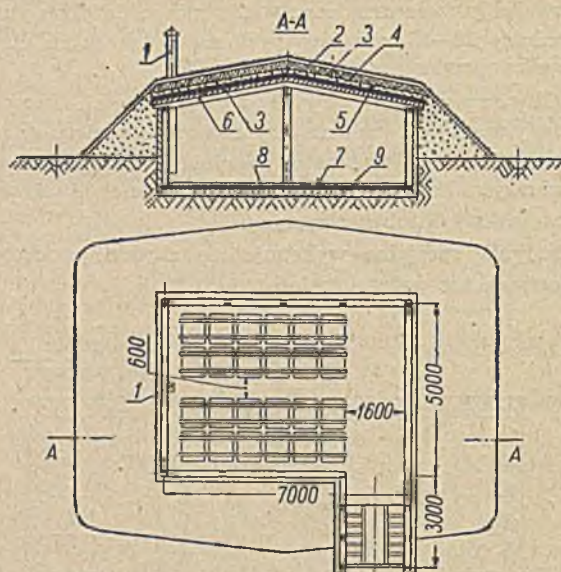
b. materiały pędne — w piwnicach pod budynkami z ogniotrwałymi zabezpieczeniami lub na górnych piętrach wielopiętrowych budynków.

Magazyny tymczasowe o pojemności do 5 ton mogą być wykonane z materiału palnego, muszą jednak być zabezpieczone przed zapaleniem się (rys. 58).

Beczki z cieciami łatwopalnymi (benzyna, spirytus itp.) układa się w jedną warstwę, materiały natomiast pędne (ropa, smary) w kilka warstw — w stertach lub na stojakach (rys. 59).

Puste opakowanie łatwopalnych cieczy należy przechowywać oddzielnie.



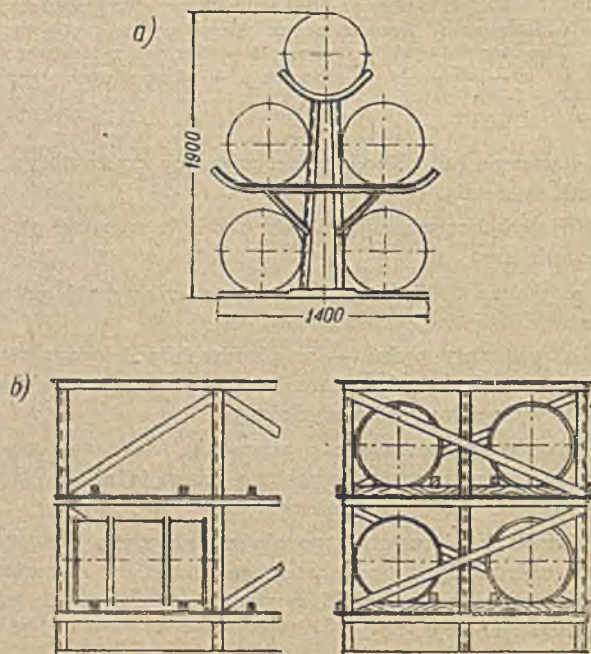


Rys. 58. Tymczasowy magazyn płynów łatwopalnych w opakowaniu transportowym o pojemności 5 t.: 1 — rura wyciągowa (wentylacyjna) o przekroju  $20 \times 20$  cm; 2 — warstwa darni 7 — 8 cm; 3 — gilna tłusta wyrobiona 10 — 12 cm; 4 — ziemia sucha 15 — 17 cm; 5 — izolacja z papy; 6 — ściółka; 7 — kratka drewniana ruchoma; 8 — polepa z gliny 10 cm; 9 — grunt ubity 20 cm.

#### Magazyny paliwa stałego

Część paliwa dostarczanego do przedsiębiorstwa użytkowana jest dla bieżących potrzeb, część zaś na utworzenie zapasu, którego wielkość wynosi 2—3 miesięczne zapotrzebowanie, a nawet i więcej zależnie od miejscowych warunków.

Magazyny opałowe rozmieszcza się zazwyczaj w pobliżu kotłowni i łączy się torami kolejowymi z siecią dróg kolejowych.



Rys. 59. Stojak do beczek z płynami łatwopalnymi: a — konsolowy; b — metalowy dwuwarstwowy.

Budowa i urządzenie magazynów paliwa powinny umożliwiać:

1. usunięcie strat wskutek utleniania (samozapalenia),
2. zapobieżenie samozapaleniu się paliwa,
3. mechanizację załadunku i rozładunku.

Magazyny węgla. Projektowanie magazynów węgla powinno być zgodne z OST 90090-40.

Zależnie od skłonności do samozapalenia się węgla dzielimy na dwie kategorie:

A — niebezpieczny, tj. węgiel brunatny, kamienny (z wyjątkiem gatunku T) i mieszany węgiel różnych gatunków,

B — trwałe — (bezpieczny), tj. antracyt i węgiel kamienny gatunku T.

Dla zapobieżenia zagrzewaniu i zapaleniu się węgla w czasie magazynowania konieczne jest:

- a. ograniczyć wysokość składowanej warstwy węgla,
- b. usuwać zagrzewający się węgiel,
- c. zasypywać gęsto węgiel w stertach, aby stworzyć przeszkodę do przenikania powietrza,
- d. każdy gatunek węgla i węgiel mieszany zsypywać na oddzielne sterty.

Urządzenie magazynów. Na magazyny węgla przeznaczają się tereny suche lub zabezpieczone przed podmyciem wodą.

Przy wysokim poziomie wód gruntowych, które mogłyby podmywać spód sterty węgla, teren należy odwodnić drenami lub wykonać studnie-zbiorniki.

Działkę terenu niweluje się dając spadek dla odprowadzenia poza jej obręb wody deszczowej lub z topniejącego lodu i śniegu.

Otwarte powierzchnie do magazynowania węgla. Górna warstwa gruntu pod stertami węgla nie powinna być torfiasta, urodzajna, nie powinna mieć także korzeni, roślin itp. Powierzchnia powinna być pokryta materiałem będącym dobrym przewodnikiem ciepła z polnego kamienia, ubitego żwiru lub gliny. Nawierzchnia wykonana z materiałów będących złymi przewodnikami ciepła, jak asfalt, żużel, drewno itp. sprzyja nagromadzeniu ciepła w stercie przy utlenianiu się węgla i stosowanie ich możliwe jest dla nawierzchni przemoczonego terenu do magazynowania węgla kategorii B; okres magazynowania poszczególnych partii węgla nie powinien przekraczać dwóch miesięcy.

Wysokość sterty. W związku z niebezpieczeństwem samozapalenia się należy ograniczyć wysokość sterty węgla. Gorsze gatunki węgla składać należy w niższych stertach.

Wysokość sterty dla różnych gatunków węgla w składowach bez mechanicznych urządzeń przytoczona jest w tabelicy 38.

Rozplanowanie terenów magazynów węgla. Rozmiary terenu oblicza się na maksymalną ilość magazynowanego węgla.

Na terenie magazynu pozostawia się wolną powierzchnię (nie mniej  $\frac{1}{6}$  powierzchni zajętej przez stertę) dla umożliwienia rozrzućcia węgla w celu ochłodzenia w wypadku samozapalenia. Magazyn posiada dojazd z drogi ogólnego użytku.

Przejazdy wewnętrzne na terenie magazynu urządza się w wypadku, jeśli wymagają tego potrzeby eksploatacji; mogą one być przelotowe, okólne lub w postaci placzyków o wymiarach  $10 \times 10$  m dla objazdu samochodów.



Tablica 38

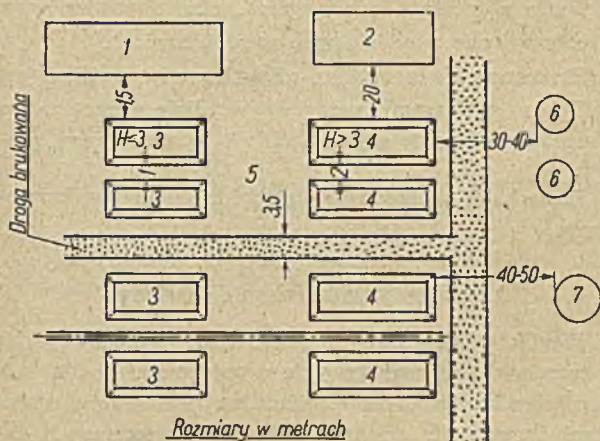
Kategoria węgla	Gatunek węgla	Ciężar objętości w t/m <sup>3</sup>	Wysokość sterty węgla w m	
			dla magazynowania do 2 miesięcy	dla magazynowania dłużej niż 2 miesiące
A	brunatny	0,7—0,85	2,0—2,5	1,5—2,0
	kamienny z wyjątkiem gatunku T	0,8—0,85	2,5—3,5	2,0—2,5
B	kamienny gatunku T	0,8	3,5	2,5
	antracyt	0,85—0,95	bez ograniczenia	

U w a g i: 1. Maksymalną wysokość sterty węgla kategorii A i odpowiedniego gatunku dopuszcza się zgodnie z wymienionymi danymi; zostały one potwierdzone doświadczeniem.

2. Wysokość sterty węgla w magazynach zaopatrzonych w urządzenia mechaniczne nie jest ograniczona, bowiem w wypadku zagrzenia się węgla w stercie może on być szybko rozrzucony i ochłodzony.

Rozmiarów stert w rzucie poziomym nie ogranicza się z wyjątkiem stert węgla kategorii A w magazynach nie posiadających urządzeń mechanicznych; nie powinny one przekraczać szerokości 20 m.

Odległość między sąsiednimi stertami nie powinna być mniejsza niż 1 m przy wysokości stert do 3 m i nie mniejsza niż 2 m przy większej wysokości stert (rys. 60).



Rys. 60. Rozplanowanie składu węgla (rozmiary w metrach): 1 — zabudowania ogniotrwałe lub w części ogniotrwałe; 2 — zabudowania z materiałów palnych lub częściowo palne; 3 — sterty wysokości do 3 m; 4 — sterty wysokości powyżej 3 m; 5 — powierzchnia wolna do rozrzućcia ochłodzonego węgla, o wielkości 1/6 powierzchni zajmowanej przez sterty węgla, 6 — zbiorniki podziemne z cieczami palnymi, 7 — zbiornik naziemny z łatwopalnymi cieczami.

Odległości stert węgla od różnych budowli wskazane są w tablicy 39.

Tablica 39

Wielkość magazynu	Odległości w metrach od stert węgla				
	do budowli wykonanych całkowicie lub częściowo z materiałów palnych	do budowli wykonanych częściowo lub całkowicie z materiałów ogniotrwałych	do ogrodzenia magazynu	do torów kolejowych (do głowki szyn)	do przejazdu
Dla ilości do 500 ton	15	10	3	1,25	1,5
Dla ilości więcej niż 500 ton	20	15	3	1,25	1,5

Przy magazynowaniu węgla na terenie obok kotłowni, zabudowań mieszkalnych, pomiędzy stertą a budynkiem mieszkalnym lub gospodarczym powinna być zachowana odległość nie mniejsza niż 10 m, natomiast między stertą węgla i ścianą szczytową nie mniej niż 1 m.

Kryte magazyny węgla. W miejscowościach o dużych opadach śnieżnych, a także dla magazynowania pyłu węglowego, magazynowania dokonuje się w komórkach, szopach lub bunkrach, które muszą mieć dojazd chociażby z jednej strony.

Przy magazynowaniu węgla kategorii A w takich magazynach niedopuszczalne jest wykonywanie w nich podłóg, a także nawet części ścian z materiałów palnych.

Do magazynowania węgla kategorii A dozwolone jest wykonywanie ścian z materiału palnego, w tym jednak wypadku węgiel należy układać nie bliżej niż 0,5 m od ścian.

Odległość górnej powierzchni sterty do napotykanego części dachu szopy lub komórki nie powinna być mniejsza niż 1,9 m.

Przeźreń nad stertami powinna być wentylowana; otwory rur wyciągowych należy umieszczać powyżej stert [8].

Magazyny z urządzeniami mechanicznymi. Zmechanizowane magazyny węgla zaopatrzone są w dźwigi — z chwytakami różnych konstrukcji lub urządzeniami mocującymi.

Prócz tego w magazynach opałowych najbardziej wygodne są mechanizmy przesuwające się umożliwiające nieprzerwaną pracę ładowania, rozładowania i transportowania paliwa po terenie magazynu w celu rozmieszczenia go w sterty.

Do tego celu używane bywają przenośniki taśmowe skrobakowe, kubełkowe oraz ruchome maszyny do przeładunku.

Możliwe jest także zastosowanie na terenie magazynów torów kolejowych normalnotorowych lub wąskotorowych — stałych lub przewoźnych.

Magazyny torfu. Zależnie od sposobu wydobywania rozróżniamy torf powierzchniowy i prasowany.

Tablica 40

Postać torfu	Ciężar objętościowy w t/m <sup>3</sup>	Kąt naturalnego spadku		Średni bezpieczny okres przechowywania w miesiącach
		przy obciążeniu się	w spoczynku	
Formowany maszynowo o wilgotności 50%	0,5—0,62	40	45	do 12
Formowany maszynowo, suszony na powietrzu o wilgotności 25%	0,33—0,41			do 6
Wydobywany za pomocą pomp o wilgotności 50%	0,45—0,5			do 12
Wydobywany za pomocą pomp, suszony na powietrzu	0,3—0,33			do 6
Powierzchniowy suszony na powietrzu	0,3	42	45	do 3

Charakterystyka torfu podana jest w tablicy 40.

Magazyn torfu w przedsiębiorstwie przemysłowym powinien być rozmieszczony na suchym odcinku terenu, który należy otoczyć rowem.

Wyznaczony odcinek terenu należy zniwelować i usuwać z niego roślinność, pieńki drzew, śmiecie i stary torf.



Torf, zwłaszcza powierzchniowy, łatwo ulega samozapaleniu, dlatego niedozwolone jest wspólne magazynowanie torfu różnych gatunków, należy natomiast dla każdego z nich wyznaczyć oddzielne działki terenu oddalone od siebie na odległość nie mniejszą niż 300 m.

Zaleca się układać torf w sterty w dwa rzędy po obydwóch stronach toru kolejowego.

Torf prasowany suchy składa się oddzielnie od niesuszonego. Powierzchniowy torf zsypuje się w przyzmy o przekroju trójkątnym lub trapezowym z kątem zsypu 42—45° lub też w sterty o wysokości do 2 m

Tablica 41

Magazyny	Pojemność składu w tonach	Długość przyzmy w m	Wysokość przyzmy w m	Odległość między przyzmyami w m	Odległość między równoległymi przyzmyami w m	Odległość przyzmy od ogrodzenia i główki szyny kolejowej
Torfu prasowanego	10000	100	8	20	5	5
Torfu powierzchniowego	5000	100	6	20	12	5

W tablicy 41 przedstawiona jest charakterystyka przemysłowych magazynów torfu, w tablicy 42 podane są odległości magazynów torfu od różnych budowli.

Tablica 42

#### Odległość przemysłowych magazynów torfu od różnych magazynów i budowli

Magazyny	Odległości w m od					
	ośrodków zamieszkałych oddzielnych budowli, elektrowni, kotłowni	steri i torfowisk powierzchniowego torfu	torów magistrali kolejki wąskotorowej <sup>1)</sup>	torów magistrali kolei normalnotorowej	magazynów cieczy łatwopalnych	terenów suszenia prasowanego torfu
Główne dla prasowanego torfu	200	250	20	200	250	250
Główne dla nieprasowanego torfu	250	500	20	250	500	500
W miejscach użytkowania prasowanego torfu	100	250	20	200	200	—
W miejscach użytkowania nieprasowanego torfu	100	500	20	150	300	—

<sup>1)</sup> Oprócz obsługujących gospodarkę magazynów torfu.

Magazyny węgla drzewnego. Ciężar objętości węgla drzewnego sosnowego przy normalnej wilgotności (do 10%) waha się w granicach 0,15—0,25 t/m<sup>3</sup>, natomiast brzoźowego — 0,4—0,425 t/m<sup>3</sup>. W czasie wilgotnej pogody węgiel drzewny łatwo chłonie wilgoc do 40%.

Węgiel drzewny przechowuje się:

a. w szopach lub krytych nasypami magazynach, w zaskiach do wysokości 2—2,5 m lub workach układanych w stopy do wysokości 4 m,

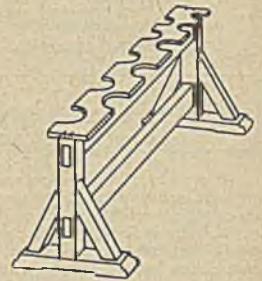
b. w stertach na terenie otwartym.

Możliwość samozapalenia się istnieje tylko dla węgla świeżo wypalonego w okresie czasu do 20—25 dni.

#### Magazyny butli z gazami

Butle ze sprężonymi i skroplonymi gazami przechowuje się w specjalnych ogniotrwałych, nieopalanych magazynach rozmieszczonych w odległości nie mniej niż 25 m od innych budowli.

Butle ustawia się pionowo w klatkach nakrywanych przekładką lub w stojakach (rys. 61). W małych magazynach, jak również w miejscach wykonywania robót spawalniczych każdą butlę mocuje się do ściany za pomocą łańcucha lub klamry. Butle puste i bez podszew przechowuje się w stosach w położeniu poziomym, warstwami na drewnianych lub metalowych przekładkach z gniazdami lub też w specjalnych stojakach z przegródkami.



Rys. 61. Stojak do butli.

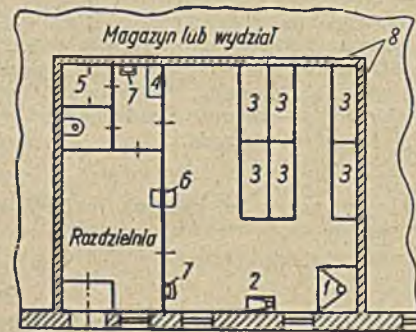
Butle z każdą odmianą gazu palnego powinny być przechowywane w oddzielnych pomieszczeniach.

Przechowywanie wspólne różnych gazów możliwe jest, jeśli nie są gazami palnymi; wspólnie z nimi można przechowywać butle z jakimkolwiek jednym gazem palnym.

Puste butle przechowuje się w oddzielnych pomieszczeniach.

#### Magazyny węgla wapnia (karbidu)

Węgiel wapnia CaC<sub>2</sub> (gęstość 2,22) przechowuje się w szczelnych bębnach (zwykle o pojemności do 100 kg), w pomieszczeniach (bez mechanicznej wentylacji) ogniotrwałych, suchych, widnych, dobrze przewietrzanych, zabezpieczonych od przedostania się wody.



Rys. 62. Rozplanowanie pomieszczenia dla przechowywania i wydawania związków cyjanowych: 1 — szafa wyciągowa jako miejsce do otwierania naczyń i rozważania; 2 — szafa z wyciągiem do specjalnych ubrań roboczych; 3 — szafy lub stojaki do bębnow ze związkami cyjanowymi; 4 — szafa odzieżowa; 5 — kąpielisko natryskowe; 6 — okno do wydawania; 7 — wodociąg; 8 — ściana ogniotrwała ślepa.



Bębny z karbidem ustawia się pionowo na drewnianych podkładkach w jedną lub dwie warstwy rozdzielone deskami.

Między każdymi dwoma rzędami bębnow powinno być pozostawione przejście.

Rozdrabnianie i rozważanie karbidu powinno być dokonywane w oddzielnych pomieszczeniach.

Magazyny karbidu dzielą się na:

- a. małe o pojemności do 2 ton,
- b. średnie — o pojemności do 20 ton,
- c. duże — o pojemności powyżej 20 ton.

Odległość magazynu karbidu od sąsiednich budowli powinna wynosić nie mniej niż 25 m.

W pomieszczeniach przetwornic acetyleny dozwolone jest przechowywać karbid w ilości do 200 kg.

Do pomieszczeń przetwornic acetyleny o wydajności powyżej 20 m<sup>3</sup>/godz może być dobudowany magazyn do przechowywania karbidu w ilości potrzebnej do stworzenia zapasu na czas jednej doby, nie przekraczającej jednak 5 ton.

#### Magazyny materiałów trujących

Materiały trujące użytkowane w przedsiębiorstwach (na przykład — cyjanek potasu używany przy galwanizacji i obróbce cieplnej) powinny być przechowywane w specjalnym ogniotrwałym magazynie.

Jeśli w magazynie dokonuje się otwierania, rozważania i innych czynności z materiałami trującymi, magazyn powinien być wyposażony w szafę wyciągową.

W tych wypadkach magazyn należy ogrzewać oraz powinny być do niego doprowadzone przewody wodne.

Podłogę magazynu zaleca się układać z płytek kamionkowych, ściany natomiast malować farbą olejną.

Na rysunku 62 przedstawione jest rozplanowanie pomieszczenia do przechowywania i wydawania związków cyjanowych.

Magazyny materiałów drzewnych — patrz rozdział VI „Projektowanie wydziałów obróbki drewna“.

Magazyny wydziałów produkcyjnych, jak mechanicznych montażowych, odlewniczych i innych omówione są w odpowiednich rozdziałach niniejszego tomu.

#### LITERATURA I ŹRÓDŁA

1. CIETLIN B. W. i JUDIN T. A.: Ustrojstwo i obudowanije składow predpriatij mietallobrobotywaszcziej promyszlenosti. ONTI, Gl. red. maszlistrojt. i awto-trakt. litieratury, M. 1937 (409 str.).
2. SURZIN N. I.: Materialnyje proizwodstwiennyje składy żeleznych dorog. Transźelidorizdat, M. 1938 (411 str.).
3. KAMIŃSKI J. A.: Transportnoje, składskoje i tarnoje chozajstwo. ONTI, M.-Ł. 1935 (274 str.).
4. BIELACKI I. A.: Podjomno-transportnoje obudowanije snabżenczeskich składow. Goschimizdat, M. 1940 (101 str.).
5. PODGORSKI F. D.: Ustrojstwo i obudowanije uniwersalnych składow proizwodstwiennyh predpriatij. Izd. standartizacii i racionalizacii, Ł. 1934 (114 str.).
6. BIELACKI I. A., CIETLIN B. W.: Głównyje materialnyje składy prompredpryacji. ONTI, M. 1935 (229 str.).
7. CIETLIN B. W.: Albom czertieżej uniwersalnych i spetsialnych stiełażej, obudowanija składow i osnastki robotczich miest. Izd. NII Orgawlaprom, M. 1945.
8. OST 90099-40. Protiwopozarnyje normy projektrowanija składow iskopajemogo ugia.
9. OST 90039-39. Normy projektrowanija składskich predpriatij i chozajstw dla chranienia legkowospłamieniaszczichsia i gorluczich židkostiej.
10. GOST 2436-44. Riezervuary swarnyje wiertikalnyje cilindriczeskije dla nieftoproduktow.
11. GOST 2481-44. To że — klepanyje.
12. GOST 793-44. Gorizontalnyje cilindriczeskije cistierny.



## Rozdział XV

# PROJEKTOWANIE GOSPODARKI ENERGETYCZNEJ ZAKŁADU PROJEKTOWANIE GOSPODARKI ELEKTRYCZNEJ

### ZAKRES, DANE WYJŚCIOWE I KOLEJNOŚĆ WYKONYWANIA PROJEKTU

Projekt gospodarki elektrycznej zakładu obejmuje:

- a. źródła zasilania energią elektryczną,
- b. rozdział energii na terenie zakładu — sieć 6 lub 10 kV (w niektórych przypadkach 35 kV)<sup>1)</sup>, punkty rozdzielcze i stacje transformatorowe,
- c. urządzenia dla siły i światła na wydziałach fabrycznych i oświetlenie terenu zakładu,
- d. układy sterująco-blokujące dla silników transportu ciągłego (na oddziałach przygotowujących ziemię, na odlewni itd.),
- e. urządzenia pieców elektrycznych,
- f. urządzenia przetwórcze,
- g. urządzenia z silnikami dużej mocy,
- h. oddziały remontów elektrycznych,
- i. gospodarkę olejową,
- j. urządzenia słaboprądowe.

Dla opracowania projektu w podanym zakresie, potrzebne są następujące dane podstawowe:

1. ogólny plan zakładu,
2. plany technologiczne oddziałów i innych pomieszczeń, ze specyfikacją urządzeń produkcyjnych oraz podaniem mocy potrzebnych silników elektrycznych,
3. przekroje budynków (rysunki budowlane),
4. zestawienie i plan rozmieszczenia urządzeń techniczno-sanitarnych,
5. charakterystyka pomieszczeń (pod względem wilgotności, zapylenia, niebezpieczeństwa ognia i wybuchów),
6. wymagania dotyczące pewności ruchu.

Zaleca się następującą kolejność wykonywania projektu zaopatrzenia zakładu w energię elektryczną: na podstawie danych projektu części technologicznej dotyczących mocy zainstalowanej, przeznaczenia i rozmieszczenia odbiorników elektrycznych niskiego napięcia ustala się obciążenia. Następnie biorąc za punkt wyjścia dane o gęstości rozrzuconych i o wielkości skupionych obciążeń w odniesieniu do planu generalnego zakładu i planów poszczególnych oddziałów ustala się rozmieszczenie stacji transformatorowych, ilość i moc transformatorów z uwzględnieniem przyjętego napięcia wtórnego. Na podstawie danych o rozmieszczeniu i mocy stacji transformatorowych oraz odbiorników wysokiego napięcia na planie general-

nym zakładu zostaje oznaczone miejsce i ustalone obciążenie punktów rozdzielczych, a także obciążenie elektrowni zakładowej lub stacji systemu energetycznego zaopatrującego zakład w energię elektryczną. Następnie ustala się wielkość napięcia pierwotnego i projektuje się sieć wysokiego napięcia: układ, ilość, przekroje i trasy linii zasilających stacje transformatorowe, punkty rozdzielcze i odbiorniki wysokiego napięcia<sup>2)</sup>.

Na podstawie projektu zasilania zakładu w energię, wykresów, obciążeń i danych odnośnie liczby i mocy przesyłowej linii zasilających 6 kV lub 10 kV opracowuje się projekt elektrowni zakładowej lub stacji transformatorowej obniżającej napięcie systemu energetycznego. Wykorzystując dokładne dane (dotyczące mocy zapotrzebowanej) obliczeń projektu działu technologicznego opracowuje się projekt urządzeń dla siły i światła na wydziałach.

Przy projektowaniu należy posługiwać się<sup>3)</sup>:

- a. przepisami budowy urządzeń elektrycznych dla przedsiębiorstw przemysłowych z roku 1944. Poniżej oznaczone są w skrócie IIV3 [12],
- b. przepisami technicznej eksploatacji elektrowni i sieci [10],
- c. przepisami budowy urządzeń elektrycznych ze względu na bezpieczeństwo [11],
- d. przepisami tymczasowymi bezpieczeństwa przeciwpożarowego w urządzeniach stacji transformatorowych znajdujących się wewnątrz pomieszczeń produkcyjnych HKTI [2].

<sup>2)</sup> Należy to rozumieć w ten sposób, że organizacja energetyczna zaopatrująca zakład w energię elektryczną buduje stację obniżającą napięcie dalekosiędnej linii przesyłowej wysokiego napięcia. Napięcie wtórne tej stacji będzie napięciem pierwotnym, które wybiera projektant dla swojego zakładu na podstawie obliczeń. W ZSRR zasadniczymi znormalizowanymi napięciami są 6 kV i 10 kV, rzadziej 35 kV.

<sup>3)</sup> Na terenie Polski obowiązują przepisy PNE:

- a. przepisy budowy i ruchu urządzeń elektrycznych prądu silnego — PNE-10,
- b. przyłączanie urządzeń odbiorczych do sieci elektroenergetycznych prądu zmiennego — PNE-104,
- c. elektroenergetyczne przewody miedziane — PNE-5,
- d. „ „ aluminiowe — PNE-106,
- e. „ „ kable obolwione Cu i Al — PNE-6,
- f. „ „ linie kablowe podziemne — PNE-102,
- g. „ „ linie napowietrzne — PNE-101,
- h. przewody jezdne — PNE-105,
- i. tablice ostrzegawcze — PNE-39.

<sup>1)</sup> Znormalizowane napięcia w ZSRR.



## WYBÓR RODZAJU PRĄDU

Większość odbiorników stosowanych w zakładach przemysłu metalowego stanowią odbiorniki trójfazowe 50 Hz. Prąd stały stosuje się: do napędu wielkich obrabiarek z szerokim zakresem regulacji liczby obrotów, do spawania elektrycznego (w niektórych przypadkach), do urządzeń galwanotechnicznych, do ładowania akumulatorów, rzadziej do dźwigów, do obwodów zabezpieczających oraz innych specjalnych celów.

## OKREŚLENIE WARTOŚCI OBCIĄŻEŃ I ZUŻYCIA ENERGII ELEKTRYCZNEJ

Ociążenie pobierane przez wielkie odbiorniki — piece elektryczne do topienia metali, duże silniki itp. oblicza się na podstawie danych odnośnie rodzaju ich pracy. Dla pozostałych odbiorników stosuje się sposób określania

obciążeń za pomocą współczynników wykorzystania mocy instalowanej.

Jest to stosunek:

$$k_z = \frac{\text{obciążenie czynne na szynach niskiego napięcia stacji transformatorowej}}{\text{moc całkowita zainstalowana odbiorników}} = \frac{P_c}{\sum P_z}$$

Wszystkie odbiorniki energii elektrycznej dzieli się na grupy o takim samym rodzaju pracy i dla każdej grupy oblicza się całkowitą moc zainstalowaną  $\sum P_z$ .

Ociążenia czynne i bierne określa się według wzorów:

$$P_c = k_z \sum P_z$$

$$P_b = P_c \sum \text{tg} \varphi$$

Wartości współczynników zapotrzebowania i współczynników mocy poszczególnych grup odbiorców oraz wyszczególnienia tych grup podane są w tabelicy 1.

Tabela 1

Srednie obliczeniowe współczynniki zapotrzebowania i  $\cos \varphi$  do ustalenia obciążeń stacji transformatorowych i rocznego zużycia energii elektrycznej

Grupa odbiorów	Średnie (wartości) dla grup			Moc zapotrzebowana na szynach N.N. podstacji transformatorowej		Roczne zużycie energii elektrycznej na szynach wysokiego napięcia w kWh
	współczynnik zapotrzebowania $k_z$	$\cos \varphi$	$\text{tg} \varphi$	czynna w kW	bierna w kVA	
1. Silniki (dobrze obciążone przy pracy ciągłej): wentylatorów, pomp, transporterów, sprzętarek, przetwornic, w tym spawarek grupowych, itd.	0,75 0,7 <sup>1)</sup>	0,8	0,75	0,75 $\sum P$ <sup>1)</sup> 0,7 $\sum P$	0,56 $\sum P$ 0,52 $\sum P$	0,54 $\tau_r \sum P$ 0,5 $\tau_r \sum P$
2. Silniki obrabiarek o napędzie indywidualnym, z normalnym trybem pracy: tokarek, strugarek, dłutiarek, frezarek, wiertarek, karuzelówek itd.	0,2	0,6	1,33	0,2 $\sum P$	0,27 $\sum P$	0,15 $\tau_r \sum P$
3. Silniki obrabiarek o napędzie indywidualnym z ciężkim trybem pracy pras ekscentrycznych, automatów, rewolwerówek, strugarek zgrubnych, frezarek do kół zębatych itd.	0,25	0,6	1,33	0,25 $\sum P$	0,33 $\sum P$	0,18 $\tau_r \sum P$
4. Silniki obrabiarek i przyrządów przy specjalnie ciężkim trybie pracy: bębnowy oczyszczających, gilotowników (kolotoków), nfiotów, pras korbowych, maszyn kowalskich, przeciągarek do drutu itd.	0,45	0,65	1,17	0,45 $\sum P$	0,53 $\sum P$	0,32 $\tau_r \sum P$
5. Silniki o pracy dorywczej: suwnic, suwnic jednoszynowych, napędów pomocniczych, przenośników rolkowych, stołów podnośnych, nożyc itd.	0,12 <sup>1)</sup> 0,10	0,45	1,96	0,15 $\sum P$ 0,10 $\sum P$	0,3 $\sum P$ 0,2 $\sum P$	0,10 $\tau_r \sum P$ 0,06 $\tau_r \sum P$
6. Piece do nagrzewania, piece oporowe, suszarki, klejowarki, wanny itd.	0,6	0,95	0,32	0,54 $\sum P$	0,15 $\sum P$	0,43 $\tau_r \sum P$
7. Spawarki transformatorowe łukowe	0,37	0,35	2,65	0,13 $\sum P$	0,34 $\sum P$	0,09 $\tau_r \sum P$
8. Spawarki transformatorowe stykowe i punktowe, nagrzewnice do nitów, do bandaży itd.	0,42	0,7	1,9	0,3 $\sum P$	0,3 $\sum P$	0,21 $\tau_r \sum P$
9. Jednostkowe przetwornice spawalnicze	0,51	0,65	1,17	0,51 $\sum P$	0,59 $\sum P$	0,37 $\tau_r \sum P$
10. Oświetlenie	0,8	1	0	0,8 $\sum P$	—	0,75 $\tau_{r \text{ ośw}}$ $\sum P$

1) Dla urządzeń ogrzewniczo-wentylacyjnych.

2) 0,15 — ciężki tryb pracy, 0,10 — lekki tryb.

3)  $P$  — moc zainstalowaną przy obliczeniach dla poz. 6, 7 i 8 przyjmuje się w kVA na zaciskach, dla pozostałych pozycji (oprócz poz. 10) — w kW na wale.

$\tau_r$  — roboczy czas pracy urządzenia w godzinach, przyjmowany przy 8-godzinnej zmianie (2325 godzin dla 1 zmiany, 4630 godzin dla 2 zmian, i 5640 godzin dla 3 zmian)

$\tau_{r \text{ ośw}}$  — roczny czas użytkowania szczytowego obciążenia dla oświetlenia, przyjmowany dla oświetlenia wewnętrznego w zależności od szerokości geograficznej i ilości zmian, wynosi:

Szerokość geograficzna w stopniach	Przy jednej zmianie w godzinach	Przy dwóch zmianach w godzinach	Przy trzech zmianach w godzinach
40	650	2300	4600
50	800	2500	4700
60	850	2500	4800

Dla oświetlenia zewnętrznego  $\tau_{r \text{ ośw}}$  przyjmuje się 3300 godzin.



Przy ustalaniu mocy źródła zasilania całego zakładu (stacja rejonowa, elektrownia itp.) uwzględnia się współczynniki jednoczesności (współczynniki nierównoczesności trafiania poszczególnych obciążeń w ogólnozakładowe maksimum) stosownie do tablicy 2.

Tablica 2

## Współczynniki jednoczesności dla całego zakładu

Obciążenie na szynach wysokiego napięcia w kW	Współczynnik mocy czynnej $\beta$	Współczynnik mocy biernej $\gamma = 0,33\beta + 0,67$
do 5 000	0,9	0,97
5 000 — 10 000	0,85	0,95
powyżej 10 000	0,8	0,93

W przypadku istnienia wielkich silników, pieców łukowych (dla których  $k_x = 0,9$ ), agregatów spawalniczych itp. obciążenie zakładu należy określić za pomocą osobnego obliczenia.

Praktyka zakładów przemysłu metalowego wskazuje, że ogólnozakładowy współczynnik  $k_x$  waha się w granicach 0,25 ÷ 0,32. W przypadku znacznego obciążenia piecami łukowymi i dużymi silnikami  $k_x$  wzrasta do 0,4 a nawet do 0,45, a przy ich braku współczynnik ten dla dużych zakładów może obniżyć się do 0,2, a nawet do 0,18.

Sumując oddzielnie czynne i bierne obciążenia grup otrzymuje się ogólne obciążenie na szynach niskiego napięcia stacji. Obciążenia grupowe uważa się za szczytowe ciągle.

Dla otrzymania ogólnego obciążenia  $P'_c$  i  $P'_b$  na szynach wysokiego napięcia do otrzymanych obciążeń odbiorników niskiego napięcia dodaje się czynne ( $P_c$ ) i bierne ( $P_b$ ) straty w transformatorach (tablica 3) [17, 18] oraz czynne ( $P''_c$ ) i bierne ( $P''_b$ ) obciążenia odbiorników wysokiego napięcia.

$$P'_c = P_c + p_c + P''_c; \quad P'_b = P_b + p_b + P''_b$$

Na podstawie otrzymanych wartości  $P'_c$  i  $P'_b$  dla całego zakładu oblicza się średni  $\text{tg } \varphi$ , a według niego  $\cos \varphi$  i moc pozorną  $P_w$  kVA według poniższych wzorów:

$$\text{tg } \varphi = \frac{P'_b}{P'_c}; \quad P = \sqrt{P_c'^2 + P_b'^2} = \frac{P'_c}{\cos \varphi}$$

Tablica 3

## Straty w transformatorach

Moc transformatora w kVA	Straty czynne w kW		Straty bierne w kVA	
	stanu jałowego	w międz przy pełnym obciążeniu	stanu jałowego	zwiększenia przy pełnym obciążeniu
100	0,60	2,4	6,5	4,9
135	0,83	3,1	8,8	6,9
180	1,00	4,0	10,7	9,1
240	1,40	4,9	14,3	11,9
320	1,60	6,1	19,0	16,5
420	2,1	7,3	23,0	21,8
560	2,5	9,0	27,9	28,8
750	4,1	11,9	44,5	39,4
1000	4,9	15,0	49,8	53,0

Przykład określenia obciążenia na szynach wysokiego napięcia (WN) według obciążenia na szynach niskiego napięcia (NN) z uwzględnieniem strat w transformatorze 560 kVA:

	P kW	$P_b$ kVA	$\cos \varphi$	$\text{tg } \varphi$	$P_c$ kVA
Obciążenie na NN	450	336	0,8	0,75	560
Straty w transformatorze przy pełnym obciążeniu	11,5	56,7	—	—	—
Obciążenie na WN	461,5	392,7	0,76	0,85	610

Obciążenie oświetleniowe określa się według mocy zainstalowanej z uwzględnieniem współczynnika jednoczesności palenia się lamp.

Roczne zapotrzebowanie energii elektrycznej określa się w kWh według mocy czynnej i rocznego czasu pracy urządzenia

$$W = \sum P_c \tau_r \alpha$$

gdzie:

- $P'_c$  — suma czynnych mocy odbiorników w kW,
- $\tau_r$  — roczny czas pracy urządzenia w godzinach,
- $\alpha$  — współczynnik uwzględniający niezupełne wykorzystanie zaplanowanego zużycia rocznego (na podstawie badań zakładów istniejących może być przyjęty jako równy 0,7—0,75).

Wzory do obliczania rocznego zużycia energii przez zakład według grup odbiorców podane są w tablicy 1. Kolejność i rezultaty obliczeń dla ustalenia obciążeń podane są w tablicach A, B, C, (mogą one być zestawione osobno

## Ustalenie wartości obciążenia odbiornikami

Nazwa oddziału	Obrabiarzki i urządzenia wytwórcze						Wentylatory i pompy					
	Ilość sztuk	Moc zainstalowana w kW	Współczynnik zapotrzebowania	$\cos \varphi$	Obciążenie		Ilość sztuk	Moc zainstalowana w kW	Współczynnik zapotrzebowania $k_x$	$\cos \varphi$	Obciążenie	
					czynne w kW	bierne w kVA					czynne w kW	bierne w kVA
Odlewnia	22	160	0,25	0,6	40	53	27	200	0,7	0,8	140	105
Kuźniczno — prasowy	115	1200	0,25	0,6	300	400	35	250	0,7	0,8	175	131
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Razem cały zakład	257	3600	0,25	0,6	500	850	69	610	0,7	0,8	525	505



dla pierwszego i drugiego etapu budowy). Wynikowa tablica C podaje dane niezbędne do ustalenia mocy urządzenia zasilającego. Przy zasilaniu zakładu przez stacje rejonowe liczba danych bywa zazwyczaj wystarczająca. Przy zasilaniu przez własną elektrownię obciążenia należy obliczać według zmian. Następnie wykonuje się letnie i zimowe dobowe wykresy obciążeń, z których korzystając wybiera się moc zespołów elektrowni.

### WYBÓR PIERWOTNEGO NAPIĘCIA SIECI ZAKŁADOWYCH

Stosując zasadę oszczędności miedzi zaleca się dla zakładowych sieci wysokiego napięcia wybierać możliwie najwyższe, techniczne dopuszczalne i ekonomicznie uzasadnione napięcie.

Praktycznie dla pierwotnego napięcia stosuje się (znormalizowane w ZSRR) napięcia 35, 10,5 i 6,3 kV (tablica 4). Korzyść zastosowania 35 kV powinna być uzasadniona techniczno-gospodarczym porównaniem kilku alternatyw. Z pozostałych napięć 10,5 i 6,3 kV napięcie 10,5 kV stosuje się tam, gdzie:

1. nie ma odbiorników 6,3 kV (wielkie silniki) albo
2. zainstalowanie transformatorów 10/6 kV dla zasilania odbiorników wymienionych w punkcie 1 nie natrafia na trudności oraz tam, gdzie
3. nie stoi temu na przeszkodzie istniejące napięcie na stacji okręgu energetycznego czy też napięcie generatorów elektrowni.

Turbogeneratory o mocy 6 MW i wyższej budowane są na napięcie robocze wynoszące zarówno 6,3, jak i 10,5 kV<sup>1)</sup>.

Ekonomiczne porównanie prze prowadzi się przez zestawienie kosztów strat energii i inwestycyjnych kosztów zużycia miedzi przy stosowaniu napięcia roboczego 6,3 i 10,5 kV.

Przy obliczeniach zużycia metali przyjmuje się jako równoważne następujące ilości: 1 kg aluminium jest równoważny 0,2 kg miedzi; 1 kg ołowiu (powłoki kabli) — 0,4 kg miedzi; 1 kg żelaza w transformatorach (blachy transformatorowe) — 0,286 kg miedzi; 1 kg konstrukcyjnej stali miękkiej — 0,1 kg miedzi. Porównanie przeprowadza się według równoważników metali w stosunku do miedzi [5].










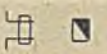
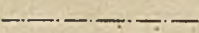

1) W Polsce napięcie robocze generatorów wynosi 3,15 lub 6,3 kV.

### Sieci elektryczne zewnętrzne

Zasilanie zakładu przez system energetyczny i sieci elektryczne zewnętrzne wykonuje się liniami przesyłowymi 35, 110 kV lub też liniami zasilającymi o napięciu generatorowym 6,3 albo 10,5 kV.

Przy napięciach 35 i 110 kV energia transformowana jest na 6,3 kV albo 10,5 kV w stacjach transformatorowych, które z reguły buduje się typu napowietrznego z wewnątrzowymi rozdzielnikami 6,3 lub 10,5 kV.

Na rys. 1, 2, 3, 4 podane są schematy krańcowych stacji transformatorowych zasilanych dwiema liniami. Tak na tych rysunkach jak i na rys. 5—14 przyjęto następujące oznaczenia:

	Generator
	Transformator
	Dławik
	Wyłącznik olejowy
	Odtącznik
	Wyłącznik samoczynny suchy
	Szyny zbiorcze
	Końcówka kablowa
	Wyłącznik
	Bezpiecznik topikowy
	Sieć uziemiająca
	Uziemienie

Tablica A

### niskiego napięcia na oddziałach

Dźwigi i silniki o pracy dorywczej						Transformatory spawalnicze i przyrządy grzejne						Odbiorniki siły i ciepła ogółem				Oświetlenie		Roczny czas pracy urządzenia w godz	
Ilość sztuk	Moc zainstalowana w kW	Współczynnik zapotrzebowania $k_x$	$\cos \varphi$	Obciążenie		Ilość sztuk	Moc zainstalowana w kW	Współczynnik zapotrzebowania $k_x$	$\cos \varphi$	Obciążenie		Ilość sztuk	Moc zainstalowana w kW	Obciążenie		Moc zainstalowana w kW	Obciążenie w kW		Roczne zużycie energii w kWh
				czynne w kW	bierna w kVA <sub>r</sub>					czynne w kW	bierna w kVA <sub>r</sub>			czynne w kW	bierna w kVA <sub>r</sub>				
30	580	0,15	0,45	87	171	3	77	0,37	0,35	10	27	72	965	277	356	85	68	1 040 000	4630
54	610	0,15	0,45	91	178	18	570	0,37	0,35	74	196	207	2260	640	905	150	120	2 310 000	4630
..	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
96	1750	0,15	0,45	182	840	48	900	0,37	0,35	117	315	470	6860	1200	960	415	315	6 610 000	4690



Tablica B

Ustalenie obciążenia stacji, wybór liczby i mocy transformatorów

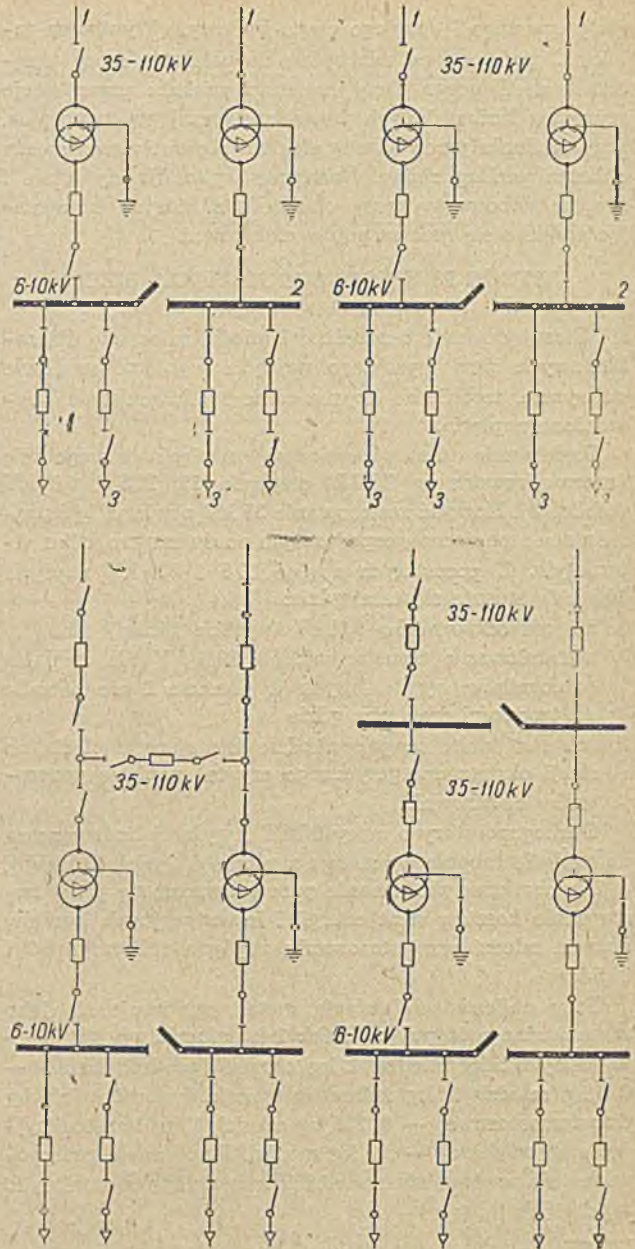
Stacja i wydział produkcyjny	Obciążenie		cos φ	moc przezorna w kVA	Ilość i moc transformatorów w kVA
	czynne w kW	biernie w kVAr			
Stacja nr 1 Kuznia Obróbka cieplna Modelarnia	144 899 141	120 638 86			
Razem	1184	844			
Straty w transformatorach	36	187			
Obciążenie na szynach WN	1220	1031	0,76	1600	(1 × 1000) + (1 × 750)
Stacja nr 12 Odlownia Gazogeneratorownia	630 352	560 234			
Razem	982	794			
Straty w transformatorach	32	168			
Obciążenie na szynach WN	1014	962	0,72	14,30	2 × 750

U w a g i: 1. Ostatnie 3 rubryki należy wypełniać tylko dla obciążenia na szynach wysokiego napięcia.  
2. Straty w transformatorach przyjmuje się według ablicy 3

Układ podany na rys. 1 stosowany jest przy krótkich liniach sieciowych, gdy zabezpieczenie transformatora i linii może znajdować się na stacji zasilającej.

Układ podany na rys. 2 pozwala na zastosowanie szybko działającego różnicowego albo gazowego zabezpieczenia transformatorów.

Bardziej skomplikowane i kosztowne są układy podane na rys. 3 i 4, które stosuje się przy długich liniach sieciowych. Są one jednak bardziej elastyczne i wygodne w eksploatacji.



Rys. 1—4. Schematy krańcowych stacji transformatorowych sieciowych, zasilanych dwiema liniami.

Tablica 4  
Napięcia znormalizowane (wg OST 5155 i OST 4760<sup>1</sup>)

Znormalizowane napięcie eksploatacyjne			Znormalizowane napięcia na zaciskach				
prądu stałego	prądu trójfazowego o częstotliwości 50 Hz		prądu stałego	generatorów		transformatorów prądu trójfazowego o częstotliwości 50 Hz (napięcie międzyprzewodowe)	
	międzyprzewodowe	fazowe		prądu trójfazowego 50 Hz (napięcie międzyprzewodowe)	na uzwojeniu pierwotnym	na uzwojeniu wtórnym	
12	—	—	12	—	—	—	—
24	—	—	36	—	—	—	—
110	—	—	—	115	—	—	—
—	127	—	—	—	—	—	133
220	220	127	—	230	230	220	230
—	380	220	—	—	400	380	400
440	—	—	—	460	—	—	—
—	500	—	—	—	525	500	575
—	3000	—	—	—	3150	3000–3150	3150–3300
—	6000	—	—	—	6300	6000–6300	6300–6600
—	10000	—	—	—	10500	10 000–10 500	10 500–11 000

1) W Polsce napięcia znormalizowane podaje norma PNE—23.

Połączenie elektrowni zakładowej z siecią zasilającą systemu energetycznego stosuje się dla:

a. Zapewnienia wzajemnej rezerwy, przy czym zdolność przepustowa stacji sieciowych i linii przesyłowych powinna być taka, aby zabezpieczyć rezer-

wowe zasilania zakładu przy odłączeniu, ze względu na remont własnej elektrowni, czy też na skutek awaryjnego odłączenia jej generatora największej mocy. Należy tu również uwzględnić możliwość przeciążania transformatorów i ograniczenia mocy mniej ważnych odbiorców.

b. Oddawania do sieci systemu energetycznego nadwyżek energii zakładowej, związanych z wahaniami obciążenia zakładu i warunkami pracy zespołów elektrowni zakładowej, dla których graficznie ustala się rozdział energii cieplnej. W szczególności dotyczy to turbozespołów przeciwpięrnych<sup>1</sup>).

c. Pobierania mocy sieci systemu energetycznego dla pokrycia, w przypadku niedostatecznej mocy własnej elektrowni, szczytowych obciążeń pieców łukowych, silników maszyn walcowniczych itp.

<sup>1</sup>) Przy zapotrzebowaniu przez zakład energii cieplnej (pary) moc oddawana przez zespoły, zwłaszcza przeciwpięrny, zależy od tego zapotrzebowania.



Tabela C

**Obliczenia obciążenia na szynach elektrowni  
(6,3 lub 10,5 kV)**

Stacja i urządzenia rozdzielcze	Obciążenie na szynach 6,3 lub 10,5 kV		cos φ
	czynne w kW	bierne w kVAr	
Stacja nr 1 <sup>1)</sup> Transformatory	1220	1031	0,76
Stacja odlewni <sup>1)</sup> Transformatory Piec elektryczny ДСН—1,5 Piec elektryczny ДСН—5	1014	960	0,72
	770	460	0,85
	1820	1100	0,85
Razem odlewni	3604	2520	
Stacja sprężarek Silnik synchroniczny 500 kVA	400	—300	0,8 (pojemnościowy)
Silnik asynchroniczny 250 kW	200	150	0,8
Razem stacja sprężarek	600	—150	
Stacja nr 2 <sup>1)</sup> Transformatory Prostowniki rtęciowe	1053	923	0,73
	500	250	0,90
Razem stacja Nr 2	1553	1173	
Razem cały zakład	16970	13850	—
To samo z uwzględnieniem strat w odcinkach linii WN	17470	14040	
Osada mieszkalna	600	480	
Inne przedsiębiorstwa zasilane przez elektrownię ТЭЦ	1200	1000	
Wszyscy odbiorcy elektrowni ТЭЦ	19720	15520	
To samo z uwzględnieniem współczynnika równoczesności β = 0,85 γ = 0,95	16400	14700	
Własne potrzeby elektrowni ТЭЦ	1150	920	
Obciążenie na szynach elektrowni ТЭЦ	17550	15620	0,74

Moc pozorna 23,600 kVA  
Roczna produkcja energii elektrycznej 84.000.000 kWh

1) Dane dotyczące obciążenia stacji bierze się z tabeli B.

Napowietrzna stacja transformatorowa 35 kV przy 2 lub 3 napowietrznych liniach zasilających i przy średniej mocy 10—15 MVA zajmuje powierzchnię: w części otwartej 3000 ÷ 4000 m<sup>2</sup> a w zamkniętej (6,3 lub 10,5 kV) około 500 m<sup>2</sup>. Jeżeli zakład ma własną elektrownię, celowe jest posiadanie wspólnego urządzenia rozdzielczego o napięciu 6,3 albo 10,5 kV stacji obniżającej napięcie i elektrowni zakładowej. Wyprowadzenie 6,3 lub 10,5 kV jest przeważnie kablowe. Na stacjach wymagane jest urządzenie przejazdów, kanalizacji burzowej i wodociągu przeciwpożarowego. Przy mocy transformatorów 5600 kVA i wyżej konieczne jest również ułożenie torów kolejowych. Napowietrzne podstacje zaopatrzone są w odgromniki.

Linie przesyłowe napowietrzne o napięciu 35 i 110 kV (wobec trudności w uzyskaniu metali do konstrukcji przewodów) można budować na słupach drewnianych.

Dla skrócenia długości sieci zakładowej o napięciu 6,3 lub 10,5 kV zaleca się wykonywanie doprowadzeń liniami zasilającymi w głąb terenu zakładów (szczegóły patrz ПУЗ, § 17—98 [12]).

Jeżeli linie napowietrzne zasilane są bezpośrednio z szyn generatorowych lub zasilają maszyny wirujące,

wówczas należy przewidzieć zabezpieczenie linii i uzwojeń maszyn od przepięć atmosferycznych (ПУЗ, § 84, 132 [12]).

Dla obliczeń wstępnych w tabeli 5 podana jest długość linii przesyłowych dla różnych warunków w zależności od przesyłanej mocy. Przy korzystaniu z przewodów aluminiowych i miedzianych (lecz nie stalowych) tabela 5 może być stosowana również i dla wartości spadków napięcia  $\Delta U = 5\%$ . W tych przypadkach iloczyn mocy przesyłanej (kVA) i długości ( $l$ ) zmienia się proporcjonalnie do zmian  $\Delta U$ .

**ELEKTROWNIE ZAKŁADOWE**

Ilość i moc zespołów. Ilość i moc zespołów elektrowni ustala się na podstawie wykresów obciążeń. Powinna być przy tym zabezpieczona praca zespołów przy jak najbardziej wysokich wskaźnikach ekonomicznych:

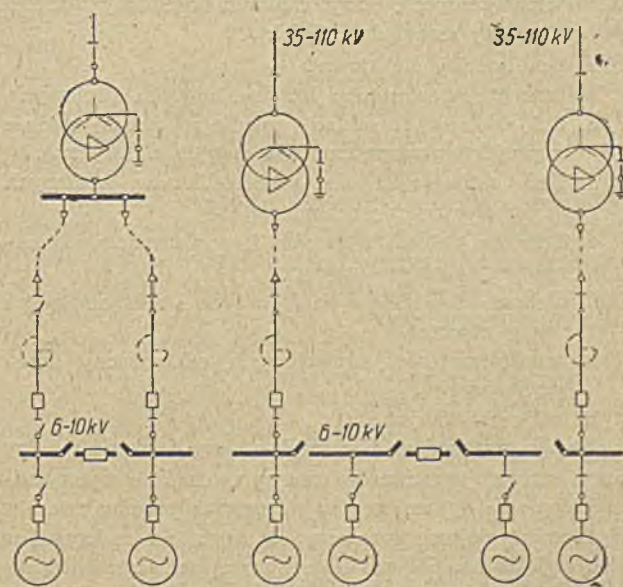
$$N_{ef} = \frac{N_n \cos \varphi}{\eta_m \eta_g} \text{ kW albo } N_{ef} = 1,36 \frac{N_n \cos \varphi}{\eta_m \eta_g} \text{ KM}$$

gdzie:

- $N_{ef}$  — moc efektywna na wale silnika napędowego,
- $N_n$  — moc znamionowa na zaciskach generatora w kVA,
- $\cos \varphi$  — znamionowy współczynnik mocy generatora,
- $\eta_m$  — współczynnik sprawności mechanicznej,
- $\eta_g$  — współczynnik sprawności generatora (z uwzględnieniem mocy zużywanej przez wzbudnicę).

Jeżeli rzeczywisty  $\cos \varphi$  jest mniejszy niż znamionowy  $\cos \varphi$ , to generator nie może oddawać swojej mocy znamionowej, gdyż jest ona ograniczona nagrzewaniem się uzwojenia wzbudzenia lub mocą wzbudnicy.

Schemat urządzeń rozdzielczych. System szyn zbiorczych elektrowni średniej i małej mocy przyjmuje się pojedynczy, sekcjonowany wyłącznikiem olejowym<sup>1)</sup> (rys. 5), a przy więcej niż dwóch generatorach — także i odłącznikami (rys. 6).



Rys. 5 i 6. Schematy rozdzielni elektrowni z pojedynczym systemem szyn dzielonym na sekcje.

1) W tekście rosyjskim określenie „wyłącznik olejowy“ używa się wszędzie, gdzie chodzi o wyłączniki W. N.



Tablica 5

Graniczne długości linii przesyłowych napowietrznych przy spadku napięcia  $\Delta U = 5\%$  i przy  $\cos \varphi = 0,85$  dla przewodów stalowych, aluminiowych i miedzianych, w zależności od mocy przesyłanej

Rodzaj przewodu		Graniczna długość napowietrznej linii przesyłowej (w km) o mocy przesyłanej w kVA					
		200	600	1000	2000	3000	4000
		Napięcie robocze 6000 V					
Stalowy o przekroju	50 mm <sup>2</sup>	3,0	0,7	0,5	—	—	—
	95 mm <sup>2</sup>	5,5	1,7	1,0	—	—	—
Stalowy o średnicy 5 mm		0,6	—	—	—	—	—
Aluminiowy o przekroju	25 mm <sup>2</sup>	7,0	2,4	1,4	—	—	—
	50 „	12,0	3,9	2,3	1,2	—	—
	120 „	23,0	8,0	4,5	2,3	1,5	—
Miedziany o przekroju	16 mm <sup>2</sup>	8,0	2,5	1,5	—	—	—
	35 „	14,0	4,6	2,8	1,4	—	—
	50 „	18,0	7,0	3,6	1,8	1,2	—
	95 „	26,0	8,8	5,3	2,6	1,8	1,3
		3000	5000	10 000	15 000		
		Napięcie robocze 35 000 V					
Stalowy o przekroju	35 mm <sup>2</sup>	3,7	2,3	—	—	—	—
	50 „	5,2	3,1	—	—	—	—
	95 „	11,5	6,6	—	—	—	—
Stalowo-aluminiowy o przekroju	35 „	21,0	13,0	6,3	—	—	—
	70 „	35,0	21,0	10,3	6,9	—	—
	120 „	48,0	29,0	14,0	9,5	—	—
Miedziany o przekroju	25 „	24,0	14,0	7,1	—	—	—
	50 „	37,0	23,0	11,2	7,5	—	—
	95 „	53,0	32,0	15,9	10,6	—	—

Przy mocy zespołów dochodzących od 6 MW układ rozdzielni projektuje się w ten sposób, aby można było uniknąć instalowania dławików na liniach zasilających, przy czym w razie konieczności dławiki instaluje się na liniach zasilających sieciowych i na szynach (jako sekcyjne).

W elektrowniach dużej mocy dla obniżenia kosztów aparatury stacji zakładowych i punktów przetwórczych stosuje się dławiki w liniach zasilających. Przy zwarciach opór dławików w liniach zasilających powinien zapewnić na szynach elektrowni napięcie wynoszące 70 ÷ 80% napięcia znamionowego (w ten sposób otrzymuje się stateczność równoległej pracy generatorów i ciągłość pracy silników elektrycznych). Przy ustalaniu ilości cel rozdzielni głównej należy uwzględnić ilości:

- generatorów elektrowni,
- transformatorów albo linii zasilających sieciowych,
- linii zasilających zakład i osiedle robotnicze zgodnie z projektem zaopatrzenia w energię elektryczną,
- linii zasilających dla przedsiębiorstw zasilanych przez elektrownię zakładową,
- linii dla potrzeb własnych (transformatorów i silników wysokiego napięcia),
- wyłączników olejowych łączących i sekcjonujących szyny zbiorcze,
- transformatorów napięciowych, cel ochrony napięciowej itp.,
- cel rezerwowych.

**Wybór przyrządów.** Przyrządy należy dobierać według znamionowych parametrów oraz sprawdzać na wytrzymałość cieplną i dynamiczną w warunkach prądów zwarcia. Wyłączniki olejowe sprawdza się także na maksymalną moc wyłączalną. Główne linie i szynowanie sprawdza się również według znamionowych parametrów, a także na wytrzymałość cieplną i dynamiczną przy zwarciach.

W tablicy 6 podane są znamionowe najczęściej używanych w Związku Radzieckim wyłączników olejowych 6 kV i 10 kV [1].

**Konstrukcja głównej rozdzielni elektrowni.** Przy mocach generatorów dochodzących do 6 MW rozdzielnie o napięciu generatorowym są wykonywane jako jednopoziomowe i dwurzędowe, przylegające do hali maszyn.

Tablica 6

Dane techniczne wyłączników produkcji zakładów „Elektroaparat” i „Uralelektromaszyna”;

Typ wyłącznika	Napięcie znamionowe w kV	Prąd znamionowy w A	Największa moc wyłączalna przy napięciach 6kV 10kV w MVA	Ciepła wyłączników bez oleju w kG	Ciepła oleju w kG
BM — 6	6	200	15	48	15
BM — 16	6	600	100	195	50
BM — 16	10	200	—	75	—
BM — 22Φ	6	1500	150	—	180
BM — 22H	10	400;600;1000	150	125	410;415;435
MД — 15	10	600;1000	150	150	440;450
BM — 23Φ	10	600;1000;1500	300	250	645;655;670
BM — 23H					
BMГ — 122	6	400;600;1000	160	—	156;180
(BMГ — 22)					
BMГ — 132	10	400;600;1000	—	200	170
(BMГ — 32)					
MΦ — 11	10	600;1000;2000	300	400	—

**Potrzeby własne elektrowni.** Wybór napięcia silników elektrycznych. Przy napięciu generatorów 6,3 kV silniki o mocy przekraczającej 200 ÷ 250 kW stosowane są na napięciu generatorowe, przy napięciu zaś generatorowym 10 kV silniki o mocy przekraczającej 80 ÷ 100 kW stosuje się na napięciu 3 kV. Silniki mniejszej mocy stosuje się w obu przypadkach na napięciu 380/220 V, jeżeli napięcie to zostało ustalone dla silników omawianego zakładu.

Układy połączeń linii zasilających dla potrzeb własnych. Przy napięciu generatorowym 6,3 kV oraz rozdzielni na napięciu generatorowe







Tabela 8

Najkorzystniejsza moc  $P_m$  — stacji ze względu na zużycie metali niezależnych w zależności od gęstości obciążenia przy napięciu 380/220 V

Gęstość obciążenia w kVA/m <sup>2</sup>	Moc transformatora, ustawionego na jedno-transformatorowej stacji w kVA	Gęstość obciążenia w kVA/m <sup>2</sup>	Moc transformatorów ustawionych na dwutransformatorowej stacji w kVA
0,004	180	0,004	2 × 100
0,010	240	0,022	2 × 180
0,023	320	0,053	2 × 240
0,061	420	0,125	2 × 320
0,122	560	0,282	2 × 420
0,291	750	0,670	2 × 560
0,695	1000	1,610	2 × 750

gdzie

$$P = k_z \sum P_z \text{ (patrz tabela 1),}$$

$S$  — odpowiednia powierzchnia w m<sup>2</sup>

$\cos \varphi$  — wartość obliczona na szynach stacji.

Tabela 9

Najkorzystniejsza moc  $P_{oe}$  stacji pod względem rocznych kosztów w zależności od gęstości obciążenia i kosztów 1 kilowatoroku strat (przy ograniczeniu w wyborze przekroju kabla ze względu na nagrzewanie) przy napięciu 380/220 V

Koszt 1 kilowatoroku strat w rublach				Moc stacji w kVA
400	600	800	1000	
Gęstość obciążenia w kVA/m <sup>2</sup>				
	0,006	0,009	0,003	180
	0,012	0,022	0,032	240
0,018	0,030	0,051	0,075	320
0,036	0,068	0,118	0,170	420
0,083	0,162	0,276	0,400	560
0,205	0,390	0,670	0,970	750

Na podstawie tych obliczeń określa się moc stacji oraz rozmieszcza się je na planach oddziałów produkcyjnych i na planie ogólnym zakładu z uwzględnieniem miejscowych warunków (istnienie wolnego miejsca, warunki budowlane itd.), przesuując nieco stacje w kierunku źródła zasilania.

Poprzednio wymienione obliczenia odnoszą się do stacji zasilających obciążenia rozłożone.

Odbiory stanowiące obciążenia skupione o mocach przekraczających 150 ÷ 200 kVA przy  $\sigma > 0,5 \div 1$  kVA/m<sup>2</sup> (pompowanie, stacje sprężarek) w większości przypadków celowo jest zasilac z osobnych stacji położonych w pobliżu tych obciążeń.

Dla ograniczenia robót budowlanych zaleca się stosowanie napowietrznych stacji transformatorowych przy zewnętrznych ścianach hal produkcyjnych (umieszczając tablicę rozdzielczą niskiego napięcia wewnątrz budynku) lub też budowanie wewnętrznych stacji transformatorowych [12].

#### Wybór mocy i liczby transformatorów oraz napięcia wtórnego [5]

Przy wyborze mocy i liczby transformatorów należy kierować się następującymi wytycznymi:

1. Moc transformatorów stacji oddziałowych nie powinna przekraczać 1000 kVA.
2. Dla uzyskania częściowej wzajemnej rezerwy oraz możliwości odłączenia części stacji przy małych ob-

ciążeniach należy przewidzieć rezerwowe połączenia pomiędzy stacjami po stronie niskiego napięcia, mogące przesłać 10—25% mocy.

3. Nie należy ustawiać transformatorów rezerwowych na stacjach zasilających odbiory, dla których dopuszczalne są przerwy w zasilaniu, albo zmniejszenie obciążenia na czas wystarczający do wymiany transformatorów; do tego celu należy mieć na składzie transformator rezerwy. W stacjach o dużej mocy albo na stacjach zasilających specjalnie ważne urządzenia wymagające ciągłości zasilania (gazogeneratorownie, pompownie i tlenownie, dźwigi elektryczne w działach odlewniczych, napędy potrzeb własnych kotłowni i elektrowni, wielkie stacje sprężarek itp.) ustawia się nie mniej niż dwa transformatory, z których każdy powinien mieć zdolność pokrycia całego niezbędnego obciążenia.

Jeżeli moc odbiorników niezbędnych dla ciągłości ruchu jest niewielka, rezerwa może być zapewniona przez połączenia danej stacji z sąsiednią za pomocą linii niskiego napięcia.

Jako napięcie wtórne stosowane są napięcia 500, 380 i 220 V (patrz tabela 4).

Napięcie 500 V pozwala zmniejszyć zużycie metali w sieci wtórnej, lecz wymaga ono instalowania osobnych transformatorów do oświetlenia, co w wielu przypadkach (szczególnie przy rozłożeniu stacji po terenie zakładu) bardzo zmniejsza korzyści uzyskane przez zastosowanie tego napięcia dzięki oszczędnemu zużyciu metali.

Przy napięciu 380 V uzyskuje się znaczną oszczędność miedzi i obniżenie strat wobec tego, że dla zasilania sieci siłowych i oświetleniowych można wykorzystać te same transformatory. Przy zasilaniu odbiorników siłowych i oświetleniowych z tych samych transformatorów należy koniecznie uziemić przewód zerowy.

Powody niezastosowania napięcia 500 V powinny być uzasadnione przez porównanie techniczno-gospodarcze alternatyw 500 i 380 V.

Napięcie 220/127 V jest dopuszczalne jedynie dla istniejących lub odbudowanych przedsiębiorstw (za zezwoleniem organizacji dostarczającej energii, jeżeli są przeszkody do przejścia na napięcie 380/220 V) i przy dostatecznie ważnych innych powodach (duża ilość znajdującego się na zakładzie sprzętu elektrycznego na 220 V itd.).

#### Układy zasilania

Układ zasilania wybierać należy z uwzględnieniem:

- a. ilości źródeł zasilania,
- b. rozmieszczenia źródeł zasilania i stacji na planie ogólnym,
- c. wymagań dotyczących zabezpieczenia ciągłości dostawy energii elektrycznej. Przy tym rozróżnia się następujące kategorie odbiorców:

I kategoria — ważne odbiory, dla których przerwa w zasilaniu związana jest z uszkodzeniem produkcji lub urządzeń, długą przerwą w pracy przed podjęciem na nowo procesu technologicznego, albo z niebezpieczeństwem dla ludzi,

II kategoria — ważne odbiory, dla których przerwa w zasilaniu związana jest jedynie z ilościowym zmniejszeniem produkcji.

III kategoria — odbiory mogące doznać przerwy w zasilaniu (odbiory wydziałów pomocniczych, niektóre



zespoły pomocnicze, niektóre rodzaje odbiorów komunalnych i obciążenia pomieszczeń socjalnych).

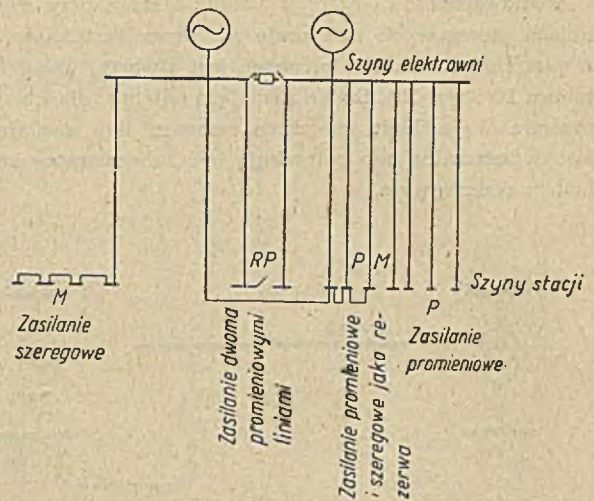
Zwykle stosowane są trzy zasadnicze typy układów sieci 6,3 kV lub 10,5 kV: wyłącznie promieniowy — *P*, wyłącznie szeregowy — *M* i mieszany — z pracującym zasilaniem promieniowym i rezerwowym szeregowym — *PM* (tablica 10 i rys. 9) [5].

Odmianą typu promieniowego jest układ zasilania liniami promieniowymi stacji jednofazowych bezszynowych, przy czym na stacji instaluje się jedynie transformator i odłącznik, a wszystkie przyrządy wysokiego napięcia umieszcza się w głównej rozdzielni własnej elektrowni lub w głównej stacji obniżającej napięcie systemu energetycznego.

Zaletą układu *P* jest prostota zabezpieczeń i mała ilość przyrządów.

Układy mieszane *PM* stosowane są najczęściej i posiadają wielkie zalety: linie zasilające promieniowe są obliczane odpowiednio do obciążeń danej stacji, a rezerwa szeregowa obliczana jest dla obciążenia tylko jednej, maksymalnej co do mocy stacji; przy prostym zabezpieczeniu sieć jest lekka.

**Układy rozdziału energii elektrycznej (napięcie pierwotne)**



Rys. 9. Typowe układy rozdziału energii elektrycznej (napięcie pierwotne).

Wielkie stacje, rozdzielnie i odbiorniki należy zasilać bezpośrednio z elektrowni albo z szyn zbiorczych stacji obniżającej napięcie; małe stacje, rozdzielnie i odbiorniki mogą być zasilane z punktów rozdzielczych.

Tablica 10

Oznaczenie	Rysunek	Nazwa układu	Uwagi
P		promieniowy	
M		szeregowy	
K		szeregowo- przebiegowy	
P		promieniowo- równoległy	
PM		zasilania promieniowego i szeregowego rezerwowania	Ilość promieni zwykle nie wyżej 5 ÷ 6
P		promieniowo- dwustronny	Stosuje się przy dwóch niezależnych źródłach energii
M		szeregowo- przebiegowy (z dwustronnym zasilaniem)	jak wyżej

Oznaczenia

— Szyny zbiorcze elektrowni, stacji rejonowych albo przelotowych stacji rozdzielczych

— Szyny zbiorcze stacji transformatorowych na oddziałach produkcyjnych.

Jako główne zasilanie wielkich lub ważnych stacji i rozdzielni o odbiorcach I kategorii najlepiej stosować jednostopniowy układ promieniowy *P*. Jeżeli w tym przypadku koszt dużej ilości linii jest zbyt duży, to można przejść na zasilanie promieniowe dwustopniowe (wykorzystanie pośredniego punktu rozdzielczego), albo zastosować układ szeregowy *M*.

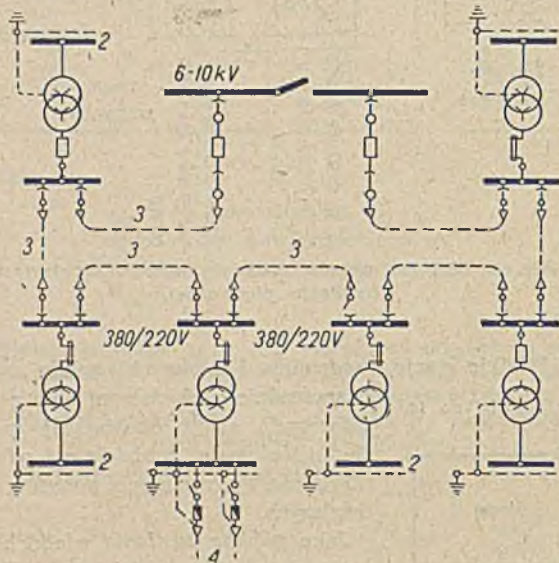
Jako główne zasilania stacji o odbiorach kategorii II i III korzystniejszej jest stosować układy szeregowy *M* albo układy *P*, z promieniowym zasilaniem stacji bez zbiorczych.

Stacje o niewielkiej mocy umieszczone w pobliżu stacji albo punktów rozdzielczych dla odbiorników wysokonapięciowych celowo jest zasilać z szyn tych stacji lub punktów rozdzielczych według układu *P*. W wielu przypadkach, jak na przykład przy układzie *PM* (tablica 10), celowe jest zasilanie rezerwowe stacji według układu szeregowy *M*. Podstacje i punkty zasilające odbiory o szczególnych wymaganiach odnośnie pewności ruchu zabezpiecza się zasilaniem rezerwowym za pomocą linii promieniowych obliczonych na 100% obciążenia I kategorii. Linie zasilające główną i rezerwową — przyłącza się do różnych sekcji szyn zarówno w rozdzielni zasilającej, jak i zasilanej (rys. 9 układ *RP*).

Linie główną i rezerwową należy w miarę możliwości zasilać z niezależnych źródeł.



Pełnowartościową rezerwę zasilania stacji przy dwóch liniach szeregowych otrzymuje się przez zamykanie ich w pierścieni (normalnie pierścień jest otwarty; układ *DM* tablica 10 i rys. 10). Stacje zasilające odbiory, dla których przerwa w zasilaniu na okres remontu linii zasilającej jest dopuszczalna, nie potrzebują być zabezpieczone zasilaniem rezerwowym.



Rys. 10. Schemat zasilania stacji transformatorowych dwiema liniami głównymi stanowiącymi wzajemną rezerwę.

Schematy pierścieniowe dopuszczalne są w przypadkach korzyści ekonomiczno-technicznej wynikającej z ich zastosowania, a także w następujących przypadkach:

- przy obciążeniach I kategorii, kiedy stosuje się dwie linie zasilane możliwie z dwóch źródeł (tablica 10 układ *DP*); w tym przypadku obliczeniowy przekrój linii zasilających powinien wystarczyć do pracy przy najwyższym obciążeniu z uwzględnieniem najcięższych warunków, a każda linia powinna zapewnić pokrycie całkowitego obciążenia I kategorii w przypadku zakłócenia ruchowego;
- przy obciążeniach II i III kategorii w przypadku technicznej niemożności zasilania jedną linią albo gdy zasilanie dwiema liniami daje większe korzyści (np. w przypadku możliwości zastosowania przewodów stalowych).

Dla zmniejszenia wahań napięcia na szynach stacji piece łukowe do wytapiania stali i silniki głównych napędów walcowni zasilane są liniami promieniowymi bezpośrednio z szyn elektrowni lub stacji obniżającej napięcie systemu energetycznego. Pożądane jest, ażeby układ przewidywał możliwość przełączenia tych odbiorników na sekcje szyn elektrowni zasilane bezpośrednio z sieci systemu, co jest szczególnie ważne przy niedostatecznej mocy elektrowni zakładowej.

Na rys. 11 przedstawiony jest schemat sieci, na rys. 12 zaś sieci wysokiego napięcia dużego zakładu budowy maszyn [5].

## POPRAWA WSPÓŁCZYNNIKA MOCY

Specjalne urządzenia w celu poprawienia współczynnika mocy ( $\cos \varphi$ ) może instalować jedynie za zezwoleniem organizacji energetycznej.

*Sposoby naturalnego poprawienia  $\cos \varphi$ :*

- właściwy dobór mocy transformatorów i silników odpowiednio do obciążeń;
- zastosowanie silników synchronicznych do napędu wielkich sprężarek, generatorów obrotowych itp.,
- zastosowanie prądu stałego do dźwigów, do spawania itp.

*Sposoby sztucznego poprawienia  $\cos \varphi$ :*

- ustawienie kondensatorów statycznych,
- ustawienie kondensatorów synchronicznych.

Obliczenie mocy biernej  $P_b$  w kVAr koniecznej do kompensacji wykonuje się według wzoru:

$$P_b = P'_c (\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_0)$$

gdzie:

$P'_c$  — moc czynna w kW,

$\varphi_1$  — istniejąca wartość kąta przesunięcia fazowego,

$\varphi_0$  — sztucznie zmniejszona wartość kąta przesunięcia fazowego.

W tym celu dogodnie jest posługiwać się krzywymi padanymi na rysunku 13.

Dla kompensacji małych i średnich wartości mocy biernej do 1000 kVAr, a nawet do 2000 kVAr na ogół wygodnie jest instalować kondensatory statyczne, przy których koszty jednostkowe i współczynniki sprawności są niezależne od mocy urządzeń.

Przy wielkich mocach można stosować kompensatory synchroniczne posiadające tę zaletę, że wraz z powiększeniem mocy, koszty jednostkowe na 1 kVAr mocy ustalonej zmniejszają się, współczynnik zaś sprawności urządzenia powiększa się.

Średnie straty energii przy wielkich kompensatorach synchronicznych stanowią około 2,5 ÷ 3%. Przy kondensatorach statycznych straty te nie przewyższają 0,5%.

Koszt kompensacji na napięciu 6,3 albo 10,5 kV jest znacznie niższy niż na napięciu 380 lub 500 V, dlatego kompensację na niższym napięciu stosuje się jedynie w wyjątkowych przypadkach. Koszt kondensatorów statycznych na napięciu 6,3 kV w ZSRR wynosi 55 rubli za 1 kVAr, a na napięciu 220 ÷ 350 V rubli za 1 kVAr [1].

Zaletami kondensatorów statycznych są ponadto: brak potrzeby personelu obsługującego, bardziej swobodny sposób wyboru miejsca przyłączenia ich do sieci i możliwość łatwej rozbudowy urządzenia.

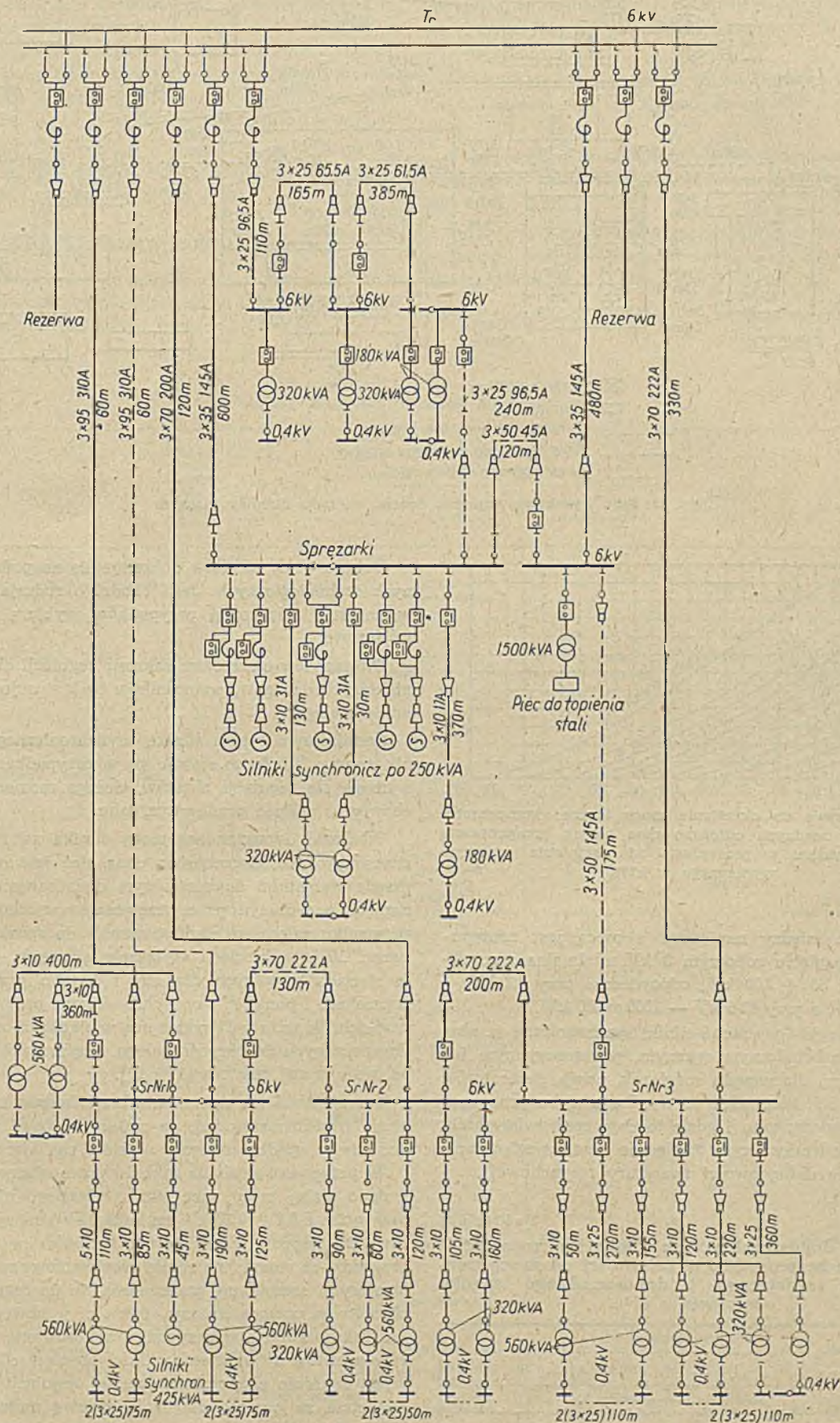
Wadami kondensatorów stacyjnych są: znaczny prąd załączenia (przy mocach ponad 1000 kVAr załączanie wykonuje się przez opór rozruchowy, normalnie bocznikowy) i pozostawiane napięcie na kondensatorach po odłączeniu ich od sieci.

Wielkość oporu rozładowującego powinna być tak dobrana, ażeby w ciągu 1 minuty od chwili odłączenia urządzenia od sieci napięcie resztkowe nie przewyższało 50 — 65 V.

## WYBÓR SILNIKÓW

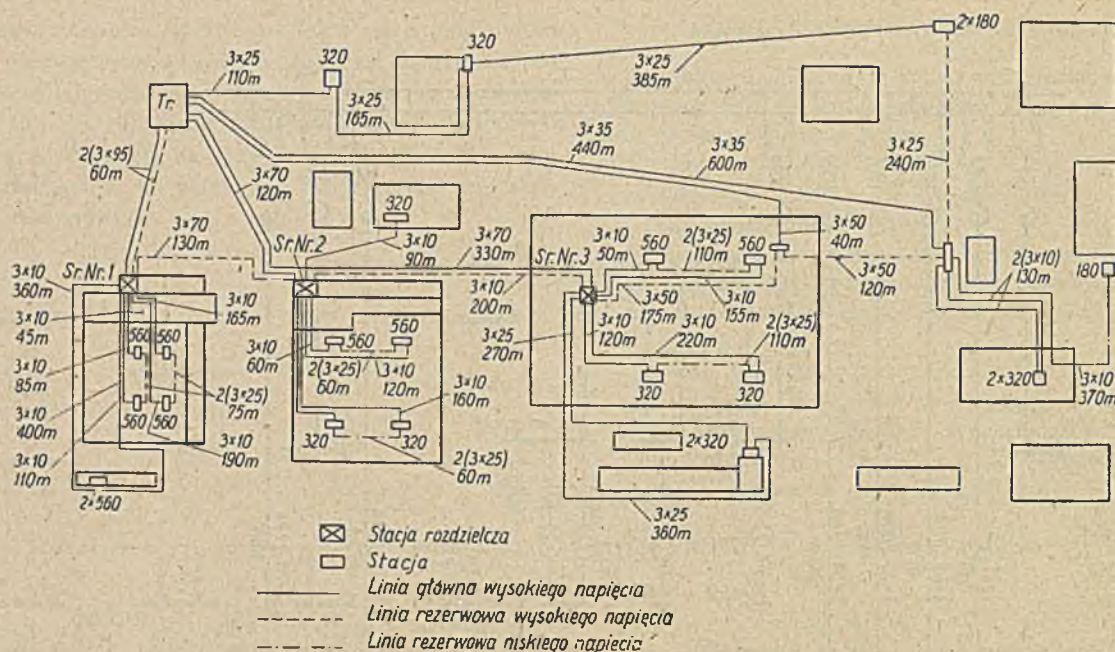
Wielkie silniki należy projektować na najwyższe z posiadanych w zakładzie i dopuszczalnych dla tych silników napięć.



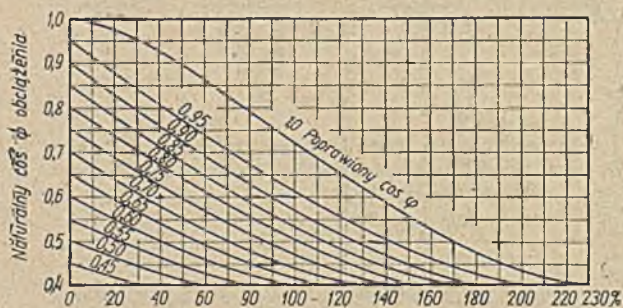


Rys. 11. Schemat sieci wysokiego napięcia dużego zakładu budowy maszyn.





Rys. 12. Sieć wysokiego napięcia dużego zakładu budowy maszyn.



Rys. 13. Krzywe do określania mocy biernej kompensatorów (na osi rzędnych odłożono moc bierną kompensatora w kVA wyrażoną w procentach od obciążenia czynnego wyrażonego w kW).

Zależność między napięciem a mocą jest następująca: przy napięciu roboczym 3 kV minimalna moc silnika wynosi  $80 \div 100$  kW, odpowiednio przy 6,3 kV —  $200 \div 250$  kW, a przy 10,5 kV —  $1500 \div 200$  kW.

Korzystnie jest wybierać silniki synchroniczne (z rozruchem asynchronicznym ręcznym, półsamoczynnym lub samoczynnym) dla napędu sprężarek, pomp, generatorów obrotowych itp. tam, gdzie to wynika z trybu pracy napędzanego mechanizmu i gdzie to daje rzeczywisty efekt ekonomiczny (przy czym konieczne jest uwzględnianie także stopnia deficytowości aparatury rozruchowej).

Tabela 11

Największa dopuszczalna moc silnika zwartego 380 V załączanego bezpośrednio w zależności od mocy transformatora zasilającego i dopuszczalnego spadku napięcia  $\Delta U\%$ .

$\Delta U\%$	Moc transformatora w kVA							
	100	135	180	240	320	420	560	750/1000
	Największa moc silnika w kW							
2	4,2	5,6	7,5	10	13,3	17,6	23	31
4	8,4	11,2	15	20	27	35	47	62
10	21	28	37	50	56	88	116	155

Doboru mocy silników dokonuje się na podstawie danych technologicznych. Jeśli chodzi o rodzaje prądu, to w znacznej większości przypadków wybiera się silniki trójfazowe.

Do napędów o szerokim zakresie regulacji obrotów (do niektórych dźwigów, podnośników itp.) stosuje się silniki prądu stałego.

Zasadniczym typem silnika asynchronicznego jest silnik zwarty. Silniki te stosuje się w przypadkach, gdy nie wymaga się regulacji obrotów, dużego momentu rozruchowego i małych prądów rozruchu.

Wielkość dopuszczalnej mocy silnika zwartego przeznaczanego do załączenia na daną sieć jest ograniczona przede wszystkim dopuszczalnym dodatkowym spadkiem napięcia wywołanym przez przetężenie rozruchowe. W tym przypadku zaleca się niedopuszczanie do spadku napięcia ponad 10% w sieciach wyłącznie siłowych, ponad 2% w sieciach wspólnych dla siły i światła przy częstych rozruchach i ponad 4% w tychże sieciach przy rozruchach rzadkich. W tabelicy 11 podane są wielkości mocy silników dopuszczalnych do bezpośredniego załączenia w zależności od mocy transformatora [17 i 19].

Jeżeli silniki nie są zasilane bezpośrednio z szyn podstacji transformatorowej, to należy również uwzględnić dodatkowe spadki napięcia w sieci zasilającej.

W przypadku zasilania zakładu przez własną elektrownię o małej mocy, moc silnika zwartego nie powinna przewyższać  $0,1 \div 0,12$  kW na każdy kVA mocy generatorów. Do napędu wentylatorów i ciągów w niektórych przypadkach stosuje się silniki pierścieniowe ze stałe przylegającymi szczotkami, przeznaczonymi do regulacji ilości obrotów za pomocą zmiany oporności w obwodzie wirnika. Taka regulacja w przypadku zastosowania wentylatorów pozwala na obniżenie ilości obrotów o 30 — 40% i jest znacznie ekonomiczniejsza od regulacji przepływu powietrza za pomocą dławienia zasuwa umieszczoną na przewodzie tłoczącym, ale mniej ekonomiczna niż regulowanie pracy wentylatorów i ciągów za pomocą łopatek kierunkowych.







Tablica 13

Typ przyrządu	Rodzaj przyrządu	Największy prąd i moc silników pierścieniowych 380 V		Największa moc silników zwarthy 380 V
		w A	w kW	w kW
ПК 3 $\frac{25}{500}$	Wyłącznik trójbiegunowy pakietowy	25	—	2,85
ПК 3 $\frac{60}{500}$	" "	60	—	7,5
БМ — 02	rozrusznik olejowy	—	—	14,5
ПШП — 25	rozrusznik olejowy z omińnięciem bezpieczników	—	—	7,5
ПБМ — 12	przełącznik olejowy bez bezpieczników	—	—	14,5
БТП — 10	wyłącznik trójbiegunowy „tacki” z bezpiecznikami	10	—	0,8
ПМ — 0	Wyłącznik ci-magnetyczny	—	5	5
ПМ — 1	" "	—	25	15
ПМ — 2	" "	—	33	29
ПМ — 3	" "	—	65	65
ПМ — 4	" "	—	130	130
ПМ — 5	" "	—	280	280

niami nieruchomego wirnika (w woltach),  $I$  — natężenie prądu wirnika przy pełnym jego obciążeniu w amperach).

Wybór rozrusznika według mocy silnika wykonuje się na podstawie tablicy 14 [17 i 19]:

Wybór rozrusznika w zależności od mocy silników

Rozrusznik	Typ	PM-2	PM-431	PM-441	PM-451	PM-461	PM-471	PM-481
		Wielkość						
Moc silnika w kW przy rozruchu	1/2 obciążenia	20	40	75	150	300	520	720
	1/4 obciążenia	10	20	40	75	150	260	520

Przy wyborze rozrusznika według stosunku  $\frac{U}{I}$  należy posiłkować się tablicą 15.

Jeżeli rozruch jest dokonywany przy pełnym obciążeniu,  $\frac{U}{I}$  rozrusznika według tablicy 15 musi odpowiadać

$\frac{U}{I}$  silnika, przy rozruchu zaś z połową obciążenia  $\frac{U}{I}$  rozrusznika powinno być dobrane dwukrotnie większe niż  $\frac{U}{I}$  silnika.

Moment rozwijany przez silnik przy rozruchu z połową obciążenia równa się 0,75 momentu znamionowego, przy rozruchu z pełnym obciążeniem — 1,5 momentu znamionowego.

Wielkości  $\frac{U}{I}$  Tablica 15

Wielkości znormalizowane	0,56	1,0	1,8	5,6	10	18
Granice odchylenia	0,42 ÷ 0,75	0,75 ÷ 1,3	1,3 ÷ 2,4	4,2 ÷ 7,6	7,6 ÷ 13	13 ÷ 24

Jeżeli potrzebny moment rozruchu jest większy niż 1,5-krotny moment znamionowy, to moc rozrusznika obiera się w stosunku wprost proporcjonalnym, a  $\frac{U}{I}$  w stosunku odwrotnie proporcjonalnym do wielkości ilorazu:

$$\frac{\text{potrzebny moment rozruchowy}}{1,5 \times \text{moment znamionowy}}$$

Tablica 16

Podział przyrządów rozruchowych na klasy w zależności od sposobu ich zabezpieczenia od wpływu otoczenia (od budowy)

Klasa	B u d o w a	Wyłączniki suche			Wyłączniki olejowe			Na-stawniki	Opor-niki olejowe	Przyści sterujące
		ręczne		samo-czynne	ręczne		samo-czynne			
		bez bez-piecz-ników	z bez-piecz-nikami		bez bez-piecz-ników	z bez-piecz-nikami				
1	Otwarta	Р, РП ПП, ПКЗ	—	А, КТ	—	—	—	—	—	
2	Okapturzona w osłonie stalowej	ВТ-10	РЯ ВТП-10	АЯ, КТ, ПМ, ПМР, ПРО	—	—	—	КБ	—	КУ-400
3	Okapturzona w osłonie żeliwnej albo stalowej; typ olejowy	МНГ	ЯЯ, Я-60 А-100	АЯ, ПМ ПМР w osłonie żeliwnej	ПБМ-12 dla zmiany kierunku	ПБМ-01 ПБМ-02 ПШП-25 ПЗТ-24 ПШП-60 ПЗТ-60	ВМ-6 ВМ-16	—	РМ i ПР	КУ-400 szczelne
4	Ognioszczelna	—	ПВГ	УКГ ППГ-2	—	—	—	—	—	КУГ-400



**Przykład.** Dane znamionowe silnika i warunki rozruchu wynoszą:

$$P = 29 \text{ kW}, \quad \frac{U}{I} = 1,0, \quad M_{roz} = 2,5 M_z.$$

Należy określić moc, wielkość oraz  $\frac{U}{I}$  rozrusznika.

Moc rozrusznika wynosi  $29 \cdot \frac{2,5}{1,5}$  kW. Z tablicy 14 dobieramy rozrusznik  $V$  odpowiadający tej wielkości.

$$\text{Dla rozrusznika } \frac{U}{I} = 1,0 \cdot \frac{1,5}{2,5} = 0,6 \text{ — według tablicy 15 dobieramy}$$

$$\text{wartość znormalizowaną } \frac{U}{I} = 0,56.$$

Tablice 16 i 17 zawierają dane potrzebne do wykonania wyboru przyrządów rozruchowych w zależności od rodzaju otoczenia (17 i 19).

Tabl. ca 17

### Wybór przyrządów rozruchowych dla silników trójfazowych w zależności od rodzaju otoczenia (patrz tablica 16)

Rodzaj pomieszczenia	Rodzaj ochrony od uszkodzeń zewnętrznych	Typy przyrządów	
		zalecane	dopuszczalne
Suche opalane	pomieszczenia ruchu elektrycznego	P, П, РП i ПП ПКЗ automat A) styczniki KT j do 250 V	wszystkie typy klasy 2 i 3
	inne pomieszczenia	chronione osłoną od dotyku	—
Nie opalane	—	jak wyżej	tak samo jak dla pomieszczeń suchych opalanych
Wilgotne	—	jak wyżej	wszystkie typy klasy 3
Bardzo wilgotne	—	zamknięte w uszczelnionych skrzynkach albo olejowe	rozrusznik ПБМ — 12V oporniki РМ, ПР, przyciski КУ szczelne
Gorące	przy temperaturze do 35°C	chronione osłoną albo w skrzynkach	wszystkie typy klasy 2 i 3, a także klasy 1 pod warunkiem koniecznej ochrony osłoną od dotyku
	przy temperaturze wyższej niż 35°C	jak wyżej	jak wyżej z warunkiem, że moc aparatu odpowiada warunkom nagrzewania
Z atmosferą pyłu	z wentylacją	zamknięte w uszczelnionych skrzynkach lub olejowe	wszystkie typy klasy 3
	z dużą zawartością pyłu	jak wyżej	jak wyżej
Niebezpieczne pod względem ogniowym	—	jak wyżej	jak wyżej
O wylęgach żrących	przy dostatecznej wentylacji	jak wyżej	jak wyżej
	przy dużej kondensacji par i gazów	zamknięte w skrzynkach, olejowe	РМ, ПР, ПБМ — 12
Niebezpieczne pod względem wybuchowym	z palnym pyłem zawieszonym w powietrzu	zamknięte olejowe, bez bezpieczników	ПБМ z bezpiecznikiem umieszczonym poza niebezpiecznym pomieszczeniem; wyłączniki elektromagnetyczne poza pomieszczeniem z przyciskami КУГ w pomieszczeniu warsztatowym
	z wybuchową mieszaniną gazów	zamknięte ognioszczelne	wszystkie typy klasy 4 wyłączniki elektromagnetyczne poza granicą pomieszczenia z przyciskami КУГ w pomieszczeniach warsztatowych

Przy ustawianiu przyrządów na zewnątrz należy posilkować się wskazówkami zawartymi w tablicy odnoszącej się do pomieszczeń bardzo wilgotnych.



## ROZRUCH SILNIKÓW SYNCHRONICZNYCH

Dla silników synchronicznych nowoczesnej konstrukcji stosuje się rozruch asynchroniczny.

Bezpośrednie uruchamianie silnika przy pełnym napięciu jest najprostsze i najbardziej celowe ze względu na prostotę i tanią sprzętu. Przy zastosowaniu jednak tego sposobu konieczne jest uwzględnienie mocy urządzeń zasilających, spadku napięcia od przetężenia przy rozruchu i wpływu tego spadku napięcia na pracę innych odbiorników, a także wytrzymałości dynamicznej połączeń czołowych stojana; powinno to być omówione w technicznych warunkach zamówienia.

Według zagranicznych danych doświadczalnych uruchamianie bezpośrednio z sieci przy pełnym napięciu silnika synchronicznego, napędzającego sprężarkę tłokową, przy odpowiednim obciążeniu sieci i przy zadowalająco pracującej samoczynnej regulacji napięcia generatorów, nie powoduje zakłóceń pracy innych odbiorników przy zachowaniu stosunku mocy silnika do mocy generatorów elektryczni jak 1 : 3,5 [2].

Stosunek momentu rozruchowego do znamionowego przy bezpośrednim rozruchu:

$$\frac{M_r}{M_z} = 0,6 \div 2,1$$

Stosunek prądu rozruchu do prądu znamionowego:

$$\frac{I_r}{I_z} = 3,2 \div 6,5$$

Rozruch bezpośredni częściej stosuje się przy silnikach wolnobieżnych, dla których  $\frac{M_r}{M_z} = 1$  i  $\frac{I_r}{I_z} = 3,5 \div 4$ .

Przy silnikach szybkobieżnych o dużych wartościach  $\frac{I_r}{I_z}$  (od 5 do 6) częściej stosuje się rozruch przy napięciu obniżonym za pomocą dławika lub autotransformatora. Przy tym w zależności od sposobu rozruchu zachodzą zależności podane w tablicy 18.

Tablica 18

## Prądy i momenty rozruchowe

Nazwa wielkości (w warunkach rozruchu)	Zależność	
	rozruch przy pomocy dławika	rozruch przy pomocy autotransformatora
Natężenie prądu w uzwojeniu silnika	$I_r' = I_r U_r'$	$I_r' = I_r U_r'$
Natężenie prądu w sieci	$I_r' = I_r U_r'$	$I_r' = I_r U_r'^2$
Moment na wale	$M_r' = M_r U_r'^2$	$M_r' = M_r U_r'^3$

Oznaczenia:

$M_r$  — moment rozruchowy przy znamionowym napięciu,

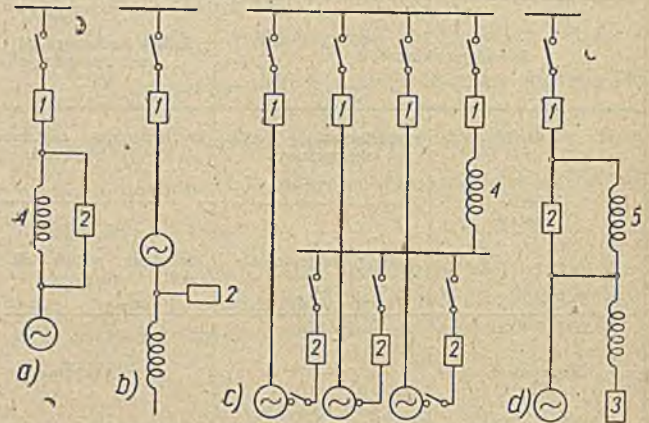
$M_r'$  — moment rozruchowy przy obniżonym napięciu,

$M_z$  — moment znamionowy,

$I_r$  — prąd rozruchu przy napięciu znamionowym,

$I_r'$  — prąd rozruchu przy napięciu obniżonym,  
 $U_r'$  — względne napięcie na zaciskach przy rozruchu równe  $\frac{U_r}{U_z}$ , gdzie  $U_r$  — napięcie obniżone przy rozruchu,  $U_z$  — napięcie znamionowe.

Przy trudnych warunkach rozruchu najczęściej stosuje się rozruch przez autotransformatory — droższy, lecz wydawniej zmniejszający przetężenie w sieci przy rozruchu.



Rys. 14. Schemat rozruchu silników synchronicznych za pomocą dławika i autotransformatora: 1 — główny wyłącznik olejowy (WM-1), 2 — wyłącznik pomocniczy (WM-2), 3 — wyłącznik olejowy w punkcie zerowym autotransformatora, 4 — dławik, 5 — autotransformator.

Na rys. 14 podane są schematy układów najczęściej używanych do rozruchu za pomocą dławika i autotransformatora.

Przy rozruchu w układzie a) wyłącznik BM-2 jest otwarty. Najpierw załącza się wyłącznik BM-1, a gdy silnik rozpędzi się — wyłącznik BM-2.

Przy rozruchu w układzie b) dławik jest włączony w punkt zerowy uzwojenia stojana i wyłącznik BM-2 załączamy, gdy silnik rozpędzi się i zwiera dławik tworząc w ten sposób stały punkt zerowy silnika.

W układzie c) rozruch trzech silników wykonywany jest za pomocą jednego dławika rozruchowego analogicznie do rozruchu w układzie a).

W układzie d) wyłącznik BM-2 jest otwarty; wyłącznik BM-3 zamknięty tworzy punkt zerowy autotransformatora; załącza się najpierw BM-1; po nabraniu szybkości przez silnik wyłącza się BM-3, przy czym część uzwojenia autotransformatora „5” pracuje jako dławik; następnie włącza się BM-2.

## PUNKTY ROZDZIELCZE NISKIEGO NAPIĘCIA

Rozdzielnie w punktach rozdzielczych kompletuje się ze skrzynek żeliwnych normalnych typów katalogowych dobudowując je do skrzynek szynowych. Żeliwne skrzynki są materiałem deficytowym i mogą być zastąpione kompletami zestawionymi z wbudowanych w stalowe szafy zabezpieczeń typu H, SPO i IIP. Zazwyczaj wyłącznik ustawia się na dopływie.

Jeżeli bezpośrednio przy odbiornikach nie ma indywidualnego zabezpieczenia zanikowego, pożądane jest ustawianie wyłączników samoczynnych z cewką zanikową na dopływach do punktów rozdzielczych.



W każdym punkcie rozdzielczym na liniach odpływowych ustawia się bezpieczniki, a do szyn przyłącza się woltomierz lub lampę sygnalizacyjną wskazującą istnienie napięcia. W punkty zasilające wstawia się liczniki. Wyłączniki samoczynne, wobec tego że są materiałem deficytowym, ustawia się tylko na liniach zasilających duże silniki.

Przy projektowaniu punktów rozdzielczych trzeba kierować się następującymi wskazówkami:

a. z jego punktu należy zasilac najbliżej położone odbiorniki w takiej ilości, ażeby obciążenie linii zasilającej punkt nie przekraczało 200 A;

b. wszystkie odbiorniki jednego działu technologicznego, w tej liczbie i dźwigi wydzielowe, należy przyłączać możliwie do jednego punktu rozdzielczego;

c. napędy transportowe i wytwórcze transportu ciągłego i ciągłej obróbki przedmiotów i materiałów (zmechanizowane przesyłanie węgla, przygotowanie ziemi dla odlewni itp.) również powinny być przyłączane do wspólnej rozdzielni, przy czym zasilanie odbiorników przeprowadza się liniami promieniowymi, a na tablicach rozdzielczych może być zastosowane blokowanie;

d. do jednej rozdzielni mogą być przyłączane także grupy silników, które zadośćuczynią warunkowi, że moc żadnego z nich nie przewyższy sumy mocy pozostałych;

e. w rozdzielniach należy przewidywać rezerwowe linie zasilające w wyjątkowo ważnych przypadkach, jak np. przy zasilaniu przez nie pomp pożarniczych, sprzężarek, dźwigów rozlewniczych w odlewniach, dmuchaw gazowych wentylatorów gazowni, napędów dla potrzeb własnych kotłowni i elektrowni itp.

Jeżeli można przy tym zapewnić zasilanie ze źródeł niezależnych, to szyny w punkcie rozdzielczym dzieli się na sekcje i każdą sekcję zasilają z osobnego źródła.

### SIECI ELEKTRYCZNE DLA SIŁY

Wybór konstrukcji przewodów. Przy projektowaniu sieci elektrycznych dla siły w celu zaoszczędzenia przewodów w miarę możliwości zaleca się stosowanie:

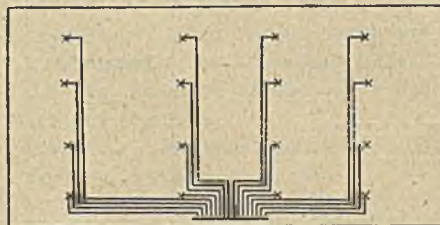
- gołych przewodów, przede wszystkim stalowych;
- szyn zbiorczych;
- szyn w kanałach, a zwłaszcza szyn stalowych;
- wspólnych pionów dla odbiorników siły i światła;
- zasilania odbiorników nieruchomych z dźwigowych przewodów jezdnych;
- stali zamiast miedzi; do pionów prądu stałego we wszystkich przypadkach, gdy nie jest to związane z trudnościami konstrukcyjnymi; do pionów prądu zmiennego — przy prądzie do 500 A; do przewodów jezdnych we wszystkich przypadkach; do napowietrznych sieci siłowych — jeżeli jest to dopuszczalne ze względu na spadek napięcia; do linii napowietrznych opancerzonych sieci siłowych; prowadzenie gołymi przewodami pionów wewnątrz budynków wydzielowych jest dozwolone przy spełnieniu specjalnych warunków według przepisów norm elektrycznych (PIV<sup>3</sup>, § 218—233 [12]).

Przy wyborze typu przewodów i kabli oraz sposobu ich ułożenia, w zależności od warunków miejscowych, należy stosować się do przepisów i norm elektrycznych<sup>1)</sup> (PIV<sup>3</sup>, § 440—474 [12]).

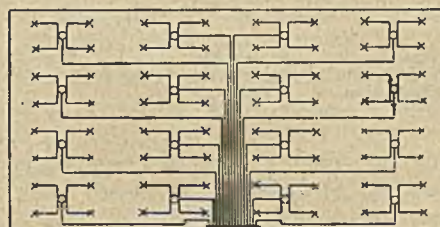
Na rys. 15 podano typowe schematy sieci niskiego napięcia przy równomiernie rozłożonym obciążeniu.

Obliczanie sieci elektrycznych dla siły. Przekroje *odgałęzień* do oborników oblicza się na prądy znamionowe z uwzględnieniem: temperatury otoczenia, typu przewodów oraz sposobu ich ułożenia; dobiera się je na pod-

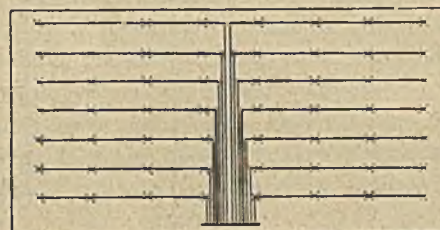
Układ jednostopniowy promieniowy



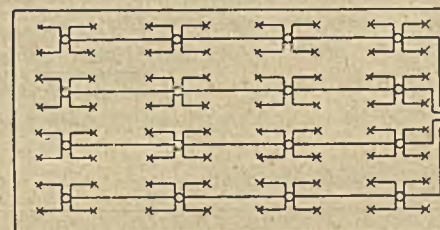
dwustopniowy promieniowy



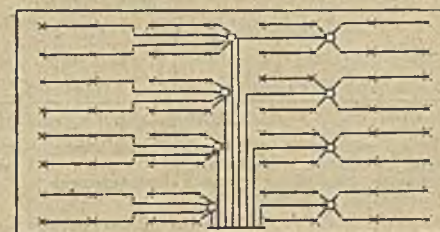
jednostopniowy szeregowy



szeregowo-promieniowy



promieniowo-szeregowy



Rys. 15. Typowe schematy układów sieci niskiego napięcia przy równomiernie rozłożonym obciążeniu.

stawie tablic obciążeń dopuszczalnych. Wartości prądu bezpieczników w celu zabezpieczenia odgałęzień dobiera się równe: dla silników pierścieniowych — prądowi znamionowemu; dla silników zwartych przy rozruchu z pełnym napięciem — 2,5-krotnemu prądowi znamionowemu; przy załączaniu silników zwartych za pomocą przełącznika  $\lambda/\Delta$  — na 1,3-krotne natężenie prądu.

<sup>1)</sup> PN — 5, 6, 10 i 101.



Graniczne wartości dopuszczalnego stosunku maksymalnego natężenia prądu w przewodach do znamionowego natężenia prądu bezpieczników lub do prądu nastawienia wyłączników samoczynnych

Nr grupy	Rodzaj pomieszczeń	Rodzaj sieci	Przeznaczenie i sposób pracy instalacji	Sposób prowadzenia przewodów	Typ przewodów i kabli	Dopuszczalny stosunek maksymalnego natężenia prądu w przewodzie do znamionowego prądu bezpieczników lub do prądu nastawienia wyłączników samoczynnych	
						bezpieczniki $\frac{J_p^{2)}}{J_b}$ nie mniej-szy	wyłączniki samoczynne $\frac{J_p^{2)}}{J_a}$ nie mniej-szy
I	Pomieszczenia produkcyjne przedsiębiorstw przemysłowych, niebezpieczne ze względu na wybuch	sieci słowe	a. linie zasilające i piony	w rurce stalowej (gazowej) po wierzchu na słupach i wysięgnikach izolacyjnych	PR, ПРТО, НРГ, ВРГ СРГ, ПРП, ТПРФ СБ, СГ, САД ПР, ПВМ <sup>2)</sup>	0,66 0,66 0,85	0,45 0,45 0,6
			b. odgałęzienia do odbiorników o pracy ciągłej	w rurce stalowej (gazowej) po wierzchu na rolkach	PR, ПРТО, НРГ, ВРГ СРГ, ПРП, ТПРФ СБ, СГ, САД, ПР, ПВМ, ШР <sup>2)</sup>	0,33 0,33 0,85	0,23 0,23 0,6
			c. odgałęzienia do odbiorników o pracy dorywczej dla przewodów o przekroju 10 mm <sup>2</sup> i większych	w rurce stalowej (gazowej) po wierzchu	PR, ПРТО, НРГ, ВРГ СРГ, ПРП, ТПРФ, СБ, СГ, САД	0,5 0,5	0,35 0,35
		sieci oświetleniowe	piony, linie zasilające, odgałęzienia	w rurce stalowej (gazowej) po wierzchu na rolkach	PR, ПРТО, НРГ, ВРГ СРГ, ПРП, ТПРФ СБ, СГ, САД, ПР, ПВМ, ШР <sup>2)</sup>	1	0,8 <sup>2)</sup>
						1	0,8
						1	0,8
II	Pomieszczenia niebezpieczne ze względu na wybuch	sieci słowe i oświetleniowe	piony, odgałęzienia <sup>1)</sup>	w rurce stalowej (gazowej) po wierzchu po wierzchu	PR, ПРТО, НРГ, ВРГ СРБГ, НРБГ, ВРБГ СБ	1,25 1,25 1	1 1 0,8
III	Domy mieszkalne, pomieszczenia publiczne, służbowo-mieszkalne i składowe przedsiębiorstw przemysłowych	sieci słowe i oświetleniowe	piony, linie zasilające odgałęzienia	w rurce stalowej (gazowej) po wierzchu na rolkach po wierzchu	PR, ПРТО, НРГ, ВРГ СРГ, ПРП, ТПРФ ПР, ПВМ СБ, СГ, САД	1,25	1
						1,25	1
						1,25 1	2 0,8

1) Wybór przekrojów dla pomieszczeń niebezpiecznych ze względu na wybuch — patrz Przepisy i Normy Elektryczne. Obliczanie odgałęzienia przeprowadza się wg ogólnych przepisów dla pomieszczeń niebezpiecznych ze względu na wybuch, lecz przekrój sprawdza się wg warunku  $J_p \geq 1,25 \cdot J_z$  silnika.

2) Prowadzenie przewodów PR i ПВМ itp. po wierzchu na rolkach izolacyjnych w pomieszczeniach niebezpiecznych ze względu na wybuch pożaru nie jest dozwolone.

3)  $J_p$  — obciążenie przewodu dopuszczalne ze względu na nagrzewanie;  $J_b$  — prąd znamionowy bezpiecznika;  $J_a$  — nastawiony prąd wyłącznika samoczynnego

U w a g a: przewody typu PR, ПРТО, ПВМ, НРГ, ВРГ — są to przewody w izolacji gumowej (patrz PNE — 5). ШР — sznur dwużyłowy w izolacji gumowej. СРГ, ПРП, ТПРФ, СБ, СГ, САД — kable oraz przewody kabelkowe opancerzone (patrz PNE — 6).



Przekroje przewodów w celu ich zabezpieczenia bezpiecznikami od przegrzania przy zwarciach sprawdza się według prądów znamionowych wstawek. Sprawdzenie wykonuje się według tablicy 19 [12].

Obliczeniowy prąd linii zasilających i pionów ustala się na podstawie wzorów tablicy 20 [17 i 19]. Wszystkie odbiorniki rozбивa się na grupy jednorodne pod względem rodzaju pracy stosownie do pozycji 1—14 lub też zależnie od rodzaju napędu stosownie do pozycji 15—17 tablicy i dla każdej grupy określa się prąd obliczeniowy. Całkowity prąd linii zasilającej przyjmuje się równy sumie prądów poszczególnych grup. Według tej wartości natężenia prądu określa się przekrój przewodów.

Znamionowe natężenie prądu w A dla bezpiecznika ustala się według jednego ze stosunków:

$$I_b \geq I_{obl}$$

Tablica 20

Ustalenie obliczeniowych wartości natężenia prądu  $I_{obl}$  w liniach zasilających na podstawie znamionowych mocy zainstalowanych odbiorników energii elektrycznej (moc w kW na wale silników lub w kVA na zaciskach aparatów spawalniczych i grzejnych, przy napięciu roboczym 380 V)

Nr poz.	Grupy odbiorników	Obliczeniowe natężenia prądu linii zasilających (pionów) $I_{obl}$ w A
1	Silniki dobrze obciążone o pracy ciągłej	$I_{obl} = (1,6 \div 1,8) P_n$
2	Silniki obrabiarek przy normalnym (lekkim) rodzaju pracy	$I_{obl} = 1,6P_4 + 0,67 P_{n-4}$
3	J.w., lecz przy ciężkim rodzaju pracy	$I_{obl} = 1,6P_4 + 0,82 P_{n-4}$
4	J.w. lecz przy specjalnie ciężkim rodzaju pracy	$I_{obl} = 1,6P_4 + 1,05 P_{n-4}$
5	Silniki dźwigowe	$\varepsilon = P$ 15% (obecnie nie stosowane)
6		$\varepsilon = P$ 25%
7		$\varepsilon = P$ 40%
8	Grzejniki, piece odporowe (3-fazowe)	$I_{obl} = 1,05 - 1,35 P_n$
9	Transformatory do spawania łukiem	$I_{obl} = 1,8P_3 + P_{n-3}$
10	Aparaty spawalnicze do spawania punktowego, stykowego itp.	$\varepsilon = P$ 12,5%
11		$\varepsilon = P$ 25-40%
12		$\varepsilon = P$ 70%
13	Silniki urządzeń do przygotowania ziemi w odlewniach	$I_{obl} = 1,6 P_4 + 1,05 P_{n-4}$
14	Silniki narzędzi i obrabiarek przenośnych	$I_{obl} = 1,5 P_4 + 0,42 P_{n-4}$
15	Odbiorniki związane z serijną i masową (włączając potokową) produkcją	działy gorącej obróbki metali
16		działy zimnej obróbki metali
17	Odbiorniki w działach jednostkowej nieserijnej produkcji	$I_{obl} = 0,9(1,85P_5 + 0,49P_{n-5})$

U w a g i: 1.  $P_1, P_4, P_5$  — całkowita moc znamionowa jednego, czterech pięciu silników (w kW na wale) lub odbiorników poz. 8÷12 (w kVA na zaciskach)  $P_{n-1}, P_{n-4}, P_{n-5}$  — to samo dla pozostałych silników.  $P_n$  — całkowita moc wszystkich odbiorników.  
2. Przy jednofazowych grzejnikach według pozycji 8  $I_{obl} = 1,73(1,05 - 1,35) P_n$   
3. Wzory pozycji 1 — 14 opracowane są przy Głipomasz, wzory pozycji 15—17 przez Gławelektromontaż.

albo

$$I_b \geq \frac{I_1(k-1) + \sum_1^n I}{\alpha}$$

gdzie:

- $I_{obl}$  — obliczeniowe natężenie prądu w A;
- $I_1$  — znamionowy prąd silnika mającego największy prąd rozruchu w A;
- $\alpha = 2,5$  przy rzadkich rozruchach i krótkim czasie trwania rozruchu;
- $\alpha = 1,6-2$  przy częstych rozruchach i długim czasie trwania rozruchu;
- $\sum_1^n$  — obliczeniowe natężenie prądu wszystkich odbiorników w A;
- $k$  — współczynnik wielokrotności przetężenia przy rozruchu największego silnika.

Z dwóch otrzymanych (według powyższych stosunków) wielkości  $I_b$  przyjmuje się większą. Według tablicy 19 sprawdza się, czy przyjęty przekrój odpowiada przekrojowi według bezpiecznika dla wszystkich przypadków, oprócz kabli ułożonych w ziemi, do których zasady te odnośnie zabezpieczenia nie odnoszą się, gdyż kable te nie stanowią niebezpieczeństwa pożaru.

W większości przypadków przy najczęściej używanym napięciu 380 V przekroje wybrane ze względu na warunki nagrzewania, jak to wyżej omówiono, zadośćczynią i warunkowi dopuszczalnego spadku napięcia.

Jednak przy odbiornikach zbyt oddalonych, szczególnie jeżeli instalacja jest wykonana przewodami napowietrznymi, sprawdzenie na spadek napięcia jest konieczne.

W sieciach dla siły dopuszczalny spadek napięcia wynosi: dla warunków normalnych — 8%, dla częstego rozruchu — 10%, dla rzadkiego rozruchu — 15%, w przypadkach zakłóceń ruchowych — 12%.

Sprawdzenie spadków napięcia ( $\Delta U$ ) wykonuje się według następujących wzorów:

$$\Delta U = \frac{Pl}{\gamma sU} \text{ — dla prądu trójfazowego}$$

$$\Delta U = \frac{2Pl}{\gamma sU} \text{ — dla prądu jednofazowego i stałego}$$

gdzie:  $P$  — moc w W,  $l$  — długość linii w m;  $\gamma$  — przewodność materiału przewodów, przyjmowana dla miedzi — 56, dla stali — 5 przy prądzie zmiennym i 7 przy prądzie stałym; dla aluminium — 34;  $s$  — przekrój przewodu w mm<sup>2</sup>;  $U$  — napięcie w V.

Dla otrzymania  $\Delta U$  w procentach należy otrzymaną wartość pomnożyć przez  $\frac{100}{U}$ .

W przypadku stosowania przewodów na rolkach i izolatorach oraz dla linii napowietrznych należy również uwzględnić indukcyjny spadek napięcia. Otrzymane według wyżej podanych wzorów liczby mnoży się przez współczynniki tablicy 21 [17 i 19].

Jeżeli przekroje linii zasilających przewyższają 70 mm<sup>2</sup>, to należy stosować podział na kilka kabli równoległych.

Przy zmianie przekroju w miejscach przejścia na mniejszy przekrój należy ustawiać bezpieczniki chroniące przewody o mniejszym przekroju.



Tablica 21

## Współczynniki indukcyjnego spadku napięcia w liniach napowietrznych

Przekroje przewodów w m <sup>2</sup>	Cos φ = 0,9		Cos φ = 0,8		Cos φ = 0,7		Cos φ = 0,6	
	Odstęp między przewodami w cm							
	40	60	40	60	40	60	40	60
10	1,1	1,1	1,15	1,16	1,2	1,22	1,27	1,29
16	1,25	1,16	1,23	1,25	1,31	1,34	1,41	1,44
25	1,22	1,24	1,34	1,37	1,47	1,5	1,61	1,65
35	1,3	1,32	1,47	1,5	1,63	1,68	1,83	1,89
50	1,41	1,45	1,64	1,7	1,87	1,94	2,14	2,24
70	1,56	1,61	1,86	1,94	2,17	2,28	2,54	2,68
95	1,73	1,8	2,13	2,24	2,54	2,68	3,02	3,2

Przy krótkich odgałęzieniach (do 30 m) od pionu można nie stawiać zabezpieczeń pod warunkiem spełnienia następujących wymagań:

- pomieszczenia muszą być bezpieczne (nie zagrażać im pożar lub wybuch);
- pion powinien być umieszczony na dużej wysokości;
- przy przekroju odgałęzienia mniejszym niż  $\frac{1}{3}$  przekroju pionu instalacja na całej długości powinna być wykonana w rurkach stalowo-pancernych;
- przy przekroju odgałęzienia równym lub większym niż  $\frac{1}{3}$  przekroju pionu instalacja również powinna być wykonana w rurkach stalowo-pancernych, lecz tylko w takich miejscach, gdzie przewody przechodząc na osiągalnej wysokości mogą ulec mechanicznym uszkodzeniom lub przechodzą koło łatwopalnych części budynku (ИУЭ [12]).

Uziemienie i zerowanie wykonuje się odpowiednio do wskazówek przepisów i norm elektrycznych (ИУЭ, § 335 — 380 [12]).

## PIONY SZYNOWE [4]

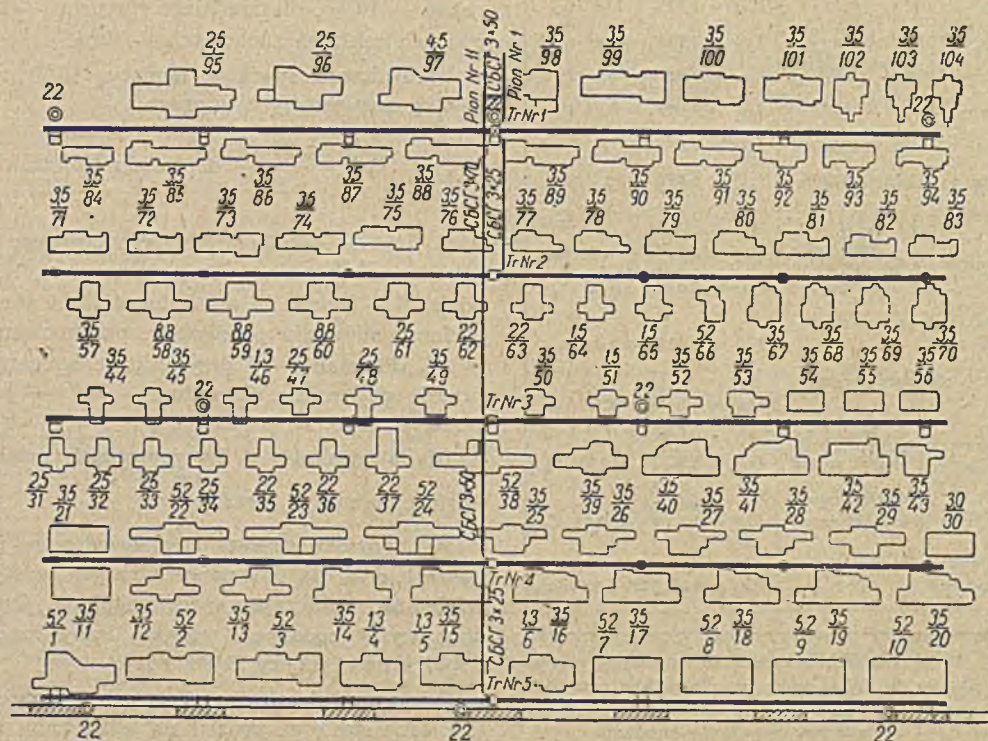
Gołe pionowe lub odgałęzienia szynowe, zabezpieczone siatką stalową można stosować w halach, w których urządzenia rozmieszczone są wzdłuż linii prostych, na przykład w oddziałach mechanicznych, remontowych, narzędziowych itp. (rys. 16 i 17).

W wydziałach wilgotnych i niebezpiecznych ze względu na możliwość wybuchu, z atmosferą żrących gazów i par albo o dużej ilości pyłu przewodzącego, stosowanie pionów szynowych jest niedopuszczalne. Piony szynowe wykonuje się jako dzielone na sekcje o długości po 6 m, połączone po 3 ÷ 4 za pomocą skrzynek łączeniowych. Dla odejść stosuje się skrzynki odejściowe z wyłącznikiem i bezpiecznikami dla zabezpieczenia kilku odchodzących linii. Zasilanie wykonuje się według dowolnego sposobu — szynami, gołymi pionami albo kablami. Rozdzielcze pionowe szynowe umieszcza się na filarach, ścianach i na specjalnych słupach na wysokości 2,2 m wzdłuż rzędów obrabiarek, tak ażeby nie przeszkadzały one w pracy suwnic. Taki system jest bardzo wygodny w przypadku konieczności przestawiania obrabiarek w związku ze zmianami procesów technologicznych.

Odgałęzienia do obrabiarek przeprowadza się przewodami izolowanymi w rurce gazowej, przewodem pancernym w stalowym kątowniku, a w wyjątkowych przypadkach przewodem izolowanym (ИП — 500) w rurce izolacyjnej.

W pionach szynowych stosuje się przeważnie szyny stalowe; dla linii zasilających — także miedziane i aluminiowe.

Spadki napięcia w znormalizowanych szynach zbiorczych określa się na podstawie tablicy 22.



Rys. 16. Rozprowadzenie energii pionami szynowymi (koło obrabiarek nad kreską podana jest moc w kW, a pod kreską kolejny nr obrabiarki).



Tablica 22

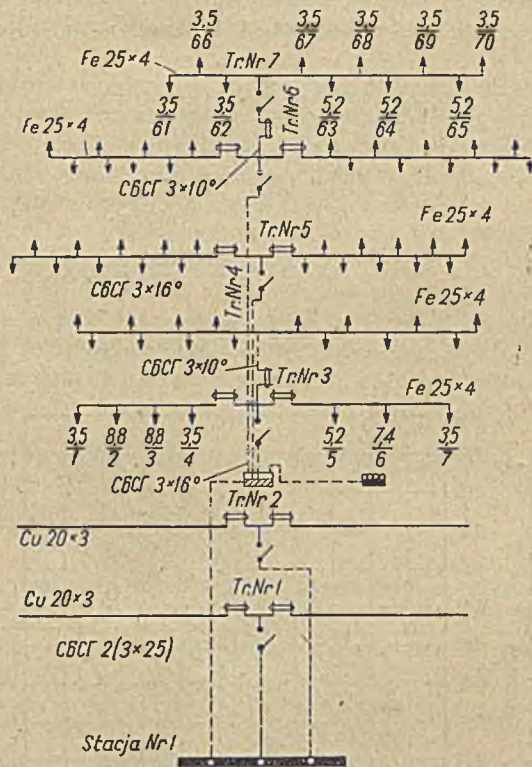
Spadki napięcia w pionach szynowych

Wymiary szyn w mm	Obciążenie znamionowe w A	Opór czynny w Ω/m	Opór bierny (indukcyjny) w Ω/m	Spadek napięcia w V
25 x 3	40	0,0054	0,00300	0,0116 I α <sup>1)</sup>
25 x 3	60	0,0050	0,00245	0,0107 ..
25 x 3	80	0,0046	0,00258	0,0099 ..
25 x 5	40	0,0041	0,00250	0,0090 ..
25 x 5	60	0,0038	0,00220	0,0084 ..
25 x 5	80	0,0036	0,00200	0,0077 ..

1) I — obciążenie w A; α — długość w m.

SIECI SUWNIC<sup>1)</sup>

Przewody jezdne wykonuje się prawie wyłącznie ze stali. Układa się je na specjalnej konstrukcji na izolatorach albo na klockach drewnianych impregnowanych. Konstrukcja umocowana jest najczęściej na belce suwnicowej od strony kabiny obsługi suwnicy, rzadziej na ściągaczach wiązaru dachowego nad suwnicą.



Rys. 17. Schemat rozdziału energii za pomocą pionów szynowych (liniami przerywanymi oznaczono sieć rozdzielczą, liniami przerywanymi sieć zasilającą).

Do przewodów jezdnych stosuje się stal okrągłą, płaską, kątową i szyny kolejowe. Zwiększona ilość węgla w stali (szczególnie w szynach) zmniejsza oporność dla prądu zmiennego i zwiększa oporność dla prądu stałego. Dlatego też przy prądzie stałym należy stosować stal miękką z małą domieszką węgla.

Stosowanie gołych przewodów jezdnych w pomieszczeniach z materiałami łatwopalnymi lub wybuchowymi nie jest dozwolone. Można zrobić wyjątek dla stolarni

1) Niniejszy ustęp omawia sieć zasilającą i przewody jezdne suwnic.

i malarni (z wyjątkiem malarni w których stosowane są farby nitrocelulozowe), jeśli spełnione są następujące warunki:

a. wydziały muszą być zaopatrzone w wentylację pochłaniającą lub inną specjalną, zapewniającą całkowite usuwanie pyłu;

b. przewody muszą być umieszczone na odpowiedniej wysokości od podłogi, a także w dostatecznym oddaleniu od łatwopalnych konstrukcji ścian i stropów [17].

Do obliczeń sieci suwnicowych stosuje się zwykłą metodę opartą na wyznaczaniu następujących wielkości:  $I_{sr, kw}$  średnia kwadratów natężenia prądu, określająca nagrzewanie się przewodów jezdnych;  $I_{szcz}$  szczytowe natężenie prądu, określające maksymalny spadek napięcia;  $I_{sr}$  średnie natężenie prądu, określające zużycie energii elektrycznej.

Do wyznaczenia wielkości  $I_{sr, kw}$  stosuje się wzór:

$$I_r = I_{sr, kw} = \eta_i \Sigma I_z \quad (a)$$

gdzie  $\eta_i$  — współczynnik określony według krzywych uwidocznionych na rys. 18 w zależności od wielkości  $n_{ef}$  (ilości czynnych silników i  $\Sigma$  (średni czas trwania załączenia — P);  $\Sigma I_z$  jest to sumaryczny prąd znamionowy wszystkich silników.

Wielkości  $n_{ef}$  i  $\epsilon$  określa się z następujących wzorów:

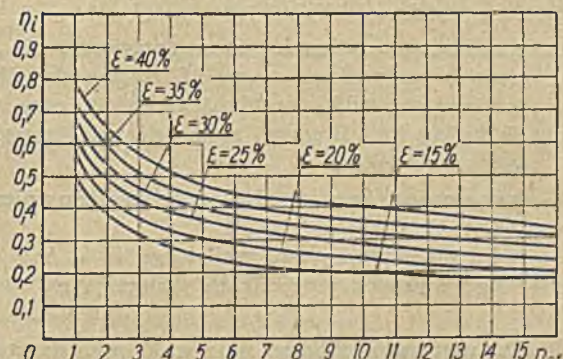
$$\eta_{ef} = \frac{\epsilon (1 - \epsilon) (\Sigma I_z)^2}{\epsilon_1 (1 - \epsilon_1) \Sigma_1 I_z^2 + \epsilon_2 (1 - \epsilon_2) \Sigma_2 I_z^2 + \epsilon_3 (1 - \epsilon_3) \Sigma_3 I_z^2}$$

gdzie  $(\Sigma I_z)^2$  jest kwadratem sumy prądów znamionowych wszystkich silników:  $\epsilon_1 = 0,15$ ;  $\epsilon_2 = 0,25$  i  $\epsilon_3 = 0,40$ . —  $S_\epsilon$  to stałe (znormalizowane) wskaźniki.

$$\epsilon = \epsilon_1 \frac{\Sigma_1 I_z}{\Sigma I_z} + \epsilon_2 \frac{\Sigma_2 I_z}{\Sigma I_z} + \epsilon_3 \frac{\Sigma_3 I_z}{\Sigma I_z}$$

gdzie:  $\Sigma_1 I_z$ ,  $\Sigma_2 I_z$  i  $\Sigma_3 I_z$  — są to sumy prądów znamionowych silników, dla których  $\epsilon$  — wynosi odpowiednio: 0,15; 0,25 i 0,40;  $\Sigma_1 I_z^2$ ,  $\Sigma_2 I_z^2$   $\Sigma_3 I_z^2$  — są to sumy kwadratów prądów znamionowych dla tychże silników.

Znając  $n_{ef}$  i  $\epsilon$  określamy  $\eta_i$  z krzywych uwidocznionych na rys. 18 i  $I_r$  ze wzoru (a).



Rys. 18. Krzywe  $\eta_i = f n_{ef}$  dla różnych wielkości  $\epsilon$  (wg Kopytowa).

Prąd szczytowy określa się według jednego z następujących wzorów:

1. przy pracy jednej suwnicy na jednych przewodach jezdnych:

$$I_{szcz} = m I_{z1} + I_{z2}$$



2. przy pracy dwóch suwnic na jednych przewodach jezdnych:

$$I''_{szcz} = mI'_{z_1} + I'_{z_2} + mI'_{z_1}$$

3. przy pracy trzech i więcej suwnic na jednych przewodach jezdnych:

$$I''_{szcz} = I''_{szcz} + I_{sr.kw} \frac{\sum_3^n I_z}{1}$$

We wzorach tych oznaczają:

$I'_{z_1}$  — prąd znamionowy silnika największej mocy, należącego do największej suwnicy (pierwszego co do mocy),

$I'_{z_2}$  — prąd znamionowy następnego co do mocy silnika tej suwnicy,

$m$  — krotność prądu rozruchu silnika największej mocy tej suwnicy (przyjmuje się równą 2),

$I''_{z_1}$  — prąd znamionowy silnika największej mocy, należącego do suwnicy drugiej pod względem mocy,

$\sum_1^n I_z$  — suma prądów znamionowych wszystkich silników suwnic,

$\sum_3^n I_z$  — suma prądów znamionowych wszystkich silników 2 suwnic nie biorąc udziału w ustalonym przebiegu rozruchu,

$I_{sr.kw}$  — średnia kwadratów natężenia prądu określona według wzoru (a).

Znamionowe natężenie prądu bezpiecznika wynosi:

$$I_b = \frac{I_{szcz}}{2}$$

Obliczenie spadku napięcia wykonuje się według wzoru:

$$\Delta U = I_{szcz} l_{obl} \cdot 1,73 (R_w \cos \varphi + X_w \sin \varphi)$$

gdzie  $\Delta U$  — spadek napięcia w V (dopuszcza się całkowity spadek napięcia w sieci zasilającej i przewodach jezdnych w wysokości 120/0);

$l_{obl}$  — obliczeniowa długość w m (przyjmuje się ją we wszystkich przypadkach równą 0,8 rzeczywistej długości czynnych przewodów jezdnych); długość ta przy zasilaniu w środku linii ślizgowej równa się połowie ogólnej długości przewodów;

$R_w$  — opór omowy 1 m przewodów jezdnych prądu zmiennego w  $\Omega/m$ ;

$X_w$  — opór indukcyjny prądu zmiennego w  $\Omega/m$ ;

$\cos \varphi$  — we wszystkich przypadkach przyjmuje się równy 0,65.

W celu ułatwienia obliczeń na rys. 19 przedstawiony jest wykres spadków dla różnych przekrojów stali na 1 m długości przewodów jezdnych, tj. przy  $l_{obl} = 1$  m.

W tabelicy 23 znajdują się te same dane odnoszące się do szyn kolejowych.

Przykład. Na wspólnych przewodach jezdnych długości 200 m pracują trzy suwnice każda o nośności 10 t.

Silnik: podnoszenia — 22 kW —  $I_z = 47,6$  A

wózka — 4 kW —  $I_z = 9,74$  A

mostu — 15 kW —  $I_z = 35,5$  A

$\epsilon_1 = \epsilon_2 = \epsilon_3 = 25\%$  dla wszystkich silników.

Spadki napięcia (w woltach) na 1 m szyn przy  $\cos \varphi = 0,65$

Największy prąd w A	Typy szyn kolejowych				Typy szyn kopalnianych				
	IA	IIA	IIIA	IVA	7	8	11	15	18
50	—	—	—	—	0,031	—	—	—	—
100	—	—	—	—	0,083	0,125	0,106	0,083	—
150	—	—	—	—	0,155	0,219	0,192	0,152	0,122
200	—	—	—	0,078	0,243	0,314	0,286	0,227	0,185
250	—	—	0,127	0,120	0,337	0,447	0,373	0,302	0,252
300	—	0,171	0,169	0,164	0,425	0,540	0,457	0,378	0,319
400	0,248	0,261	0,260	0,256	—	0,709	0,598	0,520	0,449
500	0,333	0,339	0,342	0,340	—	—	0,709	0,640	0,568
600	0,444	0,412	0,424	0,410	—	—	—	0,728	0,580
700	0,470	0,479	0,490	0,474	—	—	—	—	0,792
800	0,453	0,550	0,550	0,530	—	—	—	—	—
900	0,603	0,603	0,607	0,575	—	—	—	—	—
1000	0,661	0,659	0,661	0,601	—	—	—	—	—
1200	0,756	0,760	0,763	—	—	—	—	—	—
1400	0,863	0,837	—	—	—	—	—	—	—
1600	0,943	—	—	—	—	—	—	—	—

Kabel zasilający  $3 \times 25$  mm<sup>2</sup> dochodzi do przewodów jezdnych w środku jej długości.

$$n_{ef} = \frac{\epsilon(1-\epsilon)(\sum I_z)^2}{\epsilon(1-\epsilon)\sum I_z^2} = \frac{(\sum I_z)^2}{\sum I_z^2} = \frac{[3(47,6 + 9,74 + 35,5)]^2}{3(47,6^2 + 9,74^2 + 35,5^2)} = 7,1$$

dla  $\epsilon = 25\%$  i  $n_{ef} = 7,1$  według krzywych uwidocznionych na rys. 20

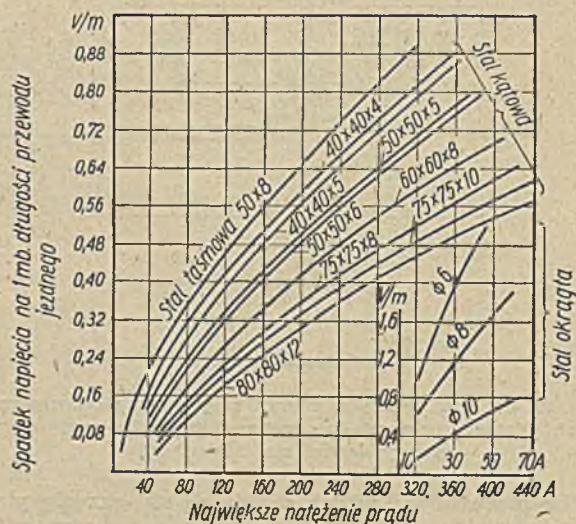
$$\eta_i = 0,32$$

$$I_{sr.kw} = 0,32 \cdot 3(47,6 + 9,74 + 35,5) = 89$$
 A

$$I''_{szcz} = I''_{szcz} + I_{sr.kw} \frac{\sum_3^n I_z}{\sum_1^n I_z}$$

$$= 2 \cdot 47,6 + 35,5 + 2 \cdot 47,6 + 89 \frac{183,3}{278,5} = 292$$
 A

$$I_b = \frac{I_{szcz}}{2} = \frac{292}{2} = 146$$
 A



Rys. 19. Spadek napięcia w woltach na 1 m długości przewodów jezdnych przy  $\cos \varphi = 0,65$  dla stalowych kształtowników, taśm i prętów okrągłych.

Przyjmujemy najbliższą wartość znormalizowaną 160 A. Spadek napięcia w kablu długości 50 m:

$$\Delta U_1 = 1,73 \cdot I_{szcz} \cdot R \cdot l \cdot \cos \varphi = 1,73 \cdot 292 \cdot 0,715 \cdot 10^{-3} \cdot 50 \cdot 0,65 = 11,8$$
 V

Całkowity dopuszczalny spadek napięcia  $0,12 \cdot 380 = 45,5$  V. Dopuszczalny spadek napięcia w przewodach jezdnych  $45,5 - 11,8 = 33,7$  V.



Długość obliczeniowa:

$$l_{obl} = \frac{200}{2} \cdot 0,8 = 80 \text{ m}$$

A więc na 1 m długości:

$$\frac{33,7}{80} = 0,42 \text{ V/m}$$

Według wykresu przedstawionego na rys. 19 przyjmujemy kątownik o przekroju  $80 \times 80 \times 12 \text{ mm}$ , dla której spadek napięcia na 1 m długości przy natężeniu prądu 300 A równa się 0,43 V/m.

Gęstość prądu w stali:

$$\frac{I_r}{s} = \frac{89}{1770} = 0,05 \text{ A/mm}^2$$

Dopuszczalna gęstość wynosi 0,61 A/mm<sup>2</sup>; dla mniejszych przekrojów dopuszczalne są gęstości większe.

### PIECE ŁUKOWE

Instalowanie nowych pieców elektrycznych o mocy równej lub wyższej niż 250 kW powinno być uzgodnione z Państwową Inspekcją Energetyki Przemysłowej i Nadzorem Energetyki Ministerstwa Elektrowni ZSRR<sup>1)</sup> [7].

W rozdziale pt. „Projektowanie odlewni“ przytoczone dane dotyczące pieców wykonywanych w Związku Radzieckim.

Topienie twardego wsadu w piecach łukowych do wytopienia stali charakteryzuje się bardzo nierównym przebiegiem obciążenia. Okresowi obsuwania się wsadu towarzyszą częste udary prądu (wskutek związania elektrod przez wsad). Natężenie prądu w chwili udaru  $I_{zw} = (1,5 - 2) I_z$  (graniczna wartość  $I_{zw} = 2,5 I_z$ ). Przeważają zwarcia dwufazowe.

Średnio dla pieców o pojemności 5 t do czasu trwania udaru prądu, przy zwiarcach wynikłych z warunków pracy (eksploatacyjnych) w przypadku regulacji ręcznej wynosi od 3 do 3,5 sek, w przypadku regulacji samoczynnej — od 2 do 1,5 sek.

1) W Polsce z odpowiednim Zjednoczeniem Energetycznym Okręgu.

Przy projektowaniu instalacji pieców łukowych należy uwzględnić wpływ tych zwarć na:

- pracę generatorów elektrowni;
- pracę odbiorników energii elektrycznej zasilanych przez tę elektrownię w związku z możliwymi znacznymi wahaniami napięcia.

Przy określaniu dopuszczalnych wahań napięcia, należy uwzględnić fakt, że:

- moment obrotowy silników asynchronicznych jest proporcjonalny do kwadratu napięcia na zaciskach,
- elektromagnesy hamulcowe (suwnic, dźwigów) mogą pracować przy napięciu nie niższym niż 85% napięcia znamionowego,
- styczniki mogą pracować przy napięciu nie niższym niż 70% napięcia znamionowego,
- w sieciach oświetleniowych nie powinno być dużych (powyżej 40%) i częstych (dziesiątki na godzinę) wahań napięcia (ПТЭ, § 293 [12]).

Ażeby wahania napięcia  $\Delta U$ , wywołane zwiarciami eksploatacyjnymi, nie przewyższały dopuszczalnych, muszą być zachowane następujące warunki:

a. stosunek mocy zainstalowanej  $P_z$  pieca elektrycznego do sumy mocy generatorów  $\Sigma P_g$ , zasilających zakład na napięciu generatorowym, nie powinien przewyższać określonej wielkości;

b. ten sam warunek powinien być zachowany w stosunku do mocy transformatorów zasilających  $\Sigma P_{tr}$  przy zasilaniu ze stacji obniżającej napięcie sieci energetycznej.

W przypadku, gdy stosunki  $\frac{P_z}{\Sigma P_g}$  albo  $\frac{P_z}{\Sigma P_{tr}}$  są wię-

ksze od dopuszczalnych, należy zastosować następujące specjalne środki zaradcze:

- włączanie dławików w linie zasilające piece;
- ustalenie w elektrowniach samoczynnych regulatorów napięcia;
- przymusową regulację czasu trwania obciążeń pracy pieców elektrycznych, w szczególności w godzinach dziennych;

Tablica 24

### Warunki (orientacyjne) określające możliwości zasilania z sieci zakładowych pieców łukowych do wytopienia stali

Stosunek mocy pieca elektrycznego do mocy urządzeń zasilającego	Praca pieców elektrycznych		Uwagi
	bez przedsięwzięcia specjalnych środków	z zastosowaniem specjalnych środków	
$100 \cdot \frac{P_z}{\Sigma P_g} < 10\%$	dopuszczalna	—	
$100 \cdot \frac{P_z}{\Sigma P_g} = 10\%$	nie zaleca się	dopuszczalna przy załączeniu dławików do linii zasilającej piec elektryczny	
$100 \cdot \frac{P_z}{\Sigma P_g} = 20\%$	niedopuszczalna	a. dopuszczalna pod warunkiem załączenia dławików do linii zasilającej piec elektryczny i przy pracy pieców według specjalnego wykresu albo b. dopuszczalna pod warunkiem załączenia dławików w linie zasilającą piec elektryczny, przy pracy pieców według specjalnego wykresu i przy zainstalowaniu na generatorach elektrowni samoczynnych regulatorów napięcia.	wahania napięcia $\pm 10\%$ wahania napięcia od $\pm 5\%$ do $\pm 7\%$
$100 \cdot \frac{P_z}{\Sigma P_g}$ do 30%	dopuszczalna		
$100 \cdot \frac{P_z}{\Sigma P_g} = 30-40\%$	nie zaleca się	dopuszczalna pod warunkiem pracy pieców elektrycznych według specjalnego wykresu i przy dławikowaniu linii zasilającej piec elektryczny	wahania napięcia $\pm 4\%$ o częstości ponad 10 razy na godzinę



d. instalowanie pieców o mniejszej mocy, lecz w większej ilości.

W przypadku ustawienia kilku pieców elektrycznych, przy zasilaniu ich przez urządzenia o stosunkowo małej mocy przez  $P_z$  należy rozumieć moc największego pieca. Przyjmuje się przy tym, że pracę pieców należy tak rozdzielić, ażeby okresy topienia w poszczególnych piecach nie trafiały na siebie w tym samym czasie. Linie zasilające poszczególne piece należy dobrze i bezpośrednio przyłączyć do szyn elektrowni lub rejonowej stacji transformatorowej. Sprawę możliwości zasilania łukowych pieców odlewniczych bezpośrednio z generatorów elektrowni lub stacji obniżającej napięcie sieci okręgowej rozstrzyga się na podstawie obliczeń wahań napięcia sieci zakładowej.

Na tablicy 24 podane są orientacyjne dane, pozwalające w przybliżeniu określić możliwość przyłączenia pieców elektrycznych do sieci zakładowych [20].

Przy sporządzaniu specjalnego wykresu, jak podany w tablicy 24, w przypadku, gdy pracuje więcej niż jeden piec, w celu zmniejszenia wpływu udaru prądu na pracę innych odbiorników należy:

a. nie dopuszczać do jednoczesności okresów topienia wsadu w pracujących kilku piecach (topienie się wsadu należy przeprowadzić tylko w jednym piecu na raz);

b. w okresie intensywnej pracy urządzeń oświetleniowych nie dopuszczać pracy topienia wsadu w piecu elektrycznym, ponieważ odbiorniki oświetleniowe są najbardziej czułe na wahania napięcia.

Powyższe uwagi odnoszą się do urządzeń, w których ilość pieców wynosi od jednego od trzech, gdyż ustawienie większej ilości pieców możliwe jest tylko przy dużej mocy urządzeń zasilających.

Należy uwzględnić fakt, że zastosowanie samoczynnych regulatorów napięcia:

a. nie zmniejsza ilości wahań napięcia;

b. obniża amplitudę wahań napięcia w granicach

$5 \div 7\%$  przy  $\frac{P_z}{\Sigma P_x} \approx 0,2$ , wskutek czego stosowanie samoczyn-

Tablica 25

Dane znamionowe pieca łukowego do wytopiania stali			Warunki określające dopuszczalność zasilania łukowych pieców do wytopiania stali w zależności od mocy elektrowni w MW			
Typ pieca	Pojemność pieca w t	Moc transformatora zasilającego piec w kVA	2 x 1,5 = 3	2 x 2,5 = 5	2 x 4 = 8	2 x 6 = 12
DCH-0,5	0,5	400/231	Warunki patrz tabl. 24	Zasilanie jest dopuszczalne		
DCH-1,5	1,5	1000/577	Zasilanie nie jest dopuszczalne	Warunki patrz tabl. 24	Zasilanie jest dopuszczalne	
DCH-3	3,0	1500/866	Zasilanie jest niedopuszczalne		Warunki patrz tabl. 24	
CH-5	5,0	2250/1300	Zasilanie jest niedopuszczalne			Warunki patrz tabl. 24

1) Z lewej strony kreski podana jest moc transformatora zasilającego piec elektryczny przy połączeniu w trójkąt, po prawej — moc transformatora przy połączeniu w gwiazde.

nych regulatorów napięcia mało odbija się na pracy odbiorników oświetleniowych, ale za to znacznie poprawia warunki pracy odbiorników siłowych.

W tablicy 25 podana się najmniejsza moc elektrowni pracujących samodzielnie (nie połączonych z innymi), zapewniająca możliwość zasilania pieców łukowych do topienia metali różnego typu. Odchylenia od danych zawartych w tablicach 24 i 25 w kierunku powiększenia mocy przyłączonych pieców są możliwe jedynie po wykonaniu obliczenia spadku napięcia z uwzględnieniem warunków miejscowych.

Przyłączenie do sieci pieców jednofazowych (§ 478 [10]) nie może powodować nierównomierności prądów fazowych generatorów, które przekraczałyby 10%.

Przy zasilaniu pieców łukowych do wytopiania stali o pojemności 3 ton i większej, przez urządzenia energetyczne stosunkowo małej mocy, konieczne jest ustawienie samoczynnych regulatorów napięcia.

W urządzeniach piecowych stosuje się wyłączniki olejowe o dużej zawartości oleju typu BM-16 i BM-22. Przy dużych wartościach natężenia prądu wtórnego powstaje znaczny spadek napięcia we wtórnej linii. Dlatego też długość jej powinna być jak najmniejsza. Indukcyjny spadek napięcia w tej linii wynosi około 20% na 1 m (orientacyjnie).

Wielkość współczynnika mocy pieców elektrycznych wynosi w praktyce 0,85 ÷ 0,90.

Moc jednostkowa transformatorów do zasilania pieców elektrycznych wynosi 600 ÷ 300 kVA na 1 tonę pojemności pieca.

Tablica 26

Przekrój przewodów wtórnego napięcia doprowadzających prąd do pieców łukowych

Typ pieca	Ilość i wymiary szyn miedzianych w mm	Przekrój przewodów gładkich w mm <sup>2</sup>
DCH — 0,5	1 x (60 x 6)	MK 4 x 95
DCH — 1,5	2 x (100 x 6)	Specj. 3 x 500
DCH — 3	2 x (100 x 10)	Specj. 4 x 500
	3 x (100 x 6)	
DCH — 5	4 x (100 x 8)	Specj. 6 x 500

W tablicy 26 podano przekroje miedzi przewodów wtórnych do pieców trójfazowych.

W tablicy 27 zamieszczono dane eksploatacyjne, charakteryzujące produkcję i zużycie energii elektrycznej w niektórych zakładach zagranicznych [14].

Według danych innych zagranicznych zakładów, zużycie energii elektrycznej w piecach o pojemności do 8 ton wynosi odpowiednio: dla pieca o pojemności: 1 t —

Tablica 27

Wskaźniki pracy pieców łukowych do wytopiania stali według danych fabryki „Timken Roller Bearing Co“

Pojemność pieca w t	Ilość dobrych zlewów w %	Czas trwania roztopienia od spustu do spustu w godz	Wydejność w 1/godz	Zużycie energii elektrycznej na 1 t dobrych zlewów w kWh/t
9	90,2	5,5	1,65	795
27	94,8	6,25	4,35	660
32	95	6,50	5,90	645



1180 kWh/t, 2 t — 1010 kWh/t, 3 t — 940 kWh/t, 5 t — 865 kWh/t, 8 t — 829 kWh/t [14].

Według danych Zakładu Kirowskiego średnie zużycie energii elektrycznej przy wytopie stali w piecach elektrycznych typu ДН — 5 wynosi: w piecach o pojemności

5 t — 750 kWh/t; 8 t — 875 kWh/t; 8 t przy procesie dupleks (marten-piec-elektryczny) — 356 kWh/t.

Średnio dla zakładów ZSRR rozchód energii elektrycznej na 1 t użytecznego wytopionego metalu wynosi 750 ÷ 900 kW/t.

### LITERATURA

1. BUJŁOW A. J. prof., BUTKIEWICZ J. B. prof.: Elektryczeskie stancji i podstancji, pod red. prof. A. A. Głazunowa. Gosenergoizdat. 1944.
2. Wremiennye prawila požarnoj bezopasnosti pry ustrojstwie transformatornych podstancji wnutri proizwodstwiennych pomieszczenij. HKП, OHTИ. 1938.
3. GŁAZUNOW A. A. prof.: Elektryczeskie sjeti i sistemy. GOHTИ. 1939.
4. GOLDBERG F. J.: Wnutricechoweje raspedielenje enelrgii szynnymi sborkami. Gosenergoizdat. 1941.
5. LIBERMAN A. S.: Podstancji małej moszczności w elektro-szabżenji promyszlennych predpriyatij. Azeczchorizdat. 1937.
6. ŁUKNICKIJ B. B. prof.: Tjepłosiłoweje chozłajstwo żeleznodoroznowo transporta. Gostranszeldorizdat. 1940.
7. Położenje o sogłasowanji narkomatami i wiadomstwami z HK3C CCCP ustanowki elektropiecznej i drugich elektronagriewatielnych apparatow. Gosenergoizdat. 1945.
8. POPOW B. K. prof.: Primienjenje elektrowigatielnej w promyszlennosti. GOHTИ. 1939.
9. Prawila i normy IX 53C.
10. Prawila techniczskoj eksploatacji elektrostancji i sietiej. Gosenergoizdat. 1940.
11. Prawila ustrojstwa elektrotechniczeskich ustanowok sli-nowo toka z toczki zrienia bezopasnosti. Gławenergo HKI ПСССР; GOHTИ. 1939.
12. Prawila ustrojstwa elektroustanowok promyszlennych predpriyatij. Gosenergoizdat. 1945.
13. Rukowodiaszczije ukazanja po relejnoj zaszczytie w osobych usłowjach. Gosenergoizdat. 1942.
14. SAMARYN A. M. prof.: Elektromietalłurgija. Mietalłurgizdat. 1943.
15. Ukрупnienie pokazatielł stojmosti elektromontażnych rabot. Stroizdat. 1944.
16. Bjułletjł Gławeletromontaža Nr 2—3, 1940.
17. AFANASJEW N. P.: Rukowodiaszczije matieriały po projektrowanju siłowych sietiej metalłobrabatywajuszczych zawodow, Gipromasz. seria XI, wyp. 126. 1938.
18. Postanowjenje Techsowietu HKП ot 8/VIII 1936.
19. Sbornik rukowodiaszczych matieriałow po projektrowanju maszynostroitelnych i metalłobrabatywajuszczych zawodow. Gipromasz. 1938.
20. SMIELANSKIJ M. J. doc.: Rukowodiaszczije ukazanja po projektrowanju elektropiecznych ustanowok na maszynostroitelnych zawodach w usłowiach energoszabżenja ot małomoszcznych sietiem. Nieopublikowanij matieriał, szstawlennij po zadanju Giprotiażmasza. 1944.
21. SELZAM U. LANG: Kompressor z nieposredstwiennym priwdom ot sinchronnowo motora. zd V D I Nr 36. 1933.

## PROJEKTOWANIE URZĄDZEŃ SPRĘŻONEGO POWIETRZA

### TREŚĆ I KOLEJNOŚĆ PROJEKTOWANIA

Przy projektowaniu urządzeń sprężonego powietrza należy jako punkty wyjściowe obrać dane z projektu technologicznego zakładu, odnoszące się do rozmieszczania odbiorników sprężonego powietrza i do rodzaju ich pracy. Na podstawie tych danych projektowanie wykonuje się w następującej kolejności:

1. określa się zapotrzebowanie powietrza przez poszczególne wydziały i cały zakład z uwzględnieniem odpowiednich współczynników strat i współczynnika szczytu;
2. obiera się:
  - a. miejsce dla stacji sprężarek,
  - b. typy, ilość i wydajność poszczególnych sprężarek,
  - c. konstrukcję filtrów powietrznych, chłodnic i zbiorników powietrza,
  - d. schemat i konstrukcję rurociągów powietrznych,
  - e. schemat i konstrukcję urządzeń do zasilania wodą stacji sprężarek,
  - f. rodzaje przyrządów pomiarowych dla stacji sprężarek,
3. projektuje się zewnętrzną i wewnętrzną sieć rurociągów powietrznych.

### ZUŻYCIE SPRĘŻONEGO POWIETRZA

Sprężone powietrze o ciśnieniu 2 ÷ 7 at n stosuje się w wydziałach odlewniczych, kuźniach, w wydziałach konstrukcji metalowych, w wydziałach mechanicznych, malarzskich i innych. Zapotrzebowanie powietrza przez duże zakłady wynosi 20 000 ÷ 50 000 m<sup>3</sup>/godz (w niektórych przypadkach do 100 000 m<sup>3</sup>/godz), przez średnie zakłady 10 000 ÷ 20 000 m<sup>3</sup>/godz. Moc stacji sprężarek w dużych

zakładach wynosi 2000 ÷ 5000 kW ( w niektórych przypadkach 10 000 kW).

Zużycie sprężonego powietrza przez poszczególne odbiorniki. Poniżej podane są wskaźniki zużycia powietrza przez różnego rodzaju urządzenia w zakładach budowy maszyn [9].

Uderzeniowe narzędzia pneumatyczne: przecinaki typów PB — 45 (PK-41); PB — 49 (PK-42), PB — 54 (PK-43) i inne oraz młotki do nitowania typów KA-3, KA-5, KЖ-5, КИ-5 do nitów o średnicy 3 ÷ 5 mm, przy minimalnym ciśnieniu powietrza 5,5 at n, używając 0,55-0,65 m<sup>3</sup>/min, powietrza w warunkach normalnych<sup>1)</sup>; młotki do nitowania typów KE-16 (KM-31), KE-19 (KM-32), KE-22 (KM-33), KE-28 (KM-34), KE-32 (KM-35) do nitów o średnicy 16 — 32 mm zużywają w warunkach normalnych 1 ÷ 1,1 m<sup>3</sup>/min powietrza.

Przebijaki przy największej średnicy przebijania 22 ÷ 45 mm. (maszyny typów CM-22, CM-32, CMP-32, CMPД-32 i innych) zużywają 1 ÷ 1,45<sup>3</sup>/min powietrza w warunkach normalnych, takie same maszyny przy największej średnicy przebijania 50 mm (typy CM-50, CMP-50) — 2 ÷ 2,1 m<sup>3</sup>/min, wiertarki przy największej średnicy wiercenia 3, 8, 10, i 13 mm (typy СД-3, СД-8, СДА-8, СДТ-10, СЕ-13 i inne) — 0,55—0,6 m<sup>3</sup>/min.

Szlifierki przy największej średnicy przedmiotu szlifowanego 30 mm (maszyny typu III P-5) zużywają 0,6 m<sup>3</sup>/min powietrza w warunkach normalnych, przy średnicy 50 mm (typu III P-6) — 1 m<sup>3</sup>/min a przy średnicy 125 mm (typu III P-12) — 1,6 m<sup>3</sup>/min.

<sup>1)</sup> Warunki normalne: temperatura 15°C i ciśnienie 760 mm Hg.



Wskaźniki zużycia powietrza przez pistolety do malowania natryskowego (przy ciśnieniu 3 at n) podane są w tablicy 28.

Tablica 28

**Wskaźniki zużycia powietrza przez pistolety do malowania**

Średnica dyszy w mm	0,4	1	2	3	4	5
Zużycie powietrza (objętość sprowadzona do 20°C i 760 mm Hg w m <sup>3</sup> /godz	0,264	1,654	6,615	14,80	26,46	41,35

Przy określaniu zużycia powietrza przez młoty parowo-pneumatyczne można kierować się danymi z tablicy 29 [4].

Tablica 29

**Wskaźniki zużycia powietrza przez młoty pneumatyczne (według danych firmy Massey)**

Ciężar części uderzających w kG	Zużycie niesprężonego powietrza w m <sup>3</sup> /min		Pojemność zbiornika powietrza w m <sup>3</sup>
	średnie	najwyższe	
250	1,2	8,2	6,8
500	2	14	14,4
1000	2,8	17,8	15,3
1500	3,8	24	21
2000	4,8	30	25,5
3000	6,2	41	34,7
5000	9,0	61	51

U w a g a: Średnie zużycie niesprężonego powietrza odpowiada pracy młota w ciągu 15 min na godzinę, przy następujących po sobie kolejno mocnych i lekkich uderzeniach z przerwami koniecznymi dla ustawienia narzędzi i obrabianego materiału. Najwyższe zużycie odpowiada pracy młota tylko przy najsilniejszych uderzeniach. Zaleca się ustawianie zbiorników powietrza w pobliżu młotów.

Jeśli ustawia się kilka młotów, pojemność zbiorników powietrza może być mniejsza [4].

Zmniejszenie pojemności zbiorników powietrza, w zależności od liczby ustawionych młotów, określa się w sposób następujący: przy dwóch młotach zmniejszenie pojemności zbiorników wynosi 20%, odpowiednio przy trzech — 30%, przy czterech — 35%, przy pięciu do sześciu — 40%, przy siedmiu do dziewięciu — 45%.

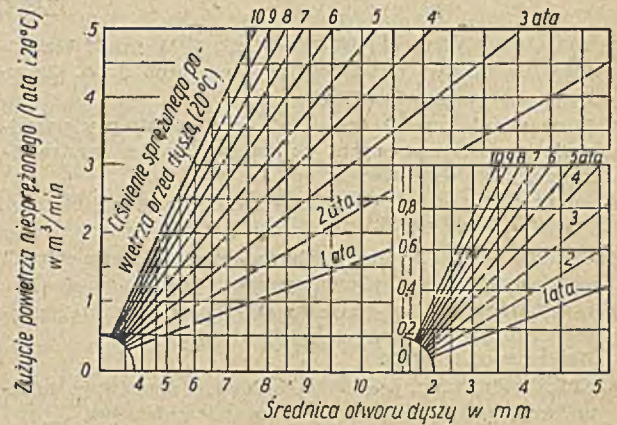
Przy przeliczeniu pracy pary młotów parowych na pracę sprężonego powietrza młotów pneumatycznych przyjmuje się, że 1 kg pary odpowiada zużyciu 1,15 m<sup>3</sup> powietrza w warunkach normalnych. Przy uwzględnieniu strat pary na kondensację w przewodach parowych, zużycie powietrza, odpowiadające zużyciu 1 kg pary, wynosi 1,08 m<sup>3</sup>.

Tablica 30

**Wskaźniki zużycia niesprężonego powietrza przez piaskownice**

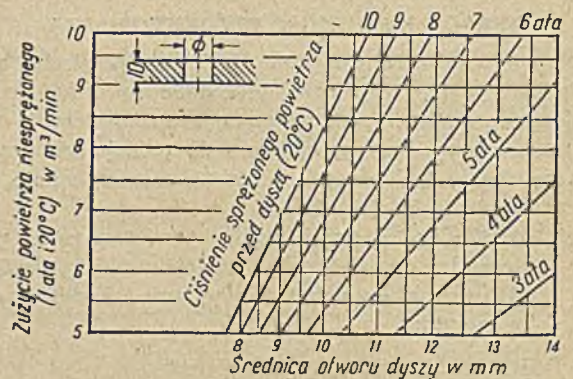
Ciśnienie powietrza w at n	Zużycie powietrza w m <sup>3</sup> /min			
	Średnica dyszy w mm			
	6	8	10	12
2	1	1,7	2,7	4
3	1,3	2,4	3,7	5,3
4	1,9	3,0	4,6	6,7
6	2,3	4,1	6,4	9,2

Zużycie powietrza przez piaskownice do oczyszczenia modeli z piasku formierskiego oraz przez obrabiarki do metalu (usuwanie wiórów) określa się według tablicy 30, a zużycie powietrza przez dysze o długości części cylindrycznej wynoszącej 10 mm — według rysunków 20 i 21.



Rys. 20. Wykres zużycia powietrza przez dysze o średnicy 1 ÷ 5 mm i 3 ÷ 10,5 mm.

Uwzględniając zużywanie się dysz piaskownic, zapotrzebowanie powietrza należy określać (według wykresów rysunków 20 i 21, a także według tablicy 30), dla średnic większych o 2 ÷ 3 mm od początkowych. W związku ze zmniejszeniem czynnej średnicy dyszy wskutek domieszki piasku zużycie powietrza przyjmuje się mniejsze o 15 ÷ 20%.



Rys. 21. Wykres zużycia powietrza przez dysze o średnicy 7,5 ÷ 13 mm.

Ciśnienie sprężonego powietrza w piaskownicach przy obróbce odlewów nieżelaznych wynosi 3 ÷ 4 at n, a przy obróbce surówki i odlewów stalowych, odkuwek i żelaza walcowanego — 5 ÷ 6 at n. Ciśnienie sprężonego powietrza w aparatach rozpylających wynosi 6 at n.

Zużycie sprężonego powietrza przez cały zakład. Całkowite zużycie sprężonego powietrza przez cały zakład określa się na podstawie następujących danych:

1. zapotrzebowania odbiorników powietrza przy ciągłej pracy;
2. czasu  $t$ , rzeczywiście zużywanego przez odbiorniki sprężonego powietrza w ciągu czasu  $T$  trwania jednej zmiany;
3. współczynnika wykorzystania urządzenia  $k = \frac{t}{T}$  dla każdej zmiany, obieranego zależnie od rodzaju procesu technologicznego;



Tablica D

Zbiorcze zestawienie zużycia powietrza przez oddział produkcyjny

Nazwa odbiorników	Nr na planie pomieszczenia oddziału	Ilość	Typ	Roczny czas pracy odbiorników	Długość czasu pracy odbiorników sprężonym powietrzem			Ciśnienie powietrza dla odbiorników	Zużycie niesprężonego powietrza na jeden dzień pracy przy nieprzerwanej pracy		Współczynnik wykorzystania urządzenia			Teoretyczne zużycie niesprężonego powietrza przy jednoczesnej pracy wszystkich odbiorników		Spodziewane teoretyczne średnie zużycie niesprężonego powietrza			Roczne zużycie niesprężonego powietrza określone na podstawie średniego zużycia godzinowego	
					I zmiana	II zmiana	III zmiana		I zmiana	II zmiana	III zmiana	I zmiana	II zmiana	III zmiana	I zmiana	II zmiana	III zmiana			
					w godz			w m <sup>3</sup> /godz		w m <sup>3</sup> /godz			w m <sup>3</sup> /godz			w m <sup>3</sup> /godz				
Ubiórki pneumatyczne	12	58	TP-6	2 295	4,40	—	—	5	—	42	0,56	—	—	—	—	—	—	—	—	3130 380
Słaoki pneumatyczne	13	5	PK	2 295	6,16	—	—	5	—	39	0,77	—	—	—	—	—	—	—	—	344 250
Maszyny formerskie	14	2	BΦ	2 295	3,60	—	—	5	—	72	0,45	—	—	—	—	—	—	—	—	149 000
Trawersy dla wybijania	15	5	0-11	2 295	—	—	—	5	—	240	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1377 000

4. rocznego czasu pracy, zależnego od liczby i czasu trwania zmian, a także od liczby dni roboczych w roku.

Dla każdego oddziału produkcyjnego wykonuje się zestawienie zużycia sprężonego powietrza (tablica D).

Średnie teoretyczne zużycie powietrza na każdej zmianie otrzymuje się jako wynik mnożenia wielkości teoretycznego zużycia przy ciągłej pracy, przez odpowiednie współczynniki wykorzystania urządzenia podczas każdej zmiany.

Roczne teoretyczne zużycie powietrza przez wydziały i odbiory otrzymuje się jako wynik mnożenia średniego teoretycznego zużycia godzinowego przez roczny czas pracy.

Średnie teoretyczne godzinne zużycie powietrza  $Q_{t,śr}$  powinno być zwiększone:

a. o 15 — 20% dla wyrównania strat uchodzenia powietrza wskutek nieuszczelności armatury, kołnierzy, węzłów itd.;

b. o 15 — 20% dla wyrównania strat powietrza w związku ze zużyciem narzędzi pneumatycznych;

c. o 10% dla umożliwienia zasilania odbiorników powietrza nie uwzględnionych w projekcie.

Tak więc średnie godzinne zużycie powietrza na każdej zmianie stanowi  $Q_{śr} = 1,4 + 1,5 \sum Q_{t,śr}$

Doświadczenia odnośnie pracy zakładów budowy maszyn wskazują, że największe 15-minutowe zużycie powietrza  $Q_{max}$ , przewyższa  $Q_{śr}$  20 — 40%.

Obliczeniowy rozchód powietrza  $Q_{obl}$  dla stacji sprężarek wynosi:

$$Q_{obl} = Q_{max} \approx 1,3 Q_{śr}$$

gdzie 1,3 — współczynnik maksimum.

Roczne zużycie powietrza przez zakład:

$$Q_r = 1,4 + 1,5 \beta \sum_{i=1}^{i=n} Q_{ir}$$

gdzie — współczynnik wykorzystania urządzenia równy

0,7 — 0,8;  $\sum_{i=1}^{i=n} Q_{ir}$  — wynik otrzymany w ostatniej rubryce tablicy D.

Według rocznego zużycia powietrza określa się roczne zużycie energii elektrycznej i oblicza się koszt własny 1 m<sup>3</sup> powietrza w warunkach normalnych (15<sup>o</sup> C i 760 mm Hg).

#### DOBÓR SPRĘŻAREK

W zakładach budowy maszyn stosuje się zazwyczaj następujące rodzaje sprężarek:

- łukowe o wydajności 3 ÷ 100 m<sup>3</sup>/min,
- odsrodkowe o wydajności 100 m<sup>3</sup>/min i większej,
- obrotowe o wydajności 1,5 ÷ 80 m<sup>3</sup>/min.

Sprężarki obrotowe, stosowane rzadziej, mają następujące zalety: brak ruchu posuwisto zwrotnego, niewielkie wymiary, mały ciężar, bezpośredni napęd; z drugiej strony posiadają one mniejszą sprawność niż sprężarki łukowe (szczegóły patrz rozdział: „Sprężarki i dmuchawy“).

Sprawę wyboru typu sprężarek dla średnich i dużych zakładów należy rozwiązać przez porównanie techniczno-gospodarcze z uwzględnieniem wysokości sum inwestowanych i wydatków eksploatacyjnych.

Przy wyborze ciśnienia roboczego uwzględnia się łączne zapotrzebowanie sprężonego powietrza przez odbiorniki o ciśnieniu 7 at n i 3 ÷ 4 at n. Dla każdej z tych dwóch



grup odbiorników należy wykonać osobne zestawienie zbiorcze zużycia powietrza. Jeżeli ilość odbiorników na obniżone ciśnienie ( $3 \rightarrow 4$  at n) jest stosunkowo niewielka, nie należy dla nich ustawiać osobnych sprężarek. W większości przypadków w zakładach budowy maszyn ustawia

się sprężarki na 8 at n, przy czym do zasilania odbiorników na obniżone ciśnienie w działach produkcyjnych stosuje się reduktory, ustawiane możliwie blisko punktów odbioru sprężonego powietrza o mniejszym ciśnieniu w celu zmniejszenia kosztów przewodów rurowych.

Sposób pracy stacji sprężarek przy 307 dniach roboczych w roku i pracy na 3 zmiany (8-godzinne)

Tablica E

Dane sprężarki		I zmiana			II zmiana			III zmiana		
typ	wydajność w m <sup>3</sup> /godz powietrza nie sprężonego	pracuje	w rezerwie	obciążenie w %	pracuje	w rezerwie	obciążenie w %	pracuje	w rezerwie	obciążenie w %
B-300-2K	2400	1	—	85	1	—	67,5	1	—	71
jak wyżej	2400	1	—	85	1	—	67,5	—	1	—
jak wyżej	2400	—	1	—	—	1	—	—	1	—

Przy wyborze sprężarek należy uwzględnić wpływ na pracę sprężarek ciśnienia barometrycznego i temperatury najcieplejszego miesiąca w roku miejscowości, w której znajduje się stacja sprężarkowa [1 → 2].

Przy rozwiązywaniu zagadnienia wydajności sprężarek należy wyjść z założenia, że podczas wszystkich zmian powinny one pracować przy możliwie pełnym obciążeniu, a co tym idzie — przy wysokim współczynniku sprawności (patrz tablica E).

Przy wyborze liczby sprężarek należy na wypadek zatrzymania największej jednostki w celu przeprowadzenia remontu przewidzieć rezerwę dla zapewnienia zakładowi minimalnej ilości powietrza przez pozostałe sprężarki.

Współczynnik rezerwy,  $\eta_{rez}$  stacji sprężarek zależy od wydajności poszczególnych maszyn. Wartość jego obiera się w ten sposób, aby zapewnić dopływ powietrza do tych odbiorników, dla których przerwa w dostawie powietrza jest niedopuszczalna. Współczynnik ten zazwyczaj przyjmuje się w granicach 75 ÷ 90%, według stosunku:

$$\eta_{rez} = \frac{Q_i - Q_w}{Q_{obl}} \cdot 100\%$$

gdzie  $Q_i$  — wydajność wszystkich zainstalowanych sprężarek w m<sup>3</sup>/godz powietrza w warunkach normalnych,  $Q_w$  — wydajność największej sprężarki w m<sup>3</sup>/godz powietrza w warunkach normalnych,  $Q_{obl}$  — obliczeniowa wydajność stacji sprężarek w m<sup>3</sup>/godz powietrza w warunkach normalnych.

Program pracy stacji sprężarek projektuje się według tablicy E.

### ZUŻYCIE ENERGII PRZEZ SPRĘŻARKI

Tablice 31 i 32 zawierają dane odnoszące się do jednostkowego zużycia energii mierzonego na wale sprężarki.

Tablica 31

Jednostkowe zużycie energii na wale sprężarek tłokowych

Typ sprężarki	Ciśnienie robocze w at n	Zużycie energii na wale sprężarki w kWh i m <sup>3</sup> /godz.
Jednostopniowa	7	0,08 ÷ 0,101
Dwustopniowa	7	0,077 ÷ 0,088
Dwustopniowa	8	0,08 ÷ 0,095

W tablicy 33 podane jest jednostkowe zużycie energii elektrycznej mierzone na zaciskach silników elektrycznych, napędzających sprężarki o ciśnieniu roboczym 6 at n [13].

Tablica 34 zawiera dane odnoszące się do jednostkowego zużycia pary o 16 at n i 350°C przy temperaturze wody chłodzącej 27°C i przy sprężaniu powietrza do 6 at n w sprężarkach o napędzie parowym.

Tablica 32

Jednostkowe zużycie energii na wale sprężarek przy ciśnieniu roboczym 6 at n

Typ sprężarki	Wydajność sprężarki w m <sup>3</sup> /godz								
	100	200	500	1000	2000	5000	10000	20000	50000
	Zużycie energii w kWh/10m <sup>3</sup>								
Sprężarki tłokowe	0,98	0,91	0,85	0,83	0,8	0,78	0,17	0,76	—
Sprężarki odśrodkowe	—	—	—	1,77	1,26	1,02	0,91	0,86	0,82

Tablica 33

Jednostkowe zużycie energii na zaciskach silników elektrycznych

Typ sprężarki	Wydajność sprężarki w m <sup>3</sup> /godz								
	100	200	500	1000	2000	5000	10000	20000	50000
	Zużycie energii w kWh/10 m <sup>3</sup>								
Sprężarki tłokowe	1,17	1,08	1,00	0,95	0,91	0,86	0,84	0,83	—
Sprężarki odśrodkowe	—	—	—	2,00	1,42	1,13	1,00	0,91	0,85

Tablica 34

Jednostkowe zużycie pary na 1 kWh i na 1 m<sup>3</sup> powietrza

Rodzaj napędu	Jednostka	Zużycie pary przy wydajności sprężarki w m <sup>3</sup> /godz					
		1000	2000	5000	10000	20000	50000
Maszyna parowa tłokowa	kg/kWh kg/m <sup>3</sup>	7,4 0,61	6,5 0,52	6,2 0,48	6,0 0,46	5,9 0,45	—
Turbina parowa	kg/kWh kg/m <sup>3</sup>	10,1 1,8	7,7 0,97	6,6 0,67	6,0 0,55	5,5 0,47	5,0 0,41



Przy innych parametrach, jednostkowe zużycie pary odpowiednio zmienia się. W przypadku napędu sprężarek odśrodkowych turbinami na parę odlotową zużycie jednostkowe pary podwyższa się do  $1,2 \div 2 \text{ kg/m}^3$  powietrza w warunkach normalnych.

Tabela 35

#### Moc napędu parowego dla sprężarek o różnej wydajności

Rodzaj zespołu	Moc napędu parowego w kW przy wydajności sprężarki w m <sup>3</sup> /godz					
	1000	2000	5000	10000	20000	50000
Maszyna parowa ze sprężarką łokową	83	160	390	770	1520	3800
Turbina parowa ze sprężarką odśrodkową	177	252	510	910	1720	4100

W tabelicy 35 podana jest moc na wale napędu parowego sprężarek przy  $P = 6$  at n [13].

#### NAPĘD SPRĘŻAREK

Napęd elektryczny. Przy wyborze napięcia roboczego i liczby obrotów silnika elektrycznego należy kierować się następującymi względami.

Najkorzystniejsze jest zainstalowanie silnika o napięciu równym napięciu robocznemu sieci rozdzielczej wysokiego napięcia zakładu.

Instalowanie silnika na napięcie 380/220 V o mocy przekraczającej 200 kW nie jest korzystne wobec znacznego powiększenia zużycia miedzi, dodatkowych strat energii w transformatorze i zwiększenia mocy transformatorów.

Wybór ilości obrotów silnika korzystnie jest wykonywać w ten sposób, by uwzględnić możliwość bezpośredniego połączenia sprężarki z silnikiem. Wszelkie napędy pośrednie związane są ze zmniejszeniem pewności ruchu, stratą energii, wzrostem kosztów eksploatacyjnych i zwiększeniem wymiarów siłowni.

Moc silnika elektrycznego jest zazwyczaj wybierana przez zakład wyrabiający sprężarki z uwzględnieniem pewnego zapasu.

Jeśli istnieje możliwość zastosowania silnika synchronicznego z  $\cos \varphi = 1$  albo  $\cos \varphi = 0,8$  pojemnościowym, należy pod warunkiem sprawdzenia gospodarczej celowości takiego wyboru dać pierwszeństwo temu właśnie typowi silnika. Zainstalowanie silnika synchronicznego sprzyja poprawieniu  $\cos \varphi$  sieci zakładowej, zwiększa wykorzystanie kabli, transformatorów i generatorów elektrowni. Silnik synchroniczny wraz z przyrządami do rozruchu jest jednak kosztowniejszy niż asynchroniczny. Silniki synchroniczne producenci zaopatrują w uzwojenie zwarte i przyrządy służące do samoczynnego rozruchu asynchronicznego.

Napęd za pomocą turbin parowych. Jeśli zakład posiada własną elektrownię parową, korzystne jest stosowanie napędu za pomocą turbin parowych. Wybór typu turbin i parametrów pary przeprowadza się zależnie od schematu cieplnego zakładu. Na podstawie ogólnozakładowego bilansu pary o różnych parametrach wybiera się parametry pary pobieranej albo przeciwcisnienia turbin do napędu sprężarek.

W celu zapewnienia rezerwy korzystne jest jednoczesne stosowanie sprężarek o napędzie parowym tłokowym, turbinowym i elektrycznym. Jako przykład można podać elektrownię ciepłą pewnego dużego zakładu budowy pa-

rowozów, gdzie przy zapotrzebowaniu 50 000 m<sup>3</sup>/godz powietrza w warunkach normalnych zainstalowano dwie sprężarki odśrodkowe każda o wydajności 25 000 m<sup>3</sup>/godz, napędzane turbinami parowymi i jedną sprężarkę odśrodkową o wydajności 25 000 m<sup>3</sup>/godz, napędzaną silnikiem synchronicznym 6000 V.

#### WYBÓR MIEJSCA DLA STACJI SPRĘŻAREK

Przy projektowaniu należy dążyć do skupiania urządzeń sprężarkowych zakładu w jednym miejscu, ponieważ rozproszenie pociąga za sobą wzrost kosztów eksploatacji i remontu sprężarek, utrudnia nadzór nad nimi oraz powiększa koszty inwestycyjne.

Centralną stację sprężarek należy umieszczać w pobliżu:

a. najważniejszych odbiorów sprężonego powietrza, odlewni, oddziałów konstrukcji metalowych, kuźni (te ostatnie w przypadku posiadania zainstalowanych młotów pneumatycznych);

b. miejsc, gdzie łatwy jest pobór czystego powietrza, tj. zdale od miejsc, gdzie wydzielają się gazy, kurz itd.;

c. dużych węzłów zasilania elektrycznego zakładu w celu zmniejszenia kosztów doprowadzeń elektrycznych.

W niektórych przypadkach korzystne jest przewidzieć stację sprężarkową we wspólnym budynku z rozdzielnicą albo ze stacją z szynami zbiorczymi.

Sprężarki odśrodkowe z napędem parowym instaluje się zazwyczaj w siłowni elektrowni ciepłej zakładu.

#### UKŁAD PRZEWODÓW POWIETRZNYCH I ZASADNICZE ELEMENTY STACJI SPRĘŻAREK

##### UKŁAD PRZEWODÓW POWIETRZNYCH

Układ przewodów powietrznych urządzenia sprężarkowego powinien być jak najprostszy. Rurociągi powietrzne pierścieniowe, podwójne i przesyłowe, jako stacyjne linie magistralne, podwyższają koszty i nierzadko obniżają pewność ruchu stacji sprężarek.

Kolejność przepływu powietrza w urządzeniach ze sprężarkami tłokowymi:

- filtr powietrzny,
- przewód ssący,
- sprężarka,
- chłodnica wylotowa,
- odoliwiacz-odwadniacz,
- zawór zwrotny,
- zbiornik powietrza,
- zawór przelotowy,
- rurociąg sprężonego powietrza.

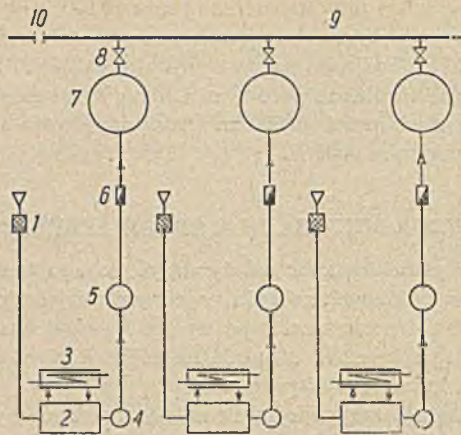
Przy sprężarkach odśrodkowych nie instaluje się chłodnic końcowych, odwadniaczy i zbiorników powietrza.

Na przewodzie powietrznym między sprężarką a zbiornikiem powietrza nie należy stawiać zaworu przelotowego. Jeżeli jednak zawór przelotowy istnieje, to między nim i sprężarką należy ustawić zawór bezpieczeństwa.

W odniesieniu do napędu i przewodów powietrznych każda sprężarka powinna być całkowicie niezależna od innych. Należy również dawać pierwszeństwo osobnym dla każdej sprężarki filtrom powietrznym, chłodnicom wylotowym i zbiornikom powietrza.

Schemat ideowy przewodów powietrznych stacji sprężarek podano na rys. 22.





Rys. 22. Schemat przewodów powietrznych stacji sprężarek: 1 — filtr do oczyszczania powietrza; 2 — sprężarka tłokowa; 3 — chłodnica międzystopniowa; 4 — zbiornik powietrza; 5 — chłodnica wylotowa; 6 — zawór zwrotny; 7 — zbiornik powietrza; 8 — zawór; 9 — główny przewód powietrzny; 10 — kryza miernicza.

### PODSTAWOWE ELEMENTY STACJI SPRĘŻARKOWEJ

**Filtr powietrzny.** Pobieranie powietrza powinno być dokonywane z zewnątrz, z miejsc zacienionych i jak najmniej zanieczyszczonych. Należy zapobiec przedostawianiu się wody i zanieczyszczeń do zasysanego powietrza przez ustawienie daszków i siatek. Bezwzględnie konieczne jest instalowanie filtrów powietrznych na przewodach zasysających w miejscu poboru powietrza.

Przy znacznych ilościach powietrza budowa komór osadnikowych (osadników pyłu) jest kłopotliwa wobec zbyt wielkich ich rozmiarów.

Wszystkie urządzenia oczyszczające powietrze od pyłu na sucho są niebezpieczne ze względu na możliwość wybuchu. Dlatego należy je zaopatrywać w urządzenia przeciwpożarowe na wypadek samozapalenia się pyłu i w zawór zabezpieczający w razie wybuchu. W stacjach sprężarkowych do urządzeń pneumatycznych nie stosuje się mokrego oczyszczania powietrza. Dla stacji sprężarkowej najbardziej celowe jest stosowanie filtrów olejowych, składających się z kompletu skrzynek o wymiarach  $500 \times 500$  mm. Odstęp między dwoma siatkowymi ściankami skrzynki zapewnia się pierścieniami Raschinga (rurki o średnicy  $7 \div 10$  mm o wysokości  $5 \div 10$  mm). Powierzchnię pierścieni pokrywa się olejem filtrowym.

Na każde  $15 \div 20$  m<sup>3</sup>/min powietrza w warunkach normalnych ustawia się jedną skrzynkę. Filtry oblicza się na maksymalną szybkość przepływu powietrza, która nie powinna przekraczać  $1 \div 1,3$  m/sek, co odpowiada przepływowi około 4000 m<sup>3</sup>/godz powietrza w warunkach normalnych przez powierzchnię filtru o powierzchni 1 m<sup>2</sup> lub przepływowi 1000 m<sup>3</sup>/godz przez jedną skrzynkę.

Stosunek największej szybkości przepływu powietrza przez filtry do średniej szybkości wyraża się następującymi liczbami: sprężarki tłokowe jednostopniowe jednocylindrowe — 3,14; dwustopniowe jednocylindrowe — 1,57; dwustopniowe dwucylindrowe — 1,15; wielostopniowe obrotowe i odśrodkowe — 1,00.

Pożądane jest ustawienie filtrów indywidualnych, ponieważ uzyskuje się przez to pełną niezależność każdego zespołu od innych i daje możliwość wykonania prostych i krótkich ssących przewodów powietrznych.

Opór filtrów olejowych dochodzi do 10 mm H<sub>2</sub>O. Opór 1 m<sup>2</sup> powierzchni filtru, przy przechodzeniu przez filtr 2000 m<sup>3</sup>/godz powietrza w warunkach normalnych daje 2 mm H<sub>2</sub>O i odpowiednio: przy 3000 m<sup>3</sup>/godz — 4 mm H<sub>2</sub>O; 4000 m<sup>3</sup>/godz — 6 mm H<sub>2</sub>O; 5000 m<sup>3</sup>/godz — 7 mm H<sub>2</sub>O.

**Przewód powietrzny ssący.** Pożądane jest, aby długość przewodów ssących przy sprężarkach tłokowych nie przekraczała  $10 \div 12$  m, przy sprężarkach odśrodkowych — 15 m. W przypadku znacznej długości przewodów powietrznych zaleca się przy lejku ssącym sprężarki tłokowej postawić zbiornik równy co do objętości cylindrowi niskiego ciśnienia.

Przewody powinny przebiegać możliwie w linii prostej. Zagięcia, jeśli są one konieczne, powinny być wykonane łukami o promieniu  $R = (2,5 \div 3) d$ .

W pobliżu przewodu powietrznego nie powinno być przewodów parowych, rurociągów powietrznych ciśnieniowych i innych obiektów wydzielających ciepło.

Szybkość powietrza w przewodzie ssącym wynosi  $10 \div 12$  m/sek.

Regulator ssania na przewodzie ssącym sprężarki odśrodkowej powinien być umieszczony możliwie blisko lejka ssącego.

Rura między regulatorem ssania i lejkiem ssącym musi być obliczona na pracę w próżni przy zamkniętym regulatorem ssania.

**Chłodnica wylotowa.** Oprócz chłodnicy międzystopniowej dobrze jest między cylindrem wysokiego ciśnienia i zbiornikiem powietrza wstawić chłodnicę wylotową dla oddzielania i kondensacji znajdujących się w sprężonym powietrzu pary wodnej i oleju.

Powierzchnię chłodnicy wylotowej w m<sup>2</sup> (oddającą ciepło, tj. od strony powietrza) określa się według wzoru:

$$F = \frac{1,15 G (t_1 - t_2) C_p}{k \Delta t_{cp}} \text{ m}^2$$

gdzie:  $G$  — ilość ochładzanego powietrza w kg/godz,  $t_1$  i  $t_2$  — temperatura powietrza przy wejściu i wyjściu z chłodnicy w °C (dla normalnych warunków pracy sprężarki  $t_1 = 140 \div 150$ °C);  $C_p$  — ciepło właściwe powietrza, równe 0,24 kcal/kg °C;  $k$  — ogólny współczynnik przewodnictwa ciepła z powietrza do wody; współczynnik 1,15 uwzględnia ciepło potrzebne dla skroplenia pary wodnej, znajdującej się w powietrzu:

$$\Delta t_{cp} = \frac{(t_1 - t_{w2}) - (t_2 - t_{w1})}{\lg \frac{t_1 - t_{w2}}{t_2 - t_{w1}}}$$

We wzorze tym  $t_{w1}$  i  $t_{w2}$  oznaczają temperatury wody przy wejściu i wyjściu z chłodnicy;  $t_2 = 20 \div 25$ °C.

Ilość potrzebnej wody chłodzącej w m<sup>3</sup>/godz określa się ze wzoru:

$$Q = \frac{1,15 G (t_1 - t_2) C_p}{t_{w2} - t_{w1}}$$

Nie należy przewidywać zaworu obejściowego w przewodzie powietrznym od ominięcia końcowej chłodnicy.

W tablicy 36 podane są dane techniczne chłodnic wylotowych typu pionowego dla sprężarek o ciśnieniu na wylocie od 4—6 at n.



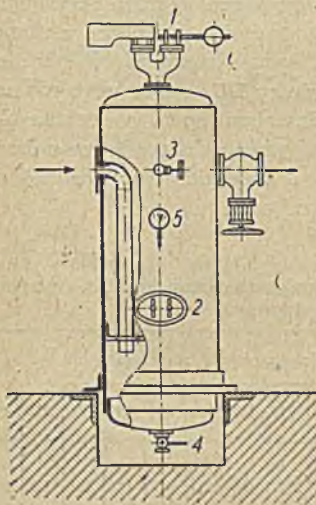
Tablica 36

**Chłodnice wylotowe pionowe dla sprężarek o końcowym sprężeniu 4 — 6 at n według danych Chicago Pneumatic Tool Company**

Wydajność sprężarki dwustopniowej w m <sup>3</sup> /min	Powierzchnia chłodząca chłodnicy w m <sup>2</sup>	Średnica króćca w mm	
		dla powietrza	dla wody
7,5 — 9	4,3	75	13
13 — 15	6,8	87	25
29 — 35	15,7	125	32
33 — 40	18	150	
56 — 65	30	200	37
100 — 120	54	250	50

**Zbiornik powietrza.** Zbiornik powietrza przeznaczony jest do wyrównania ciśnienia w przewodach powietrznych i zmniejszania okresowych pulsacji, wywoływanych pracą sprężarek tłokowych, a także do dodatkowego oddzielania oleju i wody od powietrza.

Zbiorniki powietrzne ustawia się na fundamentach w pobliżu stacji sprężarek na otwartym powietrzu. Ustawienie zbiornika w specjalnym zamkniętym pomieszczeniu dozwolone jest za specjalnym zezwoleniem technicznej inspekcji i straży ogniowej<sup>1)</sup>. Każdy zbiornik powinien być zaopatrzony w odwadniacz na przewodzie doprowadzającym.



Rys. 23. Zbiornik powietrza: 1 — zawór bezpieczeństwa; 2 — włącznik; 3 — kurek do przedmuchiwania; 4 — zawór spustowy; 5 — manometr.

Wszystkie zbiorniki powietrzne pod względem budowy i ustawienia powinny odpowiadać przepisom o urządzeniach i naczyniach pracujących pod ciśnieniem wyższym od atmosferycznego [7].

<sup>1)</sup> W Polsce zezwolenia te wydaje Stowarzyszenie Dozoru Kocioł.

Objętość zbiornika powietrznego można określić w zależności od minutowej wydajności sprężarki na podstawie następujących zależności ustalonych doświadczalnie:

Wydajność sprężarki Q w mm <sup>3</sup> /min	Objętość zbiornika powietrza w m <sup>3</sup>
Do 15	Od $0,5 \sqrt{10 Q}$ do $0,6 Q$
Od 15 do 30	„ $0,5 \sqrt{10 Q}$ do $\sqrt{5 Q}$
Powyżej 30 do 100	„ $0,5 \sqrt{10 Q}$ do $\sqrt[3]{60 Q}$

Obliczenie pojemności zbiorników powietrza patrz: Literatura i źródła [4].

Zazwyczaj wysokość zbiornika powietrza przyjmuje się  $h = 2 + 2,7d$ , gdzie  $d$  — średnica zbiornika. Na rys. 23 podany jest widok zbiornika powietrznego.

**Zawór bezpieczeństwa.** Zawór bezpieczeństwa oblicza się według szybkości krytycznej przepływu powietrza:  $v_{kr} = 18,3 T$  m/sek, gdzie  $T$  — temperatura bezwzględna powietrza.

### HALA MASZYN STACJI SPRĘŻAREK

Sprężarki o wydajności 15 m<sup>3</sup>/min i większej, z wyjątkiem sprężarek umieszczonych w halach siłowni, należy ustawiać (wraz z silnikami) w budynkach parterowych, oddzielonych od pomieszczeń wytwórczych, bezpiecznych od ognia. Przykładowe wymiary hal maszyn podane są w tablicy 42.

Przy projektowaniu należy zawsze przewidzieć możliwość rozbudowy stacji sprężarek.

Jeśli sprężarki napędzane są silnikami wysokonapięciowymi, obok hali maszyn stacji sprężarek buduje się rozdzielnie wysokiego napięcia z celkami głównych i pomocniczych wyłączników olejowych autotransformatorów albo dławików, w przypadku zastosowania silników synchronicznych. Pomieszczenie rozdzielni ustala się od strony „stałego” szczytu lub równoległe do kierunku dłuższego boku hali maszyn.

Tablice rozdzielcze z napędami wyłączników olejowych umieszcza się w hali maszyn. Tablice sterowania zdalnego rozruchu silników synchronicznych ustawia się na hali, w pobliżu odpowiednich sprężarek.

Należy przewidzieć zainstalowanie w hali maszyn suwnicy o napędzie ręcznym i nośności odpowiadającej największemu ciężarowi części zespołu (zwykle — wirnika silnika) oraz podest montażowy.

Przewody powietrzne (w obrębie stacji sprężarek, zewnętrzne i w pomieszczeniach oddziałów).

### PRZEWODY POWIETRZNE

Szybkość powietrza w przewodzie ciśnieniowym wynosić powinna 15 ÷ 25 m/sek (nie więcej niż 30 m/sek). Przy obliczeniu szybkości przepływu powietrza w przewodach należy uwzględnić temperaturę; ma to specjalne znaczenie dla odcinka przewodów między sprężarką a chłodnicą wylotową. Dla ograniczenia spadku ciśnienia w przewodzie szybkość powietrza może być obniżona do 8 ÷ 12 m/sek (ustala się go na podstawie obliczeń). Rury do przewodów sieci rurociągów powietrznych należy wybierać według normy OST 18828-39 (średnice 10 ÷ 70 mm) GOST 301-41, (średnica 70 ÷ 1400 mm), OST 12870-39 (średnica 400 ÷ 900 mm). Rury łączy się między sobą za pomocą spawania; połączenia kołnierzone wykonuje się tylko w miejscach przyłączenia armatury.

W celu usunięcia wody skraplającej się w przewodach powietrznych należy przewidzieć zawory spustowe.



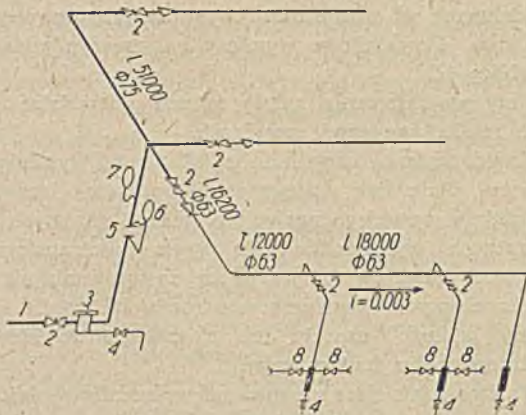
Przy przechodzeniu przewodów powietrznych w pobliżu powierzchni wydzielających ciepło należy zabezpieczyć powietrze przed nagrzewaniem się.

Nachylenie przewodów powietrznych przyjmuje się ze spadkiem  $0,0025 \div 0,004$  w kierunku ruchu powietrza.

W najniższych punktach przewodów ustawia się najprostsze odolnizacze i odwadniacze, a także zawory spustowe i przedmuchowe. Przyłączanie odgałęzień od głównego przewodu w celu uniknięcia przedostawania się wody wykonuje się od góry, przeważnie pod ostrym kątem.

Zewnętrzne przewody powietrzne układa się we wspólnych kanałach podziemnych z innymi przewodami energetycznymi, przewodami parowymi, gorącej wody itd. Zasuwy, odolnizacze-odwadniacze i urządzenia spustowe umieszcza się w studzienkach. Należy przewidzieć kompensację rozszerzania przewodów pod wpływem ciepła, szczególnie na odcinkach rurociągów bezpośrednio przy sprężarkach.

Na odejściach do oddziałów produkcyjnych ustawia się: zasuwę, oddzielnik wody, manometr oraz licznik przepływu powietrza (dla obliczenia zużycia powietrza przez oddział) — rys. 24.



Rys. 24. Schemat rurociągów powietrznych w wydziale produkcyjnym: 1 — doprowadzenie przewodu powietrznego, 2 — zawory, 3 — oddzielnik wody i oleju; 4 — zawór spustowy do wody; 5 — kryza miernicza; 6 — licznik ilości powietrza, 7 — manometr, 8 — zawory i nakrętki do przyłączania węży do odbiorników powietrznych.

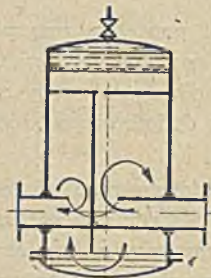
Dla wydziałów, pobierających znaczne ilości powietrza, przy nierównomiernym zapotrzebowaniu, szczególnie zaś przy znacznej odległości od stacji sprężarek, ustawia się na zewnątrz budynku zbiorniki powietrza odpowiedniej pojemności (patrz tablica 29).

Wewnętrzne przewody powietrzne prowadzi się po filarach budynku lub w kanałach podłogi. Na przewodach, w miejscach dostępnych dla obsługi, należy ustawiać zasuwy (ustawianie zaworów jest niepożądane, ponieważ powodują one duże spadki ciśnienia powietrza). Najkorzystniejsza konfiguracja przewodów zewnętrznych i wewnętrznych jest pierścieniowa, jeżeli to nie wywołuje znacznego podwyższenia kosztów urządzenia. Odgałęzienia dla małych ilości powietrza wykonuje się rurami gazowymi o średnicy nie mniejszej niż 25 mm. Na rysunku 25 pokazano odwadniacz, jaki bywa montowany na przewodzie przy prowadzeniu go do wydziału produkcyjnego.

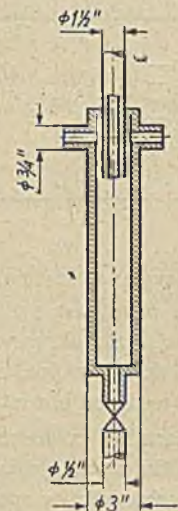
Na rysunku 26 pokazany jest odwadniacz końcowy, ustawiony na wysokości 1300 mm od podłogi na końcu rurociągu doprowadzającego powietrze do odbiorników.

Obliczenie przewodów powietrznych przeprowadza się na podstawie schematu oraz największych obciążeń poszczególnych odcinków; średnice odcinków określa się na podstawie przyjętych szybkości i spadku ciśnienia. Całkowity spadek ciśnienia od sprężarki do najdalszego odbiornika nie powinien przekraczać  $5 \div 8\%$  ciśnienia roboczego.

Spadki ciśnienia wywołane oporami skupionymi (w armaturze, trójnikach itd.) uwzględnia się przez określenie równoważnej długości, którą przy obliczaniu średnic dodaje się do długości prostych odcinków rurociągu powietrznego.



Rys. 25. Oddzielnik wody i oleju.



Rys. 26. Końcowy oddzielnik wody.

W tablicy 37 dla prostych rurociągów o różnych średnicach podano długości równoważne oporom skupionym.

Przy obliczaniu rurociągów można korzystać z nomogramu na rys. 27. Przykład. Należy określić spadek ciśnienia w rurociągu o średnicy 125 mm, którego równoważna długość (z uwzględnieniem oporów skupionych) wynosi 600 m. Przez rurociąg przechodzi powietrze o średnim ciśnieniu 7,5 at n i o objętości (sprawdzonej do warunków normalnych)  $40 \text{ m}^3/\text{min}$ .

Tablica 37

Długość rurociągu prostego w m równoważna oporowi skupionemu

Rodzaj oporu skupionego (armatury i kształtki przewodu powietrznego)	Średnica wewnętrzna rurociągu w mm										
	25	50	80	100	125	150	200	250	300	350	400
Zawór przelotowy zaporowy	6	15	25	35	50	60	65	100	140	170	200
Zawór kątowy zaporowy	3	7	11	15	20	25	35	50	60	70	85
Zasuwa	0,3	0,7	1	1,5	2	2,5	3,5	5	6	7	8,5
Kołano normalne	0,2	0,4	0,7	1	1,4	1,7	2,4	3,2	4	5	6
Trójnik	2	4	7	10	14	17	25	32	40	50	60
Zwężka	0,5	1	3	2,5	3,5	4	6	8	10	12	15

Według nomogramu znajdujemy, że spadek ciśnienia na 1 m wynosi  $0,00044 \text{ kG/cm}^2$ , stąd spadek ciśnienia na 600 m:

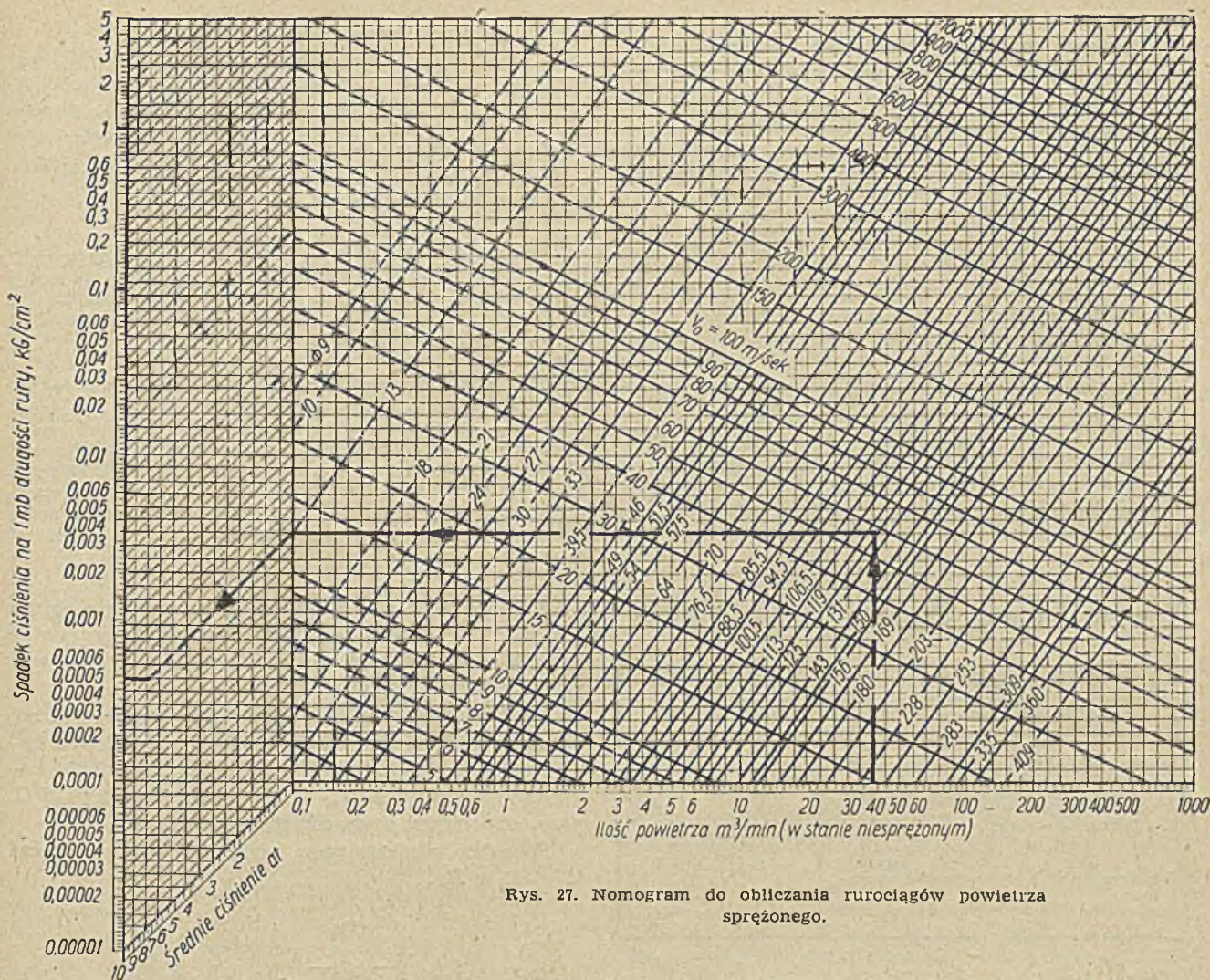
$$\Delta p = 0,00044 \cdot 600 = 0,264 \text{ kG/cm}^2$$

Według nomogramu szybkość powietrza w warunkach normalnych  $v = 53 \text{ m/sec}$ . Szybkość sprężonego powietrza (przy średnim ciśnieniu)  $p = 7,5 \text{ at n}$  wynosi:

$$v = v_0 \frac{1,033}{p} = 53 \frac{1,033}{7,5} = 7,3 \text{ m/sec}$$

Orientacyjnie można określać średnicę rury według danych tablicy 38 zestawionych dla ciśnienia początko-





Rys. 27. Nomogram do obliczania rurociągów powietrza sprężonego.

Ustalenie średnicy rurociągów powietrznych

Zużycie powietrza niesprężonego w m³/min	Długość rurociągu powietrznego w m					
	25	50	100	300	500	1000
	Średnica wewnętrzna rurociągu powietrznego w mm					
1	20	25	25	33	37	43
2	33	33	37	43	46	52
5	37	40	46	58	64	76
10	46	52	58	76	82	100
15	52	64	70	88	94	119
20	58	70	82	100	113	131
25	64	76	88	106	119	137
50	82	94	106	131	143	169
100	105	119	137	176	192	228
200	137	162	180	228	253	290

wego w sieci 6 at n i spadku ciśnienia 0,1 kg/cm² przy przepływie powietrza przez odcinki proste oraz za pomocą tablicy 39.

Dla orientacyjnego określenia średnicy krótkich przewodów powietrznych w zależności od zużycia powietrza w warunkach normalnych przy ciśnieniu 3—8 at n może służyć tablica 40.

ZAOPATRZENIE STACJI SPRĘŻAREK W WODĘ

Potrzebna ilość wody chłodzącej dla sprężarek powinna być podana przez zakład, który je wyprodukował.

Tablica 39

Spadek ciśnienia w kg/cm² na 100 m prostego rurociągu przy 6 at n ciśnienia końcowego

Zużycie powietrza niesprężonego w m³/min	Średnica rur w mm										
	20	25	32	40	50	60	70	80	90	100	125
0,5	0,1	0,04	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1	0,4	0,1	0,04	—	—	—	—	—	—	—	—
2	1,5	0,5	0,2	0,04	—	—	—	—	—	—	—
5	—	2,5	0,8	0,3	0,08	0,03	—	—	—	—	—
10	—	—	3	0,9	0,3	0,10	0,05	0,03	—	—	—
15	—	—	—	1,8	0,6	0,2	0,1	0,05	0,03	—	—
20	—	—	—	3,2	1,0	0,4	0,2	0,09	0,05	0,03	—
25	—	—	—	—	1,5	0,6	0,3	0,15	0,07	0,05	—
30	—	—	—	—	2,1	0,8	0,4	0,2	0,1	0,07	0,02
40	—	—	—	—	3	1,4	0,6	0,4	0,2	0,11	0,04
50	—	—	—	—	—	2	1	0,5	0,3	0,17	0,06

Średnie jednostkowe zużycie wody chłodzącej przez dwucylindrowe sprężarki tłokowe na ciśnienie 8 at n wynosi na ochładzanie pokryw cylindrów i koszulek oraz dla chłodnicy międzystopniowej i odwadniacza w zależności od typu i wielkości sprężarki wynosi 4,5—5,8 l/m³, dla chłodnicy wylotowej — 2÷2,3 l/m³.

Średnie jednostkowe zużycie wody chłodzącej przez jednocylindrowe, dwustopniowe sprężarki tłokowe na ciśnienie 6÷7 at n wynosi 3,5 l/m³.



Tablica 40

## Ustalenie średnicy rurociągów powietrznych

Zużycie nie sprężonego powietrza w m <sup>3</sup> /godz	Średnica rurociągu powietrza sprężonego w mm
10 ÷ 30	15 ÷ 20
31 ÷ 60	20 ÷ 25
61 ÷ 100	25 ÷ 32
101 ÷ 200	32 ÷ 38
201 ÷ 400	38 ÷ 51
401 ÷ 700	51 ÷ 63
701 ÷ 1000	63 ÷ 76
1001 ÷ 1600	76 ÷ 89
1601 ÷ 2300	89 ÷ 102
2301 ÷ 3000	102 ÷ 114
3001 ÷ 4500	114 ÷ 127

Średnie jednostkowe zużycie wody chłodzącej przez sprężarki odśrodkowe na ciśnienie 7 ÷ 8 at n liczone na 1 m<sup>3</sup> powietrza w warunkach normalnych przy wydajności  $Q = 10\,000 \div 36\,000$  m<sup>3</sup>/godz wynosi 6 l, a przy  $Q > 36\,000$  m<sup>3</sup>/godz — 5 l.

Tablica 41

Zużycie wody przez sprężarki o wydajności 60 i 100 m<sup>3</sup>/min

Typ sprężarki	1—B	2—B
Wydajność w m <sup>3</sup> /min	60	100
Zużycie wody na:		
a. chłodzenie ścianek i pokryw...m <sup>3</sup> /godz	3,6	6
b. chłodnicę międzystopniową...m <sup>3</sup> /godz	14,4	21
c. chłodnicę olejową m <sup>3</sup> /godz	1,2	1,2
d. chłodnicę wylotową m <sup>3</sup> /godz	7,4	12,3
Razem	26,6	40,5
Zużycie wody na 1 m <sup>3</sup> powietrza niesprężonego	7,5	6,75
Powierzchnia chłodnicy międzystopniowej w m <sup>2</sup>	50	65

Tablica 41 zawiera dane co do zużycia wody przez sprężarki o wydajności 60 i 100 m<sup>3</sup>/min powietrza w warunkach normalnych.

Plaszcz chłodzący nie powinien znajdować się pod ciśnieniem sieci wodociągowej i powinien mieć możliwość lekkiego i całkowitego opróżnienia przez kurki spustowe (przy zatrzymaniu i przy niebezpieczeństwie zamrożenia wody).

Dopływ wody chłodzącej przyłącza się od dołu, odpływ — od góry. Zawór ustawia się tylko na rurze dopływowej.

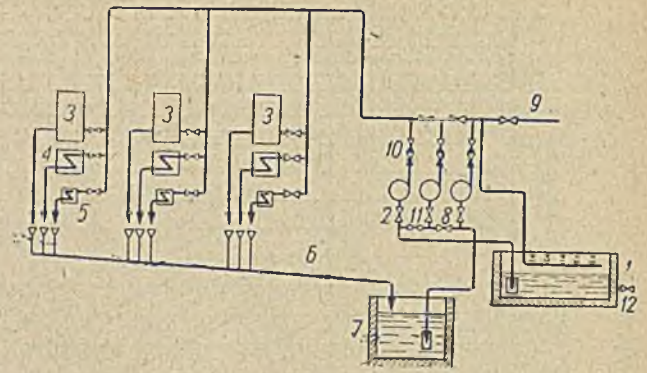
Wodę chłodzącą dla ułatwienia kontroli jej ilości i temperatury przy wyjściu wlewa się nie ujętym w rury (otwartym) strumieniem do przelewów zbiorczych rurociągu gorącej wody.

Celowe jest zastosowanie urządzenia sygnalizacyjnego działającego samoczynnie przy przerwie w dopływie wody chłodzącej.

W zależności od warunków zasilania zakładu wodą i od kosztu wody wybiera się otwarty lub zamknięty (krążący) system zasilania stacji sprężarek.

Przy wodzie o przejściowo wysokiej twardości należy stosować system zamknięty i utrzymywać możliwie niską temperaturę wody odpływowej.

Przy zamkniętym systemie zasilania wodą, w celu zmniejszenia kosztów i rozchodu materiałów, daje się pierwszeństwo zbiornikom rozpryskowym, jeżeli tylko do dyspozycji jest dostateczna przestrzeń do ich rozmieszczenia i zachowania odstępów koniecznych w związku z rozpylaniem wody.

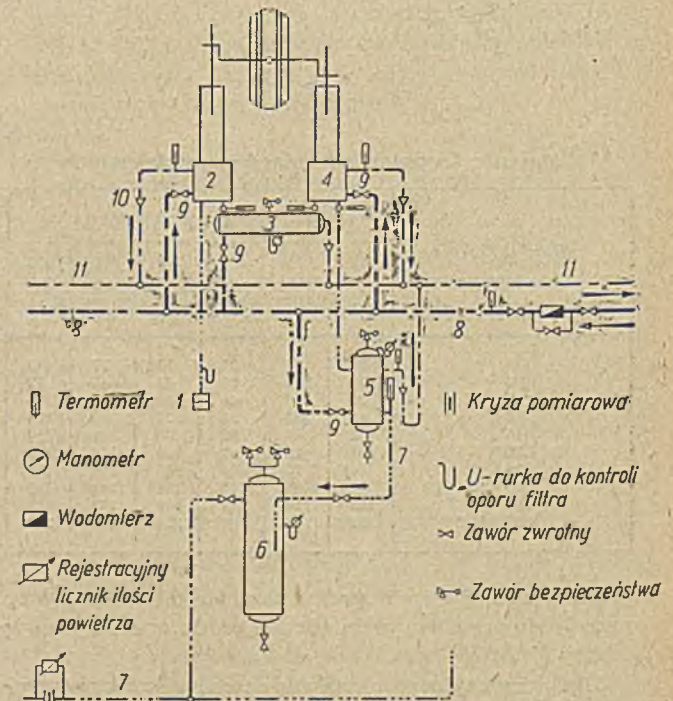


Rys. 28. Schemat zasilania wodą stacji sprężarek: 1 — chłodnica skraplaczowa; 2 — pompa wody chłodzącej; 3 — sprężarki; 4 — chłodnice międzystopniowe; 5 — chłodnica wylotowa; 6 — rurociąg odpływowy ze spadkiem; 7 — zbiornik ciepłej wody; 8 — pompa tłocząca ciepłą wodę do skraplaczy; 9 — rurociąg wody uzupełniającej; 10 — zawór zwrotny; 11 — pompa rezerwowa; 12 — rurociąg do opróżnienia i przedmuchiwania.

Godzinne zużycie świeżej wody dla uzupełnienia obiegu wynosi 4—5% ogólnej ilości wody obiegowej przy zastosowaniu chłodnic skraplaczowych oraz 6 ÷ 9% — przy zbiornikach rozpryskowych.

Zużycie wody dla uzupełnienia obiegu przy znacznej twardości wody (zawierającej wapń) może, wskutek konieczności przedmuchiwania, wzrosnąć o 15 ÷ 20%. Zazwyczaj przyjmuje się  $t_w - t_{wz} = \Delta t_{wt} = 10 \div 15^\circ\text{C}$ . przy temperaturze wody odpływowej 20 ÷ 25°C [4].

Potrzebne ciśnienie pomp praktycznie nie przekracza 15 ÷ 25 m H<sub>2</sub>O.



Rys. 29. Schemat rozmieszczenia przyrządów mierniczych: 1 — filtr powietrzny; 2 — cylinder niskiego ciśnienia; 3 — chłodnica międzystopniowa; 4 — cylinder wysokiego ciśnienia; 5 — chłodnica wylotowa; 6 — zbiornik powietrza; 7 — rurociąg sprężonego powietrza; 8 — przewód zbiorczy wody chłodzącej; 9 — zawory do regulacji ilości wody chłodzącej; 10 — przelew do ciepłej wody; 11 — przewód zbiorczy ciepłej wody.



Dla zabezpieczenia ciągłości zasilania wodą stacji sprężarkowej zarówno przy systemie otwartym, jak i zamkniętym należy przewidzieć pompę rezerwową. W ostatnim przypadku ustawia się wspólną pompę rezerwową do wody ochłodzonej i do wody gorącej, podawanej do urządzenia ochładzającego (rys. 28).

Tablica 42

## Dane techniczne stacji sprężarek

Wydajność stacji sprężarek powietrza nie sprężonego w m <sup>3</sup> /godz	Ilość sprężarek	Typ sprężarek	Wydajność sprężarki powietrza nie sprężonego w m <sup>3</sup> /godz	Moc silnika w kW	Wymiary silników w m.			Nośność suwnicy w t
					szerość	długość	wysokość do szyny jezdnej suwnicy	
1200	2	CA-8	10	75	9	9	5	1,5
1800	3				9	10	5	1,5
2400	4				9	10	5	1,5
2520	3	CB-8	14	90	9	10	5	1,5
3360	4				9	10	5	1,5
5400	3	2-250-2K	30	185	12	10	6	2
7200	4				12	24	6	2
7200	3	B-300-2K	40	250	12	18	6	2
9600	4				12	24	6	2

W przypadku niedostatecznie pewnego zasilania stacji sprężarkę w wodę należy przewidzieć zbiornik ciśnieniowy z 15 ÷ 20-minutowym zapasem wody.

## SMAROWANIE SPRĘŻAREK

Do smarowania sprężarek tłokowych stosuje się oleje sprężarkowe, do smarowania sprężarek odśrodkowych — oleje turbinowe.

Zużycie oleju w sprężarkach o ciśnieniu 6—7 at n wynosi 40 ÷ 50 g na 1000 m<sup>3</sup> powietrza w warunkach normalnych (łącznie ze smarowaniem zezwnętrznych części ruchomych 70—80 g na 1000 m<sup>3</sup>), w sprężarkach odśrodkowych — 5 ÷ 6 g na 1000 m<sup>3</sup>.

## PRZYRZĄDY POMIAROWO-KONTROLNE

Dla obrachunku i kontroli pracy stacji sprężarek ustawia się:

a. manometry sprężynowe na wszystkich stopniach sprężania, na przewodzie zbiorczym i na zbiornikach powietrza;

b. termometry z podziałką do 150 ÷ 200°C do pomiaru temperatury sprężonego powietrza i z podziałką do 100°C do pomiaru temperatury wody i zasysanego powietrza (patrz schemat rys. 29);

c. licznik zużycia powietrza z mechanizmem pływakowym, notujący ilość zużytego powietrza, napędzany mechanizmem zegarowym; przesłoną komorową ustawia się na odcinku długości 15 *d* (*d* — średnica rury), na którym nie ma oporów skupionych; kryza pomiarowa powinna być umieszczona w rurociągu głównym;

d. wodomierz Woltmana lub przesłona do pomiaru ilości wody chłodzącej;

e. ciągomierz typu Krela do kontroli pracy filtru olejowego.

Na stacji sprężarek ustawia się wodowskaz przy rezerwowym zbiorniku wody i urządzenie sygnalizacyjne, kontrolujące przepływ wody chłodzącej.

## KOSZT URZĄDZENIA I CHARAKTERYSTYKA MECHANICZNA STACJI SPRĘŻAREK

(dane radzieckie)

Koszt urządzenia stacji sprężarek tłokowych z zamkniętym systemem chłodzenia i ze zbiornikiem rozpryskowym (według danych projektu zakładów budowy maszyn ciężkich) wynosi w zależności od mocy stacji sprężarek 66 ÷ 120 rubli za 1 m<sup>3</sup>/godz wydajności wszystkich sprężarek.

Koszt 1 m<sup>3</sup> sprężonego powietrza o ciśnieniu 7 at n wynosi w niektórych przypadkach od 0,8 do 1 kopiejki w zależności od kosztów energii elektrycznej lub pary.

W tablicy 42 znajdują się dane zestawione z 9 stacji sprężarek tłokowych o napędzie elektrycznym, według założeń projektu zakładów budowy maszyn ciężkich.

## LITERATURA

- KISIELEW B. I.: Włisanje wysoty raspołożenija kompressora nad urownjem moria na jewo rabotu. ГИТИ 1940.
- KISIELEW B. I.: Násosy, kompressory, wozduchoduwki i wlentilatory. Metallurgizdat. 1943.
- KOSTOCZKIN B. I. i LACHOWSKIJ A. J.: Wozduchoduwnyje maszyny i stancji. Metallurgizdat. 1940.
- LEBIDIEW L. F.: Wozduszno-silowoje chozajstwo. Maszgiz. 1939.
- ŁOSIKOW B. W.: Smazka wozdusznych kompiessorow. Organlejt. OHTI 1937.
- POLIKOWSKIJ B. J., prof.: Wlentilatory, wozduchoduwki, kompiessory. Maszgiz. 1938.
- Prawila ustrojstwa, sodierzanja i obslużiwanja kompiessorow. Objazatelnoje postanowlenje BŁCPC ot 2/IV 1945.
- Energosnabženje zeleznodoroznyh użłow. t. II, Gosudarstwiennoje transportnoje z. -d. izd-wo. 1942.
- Katalogi zawoda pneumaticzeskich maszin „Pneumatik“.
- Nomogrammy dla rasczota truboprowodow czalowo wozducha. Giprotiazmasz, indeks Ш-В 3-2.
- Nomogrammy dla opredelenja koliczestwa tiepla wydielajemowo koniecznom ochładitiele kompiessorow. Giprotiazmasz. Indeks Ш-В 3-31.
- HAUSEN P.: Taschenbuch für Druckluft-Betrieb Herausgegeben von F. M. A. Pokorny.
- HINZ A.: Vergleich zwischen Kolben und Kreiselerdichtern. VDI. Zeitschrift. Nr 24. 1937.
- O. NEIL F. W.: Compressed Air Data Handbook of Pneumatic Engineering Practice. Compressed Air Magazine. 1934.



**PROJEKTOWANIE OGRZEWANIA, WIETRZENIA I OŚWIETLENIA ZAKŁADU  
PROJEKTOWANIE OGRZEWANIA I WIETRZENIA**

**PRZYBLIŻONE WSKAŹNIKI ZUŻYCIA CIEPŁA  
NA OGRZEWANIE I WIETRZENIE**

Tablica 2

Przy ustalaniu ogólnych danych o maksymalnym godzinowym zużyciu ciepła na ogrzewanie i wietrzenie dla całego zakładu należy posługiwać się tablicą 1 [49]<sup>1)</sup> i wzorem:

$$Q = 10^{-3} \cdot q (15 - t_z) V_{og} \text{ kcal/h}$$

gdzie:

$q$  — zużycie ciepła w kcal/h na 1000 m<sup>3</sup> budynku przy różnicy temperatur zewnętrznej i wewnętrznej równej 1°C,

$V_{og}$  — całkowita zewnętrzna kubatura budynku w m<sup>3</sup>,  
15°C — temperatura wewnątrz budynku, przyjęta do obliczeń,

$t_z$  — temperatura zewnętrzna obliczeniowa według tablicy 3.  
[34,37].

Przybliżone wskaźniki zużycia ciepła na ogrzewanie i wietrzenie podstawowych wydziałów w zakładach budowy maszyn (w kcal/h na 1 m<sup>3</sup> budynku przy różnicy temperatur wewnętrznej i zewnętrznej równej 1°C)

Tablica 1  
Przybliżone wskaźniki zużycia ciepła na ogrzewanie i wietrzenie dla zakładów budowy maszyn

Ogólna zewnętrzna kubatura budynków zakładu $V_{og}$ w m <sup>3</sup>	Zużycie ciepła $q$ na 1000 m <sup>3</sup> budynku przy różnicy temperatur równej 1°C w kcal/h
do 500 000	850
500 000 — 1 000 000	800
1 000 000 — 2 000 000	750
2 000 000 — 3 000 000	700
powyżej 3 000 000	650

Przy określaniu obliczeniowego maksymalnego zużycia ciepła na godzinę do ogrzewania i wietrzenia należy posługiwać się tablicą 2 [49] oraz następującym wzorem:

$$Q = q_o [(t_w - t_z) + q_w (t_w - t_z)] V \text{ kcal/h}$$

gdzie

$q_o$  i  $q_w$  — zużycie ciepła na ogrzewanie i wietrzenie na 1 m<sup>3</sup> budynku przy różnicy temperatur zewnętrznej i wewnętrznej równej 1°C,

$t_w$  — temperatura wewnątrz budynku,

$t_z$  — temperatura zewnętrzna obliczeniowa według tablicy 3,

$V$  — kubatura zewnętrzna budynku w m<sup>3</sup>.

Nr grupy wydziałowej	Nazwa i kubatura wydziału lub pomieszczenia w m <sup>3</sup>	Zużycie ciepła na	
		ogrzewanie $q_o$	wietrzenie $q_w$
1. Odlewnia żeliwa:	10 000 — 50 000	0,30 — 0,25	1,10 — 1,00
	50 000 — 100 000	0,25 — 0,22	1,00 — 0,90
	100 000 — 150 000	0,22 — 0,18	0,90 — 0,80
2. Odlewnie metali nieżelaznych:	5 000 — 10 000	0,40 — 0,35	2,5 — 2,00
	10 000 — 20 000	0,35 — 0,25	2,00 — 1,50
	20 000 — 30 000	0,25 — 0,20	1,50 — 1,20
3. Obróbka cieplna:	do 10 000	0,40 — 0,30	1,30 — 1,20
	10 000 — 30 000	0,30 — 0,25	1,20 — 1,00
	30 000 — 75 000	0,25 — 0,20	1,00 — 0,60
4. Kuźnie:	do 10 000	0,40 — 0,30	0,7 — 0,6
	10 000 — 50 000	0,30 — 0,25	0,6 — 0,5
	50 000 — 100 000	0,25 — 0,15	0,5 — 0,3
5. Obróbka mechaniczna, montaż oraz działy mechaniczne i ślusarskie narzędziowni:	5 000 — 10 000	0,55 — 0,45	0,40 — 0,25
	10 000 — 50 000	0,45 — 0,40	0,25 — 0,15
	50 000 — 100 000	0,40 — 0,38	0,15 — 0,12
	100 000 — 200 000	0,38 — 0,35	0,12 — 0,08
	6. Obróbka drewna:	do 5 000	0,60 — 0,55
5 000 — 10 000	0,55 — 0,45	0,50 — 0,45	
10 000 — 50 000	0,45 — 0,40	0,45 — 0,40	
7. Konstrukcje stalowe:	50 000 — 100 000	0,38 — 0,35	0,53 — 0,45
	100 000 — 150 000	0,35 — 0,30	0,45 — 0,35
8. Powlekanie metalami:	do 2 000	0,65 — 0,60	5,0 — 4,0
	2 000 — 5 000	0,60 — 0,55	4,0 — 3,0
	5 000 — 10 000	0,55 — 0,45	3,0 — 2,0
9. Remontowanie:	5 000 — 10 000	0,60 — 0,50	0,20 — 0,15
	10 000 — 20 000	0,50 — 0,45	0,15 — 0,10
10. Parowozownice:	do 5 000	0,70 — 0,65	0,40 — 0,30
	5 000 — 10 000	0,65 — 0,60	0,30 — 0,25
11. Magazyny modeli i magazyny główne:	1 000 — 2 000	0,80 — 0,70	—
	2 000 — 5 000	0,70 — 0,60	—
	5 000 — 10 000	0,60 — 0,45	—

Przy określaniu rocznego zużycia ciepła na ogrzewanie i wietrzenie należy posługiwać się następującym przybliżonym wzorem:

$$Q_{rocz} = \frac{0,857 n \cdot m [Q_o + Q_w] \cdot [t_w - t_{sr}] + Q_o n (24 - 0,857 m) [5 - t_{sr}]}{(t_w - t_z) \cdot 10^6} \text{ MKcal/rck}$$

1) Liczby ujęte [ ] oznaczają kolejny numer spisu literatury.



Tablica 2 (c. d.)

Nr grupy wydzielonej	Nazwa i kubatura wydzielu lub pomieszczenia w m <sup>3</sup>	Zużycie ciepła na	
		ogrzewanie $Q_o$	wietrzenie $Q_w$
12. Magazyny chemikaliów, farb itp.:	do 1 000	0,85 - 0,75	—
	1 000 - 2 000	0,75 - 0,65	—
	2 000 - 5 000	0,65 - 0,58	0,60 - 0,45
13. Pomieszczenia socjalne i administracyjno - pomocnicze:	500 - 1 000	0,60 - 0,45	—
	1 000 - 2 000	0,45 - 0,40	—
	2 000 - 5 000	0,40 - 0,33	0,14 - 0,12
	5 000 - 10 000	0,33 - 0,30	0,12 - 0,11
	10 000 - 20 000	0,30 - 0,25	0,11 - 0,10
14. Garaże:	1 000 - 2 000	0,75 - 0,70	—
	2 000 - 3 000	0,70 - 0,60	—
	3 000 - 5 000	0,60 - 0,55	0,90 - 0,70
	5 000 - 10 000	0,55 - 0,50	0,70 - 0,65
15. Remizy strażackie:	do 5 000	0,48 - 0,46	0,14 - 0,09
16. Laboratoria:	2 000 - 5 000	0,40 - 0,37	1,10 - 1,00
	5 000 - 10 000	0,37 - 0,35	1,00 - 0,95
	10 000 - 20 000	0,35 - 0,25	0,95 - 0,85
17. Biura główne:	do 5 000	0,45 - 0,43	0,12 - 0,09
18. Portiernie:	do 500	1,3 - 1,2	—
	500 - 2 000	1,2 - 1,7	—
	2 000 - 5 000	0,7 - 0,55	0,15 - 0,10
19. Stolówki:	2 500 - 5 000	0,45 - 0,35	0,90 - 0,70
	5 000 - 10 000	0,35 - 0,33	0,70 - 0,65
	powyżej 10 000	0,33 - 0,28	0,65 - 0,60
20. Polikliniki, ambulatoria:	5 000 - 10 000	0,40 - 0,36	0,20 - 0,25
	10 000 - 15 000	0,36 - 0,32	0,25 - 0,23
	powyżej 15 000	0,32 - 0,27	0,23 - 0,22
21. Koszary i pomieszczenia straży zakładu:	5 000 - 10 000	0,38 - 0,33	—
	10 000 - 15 000	0,33 - 0,31	—

- U w a g i:
1. Kubaturę budynków należy przyjmować według wymiarów zewnętrznych.
  2. Dla wydzielów obróbki cieplnej uwzględniono ciepło wydzielające się przy produkcji.
  3. Dla stalowni wskaźniki zużycia ciepła na ogrzewanie i wietrzenie otrzymuje się mnożąc wskaźniki zużycia „odlewni żeliwa” przez współczynnik 0,85.
  4. Przy wydzielaniu się produktów spalania bezpośrednio na halę wskaźniki zużycia ciepła na wietrzenie wydzielów obróbki cieplnej i wydzielów kuźniczych należy pomnożyć przez współczynnik 0,5.
  5. Dla wydzielów obróbki mechanicznej, ślusarskich, montażowych i narzędziowych, rozmieszczonych we wspólnej hali łącznie z ich oddziałami (wydzielającymi szkodliwe dla zdrowia gazy) jak hariołowne, kuźnie, spawalnic, itp., należy wskaźniki zużycia ciepła na wietrzenie według grupy 5 pomnożyć przez współczynnik 2,0.
  6. Zakładając wskaźniki zużycia ciepła na wietrzenie dla grup wydzielowych  $1 \div 10$  należy przyjmować  $t_z$  jako temperaturę zewnętrzną obliczeniową w okresie zimowym dla ogrzewania; w pozostałych przypadkach należy przyjmować  $t_z$  jako temperaturę zewnętrzną obliczeniową w okresie zimowym dla wietrzenia.

gdzie:

- $Q_o$  — obliczeniowe maksymalne zużycie ciepła na ogrzewanie w kcal/h,  
 $Q_w$  — obliczeniowe maksymalne zużycie ciepła na wietrzenie w kcal/h,  
 $n$  — ilość dni sezonu opałowego w roku wymagających ogrzewania (tablica 3),  
 $m$  — ilość godzin oddziały na dobę,  
 $t_w$  — temperatura wewnątrz budynku,  
 $t_z$  — temperatura zewnętrzna obliczeniowa dla ogrzewania (tablica 3),  
 $t_{sr}$  — temperatura średnia sezonu opałowego (tablica 3).

Tablica 3  
 Temperatury obliczeniowe zewnętrzne według miejscowości dla ogrzewania i wietrzenia: ilość dni w roku wymagających ogrzewania i szybkości obliczeniowe wiatru<sup>1)</sup>

Miejscowość	Temperatury zewnętrzne obliczeniowe w °C			Ilość dni w roku wymagających ogrzewania	Średnia temperatura w sezonie opałowym w °C	Szybkość obliczeniowa wiatru w w/sek.
	dla ogrzewania	dla wietrzenia				
		w okresie zimowym	w okresie letnim			
Akerman	-15	—	—	133	+0,1	—
Aleksandrowsk na Sachalinie	-32	-23	19	215	-8,8	—
Alma - Ata	-24	-11	27	161	-4,1	0,7
Archangielsk	-32	-18	18	230	-6,5	4,7
Astrachan	-21	-10	29	149	-2,7	3,9
Aszchabad	-15	-3	36	75	+1,9	1,9
Baku	-7	-2	28	62	+3,0	5,0
Batum	-1	—	26	—	nie ma sezonu ogrzewania	1,9
Berezniki nad Kamą	-36	-21	22	216	-8,5	—
Brześć	-19	—	—	159	-1,2	—
Briansk	-26	-12	23	186	-4,2	3,2
Chabarowsk	-35	—	24	193	-11,6	—
Charków	-25	-11	25	166	-3,5	2,9
Czelabińsk	-34	-20	23	203	-8,7	4,1
Czita	-11	-30	24	222	-13,9	1,1
Dniepropietrowsk	-21	-8	27	153	-2,2	3,8
Ergauń	-18	-7	31	120	-1,9	0,3
Gorkij	-29	-16	22	193	-6,1	4,2
Groznyj	-21	-7	29	136	-1,0	1,8
Iwanowo	-30	-15	22	196	-5,9	3,6
Irkuck	-38	-28	23	219	-10,8	2,2
Jakuck	-56	-45	23	240	-27,5	0,8
Jalta	-7	+0	27	—	+3,9	2,4
Kamyszyn	-27	—	—	170	-5,2	—
Kazań	-31	-17	24	193	-7,2	3,5
Kercz	-16	-4	26	125	+0,9	4,8
Kijów	-20	-9	24	164	-2,5	4,3
Kirow	-31	-18	21	211	-7,4	5,7
Kiszyniew	-18	—	—	141	+1,2	—
Kostroma	-29	-16	21	198	-6,1	4,3
Krasnodar	-18	-5	29	122	+0,5	2,6
Krasnojarsk	-36	-22	24	210	-9,3	2,4
Krasnowodsk	-9	-3	32	60	+3,1	3,2
Krzywyj Róg	-17	-8	28	152	-2,0	4,8
Kujbyszew	-31	-17	25	190	-7,4	3,7
Leningrad	-24	-12	20	193	-3,7	4,7
Libawa	-17	—	—	166	-0,1	—
Lwów	-22	-6	23	—	—	—
Magnitogorsk	-32	-19	18	208	-9,0	—
Mariupol	-20	—	—	153	-2,0	—
Mińsk	-23	-10	21	181	-3,0	3,9
Moskwa	-30	-14	21	194	-5,3	4,3
Murmańsk	-28	-18	15	248	-5,8	3,9
Nalczyk	-20	—	—	147	-0,9	—
Narwa	-23	—	—	189	-3,3	—
Naryn	-40	-27	22	229	-11,7	2,9
Niżnyj Tagił	-34	-20	—	208	-8,0	—
Noworosyjsk	-15	-4	27	81	-2,9	6,5
Nowosybirsk	-38	-23	23	212	-10,6	3,9
Odessa	-16	-6	26	136	-0,3	5,2
Omsk	-17	-24	23	208	-10,9	2,8
Penza	-30	-16	24	188	-6,7	3,7
Perm	-33	-19	21	209	-8,0	4,4
Petrozawodsk	-27	-14	19	211	-4,7	4,0
Piatigorsk	-20	-7	—	150	-1,1	—
Poltawa	-22	-10	25	165	-3,3	5,1
Psków	-23	-11	21	187	-3,4	5,6
Riazań	-29	-15	23	187	-5,6	3,0
Rostów nad Donem	-19	-9	28	148	-2,1	5,0
Ryga	-19	—	—	175	-1,2	—
Samarkanda	-14	-3	25	91	+1,6	1,2
Saratów	-29	-15	28	174	-6,1	3,7
Semipalatńsk	-37	-21	27	191	-9,7	2,6
Soczi	-5	+0	26	42	—	—
Smoleńsk	-25	-11	21	187	-4,0	3,7
Stalingrad	-25	-13	28	162	-4,9	2,2
Stalińsk	-38	-21	24	206	-9,6	—
Swierdłowski	-32	-19	21	211	-8,2	4,6
Tallin	-19	—	—	187	-1,6	—
Tarnopol	-24	-9	23	—	—	—
Taszkent	-17	-4	33	98	+1,0	1,5
Tbilisi	-9	-3	29	96	+2,0	2,8
Tomsk	-39	-24	23	218	-10,4	2,8
Ufa	-31	-18	24	198	-7,8	3,1
Ułjanowski	-30	-17	23	193	-7,1	3,9
Wilno	-24	-8	22	171	-1,7	—
Wipuri	-26	—	—	201	-3,7	—
Władywostok	-24	-14	24	171	-6,3	3,6
Wologda	-29	-16	21	205	-5,9	3,3
Woroneż	-26	-13	25	177	-5,0	3,2
Woroszyłowgrad	-26	-10	28	157	-2,8	4,1

U w a g a: Do okresu ogrzewania zaliczono wszystkie dni w roku o temperaturze  $\leq +5^\circ\text{C}$

<sup>1)</sup> Dane szczegółowe dla warunków polskich podają normy PN B - 02403



## OGÓLNE WSKAZÓWKI DOTYCZĄCE SYSTEMÓW OGRZEWANIA I WIETRZENIA

## OGRZEWANIE

Ogrzewanie stosujemy w pomieszczeniach, w których pracownicy przebywają dłuższy czas.

Temperaturę wewnątrz pomieszczenia ( $t_w$ ), przy założeniu temperatury zewnętrznej obliczeniowej ( $t_z$ ) odpowiadającej okresowi zimowemu z pominięciem ciepła wydzielanego<sup>1)</sup> przez aparaturę, przyjmujemy jak następuje.

Dla pomieszczeń:

a. o nieznacznym<sup>2)</sup> wydzielaniu ciepła

$$t_w = +12 \div +16^{\circ}\text{C}$$

b. o znacznym wydzielaniu ciepła (przy aparaturze pracującej pełną dobę)

$$t_w = +5 \div +10^{\circ}\text{C}$$

c. o znacznym wydzielaniu wilgoci

$$t_w = +12 \div +18^{\circ}\text{C}$$

Podczas dłuższych przerw w pracy przyjęto jako zasadę utrzymywać temperaturę wewnątrz pomieszczenia równą  $+5^{\circ}\text{C}$ .

Niższe wartości temperatur wewnątrz pomieszczenia stosuje się przy pracy wymagającej znacznego wysiłku fizycznego (w kotłarniach, kuźniach itp.<sup>3)</sup>).

W pomieszczeniach, w których na jednego pracownika przypada powyżej 100 m<sup>2</sup> powierzchni podłogi, można zamiast centralnej instalacji ogrzewniczej instalować przyrządy grzejne samodzielne lub stosować temperatury obniżone, a mianowicie: przy pracy nie wymagającej większego wysiłku fizycznego do  $+10^{\circ}\text{C}$  i przy pracy wymagającej znacznego wysiłku fizycznego do  $+5^{\circ}\text{C}$ .

W pomieszczeniach magazynowych ogrzewanie stosuje się tylko w kantorkach i biurach magazynowych, w których stale przebywają pracownicy oraz w magazynach do przechowywania materiałów o specjalnych wymaganiach pod względem temperatury i wilgotności otoczenia.

Jako czynnik grzejny stosuje się zazwyczaj parę o ciśnieniu przystosowanym do wytrzymałości przyrządów lub wodę pod ciśnieniem (parametry wody doprowadzonej do grzejników przekraczają  $+100^{\circ}\text{C}$ ). W pomieszczeniach przemysłowych z reguły stosuje się ogrzewanie powietrzne za pomocą zespołów grzejnych z recyrkulacją powietrza. W wypadkach pobierania przez zespoły grzejne powietrza zewnętrznego powinno ono być podgrzewane.

Zespoły grzejne należy instalować o możliwie dużej wydajności cieplnej (powyżej 120 000 kcal/h) ze skoncentrowanym wypływem powietrza ciepłego o zasięgu działania do 100 m (przy szerokości pomieszczenia 40 m). Godziną wydajność (powietrza) zespołów grzejnych przyjmuje się 2 ÷ 3-krotnej objętości ogrzewanego pomieszczenia. Temperaturę powietrza płynącego z zespołów grzejnych należy utrzymywać w granicy od  $+30$  do  $+45^{\circ}\text{C}$ ; szybkość wypływu powietrza z zespołów od 8 do 12 m/sec. Zespoły grzejne należy zawieszzać na wysokości 3 do 6 m nad podłogą z możliwością zmiany kierunku strumienia po-

wietrza w stosunku do podłogi pod kątem 0 do 20°. Maksymalne dopuszczalne temperatury powietrza przyjmują się:

- przy skierowaniu strumienia nagrzanego powietrza poza stanowiska pracy — do  $+60^{\circ}\text{C}$ ,
- przy doprowadzeniu powietrza na odległość nie mniejszą niż 2 m od pracownika —  $+45^{\circ}\text{C}$ .

Recyrkulacja powietrza jest niedopuszczalna w pomieszczeniach zanieczyszczonych pyłem, wyciekami silnie toksycznymi lub łatwo palnymi gazami (arszenik, cynk, rtęć, benzyna itp.).

W tego rodzaju pomieszczeniach stosuje się zazwyczaj ogrzewanie za pomocą grzejników lub ogrzewania powietrznego, z czerpaniem powietrza zewnętrznego. W pomieszczeniach stosunkowo niedużych, zarówno jak i magazynowych (przy stracie ciepła od 120 000 ÷ 150 000 kcal/h) oraz w oddzielnych małych pomieszczeniach śródwydzielonych i w pomieszczeniach socjalnych stosuje się ogrzewanie za pomocą grzejników.

Jako grzejniki w pomieszczeniach produkcyjnych i magazynowych, w których nie wydziela się pył oraz w biurach warsztatowych stosuje się z reguły uźebrowane rury. Natomiast w pomieszczeniach, w których wydzielają się gazy łatwo palne lub pył, należy stosować grzejniki z gładkich rur lub grzejniki radiatorowe.

Przy montażu przewodów ogrzewania należy przewidzieć spadki nie mniejsze niż 0,003 w celu umożliwienia opróżnienia urządzenia, usuwania powietrza i odprowadzenia kondensatu, ponadto należy przewidzieć wyłuzniki i ustawienie stałych podpór do przewodów.

Przeważnie przewody instaluje się nad ziemią. Przewody do ogrzewania na całej swojej długości wewnątrz pomieszczeń nie są z reguły izolowane, z wyjątkiem odciników znajdujących się w pobliżu bram wjazdowych.

W wypadkach stosowania pary do ogrzewania należy ją doprowadzać od głównego przewodu do poszczególnych zespołów grzejnych lub urządzeń technologicznych oddzielnymi przewodami umożliwiającymi ich niezależne wyłączenie.

Obliczenia przewodów dokonuje się według tablic lub nomogramów [1.38]. Średnie dopuszczalne szybkości dla czynnika grzejnego bierzemy z tablicy 4 [34].

Tablica 4

## Średnie dopuszczalne szybkości czynnika grzejnego

Nominalna średnica rur w calach (OST 18828 - 39)	Szybkość czynnika grzejnego w m/sec		
	Para niskiego ciśnienia	Para wysokiego ciśnienia	Woda
1/2	20	25	0,6
3/4	26	40	0,8
1	33	50	1,0
1 1/2	40	60	1,5
powyżej 1 1/2	50	70	2,0

## WIETRZENIE

Przy projektowaniu zakładu przemysłowego posiadającegocego wydziały, w których bezpośrednio na zewnątrz do otaczającej atmosfery wydzielać się będą wyciewy trujące lub zanieczyszczenia pyłowe, teren zabudowy zakładu należy umieszczać po stronie odwietrznej w stosunku do osiedli mieszkalnych (patrz także rozdział XIII).

1) Ciepło wydzielane jest to ciepło dopływające z pieców technologicznych, promieniowania słonecznego i innych źródeł nie należących do instalacji ogrzewniczo — wentylacyjnych.

2) Przez „nieznaczne wydzielanie ciepła” rozumiemy ciepło wydzielane przez maszyny, piece, ludzi itp. i nie przekraczające 20 kcal/h na 1 m<sup>3</sup> pomieszczenia.

3) Szczegółowe dane podaje norma  $\frac{\text{PN}}{\text{B-02402}}$



Również i na terenie zabudowy należy rozmieszczać po stronie odwietrznej te wydziały, których wyziewy szkodliwe dla zdrowia wydzielają się wprost do atmosfery otaczającej.

Wydziały o wydzielaniu szczególnie trujących, łatwo zapalnych lub wybuchowych par, gazów lub pyłu należy umieszczać w oddzielnych budynkach. Wydziały o wydzielaniu znacznych ilości ciepła lub gazów należy umieszczać w budynkach parterowych lub na wyższych kondygnacjach budynków wielopiętrowych.

Wydzielaniu się szkodliwych zanieczyszczeń w pomieszczeniach roboczych należy zapobiegać przede wszystkim przez stosowanie uszczelnień hermetycznych samej aparatury wydzielającej te zanieczyszczenia, np. przez skraplanie wodą itp. W wypadkach, gdy powyższych środków zapobiegawczych nie można stosować lub gdy okażą się niedostateczne, szkodliwe zanieczyszczenia powietrza należy usuwać za pomocą urządzeń chłonnych lub wentylacyjnych.

Urządzenia wentylacyjne powinny zapewnić ograniczenie stopnia koncentracji szkodliwych zanieczyszczeń w obrębie stanowisk pracy do wartości podanych w tablicy 18, ułożonej na podstawie danych GOST [19] i jednocześnie nie powinny wpłynąć na zmianę temperatury wewnątrz pomieszczenia, przewidzianej ze względów ogrzewniczych.

Zewnętrzne obliczeniowe temperatury dla wentylacji na okres zimowy i letni przyjmujemy według tablicy 3. Dla pomieszczeń z wydzielaniem szczególnie trujących wyziewów, których przeciętna zawartość w powietrzu nie powinna przekraczać 0,01 mg/l, oraz w pomieszczeniach, z których usuwanie zanieczyszczeń powietrza przeprowadza się za pomocą wyciągów indywidualnych, zewnętrzną temperaturę przyjmuje się jako zewnętrzną obliczeniową temperaturę ogrzewania.

Wentylacja pomieszczeń może być projektowana jako samoczynna (naturalna) lub mechaniczna.

Wentylację samoczynną nie zorganizowaną osiąga się przez otwieranie okien, wietrzników itp. Wentylację samoczynną zorganizowaną (aerację) osiąga się przez stosowanie racjonalnie rozmieszczonych w oknach, świetlikach, ścianach itp. odpowiednich wietrzników regulowanych w ten sposób, aby zabezpieczyć w stopniu wymaganym stałą wymianę powietrza, wykorzystując zewnętrzne i wewnętrzne bodźce ruchu powietrza, jak różnicę temperatur, kierunek i szybkość wiatru itp.

Przy aeracji regulowane wietrzniki niezbędne do dopływu świeżego powietrza powinny być rozmieszczone w okresie letnim na wysokości 1 ÷ 2 m nad podłogą, przy temperaturze zaś zewnętrznej równej + 5°C i niższej na wysokości nie mniejszej niż 4 ÷ 6 m nad podłogą, przy czym należy przewidzieć środki zapobiegające kierowaniu strumienia zimnego powietrza wprost na stanowiska pracy.

W okresie zimowym aerację można stosować tylko w wypadku nadwyżki ciepła<sup>1)</sup> z procesów technologicznych.

Przy obliczeniach aeracji dla okresu letniego temperaturę w obrębie stanowisk pracy przyjmuje się o 3 ÷ 5°C wyższą od temperatury zewnętrznej<sup>2)</sup>.

<sup>1)</sup> Nadwyżką ciepła nazywamy różnicę pomiędzy ilością ciepła wydzielanego przez procesy technologiczne a stratą ciepła w pomieszczeniu (kcal/h).

<sup>2)</sup> W wypadku niemożności założenia aeracji, dopuszcza się temperaturę w obrębie stanowisk pracy o 10°C wyższą od temperatury zewnętrznej.

Zmienność temperatury w kierunku pionowym przyjmuje się w zależności od wielkości nadwyżek ciepłych w granicach 0,5 ÷ 1° na 1 m wysokości pomieszczenia, począwszy od 2 m nad podłogą [19].

W wydziałach o wydzielaniu ciepła większym niż 50 kcal/m<sup>3</sup>h zaleca się instalować świetliki otwierane.

Objętość powietrza usuwanego za pomocą wentylacji mechanicznej określa się ilością powietrza usuwanego przez lokalne wyciągi albo na podstawie rozrzedzenia wydzielających się szkodliwych wyziewów do stopnia koncentracji odpowiadającej granicznym dopuszczalnym wartościom w obrębie stanowisk pracy (tablica 18).

Ilość wydzielających się szkodliwych zanieczyszczeń w powietrzu określa się albo przez pomiar, albo na podstawie danych doświadczalnych i teoretycznych.

Doprowadzenia świeżego powietrza przy wentylacji mechanicznej dokonuje się z reguły w obrębie stanowisk pracy na wysokości 0,5 ÷ 0,7 m nad podłogą, w oddziałach zaś, w których wydzielające się gazy i pył posiadają ciężar właściwy większy od ciężaru właściwego powietrza — na wysokości 1,5 ÷ 2,5 m nad podłogą. Przy większej ilości wyciągów lokalnych (wydziały obróbki drewna, powlekanie metalami itp.) powietrze można doprowadzać w sposób skoncentrowany na wysokości do 4 m nad podłogą.

Temperatura doprowadzonego powietrza nie powinna być niższa niż 8°C od temperatury powietrza w obrębie stanowisk pracy.

Przy mechanicznej wentylacji nawiewnej i wywiewnej w oddziałach, w których wydzielające się wyziewy posiadają ciężar właściwy większy od ciężaru właściwego powietrza, usuwania powietrza dokonuje się w 60% z niższej warstwy i w 40% z wyższej.

W celu otrzymania stałego rozchodu ciepła na podgrzanie powietrza dopływowego, ustalonego na podstawie przyjętej minimalnej temperatury zewnętrznej dla wentylacji w okresie zimowym, należy przy niższych temperaturach zmniejszyć ilość powietrza zarówno dopływowego, jak i odpływowego.

Powietrze usuwane przez wyciągi lokalne przy urządzeniach technicznych wytwarzających pył powinno być oczyszczane przed wyrzuceniem go na zewnątrz do atmosfery otaczającej. W zależności od charakteru odsysanej mieszaniny powietrza i pyłu z obrabiarek i urządzeń technicznych można stosować następujące rodzaje urządzeń:

1. przy obrabiarkach do drewna — cyklony,
2. w formiarniach odlewniczych w miejscach powstawania pyłu i wyziewów — cyklony i filtry wodne,
3. w komorach piaskownic piaskowych i śrutowych — filtry barchanowe i oczyszczacze odśrodkowe,
4. w oczyszczalniach odlewniczych i przy bębnowaniu półfabrykatów — filtry barchanowe, oczyszczacze odśrodkowe, multicyklony,
5. przy polerkach — filtry siatkowe,
6. przy szlifierkach i ostrzarkach (przy szlifowaniu na sucho) — oczyszczacze odśrodkowe i indywidualne filtry „małe cyklony“.

Dokładne dane o filtrowaniu powietrza podane są w specjalnych i ogólnych podręcznikach o wentylacji [2]. Niedopuszczalne jest łączyć w tych samych przewodach magistralnych:

- a. wyciągów par łatwo kondensujących się z wyciągami pyłu,



- b. wyciągów odhartowniczych wanien oliwnych z wyciągami produktów spaliny w piecach i kapielach innego typu,
- c. wyciągów od polerek (o tarczach filcowych) z wyciągami od szlifierek,
- d. wyciągów od wanien cyjanowych z wyciągami wanien kwasowych,
- e. wyciągów specjalnie szkodliwych i złośliwych gazów i par z wyciągami innego rodzaju szkodliwych wyziewów.

Miejsca dla komór wentylacyjnych należy wybierać tak, aby należycie spełniały swoje zadanie i w żadnym wypadku wybór tych miejsc nie może być przypadkowy.

Obliczanie przewodów powietrznych przeprowadza się według specjalnych tablic [2, 47, 48], przy tym zakres szybkości powietrza należy przyjmować zgodnie z tablicą 5.

- d. na drzwi wejściowe zewnętrzne — 100 ÷ 300% (ten dodatek przyjmuje się w zależności od tego, jak często drzwi są otwierane),
- e. na infiltrację (tylko dla budynków przemysłowych), w zależności od wysokości budynku i typu oszkleń należy przyjmować dodatek według tablicy 6.

Przy dokładnych obliczeniach strat ciepłych na infiltrację ilość powietrza przenikającego tą drogą określa się wychodząc z obliczeniowej szybkości wiatru (tablica 3), długości obrzeży uchylonych ram okiennych, świetlikowych i drzwiowych oraz szerokości szczelin, które dla ram drewnianych przyjmujemy równe 1,5 mm i dla ram żelaznych 1 mm.

W tablicy 7 podane są ilości powietrza infiltracyjnego na 1 m bieżący obrzeży pojedynczych ram okiennych w zależności od obliczeniowej szybkości wiatru. Dla ram podwójnych dane z tablicy 7 należy pomnożyć przez

Tablica 5

Zakres szybkości  $v$  powietrza w przewodach żelaznych i kanałach w m/sek

Rodzaj przewodów	Budynki przemysłowe		Budynki mieszkalne, socjalne, gospodarcze, administracyjne i laboratoria			
	przy ciągu mechanicznym		przy ciągu naturalnym		przy ciągu mechanicznym	
	przewody główne	odgałczenia	poziome przewody	pionowe przewody	przewody główne	odgałczenia
Przewody żelazne	4 — 15	2 — 18	—	—	2 — 10	1 — 4
Kanały z materiałów budowlanych (cegła, żużło - azbest, żużło - beton)	4 — 12	2 — 6	0,5 — 0,75	0,5 — 1,5	5 — 8	1 — 5

U w a g i: 1. Szybkość powietrza w urządzeniach do usuwania pyłu i urządzeniach do transportu pneumatycznego przyjmuje się według danych obliczeniowych i doświadczalnych.  
2. W urządzeniach do usuwania pyłu drzewnego z oddziałów stolarskich minimalne szybkości powietrza należy przyjmować na podstawie tablicy 27.  
3. W urządzeniach do usuwania pyłu z działów odlewniczych (formieral, wybljalni rdzeni, oczyszczalni) jako minimalną szybkość powietrza należy przyjmować — 16 m/sek.

## OB LICZANIE STRAT CIEPLNYCH

### PODSTAWOWE STRATY CIEPŁA ORAZ DODATKI DO NICH

Straty ciepła przez przegrody (ściany, stropy, dachy, podłogi, sufit, naświetla, świetliki) chłodzące budynki określa się ze wzoru

$$Q = \sum kF(t_w - t_z) \text{ kcal/h}$$

gdzie:

- $k$  — współczynnik przenikania ciepła przez przegrody w kcal/m<sup>2</sup>h°C,
- $F$  — powierzchnia przegrody w m<sup>2</sup>,
- $t_w$  — temperatura wewnątrz budynku,
- $t_z$  — temperatura zewnętrzna obliczeniowa dla ogrzewania (tablica 3).

Określona powyższym wzorem stratę ciepła powiększamy o dodatki [37], które w poszczególnych przypadkach posiadają następujące wartości<sup>1)</sup>:

- a. dla przegród pochyłych, zwróconych na północ, wschód, północno-wschód i południowy zachód — 10%, na południowy wschód i zachód — 5%, na południe i południowy zachód — 0%, przy nie ustalonej dokładnie sytuacji budynku w stosunku do stron świata należy stosować dodatek w wysokości 8%,
- b. dla pionowych przegród narażonych na działanie wiatrów — 5—10%,
- c. na wysokość budynku 2% na każdy metr bieżący wysokości, licząc od 4 metrów wzwyż, lecz nie więcej niż 15% ogółem,

współczynnik 0,5, a dla drzwi — przez współczynnik 2,0; przy obliczeniach należy uwzględnić tylko ściany od strony nawietrznej.

Tablica 6

Dodatki na infiltrację w procentach strat ciepła  $Q_i$ 

Rodzaj oszkleń	Wysokość budynku do stropu względnie ściany w m		
	do 4,5	4,5 — 10,0	powyżej 10
Pojedyncze	25	35	40
Podwójne	15	25	30

Tablica 7

Ilości powietrza infiltracyjnego w m<sup>3</sup>/h na 1 m bieżący obrzeży

Szerokość szczeliny w mm	Obliczeniowa szybkość wiatru w m/sek				
	1	2	3	4	5
1,0	2,7	4,3	5,3	6,0	8,4
1,5	4,0	6,5	8,0	9,0	12,5

Ilość ciepła niezbędną do ogrzania powietrza z infiltracji określa się wzorem:

$$q_i = 0,237 V_i \cdot \delta_z (t_w - t_z) \text{ kcal/h,}$$

gdzie:

$V_i$  — całkowita objętość powietrza z infiltracji w m<sup>3</sup>/h,

<sup>1)</sup> Patrz norma PN B-03406



0,237 — ciepło właściwe powietrza zewnętrznego w kcal/kg<sup>0</sup>C,

$\delta_z$  — gęstość powietrza w kg/m<sup>3</sup> przy  $t_z$ .

Gęstość powietrza przy dowolnie założonej temperaturze  $\delta_t$  określa się ze wzoru:

$$\delta_t = \frac{353}{273 + t} \text{ kg/m}^3$$

gdzie:

$t$  — temperatura, przy której określamy  $\delta_1$ .

Prócz podstawowych strat ciepła z odpowiednimi dodatkami w okresie zimowym należy uwzględniać straty wywołane pochłanianiem ciepła przez materiały wwożone z zewnątrz do ogrzewanego wydziału oraz przez wjeżdżające środki transportowe (wagony, samochody) i straty związane z przedostawaniem się zimnego powietrza przez otwieranie bram. Te wyszczególnione dodatki na straty oblicza się według następujących założeń.

Ilość ciepła pochłanianego przez materiały wwożone z zewnątrz określa się ze wzoru

$$q_m = G_m c (t_w - t_m) B \text{ kcal/h}$$

gdzie:

$G_m$  — ciężar wwożonego na godzinę materiału w kg,  
 $c$  — ciepło właściwe materiału w kcal/kg <sup>0</sup>C (tablica 8),

$t_m$  — temperatura materiału wwożonego, którą przyjmuje się wyższą od temperatury zewnętrznej o 10<sup>0</sup>C dla wyrobów i materiałów niesypkich oraz o 20<sup>0</sup>C dla materiałów sypkich (piasek, ruda, węgiel itp.),

$t_w$  — temperatura wewnątrz wydziału,

$B$  — współczynnik intensywności pochłaniania ciepła, zależny od rodzaju materiału i czasu jego przebywania wewnątrz wydziału (tablica 9).

Tablica 9

### Współczynnik B intensywności pochłaniania ciepła

Dla wyrobów, materiałów niesypkich i środków transportowych		Dla materiałów sypkich	
Czas przebywania w wydziale	Współczynnik B	Czas przebywania w wydziale	Współczynnik B
Pierwsza godzina	0,5	Pierwsza godzina	0,40
Druga godzina	0,3	Druga godzina	0,25
Trzecia godzina	0,2	Trzecia godzina	0,15
		Czwarta godzina	0,10
		Piąta godzina	0,05

Tablica 8  
**Ciepło właściwe c różnych materiałów w kcal/kg <sup>0</sup>C (do użytku przy obliczaniu pochłaniania ciepła)**

Nazwa materiału	c kcal/kg <sup>0</sup> C	Nazwa materiału	c kcal/kg <sup>0</sup> C
Żelazo, żeliwo, stal	0,115	Cegła	0,21
Miedź i stopy miedzi	0,09	Węgiel kamienny	0,31
Aluminium	0,212	Węgiel drzewny	0,20
Piasek, ziemia, glina	0,20	Drewno	0,65
		Guma	0,34

Uwaga: Podane wielkości można stosować dla zakresu temperatur od + 50<sup>0</sup> do - 50<sup>0</sup>C.

Ciepła pochłanianego przez materiał lub wyroby, które przybywają do wydziału z innych wydziałów na terenie tego samego zakładu transportem zmechanizowanym, nie bierze się zazwyczaj pod uwagę.

Tablica 10

### Ilość ciepła pochłanianego przez tabor samochodowy w kcal

Typ samochodu	Temperatura na zewnątrz pomieszczenia w <sup>0</sup> C									
	- 15		- 20		- 25		- 30		- 35	
	Temperatura wewnątrz pomieszczenia w <sup>0</sup> C									
	+ 5	+ 15	+ 5	+ 15	+ 5	+ 15	+ 5	+ 15	+ 5	+ 15
ГАЗ — ММ; ГАЗ — АА	1 250	5 200	3 000	6 750	4 750	8 300	6 500	10 050	8 200	11 800
ГАЗ — 32; ГАЗ — ААА	2 600	7 900	5 000	10 200	7 400	12 500	9 800	14 800	12 200	17 100
ГАЗ — 51; ГАЗ — 63	2 200	6 600	4 200	8 800	6 200	11 000	8 200	13 200	10 200	15 400
ЯГ — 6	4 800	15 800	9 800	20 800	14 800	25 800	19 800	30 800	24 800	35 800
ЗИС — 5	2 400	8 800	5 200	11 700	8 000	14 600	10 800	17 500	13 600	20 400
ЗИС — 6	4 400	13 800	6 600	18 100	12 800	22 400	17 000	26 700	21 200	31 000
ЗИС — 15	2 300	10 400	5 800	14 000	9 300	17 600	12 800	21 200	16 300	24 800
ГАЗ — М1	—	2 000	1 100	2 800	2 100	3 600	3 100	4 400	4 100	5 200
ЗИС — 101; ЗИС — 102	—	1 400	1 100	2 700	2 100	4 000	3 100	5 300	4 100	6 600

Tablica 11

### Ilość ciepła pochłanianego przez kolejowy tabor towarowy w kcal

Typ wagonu	Nośność w T	Temperatura na zewnątrz pomieszczenia w <sup>0</sup> C									
		- 15		- 20		- 25		- 30		- 35	
		Temperatura wewnątrz pomieszczenia w <sup>0</sup> C									
		+ 5	+ 15	+ 5	+ 15	+ 5	+ 15	+ 5	+ 15	+ 5	+ 15
Kryty	16,5	27 600	41 400	34 500	48 300	41 400	55 200	48 300	62 100	55 200	69 000
Platforma	16,5	20 000	30 000	25 000	35 000	30 000	40 000	35 000	45 000	40 000	50 000
Kryty	20,0	39 000	58 450	48 700	68 200	58 450	78 000	68 200	87 700	78 000	97 500
Platforma	20,0	25 000	37 500	31 250	43 750	37 500	50 000	43 750	56 250	50 000	62 500
Kryty	50,0	72 000	108 000	90 000	126 000	108 000	144 000	126 000	162 000	144 000	180 000
Platforma	50,0	60 000	90 000	75 000	105 000	90 000	120 000	105 000	145 000	120 000	150 000
Wygrotny	60,0	54 000	81 000	67 500	94 500	81 000	108 000	94 500	121 500	108 000	135 000



Pochłanianie ciepła przez wjeżdżające samochody i wagony oblicza się według tablic 10 i 11, z jednoczesnym stosowaniem współczynnika korygującego  $B$  według tablicy 9.

Czas przebywania samochodów wewnątrz wydziału należy przyjmować: dla wozów o nośności do 3,5 T — 45 min i powyżej 3,5 T — 80 min.

Zużycie ciepła na podgrzanie powietrza przedostającego się przez otwarte wjazdy określa się ze wzoru

$$q = L \cdot 0,237 (t_w - t_z) \text{ kcal/h}$$

gdzie:

$L$  — ilość powietrza przedostającego się do wewnątrz w kg/h,

$t_w$  — temperatura wewnątrz wydziału,

$t_z$  — temperatura na zewnątrz wydziału.

Pod warunkiem, że dopływ powietrza z zewnątrz przez otwierane wjazdy ma charakter nie ciągły, lecz periodyczny i następuje rzadziej niż co godzinę, dopuszcza się podgrzewanie tego powietrza w czasie dłuższym, mianowicie 2 ÷ 3 godzin, tzn. dopuszcza się chwilowe obniżenie temperatury wewnątrz wydziału.

Ilość powietrza przedostającego się z zewnątrz określa się wychodząc z czasu trwania otwarcia wjazdów oraz położenia strefy objętej (patrz str. 488).

W celu przeciwdziałania dopływowi powietrza z zewnątrz przez otwierane wjazdy i otwory do transportu pożądane jest stosowanie przedsiionków lub zasłon powietrznych; przy czym zasłon powietrznych należy wtedy używać, gdy przedsiionki nie mogą mieć zastosowania ze względu na przeszkody natury konstrukcyjnej lub technologicznej.

Obliczanie zasłon powietrznych zaleca się przeprowadzać za pomocą wykresów [35].

#### WSPÓLCZYNNIKI PRZENIKANIA CIEPŁA DO PRZEGRÓD

Współczynnik przenikania ciepła  $k$  do przegród określa się ze wzoru:

$$k = \frac{1}{R_w + \Sigma R + \Sigma R' + R_z} \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$$

gdzie:

$R_w$  i  $R_z$  — opory napływu ciepła na wewnętrzną powierzchnię przegrody i odpływu ciepła z zewnętrznej powierzchni przegrody do powietrza (tablica 12) [37],

Tablica 12

#### Wielkość oporów napływu i odpływu ciepła dla różnych powierzchni<sup>1)</sup>

Rodzaj powierzchni przegrody	$R_w$ lub $R_z$ w m <sup>2</sup> h °C/kcal
Powierzchnie stykające się z powietrzem zewnętrznym (zewewnętrzne powierzchnie ścian, dachów)	0,05
Powierzchnie stykające się z powietrzem wewnętrznym przy przepływie ciepła w kierunku poziomym lub z dołu do góry (powierzchnie wewnętrzne ścian, sufitów)	0,133
Powierzchnie stykające się z powietrzem wewnętrznym przy przepływie ciepła z góry na dół (powierzchnie podłóg)	0,20
Powierzchnie graniczące ze strychem (zewewnętrzne powierzchnie sufitów)	0,10

<sup>1)</sup> Przy przegrodach słabo izolujących (okna, drzwi itp.) tablicy tej nie należy stosować.

$\Sigma R$  — suma oporów przewodzenia ciepła wszystkich warstw przegrody,

$\Sigma R'$  — suma oporów przewodzenia ciepła zamkniętych przestrzeni powietrznych przegrody.

Opór przewodzenia  $R$  warstwy pełnej określa wzór:

$$R = \frac{g}{\lambda} \text{ m}^2\text{h}^\circ\text{C/kcal}$$

gdzie:

$g$  — grubość warstwy w m,

$\lambda$  — współczynnik przewodności cieplnej dla materiału danej warstwy w kcal/mh°C.

Dla podstawowych materiałów budowlanych wielkości  $\lambda$  podane są w tablicy 13.

Tablica 13

#### Współczynniki przewodności $\gamma$ i ciepło właściwe $c$ dla różnych materiałów budowlanych

Nazwa materiału	Gęstość $\delta$ w kg/m <sup>3</sup>	Współczynnik przewodności ciepła $\lambda$ w kcal/mh°C	Ciepło właściwe $c$ w kcal/kg°C
Azbest (włókna)	600	0,13	0,2
Asfalt	1 800	0,62	0,4
Beton żwirowy	2 000	1,10	0,2
Kamienie rodzime, porowate	2 000	1,10	0,21
Filec budowlany	300	0,04	0,45
Beton gazowy albo pianowy	700	0,20	0,2
Gipsowe płyty lub zaprawa (bez piasku)	1 250	0,40	0,2
Drewno (sosna i jodła) prostopadle do włókien	600	0,15	0,65
żelbet	2 200	1,33	0,2
Gruz, ziemia roślinna	1 100	0,35	0,2
Wapień	2 000	1,00	0,22
Wapień muszlowy	1 500	0,65	0,22
Sitowie	360	0,09	0,36
Cegła na zaprawie ciepłej	1 600	0,60	0,2
Cegła na zaprawie zimnej	1 800	0,70	0,21
Marmur, granit, bazalt	2 800	3,00	0,22
Trocinę drzewne nasączone roztworem antyseptycznym	300	0,11	0,55
Orgalit	250	0,06	0,6
Piasek suchy	1 600	0,75	0,2
Zaprawa wapienna	1 600	0,70	0,2
Zaprawa cementowo - piaskowa	1 800	0,80	0,2
Maty słomiane	320	0,80	0,36
Papa bitumiczna	600	0,15	0,36
Płyty torfowe	200	0,05	0,5
Torf	300	0,70	0,5
Łupek szlifierski	600	0,15	0,2
Martwica	1 300	0,40	0,22
Wykładzina fibrowo - magnezowa	500	0,18	0,55
Żużel wielkopiecowy	550	0,14	0,18
Żużel kotłowy	1 000	0,25	0,18
Żużel kodowy	800	0,19	0,18
Żużlobeton	1 500	0,60	0,19
Zaprawa żużłowa na ciepło	1 300	0,50	0,18
Wyprawa wapienna	1 400	0,45	0,25



Tablica 14

Wartości  $R'$  oporów przewodzenia dla zamkniętych przestrzeni powietrznych

Grubość warstwy powietrza w cm	$R'$ warstwy w $m^2h \text{ } ^\circ C/kcal$		
	Warstwy pionowe	Warstwy poziome	
		przepływ ciepła z dołu do góry	przepływu ciepła z góry na dół
1	0,17	0,15	0,18
2	0,19	0,17	0,21
3	0,20	0,18	0,23
5	0,20	0,18	0,25
10	0,20	0,18	0,26
15 — 30	0,19	0,19	0,26

b. dla budynków przemysłowych ze wzoru:

$$k = 7,5 \frac{t_w - \tau}{t_w - 1,2 t_z} \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$$

gdzie:

 $\tau$  — temperatura rosy dla powietrza w budynku w  $^\circ C$ .Wartości  $t_w - \tau$  w zależności od stopnia wilgotności powietrza wewnątrz budynku ( $\varphi$ ) podane są w tablicy 16.

Wartości współczynników przepływu ciepła dla ścian z cegły, żużlobetonu i drewnianych oraz dla okien, świetlików, drzwi zewnętrznych i bram można przyjmować według tablicy 17.

Największe dopuszczalne wartości  $k$  w  $kcal/m^2h \text{ } ^\circ C$ 

Tablica 15

Temperatura obliczeniowa zewnętrzna $t_z$ w $^\circ C$	Dla budynków mieszkalnych i publicznych				Dla przybudówek socjalnych, budynków administracyjno-gospodarczych i laboratoriów			
	ściany zewnętrzne	stropy strychowe	stropy nad		ściany zewnętrzne	stropy strychowe	stropy nad	
			piwnicami nie opalonymi	przejazdami			piwnicami nie opalonymi	przejazdami
-5	1,80	1,35	1,20	0,90	2,00	1,50	1,20	1,00
-10	1,40	1,00	0,95	0,70	1,50	1,35	1,00	0,75
-20	1,10	0,85	0,75	0,55	1,30	1,00	0,90	0,65
-30	0,90	0,70	0,60	0,45	1,10	0,85	0,75	0,55
-40	0,75	0,60	0,50	0,40	0,90	0,70	0,60	0,45
-50	0,65	0,50	0,45	0,35	0,75	0,60	0,50	0,40

Wartości dla  $R'$  przyjmujemy z tablicy 14 [37].

W celu określenia strat ciepłych powstających wskutek przenikania ciepła przez sufity górnych kondygnacji, nad którymi znajdują się strychy, przyjmujemy obliczeniową różnicę temperatur ( $t_w - t_z$ ) w pewnym stosunku do obliczeniowej różnicy temperatur dla ścian zewnętrznych, a mianowicie przyjmujemy (zależnie od rodzaju pokrycia dachowego) przy pokryciu blachą — 80%, dachówką — 75%, płytami cementowymi — 70% wartości ( $t_w - t_z$ ).

W celu określenia strat ciepłych powstających wskutek przenikania ciepła przez podłogi ułożone nad nie opalonymi piwnicami, obliczeniową różnicę temperatur przyjmujemy również w pewnym stosunku procentowym do obliczeniowej różnicy temperatur ścian zewnętrznych, a mianowicie dla piwnic bez okien — 50%, dla piwnic z oknami — 60% wartości ( $t_w - t_z$ ).

Dla określenia strat ciepłych przez podłogi nie ocieplone i ułożone bezpośrednio na gruncie stosuje się współczynnik zastępczy  $k_z$  w zależności od stref podłogi:

0,40 — dla strefy położonej do 2 m od ścian zewnętrznych,

0,20 — dla strefy położonej od 2 do 4 m od ścian zewnętrznych,

0,10 — dla strefy położonej od 4 do 6 m od ścian zewnętrznych,

0,05 — dla pozostałej powierzchni podłogi.

Dla nie ocieplonych podłóg, ułożonych na belkach, przyjmuje się współczynnik równy 0,8  $K_z$ .**NAJWIĘKSZE DOPUSZCZALNE WARTOŚCI  $K$  DLA ZEWNĘTRZNYCH ŚCIAN**Największe dopuszczalne wartości  $k$  dla zewnętrznych przegród przy centralnych systemach ogrzewania należy przyjmować:

a. dla budynków mieszkalnych, publicznych, administracyjno-gospodarczych (pomieszczeń pomocniczo-socjalnych) i laboratoriów według tablicy [15, 37, 34],

Wartości  $t_w - \tau$ 

Tablica 16

$\varphi$ w %	40	50	60	70	80
$t_w - \tau$ w $^\circ C$	13,0	10,0	7,5	5,0	3,5

Tablica 17

## Współczynniki przenikania ciepła dla niektórych rodzajów przegród

Rodzaj przegrody	Grubość przegrody w mm	$k$ kcal/m <sup>2</sup> h <sup>o</sup> C
Ściany z cegły na zaprawie zimnej, tynkowane od wewnątrz:		
1 1/2 cegły	395	1,32
2 "	525	1,06
2 1/2 "	655	0,89
Ściany z pustaków żużlowo-betonowych, „Krestlianin“ (nowy typ) tynkowane od wewnątrz:		
1 pustak	205	1,59
1 1/2 pustaka	305	1,18
2 pustaki	405	0,94
Ściana drewniana nie otynkowana lecz ociosana z jednej strony z bierwion o:		
średnicy 200 mm	160	0,88
" 240 "	200	0,73
Okna zewnętrzne i świetliki:		
a. o ramach drewnianych:		
pojedynczych	—	5,0
podwójnych	—	2,3
b. o ramach żelaznych:		
pojedynczych	—	5,5
podwójnych	—	2,8
Drzwi zewnętrzne i bramy:		
pojedyncze	—	4,0
podwójne	—	2,0



### PODSTAWOWE DANE OBLICZENIOWE DLA OKREŚLANIA OBJĘTOŚCI WIETRZENIA

Podstawowe dane obliczeniowe przy określaniu niezbędnych ilości powietrza potrzebnego do wietrzenia są następujące:

1. ilość wydzielających się szkodliwych zanieczyszczeń (gazów, par i pyłu),
2. ilość ciepła i wilgoci w pomieszczeniu wietrzonym,
3. ilość powietrza usuwanego przez wyciągi.

### OKREŚLANIE IŁOŚCI POWIETRZA WENTYLACYJNEGO WEDŁUG SZKODLIWYCH ZANIECZYSZCZEŃ

Ilość wydzielających się z urządzeń technicznych zanieczyszczeń — gazów i par — określana bywa przez technologów na podstawie doświadczenia lub pomiarów.

Tabela 18

#### Graniczne dopuszczalne koncentracje trujących gazów, par i pyłu w powietrzu dla pomieszczeń roboczych

Nazwa związku	Graniczne dopuszczalne koncentracje w mg/l
Akroleina	0,002
Amoniak	0,02
Aceton	0,2
Anilina, toluol, ksyldyna	0,005
Benzen, toluen, ksylen (solwent - nafta I, II)	0,1
Benzyna, benzyna lakowa, ligroina, nafta	0,3
Arszenik i związki arsenu w przeliczeniu na arszenuk	0,0003
Mangan i jego związki	0,0003
Nitropochodne benzenu (nitrobenzen, nitrotoluen i inne)	0,005
Tlenek cyjenu	0,001
Tlenek cynku	0,005
Tlenek węgla	0,02
Tlenki azotu w przeliczeniu na N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,005
Rtęć metaliczna	0,00001
Ołów i jego związki nieorganiczne	0,00001
Terpenylna	0,3
Pary starki	0,02
Siarkowódór	0,01
Siarczek węgla	0,01
Kwas siarkowy i dwutlenek starki	0,002
Alkohole: metylowy	0,05
etylowy	1,0
butylowy	0,2
Fenol	0,005
Formaldehyd	0,005
Fluorowódór	0,001
Sole fluoru	0,001
Chlor	0,001
Chlorowódór i kwas solny	0,01
Chlorowcopochodne węglowodorów - czterochlorek węgla, tróchloroetylen, dwuchloroetan	0,05
Tlenek chromu, chromiany i dwuchromiany	0,0001
Cyjanowódór	0,0003
Estry kwasu octowego (octany):	
etylowy, propylowy, butylowy	0,2
amylowy, metylowy	0,1
Eter etylowy	0,3

U w a g i: 1. a. W oddziałach pieców martenowskich i gazogeneratorów oraz w odlewniach jako graniczna, dopuszczalna koncentracja tlenku węgla przyjmuje się 0,03 mg/l.

b. Dla garaży - stacji samochodowych, w których odbywają się próby silników, graniczną dopuszcza się koncentrację tlenku węgla przyjmując się jako średnią na godzinę, przy tym dopuszcza się powiększenie koncentracji CO do 0,12 mg/l, nie dłużej jednak niż w ciągu 15 minut.

c. Gdy pracuje się w atmosferze zagnazowanej nie dłużej niż jedną godzinę graniczna dopuszczalna koncentracja tlenku węgla może być powiększona do 0,05 mg/l; dla 0,5 godziny - do 0,1 mg/l i dla 15 - 20 minut (garaże postojowe) do 0,2 mg/l.

Powtórna praca w warunkach zwiększonej zawartości tlenku węgla w powietrzu może odbywać się po przerwie nie trwającej krócej niż 2 godziny.

2. Przy topieniu lub wypalaniu materiałów zawierających siarkę dopuszczalną koncentrację przyjmuje się jako 0,04 mg/l.

3. W wypadkach, gdy załoga krótko przebywa w pomieszczeniach roboczych oraz w wypadkach specjalnych, gdy jest dostatecznie umotywowana niemożność obniżenia koncentracji do granic dopuszczalnych (przyczynionych wyżej) można przekroczyć te granice, jednak tylko za zgodą właściwych inspektoratów pracy.

4. Przy jednoczesnym wydzielaniu się par kilku rozpuszczalników (benzen i jego pochodne, alkohole, estry kwasu octowego i inne) lub gazów drażniących (bezwodniki siarkowy i siarkawy, chlorowódór, fluorowódór i inne) obliczenie nawiewnej i wydzielanej wentylacji należy przeprowadzać jako sumę poszczególnych objętości powietrza, potrzebnych do rozrzedzenia par oraz gazów, do normy dopuszczalnej koncentracji.

Przy jednoczesnym wydzielaniu się kilku gazów i par (oprócz rozpuszczalników i gazów drażniących) ilość wymienianego powietrza określa się według największego stopnia szkodliwości, t. j. według tego czynnika chemicznego, który wymaga największej wymiany powietrza.

Ilość powietrza wentylacyjnego niezbędna do rozcieńczenia wydzielających się gazów lub par do granicznego dopuszczalnego stopnia koncentracji, zgodnie ze wskazaniami GOST (tablica 18), określa się ze wzoru:

$$V = \frac{G}{1000 (P_k - P_1)} \text{ m}^3/\text{h}$$

gdzie:

V — objętość powietrza nawiewnego lub wywiewnego w m<sup>3</sup>/h,

P<sub>k</sub> — graniczna dopuszczalna koncentracja danego gazu w mg na 1 litr powietrza (tablica 18) [19],

P — zawartość danego gazu w powietrzu nawiewnym w mg na 1 litr powietrza (dla warunków normalnych tę wielkość można pominąć),

G — ilość gazu wydzielającego się w pomieszczeniu w mg/h.

W odlewniach żeliwa, staliwa i metali nieżelaznych ilość powietrza wentylacyjnego w odlewni można przyjmować według danych doświadczalnych (tablica 19).

Przy projektowaniu wietrzenia magazynów ilość powietrza wentylacyjnego przyjmuje się jako wielokrotność<sup>1)</sup> całkowitej wymiany powietrza w pomieszczeniu w ciągu godziny, zgodnie z tablicą 20.

Tabela 19

#### Ilość powietrza doprowadzanego do odlewni na 1 t/h zalewanego materiału

Rodzaj odlewni	Ilość powietrza doprowadzanego w m <sup>3</sup> /h.t
Odlewnia żeliwa	18 000
„ staliwa	15 000
„ metali nieżelaznych (o charakterze pomocniczym)	50 000

Tabela 20

#### Wielokrotność wymiany powietrza na godzinę dla pomieszczeń magazynowych

Rodzaj magazynów	Wielokrotność wymiany powietrza na godzinę	
	przy okresowym przebywaniu personelu	przy stałym przebywaniu personelu
Magazyny olejów, nafty, benzyny	1,5 — 2,0	3,0 — 5,0
Magazyny gazów sprężonych (acetylen, tlen, wodór)	0,5	—
Magazyny rozpuszczalników (pary benzoli, octany)	4,0 — 5,0	10,0
Magazyny materiałów lotnych (alkohole, etery)	1,5 — 2,0	3,0 — 5,0
Magazyny nitrolakierów (w opakowaniach blaszanych)	0,5	—

### OKREŚLANIE IŁOŚCI POWIETRZA WENTYLACYJNEGO DLA ODPROWADZANIA NADMIARÓW CIEPŁA I WILGOCI

Źródłem wydzielania ciepła mogą być ludzie, silniki, piece, roztopiony lub ogrzany metal, promieniowanie słoneczne itp.

Ilość ciepła wydzielaną przez ludzi bierze się z tablicy 21 [33].

1) Wielokrotność wymiany powietrza określa się stosunkiem nawiewnego lub wywiewnego powietrza w ciągu 1 godziny do objętości pomieszczenia



Tablica 21

Ilość ciepła (w kcal/h) i wilgoci (w g/h) wydzielanych przez dorosłego człowieka

Przy temperaturze w pomieszczeniu w °C	Przy pracy fizycznej						W stanie spoczynku	
	ciężkiej		umiarkowanej		lekkiej		wydzielanie wilgoci	wydzielanie ciepła
	wydzielanie wilgoci	wydzielanie ciepła	wydzielanie wilgoci	wydzielanie ciepła	wydzielanie wilgoci	wydzielanie ciepła		
+ 10	185	140	70	140	45	130	35	130
+ 15	185	110	110	110	55	100	40	100
+ 20	200	80	160	80	70	70	45	70
+ 30	380	35	230	35	140	30	80	30
+ 35	430	0	290	0	235	0	130	0

Orientacyjną ilość ciepła wydzielanego przez silniki elektryczne obrabiarek do metali i drewna można obliczać ze wzoru:

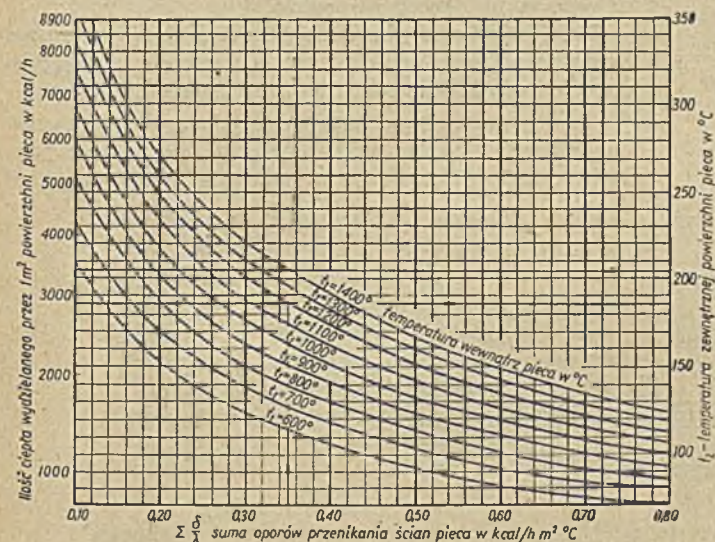
$$Q = AN \text{ kcal/h}$$

gdzie:

- Q — ilość ciepła wydzielanego przez silniki w kcal/h,
- N — znamionowa moc silników w KW,
- A — współczynnik, którego wielkość przyjmujemy w granicach 130 do 200 w zależności od obciążenia obrabiarek.

Ilość ciepła wydzielanego przez piece, kuchnie itp. określamy z wykresu opartego na wzorze Nusselta — Stefana-Boltzmana w zależności od temperatury panującej w piecu i oporu przenikania ścian pieca lub w zależności od temperatury zewnętrznych powierzchni pieca (rys. 1).

Wydzielanie ciepła przez piece może być określone bardziej dokładnie na podstawie bilansu cieplnego pieców.



Rys. 1. Wykres do określania ilości ciepła wydzielanego przez nagrzane powierzchnie pieców przy temperaturze pomieszczenia +10°C.

Przykłady: 1. Dane:  $\Sigma \frac{\delta}{\lambda} = 0,35 \text{ kcal/hm}^2 \text{ }^\circ\text{C}$ ;

$$t_1 = 1200 \text{ }^\circ\text{C} \quad i$$

$$t_w = +10^\circ\text{C}$$

Rozwiązanie:  $Q = 2900 \text{ kcal/hm}^2$  ;  $t_2 = 185^\circ\text{C}$

2. Dane:  $t_2 = 205^\circ\text{C}$  ;  $t_w = +10^\circ\text{C}$

Rozwiązanie:  $Q = 3340 \text{ kcal/hm}^2$

Ilość ciepła wydzielanego przez metal w stanie roztopionym określa się ze wzoru:

$$Q = G_m \cdot c_m \cdot (t_m - t_k) \text{ kcal/h}$$

gdzie:

- $G_m$  — ilość stygnącego metalu w kg/h,
- $c_m$  — średnie ciepło właściwe metalu (przy uwzględnieniu spadku temperatury stygnięcia metalu) w kcal/kg<sup>0</sup>C,

$t_m$  — temperatura początkowa metalu,

$t_k$  — temperatura końcowa metalu.

Ilość ciepła z promieniowania słonecznego uwzględnia się tylko w przypadkach, gdy temperatura na zewnątrz wynosi nie mniej niż + 10°C i przyjmuje się:

dla okiennego lub świetlikowego oszklenia według tablicy 22 [6],

dla dachu 15 kcal/m<sup>2</sup>h,

dla stropów poddasza 1 kcal/m<sup>2</sup>h.

Wymiary oszklonych powierzchni okien i pionowych świetlików bierze się z rzeczywistych wymiarów otworów szklanych, a wymiary oszklenia pochylonych świetlików i pochylonych dachów — jako ich rzuty poziome.

Jako obliczeniową ilość ciepła z promieniowania słonecznego dla danego pomieszczenia przyjmuje się większą spośród następujących wartości:

- ilość ciepła dopływającego poprzez oszkloną powierzchnię jednej ze ścian, znajdującej się w położeniu najmniej korzystnym pod względem dopływu ciepła przez promieniowanie słoneczne lub posiadającej największą powierzchnię oszkloną, plus ilość ciepła dopływającego przez opromieniowywane powierzchnie świetlików i pokryć dachowych;
- 70% ilości ciepła dopływającego przez powierzchnie oszklone dwóch prostopadłych do siebie ścian plus ilość ciepła dopływającego przez opromieniowywane powierzchnie świetlików i pokryć dachowych (przy tym normy promieniowania należy brać dla wyśrodkowanego kierunku obu ścian w stosunku do sfery świata).

W charakterze osłon przed słonecznym promieniowaniem zaleca się stosować pobielanie szyb na okres lata lub zawieszenie rolet z białej gęstej tkaniny.

Ilość powietrza niezbędnego do wchłaniania nadmiarów ciepła określa się ze wzoru:

$$L = \frac{Q_w - Q_{st}}{c(t_y - t_z)} \text{ kg/h}$$

gdzie:

$Q_w$  — suma ilości ciepła wydzielającego się ze wszystkich źródeł ciepła w pomieszczeniu w kcal/h,

$Q_{st}$  — suma wszystkich strat cieplnych danego pomieszczenia w kcal/h,

c — ciepło właściwe powietrza przyjęte jako 0,237 kcal/kg<sup>0</sup>C,

$t_y$  — temperatura powietrza wywiewnego z pomieszczeń,

$t_z$  — temperatura powietrza nawiewnego do pomieszczeń.

Określając  $t_y$ , w przypadkach gdy powietrze usuwa się z górnych warstw, należy uwzględniać przyrost temperatury powietrza w zależności od wysokości pomieszczenia.

Usuwanie nadmiaru ciepła z pomieszczenia dokonuje się zasadniczo za pomocą stosowania aeracji (wentylacji samoczynnej).



Ciepło promieniowania słonecznego dopływającego przez powierzchnie oszklone w kcal/m<sup>2</sup>h

Powierzchnie oszklone	Ramy okienne	Strony świata i szerokości geograficzne															
		Południe				Południowy wschód i południowy zachód				Wschód i zachód				Północno wschód i północno zachód			
		35°	45°	55°	65°	35	45°	55°	65°	35°	45°	55°	65°	35°	45°	55°	65°
Dopływ ciepła w kcal/m <sup>2</sup> h																	
Okna z oszkleniem pojedynczym	drewniane według GOST 477-41	180	210	210	240	140	180	210	240	210	210	240	240	110	110	110	110
Świetlik z oszkleniem pojedynczym pionowym (prostokątny, w kształcie M, typu Shade)	metalowe według OST 90037-39	220	260	260	290	180	230	290	290	250	260	300	300	140	140	140	130
Świetlik z oszkleniem pojedynczym pochylonym (trapezowy, w kształcie M, typu Shade)	metalowe według OST 90101-40	320	320	320	320	290	310	310	320	300	300	300	300	170	140	140	130
Świetlik z oszkleniem pojedynczym, pochylonym w części dolnej i pionowym w części górnej	metalowe według OST 90101-40	270	290	290	300	230	270	300	310	290	290	290	280	160	140	140	130
Świetliki w kształcie A z oszkleniem pojedynczym	metalowe według OST 90101-40	350	330	290	240	350	330	290	240	350	330	290	240	350	330	290	240

U w a g i. Podane w tablicy ilości ciepła dopływającego należy pomnożyć:

- dla okien z oszkleniem podwójnym i ramami z drewna (GOST 477-41) przez 0,6,
- dla okien z oszkleniem podwójnym i ramami metalowymi przez 0,75,
- dla okien z oszkleniem pojedynczym i ramami metalowymi (OST 90037-39) przez 1,25,
- dla świetlików z oszkleniem pojedynczym pionowym i ramami z drewna (GOST 1943-42) przez 0,9,
- dla świetlików wszystkich typów z oszkleniem podwójnym i ramami metalowymi przez 0,6
- przy znacznym zanieczyszczeniu szyb (w odlewniach, kuźniach itp.) przez 0,8.

Promieniowania słonecznego przez powierzchnie oszklone ścian północnych nie bierze się pod uwagę.

Przy urządzeniach chroniących przed promieniowaniem ilość ciepła dopływającego należy pomnożyć: przy pobicieleniu oszklenia przez 0,35, przy zastonach wewnętrznych i oknach otwartych przez 0,35, przy zastonach pomiędzy ramami przez 0,50, przy zastonach wewnętrznych i oknach zamkniętych przez 0,60.

Uproszczone obliczanie aeracji w celu odprowadzania nadmiaru ciepła z pomieszczenia (bez uwzględnienia działania wiatru), lecz z uwzględnieniem mechanicznego jego dopływu i odpływu, przeprowadza się na podstawie następujących wzorów:

$$L_z^a = L - L_z^m = 9570 \sqrt{\delta_z (\delta_z - \delta_w^{sr})} \left[ \sum F_z' \sqrt{h_z} \right] \text{ kg/h}$$

$$L_w^a = L - L_w^m = 9570 \sqrt{\delta_w^{sr} (\delta_z - \delta_w^{sr})} \left[ \sum F_w' \sqrt{h_w} \right] \text{ kg/h}$$

gdzie:

- $L_z^a$  — ilość powietrza doprowadzanego z zewnątrz przez aerację w kg/h,
- $L$  — ilość powietrza potrzebnego do wchłonięcia nadmiaru ciepła w kg/h,
- $L_z^m$  — ilość powietrza doprowadzonego z zewnątrz przez mechaniczne nawiewanie w kg/h,
- $L_w^a$  — ilość powietrza usuwanego z pomieszczenia przez aerację w kg/h,
- $L_w^m$  — ilość powietrza wydalanego z pomieszczenia przez mechaniczne wywiewanie w kg/h,
- $\delta_z$  — gęstość powietrza zewnętrznego w kg/m<sup>3</sup>,
- $\delta_w^{sr}$  — średnia gęstość powietrza wewnętrznego (z uwzględnieniem zmian temperatury zależnej od wysokości) w kg/m<sup>3</sup>,
- $F_z$  — przekroje wlotów powietrza dopływowego w m<sup>2</sup>,
- $h_z$  — odległości środków otworów wlotowych powietrza do strefy obojętnej<sup>1)</sup> w m,

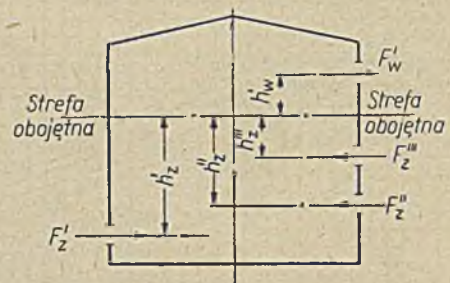
1) Strefa obojętna jest to umowna płaszczyzna pozioma wewnątrz pomieszczenia znajdująca się na takiej wysokości, na jakiej ciśnienie jest równe ciśnieniu panującemu na zewnątrz pomieszczenia. Poniżej tej płaszczyzny ciśnienie jest niższe od ciśnienia powietrza na zewnątrz, a powyżej tej płaszczyzny — wyższe. Różnica tych ciśnień warunkuje ruch powietrza wewnątrz pomieszczenia.

$F_w$  — przekroje wlotów powietrza dopływowego w m<sup>2</sup>,  
 $h_w$  — odległości środków otworów wlotowych powietrza od strefy obojętnej w m.

Sumy  $\sum F_z' \sqrt{h_z}$  lub  $\sum F_w' \sqrt{h_w}$

wprowadzane są do wzorów w tych wypadkach, gdy kilka otworów wlotowych (wylotowych) rozmieszczonych jest na różnych poziomach od podłogi.

Określiwszy niezbędne ilości powietrza doprowadzanego i usuwanego przez aerację i znając przekroje istniejących otworów wlotowych oraz ich rozmieszczenie lub zakładając wielkości tych przekrojów i ich rozmieszczenie znajdujemy położenie strefy obojętnej od poziomu podłogi (rys. 2). Wychodząc z położenia strefy obojętnej



Rys. 2. Schemat aeracji.

określamy potrzebną wielkość przekrojów otworów wyciągowych oraz ich rozmieszczenie. Położenie strefy obojętnej można również ustalić także postępując odwrotnie, znając wymiary i rozmieszczenie otworów wyciągowych lub zakładając je określamy potrzebną wielkość przekrojów otworów dopływowych i ich rozmieszczenie.

Szczegółowe wiadomości o obliczaniu aeracji podaje literatura specjalna [3, 5].

Jako przeciwdziałanie nadmiernemu promieniowaniu na stałe stanowiska pracy rozmieszczone w sąsiedztwie źródeł promieniowania (piece, miejsca zalewania i wybijania form itp.), przy intensywności promieniowania więk-



szej niż 1 kcal/cm<sup>2</sup> min, stosuje się natryski powietrzne, które powinny stwarzać na stanowiskach pracy warunki meteorologiczne (tablica 23) zgodne ze wskazaniami GOST [19].

Tablica 23

## Normy meteorologiczne dla natrysków powietrznych

Pora roku	Praca lekka		Praca ciężka	
	Temperatura powietrza w pomieszczeniu w °C	Szybkość powietrza w m/sek	Temperatura powietrza w pomieszczeniu w °C	Szybkość powietrza w m/sek
Zimna pora roku (temperatura na zewnątrz poniżej +10°C)	15 — 23	1 — 3	8 — 10	2 — 4
Ciepła pora roku (temperatura na zewnątrz +10°C i wyżej)	18 — 28	2 — 4	16 — 25	3 — 5

U w a g i: 1. Jako temperaturę powietrza w pomieszczeniu oraz szybkość powietrza przyjmuje się średnie ich wielkości w poprzecznym przekroju strumienia powietrznego, odpowiadającym położeniu tułowia pracownika podczas pracy, przy tym wyższej temperaturze powietrza odpowiada większa wartość szybkości powietrza, a niższej temperaturze — mniejsza.

2. Wartości temperatur powietrza dla ciepłej pory roku odnoszą się do miejscowości posiadających temperaturę letnią obliczeniową dla wietrzania poniżej 25°C. Dla miejscowości o temperaturze letniej obliczeniowej dla wietrzania 25°C — 29°C powyższe normy temperatur dla ciepłej pory roku należy powiększyć o 2°C, a dla miejscowości o temperaturze 30°C i wyższej — o 4°C.

Wilgoć w pomieszczeniu może powstać wskutek parowania wody z odsłoniętych powierzchni wodnych lub mokrych powierzchni i materiałów, w bezpośrednim przedstawianiu się pary do pomieszczeń i w wydzielaniu potu przez załogę.

Tablica 24

Wartości czynnika grawitacyjnego  $a$ 

Temperatura pomieszczenia w °C	Temperatura wody w °C							
	do 30	40	50	60	70	80	90	100
+ 20	0,022	0,028	0,033	0,037	0,046	0,046	0,051	0,06

Ilość wilgoci odparowanej z odsłoniętych wodnych i mokrych powierzchni określa się ze wzoru:

$$W = (a + 0,0174 v) (P_2 - P_1) F \text{ kg/h}$$

gdzie:

$W$  — ilość odparowanej wody w kg/h,

$a$  — czynnik grawitacyjny ruchu otaczającego środowiska (tablica 24),

$v$  — szybkość powietrza nad źródłem parowania w m/sek,

$P_1$  — ciśnienie pary wodnej w powietrzu pomieszczenia (konieczne jest przy tym uwzględnienie stopnia wilgotności względnej w pomieszczeniu) w mm Hg,

$P_2$  — ciśnienie pary wodnej nasyconej w mm Hg,  
 $F$  — powierzchnia parowania w m<sup>2</sup>.

Wielkości  $P_1$  i  $P_2$  przyjmuje się z tablicy 25 w zależności od założonych warunków.

W wypadku intensywnego gotowania się wody, zaleca się określenie ilości odparowanej wilgoci według ilości ciepła doprowadzanego do wody.

Ilość wilgoci powstającej wskutek bezpośredniego przenikania pary wodnej przez nieszczelności w przewodach parowych określa się za pomocą pomiarów lub przyjmuje się na podstawie danych doświadczalnych.

Ilość wilgoci wydzielanej w postaci potu przez załogę przyjmuje się według tablicy 21.

Ilość powietrza potrzebnego do wchłonięcia wilgoci wydzielającej się w pomieszczeniu określa się ze wzoru:

$$L = \frac{1000 W}{d_w - d_z} \text{ kg/h}$$

gdzie:

$W$  — ilość wilgoci wydzielającej się w pomieszczeniu w kg/h,

$d_z$  — zawartość wilgoci dla założonej temperatury zewnętrznej i względnej wilgotności ( $\varphi_z$ ) w g/kg powietrza doprowadzanego,

$d_w$  — zawartość wilgoci dla założonych warunków powietrza wewnątrz pomieszczenia w g/kg powietrza.

## OKREŚLANIE ILOŚCI POWIETRZA WENTYLACYJNEGO DLA RÓŻNYCH RODZAJÓW WYCIĄGÓW LOKALNYCH

Wyciągi lokalne mogą być wykonane w postaci tzw. okapów, odciągów osłonowych, odciągów krawędziowych itp.

Okapy stosowane są zazwyczaj nad takimi urządzeniami technicznymi, do których nie da się zastosować odciągów osłonowych i w których proces technologiczny przebiega z wydzielaniem się szkodliwych par lub gazów.

Okapy wykonuje się z blachy stalowej o grubości 0,7 ÷ 2 mm, zależnie od wymiarów okapu.

Rozmiar okapu powinien obejmować od 100 ÷ 150 mm na boki powierzchni wydzielającej pary lub gazy z danego urządzenia. Skuteczność działania okapu zależy od jego głębokości i dlatego konieczne jest przy projektowaniu okapu przewidywać minimalną wartość dla kąta  $\alpha = 60^\circ$ , a dla wysokości  $h \geq \frac{a}{2}$  (rys. 3).

W przypadku, gdy jeden z boków projektowanego okapu przekracza 2,5 m, wskazane jest ustawiać obok siebie kilka mniejszych okapów z własnymi przewodami wyciągowymi.

Tablica 25

## Zawartość pary wodnej w powietrzu przy normalnym ciśnieniu atmosferycznym i pełnym nasyceniu oraz prędkość pary wodnej przy różnych temperaturach

Temperatura w °C	Prędkość pary wodnej $P$ w mm Hg	Zawartość pary wodnej nasyconej $d$ w g/kg powietrza	Temperatura w °C	Prędkość pary wodnej $P$ w mm Hg	Zawartość pary wodnej nasyconej $d$ w g/kg powietrza
-15	1,400	1,1	45	71,391	60,7
-10	2,093	1,7	50	91,982	79,0
-5	3,113	2,6	55	117,478	102,3
± 0	4,600	3,8	60	148,791	131,7
5	6,534	5,4	65	186,945	168,9
10	9,165	7,5	70	233,093	216,1
15	12,699	10,5	75	288,517	276,0
20	17,391	14,4	80	354,643	352,8
25	23,550	19,5	85	433,041	452,1
30	31,548	26,3	90	525,392	582,5
35	41,827	35,0	95	633,692	757,6
40	54,906	46,3	100	760,000	1000,0



Ilość powietrza  $V$  wyciąganego przez okap określa się ze wzoru:

$$V = a \cdot b \cdot v \cdot 3600 \text{ m}^3/\text{h}$$

gdzie:

$a$  i  $b$  — boki okapu w m,

$v$  — szybkość odciąganego powietrza w dolnym przekroju okapu w m/sek przyjmowana jako: 0,3 m/sek — dla odciagu pary wodnej, 0,5 m/sek — dla odciagu par i gazów, jeśli graniczna dopuszczalna koncentracja ich przekracza 0,1 mg/l, 0,7 m/sek — dla odciagu mieszaniny powietrza o temperaturze od + 30 do + 70°C i 1,0 m/sek — w przypadkach gdy zachodzi intensywne wydzielanie się, a temperatura odciągowa mieszaniny powietrza przekracza + 70°C.



Rys. 3. Szkic okapu.

Dla gazów o wybitnej toksyczności i lotności przytoczone szybkości należy powiększać o 50%.

Odciągi osłonowe przewidują pełne osłonięcie źródeł wydzielania się szkodliwych domieszek z pozostawieniem tylko otworu roboczego otwieranego na stałe lub okresowo. Za materiał do budowy odciągów osłonowych służy żelazo lub drewno, zależnie od rodzaju szkodliwych domieszek.

Ilość powietrza wydalanego przez odciągi osłonowe określa się ze wzoru:

$$V = 1,1 \cdot a \cdot b \cdot v \cdot 3600 \text{ m}^3/\text{h}$$

gdzie:

$a$  i  $b$  — wymiary boków otworu roboczego w m,

$v$  — szybkość powietrza odciąganego przez roboczy otwór odciagu osłonowego przyjmuje się analogicznie do okapów, 1,1 — współczynnik rezerwy na ewentualne nieszczelności w budowie odciagu osłonowego.

Odciągi krawędziowe stosowane są do kąpielii zawierających roztwory. Zaleca się rozmieszczać je wzdłuż obu dłuższych krawędzi wanny i tylko w przypadku szerokości wanny poniżej 0,5 m dopuszcza się stosowanie jednostronnego odciagu krawędziowego.

Wysokość szczeliny odciagu poleca się przyjmować do 0,05 m, przy tym odciąg krawędziowy nie powinien zwiększać szerokości wanny więcej niż o 0,150 m na boki (dla zachowania wygodnego dostępu).

Orientacyjną ilość powietrza odciąganego z 1 m<sup>2</sup> otwartej powierzchni kąpielii dla wydziałów powlekania metalami<sup>1)</sup> i trawienia przytoczono w tablicy 26.

Odciągi przy piecach mają zastowanie w postaci okapów, odciagów osłonowych i daszkowych, umieszczonych nad otworami do ładowania i wyładowania; w większości przypadków łączy się je z kanałami kominowymi. Gdy mamy do czynienia tylko z ciepłem konwekcyjnym oraz promieniowaniem, nie stosujemy przy piecach odciagów lokalnych.

W wydziałach o pojedynczych nawach i o wysokości (do belek podsufitowych) nie mniejszych niż 9 m oraz przy ciasnym ustawieniu pieców na paliwo naftowe lub gazowe dopuszcza się odprowadzenie spalin bezpośrednio do pomieszczenia, bez stosowania wyciągów indywidualnych. W tych przypadkach w pomieszczeniu wydziela się znaczna ilość ciepła, a wentylacja następuje dzięki aeracji.

Okapy, odciągi osłonowe oraz ilości powietrza odciąganego ustala się zgodnie z wyżej podanymi wskazówkami. (Wymiary odciagów daszkowych nad otworami do ładowania i wyładowania wykonuje się o 0,1 m większe na boki od samych otworów, a wylot odciagu daszkowego przyjmuje się równy 0,7 do 0,5 wysokości otworu do ładowania lub wyładowania). Kanały nad otworami wydzielającymi spaliny piecowe również powinny posiadać obrys przekroju nieco większe od samych otworów, a oprócz tego w miejscu łączenia się z kanałem kominowym powinny kończyć się przed kanałem w odległości 1/4 cegły, aby nie wpływać na przebieg pracy pieca i nie narażać blachy kanału na działanie wysokich temperatur spalin.

Ilość powietrza wydalanego przez odciągi daszkowe pod warunkiem że nie są one połączone z wyciągiem spalin, określa się według tego samego wzoru co i dla okapów, natomiast szybkości powietrza w dolnym przekroju odciagu daszkowego przyjmuje się dla pieców z otworami ładowania i wyładowania o wysokości do 0,7 m równą 0,5 m/sek.

Ilość powietrza odprowadzanego od pieców, przy których kanał spalinowy łączy się z wyciągami daszkowymi, określa się ze wzoru:

$$L = G_{sp} \frac{t_{sp} - t_m}{t_m - t_w} \text{ kg/h}$$

gdzie:

$G_{sp}$  — ilość spalin określana według rodzaju i ilości zużytego paliwa w kg/h,

$t_{sp}$  — temperatura spalin na wyjściu z pieca w °C,

$t_m$  — temperatura mieszaniny powietrza i spalin na wyjściu z komina przyjmowana dla ciągu naturalnego do 200°, (a dla sztucznego do 160°),

$t_w$  — temperatura w obrębie stanowisk.

#### ODCIĄGI LOKALNE DO SZMERGLÓWEK, SZLIFIEREK I POLEROK

Ilość wydalanego przez odciągi lokalne powietrza przyjmuje się ze wzoru:

$$V = A D \text{ m}^3/\text{h}$$

U w a g i: 1. Przy szerokości wanien poniżej 0,6 m do danych przytoczonych w tablicy zaleca się stosować współczynnik 0,75, a przy szerokości powyżej 1 m — współczynnik 1,25.  
2. Do wanien z wodą gorącą stosuje się wyciągi tylko wtedy, gdy unosząca się para przeszkadza w obsłudze wanien.

1) Ilość powietrza odciąganego z suszarek w wydziałach powlekania metalami przyjmuje się w wysokości 600 m<sup>3</sup>/h na 1 m<sup>3</sup> objętości suszarki.

Tablica 26

#### Ilość odciąganego powietrza z 1 m<sup>2</sup> powierzchni cieczy kąpielii

Rodzaj kąpielii	Ilość odciąganego powietrza w m <sup>3</sup> /h	Rodzaj kąpielii	Ilość odciąganego powietrza w m <sup>3</sup> /h
Chromowa	6 000	Octowa	2 000
Niklowa	2 500	Do dekapowania	2 500
Miedziowa kwaśna ogrzewana	2 500	Do fosforowania	2 500
Miedziowa kwaśna nieogrzewana	2 000	Do wytrawiania	4 000
Cyjanowa	4 000	Zasadowa	2 000
Do odtłuszczenia elektrolytycznego	3 000	Woda gorąca	1 500
Do odtłuszczenia chemicznego	2 000	Do pobielania w zasadowym elektrolicie	3 000
		Do obróbki w dwuchromianie potasu lub sodu	3 000



Tablica 27

## Ilość powietrza usuwanego przez odciągi lokalne dla obrabiarek do drewna produkcji ZSRR

Rodzaj obrabiarki	Znak wyrobu	Ilość noży i ich rozmieszczenie	Średnica noży w mm	Rodzaj odpadów	Ilość odpadów w kg/h	Szybkość powietrza w odgałęzieniu przewodu odciągowego w m/sek	Ilość powietrza odciąganego od obrabiarki w m <sup>3</sup> /h	Normalna (minimalna) średnica odgałęzienia w mm	Współczynnik oporu odciągacza ξ
Obrabiarki tarczowe									
Piła poprzeczna	ЦКМ ЦКШ	1 <sub>d</sub> <sup>1)</sup>	450—700	Trocinę	50	16	1 700	195	1,5
Piła poprzeczna pedałowa	ЦКБ-3	1 <sub>d</sub>	500—700	„	50	15	950	150	1,0
Równiarka trzyczarowa	ЦК-3; ЦК3-2	3 <sub>d</sub>	500	„	120	15	700 · 3 = = 2100,	130 · 3	1,0
Piły tarczowe	ЦБ-5; ЦБ-7	1 <sub>d</sub>	500—750	„	50	15	950	150	1,0
Obrzynarka dwutarczowa <sup>2)</sup>	ЦД-2; ЦД 2-3 ЦД 2-4	2 <sub>d</sub>	650	„	120	16	1 700	195	1,5
Krawędziarka dwutarczowa z automatycznym podawaniem	ЦР2Ц	2 <sub>d</sub>	500	„	120	15	760 · 2 = = 1520	130 · 2	1,0
Uniwersalna tarczowa	Ц-2-М; Ц-3	1 <sub>d</sub>	500	„	50	15	650	125	1,3
Uniwersalna z walkiem przechylnym	ЦУ-2	1 <sub>d</sub>	500	„	120	16	1 450	180	1,3
Obrzynarka dwutarczowa z automatycznym podawaniem	ЦК2-К-3	2 <sub>d</sub>	400	„	80	14,8	600 · 2 = = 1200	120 · 2	1,5
Piły taśmowe	ЛО-70; АС-70 ЛС-100	1 <sub>d</sub>	700—1000	„	20	14,8	600	120	2,0
Piły łańcuskowe	АШ; АШС;	1 <sub>d</sub>	—	„	5	14,2	400	100	2,0
Strugarka	СФ-5	1 <sub>d</sub>	100—125	Wióry	350	15,8	700	125	1,0
Krawędziarka	СФ-5-1 СФ-5-2 СФ-6	1 <sub>d</sub>	—	„	—	16,2	900	140	1,0
To samo		1 <sub>d</sub>	—	„	—	16,2	900	140	1,3
Strugarka grubościowa	СР6-2; СР6-20; СР6-6; СР-6; СР-5	1 <sub>g</sub>	124	„	400	16,2	900	140	1,3
Strugarka dwustronna	С2-Р10	1 <sub>d</sub> +1 <sub>g</sub>	125	„	500	14	1 300+1 500	180+200	2,0
Żłoblarka czterostronna	СК-15; СК-15-2	1 <sub>d</sub> +3 <sub>g</sub>	—	„	600	15,0—18,0	950+850 + + 600+600 = = 3000	170+130 + + 110+110	2,0
To samo	СКР-30	1 <sub>d</sub> +3 <sub>g</sub>	—	„	800—1000	13,8—15,6	1 200+950 + + 750+750 = = 3650	165+150 + + 130+130	2,0
Krawędziarka	СФ 4-3	1 <sub>d</sub>	—	„	200	18,0	800	125	1,0
To samo	СФ-20	1 <sub>d</sub>	—	„	150	17,8	500	100	1,0
Strugarka czterostronna	СР-30	2 <sub>d</sub> +2 <sub>g</sub>	—	„	400—600	14,8—15,8	750 · 2 + + 950 · 2 = = 3400	130 · 2 + + 150 · 2	1,0
Frezarki	Ф-1; Ф-2М; ФШ-2М; ФШ-2	1 <sub>g</sub>	100—250	„	250	14,8	600	120	2,0
Frezarka jednwrzecionowa	ФМ-2-М	2 <sub>g</sub>	120	„	250	26,3	600 · 2 = = 1200	90 · 2	1,5
Frezarka dwuwrzecionowa	Ф2-2М Ф2-2	2 <sub>g</sub>	120	„	250	26,3	600 · 2 = = 1200	90 · 2	1,5
Frezarka kopiarka	ФВ-КО	1 <sub>g</sub>	12	„	50	36,0	500	70	1,5
Czoparki	ШОК; ШО-6	1 <sub>g</sub>	—	Trocinę	160—200	15,0—17,2	500 · 2 + + 950 · 2 = = 2900	110 · 2 + + 140 · 2	1,0
Czoparka 24-wrzecionowa	ШЛ-ХА	1 <sub>d</sub>	—	„	60—80	20,8	1600	165	1,0
Diubłarka łańcuskowa	ДЦ-А	1 <sub>g</sub>	16	„	—	31,6	500	75	1,0
Przycinarka	ЦДК-3	1 <sub>g</sub>	400	„	40,0	17,8	500	100	1,0
Kopiarka do kopyt	КОК-3	1 <sub>g</sub>	400	„	50,0	17,8	500	100	1,0
Gładziarka Trójbębnowa	ШЛ-38-1	1 <sub>d</sub>	308	Pył	—	16,0	1750	195	1,5
Gładziarka taśmowa	ШЛНС	1 <sub>g</sub>	350	„	—	13,0	1250	185	1,0
Gładziarka tarczowo-szpulowa	ШДБ-1	2 <sub>g</sub>	Tarcza — -800 Szpula — -210	„	—	14,0—15,0	1750+1000 = = 2750	210+165	1,0

1) Wskaźniki „d” i „g” wskazują położenie odciągacza — dolne lub górne.

2) Przy obrzynarkach dwutarczowych dla obu tarcz przewiduje się jeden odciągacz.

3) Czoparki dwustronne posiadają podwójną ilość noży w stosunku do jednostronnych, a zatem ilość powietrza odprowadzanego należy przyjmować również dwukrotnie większą.



gdzie:

- $D$  — średnica tarczy szlifierskiej w mm,
- $A$  — ilość wydalanego powietrza w m<sup>3</sup>/h na 1 mm średnicy tarczy; ilość tę przyjmuje się:  
dla tarcz szmerglowych i szlifierskich 1,6,  
dla tarcz barchanowych 2,0,  
dla tarcz szmerglowych wahadliwych 2,4.

Tablica 28

Ilość powietrza usuwanego przez odciągi lokalne dla rusztu odlewniczego w m<sup>3</sup>/h na m<sup>2</sup> rusztu

Rodzaj odciągu	Powierzchnia obliczeniowa	Odlew gorący ( $t > 200^{\circ}\text{C}$ )	Odlew zimny ( $t < 200^{\circ}\text{C}$ )
Okap wiszący	powierzchnia rusztu do wybijania według rozmiaru	3 500	3 000
Odciąg krawędzowy dwustronny	ta sama	6 500	5 000
Odciąg ku dołowi przez zbiornik	ta sama	6 500	4 000
Odciąg osłonowy	powierzchnia otworu czynnego	7 200	5 400

Ilości powietrza wydalanego przez odciągi lokalne dla wszelkiego rodzaju urządzeń technicznych i obrabiarek zakładów budowy maszyn przytoczono w tablicach 27—32, sporządzonych na podstawie danych doświadczalnych i danych z literatury [23, 32].

Ilość powietrza  $V$  usuwanego przez odciągi lokalne dla urządzeń przerobu piasku w odlewniach

Mieszarki		Sita płaskie ralkowicie zakryte	Sita walcowe i wieloboczne		Młyny kulowe	Zsypy i nasypy podnośnika		Przenośniki (miejsca przedładunku piasku)	
$d$ w mm	$V$ w m <sup>3</sup> /h	$V$ m <sup>3</sup> /h na 1 m <sup>2</sup> sita	$d$ w mm	$V$ w m <sup>3</sup> /h	$V$ w m <sup>3</sup> /h	Szerokość kosza w mm	$V$ w m <sup>3</sup> /h	Szerokość taśmy w mm	$V$ w m <sup>3</sup> /h
1 200	1 200	1 500	do 750	2 500	750 — 1 000	300	800	do 600	1 000
1 800	1 700		750 — 1 200	3 300		400 — 500	1 600	powyżej 600	1 500
2 400	2 300		1 200 — 1 500	5 000		500 — 600	2 000		
3 000	2 700		1 500 — 1 800	6 600					
			powyżej 1 800	8 400					

- U w a g i: 1. Przy urządzeniach technicznych i transportowych do świętego piasku oraz przy dezintegratorach nie należy stosować wyciągów.  
2. Przy przenośnikach do piasku użytego przyjęto odprowadzać przez odciągi osłonowe 250 m<sup>3</sup>/h powietrza na 1 mb odciągu.

Tablica 32

Godzinowa wielokrotność wymiany powietrza dla komór lakierniczych

Objętość komory w m <sup>3</sup>	Do 1,0	1,1—2,0	2,1—5,0	5,1—10,0	10,1—20,0	Powyżej 20,0
Wielokrotność na godzinę	3 000	2 400	1 800	1 500	1 200	900

Przykład. Komora lakiernicza o objętości 25 m<sup>3</sup>. Ilość odprowadzanego powietrza wynosi  $V = 25 \cdot 900 = 22\,500$  m<sup>3</sup>/h.

**PRYZRZĄDY GRZEJNE (GRZEJNIKI)**

W systemach centralnego ogrzewania w ZSRR zazwyczaj stosowane są następujące przyrządy grzejne:

- a. rury stalowe gładkie (tablice 33 i 34) według danych OST [40, 41],
- b. radiatory żeliwne dwusłupkowe (tablica 35) według danych GOST [14, 15],

Ilość powietrza  $V$  usuwanego przez odciągi lokalne dla bębnow oczyszczających w odlewniach

Średnica bębna w mm	600	750	900	1 059	1 200	1 350	1 500
$V$ w m <sup>3</sup> /h	560	900	1 250	1 700	2 250	2 900	3 500

Tablica 30

Godzinowa wielokrotność wymiany powietrza dla piaskownic na piasek i na śrut oraz dla komór metalizacji

Objętość komory lub bębna w m <sup>3</sup>	Piaskownice na piasek <sup>1)</sup>		Piaskownice na śrut, komory metalizacji	
	Wielokrotność wymiary na godz	Minimum m <sup>3</sup> /h	Wielokrotność wymiary na godz	Minimum m <sup>3</sup> /h
Do 1,0	3 000	—	2 400	—
1,1 — 2,0	1 800	3 000	1 500	2 400
2,1 — 5,0	1 200	3 600	900	3 000
5,1 — 10,0	900	6 000	600	4 500
10,1 — 20,0	720	9 000	540	6 000
powyżej 20,0	600	14 400	420	10 800

1) Jeżeli dla piaskownic przewidziane jest oddzielenie piasku, to prócz wyciągu powietrza z samej komory, należy jeszcze przewidzieć wyciągi: od zsypu podajnika — 500 m<sup>3</sup>/h i od oddzielnicy — 2 500 m<sup>3</sup>/h. Przykład. Piaskownica z komorą o objętości 15 m<sup>3</sup> i z oddzieleniem piasku. Ilość odprowadzanego powietrza  $V = (15 \cdot 720) + 500 + 2500 = 13\,800$  m<sup>3</sup>/h.

Tablica 31

c. rury żebrowe z okrągłymi (tablica 36 i rys. 5) i prostokątnymi żebrami (tablica 37) według danych GOST [12, 13].

Tablica 33

Rury stalowe gazowe i wodociągowe (gazowe zwykłe)

Nominalna średnica w calach	Średnica zewnętrzna w mm	Głębokość ścianki w mm	Średnica wewnętrzna w mm	Powierzchnia w 1 mb m <sup>2</sup>	Przekrój wewnętrzny w m <sup>2</sup>	Ciężar 1 mb w kg
1/2	21,25	2,75	15,75	0,0668	0,000195	1,25
3/4	26,75	2,75	21,25	0,0840	0,000355	1,63
1	33,50	3,25	27,00	0,1050	0,000572	2,42
1 1/4	42,25	3,25	35,75	0,1330	0,00100	3,13
1 1/2	48,00	3,50	41,00	0,1510	0,00132	3,84
2	60,00	3,50	53,00	0,1880	0,00221	4,88
2 1/2	75,50	3,75	68,00	0,2370	0,00363	6,64

1) Rury wodociągowe ocynkowane mają ciężar o 7% większy.

U w a g a. Długość rur wynosi 4 — 7 m. Dopuszczalne ciśnienie robocze dochodzi do 10 atn. Rury podlegają próbie na ciśnienie do 16 atn.



Powierzchnię przyrządów grzejnych określa się ze wzoru:

$$F_n = \frac{Q_n}{k_n (t_n - t_w)} \text{ m}^2$$

gdzie:

$F_n$  — powierzchnia przyrządu grzejnego w  $\text{m}^2$ ,

$Q_n$  — ilość ciepła oddawana przez przyrząd grzejny w kcal/h,

$k_n$  — wydajność cieplna przyrządu grzejnego w  $\text{kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$  (tablica 38) według danych OST [38],

$t_n$  — średnia temperatura obliczeniowa czynnika grzewczego w przyrządzie grzejnym,

$t_w$  — temperatura obliczeniowa wewnątrz pomieszczenia.

Średnią obliczeniową temperaturę czynnika ogrzewczego w przyrządach grzejnych przyjmuje się:

a. dla wody ze wzoru:

$$t_n = \frac{t_n + t_w}{2}$$

Tablica 36

Rury stalowe spawane

Tablica 34

Średnica zewnętrzna w mm	Grubość ścianki w mm	Średnica wewnętrzna w mm	Powierzchnia 1 mb w $\text{m}^2$	Przekrój wewnętrzny w $\text{m}^2$	Ciężar 1 mb w kg
76	3,00	70,0	0,238	0,00385	5,40
89	3,25	82,5	0,279	0,00534	6,87
102	3,75	94,5	0,320	0,00701	9,09
114	3,75	106,5	0,356	0,00891	10,10
127	4,00	119,0	0,399	0,01112	12,13
133	4,00	125,0	0,418	0,01227	12,70
140	5,00	130,0	0,440	0,01327	16,65
191	5,50	180,0	0,600	0,02545	25,16
216	6,50	203,0	0,678	0,03237	33,58
241	6,50	228,0	0,757	0,04083	37,59
267	7,50	252,0	0,839	0,04988	48,00

U w a g a. Długość rur wynosi  $4 \pm 7$  m. Dopuszczalne ciśnienie robocze dochodzi do 16 at n. Rury podlegają próbie na ciśnienie do 25 at n.

Rury żebrowe z żebrami okrągłymi

Długość rur L w m	Ilość żeber	Średnica żeber w mm	a w mm	Powierzchnia grzejna w $\text{m}^2$	Średnica wewnętrzna w mm	Ciężar w kg
2,0	93	175	63,5	4,00	70	73,5
1,5	69	175	53,5	3,00	70	59,5
1,0	44	175	53,5	2,00	70	37,5

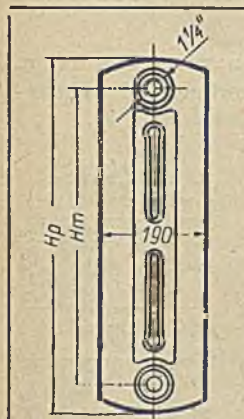
U w a g a. Stosowanie rur żebranych dopuszcza się przy ciśnieniu roboczym do 6 at n.

Tablica 37

Grzejniki radiatorowe dwusłupowe

Tablica 35

Nazwa rodzaju	Wysokość w mm		Powierzchnia ogrzewania 1 ogniwa w $\text{m}^2$	Ciężar 1 ogniwa w kg
	Pełna $H_p$	Montażowa $H_m$		
Niski N	400	300	0,20	6,0
Średni S	600	500	0,25	7,75
Wysoki W	1100	1000	0,44	12,40



Radiator dwusłupowy

U w a g a. Radiatory stosowane są na ciśnienie do 5 at n. Radiatory na ciśnienie 5 — 7 at n dostarcza zakład na specjalne zamówienie.

Rury żebrowe z żebrami prostokątnymi

Długość rur L w mm	Ilość żeber	Wymiary żeber w mm	Powierzchnia grzejna w $\text{m}^2$	Średnica wewnętrzna w mm	Ciężar w kg
845	30	130 x 230	1,77	50	31,0
970	35	130 x 230	2,05	50	35,0
1 095	40	130 x 230	2,34	50	39,0

U w a g a. Stosowanie rur żebranych dopuszcza się przy ciśnieniu roboczym do 6 at n.

Wydajność cieplna grzejników  $k_n$  w  $\text{kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$

Tablica 38

Typ przyrządów grzejnych	Wartość $k_n$ dla wody przy $(t_n - t_w)$ w $^\circ\text{C}$						Wartość $k_n$ dla pary o ciśnieniu		
	40—50	50—60	60—70	70—80	80—90	powyżej 90	Do 0,7 at n	1,0 at n	powyżej 1,0 at n
Radiatory żeliwne dwusłupowe:									
a. typu H i C	6,6	6,8	7,0	7,2	7,3	7,4	8,5	9,0	9,4
b. typu B	6,0	6,2	6,4	6,6	6,7	6,8	7,7	8,2	8,6
Rury żeliwne żebrwane:									
a. pojedyncza rura	4,5	4,5	5,0	5,0	5,0	5,5	6,0	6,4	6,7
b. dwie rury (jedna nad drugą)	4,0	4,25	4,5	4,5	4,5	5,0	5,0	5,4	5,6
c. trzy rury (jedna nad drugą)	3,5	4,0	4,0	4,0	4,0	4,5	4,5	4,8	5,0
Rury żelazne poziome lub pionowe:									
a. pojedyncza rura o średnicy:									
do 32 mm	11	11,5	12,0	12,5	12,5	12,5	13,0	13,9	14,6
od 38 do 100 mm	9,5	10,0	10,5	11,0	11,5	11,5	12,0	12,8	13,4
od 125 do 150 mm	9,5	10,0	10,5	10,5	10,5	10,5	11,5	12,3	12,9
b. kilka rur rozmieszczonych jedna nad drugą w płaszczyźnie pionowej (odległość między rurami zachowuje się równą lub mniej więcej średnicy rury):									
do 32 mm	10,0	10,0	11,0	11,0	11,5	12,0	12,5	13,4	14,0
od 38 do 150 mm	8,0	8,5	9,0	9,0	9,0	9,5	11,0	11,8	12,4

U w a g i. 1  $t_n$  — średnia temperatura obliczeniowa czynnika w przyrządzie grzejnym,  $t_w$  — średnia temperatura obliczeniowa wewnątrz pomieszczenia,  $k_n$  — wydajność cieplna grzejnika w  $\text{kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ .

2. Zgodnie z wytycznymi ni OST 90036 — 39 do wielkości powierzchni grzejnej radiatora przy ogrzewaniu wodnym należy wprowadzać poprawkę w postaci współczynnika, który dla ilości ogniwa w przyrządzie dochodzących 5 równa się 0,95, od 10 do 20 — równa się 1,05 i powyżej 20 — równa się 1,10



gdzie:

- $t_n'$  — temperatura wody dopływającej do grzejnika,
- $t_n''$  — temperatura wody odpływającej z grzejnika,
- b. dla pary wodnej niskiego ciśnienia, tj. do 0,2 atm — 100°C,
- c. dla pary wodnej o ciśnieniu ponad 0,2 atm — równą temperaturze pary nasyconej zasilającej grzejnik (tablica 39).

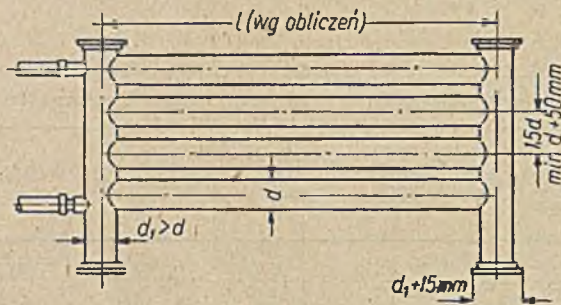
Parametry pary nasyconej

Tablica 39

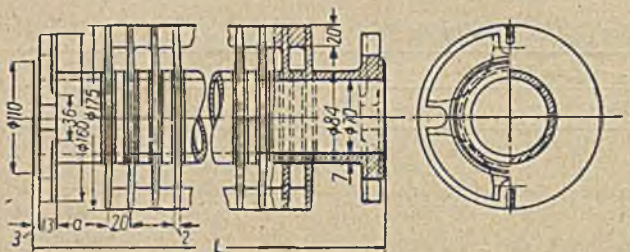
Ciśnienie w atm	Temperatura w °C	Gęstość w kg/m <sup>3</sup>	Entalpia w kcal/m <sup>3</sup>	Ciśnienie w atm	Temperatura w °C	Gęstość w kg/m <sup>3</sup>	Entalpia w kcal/kg
1	99,1	0,579	638,9	1,8	116,3	1,003	645,3
1,1	101,8	0,633	639,9	2,0	119,6	1,007	646,5
1,2	104,2	0,687	640,8	2,5	126,7	1,368	649,9
1,4	108,7	0,793	642,5	3,0	132,9	1,619	651,0
1,5	111,0	0,846	643,4	3,5	138,1	1,874	653,8
1,6	112,7	0,899	644,0	4,0	142,9	2,121	654,1

Przyrządy grzejne wykonane z gładkich rur mogą mieć postać oddzielnie biegnących rur lub spawanych zespołów, czyli tzw. grzejników drabinkowych (rys. 4).

Rury stalowe gładkie używane zazwyczaj do przyrządów grzejnych mają wymiary średnic od 2 cali do 133 mm.



Rys. 4. Przyrząd grzejny z gładkich rur.



Rys. 5. Rura żebrowana z okrągłymi żebrami.

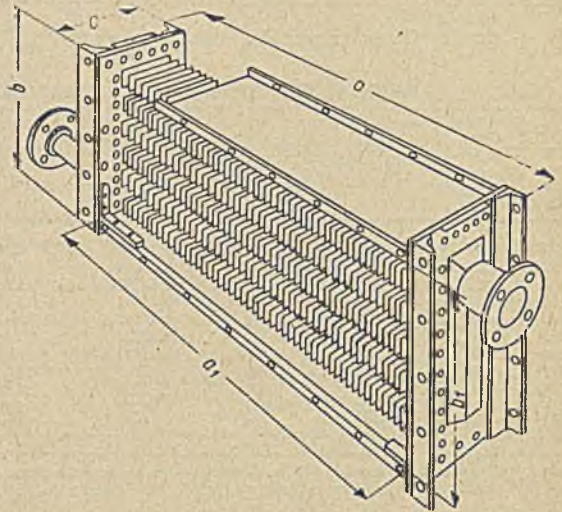
Dla różnych systemów centralnego ogrzewania i wietrzenia przemysł ZSRR produkuje następujące typy nagrzewnic:

- a. z rur stalowych ożebrowanych (GOST B—1814—42),
- b. z płyt dwuszamotowych i trzykanałowych.

Nagrzewnice z rur stalowych ożebrowanych składają się z układu rur z nasadzonymi na nie żebrami (rys. 6 i 7).

Zależnie od ilości rzędów rur ustawionych w kierunku przepływu powietrza, w ZSRR wykonywane są następujące typy nagrzewnic: typ mały z dwoma (typ M),

średni z trzema (typ C), wielki z czterema rzędami rur (typ B). Zależnie od ilości ogniwi i ich długości każdy typ grzejnika posiada 6 numerów (tablica 40 i rys. 6).



Rys. 6. Rozmiary nagrzewnic.

Konstrukcja nagrzewnicy zezwala na pracę przy 6 at n. Dla ciśnień wyższych nagrzewnice powinny być wykonywane na specjalne zamówienie. Nagrzewnice z płyt dwukanałowych i trzykanałowych zbudowane są z oddzielnych płyt tworzących kanały do przepływu czynnika grzewczego. Przekrój poprzeczny płyt pokazano na rys. 8 i 9.

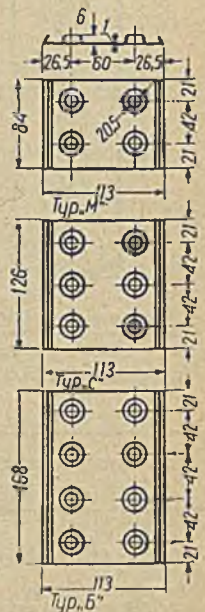
W zależności od ilości przewodów do przepływu czynnika grzewczego grzejniki dzielą się na dwukanałowe i trójkanałowe. Zależnie od ilości płyt i ich długości nagrzewnice dwukanałowe posiadają 8, a trzykanałowe 7 typów (tablica 41).

Powierzchnię grzejną nagrzewnicy oblicza się ze wzoru:

$$F_g = \frac{Q_g}{K_g (t_g - t_{sp})} \cdot 1,15 \text{ m}^2$$

gdzie:

- $F_g$  — powierzchnia grzejna nagrzewnicy w m<sup>2</sup>,
- $Q_g$  — ilość ciepła niezbędna do nagrzewania powietrza w kcal/h,
- $K_g$  — wydajność cieplna nagrzewnicy w kcal/m<sup>2</sup>°C (tablica 42, 43),
- $t_g$  — średnia temperatura obliczeniowa czynnika grzewczego w nagrzewnicy,
- $t_{sp}$  — średnia temperatura obliczeniowa powietrza w nagrzewnicy,
- 1,15 — współczynnik rezerwy.



Rys. 7. Żebra do nagrzewnic ożebrowanych.



Nagrzewnice z rur stalowych ożebrowanych

Tablica 40

Typ i numer nagrzewnicy	Wymiary w mm					Ilość sekcji	Średnica wewnętrzna rur w mm	Powierzchnia grzejna w m <sup>2</sup>	Przekrój wolny do przepływu powietrza w m <sup>2</sup>	Przekrój wolny do przepływu czynnika ogrzewczego w m <sup>2</sup>	Przybliżony ciężar nagrzewnicy w kg
	a	b	c	a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>						
M1	734	309	260	648	237	2	27,0	4,1	0,08	0,0016	65
M2	932	427	260	846	355	3	41,0	8,1	0,15	0,0023	103
M3	932	545	260	846	473	4	41,0	10,8	0,20	0,0031	134
M4	1234	545	260	1146	473	4	41,0	14,6	0,27	0,0031	163
M5	1232	663	260	1146	591	5	53,0	18,3	0,34	0,0039	197
M6	1232	781	260	1146	709	6	53,0	21,9	0,41	0,0047	230
C1	734	309	302	648	237	2	35,75	6,2	0,08	0,0023	81
C2	932	427	302	846	355	3	41,0	12,1	0,15	0,0035	137
C3	932	545	302	846	473	4	41,0	16,2	0,20	0,0047	179
C4	1232	545	302	1146	473	4	53,0	21,9	0,27	0,0047	220
C5	1232	663	302	1146	591	5	53,0	27,4	0,34	0,0058	268
C6	1232	781	302	1146	709	6	68,0	32,9	0,41	0,0070	316
B1	734	309	344	648	237	2	41,0	8,2	0,08	0,0031	102
B2	932	427	344	846	355	3	41,0	16,2	0,15	0,0047	169
B3	932	545	344	846	473	4	53,0	21,6	0,20	0,0062	221
B4	1232	545	344	1146	473	4	53,0	29,3	0,27	0,0062	274
B5	1232	663	344	1146	591	5	68,0	36,6	0,34	0,0078	337
B6	1232	781	344	1146	709	6	68,0	43,9	0,41	0,0093	395

Ilość ciepła niezbędną do ogrzewania powietrza określa się ze wzoru:

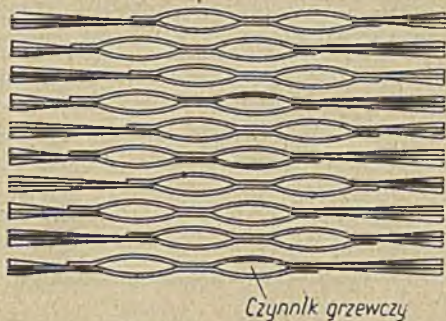
$$Q_g = 0,237 L (t_{gp}'' - t_{gp}') \text{ kcal/h}$$

gdzie:

$L$  — ilość powietrza przepływająca przez nagrzewnicę w kg/h,

$t_{gp}''$  — temperatura powietrza na odpływie z nagrzewnicy w °C.

$t_{gp}'$  — temperatura powietrza na dopływie do nagrzewnicy w °C



Rys. 8. Przekrój poprzeczny płytów dwukanałowych.

Średnią temperaturę obliczeniową czynnika ogrzewczego w nagrzewnicy przyjmuje się:

a. dla wody ze wzoru

$$t_g = \frac{t_g' + t_g''}{2}$$

gdzie:

$t_g'$  — temperatura wody dopływowej do nagrzewnicy,

$t_g''$  — temperatura wody odpływowej z nagrzewnicy,

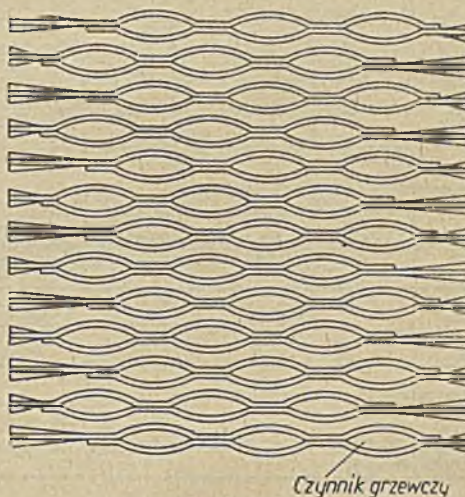
b. dla pary niskiego ciśnienia do 0,2 atn — 100°C,

c. dla pary o ciśnieniu wyższym niż 0,2 atn — równą temperaturze pary nasyconej dopływającej do nagrzewnicy.

Średnią temperaturę obliczeniową powietrza w nagrzewnicy określa się ze wzoru:

$$t_{gp} = \frac{t_{gp}' + t_{gp}''}{2}$$

Jeżeli okaże się, że powierzchnia grzejna jednej nagrzewnicy jest niewystarczająca, należy ustawić kilka nagrzewnic.



Rys. 9. Przekrój poprzeczny płytów trzykanałowych.

W tablicach 40 i 41 podano zasadnicze wymiary nagrzewnic produkowanych w ZSRR, niezbędne przy obliczaniu i projektowaniu instalacji ogrzewczych, a w tablicy 42 podano wzory dla określenia wydajności cieplnej oraz oporów przepływu powietrza i wody dla tych typów nagrzewnic.

W tablicach 43 i 44 podano wydajności cieplne i opory przepływu powietrza dla nagrzewnic z rur ożebrowanych w zależności od szybkości powietrza i wody w nagrzewnicy według danych GOST [16].

#### SCHEMATY ZASILANIA INSTALACJI OGRZEWZYCH PRZEZ CZYNNIK OGRZEWZCY

Na rys. 10, 11 i 12 pokazano różne schematy zasilania instalacji ogrzewczych przez czynnik ogrzewczy w zależności od rodzaju i parametrów czynnika (para, woda). Na rys. 12 pokazano przeciwprądowo-szybkościowy schemat zasilania dla wody jako czynnika ogrzewczego, pomysłu inż. G. N. Ufimcewa.



Nagrzewnice listkowe z płytów dwu- i trójkanałowych Kazańskich Zakładów

Typ	Wymiary nagrzewnic w mm					Średnica złączy w mm	Powierzchnia grzejna w m <sup>2</sup>	Przekrój wolny dla przepływu powietrza w m <sup>2</sup>	Przekrój wolny dla przepływu czynnika ogrzewczego w m <sup>2</sup>	Ciężar grzejnika w kg
	a	b	c	a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>					
dwukanałowe										
2K5 — 20	580	570	210	510	500	48/41	7,6	0,100	0,00314	90
2K6 — 24	680	670	210	610	600	48/41	11,0	0,145	0,00377	128
2K7 — 28	780	770	210	710	700	60/53	15,0	0,197	0,0044	169
2K8 — 32	880	870	210	810	800	60/53	19,5	0,257	0,0050	213
2K9 — 36	990	970	210	910	900	75,5/68	24,5	0,325	0,0056	277
2K10 — 40	1 090	1 070	210	1 010	1 000	75,5/68	30,5	0,402	0,0063	355
2K11 — 44	1 190	1 170	210	1 110	1 100	76/70	37,0	0,486	0,0069	401
2K12 — 48	1 290	1 270	210	1 210	1 200	76/70	44,0	0,576	0,0075	470
trójkanałowe										
3K3 — 24	380	360	210	310	300	48/41	2,88	0,028	0,0037	26
3K4 — 32	480	460	210	410	400	48/41	5,16	0,049	0,0049	45
3K5 — 40	580	560	210	510	500	60/53	8,00	0,075	0,0062	70
3K6 — 48	580	670	210	610	600	60/53	11,52	0,107	0,0074	92
3K7 — 56	780	770	210	710	700	75,5/68	15,68	1,144	0,0086	134
3K8 — 64	880	870	210	810	800	75,5/68	20,48	0,187	0,0098	168
3K9 — 72	990	970	210	910	900	76/70	25,92	0,236	0,0111	208

Tablica 42

Wzory do określania wydajności ( $K$  kcal/m<sup>2</sup> godz °C) oraz oporów przepływu powietrza ( $H$  mm H<sub>2</sub>O) i wody ( $h$  mm H<sub>2</sub>O) dla nagrzewnic różnych typów

Rodzaj nagrzewnicy	Typ	K kcal/m <sup>2</sup> godz °C		H mm H <sub>2</sub> O	h mm H <sub>2</sub> O
		Para	Woda		
Z rur ożebrowanych	M	11,76 w 0,17 (v z) 0,46		0,084 (v z) 1,74 0,102 (v z) 1,74 0,136 (v z) 1,74 0,153 (v z) 1,76 0,227 (v z) 1,71	1969 w 1,83 1550 w 1,96 7567 w 1,33 2773 w 1,11
	C	9,0 (v z) 0,545	10,6 w 0,17 (v z) 0,46		
	B	7,5 (v z) 0,574	11,5 w 0,0452 (v z) 0,561		
Z płytów dwukanałowych i trzykanałowych	2K	11,01 (v z) 0,576	14,27 w 0,026 (v z) 0,613		
	3K	13,76 (v z) 0,635			

W tej tablicy (v z) oznacza wagową szybkość powietrza w wolnym przekroju grzejnika w kg/m<sup>2</sup> sek. w — szybkość wody w przewodach nagrzewnicy w m/sek.

Przy posługiwaniu się tym schematem zaleca się stosowanie nagrzewnic z mniejszą ilością rzędów rur ustawionych prostopadle do kierunku ruchu powietrza (np. typy M i C według GOST 1814 — 42), przy tym nie-

zbędne jest uwzględnienie oporów przepływu wody w nagrzewnicach, ponieważ dla tego schematu opór może osiągnąć 5 ÷ 10 m H<sub>2</sub>O. Szybkości przepływu wody w rurach nagrzewnic powinno się przyjmować od 0,3 m/sek do szybkości granicznych dopuszczalnych (tablica 4).

Tablica 43

Wydajność cieplna Kg nagrzewnic z rur ożebrowanych

Typ nagrzewnicy	Rodzaj czynnika ogrzewczego	w	Wielkość Kg przy v z									
			2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
M i C	Woda	0,05	10,4	13,9	16,5	18,6	20,5	22,1	23,6	24,9	26,2	27,4
	Woda	0,10	11,4	15,3	18,3	20,8	23,0	24,9	26,8	28,4	30,0	31,4
	Woda	0,20	12,1	16,8	20,3	23,4	26,0	28,2	30,5	32,5	34,2	36,3
	Woda	0,30	12,6	17,7	21,6	25,0	27,8	30,5	32,7	35,0	37,0	39,3
	Para	—	13,2	19,0	23,5	27,9	31,5	35,0	38,5	41,7	44,6	48,2
B	Woda	0,05	9,3	12,5	14,9	17,0	18,6	20,2	21,7	23,0	24,1	25,1
	Woda	0,10	18,3	13,8	16,5	18,9	20,8	22,7	24,5	26,1	27,4	29,1
	Woda	0,20	10,8	14,9	18,2	21,1	23,5	25,6	27,7	29,5	31,2	33,2
	Woda	0,30	11,2	15,7	19,3	22,4	25,1	27,4	29,2	31,8	33,5	35,8
	Para	—	11,6	16,7	20,8	24,6	28,0	31,0	34,2	37,0	39,6	42,9

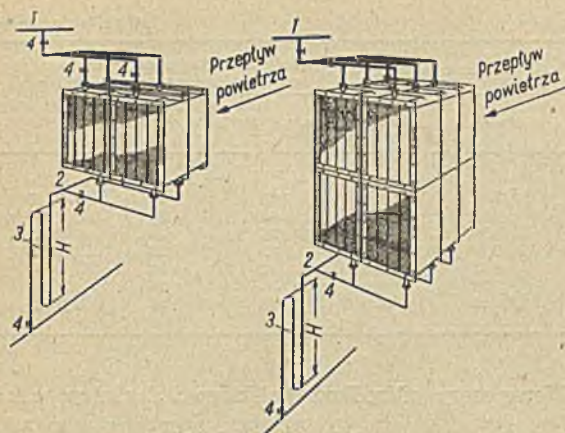
Tablica 44

Opór (H mm H<sub>2</sub>O) przepływu powietrza w nagrzewnicach z rur ożebrowanych

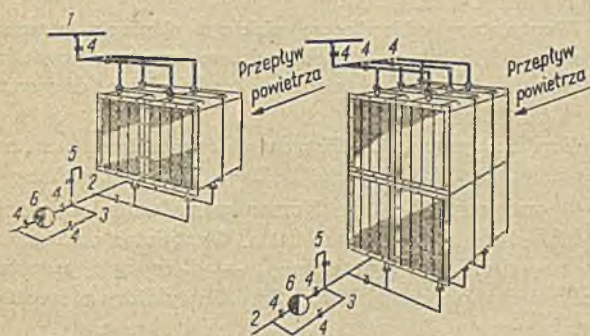
Typ nagrzewnicy	Wielkość H przy v z									
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
M	0,30	0,9	1,9	3,1	4,6	6,4	8,5	10,5	13,0	15,2
C	0,35	1,1	2,3	3,7	5,6	7,7	10,2	12,5	15,5	18,4
B	0,45	1,5	3,0	5,0	7,4	10,2	13,6	16,6	20,7	24,5

Opisany schemat zasilania daje znaczne (1,5 ÷ 1,8 raza) oszczędności na wielkości powierzchni grzejnej nagrzewnic w porównaniu z innymi schematami powszechnie stosowanymi.





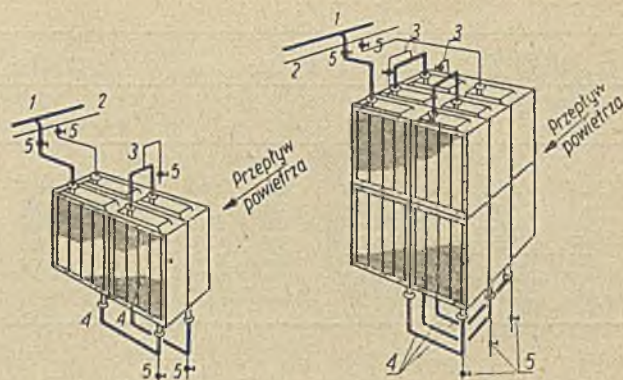
Rys. 10. Schemat zasilania nagrzewnic parą o ciśnieniu 0,2 atn: 1 — przewody parowe; 2 — przewody kondensatu; 3 — syfony; 4 — zawory.



Rys. 11. Schemat zasilania nagrzewnic parą o ciśnieniu 0,2 atn: 1 — przewody parowe; 2 — przewody kondensatu; 3 — przewody obwodowe; 4 — zawory; 5 — przedmuchiwacze; 6 — garnki kondensacyjne.

**WENTYLATORY I SILNIKI ELEKTRYCZNE**

W ZSRR w ogrzewczo-wentylacyjnych instalacjach stosuje się wentylatory odśrodkowe niskiego ciśnienia (OST 9033 — 40), średniego ciśnienia (GOST 650 — 41) typu ЦАГМ, do pyłu (GOST 649 — 41), osiowe cztero-



Rys. 12. Schemat zasilania nagrzewnic wodnych: 1 — przewody gorące; 2 — przewody powrotne; 3 — odpowietrzacze; 4 — przewody spustowe; 5 — kurki spustowe.

skrzydełkowe (seria nr 4) i ośmiskrzydełkowe rewersyjne, tzn. mogące pracować w obu kierunkach

Wymienione wentylatory wykonywane są w różnych wielkościach. Każda wielkość wentylatora oznaczona jest własnym numerem.

Wszystkie wentylatory odśrodkowe wykonywane są w 8 typach, z których 4 posiadają bieg prawy (wirnik obraca się zgodnie z ruchem wskazówki zegara patrząc od strony koła pasowego) i cztery — lewy (tablica 45).

Wentylatory oznaczone numerami od 2 do 5 posiadają obracalny korpus, który dla wszystkich czterech podanych typów prawego i lewego biegu może być ustawiany zależnie od żądanego kierunku strumienia powietrza.

Tablica 45

**Typy wentylatorów odśrodkowych**

Położenie wylotu (kierunek wydmuchu powietrza)	Prawy bieg wirnika	Lewy bieg wirnika
Poziome dolne	А	Д
" górne	Б	Е
Pionowe do góry	В	Ж
" w dół	Г	З

**Wentylatory odśrodkowe niskiego ciśnienia**  
Wymiary wentylatorów nr 2 — 5 w mm

Tablica 46

Nr wentylatora	Średnica wirnika	a	b	c	d	e	f	g	h	i	k	l	m	Koło pasowe		Średnica otworów na śruby fundamentowe	Ciężar przybliżony w kg
														Średnica	Szerokość		
2	200	260	160	260	208	182	234	140	215	130	300	200	245	100	50	14	40
3	300	370	240	390	298	252	344	195	296	170	470	260	330	150	75	18	80
4	400	470	320	520	380	310	450	235	366	200	620	300	430	200	100	20	150
5	500	580	400	650	470	380	560	290	445	240	760	370	550	250	125	20	250

**Wentylatory odśrodkowe niskiego ciśnienia**  
Wymiary wentylatorów nr 6 1/2 — 15 1/2 w mm

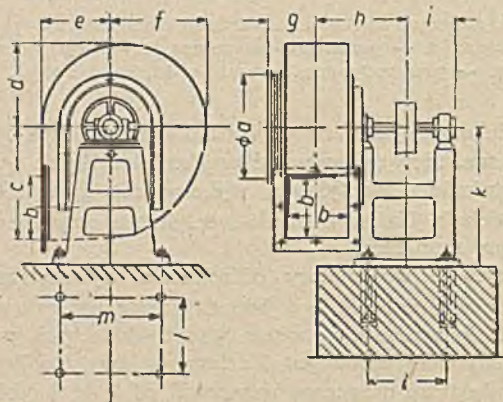
Tablica 47

Nr wentylatora	Średnica wirnika	a	b	c	d	e	f	g	h	i	k	l	m	n	o	Typy А і Д		
																p	r	s
6 1/2	650	740	520	845	585	455	715	365	550	280	550	420	460	291	232	355	545	985
8	800	910	640	1 040	720	560	830	445	700	370	670	580	510	351	292	450	670	1 180
9 1/2	950	1 080	760	1 235	855	665	1 045	515	760	370	670	580	510	416	347	555	795	1 385
11	1 100	1 250	880	1 430	990	700	1 210	590	885	435	800	690	600	476	407	660	925	1 600
12 1/2	1 250	1 430	1 000	1 625	1 125	875	1 375	660	950	435	800	690	600	537	467	735	1 050	1 800
14	1 400	1 600	1 120	1 820	1 260	980	1 540	730	1 100	525	990	825	710	605	519	840	1 170	2 000
15 1/2	1 550	1 760	1 240	2 015	1 395	1 085	1 705	800	1 160	525	990	825	710	665	579	945	1 300	2 200



Tablica 47 (c.d.)

Typy Б і Е			Типы В і Ж			Типы Г і З			Kolo pasowe		Średnica otworów na śruby fundamentowe		Przybliżony ciężar w kg
p	r	s	p	r	s	p	r	s	średnica	szerokość	w podstawie	w osłonie	
355	545	640	690	440	770	165	440	550	325	160	20	18	400
450	670	775	850	550	935	255	550	670	400	200	26	18	600
555	795	920	1 000	650	1 110	300	660	785	475	200	26	20	900
660	925	1 060	1 170	750	1 280	370	750	900	550	250	32	20	1 200
735	1 050	1 195	1 330	850	1 445	450	850	1 015	625	300	32	20	1 600
840	1 170	1 345	1 490	950	1 625	530	950	1 130	700	300	38	26	2 300
945	1 300	1 480	1 650	1 050	1 790	600	1 050	1 235	800	300	38	26	2 800



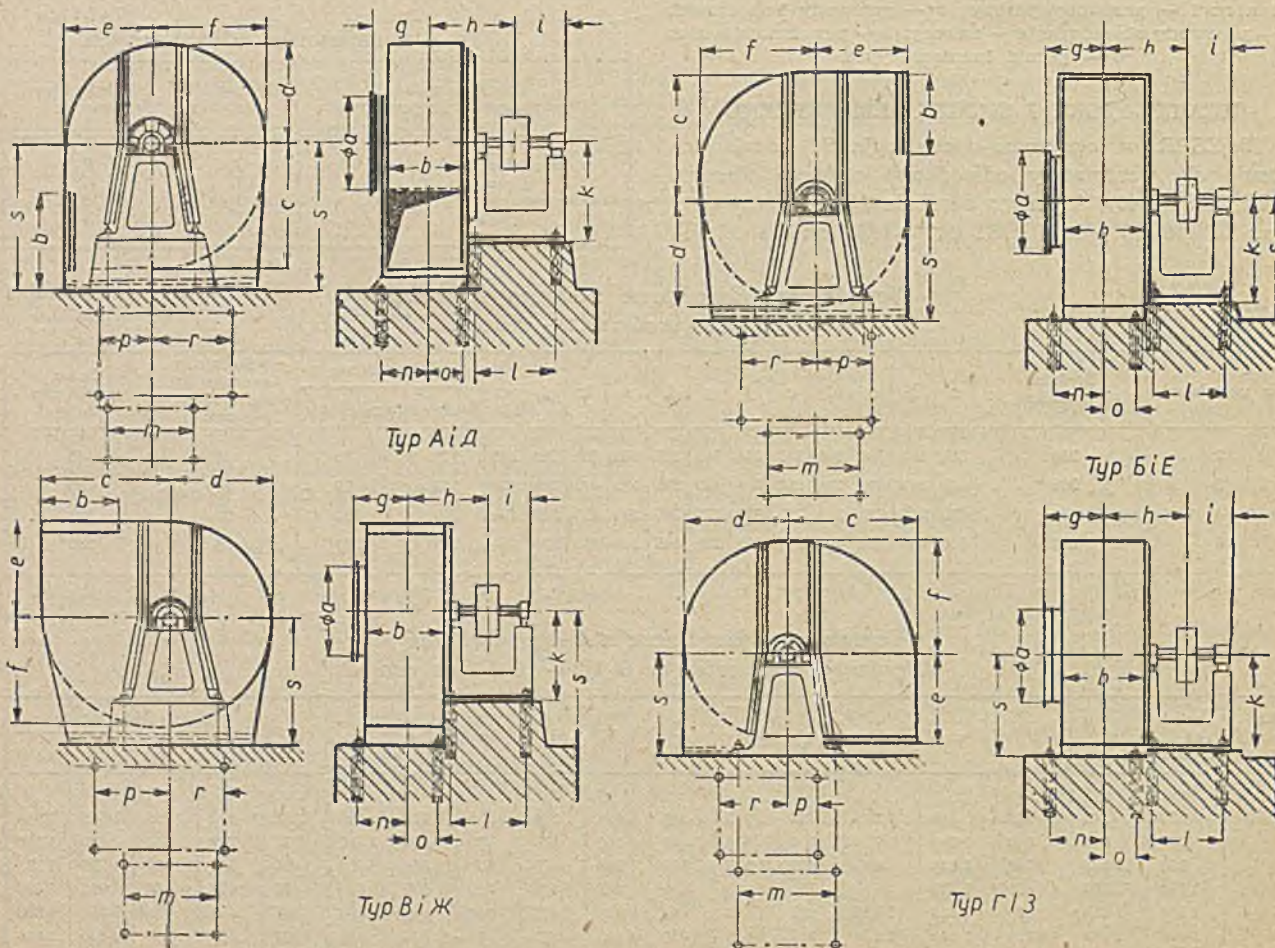
Rys. 13. Wentylator odśrodkowy z obracaną osłoną.

Wentylatory odśrodkowe niskiego i średniego ciśnienia oraz typu ЦАГИ wykonywane są z reguły na napęd pasowy.

Wyboru wentylatorów odśrodkowych dokonuje się na podstawie  $V$  — wydajności wentylatora w  $m^3/h$  i  $H$  — nadciśnienia w  $mm H_2O$ .

Wentylatory odśrodkowe niskiego ciśnienia przeznaczone są do pracy w stosunkowo czystym powietrzu i obliczone są na wytwarzanie nadciśnienia dochodzącego do  $100 mm H_2O$ .

Produkowane w ZSRR wentylatory oznaczone są numerami 2, 3, 4, 5,  $6\frac{1}{2}$ , 8,  $9\frac{1}{2}$ , 11,  $12\frac{1}{2}$ , 14,  $15\frac{1}{2}$  (tablica 46 i 47 oraz rys. 13 i 14). Numer wentylatora odpowiada średnicy wirnika w decymetrach. Wentylator nr 2 posiada na wirniku 32 łopatki, nr 3 — 48 łopatek, pozostałe zaś numery posiadają 64 łopatki. Wentylatory o średnicy

Rys. 14. Wentylatory odśrodkowe nr  $6\frac{1}{2}$  —  $15\frac{1}{2}$ .



wirnika przekraczającej 1550 mm lub inne typy mogą być wykonane tylko na specjalne zamówienie.

Wyboru wentylatorów można dokonywać postępując się wykresem przedstawionym na rys. 15.

Przykład. Należy wybrać wentylator dla następujących warunków pracy:  $V = 20900 \text{ m}^3/\text{h}$ ,  $H = 50 \text{ mm H}_2\text{O}$ , ciężar właściwy powietrza  $\delta = 1,2 \text{ kg/m}^3$ . Z wykresu wynika, że największą wartość współczynnika sprawności posiada wentylator nr 8 oraz dla tego wentylatora współczynnik sprawności  $\eta = 0,56$  a  $A = 3875$ , skąd

$$n = \frac{A}{\eta r} = \frac{3875}{8} = 485 \text{ obr/min}$$

Wentylatory osiowe średniego ciśnienia (tablice 48, 49, i rys. 13, 14) przeznaczone są do pracy w powietrzu czystym lub nieznacznie nadciśnionym pyłem i obliczone są na wytwarzanie nadciśnienia dochodzącego do 200 mm H<sub>2</sub>O. Wentylatory te zaleca się stosować również do odciągów powietrza z zawartością par i gazów działających niszcząco na wentylator (np. przy kąpielach do trawienia) i wymagających antykorozyjnego pokrycia niektórych części wentylatora.

Stosowanie wymienionych wentylatorów do odprowadzania powietrza z zawartością pyłu drzewnego od obrabiarek do drewna jest dopuszczalne poczynając od nr 6<sup>1/2</sup> wzwyż.

Wentylatory te mogą mieć zastosowanie również przy wyciągach spalinowych pod warunkiem jednak, że temperatura spalin nie przekracza 160°C; przy temperaturach wyższych wymagane jest stosowanie łożysk z chłodzeniem wodnym.

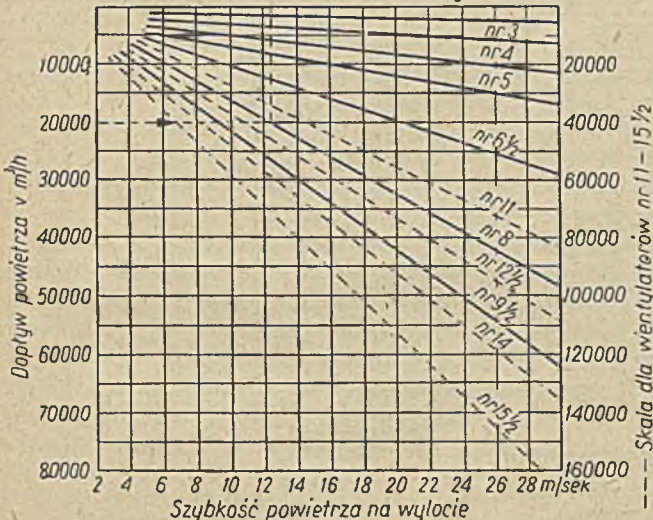
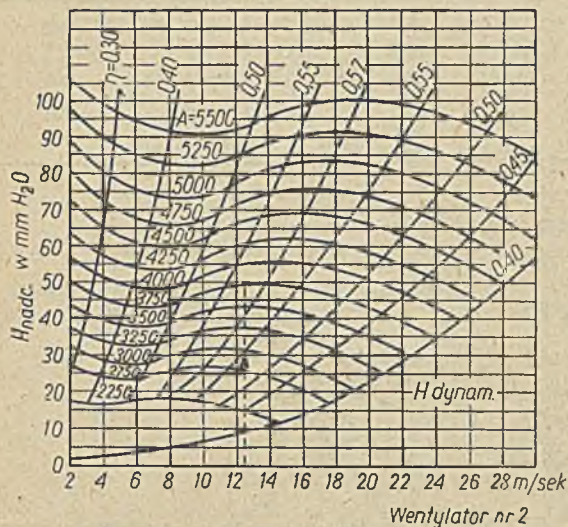
Wentylatory osiowe średniego ciśnienia posiadają numery analogiczne do wentylatorów niskiego ciśnienia. Średnica wirnika w mm odpowiada numerowi wentylatora pomnożonemu przez 110. Ilość łopatek wirnika — 24.

Wyboru wentylatora można dokonywać według wykresu rys. 16.

Przykład. Należy wybrać wentylator dla następujących warunków pracy:  $V = 100\,000 \text{ m}^3/\text{h}$ ,  $H = 90 \text{ mm H}_2\text{O}$ ,  $\delta = 1,2 \text{ kg/m}^3$ . Z wykresu wynika, że największą wartość współczynnika sprawności posiada wentylator nr 15<sup>1/2</sup> oraz, że dla tego wentylatora  $\eta = 0,525$ ,  $A = 5350$ , skąd

$$n = \frac{A}{\eta r} = \frac{5350}{15\,1/2} = 345 \text{ obr/min.}$$

Wentylatory osiowe do pyłu typu ЦАГП (tablice 50, 51 i rys. 13, 14) przeznaczone są do pracy w środowisku zawierającym zanieczyszczenia mechaniczne (wióry, trociny, włókna itp.) i obliczone są na pełne nadciśnienie dochodzące do 180 mm H<sub>2</sub>O.



Rys. 15. Nomogram dla wyboru wentylatorów osiowych niskiego ciśnienia.

Wentylatory osiowe średniego ciśnienia  
wymiary wentylatorów nr 2 — 5 w mm

Tablica 48

Nr wentylatora	Średnica wirnika	a	b	c	d	e	f	g	h	i	k	l	m	Kolo pasowe		Średnica otworów na śruby fundamentowe	Przybliżony ciężar w kg
														średnica	szerokość		
2	220	180	160	260	208	182	234	140	220	135	305	200	245	100	50	14	40
3	330	270	240	390	298	252	344	195	310	185	480	260	330	160	70	18	80
4	440	360	320	520	380	310	450	235	380	215	630	300	430	200	100	20	150
5	550	450	400	650	470	380	560	290	465	260	780	370	550	250	125	20	250

Wentylatory osiowe średniego ciśnienia  
Wymiar wentylatora nr 6,5 — 15,5 w mm

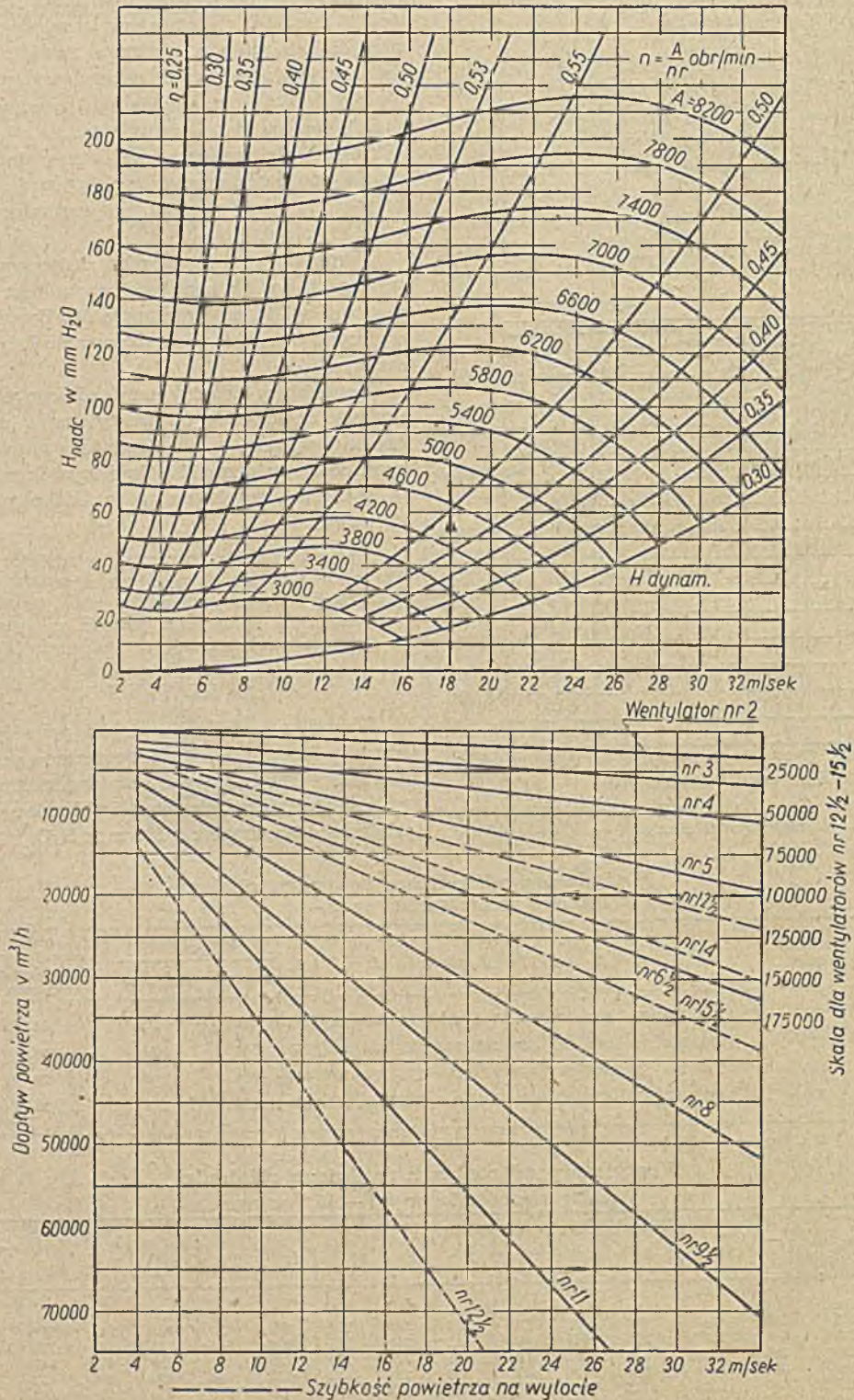
Tablica 49

Nr wentylatora	Średnica wirnika	a	b	c	d	e	f	g	h	i	k	l	m	n	o	Typy A i D		
																p	r	s
6 <sup>1/2</sup>	715	585	520	845	584	455	715	365	560	295	560	420	460	291	232	355	545	985
8	880	720	640	1040	720	560	880	445	710	385	685	580	510	351	292	450	670	1180
9 <sup>1/2</sup>	1045	855	760	1235	855	665	1045	515	775	390	702	580	510	416	347	555	795	1385
11	1210	990	880	1430	990	770	1210	590	895	450	817	690	600	476	407	660	925	1600
12 <sup>1/2</sup>	1375	1125	1000	1625	1125	875	1375	660	960	455	830	690	600	537	467	735	1050	1800
14	1540	1260	1120	1820	1260	980	1540	730	1105	540	1030	825	710	605	519	840	1170	2000
15 <sup>1/2</sup>	1705	1395	1240	2015	1395	1085	1705	800	1175	550	1040	825	710	665	579	945	1300	2200



Tablica 49 (c.d.)

Typy Б і Е			Typy Б і Ж			Typy Г і З			Kolo pasowe		Średnica otworów n śruby fundamentowe		Przybliżony ciężar w kg
p	r	s	p	r	s	p	r	s	średnica	szerokość	w podstawie	w osłonie	
355	454	640	690	440	770	165	440	550	320	150	20	18	400
450	670	775	850	550	935	255	550	670	400	200	26	18	600
555	795	920	1000	650	1110	300	660	785	450	200	26	20	900
660	925	1060	1170	750	1280	370	750	900	560	250	32	20	1200
735	1050	1195	1330	850	1445	450	850	1015	630	300	32	20	1600
840	1170	1345	1490	950	1625	530	950	1130	710	300	38	26	2300
945	1300	1480	1650	1050	1790	600	1050	1235	800	300	38	26	2000



Rys. 16. Nomogram dla wyboru wentylatorów odśrodkowych średniego ciśnienia.



Tablica 50

## Wentylatory odśrodkowe do pyłu typu ЦАГИ wymiary wentylatorów nr 2 — 5 w mm

Nr wentylatora	Średnica wirnika	a	b	c	d	e	f	g	h	i	k	l	m	Kolo pasowe		Średnica otworów na śruby fundamentowe	Przybliżony ciężar w kg
														średnica	szerokość		
2	265	180	160	257	199	169	228	140	220	135	305	200	245	100	50	14	40
3	400	272	240	388	300	256	344	195	310	185	480	260	330	160	70	18	90
4	530	360	320	514	397	339	456	235	380	215	630	300	430	200	100	20	160
5	670	454	405	650	503	429	576	292	465	260	780	370	550	250	125	20	270

Tablica 51

## Wentylatory odśrodkowe do pyłu typu ЦАГИ wymiary wentylatorów nr 6 1/2 — 9 1/2 w mm

Nr wentylatora	Średnica wirnika	a	b	c	d	e	f	g	h	i	k	l	m	n	o	Typy A i D		
																p	r	s
6 1/2	870	593	525	843	653	558	748	370	560	295	560	420	460	294	234	355	545	983
8	1070	728	645	1038	803	685	920	450	710	385	685	580	510	354	294	450	670	1180
9 1/2	1260	856	760	1223	945	806	1084	515	775	390	702	580	510	416	347	555	795	1370

Tablica 51 (c.d.)

Typy B i E			Typy B i Ж			Typy Г i З			Kolo pasowe		Średnica otworów na śruby fundamentowe		Przybliżony ciężar w kg
p	r	s	p	r	s	p	r	s	średnica	szerokość	w podstawie	w korpusie	
355	545	708	690	440	803	165	440	655	320	150	20	18	420
450	670	860	850	550	1 025	235	550	795	400	200	26	18	630
555	795	1 010	650	650	1 150	300	650	925	450	200	26	20	950

Wymienione wentylatory można stosować również we wszystkich warunkach pracy odpowiadających wentylatorom niskiego i średniego ciśnienia. Produkowane są jako numery 2, 3, 4, 5, 6 1/2, 8, 9 1/2. Liczba numeru pomnożona przez 134 odpowiada średnicy wirnika w mm.

Ilość łopatek wirnika — 6. Wirniki do wszystkich numerów wykonywa się z przednimi tarczami. Dla odprowadzenia powietrza z zanieczyszczeniami włóknistymi

wirniki wentylatorów nr 2 + 6 1/2 należy wykonywać na specjalne zamówienie, bez przednich tarcz.

Wyboru tych wentylatorów można dokonywać na podstawie wykresu przedstawionego na rys. 17.

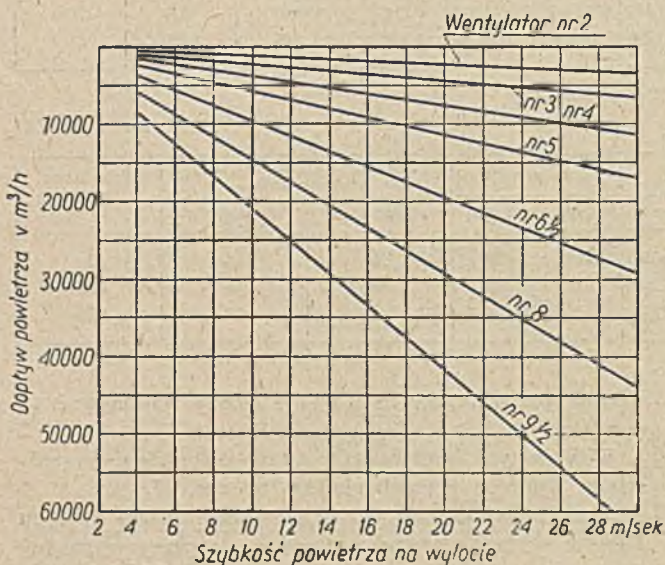
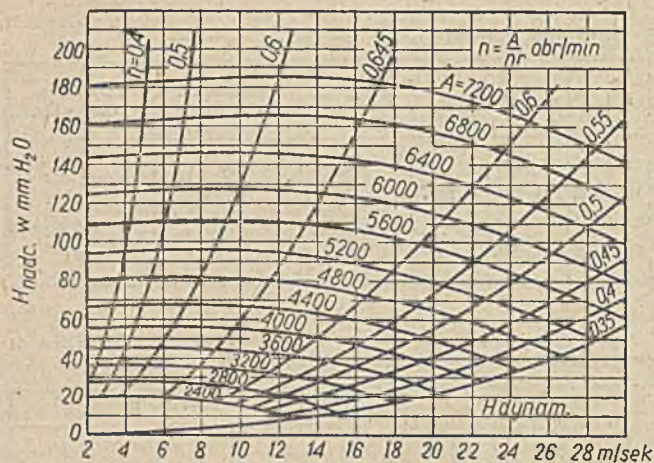
Wentylatory osiowe czterokrzydłowe (seria 4) typu ЦАГИ (tablica 52) przeznaczone są do pracy w powietrzu czystym i obliczone na wytwarzanie nadciśnienia dochodzącego do 25 mm H<sub>2</sub>O. Hałas wywoływany pracą

Tablica 52

Wydajność (V m<sup>3</sup>/h), wytwarzane nadciśnienie (H mm H<sub>2</sub>O) i współczynnik sprawności (η) wentylatorów osiowych czterokrzydłowych (seria nr 4 typu ЦАГИ w zależności od n obr/min i średnicy wirnika d w mm)

Nr 3 d = 300 mm			Nr 4 d = 400 mm			Nr 5 d = 500 mm			Nr 6 d = 600 mm			Nr 7 d = 700 mm			Nr 8 1/2 d = 850 mm					
V	H	η	V	H	η	V	H	η	V	H	η	V	H	η	V	H	η			
n = 1 450 obr/min			n = 1 450 obr/min			n = 960 obr/min			n = 960 obr/min			n = 960 obr/min			n = 720 obr/min					
400	7	0,40	1 000	12	0,42	1 500	7	0,45	2 000	12	0,40	3 500	15	0,42	5 000	13	0,42			
500	6	0,48	1 200	11	0,47	2 000	6	0,52	2 500	11	0,45	4 000	14	0,44	6 000	12	0,48			
600	6	0,51	1 400	10	0,51	2 500	6	0,57	3 000	10	0,50	5 000	13	0,51	7 000	11	0,52			
700	5	0,54	1 600	9	0,53	3 000	5	0,59	3 500	9	0,53	6 000	13	0,54	8 000	10	0,54			
800	5	0,57	1 800	8	0,56	3 500*	4	0,50	4 000	8	0,56	7 000	12	0,57	9 000	10	0,57			
900	4	0,60	2 000	8	0,58				5 000	7	0,58	8 000	10	0,58	10 000	9	0,59			
1 000	4	0,58	2 200	7	0,60				6 000*	6	0,49	9 000	8	0,52	11 000	8	0,57			
1 100	3	0,50	2 400	7	0,56							10 000*	6	0,45	12 000	7	0,53			
1 200*	2	0,37	2 600	6	0,52										13 000*	5	0,48			
			2 800*	4	0,45															
n = 960 obr/min			n = 960 obr/min			n = 720 obr/min			n = 720 obr/min			n = 720 obr/min			U w a g i 1. Wydajność wentylatora, oznaczona gwiazdką, odpowiada pracy wentylatora przy wolnym wlocie i wylocie powietrza (ustawienie w oknie). 2. Szybkość obrotowa, w celu zachowania względnej cichobieżności biegu, przyjęto poniżej 35 m/sec.					
300	3	0,42	700	5	0,43	1 000	4	0,42	2 000	6	0,47	2 500	8	0,40						
400	3	0,50	1 000	4	0,52	1 500	3	0,52	2 500	6	0,52	3 000	8	0,44						
500	2	0,55	1 200	4	0,54	2 000	3	0,58	3 000	5	0,56	4 000	7	0,52						
600	2	0,60	1 400	3	0,59	2 500*	2	0,50	3 500	4	0,60	5 000	7	0,57						
700*	1	0,50	1 600	3	0,57				4 000	4	0,58	6 000	6	0,58						
			1 800*	2	0,50				4 500*	3	0,50	7 000	4	0,51						





Rys. 17. Nomogram dla wyboru wentylatorów odśrodkowych do pyłu typu ЦАГИ średniego ciśnienia.

tych wentylatorów ogranicza ich stosowanie przy dużych obrotach. Są one wykonywane jako numery 3, 4, 5, 6, 7, 8½, 10, 12 na wspólnym wałku z silnikiem, z wyjątkiem wentylatorów o numerach powyżej 8½. Nr wentylatora odpowiada średnicy koła skrzydełkowego w decymetrach.

Wyboru wentylatorów osiowych można dokonywać na podstawie tablicy 52.

Wentylatory osiowe rewersyjne ośmiokrzydełkowe typu ЦАГИ (tablica 53) przeznaczone są dla tych samych warunków pracy co wentylatory osiowe czterokrzydełkowe.

Nazwa wentylatora rewersyjnego pochodzi stąd, że przy zmianie kierunku obrotów i towarzyszącej temu zmianie kierunku przepływu powietrza przepływ w znaczeniu ilościowym nie ulega zmianie. Wentylator rewersyjny wskutek stosunkowo mniejszego hałasu dopuszcza stosowanie wyższych obrotów niż osiowy czterokrzydełkowy. Wykonywane są one jako numery 5, 6, 7, 8½, 10, 12. Numer wentylatora określa średnicę wirnika w decymetrach. W wentylatorze rewersyjnym za pomocą zmiany kąta natarcia skrzydełek osiąga się bardziej szeroki zakres regulacji wydajności.

Wyboru wentylatorów można dokonywać na podstawie tablicy 53.

Graniczne dopuszczalne szybkości obrotowe wirników dla różnych typów wentylatorów przytoczone w tablicy 54, zależnie od stopnia cichobieżności ich pracy, odpowiadającej wymaganiom różnego rodzaju pomieszczeń.

Moc silnika dla danego wentylatora określa się ze wzoru:

$$N = \frac{V \cdot H \cdot B}{3600 \cdot 102 \cdot \eta \cdot \eta_p} \text{ kW}$$

gdzie:

- $V$  — wydajność wentylatora w  $\text{m}^3/\text{h}$ ,
- $H$  — nadciśnienie wentylatora w  $\text{mm H}_2\text{O}$ ,
- $\eta$  — współczynnik sprawności wentylatora,
- $\eta_p$  — współczynnik sprawności przekładni pasowej równy 0,9; przy wałku wspólnym z silnikiem współczynnik użyteczności przekładni pomija się,
- $B$  — współczynnik rezerwy mocy silnika (tablica 55).

Przy wyciągu przez wentylator powietrza o znacznym zanieczyszczeniu mechanicznymi domieszkami (wyciąg od obrabiarek do drewna) lub domieszkami o wysokiej temperaturze (spaliny), niezbędne jest wprowadzanie odpowiednich poprawek [32].

Wyboru typu silnika w zależności od charakteru pomieszczenia należy dokonywać zgodnie z tablicą 56, przy tym pierwszeństwo należy oddać silnikom klatkowym asynchronicznym.

Średnicę koła pasowego silnika określa się ze wzoru:

$$D_s = 1,05 D_w \frac{n_w}{n_s} \text{ mm}$$

gdzie:

- $D_s$  — średnica koła pasowego silnika w mm,
- $D_w$  — średnica koła pasowego wentylatora w mm,
- $n_w$  — ilość obrotów wałka wentylatora,
- $n_s$  — ilość obrotów wałka silnika (asynchroniczna).

Jako najmniejszą średnicę koła pasowego przy silniku przyjmuje się 90% średnicy koła normalnego podanego w katalogach.

Najmniejszą odległość  $a$  pomiędzy osiami wentylatora i silnika przy zazwyczaj stosowanej przekładni pasowej przyjmuje się ze wzoru:

$$a = (1,5 + D_s + D_w) \text{ m}$$

gdzie:

- $D_s$  i  $D_w$  — w m.

## KLIMATYZACJA W ZAKŁADACH BUDOWY MASZYN

Przez pojęcie klimatyzacji w pomieszczeniach produkcyjnych i laboratoriach rozumiemy wytworzenie w tych pomieszczeniach, niezależnie od zewnętrznych warunków meteorologicznych, takiego stanu powietrza pod względem temperatury i wilgotności, który by czynił zadość wymaganiom stawianym przez procesy technologiczne.

Urządzenia klimatyzacyjne w okresie letnim mają za zadanie oziębiać i osuszać powietrze doprowadzane do pomieszczenia, a w okresie zimowym ogrzewać je i nawilżać.

W zakładach budowy maszyn klimatyzację przewiduje się dla pomieszczeń laboratoryjnych, w których dokonuje się specjalnych dokładnych wymiarów lub dla wydziałów wykańczających i wydziałów montażowych przy produkcji o wysokim stopniu dokładności (produkcja łożysk precyzyjnych itp.).



Tablica 53

Wydajność ( $Vm^3/h$ ), wytwarzane nadciśnienie ( $H$  mm  $H_2O$ ) i współczynnik sprawności ( $\eta$ ) wentylatorów osiowych, rewersyjnych, ośmiskrzydełkowych typu ЦАГИ, w zależności od  $n$  obr/min, kąta natarcia skrzydełek i średnic wirnika  $d$  mm

V	Nr 5 d = 500 mm						V	Nr 6 d = 600 mm						V	Nr 7 d = 700 mm						V	Nr 8 1/2 d = 850 mm						V	Nr 10 d = 1000 mm																																																																																																																																																																																									
	15°		20°		25°			15°		20°		25°			15°		20°		25°			15°		20°		25°			15°		20°		25°																																																																																																																																																																																					
	H	η	H	η	H	η		H	η	H	η	H	η		H	η	H	η	H	η		H	η	H	η	H	η		H	η	H	η	H	η																																																																																																																																																																																				
	n = 1450 obr/min							n = 960 obr/min							n = 960 obr/min							n = 960 obr/min							n = 720 obr/min																																																																																																																																																																																									
2 000	16	0,47	20	0,33	26	0,27	2 000	11	0,44	13	0,30	15	0,25	3 000	15	0,42	17	0,30	20	0,23	5 000	23	0,40	29	0,26	31	0,23	6 000	18	0,38	23	0,27	25	0,22	2 500	12	0,55	17	0,40	18	0,33	3 000	8	0,55	10	0,42	11	0,34	4 000	12	0,52	15	0,38	10	0,30	6 000	20	0,45	25	0,32	28	0,25	8 000	15	0,48	19	0,33	20	0,27	3 000	10	0,56	14	0,45	16	0,37	4 000	3	0,50	8	0,49	9	0,41	5 000	9	0,55	12	0,44	15	0,35	8 000	17	0,54	20	0,40	23	0,33	10 000	12	0,55	16	0,40	18	0,32	3 500	6	0,52	11	0,48	15	0,43	5 000	5	0,47	8	0,46	6 000	7	0,54	10	0,48	13	0,40	11 000	11	0,55	18	0,47	20	0,38	12 000	10	0,56	14	0,46	16	0,38	4 000	10	0,47	14	0,45	6 000	5	0,40	7 000	9	0,49	11	0,45	12 000	5	0,45	15	0,50	18	0,43	14 000	6	0,51	12	0,49	14	0,42	4 500	8	0,46	12	0,46	8 000	6	0,46	10	0,46	14 000	13	0,48	17	0,46	15 000	3	0,40	11	0,49	13	0,44	5 000	10	0,44	9 000	8	0,40	16 000	11	0,46	13	0,44	18 000	7	0,47	12	0,46	10 000	10	0,35	17 000	5	0,35	20 000	10	0,40	20 000	9	0,43
n = 960 obr/min						n = 720 obr/min						n = 720 obr/min						n = 720 obr/min																																																																																																																																																																																																				
1 500	6	0,52	7	0,38	8	0,30	1 500	7	0,45	8	0,30	9	0,24	2 500	8	0,45	10	0,30	11	0,25	4 000	12	0,45	16	0,28	18	0,23	Uwaga 1. Maksymalne wydajności wentylatora odpowiadają pracy wentylatora przy wolnym wlocie i wylocie powietrza (ustawienie w oknie). 2. Szybkość obrotową w celu zachowania względnej cichobieżności biegu przyjęto poniżej 45 m/sec.																																																																																																																																																																																										
2 000	4	0,56	6	0,45	7	0,37	2 000	4	0,53	6	0,38	7	0,30	3 000	7	0,52	9	0,37	10	0,29	6 000	9	0,54	12	0,40	13	0,32																																																																																																																																																																																											
2 500	2	0,40	4	0,50	5	0,45	3 000	2	0,45	4	0,50	5	0,40	4 000	4	0,56	7	0,45	8	0,37	8 000	5	0,55	10	0,47	11	0,39																																																																																																																																																																																											
3 000	2	0,45	4	0,46	4	0,46	4 000	3	0,50	6	0,50	7	0,42	9 000	3	0,45	9	0,50	10	0,42	10 000	8	0,48	9	0,45																																																																																																																																																																																													
3 500	2	0,40	2	0,40	4	0,40	4 500	3	0,40	3	0,40	6 000	4	0,47	6	0,46	10 000	6	0,46	7	0,44																																																																																																																																																																																																	

Tablica 54

Graniczne dopuszczalne szybkości obrotowe ( $v_0$  m/sec) dla wirników wentylatorowych

Rodzaj budynku	Typ wentylatora				
	Odśrodkowy			Osiowy	
	Niskiego ciśnienia	Wysokiego ciśnienia	ЦАГИ	Czteroskrzydłowe	Rwersyjne
A. Przy uwzględnieniu względnej cichobieżności:					
1. Mieszkalne, publiczne i administracyjno-pomocnicze budynki	15	—	—	25	30
2. Budynki przemysłowe ze względnie cichym przebiegiem procesu technologicznego (obróbka mechaniczna, modelarnie)	25	35	35	30	40
3. Budynki przemysłowe ze względnie głośnym przebiegiem procesu technologicznego (kucie, kolarnie, odlewnie)	30	50	50	35	45
B. Przy uwzględnieniu warunków wytrzymałościowych:					
4. Dla wszystkich budynków	30	50	50	60	80

Uwaga 1. Szybkość obrotową oblicza się ze wzoru

$$v_0 = \frac{\pi d n}{60} \text{ m/sec}$$

gdzie:

$d$  — średnica wirnika w m,  
 $n$  — ilość obrotów wirnika.

2. Wentylatory odśrodkowe średniego ciśnienia i typu ЦАГИ przy szybkościach obrotowych przekraczających 35 m/sec dla grupy budynków wymienionych w punkcie 2 powinny być ustawiane w pomieszczeniach izolowanych z zastosowaniem dodatkowych środków tłumiących hałas.

3. W wypadku wykopania wirnika w wentylatorze odśrodkowym ЦАГИ bez przedniej tarczy szybkość obrotowa ze względów wytrzymałościowych nie może przekroczyć 45 m/sec.

Tablica 55

Współczynniki rezerwy mocy silnika

Moc w kW	Dla odśrodkowych i rewersyjnych wentylatorów		Dla osiowych wentylatorów	
	B		B	
Do 0,5	1,5			
„ 1,0	1,3			
„ 2,0	1,2		1,10	
„ 5,0	1,15			
Powyżej 5,0	1,10			

Tablica 56

Wybór typu silnika elektrycznego w zależności od rodzaju pomieszczenia

Rodzaj pomieszczenia	Typ silnika elektrycznego
Suche (wilgotność względna do 65%) zabezpieczone przed pożarem i przed nadmiernym zanieczyszczeniem silnika pyłem.	Otwarty
To samo, lecz z możliwością przedstawiania się do silnika ciał obcych	Okapturzony z izolacją normalną
Wilgotne ( $\varphi > 65\%$ )	Okapturzony z izolacją wodoszczelną
Bardzo wilgotne ( $\varphi > 75\%$ )	Hermetyczny
Pomieszczenie zawierające znaczną ilość pyłu	Hermetyczny lub hermetyczny wentylowany
Pomieszczenia o wysokiej temperaturze ( $t_w \geq 35^\circ C$ ), lecz bez gryzących gazów i par	Otwarty lub hermetyczny wentylowany
Pomieszczenie z gryzącymi gazami i parami, lecz z $\varphi = 65\%$	Okapturzony ze specjalną izolacją
To samo, lecz z $\varphi > 65\%$	Hermetyczny ze specjalną izolacją
Pomieszczenia, w których istnieje niebezpieczeństwo wybuchów	Hermetyczny



Przy projektowaniu klimatyzacji niezbędne jest, oprócz ustalenia wszystkich źródeł wydzielania się ciepła i wilgoci, przeprowadzenie bardziej dokładnego obliczenia ilości ciepła i wilgoci pochodzących z tych źródeł, niż przy projektowaniu ogrzewania i wentylacji. Przy sporządzaniu bilansu ciepła dla pomieszczeń prócz uwzględnienia strat i dopływu ciepła przez ściany zewnętrzne oraz stropy niezbędne jest wzięcie również pod uwagę oddziaływania pomieszczeń sąsiednich.

W celu ograniczenia działania promieniowania słonecznego zaleca się planować pomieszczenie klimatyzowane tak, aby okna skierowane były na północ unikając przy tym nadmiernie dużych powierzchni oszklonych okiennych lub świetlikowych i dążyć do projektowania pomieszczeń klimatyzowanych bez świetlików.

Ściany zewnętrzne oraz stropy dla pomieszczeń klimatyzowanych należy projektować lepiej izolujące niż dla zwykłych budynków przemysłowych, przyjmując dla ścian  $K \leq 1,1$ ; dla stopów  $K \leq 0,8$ ; dla okien podwójnych  $K = 2,3$ .

W celu ochrony pomieszczenia przed promieniowaniem słonecznym przez powierzchnie oszklone należy przewidywać urządzenia ochronne, jak pobielanie szyb, zakładanie rolet, daszków itp.

Temperatury zewnętrzne obliczeniowe na okres letni należy obliczać ze wzoru:

$$t_o = \frac{t_{\max} + t_z^w}{2}$$

gdzie:

- $t_o$  — temperatura zewnętrzna obliczeniowa w okresie letnim dla klimatyzacji,
- $t_{\max}$  — maksymalna letnia temperatura dla danej miejscowości według danych Państwowego Instytutu Meteorologicznego,
- $t_z^w$  — temperatura letnia obliczeniowa zewnętrzna dla wietrzzenia (tablica 3).

Dla okresu zimowego należy przyjmować temperaturę obliczeniową jak dla ogrzewania (tablica 3).

- Wilgotność względną obliczeniową należy przyjmować:
- a. dla okresu letniego — wychodząc z wilgotności średniej na dobę w miesiącu najcieplejszym i sprowadzając do temperatury obliczeniowej,
  - b. dla okresu zimowego — wychodząc ze średniego maksimum w miesiącu najzimniejszym.

Dane dla określenia wilgotności względnej należy przyjmować z biuletynów Państwowego Instytutu Meteorologicznego.

Temperatury obliczeniowe wewnątrz pomieszczeń dla przemysłu metalowego przyjmuje się zazwyczaj w granicach 20 — 22°C, a wilgotność względną obliczeniową — w granicach 50 — 60%. Dla większości pomieszczeń warunki wilgotności nie są w ogóle normowane.

Przy projektowaniu klimatyzacji należy z wielką ostrożnością ustalać parametry powietrza wewnątrz pomieszczenia, gdyż podane wyżej wartości wymagają dla należytego jego ochłodzenia wody o temperaturze dość niskiej. Może to wymagać w wielu wypadkach stosowania skomplikowanych maszyn chłodniczych i prowadzić do niewykorzystania wody studziennej (o temperaturze 8 ÷ 10°C i niższej), o którą na ogół jest łatwo.

Stosowane obecnie w ZSRR maszyny chłodnicze oparte są na amoniaku jako czynniku chłodzącym, w USA — na freonie (CF<sub>2</sub>CL<sub>2</sub>). W myśl przepisów bezpieczeństwa chłodnie amoniakalne powinny być ustawione w oddzielnych izolowanych pomieszczeniach. Ilość powietrza, którą

pragniemy wprowadzić do pomieszczenia za pomocą urządzenia klimatyzacyjnego, określa się na podstawie ilości ciepła i wilgoci, które ma wchłonąć wprowadzone powietrze, oraz ilości uzupełniającej powietrze wskutek pracy odciągów lokalnych lub ogólnych.

Dopuszczalna rozpiętość temperatur powietrza doprowadzanego i odprowadzanego przy stosowanych systemach klimatyzacji ustala się w granicach 4 ÷ 7°C, w zależności od wysokości pomieszczenia i od sposobu doprowadzania powietrza.

W urządzeniach klimatyzacyjnych większość powietrza poddaje się zazwyczaj recyrkulacji. Wyjątki stanowią te działy produkcji, w których ze względów sanitarno-higienicznych recyrkulacja powietrza jest niedopuszczalna.

Jeśli oprócz klimatyzację na dopływie wyłącznie świeżego powietrza, to moc chłodziarki znacznie wzrasta (przebiegnie 2 — 2½ raza).

Ilość świeżego powietrza dodawana do recyrkulacyjnego powietrza powinna wynosić nie mniej niż 10 ÷ 15% ogólnej ilości oraz nie mniej niż 35 m<sup>3</sup>/h na jednego pracownika. Dla urządzeń klimatyzacyjnych w przemysłowych pomieszczeniach jako zasadę przyjmuje się stałość na przestrzeni całego roku ilości powietrza świeżego jak i recyrkulacyjnego.

Zaleca się stosowanie kierunku przepływu „z góry na dół”, czyli doprowadzanie powietrza do górnej strefy pomieszczenia, a odprowadzanie z dolnej. Ma to duże znaczenie ze względu na uzyskanie większej rozpiętości temperatur powietrza doprowadzanego i odprowadzanego, co z kolei wpływa na obniżenie mocy całego urządzenia.

Podstawowe procesy zmiany stanu powietrza zarówno w komorze klimatyzacyjnej, jak i w samym pomieszczeniu scharakteryzowane są przez zachodzące w powietrzu zmiany zawartości ciepła, temperatury, zawartości wilgoci i względnej wilgotności powietrza.

W celu uproszczenia obliczeń i dla większej przejrzystości procesów wywołujących zmiany w stanie powietrza przyjmuje się graficzny sposób obliczania, przy tym zaleca się posługiwanie się wykresem I — d [2, 33].

Komory klimatyzacyjne (klimatyzatory) dzieli się na dwa rodzaje: komory centralne i komory lokalne (indywidualne klimatyzatory).

Komory centralne służą w głównej mierze do obsługi pomieszczeń, które wymagają znacznych ilości doprowadzanego powietrza. Komory lokalne natomiast stosujemy do małych oddzielnych pomieszczeń, które wymagają odrębnych warunków klimatyzacyjnych.

Najbardziej rozpowszechnionymi typami centralnych komór stosowanych do produkcyjnych pomieszczeń w zakładach budowy maszyn są:

- a. z przestrzenią natryskową (rys. 18),
- b. z pierścieniami Raschiga.

Wymiary centralnej komory z przestrzenią natryskową (woda jest rozpryskiwana za pomocą rozpylaczy) określa ilość przepływającego przez komorę powietrza i w zasadzie zależne są one od wielkości przestrzeni natryskowej, ponieważ wszystkie inne elementy nie różnią się od zwykłych komór wentylacyjnych. Przekrój przestrzeni natryskowej przyjmuje się, wychodząc z szybkości przepływu powietrza równej 2—2,5 m/sek. Długość przestrzeni natryskowej określa się zazwyczaj ilością rzędów rozpylaczy. Zaleca się ustawiać trzy rzędy rozpylaczy (lecz nie mniej niż dwa rzędy): dwa rzędy należy ustawiać przeciw prądowi powietrza, a jeden zgodnie z prądem. Odległość pomiędzy rzędami rozpylaczy przyjmuje się 600 — 450 mm.



U wylotu powietrza z przestrzeni natryskowej ustawia się odkraplacz powietrza (eliminatory), przy tym szybkość przepływu powietrza przez odkraplacz przyjmuje się nie wyższą niż 2,5–3 m/sek.

Ilość wody doprowadzanej do przestrzeni natryskowej przyjmuje się w granicach 1,2–2,0 kg na 1 kg powietrza.

Dla komory o jednostopniowym chłodzeniu maksymalny spadek temperatury powietrza przyjmuje się (według termometru mokrego) nie wyższy niż 8°C. Jako maksymalny wzrost temperatury wody w komorze o jednostopniowym chłodzeniu przyjmuje się 3°C, przy tym dalszy

wzrost można osiągnąć dzięki zastosowaniu dwustopniowego chłodzenia.

W komorach z pierścieniami Raschiga przepuszcza się powietrze przez warstwę o grubości 300–400 mm pierścieni Raschiga zwilżanych wodą. Ilość wody zwilżającej 1 m<sup>2</sup> poziomej warstwy pierścieni przyjmuje się w granicach  $4 \div 6$  m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>h.

W celu usunięcia z powietrza wydalanego z przestrzeni natryskowej zawiesiny cząsteczek wody przepuszcza się powietrze przez odkraplającą warstwę pierścieni Raschiga o grubości 100–200 mm. Szybkość powietrza przyjmuje się w granicach 0,8–1,1 m/sek w poziomym przekroju komory natryskowej.

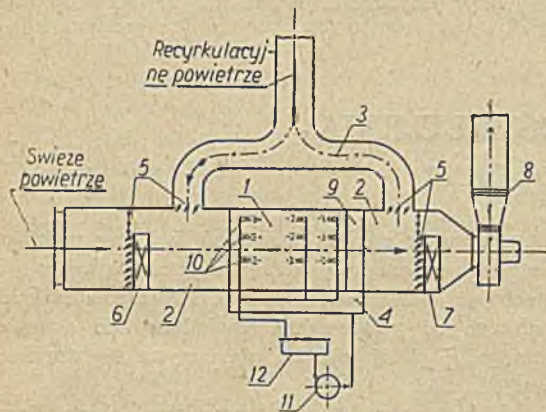
Komory lokalne przewidują zazwyczaj ochładzanie powietrza na sucho. Do tego celu stosowane są rury, wewnątrz których przepływa woda chłodząca. Dokładne dane dotyczące obliczenia klimatyzacji i maszyn chłodniczych można znaleźć w literaturze specjalnej [45, 46, 43, 44].

Urządzenia klimatyzacyjne zaopatruje się w automatyczne przyrządy regulacyjne. Te ostatnie dzielą się na sterujące (pierwotnego działania) i wykonawcze (wtórnego działania).

Przyrządy pierwotnego działania — termostaty (reagujące na zmianę temperatury) i hydrostaty (reagujące na zmianę wilgotności).

Przyrządy wtórnego działania (wykonawcze mechaniczne) — zasłony żaluzjowe, zawór trójdzielnny wodny, zawory regulacyjne.

Przy projektowaniu urządzeń klimatyzacyjnych obliczenia należy wykonywać przynajmniej dla dwóch krańcowych warunków: dla zimowego okresu z nagrzewaniem i nawilżaniem powietrza oraz dla letniego okresu z ochładzaniem i osuszaniem.



Rys. 18. Schemat klimatyzatora: 1 — komora natryskowa; 2 — komora do przemieszania powietrza świeżego i powietrza z recyrkulacji; 3 — zawór do wyrównywania ciśnienia; 4 — ścieki klimatyzatora; 5 — zasłony żaluzjowe; 6 — nagrzewnica I; 7 — nagrzewnica II; 8 — wentylator; 9 — odwadniacz; 10 — natryski; 11 — pompa wodna; 12 — chłodziarka.

## LITERATURA I ŹRÓDŁA

1. ASZE B. M.: Otoplenie i wentylacja, część I, Gosstrojizdat, L. 1939.
2. ASZE B. M. i MAKSIMOW G. A.: Otoplenie i wentylacja, część II, Stroizdat Narkomstroja, L. 1940.
3. BAKUIN W. W. i KUCZERUK W. W.: Aeracja przemysłowych zdani, OHTI, M. 1937.
4. BRENER R. N.: Produkcja i organizacja robót po ciepłoznawstwie, ogrzewaniu i wentylacji, Gosstrojizdat, M. 1944.
5. BIELOTIEŁOW L. P. Wlijanje nagnietanja ili wsasywanja wozducha na jestiestwiennij wozduchoobmien w zdani, „Otoplenie i wentylacja” Nr 11 — 12, M. 1939.
6. Ukazanie po uczotu ciepła, wnosimogo sołniecznoje radiaćej czeresz ogradžajuszczije powierchnosti zdani, RTHC, sierja 379-A Stroizdat, M. 1945.
7. WIWARELI L. L.: Bortowyje otosy ot promysłennych wann, wyp. ЦИЛОВ Promstrojprojekta Nr 17, M. 1939.
8. Wriemienyje tiechniczeskije usłowja na projektowanje wentilacji żylych i obszczestwiennych zdani BCKX, OHTI, 1937.
9. Wypusk Nr 6 Santiechnprojekta, M. 1936.
10. Wypusk Nr 340/40 Promstrojprojekta, M. 1938.
11. Wypusk Nr 340/41 Promstrojprojekta, M. 1938.
12. GOST 1815 — 42 „Truby otopitelnyje riebrystyje s kruglymi riobrami”.
13. GOST 1816 — 42 „Truby otopitelnyje riebrystyje, tiechniczeskije usłowja”.
14. GOST 789 — 41 „Radiatory otopitelnyje czugunnyje, tiechniczeskije usłowja”.
15. GOST 1813 — 42 „Radiatory czugunnyje otopitelnyje, dwuchkołonnije”.
16. GOST 1814 — 42 „Kaloriflery plastinczatyje stalnyje”.
17. GOST 649 — 41 „Wentilatory centrobieżnyje pylewyje tipa ЦАГИ”.
18. GOST 650 — 41 „Wentilatory centrobieżnyje średniego dawlenija”.
19. GOST (projekt, utwierdźdionnyj BKC wzamini GOST B 1324 — 43) „Promysłennyje priedprijatja. Sanitarnyje normy i prawila projektowanja”.
20. „Otoplenie i wentylacja”, M. 1930 — 1941.
21. Instrukcja po uprawlenju aeraczej promysłennych zdani, OHTI, 1937.
22. Instrukcja po projektowanju i stroitelstwu promysłennych priedprijatij w usłowjach wojennogo wriemieni. Stroizdat Narkomstroja, 1941.
23. Instrukcja po projektowanju otoplenja i wentilacji w litiejnych ciechach, Promstrojprojekt, sierja 322/70, M. 1940.
24. KISSIN M. I.: Otoplenie i wentylacja, Stroizdat Narkomstroja, M. — L. 1940.
25. KALINUSZKIN M. P.: Centrobieżnyje i osiewyje wentilatory, Sprawocznik — katalog, izd. ЦАГИ, M. 1937.
26. RYSIN S. A.: Katalog — prejskurant na wentilatory, kaloriflery, agriegaty, Mossantiechnpromsojuz, M. 1939.
27. Sbornik Santiechnprojekta Nr 2, Gosstrojizdat, 1936.
28. Sbornik „Wozdusznyje duszi” — Marszak, Łondon, Kapiński, Baturin, Gosstrojizdat, 1940.
29. TOMSON E. G.: Sprawocznik po nikiellrowaniu i chromirowaniu, OHTI, 1925.
30. TRICZLER Ł. Ł. i JEGOROW Ł. D.: Mielaliczeskije kaloriflery dla nagriewa wozducha, Stroizdat Narkomstroja, 1940.
31. Tiechniczeskije usłowja po eksploataciji otoplenie i wentilacji żylych zdani, OHTI, M. 1934.
32. Tiechniczeskije usłowja na projektowanje otoplenja, wentilacji i pniewmotransporta otchodow w dieriewobdołecznych ciechach, Promstrojprojekt, sierja 406/82, M. 1940.
33. Tiechniczeskije usłowja na projektowanje wentilacji w ciechach s wiagowydienjami, Promstrojprojekt, sierja 410/81, M. 1941.



34. Rukowodiaszczyje ukazanja na projektirowanje otoplenja i wientilacji w promyslennych clechach (projekt KТИС) Strojizdat, M. 1944.
35. UFIMCIEW G. N. i BIELOTIEŁOW Ł. P.: K rasczotu wozdusznych zawies, „Otoplenie i wientilacja“ Nr 3, M. 1940.
36. Ukazanja po projektirowanju i ustrojstwu otoplenja i wientilacji w uslowjach wojennowo wrlemieni, U — 27—42, Strojizdat Narkomstroja, 1942.
37. OST 90008 — 39 „Normy oprriedienija tieplotier czeriez ograždienja zdanił i rasczotnych tiempieratur“.
38. OST 90033-40 Normy dla rasczota sistiem wodianowo i parowowo otoplenja.
39. OST 90033-40 „Wientilatory cłentrobieżnyje nlskowo dawlenja“.
40. OST 18828-39 „Truby stalnyje wodo-gazoprowodnyje (gazowyje)“.
41. OST 18865-39 „Truby stalnyje swarnyje raznowo naznaczenja“.
42. OST Gławstrojproma 14/2257 „Otoplenie i wientilacja miechanosborocznych clechow“.
43. CYDZIK W. E. i JOELSON E. B., Chołodilnyje maszyny i aparaty, część I, OHTI, M. — L. 1932.
44. CYDZIK W. E. i JOELSON E. B., Chołodilnyje maszyny i aparaty, część II OHTI, M. — L. 1934.
45. DIETIARIEW N. W. i inni, Kondicjonirowanje wozducha. Gosstrojizdat, M. — L. 1939.
46. WOŁKOW G. I.: Kondicjonirowanje wozducha, Promstrojprojekt, M. 1939.
47. Tablicy dla rasczota wozduchowodow, Promstrojprojekt, sierja 305/325, M. 1939.
48. Tablicy dla rasczota wozduchowodow pniewmaticzeskowo transporta, Promstrojprojekt, sierja 430/93, M. 1940.
49. Projekty otoplenja i wientilacji zawodow awtomobilnych, stankostroitelnych i tiazołowo maszynostrojienja i dr.

## PROJEKTOWANIE OŚWIETLENIA WIADOMOŚCI OGÓLNE

### ZASADNICZE WIELKOŚCI I JEDNOSTKI ŚWIETLNE

**Energia świetlna.** Energia promieniowania w części widmowej o długości fal w zakresie 0,4—0,75  $\mu$  jest odczuwana przez oko jako światło. Energia promieniowania w powyższym zakresie długości fal jest oceniana według odczucia światła, które ona powoduje, i nazywa się energią świetlną.

**Strumień świetlny.** OST 7637 określa strumień świetlny jako moc energii promieniowania, określonej według odczuwania świetlnego, które ona powoduje. Za jednostkę miary strumienia świetlnego, służy lumen (OST 4891; skrócone oznaczenie lm).

**Światłość.** Przestrzenna (kątowna) gęstość strumienia świetlnego w danym kierunku nazywa się światłością w tym kierunku (OST 7637). Światłość w danym kierunku określa się jako stosunek strumienia świetlnego  $dF$  do wielkości kąta przestrzennego  $d\omega$ , w którym ten strumień rozchodzi się. Jako jednostka światłości służy międzynarodowa świeca (skrócone oznaczenie — sw)<sup>1)</sup> równająca się światłości ze źródła punktowego w kierunkach równomiernego promieniowania strumienia świetlnego o wielkości 1 lm wewnątrz kąta przestrzennego o wielkości 1 steradianu (OST 4891).

**Źródła światła o nierównomiernym rozsyłu strumienia świetlnego w przestrzeni** oznacza się krzywą rozsyłu światłości. Krzywą rozsyłu światłości przyjęto budować w biegunowym układzie współrzędnych. Przy tworzeniu krzywej wartość światłości w danym kierunku odkłada się na promieniu-wektorze w uprzednio wybranej skali. Krzywe rozsyłu światłości dla źródeł posiadających oś symetrii (większość źródeł stosowanych w praktyce) buduje się tylko w obszarze od 0 do 180°, ponieważ przedłużenie krzywej od 180 do 360° stanowi zwierciadlane odbicie pierwszej połowy krzywej.

**Jasność.** Powierzchniowa gęstość strumienia świetlnego, określana stosunkiem strumienia  $dF$  do płaszczyzny  $dS$ , na którą ona pada (OST 7637) nazywa się jasnością. Jednostką jasności jest luks (skrócone oznaczenie lx) odpowiadający gęstości powierzchniowej strumienia świetlnego 1 lm równomiernie rozłożonego na powierzchni 1 m<sup>2</sup> (OST 4891).

**Współczynnik odbicia.** Strumień świetlny padając na oświetlaną powierzchnię odbija się częściowo od niej w otaczającą przestrzeń. Stosunek strumienia świetlnego  $F$  odbitego od powierzchni oświetlanej do strumienia świetlnego  $F_i$  padającego na nią nazywa się współczynnikiem odbicia.

Przybliżone wartości współczynników odbicia dla różnych materiałów podano w tablicy 57.

Tablica 57

**Wartości współczynników odbicia (przybliżone)**

Nazwa materiału	Współczynnik odbicia	Nazwa materiału	Współczynnik odbicia
Aluminium polerowane	0,65—0,70	Kreda, gips, wapno	0,75—0,80
Stal polerowana	0,50—0,55	Wapno o jasnej barwie	0,60—0,70
Nieobrobione stale i żelaza	0,10—0,20	Ściana otynkowana niemalowana	0,25—0,30
Błacha biała	0,60—0,70	Ściana ceglana	0,15—0,20

### WYMAGANIA STAWIANE URZĄDZENIOM OŚWIETLENIOWYM

**Wymagania higieny.** Prawidłowo (racjonalnie) zainstalowane oświetlenie powinno zapewniać:

dostateczną jasność powierzchni roboczych (powierzchni, z którymi związana jest praca wzrokowa),  
dostatecznie równomierną jasność powierzchni roboczych,

uniknięcie ostrych kontrastów w jaskrawości powierzchni roboczej i otaczającego tła,

uniknięcie ostrych cieni na powierzchniach roboczych, na częściach obrabiarek i maszyn, jak również na podłodze i przejściach,

stałość jasności powierzchni roboczej w czasie,

uniknięcie w polu widzenia świecących powierzchni posiadających dużą jaskrawość.

Potrzebną jasność powierzchni roboczej ustala się według dokładności pracy wzrokowej i współczynnika odbicia oświetlanej powierzchni. Im praca jest dokładniejsza, tj. im mniejsze są szczegóły, które należy rozróżnić przy pracy, a także im ciemniejsze są powierzchnie oświetlane i im mniejszy jest ich współczynnik odbicia, tym większa powinna być jasność powierzchni roboczej.

<sup>1)</sup> Według projektu PN/N-02080 jednostką światłości jest świeca nowa — skrót bn, czyli kandela — skrót cd.



Określenie najgorszych dopuszczalnych warunków oświetlenia przyjętych w przemyśle maszynowym podano niżej (patrz tablica 65 i tablica 70).

Rozkład jasności na powierzchniach roboczych i jaskrawości w obrębie pola widzenia określa się w zasadzie stosunkiem oświetlenia całego wydziału do oświetlenia miejscowego, spowodowanego lampami znajdującymi się w bezpośredniej bliskości powierzchni roboczych. Dla zapewnienia tego stosunku w stopniu zadowalającym przyjmuje się obecnie, że jasność pochodząca od lamp ogólnego oświetlenia powinna być nie mniejsza od 10% minimalnej, przewidzianej normą jasności powierzchni roboczej. Stąd wynika, że stosowanie wyłącznie jednego miejscowego oświetlenia bez oświetlenia ogólnego całego wydziału jest niedopuszczalne.

Ostre cienie usuwa się przez prawidłowe rozmieszczenie punktów świetlnych w oświetlanym wydziale uwzględniając rozmieszczenie sprzętu i elementów konstrukcji (kolumny, belki, więzary dachowe itp.). W związku z tym należy koniecznie przy wszelkich zmianach rozplanowania sprzętu niezwłocznie zmienić rozmieszczenie punktów świetlnych, gdyż w nowym rozplanowaniu poprzednie ich rozmieszczenie może dawać cienie na najbardziej odpowiedzialnych częściach powierzchni roboczej.

Zapewnienie stałości jasności w czasie uzyskuje się przez sztywne umocowanie punktów świetlnych umieszczonych w bezpośredniej bliskości powierzchni roboczych oraz przez utrzymywanie stałego napięcia w sieci oświetleniowej. W szczególności z powodu omówionych względów nie wolno łączyć sieci oświetleniowej z silnikową, jeśli sieć oświetleniowa zasila duże silniki o obciążeniu uderzeniowym (duże prasy, młoty, suwnice itp.).

Wymagania odnośnie ograniczenia blasku są wywołane tym, że pojawienie się w polu widzenia miejsc o znacznie zwiększonej jaskrawości, np. nie osłoniętych lamp, lustrzanych odbić żarzących się włókien lamp, od obrabianej powierzchni itp. powoduje obniżenie sprawności roboczej oka. Blask zależy od jaskrawości i światłości w kierunku oczu. W celu ograniczenia blasku konieczna jest ochrona oczu pracowników przed bezpośrednim promieniowaniem rozżarzonych włókien lamp jak również, jeżeli można, zmniejszenie jaskrawości odbłasku od obrabianych metalowych części.

W praktyce przy projektowaniu nie łączy się sieci oświetleniowej z silnikową, jeśli wahania napięcia przewyższają 4% i powtarzają się częściej niż 10 razy w ciągu godziny.

Wypełnienie wyżej wskazanych wymagań stwarzając bardziej sprzyjające warunki pracy wzrokowej podwyższa jej wydajność. Jak wykazują badania Leningradzkiego Instytutu Ochrony Pracy, racjonalizacja oświetlenia może przy niektórych czynnościach produkcyjnych podwyższyć wydajność pracy o 30%.

**Wymagania techniczno-ekonomiczne.** Dla wypełnienia wyżej wymienionych wymagań konieczny jest regularny dozór nad stanem urządzeń oświetleniowych, utrzymywanie ich w porządku, zaopatrzenie każdej lampy we właściwą oprawę oświetleniową, zapewniającą odpowiednie rozproszenie światła (patrz tablica 64), prawidłowe rozmieszczenie punktów świetlnych w stosunku do oświetlanych powierzchni roboczych, znamionowe napięcie na wszystkich źródłach światła, utrzymywanie w czystości lamp i opraw oświetleniowych (patrz ustęp „Ogólne zasady eksploatacji“).

## SZTUCZNE OŚWIETLENIE

### ŹRÓDŁA ŚWIATŁA

**Lampy żarowe.** Najbardziej rozpowszechnionymi źródłami światła są żarówki.

Jako materiał żarzący w obecnych lampach stosuje się włókno wolframowe. Lampy żarowe (żarówki) dzielą się na dwie grupy: próżniowe i wypełnione gazem. W lampie żarowej próżniowej skrętka wolframowa jest zamknięta w szklanej bańce, z której usunięto powietrze. Lampy próżniowe wykonuje się o mocy nie wyższej niż 40 W.

Żarówki o większej mocy wypełnia się gazem obojętnym (nie podtrzymującym spalania). W obecnie wyrabianych żarówkach jako gazu obojętnego używa się argonu lub azotu. Żarówki napełnia się gazem obojętnym w celu zmniejszenia rozpylania się włókna wolframowego, pracującego przy wysokiej temperaturze. Wskutek tego w żarówkach wypełnionych gazem, przy jednakowym okresie „życia“ z żarówkami próżniowymi, może być podwyższona temperatura żarzenia drucika, a co za tym idzie zwiększona ekonomiczność żarówki.

Ekonomiczność żarówki określa się jej sprawnością świetlną równą stosunkowi strumienia świetlnego do jej mocy.

Zasadnicze charakterystyki normalnych żarówek oświetleniowych reglamentowanych GOST 2239 — 43 podano w tablicy 58.

Tablica 58

**Charakterystyki świetlne normalnych żarówek oświetleniowych**

Moc w W	Żarówki na napięcie 127 V		Żarówki na napięcie 220 V	
	Strumień świetlny w lm	Sprawność świetlna w lm/W	Strumień świetlny w lm	Sprawność świetlna w lm/W
10	66	6,6	—	—
15	124	8,27	95	6,33
25	225	9,00	191	7,64
40	380	9,50	336	8,40
60	645	10,75	540	9,00
100	1 275	12,75	1 000	10,00
150	2 175	14,50	1 710	11,40
200	3 050	15,25	2 510	12,55
300	4 875	16,25	4 100	13,67
400	6 760	16,90	5 760	14,40
500	8 725	17,45	7 560	15,12
750	13 690	18,25	12 230	16,31
1 000	19 000	19,00	17 200	17,20

Średni okres „życia“ normalnych żarówek wynosi 1000 godzin.

Aby zwiększyć ekonomiczność żarówek należy zmniejszyć straty ciepła rozpraszane w otaczającą przestrzeń.

Jednym ze środków do osiągnięcia tego celu, znajdującym praktyczne zastosowanie, jest podwójna skrętka (dwuskrętka) drucika. Świetlną charakterystykę lamp z dwuskrętką przedstawia tablica 59.

Średni okres „życia“ żarówek z dwuskrętką wynosi 1000 godzin.

Instalacje do miejscowego oświetlenia w przedsiębiorstwach przemysłu maszynowego powinny być w celach bezpieczeństwa wykonywane na zmniejszone napięcie. Dla spełnienia tych wymagań przemysł elektrotechniczny produkuje żarówki do miejscowego oświetlenia na znamionowe napięcie 12 i 36 V (tablica 60).



Tablica 59

## Charakterystyki świetlne żarówek z dwuskłką

Napięcie w V	Moc w W	Strumień świetlny w lm	Sprawność świetlna w lm/W
127	55	650	11,82
	71	900	12,67
	96	1 300	13,54
220	82	900	10,98
	109	1 300	11,93

Średni okres „życia“ żarówek miejscowego oświetlenia wynosi 1000 godzin.

**Rury fluoryzujące.** W ostatnich latach w USA i Anglii zastosowano oświetlenie przedsiębiorstw przemysłu maszynowego za pomocą rur fluoryzujących. Współczesna rura fluoryzująca jest lampą rtęciową niskiego ciśnienia. Wewnętrzna powierzchnia szklanej rury lampy jest po-

Tablica 60

## Charakterystyki świetlne żarówek miejscowego oświetlenia

(według danych technicznych wytwórni)

Moc żarówki w W	Żarówki na napięcie 12 V		Lampy na napięcie 36 V	
	Strumień świetlny w lm	Sprawność świetlna w lm/W	Strumień świetlny w lm	Sprawność świetlna w lm/W
15	140	9,3	110	7,3
25	250	10,0	200	8,0
40	480	12,0	400	10,0

kryta substancją fluoryzującą, której zadaniem jest przetwarzanie promieni nadfioletowych na widzialne. Wobec tego, że wyładowanie łukowe w parach rtęci przy niskim ciśnieniu intensywnie promieniuje w obszarze nadfioletowym (od 60 do 66% zużywanej energii), przeto współczesne rury fluoryzujące są o wiele ekonomiczniejsze od lamp żarowych, pomimo strat związanych z przetwarzaniem promieni nadfioletowych na widzialne. Przez odpowiednie dobranie składników substancji fluoryzującej można osiągnąć w praktyce dowolną barwę promieniowania rur fluoryzujących. Obecnie w USA wyrabia się rury fluoryzujące w ośmiu barwach. W praktyce oświetlenia przedsiębiorstw przemysłowych znalazły zastosowanie lampy dwóch barw: białej i dziennej.

W tablicy 61 podano charakterystyki rur fluoryzujących Mazda (USA) o świetle białym i dziennym.

Rury fluoryzujące posiadają wygląd rur o długości do 1,5 m (rury o mocy 100 W).

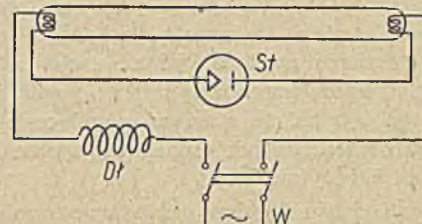
Wskutek tego, iż wyładowanie łukowe posiada ujemną charakterystykę oporową, konieczne jest dla spokojnej pracy lampy włączać opór.

Tablica 61

## Charakterystyki rur fluoryzujących Mazda

Moc w W	Wymiary rur w mm		Strumień świetlny w lm	
	Długość	Średnica	Rury o świetle białym	Rury o świetle dziennym
15	450	25	585	495
20	600	38	900	760
30	900	25	1 440	1 230
40	1 200	38	2 120	1 800
100	1 500	54	4 200	3 350

Jako opór stosuje się dławiki. W celu zapewnienia szybkiego zapalenia lampy elektrody jej wykonuje się w kształcie spirali, przez które przepływa prąd w chwili włączenia lampy. Włączenie i wyłączenie spirali elektrod odbywa się automatycznie za pomocą przyrządu pomocniczego — startera.<sup>1)</sup> Schemat połączeń rury fluoryzującej pokazano na rys. 19. Przy włączeniu napięcia do elektrod



Rys. 19. Schemat połączenia rury fluoryzującej: St — starter; Dt — dławik; W — wyłącznik.

lampy starter automatycznie włącza spiralę elektrod w szereg z dławikiem. Nagrzane elektrody jonizują przestrzeń wypełnioną parą rtęci. Zjonizowana przestrzeń ułatwia powstawanie łukowego wyładowania między elektrodami lampy. W tym momencie starter automatycznie przerywa obwód podgrzewający elektrody i lampa przechodzi z fazy zapalania w fazę normalnej pracy.

Nowoczesne startery są to niewielkie przyrządy jarzące wyładowania z ciepłym zwiernikiem dwumetalowym. W chwili zamknięcia wyłącznika praktycznie całe napięcie sieci przypada na starter St, którego styki są otwarte. Dołączone napięcie zapewnia powstanie w starterze jarzącego wyładowania. To wyładowanie nagrzewa dwumetalowe blaszki zwiernika, które pod działaniem ciepła wyginają się i zamykają obwód elektrod podgrzewających.

W chwili zwarcia się styków startera wyładowanie jarzące przerywa się, a przez to napięcie w starterze spada do zera, przy tym prąd w obwodzie lampy (prąd uruchamiający) jest uzależniony od oporu dławika obciążającego i podgrzewanych spirali elektrod. Prąd uruchamiający przewyższa 1,5 raza prąd roboczy. Po przerwaniu wyładowania jarzącego blaszki bimetalowe ochładzają się i przerywają prąd nagrzewający elektrody. Przy przerwaniu obwodu siła elektromotoryczna samoodukcji dławika powoduje powstanie odpowiedniego napięcia w rurce, koniecznego do wzbudzenia wyładowania łukowego. Cały opisany proces włączania trwa około 1,5 sek.

Uwzględniając straty w dławiku sprawność świetlna rur fluoryzujących przewyższa sprawność lamp żarowych odpowiednich mocy od 3 do 3,5 raza. Ta właściwość rur fluoryzujących, pomijając niektóre ich wady (skomplikowany sprzęt włączeniowy, zależność sprawności światła od temperatury otaczającego powietrza, niestałość w czasie strumienia świetlnego włączania lamp do sieci prądu zmiennego), spowodowała wprowadzenie ich w praktyce oświetlenia przemysłowego.

Strumień świetlny i sprawność świetlna rur fluoryzujących zmniejszają się szybko przy obniżeniu lub podwyższeniu temperatury w porównaniu z optymalną temperaturą otoczenia ( $20 \pm 25^{\circ}\text{C}$ ) wskutek zmiany ciśnienia pary rtęci wypełniającej lampy. Przy temperaturze poniżej  $3 \div 5^{\circ}\text{C}$  rura fluoryzująca nie zapala się, gdyż przy takiej temperaturze utrudnione jest parowanie rtęci. Ta wada

<sup>1)</sup> Zwany również zapłonikiem.



rur fluoryzujących nie pozwala na instalowanie ich w pomieszczeniach nieogrzewanych i w zewnętrznych instalacjach oświetleniowych.

Migotanie rur fluoryzujących, niedostrzegalne wskutek wysokiej częstotliwości pulsacji strumienia świetlnego, natychmiast ujawnia się przy oświetleniu szybko poruszającego się przedmiotu, który pozornie przyjmuje wygląd jak gdyby kilku jednakowych przedmiotów. To zjawisko, noszące nazwę efektu stroboskopowego, utrudnia zastosowanie rur fluoryzujących w instalacjach miejscowego oświetlenia.

Średni okres „życia“ rur fluoryzujących wynosi 2500 godz.

W instalacjach ogólnego oświetlenia dla zwalczania efektu stroboskopowego urządza się wielolampowe punkty świetlne z przesunięciem faz prądu w obwodzie jednej lampy w stosunku do drugiej.

**Zależność charakterystyk lamp od napięcia.** Wskutek tego, iż w procesie eksploatacji są możliwe pewne wahania napięcia, a także dlatego, że napięcie dla różnych lamp nie jest jednakowe z powodu spadku napięcia w sieci, pracownik dozorujący pracę instalacji oświetleniowej powinien uwzględnić wpływ napięcia na zasadnicze charakterystyki lamp. Ta zależność dla lamp żarowych i dla rur fluoryzujących podana jest w tablicy 62.

Tablica 62

#### Zależność charakterystyk źródeł światła od napięcia (w % wartości znamionowych)

Napięcie	żarówki				Rura fluoryzująca		
	Moc	Strumień świetlny	Sprawność świetlna	Okres życia żarówki	Moc	Strumień świetlny	Sprawność świetlna
90	85,2	67,8	79,5	350	92	88	104,2
95	92,5	82,9	89,5	195	96,5	95	101,5
100	100	100	100	100	100	100	100
105	109	119,1	110,8	58	104	106	98,2
110	115,6	140,2	121,4	33,1	106	112	94,7

Z powyższej tablicy widać, że zmiana napięcia w dużym stopniu wpływa na charakterystykę lamp żarowych. Zmniejszenie napięcia w stosunku do znamionowego wywołuje znaczne obniżenie ekonomiczności lampy — średnio 1% obniżenia napięcia powoduje 2% spadku sprawności świetlnej. Podwyższenie napięcia wpływa zgnubnie na okres „życia“ lampy, podwyższenie zaś napięcia do 10% skraca trzykrotnie okres jej „życia“. Dlatego w czasie eksploatacji konieczne jest zwracanie uwagi na to, aby napięcie na lampach tylko nieznacznie różniło się od znamionowego. Odchylenie napięcia na lampie od znamionowego nie powinno przewyższać  $1,5 \div 2\%$ .

Zależność charakterystyk rur fluoryzujących od napięcia jest znacznie mniejsza. W związku z tym dane praktyczne USA podają, iż zakres zmiany napięcia na sieci jest dopuszczalny do  $\pm 6\%$ .

#### LAMPY

**Ogólne wiadomości i definicje.** Oprawa oświetleniowa jest przeznaczona do rozpraszania strumienia świetlnego lampy, zmniejszania jaskrawości, mechanicznej osłony lampy, doprowadzenia prądu i niekiedy odizolowania jej od zewnętrznego środowiska.

Oprawa oświetleniowa w połączeniu z żarówką nazywa się przyrządem oświetleniowym. Przyrządy oświetleniowe dzielą się na lampy — przyrządy bliskiego zasięgu i projekторы — przyrządy dalszego zasięgu.

Klosze przeznaczone do rozpraszania strumienia świetlnego przez odbicie światła nazywają się odbłyśnikami.

Odbłyśniki wykonuje się z emaliowanej stali, zwierciadła metalicznego (polerowane aluminium, chromowania i srebrzona stal) lub zwierciadła szklanego. Klosze, przez które światło przechodząc rozprasza się, nazywają się kloszami rozpraszającymi.

Klosze rozpraszające wykonuje się ze szkła matowego, mlecznego lub opalowego.

**Charakterystyki lamp.** Techniczno-świetlne właściwości lamp charakteryzuje krzywa rozsyłu światłości, kąt ochronny i współczynnik sprawności.

Krzywa rozsyłu światłości lampy, posiadającej oś symetrii tworzy się w biegunowym układzie współrzędnych w zakresie od 0 do 180°. Ta krzywa określa klasę lampy, pozwala określić przystosowalność jej dla danych warunków pracy (patrz tablica 63) i służy jako materiał wyjściowy do obliczenia jasności.

Wielkość światłości w różnych kierunkach (tablica 64) potrzebną do zbudowania krzywej rozsyłu światłości otrzymuje się z pomiarów przeprowadzanych fotometrem.

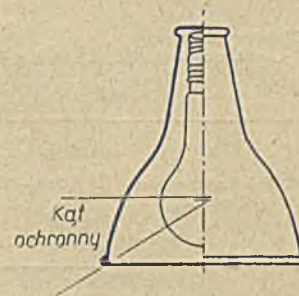
Kąt ochronny lampy określa ten obszar przestrzeni, w której oko zakryte jest przed bezpośrednim blaskiem samej żarówki. Wielkość kąta ochronnego określa się wielkością kąta pomiędzy poziomą płaszczyzną włókna żarówki a linią łączącą kraniec włókna z przeciwnym brzegiem klosza (rys. 20).

Im większy jest kąt ochronny, tym lepiej są chronione oczy przed działaniem blasku i tym niżej może być zawieszona lampa nad powierzchnią roboczą.

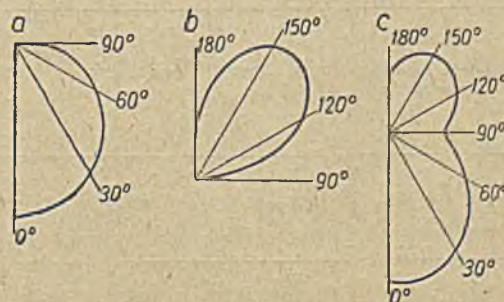
Współczynnik sprawności ( $\eta_0$ ) lampy określa się stosunkiem strumienia świetlnego lampy do strumienia świetlnego żarówki.

Wskutek tego, że przy rozproszeniu strumienia świetlnego lampy przez oprawę oświetleniową nieuchronnie powstają straty strumienia świetlnego,  $\eta_0$  lampy zawsze jest mniejsze od jedności. Im wyższa jest wartość  $\eta_0$ , tym lampa jest ekonomiczniejsza.

Lampy z odbłyśnikami lustrzanymi dzięki mniejszym stratom przy odbiciu posiadają wyższe wartości  $\eta_0$  niż lampy z odbłyśnikami emaliowanymi. Stosowanie kloszy rozpraszających zmniejsza  $\eta_0$  lampy z powodu pochłaniania przez nie części strumienia świetlnego.



Rys. 20. Kąt ochronny lampy.



Rys. 21. Przykład krzywych rozsyłu światłości lamp: a — lampy oświetlenia bezpośredniego; b — lampy oświetlenia pośredniego; c — lampy oświetlenia mieszanego.



## Typy lamp stosowanych w ZSRR

Nazwy lamp	Moc żarówek w W	Współczynnik sprawności	Charakterystyka rozpraszania światła	Najmniejsza wysokość zawieszenia nad podłogą w m	Odległość między lampami (zalecana)	Zakres zastosowania
„Universal” bez szkła matowego	100 — 500	0,69	Kąt ochronny $\theta = 14^\circ$	3,5 — 4	1,5 H <sup>1)</sup>	Wydziały mechaniczne, narzędziowe, montażowe i inne suche bez nadmiernego zapyłania, przy $H \leq 5m$
„Universal” ze szkłem matowym		0,58	Kąt ochronny $\theta = 14^\circ$ Szkło matowe w obszarze $0 - 76^\circ$	3 — 3,5	1,35 H	
Głębokopromienista emalowana	100 — 1000	0,67	Kąt ochronny $\theta = 30^\circ$	2,5 — 3	1,54 H	Dowolne wydziały przy $H \leq 10m$ Odkryte składy, miejsca pracy na terenie podwórza
Głębokopromienista lustrzana	200 — 500	0,85	Kąt ochronny $\theta = 35^\circ$	3,5 — 4	0,8 H	Kuźnie, wydziały montażowe, hutnicze przy $H \geq 10 m$
Lampy o oświetleniu przeważnie bezpośrednim, ze szkłem opalowym	200 — 1000	0,59	Szkło opalowe w obszarze $0 - 90^\circ$	3 — 3,5	1,8 H	Wydziały montażowe, gdzie jest wymagane dostateczne pionowe oświetlenie, magazyny materiałów i składy, oddziały przygotowawcze ziemi formierskiej
Lampy- wodo i pyłoszczelne	200 — 500	0,6	Szkło matowe w obszarze $0 - 90^\circ$	3 — 3,5	1,8 H	Wydziały o zwiększonym zapyleniu, oddziały trawialne, garaże, składy materiałów chemicznych
Lampy o oświetleniu skośnym	100 — 300	0,68	—	—	—	Lokalne oświetlenie dużych młotów i pras; zewnętrzne oświetlenie pomieszczeń narażonych na wybuch
AKX — 5	100 — 200	0,82	Kąt ochronny $\theta = 15^\circ$	—	10 — 12 H	Zewnętrzne oświetlenie przejazdów i terenu zakładów
Porcelanowe półhermetyczne	40 — 60	—	Szkło matowe w obszarze $0 - 90^\circ$	Nieograniczona	2 H	Pomosty w wydziałach odlewniczych, stoły i maszyny formierskie natryski
Luceta i kula ze szkła mlecznego	100 — 300	0,69 — 0,75	Szkło mleczne	2 — 2,5	1,5 H	Pomieszczenia socjalne, kantory i biura
„Alfa”	25 — 60	0,57	Kąt ochronny $\theta = 30^\circ$	Nieograniczona	—	Miejscowe oświetlenie obrabarek i stołów
„Beta”	25 — 50 na napięcie 12 lub 36 V	0,8	Kąt ochronny $\theta = 30^\circ$	Nieograniczona	—	To samo

<sup>1)</sup> H przyjęta w projekcie wysokość lampy nad powierzchnią roboczą.



**Klasyfikacja lamp.** W zależności od charakteru rozsyłu światła lampy dzielą się na trzy klasy:

lampy oświetlenia bezpośredniego (rys. 21a), przy których nie mniej niż 90% strumienia świetlnego skierowane jest w stronę górnej półkuli;

lampy oświetlenia pośredniego (rys. 21b), przy których nie mniej niż 90% strumienia świetlnego skierowane jest w stronę górnej półkuli;

lampy oświetlenia mieszanego, przy których poszczególne strumienie świetlne górnej i dolnej półkuli przekracza 10%, ale jest mniejszy niż 90% (rys. 21c).

W pomieszczeniach produkcyjnych przemysłu maszynowego stosuje się wyłącznie lampy oświetlenia bezpośredniego i tylko w socjalnych i pomocniczych pomieszczeniach stosuje się lampy oświetlenia mieszanego (patrz tablica 63).

Lampy oświetlenia bezpośredniego w zależności od stopnia koncentracji strumienia świetlnego z kolei dzielą się na następujące trzy grupy (rys. 22):

lampy o szerokim promieniowaniu — szerokopromienne;

lampy o średnim promieniowaniu;

lampy o skoncentrowanym promieniowaniu (głębokim) — głębokopromienne.

Szerokopromienne lampy stosuje się zasadniczo do oświetlania przestrzeni otwartych. Lampy o średnim promieniowaniu znajdują najszersze zastosowanie we wszystkich wydziałach o wysokości nie większej niż 6 ÷ 7 m (w zależności od poziomu oświetlenia). Głębokopromienne lampy stosuje się w wysokich wydziałach,

Rys. 22. Krzywe rozsyłu światłości lamp oświetlenia bezpośredniego:

- lampa o szerokim promieniowaniu;
- lampa o średnim promieniowaniu;
- lampa o głębokim promieniowaniu.

lampy o średnim promieniowaniu;

lampy o skoncentrowanym promieniowaniu (głębokim) — głębokopromienne.

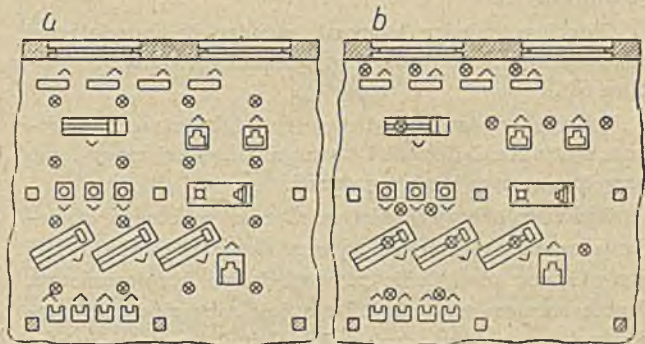
Szerokopromienne lampy stosuje się zasadniczo do oświetlania przestrzeni otwartych. Lampy o średnim promieniowaniu znajdują najszersze zastosowanie we wszystkich wydziałach o wysokości nie większej niż 6 ÷ 7 m (w zależności od poziomu oświetlenia). Głębokopromienne lampy stosuje się w wysokich wydziałach,

łach, a także na wszystkich sekcjach, gdzie należy zapewnić zwiększoną jasność poziomej płaszczyzny.

**Typy lamp.** Zasadnicze typy lamp stosowane w wydziałach zakładów budowy maszyn z wykazaniem ich charakterystyk podane są w tablicy 64.

**Rozmieszczenie lamp.** W zależności od zasięgu działania lamp i ich rozmieszczenia w stosunku do oświetlanych powierzchni roboczych instalacje oświetleniowe można rozdzielić na dwie grupy: instalacje ogólnego oświetlenia i instalacje miejscowego oświetlenia.

W instalacjach ogólnego oświetlenia lampy są przeznaczone do oświetlania nie tylko powierzchni roboczych, ale również całego wydziału włącznie z przejściami. Z zasady lampy ogólnego oświetlenia umieszcza się na dostatecznej wysokości nad powierzchnią roboczą, w większości wypadków — na suficie lub na wieszakach konstrukcji budowlanych.



Rys. 23. Rozmieszczenie lamp ogólnego oświetlenia: a — równomierne; b — lokalne.

W instalacjach miejscowego oświetlenia lampy służą wyłącznie do oświetlenia powierzchni roboczych, a w niektórych przypadkach nawet do oświetlenia poszczególnych miejsc powierzchni roboczych. Lampy do miejscowego oświetlenia umieszcza się w bezpośredniej bliskości oświetlanej powierzchni.

Tablica 64

**Krzywe rozsyłu światłości lamp**  
(używanych w ZSRR)

Kąt między kierunkiem światłości i osią lampy α°	Universal		Głęboko promienista		Lampa o oświetleniu przeważnie bezpośrednim	Lampa wodoszczelna i pyłoszczelna	Lampa porcelanowa, półhermetyczna ze szkłem matowym	Lucetta z jednolitego szkła	AKX-5 <sup>1)</sup>		Kąt między kierunkiem światłości i osią lampy α°
	bez szkła matowego	ze szkłem matowym	emaliowana	lustrzana					β=0°	β=90°	
0	214	172	205	392	83	115	96	146	125	125	0
5	214	171	204	436	84	116	96	144	128	136	5
15	201	170	200	378	84	118	95	144	134	135	15
25	180	165	192	361	84	108	94	147	138	133	25
35	173	153	180	382	83	97	93	146	147	125	35
45	156	129	163	265	76	87	94	104	170	111	45
55	134	99	126	90	72	80	96	64	210	101	55
65	110	76	41	—	67	75	96	53	304	92	65
75	64	54	20	—	62	66	90	50	330	74	75
85	8	18	—	—	55	60	74	45	62	31	85
90	—	—	—	—	53	57	66	43	—	—	90
95	—	—	—	—	50	50	56	43	—	—	95
105	—	—	—	—	43	32	—	43	—	—	105
115	—	—	—	—	37	8	—	41	—	—	115
125	—	—	—	—	32	—	—	41	—	—	125
135	—	—	—	—	27	—	—	38	—	—	135
145	—	—	—	—	22	—	—	35	—	—	145
155	—	—	—	—	17	—	—	32	—	—	155
165	—	—	—	—	11	—	—	30	—	—	165
175	—	—	—	—	8	—	—	—	—	—	175
180	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	180

1) Lampa AKX — 5 jest niesymetryczna w stosunku do osi i w związku z tym są podane dwie krzywe w płaszczyznach wzajemnie do siebie prostopadłych.



### Normy oświetleniowe dla poszczególnych oddziałów w przemyśle maszynowym<sup>1)</sup>

W instalacjach ogólnego oświetlenia lampy mogą być rozmieszczone w równych rzędach bez uwzględnienia rozmieszczenia sprzętu lub lokalnie, tj. orientując się według powierzchni roboczych. Zaleca się stosować sposób równomiernego rozmieszczania lamp (rys. 23a) wzorowany na danych praktycznych USA:

a. w wydziałach, gdzie jest możliwa praca w dowolnym punkcie, na przykład w wydziałach montażowych bez stosowania pracy potokowej, w nie zmechanizowanych odlewniach jak również w magazynach;

b. w wydziałach z kombinowanym systemem oświetlenia, gdzie ogólne oświetlenie służy jako dopełniające do miejscowego, na przykład w wydziałach mechanicznych, narzędziowniach, wydziałach tłoczniczych itp.;

c. w wydziałach, gdzie sprzęt jest rozmieszczony symetrycznie w pomieszczeniu, np. w młotowniach, wydziałach tłoczniczych, kuźniach, garażach i wydziałach przygotowawczych.

Odległości między lampami wybiera się w zależności od rozpraszania światła i wysokości zawieszenia (tablica 63).

Lokalne rozstawienie lamp (rys. 23b) stwarza przyjemniejszy rozkład cieni i wymaga mniejszej mocy lamp przy tym samym stopniu jasności.

**Oświetlenie bezpieczeństwa.** Oprócz roboczego oświetlenia w pomieszczeniach przemysłowych powinno być przewidziane oświetlenie ze względu na bezpieczeństwo. Przeznaczeniem tego oświetlenia jest zabezpieczenie normalnych warunków ewakuacji robotników z budynków przemysłowych w razie awarii oświetlenia roboczego. Oświetlenie bezpieczeństwa należy stosować:

1. w pomieszczeniach przemysłowych, w których znajduje się jednocześnie 50 osób; w pomieszczeniach przechodnich, korytarzach i na schodach służących do ewakuacji więcej niż 50 ludzi; w przejściach przylegających do miejsc roboczych, na których znajdują się niebezpieczne w razie dotknięcia przedmioty lub części sprzętu (części ruchome sprzętu, obracające się itp.); w pomieszczeniach, w których wyłączenie roboczego oświetlenia może wywołać niebezpieczne następstwa dla ludzi (pomieszczenie z materiałami wybuchowymi);

2. na obszarze przedsiębiorstw przemysłowych — w głównych przejściach i przejazdach dużych przedsiębiorstw przy większej intensywności ruchu; na placach podstacji transformatorowych.

Jasność na podłodze wytwarzana przez lampy oświetlenia bezpieczeństwa powinna wynosić wzdłuż przejść w pomieszczeniach minimum 0,1 lx; wzdłuż przejść i przejazdów na terenie przedsiębiorstwa — minimum 0,05 lx.

Oświetlenie bezpieczeństwa może być wykonane w dwojaki sposób, a mianowicie stosuje się:

a. częściowo lampy roboczego oświetlenia, rozmieszczone w pobliżu głównych przejść albo w głównych przejściach pomieszczenia przemysłowego,

b. specjalnie przeznaczone do oświetlenia bezpieczeństwa lampy o słabej mocy, nie wchodzące w układ oświetlenia roboczego.

Lampy oświetlenia bezpieczeństwa powinny być zasilane niezależnie od lamp oświetlenia roboczego i włączać się jednocześnie z nimi albo automatycznie w momencie awarii oświetlenia roboczego.

Nazwy wydziałów, pomieszczeń i stanowisk roboczych oraz wykonywanych czynności	Klasa według norm	Minimalna jasność w lx
<b>Olewnie</b>		
Stanowiska wyładunkowe, zasobniki, wykopy, zasieki w zamkniętych składach i składach podwózkowych	IV	10
Przenośniki, młyny kulowe, separatory magnetyczne, walce i zasilacze automatyczne przy segregatorach ziemi, stojaki dla gotowych modeli, przenośniki podające skrzynie rdzeniowe i modele, wybijanie ziemi ręczne i automatyczne, automatyczne aparaty do czyszczenia	IV	15
Miejsca kruszenia złomu, pomosty wag na podwózkach skladowych, kamienie młynskie, dezintegratory, mieszadła, sito, przygotowalnice maszynowe dla skrzyń rdzeniowych, lakiernia modeli, oddziały do montażu skrzyń rdzeniowych, opróżnianie skrzyń rdzeniowych przenośnymi wibratorami, przenośniki segregujące gotowe odlewy, bębny oczyszczające, komory do płaskowania	III-a	30
Ręczne przygotowanie modeli, montaż złożonych modeli, formiarnia modelowa, krawalnice palnikiem, roboty spawalnicze.	II-a	60
Odbiór modeli, stoły brakarskie, aparaty Brinella, maszyny hydrauliczne	I-a	100
Formiarnie ręczne w ziemi	O-a	200
<b>Kuźnie i wydziały ciepłe</b>		
Piece do podgrzewania, zwykle bębny obrotowe, wanny do trawienia	IV	15
Przenośniki, miejsca wejścia i wyjścia części przy piecach dla obróbki cieplnej urządzenia uruchamiające i mechanizmy sterownicze młotów, pras obciążarkowych, maszyny do gięcia itp. miejsca wyładowania i załadowania przy komorach płaskownic, pomosty odbiorcze i mechanizmy napędowe, maszyny do trawienia, nożyce	III-a	30
Stoły kontrolne, nożyce oddziałów pomocniczych	II-a	60
Strefa robocza młotów, pras, maszyn kuźniczych i gańczących, pomieszczenia szlifierek szmerglowych	V-6	60
Przenośne szlifierki szmerglowe, aparaty Brinella	I-a	100
Odbiór i brakowanie wyrobów	O-a	200
<b>Wydziały mechaniczne, montażowe i narzędziowe</b>		
Strefa działania skrawarek mechanicznych, pił okrągłych, nożyc, tokarek, frezarek, strugarek i tym podobnych obrabiarek do metali	III-a	30
Strefa robocza skrawarek mechanicznych, pił okrągłych, nożyc itp.	II-b	45
Strefa robocza tokarek, wiertarek, frezarek i strugarek z tolerancją przy obróbce nie mniejszą niż 0,1 mm	I-b	75
Strefa tych samych obrabiarek, lecz z tolerancją mniejszą niż 0,1 mm	O-b	150
Strefa robocza obrabiarek uniwersalnych, szlifierek, koplekarek, odbioru i brakowania wyrobów	O-a	200

1) Patrz projekt normy PN/E — 02030



## NORMY JASNOŚCI WYDZIAŁÓW W PRZEMYSŁE MASZYNOWYM

Na zasadzie ogólnych prawideł i norm racjonalnego oświetlenia przedsiębiorstw przemysłowych oraz doświadczenia organizacji projektujących opracowano szczegółowe normy oświetlenia w przemyśle maszynowym [1]. W tablicy 65 podano znormalizowane wielkości jasności dla zasadniczych wydziałów, pomieszczeń roboczych, miejsc roboczych i procesów produkcyjnych, ugrupowane według dokładności pracy wzrokowej.

### OŚWIETLENIE MIEJSCOWE

Miejscowe oświetlenie obrabiarek. Zaletą miejscowego oświetlenia jest:

możność skierowania bez specjalnych trudności promieni świetlnych w żądanym kierunku, co ułatwia walkę z cieniami i odbłaskami na powierzchni roboczej;

możność otrzymania dużego stopnia jasności na pionowych i skośnych powierzchniach;

możność otrzymania identycznych warunków oświetlenia na sprzęcie jednakowego typu;

zmniejszenie mocy zainstalowanej w porównaniu z systemem ogólnego oświetlenia przy zachowaniu tej samej jasności;

ekonomiczne zużycie energii na skutek możliwości wyłączenia lamp przy obrabiarkach, które w danej chwili nie pracują.

Oprócz tego miejscowemu oświetleniu powinno być oddane pierwszeństwo z punktu widzenia obrony przeciwlotniczej.

Zastosowania systemu ogólnego i kombinowanego oświetlenia podane są w tablicy 66.

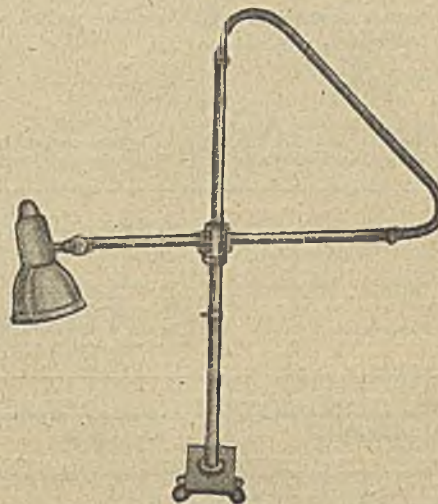
Tablica 66

### Zakres stosowania systemów oświetlenia ogólnego i kombinowanego

Gdzie zaleca się system oświetlenia ogólnego	Gdzie zaleca się system oświetlenia kombinowanego
<p>W wydziałach, gdzie powierzchnia robocza może znajdować się w każdym punkcie powierzchni wydziału (odlewnie, montażownie, składy itp.)</p> <p>W wydziałach, gdzie norma oświetleniowa nie przekracza <math>30 \div 45 \text{ lx}</math> (oddziały segregacji złemi, place skladowe, oddziały trawienia itp.)</p> <p>W wydziałach ze sprzętem, na którym oświetlenie miejscowe jest niedopuszczalne ze względów produkcyjnych (ciężkie młoty udarowe, pomosty wlewowe itp.)</p>	<p>Na powierzchniach roboczych wymagających według normy jasności powyżej <math>50 \text{ lx}</math> (stoły kontrolne, stoły do ręcznego formowania rdzeni, aparaty Brinella itp.)</p> <p>Na powierzchniach roboczych zajmujących niewielką część ogólnej powierzchni wydziału (prężne obrabiarki, kuźnie połowe i maszyny do gładzi, imadła ślusarskie itp.)</p> <p>Na powierzchniach roboczych, gdzie ogólne oświetlenie daje ostre cienie i odbłaski (skrawarki, prasy, kopalarki itp.)</p>

Dla zapewnienia możliwości zmiany kierunku światła na obrabianą część, a także dla oświetlenia różnych części obrabiarki, lampę miejscowego oświetlenia umocowuje się do obrabiarki za pomocą statywu przegubowego. Zaleca się stosowanie typów statywów opracowanych przez Moskiewski Instytut Bezpieczeństwa Pracy oraz produkowanych przez „Elektrostanok”. Ogólny widok statywu typu K-11 ze zwierciadlanym odbłyśnikiem „Beta” dla tokarki jest pokazany na rys. 24. Wyjściowy otwór odbłyśnika „Beta” jest przysłonięty matowym szkłem ochraniającym żarówkę przed bryzgami emulsji i niweczającym odbłaski na obrabianej części i polerowanych elementach obrabiarki.

Seria składająca się z sześciu typów statywów zakładowych „Elektrostanok” pozwala zaopatrzyć w powyższy sprzęt instalacje miejscowego oświetlenia i większość stanowisk roboczych w przemyśle maszynowym.



Rys. 24. Statyw typu K-11 do oświetlenia tokarek.

Wszystkie statywy tej serii są uniwersalne, tj. każdy z nich jest przeznaczony do wykorzystania na kilku typach obrabiarek nieraz zewnętrznie różniących się charakterem. W tablicy 67 podany jest wykaz obrabiarek z zastosowaniem statywów różnego typu i wskazane są miejsca ich przymocowania.

Statywy fabryki „Elektrostanok” wyróżniają się całkowitą wymiennością części dzięki ujednostajnieniu typów statywów, szczelnością przegubów, ochronną izolacją przewodów od zniszczenia przez płyny chłodzące, możliwością

Tablica 67

### Zakres stosowania i miejsca przymocowania statywów przy miejscowym oświetleniu

Typ statywu	Nazwa obrabiarki	Miejsce przymocowania statywu
K-11	Tokarki do gwintowania	Na karcie suportu
	Tokarki wielonożowe produkcji zakładów „Krasnyj proletarij”	Na uzębrowaniu podstawy z tyłu
	Tokarki małych wymiarów	Na podstawie z tyłu z lewej strony
	Rewolwerówki	Na tylnej ścianie skrzynki biegów
	Rewolwerówki o małych wymiarach	Na podstawie z tyłu
	Szlifierki do wałków	Na poziomej powierzchni pokrywy wrzeczona tarczy szlifierskiej
	Szlifierki do otworów typu „Cincinnati”	Na podstawie z tyłu z lewej strony osłony
	Strugarki poprzeczne	Na podstawie z lewej strony stołu
	Automaty typu „Index”	Na podstawie z prawej strony z tyłu
	Wiertarki stołowe	Na stole z lewej strony na kolumnie
K-21	Stoły ślusarskie	Na stole z lewej strony z tyłu (w stosunku do położenia imadła)
	Wiertarki pionowe	Na wsporniku wrzeczona z lewej strony niższej części
	Rewolwerówki do wiercenia	Na skrzynce wrzeczona na dole
Wytaczarki	Wytaczarki	Na podstawie z lewej strony
		Na korpusie koła ślimakowego wrzeczona pionowego z prawej strony



Tablica 67 (c.d.)

Typ statywu	Nazwa obrabiarci	Miejsce przymocowania statywu
	Szlifierki do płaszczyzn typu „Hild”	Na osłonie tarczy z tyłu u góry
	Pily taśmowe	Na podstawie z lewej strony pośrodku
	Strugarki podłużne, frezarki podłużne, karuzelówki	Po jednym na każdym suporcie albo na każdej głowicy nożowej
K-31	Frezarki pionowe	Na podstawie z lewej strony nad skrzynką biegów
	Wiertarki dwuwrzecionowe	Na lewej kolumnie z lewej strony
	Prasy średnie	Na podstawie z lewej strony na poziomie stołu
K-41	Rewolwerówki Zakładów Im. Ordżonikidze	Na skrzynce zmiany szybkości nad wrzecionem
	Półautomaty Zakładów Im. Ordżonikidze i fabryki Im. Gorkiego	Na skrzynce zmiany biegów
	Imadła, stoły montażowe itp.	Na ścianie nad miejscem roboczym
K-51	Frezarki pionowe Gorkowskich Zakładów	Na podstawie z prawej lub z lewej strony
	Frezarki uniwersalne typu „Cincinnati”	Na podstawie z prawej strony
K-61	Frezarki uniwersalne Gorkowskich Zakładów	Na obudowie obrabiarci
	Automaty Zakładów Im. Gorkiego	Na górnej podstawie przy manometrze

cia skierowywania światła w dowolnym kierunku bez odkręcania gałek zaciskowych, śrub, nakrętek itp.

Zasadniczym przegubem każdego statywu jest zacisk tarczowy, składający się z dwóch toczonych tarcz zacisniętych śrubą. Dla uzyskania płynnego ruchu przegubu jest umieszczone między tarczami brązowe kółko, a pod główką i przeciwnakrętką śruby są umieszczone wypukłe, stalowe, prasowane podkładki.

Ramiona i stojak są wykonane z rurek gazowych o średnicy wewnętrznej 1/2". Wszystkie części statywu w celu ochrony przed korozją są chromowane. Jako podstawy do stojaków K-11 i K-41 służą żeliwne skrzynki zaciskowe w formie trójgraniastej przyzmy. Taki kształt jest wybrany zasadniczo dlatego, aby statyw można było mocować tak w pionowym, jak i poziomym położeniu.

Statyw należy umocowywać do podstaw lub do stałych części obrabiarek. Absolutnie niedopuszczalne jest umocowywanie statywu do osłon, nadlewów lub koryt z cienkiego materiału, jak również do łatwo i często zdejmowanych części, np. do pokryw.

Lampy są zasilane z indywidualnych transformatorów obniżających napięcie, produkowanych przez fabrykę „Elektrostanok”. Transformator łączy się do sieci silnikowej przed wyłącznikiem nożowym względnie wyłącznikiem magnetycznym. Przewody typu ПП-500 o przekroju 1 mm<sup>2</sup> łączące transformator z wyłącznikiem magnetycznym są prowadzone w rurce gazowej 1/2".

Prąd jest doprowadzony do statywu przewodnikiem ППТ. Ramiona z rurek i stojaki do statywu wykonuje

się o długościach od 120 do 890 mm. Ramiona o długości 120 mm służą do połączenia przegubów w statywach K-41, K-51 i K-61. Stojaki statywów K-11 i K-31 wykonuje się o długościach od 300 do 890 mm; długość ramion poziomych powyższych statywów wynosi 320 lub 520 mm.

### ORIENTACYJNE OBLICZENIA I EKSPLOATACJA URZĄDZEŃ OŚWIETLENIOWYCH

Obliczanie według światłości. Dla obliczenia jasności poszczególnych części powierzchni roboczych pochodzącej od lampy o średnicy znacznie mniejszej niż odległość lampy od punktu obliczanego można zastosować prawo kwadratów odległości:

$$E = \frac{I_{\beta} \cos \alpha}{L^2 K}$$

gdzie:

$I_{\beta}$  — światłość w kierunku punktu obliczanego pod kątem  $\beta$  do osi lampy w świecach;

$\alpha$  — kąt padania promieni na oświetlaną powierzchnię;

$L$  — odległość lampy od punktu obliczanego w m;

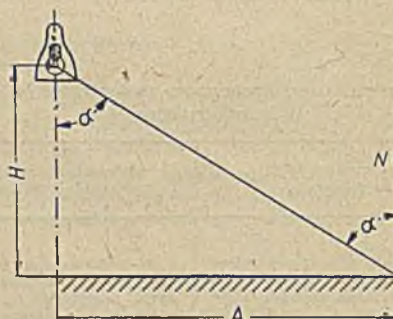
$k$  — współczynnik obniżenia jasności uwzględniający zmniejszenie jasności w procesie eksploatacji.

Przy obliczaniu w luksach oświetlenia płaszczyzny poziomej ( $\alpha = \beta$ ) powyższe równanie przyjmuje następującą postać:

$$E_{poz} = \frac{I_a \cos^3 \alpha}{H^2 k}$$

gdzie:

$H$  — wysokość zawieszenia nad powierzchnią roboczą w m (rys. 25).



Rys. 25. Schemat oświetlenia powierzchni poziomej.

Współczynnik obniżenia jasności przyjmuje się w zależności od warunków eksploatacji, a mianowicie:

przy bardzo intensywnym wydzielaniu się pyłu, dymu, sadzy itp. (oddziały wlewów i wybijania ziemi w odlewniach itp.)  $k = 1,5$ ;

przy intensywnym wydzielaniu się pyłu, dymu, sadzy itp. (kuźnie, przygotowanie ziemi formierskiej, składy podwórzowe itp.)  $k = 1,4$ ;

przy niewielkim wydzielaniu się pyłu, dymu, sadzy itp. (narzędziownie, wydziały mechaniczne itp.)  $k = 1,3$ ;

dla czystych pomieszczeń (kantory, kreślarnie, biura konstrukcyjne itp.)  $k = 1,2$ .

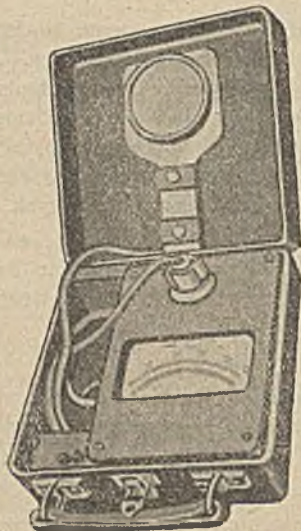
Wartość światłości  $I_a$  określa się według krzywej rozsyłu światłości jako funkcję wielkości  $\alpha = \arctg \frac{A}{H}$  (rys. 25). Suma jasności obliczona według powyższego równania dla każdej lampy oddzielnie określa jasność danego odcinka powierzchni roboczej pochodzącą od wszystkich lamp oświetlających.





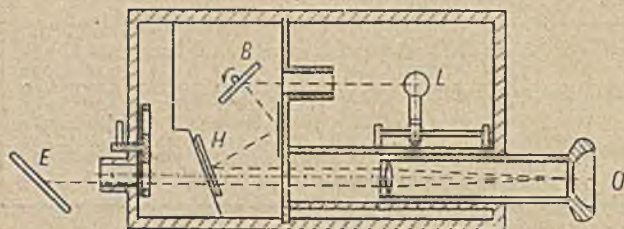


Żarówka porównawcza  $L$  oświetla białą rozpraszającą światło płytkę  $B$ , która może obracać się dookoła swej osi. Jaskrawość płytki  $B$  z określoną jej jasnością, a zatem zależną od kąta jej nastawienia w stosunku do promieni



Rys. 26. Luksomierz z fotografiami selenowymi.

żarówki  $L$ , porównuje się wzrokowo z jasnością takiej samej płytki ustawionej na powierzchni roboczej. Oko obserwatora znajdujące się przed okulem  $O$  porównuje jaskrawość płytki  $B$  w lusterku  $H$  z jaskrawością płytki  $E$ .



Rys. 27. Schemat luksomierza FOH.

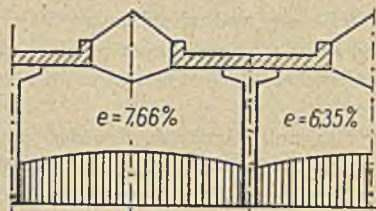
Rozszerzenie zakresu pomiarów osiąga się przez zastosowanie filtrów. Po osiągnięciu zrównania się jaskrawości pól porównawczych (płytek  $B$  i  $E$ ) wielkość mierzonej jasności odczytuje się według skali przyrządu i położenia wskazówki umocowanej na osi płytki obrotowej  $B$ .

## OŚWIETLENIE NATURALNE (DZIENNE) OTWORY ŚWIETLNE

Rodzaje otworów świetlnych. Oświetlenia pomieszczeń światłem dziennym dokonuje się przez otwory świetlne w ścianie i dachu budynku. Otwory świetlne w dachu nazywają się świetlikami, otwory świetlne w ścianach — oknami.

Świetliki dachowe w zależności od położenia płaszczyzn oszklonych mogą być pionowe lub pochyłe, jednostronne lub dwustronne. Świetliki z jednostronnym oszkleniem w przedsiębiorstwach przemysłu maszynowego są stosowane tylko w tych przypadkach, jeżeli padanie bezpośrednich promieni słonecznych na powierzchnie robocze

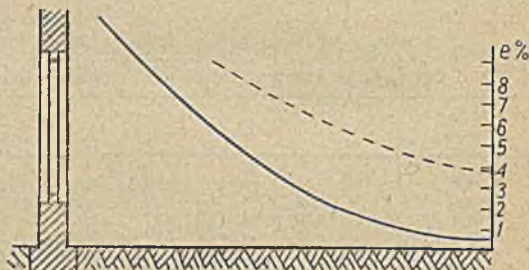
(naślonieczenie powierzchni roboczych) jest niedopuszczalne. Właściwy wybór rozmieszczenia świetlików jednostronnych, z uwzględnieniem urządzeń zasłonowych, w szczególności daszków, zapobiega w pełni naślonieczeniu miejsc roboczych. W większości wypadków w wydziałach zakładów budowy maszyn rozpowszechnione są świetliki dwustronne z pochyłym oszkleniem. Ten rodzaj świetlików zapewnia równomierne intensywne oświetlenie powierzchni poziomych (rys. 28). W celu uzyskania tej



Rys. 28. Jasność od świetlików górnego światła.

samej średniej jasności powierzchni poziomych świetliki o nachyleniu  $60^\circ$  wymagają 1,5 raza mniejszej powierzchni oszklenia niż świetliki z oszkleniem pionowym.

Oświetlanie powierzchni oknami daje bardzo nierównomierny rozsył jasności w głąb pomieszczenia (rys. 29). Przy dużej jasności w pobliżu okien jasność przy ścianie przeciwległej jest bardzo niewielka. W celu podwyższenia równomierności oświetlenia należy stosować jasną barwę ścian.



Rys. 29. Jasność od okien:  
— — — pionowa  
— — — pozioma.

W budynkach przemysłowych otwory świetlne (głównie świetliki górnego światła) służą nie tylko do naturalnego oświetlenia, lecz również do naturalnego przewietrzania. Uwzględniając to kształty świetlików i ich rozmieszczenie w wydziałach zakładów budowy maszyn, a szczególnie w wydziałach o wysokiej temperaturze powietrza, należy projektować biorąc pod uwagę ich właściwości przewietrzające.

Charakterystyka świetlików górnego światła. Tablica 69 służy do ogólnej oceny świetlików górnego światła według pięciostopniowej klasyfikacji.

Jednocześnie w tablicy tej wskazane są obszary stosowania odnośnych świetlików.

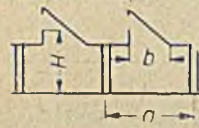
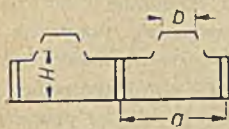
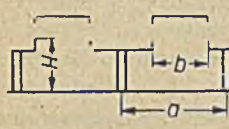

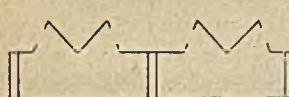
## ZASADY I NORMY OŚWIETLENIA NATURALNEGO

Określenia zasadnicze. Na skutek tego, że jasność oświetlenia tak zewnątrz, jak i wewnątrz pomieszczenia zmienia się w ciągu doby osiągając w południe swoje maksimum, normowanie bezwzględnej wartości jasności nie określa warunków oświetlenia. Dostateczną jasność promieniowania charakteryzuje się wielkością współczynnika naturalnej jasności.



Tablica 69

Ocena świetlików górnego światła według pięciostopniowej skali

Typ świetlika i zalecany stosunek wymiarów	Ocena ogólna											Obszar stosowania
	Intensywność oświetlenia	Równomierność oświetlenia	Dogodność odcyszczania	Zdolność zanieczyszczania	Przydatność do naturalnego przewietrzania	Dogodność w otwieraniu i odcieraniu	Powierzchnia strat ciepłych	Wodoszczelność	Zdolność tworzenia się zasp śnieżnych	Zdolność tworzenia się skroplin	Zdolność zabezpieczenia przed nasłonecznieniem	
 <p>Szed płonowy  <math>a = 6 \div 12 r_1</math>  <math>\frac{H}{a} = 0,5 \div 0,8</math>  <math>\frac{b}{a} = 0,7 \div 0,9</math></p>	2	4	5	5	1	3	1	5	1	5	5	W rejonach południowych dla wydzielów o niedopuszczalnym nasłonecznieniu
 <p>Trapezowy  <math>a = 6 \div 24</math>  <math>\frac{H}{a} = 0,35 \div 0,7</math>  <math>\frac{b}{a} = 0,4 \div 0,6</math></p>	3	5	5	4	4	5	2	5	3	5	4	Wydziły o dużym wydzielaniu się pyłu Wydziły mechaniczne w rejonach południowych
 <p>Prostokątny  <math>a = 6 \div 24 m</math>  <math>\frac{H}{a} = 0,35 \div 1</math>  <math>\frac{b}{a} = 0,4 \div 0,6</math></p>	5	4	4	3	4	4	3	3	4	4	3	Wydziły mechaniczne w strefie środkowej i w rejonach północnych, wydziły o wysokiej temperaturze z niewielkimi nadmierami ciepła
 <p>wklęsły</p>	3	4	5	3	5	5	1	5	4	5	4	Wydziły gorącej obróbki metali z wielkimi nadmierami ciepła
 <p>wklęsło pochylony</p>												

Tablica 70

Normy średnich wartości współczynnika naturalnej jasności<sup>1)</sup>

Współczynnik naturalnej jasności określa się stosunkiem procentowym jasności danego punktu płaszczyzny poziomej w pomieszczeniu do jednocześnie jasności poziomej powierzchni położonej na zewnątrz, oświetlonej przez całe odkryte niebo, lecz zasłoniętej przed bezpośrednimi promieniami słońca.

Przy oświetleniu pomieszczeń górnym światłem wielkość średniego współczynnika naturalnej jasności według przelotu (otworu) zasadniczo zależy od stosunku powierzchni oszklonej do powierzchni podłogi oświetlonej tym otworem. Ten stosunek przyjęto nazywać względną powierzchnią oszklenia.

W budynkach z bocznym światłem wielkość minimalna współczynnika naturalnej jasności określa się głębokością obsady wyrażającą się stosunkiem głębokości pomieszczenia do wysokości górnej krawędzi ramy okiennej nad powierzchnią roboczą.

Normy współczynnika naturalnej jasności dla zasadniczych wydzielów przemysłu maszynowego. Zgodnie z wymaganiami OST 8545 znormalizowane średnie wielkości współczynnika naturalnej jasności dla jednopiętrowych wydzielów z górnym oświetleniem powinny być nie mniejsze od wielkości podanych w tablicy 70.

OBLICZENIA ORIENTACYJNE I EKSPLOATACJA

Obliczenia orientacyjne współczynnika naturalnej jasności. Dokładne obliczenia współczynnika naturalnej jasności w dowolnym punkcie oświetlanego pomieszczenia przeprowadza się za pomocą specjalnych wykresów.

Nazwy wydzielów i oddziałów	Średnie wartości współczynnika naturalnej jasności w %
<b>Odlownie</b>	
Magazyny ziemi i gotowych odlewów	1 - 2
Zasadnicze oddziały wydziału: kopolaki, wlewania, opróżniania form, formowania maszynowego, obcinarki itp.	3
rdzeniarnie i formowania ręcznego	5
<b>Kuźnie</b>	
Magazyny zaopatrzenia i odkuwek	2
Zasadnicze oddziały wydziału: przygotowawcze obróbki cieplnej, trawienia, oczyszczania itp.	3
obróbki plastycznej	5
<b>Montażownie</b>	
Magazyny półfabrykatów i wyrobów gotowych	2
Magazyny narzędzi i oddziały obróbki cieplnej	3
Oddziały mechaniczne, montażowe i narzędziownice	5 - 7

1) Dla szerokości geograficznych mniejszych od 45° i większych od 60° zaleca się zmniejszać normalizowane wielkości współczynnika naturalnej jasności o 25%.

Orientacyjne obliczenie pozwala określić konieczną względną powierzchnię oszklenia według danego średniego współczynnika naturalnej jasności albo obliczyć średnią



wartość współczynnika naturalnej jasności według danej powierzchni oszklenia i powierzchni oświetlanej nawy:

$$S = K \frac{e}{\tau_1 \tau_2}$$

gdzie:

$$S = \frac{S_{oszkł.}}{S_{podł.}} \cdot 100 \text{ — względna powierzchnia oszklenia w } \%,$$

$K$  — współczynnik kształtu świetlika (tablica 71),

$e$  — normalne wartości współczynnika naturalnej jasności,

$\tau_1$  i  $\tau_2$  — współczynniki uwzględniające straty z powodu zabrudzenia szyb w czasie eksploatacji i spowodowane przez konstrukcję nośną (wiązarów, łuków itp. — tablica 72).

Tablica 71

### Współczynnik kształtu świetlików

Rodzaj otworu świetlnego	Rodzaj oszklenia	Konstrukcja i materiał wiązarów			
		wiązary drewniane i żelazobetonowe		wiązary stalowe	
		kratowy	pełny	kratowy	pełny
Pionowe	Pojedyncze	6,2	5	4,6	3,9
	Podwójne	10	8,3	7,1	6,2
Pozłome	Pojedyncze	3,1	2,5	2,3	2
	Podwójne	5	4,1	3,6	3,1
Nachylone pod kątem 60°	Pojedyncze	4,3	3,5	3,2	2,7
	Podwójne	6,9	5,8	5	4,3

Wartość współczynnika  $\tau_2$  uwzględniającego straty światła przez konstrukcje nośne budynku przyjmuje się równą: dla drewnianych i żelazobetonowych konstrukcji 0,7 ÷ 0,9, dla metalowych konstrukcji nośnych 0,9 ÷ 1.

Tablica 72

### Współczynniki $\tau_1$ uwzględniające straty światła z powodu zanieczyszczenia

Warunki eksploatacji pomieszczeń	Oświetlenie	
	pionowe	skośne
Grupa A. Pomieszczenia z niewielkim wydzielaniem się pyłu, dymu, sadzy itp. (wydziały mechaniczne, narzędziownice i inne)	0,5 — 0,6	0,65 — 0,55
Grupa B. Pomieszczenia z intensywnym wydzielaniem się pyłu, dymu, sadzy i innych (odlewnie i kuźnie)	0,6 — 0,5	0,55 — 0,45

**Eksploatacja urządzeń naturalnego oświetlenia.** Dla utrzymania w ciągu całego okresu eksploatacji normalnych warunków oświetlenia przeprowadza się regularne czyszczenia szyb. Oczyszczenie należy przeprowadzać nie rzadziej niż 2 ÷ 3 razy w ciągu roku w pomieszczeniach grupy A i nie rzadziej niż 1 ÷ 2 razy w roku w pomieszczeniach grupy B (tablica 72). Czyszczenie powinna wykonywać specjalna do tego celu wyznaczona brygada ludzi. Terminy czyszczenia szyb wyznacza się o ile możliwości w różnych odstępach czasu, przy czym jesienią czyszczenie jest konieczne. Czyszczenie oszklenia sprowadza się do dwóch czynności: nałożenia emulsji na zanieczyszczoną powierzchnię szyb i usunięcia zanieczyszczenia.

Zalecany skład emulsji do czyszczenia szyb:

woda destylowana lub deszczowa	1000 cm <sup>3</sup>
kwas sulfonaftowy	10 g
soda kaustyczna	4 g
mydło naftalenowe	6 g

Zużycie emulsji na 100 m<sup>2</sup> oszklenia: dla odlewni i kuźni 0,65 ÷ 0,75 litra, dla mechanicznych oddziałów 0,5 ÷ 0,6 litra.

### LITERATURA I ŹRÓDŁA

1. Sprawocznik po oświetlительnej technice pod redakcją L. D. Belkinda, M. 1945.
2. FIEDOROW B. F. Obszczij kurs swietotiechniki, M. 1944.
3. MIESZKOW W. W., SOKOŁOW I. I.: Kurs oświetlительnej techniki, M. 1937.
4. KNORRING G. M.: Sprawocznik dla projektowania elektryczkowo oświetlenia, J. 1944.
5. BABURIN K. E., GUSIEW N. M.: Normalizacja rasczota i projektowania jestiestwiennowo oświetlenia promyszlennych zdanij, M. 1938.
6. GUSIEW N.M.: Projektowanie jestiestwiennowo oświetlenia w promyszlennych zdanijach, M. 1944.



## Rozdział XVII

# PROJEKTOWANIE I WYKONANIE FUNDAMENTÓW POD URZĄDZENIA FABRYCZNE

## FUNDAMENTY POD URZĄDZENIA PODLEGAJĄCE OBCIĄŻENIOM DYNAMICZNYM

### WIADOMOŚCI OGÓLNE

Fundament maszyny, będący pod dużym obciążeniem dynamicznym, powinien w zasadzie odpowiadać trzem warunkom. Po pierwsze, powinien być dostatecznie wytrzymały na obciążenia zarówno statyczne, jak i dynamiczne. Po drugie, wibracje fundamentu charakteryzujące się amplitudą jego własnych lub wymuszonych drgań nie powinny przekraczać dopuszczalnych wielkości; wielkości te ustala się uwzględniając wpływ wibracji lub drgań na pracę maszyny, jej fundament i elementy konstrukcyjne budynku oddziały, w którym znajduje się maszyna. Po trzecie, fundament nie powinien osiadać, a szczególnie osiadać nierównomiernie, ponieważ może to wywołać przekrzywienie maszyny. Takie osiadanie fundamentu zdarza się najczęściej przy fundamentach wykonanych na gruntach piaszczystych o małej lub średniej spoistości.

Aby zapobiec przekrzywieniu fundamentu, należy się starać umieścić środki ciężkości fundamentu, maszyny oraz powierzchnie podstawy w jednym pionie. Wielkość wychYLENIA od pionu nie powinna przekraczać 5% wymiaru tego boku podstawy fundamentu, w którego kierunku przesunięty jest środek ciężkości. Już wychylenie rzędu 5%, przy którym różnica naprężeń na krańcach podstawy wynosi 60% wielkości równomiernego ciśnienia na grunt, może spowodować na gruncie stosunkowo słabym przekrzywienie fundamentu.

W celu zmniejszenia wpływu drgań i wstrząsów na zasadnicze elementy budynku (słupy, stropy) nie należy ich łączyć z fundamentem maszyny. W szczególności nie wolno opierać na fundamencie maszyny elementów konstrukcji budynku.

Podeszwa fundamentu powinna się znajdować na jednakowej głębokości.

Przeprowadzone specjalne doświadczenia i teoretyczne badania [1]<sup>1)</sup> stwierdziły, że zagłębienie fundamentu maszyny poniżej fundamentu budynku nie zmniejsza praktycznie przenoszenia drgań i wstrząsów. Dlatego też przy obliczaniu głębokości podeszwy fundamentu nie bierze się pod uwagę wpływu drgań na budynek.

Dla określenia wielkości amplitud drgań lub wstrząsów fundamentów maszyny oraz fal rozchodzących się

w gruncie od tych fundamentów niezbędna jest znajomość współczynników charakteryzujących sprężyste własności gruntów. Teoria drgań masywnych fundamentów maszyn operuje trzema współczynnikami analogicznymi ze „współczynnikami pościeli“, które stosuje się w teorii obliczeniowej belek płyt na sprężystym podłożu [2].

Jak wynika z doświadczeń i teoretycznych badań, współczynniki sprężystości gruntów zależne są nie tylko od sprężystych własności gruntu (moduł sprężystości i współczynnik Poissona), lecz również od rodzaju osiadania fundamentów. Ustalono, że współczynnik sprężystości gruntu odnoszący się do zależności między normalnym równomiernym ciśnieniem na grunt i równomiernym pionowym sprężystym osiadaniami fundamentu, dla tego samego gruntu, jest inny niż współczynnik wiążący wielkość poziomego przesunięcia fundamentu z siłą działającą na grunt w płaszczyźnie podstawy fundamentu. Współczynnik wiążący zewnętrzny moment skręcający na fundament ze sprężystym obrotem jego podstawy jest różny co do wielkości od dwóch poprzednich współczynników. Dlatego przy obliczeniach dynamicznych ciężkich, masywnych fundamentów maszyn korzysta się z trzech współczynników: 1.  $C_x$  — sprężystego, równomiernego osiadania gruntu 2.  $C_y$  — sprężystego przesunięcia i 3.  $C_z$  — sprężystego nierównomiernego osiadania gruntu.

Współczynnik  $C_x$  stosuje się przy badaniu pionowych drgań fundamentu. Przy rozpatrywaniu poziomych drgań fundamentów używa się współczynnika  $C_y$ , którego wielkość można przyjąć w przybliżeniu jako 0,5  $C_x$ . Wreszcie w obliczeniach drgań skręcających fundamentu stosuje się współczynnik  $C_z$  wyrażony wzorem

$$C_z = \frac{M}{J_F}$$

gdzie

$M$  — zewnętrzny moment skręcający działający na fundament i wywołujący sprężysty obrót jego o kąt  $\varphi$ ,

$J_F$  — moment bezwładności powierzchni podstawy fundamentu względem osi przechodzącej przez środek ciężkości podstawy prostopadle do płaszczyzny drgań.

Badania [5] pozwalają wyciągnąć wniosek, że między współczynnikami  $C_x$  i  $C_z$  zachodzi w przybliżeniu (dla

<sup>1)</sup> Liczby podane w nawiasach bez żadnych dalszych wyjaśnień odnoszą się do spisu literatury zamieszczonego na końcu rozdziału (przyp. red. PWT).



fundamentów niezbyt wydłużonych w rzucie poziomym) następująca zależność:

$$C_z = 2 C_z$$

Tablica 1

Wartości współczynnika równomiernego sprężystego osiadania dla różnych gruntów

Kategoria gruntu	Nazwa gruntu	$C_z$ w kG/cm <sup>2</sup>	$R_d$ w kG/cm <sup>2</sup>
I	Grunty słabe (głina, grunt gliniasty w stanie plastycznym na granicy plastyczności, grunt piaszczysty średniej spójności oraz piasek pylasty nasycony wodą, jak również grunty II i III kategorii z warstwami łu lub torfu)	do 3	do 1,5
II	Grunty średnio wytrzymałe (głina i grunt gliniasty twardy i w stanie plastycznym na granicy półplastyczności, grunt piaszczysty suchy i wilgotny, piasek pylasty, wilgotny, drobny i średniej grubości wielkości piasek)	3 — 6	1,5 — 3,5
III	Grunty wytrzymałe (głina, grunt gliniasty w stanie twardym, o minimalnym stopniu wilgotności naturalnej, piasek gruby, żwił, suchy less i gleba gliniasto lessowa)	6 — 10	3,5 — 6
IV	Skąły	ponad 10	ponad 6

Tablica 1 podaje wartość współczynnika  $C_z$  dla gruntów o różnych dopuszczalnych jednostkowych ciśnieniach  $R_d$ .

Statyczne robocze ciśnienia różnych maszyn na grunt mieszczą się w stosunkowo wąskich granicach. Na przykład ciśnienie statyczne na podstawie fundamentu większości fundamentów maszyn z mechanizmami korbowymi, w budynkach niepodpiwniczonych, jeżeli nie ma w ziemi przewodów rurowych — nie przekracza 0,8 kG/cm<sup>2</sup>. W budynkach podpiwniczonych z przewodami rurowymi pod ziemią zachodzi konieczność ustawienia fundamentów w piwnicy. W związku z tym wysokość fundamentu maszyny znacznie wzrasta osiągając czasami 7 + 8 m, co pociąga za sobą zwiększenie ciśnienia statycznego na podstawie fundamentu do 1,5 kG/cm<sup>2</sup>. Ciśnienie statyczne na grunt fundamentów pod młoty mieści się w granicach 0,8 ÷ 1,2 kG/cm<sup>2</sup>; fundamentów turbin — 0,8 ÷ 1,5 kG/cm<sup>2</sup> i tylko w pojedynczych wypadkach osiąga 2 kG/cm<sup>2</sup>.

Ciśnienie to przy fundamentach pod różne drobne urządzenia wynosi w większości wypadków 0,2 ÷ 0,6 kG/cm<sup>2</sup>.

Ciśnienie statyczne maszyn na podstawie fundamentu jest znacznie mniejsze niż fundamentów budowy przemysłowych i użyteczności publicznej. Można więc w przeważającej ilości wypadków wykonać fundamenty maszyn nawet na słabych gruntach przy dopuszczalnym ciśnieniu 1 kG/cm<sup>2</sup> (grunty I kategorii w tabl. 1) nie stosując jakichkolwiek sposobów wzmocnienia gruntu.

Niekiedy wymiary budynku oraz rozmieszczenie urządzeń nie pozwalają na zwiększenie podstawy fundamentu, a więc i na zmniejszenie ciśnienia statycznego oraz wielkości amplitud drgań fundamentu. W takich wypadkach oraz przy budowie fundamentów pod wyjątkowo ciężkie i silne maszyny (np. młoty opadowe o ciężarze bijaka 5 ÷ 7 t) należy wzmocnić grunt pod fundamentem. W tym celu, zwłaszcza przy urządzeniach o małej mocy lub stosunkowo dobrze wyważonych maszynach (np. wielocylindrowych silnikach Diesla, pompach odśrodkowych, młynach kulowych, prasach itp.), można stosować mocno ubite poduszki piaskowe i wbijane pionowo pale długości 3 ÷ 5 m. Dalsze zwiększenie długości pali wzmacnia grunt tylko nieznacznie.

## FUNDAMENTY MASZYN Z UKŁADEM KORBOWYM

Klasyfikacja maszyn na podstawie ich wyważenia i oddziaływania na budynek. Niewyważone siły i momenty części ruchomych maszyn z układem korbowym wzbudzają i wywołują drgania ich fundamentów.

Obliczenie wzbudzających sił i momentów wywoływanych przez poszczególne lub wszystkie cylindry maszyny nie przedstawia trudności, jeżeli znane są wymiary i ciężar poszczególnych części układu korbowego [2]. Stopień niewyważenia maszyny w dużej mierze zależy od liczby jej cylindrów i wzajemnego położenia korb w każdym korbowych różnych porównywanych maszyn są jednakowe i przyjmując jako jednostkę stopień niewyważenia jednocylindrowej maszyny, wówczas dla maszyn mających różne ilości cylindrów i różne wzajemne położenie korb otrzymamy wartości stopnia niewyważenia, podane w tablicy 2.

Tablica 2

Stopień niewyważenia maszyn z układem korbowym

Ilość cylindrów	Kąty pomiędzy pierwszą i następnymi korbami (w stopniach)			Stopień niewyważenia
	II	III	IV	
1	0	—	—	1
2	0	0	—	2
	0	90	—	2
	0	180	—	0
3	0	120	240	0
5	0	180	180	360

Jedynie maszyny jednocylindrowe i dwucylindrowe posiadają nierównomierność biegu tak dużą, że są niebezpieczne ze względu na możliwości powstawania dużych drgań. Tłokowe maszyny mające trzy i więcej cylindrów należy uznać za praktycznie wyważone, a więc bezpieczne pod względem drgań. Obliczenia dynamiczne fundamentów, a w szczególności sprawdzenia na rezonans nie są w tym wypadku konieczne. Wymiary fundamentów wyznacza się wówczas konstrukcyjnie. Odwrotnie jest przy projektowaniu fundamentów jednocylindrowych i dwucylindrowych maszyn; obliczenia dynamiczne fundamentu powinno się wykonać bardziej dokładnie sprawdzając rezonans oraz określając amplitudy drgań wymuszonych.

Maszyny o niskich obrotach ze stałymi okresami zmiany kierunku ruchu (tłokowe poziome sprężarki, tłokowe maszyny parowe, piły trakowe, silniki Diesla) często wywołują znaczne drgania budynków znajdujących się niekiedy w odległości kilkudziesięciu metrów od fundamentu takiej maszyny. Maszyny posiadające więcej niż 200 + 250 obr/min nie są niebezpieczne dla budynków. Według obserwacji drgania budynków najczęściej wywołują maszyny mające 90 ÷ 160 obr/min. Tłumaczy się to tym, że częstotliwość drgań własnych budynków jest stosunkowo niska i zbliża się do częstotliwości obrotów wolnobieżnych maszyn. Wskutek tego może nastąpić zgodność częstotliwości obrotów maszyny z częstotliwością zasadniczych własnych drgań budynku, tj. rezonans, przy którym amplituda drgań budynku może osiągnąć znaczne wielkości niekiedy niebezpieczne dla wytrzymałości budynku.

Materiał fundamentów oraz wskazówki do ich projektowania. Przy obciążaniu fundamentu należy brać pod uwagę ciężar własny urządzenia oraz siły dynamiczne powstające w czasie pracy maszyn. Jednostkowe ciśnienie na fundament maszyn z układem korbowym nie przekracza zwykle 3 ÷ 5 kG/cm<sup>2</sup>. Przy budowie fundamentów



maszyn z układem korbowym można z tego względu stosować materiały o niskiej wytrzymałości — beton marki nie wyższej od 90, mur z cegły na zaprawie cementowej lub wapiennej, chude betony marki 65 i 45 i gruzobeton.

Fundamenty maszyn z układem korbowym projektuje się zwykle jako bloki z wyjęciami i otworami na ich podstawy, na osprzęt i na śruby. Głębokość fundamentu zależy od warunków geologicznych oraz założeń konstrukcyjnych. Fundamenty maszyn z układem korbowym powinny mieć możliwie małą głębokość a dużą podstawę. Należy więc unikać umieszczenia pod maszyną różnych urządzeń (przewody rurowe, kanały itp.), ponieważ wymaga to powiększenia głębokości fundamentów.

Przy ustawianiu fundamentów kilku maszyn na jednej wspólnej gruzobetonowej płycie, grubość ostatniej powinna być nie mniejsza niż 0,8 m, wielkość zaś podstawy płyty — nie mniejsze niż jej grubości.

Fundamenty z betonu marki 90 należy zbroić tylko w warstwie podpowierzchniowej oraz w miejscach osłabionych przez otwory. W zależności od wymiarów fundamentu zbroi się siatką o oczkach  $20 \div 40$  cm i średnicy prętów  $12 \div 18$  mm.

**Obliczenie fundamentu.** Zwykle nie przeprowadza się obliczenia naprężeń wewnętrznych fundamentów. Obliczenia statyczne sprowadzają się jedynie do wyznaczenia środka ciężkości fundamentu i określenia statycznego jednostkowego ciśnienia na grunt, wyliczanego ze wzoru:

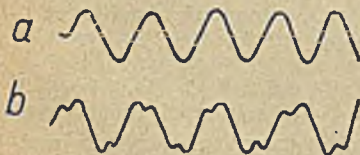
$$\sigma = \frac{G}{F} \quad (1)$$

gdzie

$G$  — łączny ciężar fundamentu i maszyny,  
 $F$  — płaszczyzna podstawy fundamentu.

Przy tym wielkość  $\sigma$  powinna być mniejsza od  $0,8 R_d$  dla gruntów piaszczystych i od  $R_d$  — dla gruntów gliniastych oraz gliny ( $R_d$  — jednostkowe ciśnienie na grunt, dopuszczalne przy działaniu na niego jednego tylko statycznego obciążenia i określane z tablicy 1).

Obliczenie dynamiczne fundamentu jest potrzebne dla jednocyndrowych i dwucylindrowych maszyn, a więc



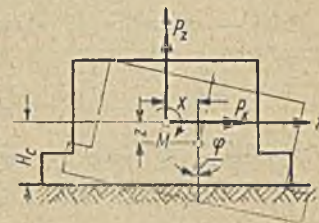
Rys. 1. Drgania fundamentu maszyny z układem korbowym: a — drgania własne, b — oddziaływanie drgań wtórnych na drgania własne.

maszyn o własnych drganiach harmonicznych (sinusoidalnych). W stosunku do własnych drgań, wtórne drgania harmoniczne takich maszyn są małe. Skutek tłumienia oddziaływania drgań wtórnych na fundament jest niewielki nawet jeśli częstotliwość drgań fundamentu jest zbliżona do wtórnych drgań harmonicznych maszyny. Zwykle, wibrografi wykazują drgania o częstotliwości równej zasadniczej częstotliwości maszyny (rys. 1a). Niekiedy wpływ wtórnych drgań harmonicznych występuje na wykresie wibrografu jedynie w postaci zniekształcenia krzywej drgań o własnej częstotliwości (rys. 1b).

Dlatego przy obliczaniach drgań fundamentu maszyn z układem korbowym można nie brać pod uwagę wpływu drgań wtórnych.

Zagadnienie drgań fundamentu sprowadza się do poznania drgań ciała sztywnego na podłożu sprężystym (gruncie) pod wpływem okresowych obciążeń danej czę-

stotliwości i amplitudy. W wypadku ogólnym rozwiązanie tego zagadnienia sprowadza się do badań nad drganiem o sześciu stopniach swobody [8]. Ponieważ fundamenty maszyn z układem korbowym posiadają zwykle płaszczyzny symetrii, będące zarazem głównymi płaszczyznami fundamentu, przeto zadanie sprowadza się do rozpatrywania drgań ciała sztywnego w jednej z jego głównych płaszczyzn.



Rys. 2. Schemat drgań fundamentu maszyny z układem korbowym.

Równania różniczkowe drgań fundamentu mogą więc być napisane w postaci

$$mz + C_z Fz = P_z \sin \omega t \quad (2)$$

$$\left. \begin{aligned} mx + C_x Fx - C_x FH_c \varphi &= P_x \sin \omega t; \\ J_m \varphi - C_x FH_c x + (C_\varphi J_F - GH_c + \\ &+ C_x FH_c^2) \varphi = M \sin \omega t \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Wprowadzone są tutaj następujące oznaczenia (rys. 2):  $m$  i  $G$  — masa oraz ciężar fundamentu i maszyny,  $H_c$  — odległość od środka ciężkości całego urządzenia do podstawy,

$J_F$  — moment bezwładności płaszczyzny podstawy względem osi przechodzącej przez środek ciężkości podstawy prostopadle do płaszczyzny drgań (będącej płaszczyzną główną  $xz$ ),

$J_m$  — moment bezwładności masy całego urządzenia względem osi przechodzącej przez wspólny środek ciężkości,

$F$  — płaszczyzna podstawy fundamentu.

$C_z, C_x$  i  $C_\varphi$  — współczynniki sprężystego (równomiernego i nierównomiernego) ściskania i przesuwania gruntu,  $P_x, P_z$  i  $M$  — amplitudy niezerównoważonych drgań harmonicznych pierwszego rzędu,

$\omega$  — częstotliwość obrotów (szybkość kątowna) maszyny, równa:

$$\omega = \frac{2\pi}{60} n$$

( $n$  — liczby obrotów maszyny)

$z, x, \varphi$  — przesunięcia środka ciężkości fundamentu w kierunku osi  $z, x$  i obrót jego względem osi prostopadłej do płaszczyzny drgań.

Równania (3) są powiązane między sobą, ponieważ w każde z nich wchodzi  $x$  i  $\varphi$ . Równanie (2) jest całkowicie niezależne od równań (3). Z tego wynika, że pionowe drgania fundamentu nie zależą od drgań względem dwóch innych osi współrzędnych. Jeżeli więc na fundament działają pobudzające siły nie mające pionowej składowej ( $P_z = 0$ ) wówczas nie powstaną pionowe drgania fundamentu. W tym wypadku fundament jest narażony jedynie na obrót dookoła osi  $y$  oraz przesunięcie w kierunku osi  $x$ .

Jeżeli pobudzająca siła wywołuje jedynie impuls wzdłuż osi pionowej, wówczas wymuszone drgania fundamentu będą również tylko pionowe. Rozwiązanie równania (2) odpowiadające wymuszonym pionowym drganiom fundamentu ma postać

$$z = A_z \sin \omega t$$



gdzie amplituda pionowych drgań fundamentu równa się

$$A_z = \frac{P_z}{m(f_z^2 - \omega^2)} \quad (4)$$

Tutaj — częstotliwość własnych pionowych drgań  $f_z$  jest równa

$$f_z^2 = \frac{C_z F}{m} \quad (5)$$

Wyrażenie (4) może być przedstawione w postaci:

$$A_z = \mu A_{cm} \quad (4')$$

gdzie

$$A_{cm} = \frac{P_z}{C_z F} \quad (6)$$

statyczne sprężyste osadzania się fundamentu pod działaniem siły  $P_z$ ;

$$\mu = \frac{1}{1 - \frac{\omega^2}{f_z^2}} \quad (7)$$

**Współczynnik dynamiczny.** Wielkość współczynnika dynamicznego wydatnie zależy od stosunku między częstotliwością drgań maszyny wywołaną jej obrotami i częstotliwością własnych pionowych drgań fundamentu. Im mniej różnią się jedna od drugiej, tym większy jest współczynnik dynamiczny. W wypadku granicznym przy  $\omega = f_z$ , tj. w warunkach rezonansu,  $\mu$  przybiera teoretycznie nieskończenie dużą wartość. Wskutek reakcji tłumiącej, wielkość  $\mu$  w warunkach rezonansu jest ograniczona i  $A_z$  równa się 5 ÷ 7-krotnie wartości  $A_{cm}$ .

Składowa pionowa drgań fundamentów maszyn z układem korbowym jest w wielu wypadkach znacznie większa od innych składowych; tego rodzaju fundamenty narażone są przeważnie na drgania pionowe. Dlatego też obliczenia dynamiczne fundamentów Diesla, pił tartacznych, sprężarek z pionowo położonymi cylindrami można ograniczyć tylko do obliczenia  $A_z$ . Wymiary i ciężar fundamentu powinno się tak dobrać, aby obliczeniowa wartość  $A_z$  nie przekraczała 0,20 mm.

W przypadku odpowiadającym wymuszonym drganiom fundamentu w kierunku osi  $x$  i obrotom jego względem osi  $y$  rozwiązanie równania (3) przyjmie postać:

$$x = A_x \sin \omega t; \quad \varphi = A_\varphi \sin \omega t \quad (8)$$

przy czym  $A_x$  i  $A_\varphi$  — amplitudy drgań określa się ze wzorów:

$$A_x = \frac{(C_\varphi J_F - GH_c + C_x FH_c^2 - \omega^2 J_m) P_x + C_x FH_c M}{\Delta} \quad (9)$$

$$A_\varphi = \frac{C_x FH_c P_x - (C_x F - \omega^2 m) M}{\Delta} \quad (10)$$

gdzie  $\Delta = m J_m \omega^4 - (C_\varphi J_F m GH_c + C_x FH_c^2 m + C_x F J_m) \omega^2 + (C_\varphi J_F - GH_c) C_x F$  (11)

Wzory te upraszczają się w następujących szczególnych przypadkach.

1. Fundamenty maszyn z poziomym układem cylindrów mają zwykle większą podstawę niż grubość.

Przy takim stosunku wymiarów, fundament pod działaniem poziomej składowej pobudzających sił będzie doznawał przeważnie poziomych drgań, których amplitudę określa się ze wzoru:

$$A_x = \frac{P_x}{(C_x F - m \omega^2)} \quad (9')$$

Amplituda drgań skrętnych będzie mała i można jej nie brać pod uwagę.

2. Tak samo jeżeli grubość fundamentu jest większa od wymiarów podstawy jego w płaszczyźnie drgań, to drgania wymuszone będą zbliżone co do formy do prostych drgań skrętnych.

W tym drugim wypadku w przybliżeniu można przyjąć, że  $A_x = 0$ , amplitudę zaś drgań skrętnych można określić ze wzoru:

$$A_\varphi = \frac{M}{C_\varphi J_F - J_m' \omega^2} \quad (10')$$

gdzie

$$J_m' = J_m + m H_c^2$$

Fundamenty maszyn z układem korbowym projektuje się tak, aby ich własne częstotliwości drgań były o 50 ÷ 125% wyższe od częstotliwości drgań maszyny wywołanych jej obrotami.

## SPOSOBY ZMNIEJSZANIA DRGAŃ FUNDAMENTÓW

1. **Z r ó w n o w a ż e n i e p o b u d z a j ą c y c h s i ł m a s z y n y.** Zastosowanie przeciwwagi daje możliwość częściowego zrównoważenia w układach korbowych siły bezwładności pierwszego rzędu. Wymiary przeciwwag i ich odległości od osi obrotu można tak dobrać, aby całkowicie zrównoważyć pierwszą harmoniczną składowych sił wzbudzających w kierunku przesuwu tłoka.

Składowa w kierunku prostopadłym zwiększy się w tym przypadku. Dla leżącej jednocylindrowej tłokowej maszyny największe niebezpieczeństwo stanowią drgania fundamentu powodujące jego obrót i przesuw. W tym wypadku konieczne jest zrównoważenie sił działających w kierunku ruchu tłoków nawet kosztem pewnego możliwego zwiększenia pobudzających działających w pionowym kierunku.

Przy ustawianiu silników leżących i przy istnieniu pionowych drgań o niedopuszczalnej wielkości amplitudy trzeba stosować pierwszy sposób.

Dla silników stojących wybór sposobu zrównoważenia zależy od tego, jakie drganie otrzymuje fundament — pionowe, poziome czy skrętne.

2. **W z m o c n i e n i e g r u n t ó w s p o s o b e m c h e m i c z n y m.** W celu zmniejszenia drgań fundamentu zbudowanego na gruncie piaszczystym można wzmocnić grunt środkami chemicznymi lub też go zementować, osiągając w rezultacie zwiększenie częstotliwości drgań własnych fundamentu. Sposób taki może dać bezwarunkowo dodatni efekt w tych wypadkach, gdy częstotliwości własne drgań fundamentu na niewzmocnionym gruncie są wyższe od częstotliwości drgań maszyny wywołanych jej obrotami.

Zasadniczą zaletą tej metody jest ograniczenie przestoju maszyny do kilku tylko dni.

3. **M e t o d y k o n s t r u k c y j n e.** Przez zmianę konstrukcji fundamentu można znacznie zmniejszyć amplitudy jego drgań. Wprowadzenie jednak takich zmian często jest związane z dłuższym przestojem maszyny i z dużym zużyciem środków i materiałów. Dlatego zmiany konstrukcyjne można zalecać jedynie w tym wypadku, gdy inne metody nie dadzą się zastosować.

Celem konstrukcyjnych zmian powinna być zmiana częstotliwości własnych drgań fundamentu w kierunku



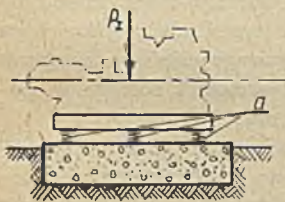
zwiększenia różnicy między nimi a częstotliwością drgań maszyny.

Częstotliwość drgań maszyny z układem korbowym jest najczęściej niższa od zasadniczych częstotliwości drgań fundamentu. W tych wypadkach należy jeszcze bardziej podwyższyć częstotliwość drgań własnych fundamentu zwiększając płaszczyznę jego podstawy i moment bezwładności jak również sztywność gruntu przez założenie pali. Poza tym można, nie zmieniając częstotliwości drgań fundamentu, zwiększyć jego masę. Pociąga to za sobą również zmniejszenie amplitudy pionowych drgań fundamentu.

Jeżeli częstotliwość własnych drgań fundamentu jest niższa od częstotliwości drgań maszyny, wówczas zwiększenie płaszczyzny podstawy jak również zwiększenie sztywności gruntu może wywołać skutek odwrotny. W tym wypadku pożądane jest jeszcze większe obniżenie częstotliwości własnych drgań fundamentu, w szczególności zwiększenie jego masy bez zmiany płaszczyzny podstawy.

Zastosowanie tych lub innych zabiegów konstrukcyjnych zależy od warunków miejscowych. Tak na przykład jeżeli fundament drgający znajduje się obok drugiego fundamentu, wówczas można je połączyć ze sobą. W niektórych wypadkach amplitudy skrętnych lub poziomych drgań fundamentu można zmniejszyć za pomocą specjalnych płyt [9].

4. T ł u m i e n i e d r g a ń z a p o m o c ą p o d k ł a d e k i z o l a c y j n y c h. Jeżeli nierównoważone siły maszyny spowodują do środkowej wypadkowej pionowej siły  $P_z$  wywołującej wymuszone pionowe drgania fundamentu, wówczas amplituda drgań jego, jak to wynika ze wzoru (4), będzie proporcjonalna do siły  $P_z$ . Jeżeli między maszyną i jej fundamentem ułożyć sprężystą podkładkę, (rys. 3) wówczas, w zależności od właściwości tej ostatniej, amplitudy drgań



Rys. 3. Schemat izolowania od drgań fundamentu: a — podkładki (amortyzatory).

fundamentu mogą się zwiększyć lub zmniejszyć.

W przybliżeniu amplitudę drgań przy zastosowaniu podkładki określa się wzorem (4), zastępując siłę  $P_z$  reakcją ściskania podkładki równą

$$P_1 = P_z,$$

gdzie wielkość współczynnika wyraża wzór

$$\mu = \frac{1}{1 - \frac{\omega^2}{f^2}}$$

Tutaj

$\omega$  — częstotliwość pobudzających sił maszyny,  $f$  — częstotliwość własnych drgań masy ustawionej na podkładce.

Wartość współczynnika  $\mu$  zależy od stosunku między częstotliwościami  $\omega$  i  $f$ . Jeżeli częstotliwość drgań wzbudzających jest niewielka w porównaniu z częstotliwością  $f$ , to  $\mu$  niewiele będzie się różniło od jedności a  $P_1$  od  $P_z$ . W tym wypadku zastosowanie podkładki nie zmieni amplitudy drgań fundamentu i okaże się bezcelowe. Przy zmianie wielkości  $f$  i niezmienniej wielkości  $\omega$ , w granicach gdy  $\omega < f$ , wielkość współczynnika dynamicznego będzie wzrastać i zastosowanie podkładki będzie szkodliwe, po-

nieważ amplitudy drgań fundamentu będą większe niż bez podkładki. Specjalnie niekorzystny wpływ przejawia podkładka przy  $\omega = f$ . Jeżeli więc częstotliwość drgań



Rys. 4. Wykres zmian współczynnika dynamicznego przy izolowaniu fundamentu od drgań.

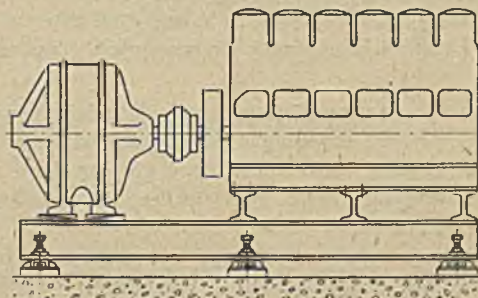
własnych maszyny ustawionej na podkładce tłumiącej jest większa od częstotliwości wzbudzającej siły, to zastosowanie podkładki jest bezcelowe lub szkodliwe.

Jak wynika z wykresu (rys 4), podkładka zmniejsza amplitudę drgań fundamentu tylko wtedy, gdy częstotliwość drgań wzbudzających jest przynajmniej  $\sqrt{2}$  razy większa od własnej częstotliwości  $f$ . Przy stosunku  $\frac{\omega}{f} =$

$= 2$   $\mu$  będzie równe 0,33 — a zatem na fundament będzie przenoszona tylko jedna trzecia część drgań maszyny i amplituda drgań fundamentu zmniejszy się trzykrotnie. Jeżeli częstotliwość drgań wzbudzających będzie 5 razy większa od  $f$ , to amplituda drgań fundamentu nie przekroczy 5% jego amplitudy w wypadku braku podkładki.

Na podkładki używa się sprężystych materiałów lub też stosuje się specjalne konstrukcje sprężyste, na przykład sprężynowe amortyzatory. Podkładki w postaci warstwy korka, gumy lub innych materiałów stosuje się do tłumienia drgań tylko przy lekkich maszynach, obrabiarkach, aparatach itd., jeżeli jednostkowe ciśnienie na podkładkę jest nieduże i materiał pracuje w granicach sprężystych odkształceń. Ustawienie ciężkich maszyn na podobnych podkładkach wywołuje znaczne odkształcenia powodujące zmianę ich własności. Oprócz tego takie podkładki utrudniają regulowanie i centrowanie maszyny przy montażu. Wreszcie z biegiem czasu własności mechaniczne podkładki zmieniają się, skutkiem czego zmieniają się drgania fundamentu i maszyny.

W praktyce zagranicznej stosuje się szeroko do izolowania drgań maszyn z układem korbowym sprężynowe amortyzatory [12]. Zasadniczym elementem takiej amortyzatora jest sprężyna wykonana ze stali o dużej wytrzy-



Rys. 5. Izolowanie do drgań sześciocylindeowego silnika Diesla.

małości a pracująca w stanie ściśniętym. Konstrukcje sprężynowych amortyzatorów są bardzo różne. Rys. 5 przedstawia schemat ustawiania sześciocylindeowego sil-



nika Diesla połączonego z prądnicą na sprężynowych amortyzatorach tłumiących drgania. W tym wypadku żeliwną płytę fundamentową zastąpiono stosunkowo lekką ramą kształtowników stalowych.

### FUNDAMENTY POD ZESPOŁY TURBINO-PRĄDNICOWE I SILNIKO-PRĄDNICOWE

Zespoły turbino-prądnicowe należą do typu maszyn o dużych obrotach o wysokim stopniu wyważenia wirników. Maszyny te mogą wywołać tylko miejscowe wibracje poszczególnych części budowli o amplitudach niedużych (nie przekraczających 0,01 mm) i z punktu widzenia drgań są zupełnie bezpieczne dla budowli.

Badania wykazały [3], że zespoły turbino-prądnicowe posiadają drgania o bardzo małych amplitudach, praktycznie bardzo nieznacznie obniżających wytrzymałość fundamentu i jego podstawy.

Amplitudy drgań dolnej płyty fundamentu w przeważnej ilości wypadków są mniejsze od 0,001 mm, a więc, praktycznie dolna płyta nie odczuwa drgań i wobec tego nie przenosi obciążeń dynamicznych na grunt.

Fundamenty zespołów silnikowo-prądnicowych, jak wskazują obserwacje, mogą drgać z amplitudą do 0,2—0,3 mm.

Przy projektowaniu fundamentów pod zespoły turbino-prądnicowe niezbędne są następujące dane: a. plan fundamentu z jego wymiarami z zaznaczeniem niezbędnych tuneli, kanałów, wybrań itp.; rozmieszczenie w rzucie poziomym śrub fundamentowych; wskazanie poziomu i miejsca na pomieszczenia kondensatorów w granicach zarysu dolnej płyty fundamentu jak również miejsca zajmowanego przez obrzeże dookoła zespołu turbino-prądnicowego na poziomie podłogi hali maszynowej; b. schemat działających na fundament obciążeń pochodzących od stałych i wirujących części.

Istnieją trzy typy fundamentów pod zespoły turbino-prądnicowe, ramowe, skrzyniowe i masywne.

Na fundamenty używa się:

- do ramowych fundamentów — betonu marki 110;
- do skrzyniowych i masywnych fundamentów — betonu marki 110 oraz muru z cegły na zaprawie cementowej przy cegle o znaku nie mniejszym niż 100;
- na dolne płyty fundamentowe (podeszwy) — betonów chudych marek 65 lub 45 oraz gruzobetonu.

Fundamenty pod zespoły silnikowo-prądnicowe, agregaty Leonarda-Ilgrena buduje się z betonu marek 110 — 90 (szczególnie, jeżeli fundament jest zaprojektowany w postaci ramowej konstrukcji) lub z cegły na zaprawie cementowej (dla fundamentów skrzyniowych i półmasywnych).

Fundament typu ramowego składa się z dolnej masywnej pełnej płyty i sztywnie z nią złączonych trzech lub więcej par słupów, które łączy się u góry ryglami i belkami podłożonymi, tworzącymi stolec do umocowania zespołu podestu dla obsługi.

Fundamenty typu skrzyniowego wykonuje się w kształcie dwóch podłużnych ścian z niezbędnymi otworami, wycięciami oraz zagłębieniami; ściany ustawia się na wspólnej masywnej płycie i wiąże się u góry poprzecznymi belkami.

Fundamenty buduje się w postaci pełnego bloku z miejscem (zagłębieniem) na kondensator i na poszczególne części maszyny.

W celu zmniejszenia możliwości powstawania miejscowych wibracji w górnej płycie fundamentu (stolec) tam utworzona przez poprzeczne i podłużne belki powinna posiadać dużą sztywność. Dlatego poszerza się podłużne belki i łączy je sztywnie z belkami poprzecznymi. Wymiary przekrojów nieobciążonych elementów przyjmuje się nie mniejsze niż 25 cm, wymiary belek — nie mniej niż 40 cm. Wsporniki (konsole) górnej płyty fundamentu powinny być możliwie sztywne i nie mieć długich wysięgów. Osiąga się to przez zastosowanie okalającej krawędziowej belki opierającej się na mocnych wspornikach lub też przez sztywne wzmacniające żebra.

Grubość pełnej masywnej płyty fundamentowej pod zespoły o mocy do 6000 kW powinna być równa  $0,8 \div 1,2$  m; o mocy do 12000 kW —  $1,2 \div 1,6$  m; o mocy do 25000 kW —  $1,6 \div 2,0$  m i pod zespoły o mocy ponad 25000 kW —  $2 \div 4$  m.

Wszystkie elementy górnej części fundamentu ramowego zaopatruje się w podwójne zbrojenie: w belkach daje się rozciąganie i ściskanie; w kolumnach jako prawkidło stosuje się zbrojenie symetryczne. Zewnętrzne i wewnętrzne zbrojenie ścian wiąże się chomałkami ułożonymi w szachownicę w odległości  $50 \div 60$  cm jeden od drugiego; końce całego zbrojenia zaopatruje się zwykle w haki Considera.

Przy zbrojeniu elementów naziemnych przyjmuje się w obliczeniach fundamentów ramowych  $70 \div 80$  kG stali na  $1 \text{ m}^3$  betonu, a w obliczeniach fundamentów masywnych i skrzynkowych  $25 \div 30$  kG.

Obliczenia fundamentów zespołów turbino-prądnicowych i silnikowo-prądnicowych. Obliczenie statyczne fundamentu polega na wyszukaniu jego środka ciężkości, na wyliczeniu statycznego jednostkowego ciśnienia na grunt jak również — na doborze przekrojów i zbrojeń w elementach górnej części fundamentu.

Przy jedynie statycznym obciążeniu gruntu przyjmowało się do chwili obecnej bez uzasadnienia jako dopuszczalne jednostkowe ciśnienie podeszwy fundamentu zespołów turbino-prądnicowych jako  $0,5 \div 0,6$  ciśnienia jednostkowego dopuszczalnego. Wprowadzenie tego współczynnika przy budowie fundamentów na gruntach o średniej wytrzymałości prowadziło do wzmocnienia fundamentu palami. Wielkość wspomnianego współczynnika można jednak podnieść na  $0,8 \div 1,0$ , co w wielu wypadkach pozwoli na usunięcie konieczności wzmocnienia podstawy fundamentu.

Nawet w bardzo dobrze wyrównoważone zespoły turbino-spalinowe mają pewne mechaniczne i magnetyczne niewyrównoważenie, wskutek czego zespół działa na fundament nie tylko statycznie, lecz i dynamicznie. Określenie wielkości niewyrównoważonych sił bezwładności wirujących części zespołu turbino-prądnicowego nie jest możliwe. Dlatego działanie dynamiczne zespołu turbino-prądnicowego uwzględnia się drogą pośrednią, a mianowicie wprowadza się przy obliczeniu naprężeń w elementach fundamentu „obciążenia równoważne”. Wielkość tych obciążeń jest dosyć duża. Leningradzki Instytut Budowlany [7] zaleca przyjmować pionową składową „obciążeń równoważnych” równą  $5 G_M$ , poziomą zaś —  $2 G$  ( $G_M$  — ciężar maszyny). Prawidłowsze jest przyjmowanie „równoważnych obciążeń” w zależności od ciężaru wirujących części maszyny [10], ponieważ tylko one są źródłem drgań wymuszonych. Składową pionową „równoważnych obciążeń” skierowaną w dół zaleca się przyjmować równą  $10 \div 15$ -krotnemu — poziomą równą 5-krotnemu cięża-



rowi wirujących części zespołu turbino-prądnicowego. Pionowe „równoważne obciążenia“ przykłada się w miejscach położenia łożysk, a poziome — na poziomie osi poprzecznych belek fundamentu; przyjmuje się że obciążenia są skupione w środku rygla.

Wewnętrzne naprężenia w poszczególnych elementach fundamentu określa się dla dwóch wypadków wspólnego działania obciążenia stałego i „obciążenia równoważnego“, a mianowicie: a. gdy oba te obciążenia skierowane są w dół i b. gdy „obciążenie równoważne“ działa w kierunku poziomym.

Ponieważ zespół turbino-prądnicowy jest dobrze wyrównoważony nie potrzeba więc w tym wypadku sprawdzać fundamentu na rezonans.

Fundamenty zespołów silniko-prądnicowych mają często drgania o amplitudzie przewyższającej dopuszczalną wielkość [6]. Fundamenty te w przeciwieństwie do fundamentów zespołów turbino-prądnicowych mogą znajdować się w warunkach bliskich do rezonansu, co prowadzi do znacznego wzrostu amplitud, przede wszystkim poprzecznej pionowej składowej drgań fundamentu. Tłumaczy się to tym, że zespoły silniko-prądnicowe mają małą ilość obrotów i to tego samego rzędu co częstotliwość własnych poziomych drgań fundamentu w kierunku poprzecznym. Dlatego przy projektowaniu fundamentów pod zespoły silniko-prądnicowe niezbędne jest sprawdzenie na rezonans drgań w płaszczyźnie poprzecznej.

Sprawdzenie takie dla fundamentów ramowych pod zespoły silniko-prądnicowe można wykonać na podstawie wzoru:

$$n_x = 30 \sqrt{\frac{C}{G'}} \quad (12)$$

gdzie

$n_x$  — liczba własnych poziomych drgań ramowego fundamentu,  $C$  — współczynnik sztywności wszystkich poprzecznych ram fundamentu równy

$$C = \sum C_i$$

Tutaj  $C_i$  — współczynnik sztywności każdej ramy fundamentu; wielkość jego określa się wzorem:

$$C_i = \frac{12Ej_{hi}}{H_i^3} \cdot \frac{1 + 6K_i}{2 + 3K_i}$$

przy czym

$$K_i = \frac{H_i}{L_i} \cdot \frac{j_{li}}{j_{hi}}$$

We wzorach tych wprowadzone są następujące oznaczenia:

$E$  — moduł sprężystości żelazobetonu równy  $2,5 \cdot 10^6 \text{ t/m}^2$ ,

$I_{hi}$ ,  $I_{li}$  — momenty bezwładności słupa i rygla tej ramy,

$H_i$ ,  $L_i$  — obliczeniowe oznaczenia wysokości i prześwitu tej ramy; przyjmuje się je

$$H_i = H_0 - \frac{\Delta h_h}{2}; \quad L_i = L_0 - \Delta h_l$$

gdzie

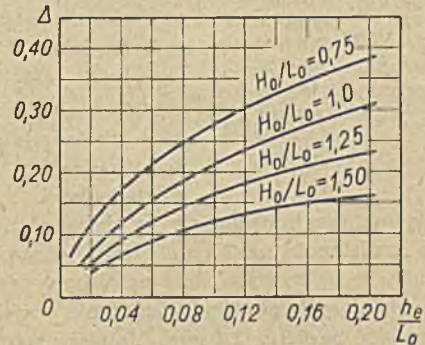
$H_0$  — wysokość słupa od miejsca zamocowania go do rygla,

$L_0$  — odległość między osiami słupów,

$\Delta$  — współczynnik określony z wykresu (rys. 6),

$h_h$  i  $h_l$  — wymiary przekrojów słupa i rygla,

$G'$  — całkowity ciężar w t równy ciężarowi zespołu silniko-prądnicowego, własnemu ciężarowi górnej płyty i 30% ciężaru wszystkich stojaków fundamentowych ramy.



Rys. 6. Wykres współczynnika  $\Delta$  do obliczeń fundamentów zespołów silniko-prądnicowych.

Ilość własnych drgań fundamentu określona ze wzoru [12] powinna być o 30% mniejsza lub o 100% większa od roboczej ilości obrotów zespołu silniko-prądnicowego.

Jeżeli  $f_x$  czyni zadość drugiemu warunkowi, należy sprawdzić fundament na rezonans rozpatrując go jako ciało sztywne na sprężystym podłożu i stosując dla poprzecznej płaszczyzny wzór:

$$n_\varphi = 9,55 \sqrt{\frac{C_\varphi \bar{f}_F}{\bar{f}_m}}$$

(oznaczenia podane są na str. 521).

## FUNDAMENTY POD MŁOTY KUZIENNE

Wskazówki do projektowania. Jak wskazują wykresy wibrografów, drgania fundamentów młotów bardzo szybko gasną w czasie (rys. 7); drgania wywołane pierwszym uderzeniem już przed początkiem drugiego uderzenia całkowicie gasną, dlatego nałożenie się drgań od dwóch ko-



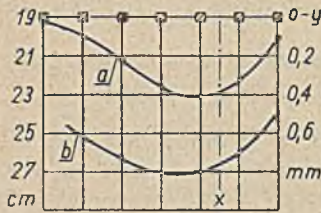
Rys. 7. Wykres drgań fundamentu młota.

lejnych uderzeń jest praktycznie niemożliwe. Wobec tego przeliczenie fundamentu na rezonans jest zbyteczne; dynamiczne obliczenie fundamentu sprowadza się jedynie do znalezienia amplitudy swobodnych drgań fundamentu.

Drgania pochodzące od fundamentów młotów są niebezpieczne dla budowli, głównie dlatego, że powodują one dodatkowe nierównomierne osiadanie wywołane wstrząsami fundamentów ścian lub słupów. Rys. 8 przedstawia wykres osiadania słupów kuźni oraz amplitudy pionowych drgań, wywołanych falami pochodzącymi od fundamentu



młota o ciężarze spadających części 7,5 t. Z porównania krzywych amplitud i osiadania widać, że osiadanie słupów jest tym większe, im większa jest amplituda drgań.



Rys. 8. Związek między osiadaniami słupów i amplitudami ich drgań wywołanych wstrząsami fundamentu młota: X—X—oś fundamentu młota, Y—Y—oś słupów oddziały kuzni, a — amplituda w mm, b — osiadanie w cm.

Do niedawna przyjmowało się w obliczeniach amplitudę drgań fundamentu na 2 mm. Liczne jednak badania [4] wykazały, że w rzeczywistości amplitudy drgań fundamentów pracujących młotów są znacznie mniejsze i że można je przyjąć na 0,8 + 1,2 mm. Mniejsze wartości dopuszczalnych amplitud odpowiadają młotom niedużych mocy lub fundamentom stawianym na gruntach nie związanych (piasek średnio ścisły, grunt gliniasty z warstwami piasku).

Obliczenie amplitudy pionowych drgań. Amplitudy drgań fundamentu i szaboty zwykle określa się w założeniu, że szabota i fundament są ciałami zupełnie sztywnymi, a podkładka pod szabotę — idealnie sprężysta bez bezwładności. Przy takich założeniach obliczenie drgań młota i fundamentu sprowadza się do rozwiązania zadania o swobodnych drganiach układu o dwóch stopniach swobody (rys. 9), o znanym początkowym impulsie.

Równanie różniczkowe drgań takiego układu ma postać:

$$\left. \begin{aligned} M_1 z_1 + c_1 - z_1 c_2 (z_2 - z_1) &= 0 \\ m_2 z_2 + c_2 (z_2 - z_1) &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

gdzie

$m_1$  i  $m_2$  — masy fundamentu i szaboty (ze stojakiem młota, jeśli jest on ustawiony na szabocie);

$c_1 = k C_2 F$  — współczynnik sztywności podstawy fundamentu,

$k$  — współczynnik empiryczny równy 2,5 ÷ 3,

$c_2$  — współczynnik sztywności podkładki pod szabotę młota równy

$$c_2 = \frac{E F_{sz}}{s}$$

przy czym  $E$  — moduł sprężystości materiału podkładki,  $F_{sz}$ ,  $s$  — powierzchnia podkładki i grubość jej;

$z_1$  i  $z_2$  — przesunięcia fundamentu i szaboty liczone od położenia równowagi.

Drgania mają przebieg następujący.

Warunki początkowe ruchu będą: przy  $t = 0$  — przesunięcia nie istnieje, zatem  $z_1 = z_2 = 0$ .

W czasie gdy szybkość fundamentu równa jest zeru, szabota i stojak (jeżeli jest on zmontowany z szabotą)

otrzymują pewną początkową szybkość  $V_{sz}$ ; a więc  $t = 0$

$$z_1 = 0; z_2 = V_{sz}$$

W tym wypadku równania różniczkowe (13) odpowiadające wspomnianym początkowym warunkom rozwiązuje się:

$$\left. \begin{aligned} z_1 &= A \left( \frac{\sin f_1 t}{f_1} - \frac{\sin f_2 t}{f_2} \right) \\ z_2 &= B \left( \frac{f_{sz}^2 - f_2^2}{f} \sin f_1 t - \frac{f_{sz}^2 - f_1^2}{f_2} \sin f_2 t \right) \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

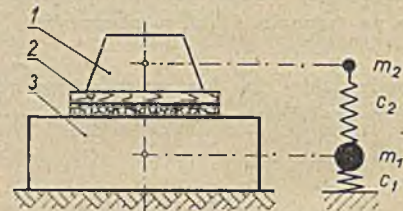
Wprowadzono tutaj następujące oznaczenia:

$$A = \frac{(f_{sz}^2 - f_2^2) (f_{sz}^2 - f_1^2)}{f_{sz}^2 (f_1^2 - f_2^2)} V_{sz}$$

$$B = \frac{V_{sz}}{f_1^2 - f_2^2}$$

przy czym  $f_{sz}^2 = \frac{c_2}{m_2}$

wyraża częstotliwość drgań własnych szaboty (oraz stojaka — dla młotów do kucia w matrycach) w założeniu, że fundament jest nieruchomy;



Rys. 9. Schemat fundamentu młota jako układu o dwóch stopniach swobody: 1 — szabota, 2 — podkładka, 3 — fundament.

$f_1$  i  $f_2$  — główne częstotliwości układu — szabota — fundament — określone jako pierwiastki równania:

$$f^4 - (f_z^2 + f_{sz}^2) (1 + \bar{\mu}) f^2 + (1 + \bar{\mu}) f_z^2 f_{sz}^2 = 0$$

gdzie

$$f_z^2 = \frac{c_1}{m_1 + m_2}$$

— częstotliwość drgań własnych fundamentu i młota na gruncie (przy idealnie sztywnej podkładce pod szabotę); wreszcie

$$\bar{\mu} = \frac{m_2}{m_1};$$

$V_{sz}$  — początkowa szybkość ruchu szaboty równa:

$$v_{sz} = \frac{(1 + \varepsilon)}{G_{sz}} G_0 V_0$$

gdzie

$G_0$  i  $G_{sz}$  — ciężary bijaka i szaboty (razem ze stojakiem dla młotów do kucia w matrycach);

$V_0$  — szybkość bijaka w chwili uderzenia;

$\varepsilon$  — współczynnik uderzenia. Wielkość jego zależy od wielu czynników, których wpływ trudno jest uwzględnić. Jednak przeprowadzone doświadczenia [4] pozwalają przy-



puszczać, że największa wartość współczynnika  $\epsilon$  dla młotów do kucia w matrycach nie przekracza w przybliżeniu 0,50 — dla młotów kuziennych 0,25. Te wartości  $\epsilon$  można przyjmować w obliczeniach przy określeniu amplitud drgań szaboty i fundamentu młota.

Przy prawidłowo przyjętych współczynnikach  $c_1$  i  $c_2$  wartości amplitud drgań wyliczone ze wzorów (14) różnią się od zaprojektowanych o  $5 \div 10\%$ .

Wzory (14) znacznie się uproszczają, jeżeli założymy, że fundament i szabota drgają niezależnie jedno od drugiego. W tym wypadku równania różniczkowe drgań szaboty i fundamentu nie są związane

$$m_1 z_1 + c_1 z_1 = 0$$

$$m_2 z_2 + c_2 z_2 = 0$$

Szczególnie rozwiązania tych równań czyniące zadość początkowym warunkom:

$$t = 0; z_1 = z_2 = 0; \dot{z}_1 = V_f; \dot{z}_2 = V_{sz}$$

przedstawiają się

$$z_1 = A_1 \sin f_s t$$

$$z_2 = A_2 \sin f_{sz} t$$

Amplitudy  $A_1$  i  $A_2$  określają następujące proste wzory:

$$A_1 = \frac{(1 + \epsilon) G_0 V_c}{\sqrt{k C_x F G_g}} \quad (15)$$

$$A_2 = \frac{(1 + \epsilon) G_0 V_0 \sqrt{s}}{\sqrt{E f_{sz} G_{sz} g}} \quad (16)$$

gdzie

$G_0$  — ogólny ciężar fundamentu i młota,

$G_{sz}$  — ciężar szaboty i stojaka,

$\epsilon$  — moduł sprężystości drewnianej podkładki pod szabotą ( $50\,000 \text{ t/m}^2$ ),

$s$  — grubość podkładki,

$F_{sz}$  — powierzchnia podkładki.

Jak wskazują porównania amplitud wyliczonych ze wzorów (15) i (16) z amplitudami znalezionymi eksperymentalnie, błąd wyliczenia przy posługiwaniu się ostatnimi wzorami osiąga  $15 \div 25\%$ . Dla wielu jednak praktycznych zadań związanych z obliczeniami drgań fundamentów i młotów wspomniany błąd jest do przyjęcia.

Określenie ciężaru oraz płaszczyzny podstawy. Poza amplitudami drgań fundamentu bardzo istotne jest również zmniejszenie wielkości statycznego jednostkowego ciśnienia podstawy fundamentu młota: im to ciśnienie jest mniejsze, tym mniejsze będzie osiadanie fundamentu. Dzięki temu warunki, którym powinien zadość czynić fundament młota, można napisać w postaci

$$A_1 \leq A_{dop} \quad (17)$$

$$\sigma \leq \frac{R_d}{k'} \quad (18)$$

gdzie

$R_d$  — dopuszczalne jednostkowe ciśnienie na grunt

przy działaniu jednego tylko statycznego obciążenia,  $k'$  — wytrzymałościowy współczynnik pewności.

Jak już było powiedziane, w obliczeniach jako wielkość dopuszczalna amplitudy można przyjmować 1 mm; a więc zakładając  $A_{dop} = 1 \text{ mm} = 10^{-3} \text{ m}$  i skorzystawszy ze wzoru (15) napiszemy warunek (17) w postaci:

$$\frac{(1 + \epsilon) G_0 V_0}{\sqrt{k C_x F G_g}} \leq 10^{-3}$$

(wszystkie wielkości w tym wzorze mają wymiary w t, m, sek).

Warunek (18) i ostatni wzór pozwalają określić wymiar powierzchni podstawy i ciężar fundamentu, przy których amplituda jego drgań nie przekracza 1 mm, a statyczne jednostkowe obciążenia gruntu nie przewyższają  $\frac{R_d}{k'}$

$$F \geq \frac{(1 + \epsilon) G_0 V_0}{\sqrt{k C_x \frac{R_d}{k'} g}} \cdot 10^3 \text{ m}^2 \quad (19)$$

$$G_f \leq \frac{(1 + \epsilon) G_0 V_0 \sqrt{\frac{R_d}{k'}}}{k C_x g} \cdot 10^3 - G_{sz} \text{ t} \quad (20)$$

gdzie

$G_f$  — ciężar fundamentu i warstwy ziemi na nim leżącej, jeżeli fundament jest przysypany ziemią w t,

$G_{sz}$  — ciężar szaboty (i stojaka przy młotach do kucia w matrycach) w t.

Przedzieliwszy obie strony wyrażenia (20) przez  $G_0$  otrzymamy wzór pozwalający skreślić ciężar fundamentu przypadający na jednostkę rzeczywistego ciężaru bijaka:

$$\gamma_f = \frac{(1 + \epsilon) V_0 \sqrt{\frac{R_d}{k'}}}{\sqrt{k_1 C_x g}} \cdot 10^3 - \gamma_{sz} \quad (21)$$

gdzie

$$\gamma_f = \frac{G_f}{G_0}; \quad \gamma_{sz} = \frac{G_{sz}}{G_0}$$

Odpowiednio do danych dla  $R_d$  i  $C_x$  dla różnych gałtunków przytoczonych w tabelicy 1 można przyjąć

$$\sqrt{\frac{R_d}{C_x}} \approx 0,07$$

Poprawkę  $k_1$  odpowiednio do danych badań eksperymentalnych przyjmujemy równą 3,0, a wytrzymałościowy współczynnik pewności — 2,5. Podstawiając powyższe wartości do wzoru (21) otrzymamy następujący prosty wzór dla określenia przytoczonego ciężaru fundamentu w zależności od szybkości spadania części młota i współczynnika uderzenia

$$\gamma_f = 8,0 (1 + \epsilon) V_0 - \gamma_{sz} \quad (22)$$



Wartości  $\gamma_f$  przy różnych wielkościach  $v_0$ ,  $\varepsilon$  i  $\gamma_{sz}$  przytoczone są w tabelicy 3.

Tabela 3

Młoty	$v_0$ m/sek	$\varepsilon$	$\gamma_{sz}$	$\gamma_f$
Do kucia w matrycach o podwójnym działaniu wolno spadające	6,5	0,50	30	48
Kuzienne o podwójnym działaniu wolno spadające	4,5	0,50	20	34
	6,5	0,25	30	35
	4,5	0,25	20	25

Podstawiając przytoczone wartości  $R_d$ ,  $C_z$ ,  $k_1$  i  $k'$  do wzoru (19) otrzymamy wzór określający najmniejszą wielkość powierzchni podstawy fundamentu przypadającą na jednostkę rzeczywistego ciężaru bijaka młota

$$\omega_f = \frac{F}{G_0} \geq 20 \frac{(1 + \varepsilon) v_0}{R_d} \quad (23)$$

Wzór ten ustala zależności wymiaru powierzchni podstawy fundamentu nie tylko od charakterystyki młota, lecz i od własności gruntu. Wymiary powierzchni podstawy wzrastają odwrotnie proporcjonalnie do dopuszczalnego jednostkowego ciśnienia na grunt.

W tabelicy 4 podane są wielkości  $\omega_f$  dla różnych gruntów.

Tabela 4

Młoty	Wielkości $\omega_f$		
	dla gruntów słabych $R_d \leq 1,5$ kg/cm <sup>2</sup>	dla gruntów średn. wytrzymał. $1,5 < R_d < 3,5$ kg/cm <sup>2</sup>	dla gruntów wytrzymałości $3,5 < R_d < 6,0$ kg/cm <sup>2</sup>
Do kucia w matrycach podwójnego działania wolno spadające	13 9	13 ÷ 5,5 9 ÷ 4	5,5 ÷ 3,3 4 ÷ 2,5
Kuzienne podwójnego działania wolno spadające	11 7,5	11 ÷ 5 7,5 ÷ 3	5 ÷ 3 3 ÷ 2

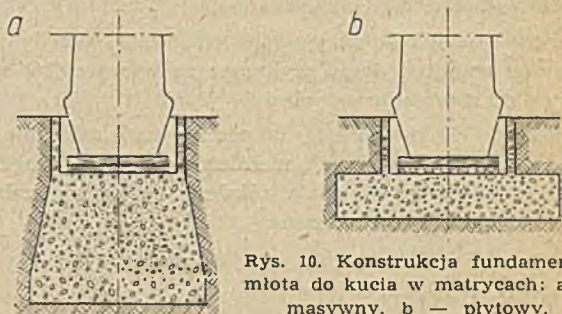
Wielkości  $\omega_f$  wskazują, że obranie wielkości powierzchni podstawy fundamentu młota w sposób istotny zależy od własności gruntu. Na odwrót ciężar fundamentu, jak to wynika ze wzoru (22), określa się tylko charakterystyką młota.

**Wskazówki konstrukcyjne.** Dawniej istniała tendencja projektowania fundamentów młotów w postaci masywów znacznie zagłębionych w grunt dla nadawania fundamentowi takich wymiarów, przy których statyczne sprężyste osiadanie jego większe jest od amplitudy pionowych drgań. Ponieważ w obliczeniach przyjmuje się wielkość amplitud równą 2 ÷ 2,5 mm, to dla otrzymania statycznego osiadania tej wielkości należało znacznie zwiększyć wysokość fundamentu. Na rys. 10a pokazana jest typowa konstrukcja fundamentu pod młoty o ciężarze części spadowych 3 t, stosowana do ostatnich czasów. W tego rodzaju konstrukcjach na bijak przypada 70 ÷ 80 a nierzadko 100 t ciężaru fundamentu, tj. w przybliżeniu dwa razy więcej niż podano w tabelicy 3.

Z przytoczonych rozważań wynika, że zastosowanie takich fundamentów nie jest wywołane koniecznością tym bardziej, że jest ono związane ze znacznym zwiększeniem rozchodu materiałów budowlanych i podrożeniem budowy.

Fundamenty pod młoty należy projektować w kształcie bloków lub płyt zasypanych od góry ziemią. W pokazanym

na rysunku 10b fundamencie stosunek jego ciężaru do ciężaru bijaka (3 t) wynosi tylko (38 t), jednocześnie amplitudy jego drgań nie przekraczają granicy dopuszczalnej (1,0 mm).

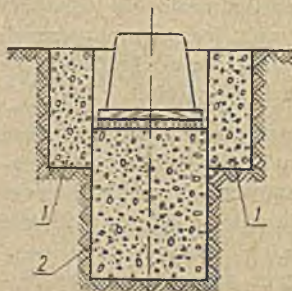


Rys. 10. Konstrukcja fundamentu młota do kucia w matrycach: a -- masywny, b -- płytowy.

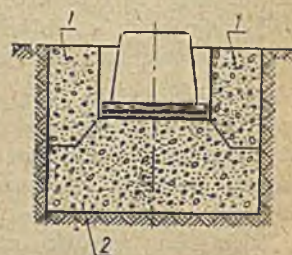
Grubość części fundamentu pod szabotą należy przyjmować: przy ciężarze bijaka do 0,75 t — nie mniej niż 0,75 m, przy ciężarze 0,75 ÷ 2,75 t — do 1,25 m i przy ciężarze od 2,5 t i więcej — 1,25 = 2,00 m w zależności od mocy młota.

Zbrojenie fundamentu zależy od obliczeń lub względów konstrukcyjnych. Do zbrojenia części pod szabotę używa się od dwóch do czterech poziomych siatek o kwadratowych oczkach wielkości 15 ÷ 25 cm z prętów o średnicy 8 ÷ 10 mm; pierwszą siatkę od góry kładzie się w odległości 2 ÷ 3 cm od górnej płaszczyzny fundamentu. Podstawę fundamentu zbroi się przez ułożenie od dwóch do czterech poziomych siatek z oczkami 15 ÷ 30 cm z prętów o średnicy 14 ÷ 20 mm. Odległość między siatkami w kierunku pionowym przyjmuje się na 12 ÷ 15 cm.

Fundamenty młotów kuziennych budowano dawniej w postaci oddzielnego masywu pod szabotę i oddzielnych podstaw pod stojaki (rys. 11). Przez to zmniejszały się siły działające na stojak młota w wypadku mimośrodowego kucia. Przy rozdzielaniu jednak fundamentów powstają przekrzywienia jednych względem drugich oraz znaczne nierównomierne osiadanie fundamentu pod szabotę. W ostatnich latach fundamenty pod młoty kuzienne projektowano tak, jak to pokazano na rys. 12, tj. fundament pod stojak opierał się nie bezpośrednio na gruncie, lecz na fundamencie szaboty. Przy tym między fundamentami stojaka i szaboty umieszczało się deski grubości 2 ÷ 3 cm lub kilka warstw tuczni. Unikało się w ten sposób przekrzywienia szaboty względem stojaka. Dzięki



Rys. 11. Stara konstrukcja fundamentów młotów kuziennych: 1 — fundament pod stojak, 2 — fundament pod szabotę.



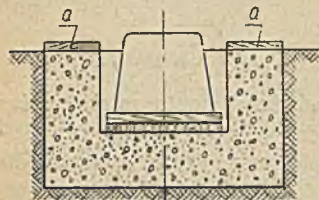
Rys. 12. Fundament ze ściankami bocznymi pod młoty kuzienne: 1 — ścianki boczne (groble), 2 — fundament pod szabotę.

jednak niedostatecznej elastyczności podkładki taka konstrukcja fundamentu niewiele przyczyniła się do zmniejszenia naprężeń w stojaku przy nierównomiernym kuciu. Zmniejszenie tych naprężeń w znacznie większym stopniu



osiąga się przez zastosowanie sprężynujących podkładek przy śrubach fundamentowych oraz podkładkach dębowych nie tylko pod szabotą, lecz i pod stojakiem młota. W tych wypadkach fundament pod młot kuzienny należy konstruować w postaci jednego masywu (rys. 13).

Jak wskazują specjalne badania, naprężenia w fundamentach młotów o niewielkich mocach są nieduże. Dla-



Rys. 13. Zalecana konstrukcja fundamentu pod młot kuzienny: a — podkładki drewniane pod stojak.

tego wykonania fundamentów młotów nadaje się nie tylko beton zbrojony, lecz także gruzobeton i cegła na zaprawie cementowej (marki nie niżej 30). Beton marki 110 należy stosować do fundamentów pod młoty o ciężarze bijaka większym od 1,0 t.

Podkładki pod szabotę wykonuje się z klocków o przekroju od 10 × 10 do 20 × 20 cm ułożonych na płask i złączonych w pomosty śrubami co 0,5 — 1,0 m. Przy zastosowaniu podkładek z kilku warstw klocków układa się te ostatnie na krzyż.

Podkładkę pod szabotę dla młotów średniej mocy (o ciężarze bijaka 2 ÷ 3 t), można wykonać nie tylko z drzewa dębowego, lecz również modrzewiowego lub sosnowego.

Grubość podkładki pod szabotę należy tak dobrać, żeby amplitudy drgań szaboty i stojaka wyliczone we wzorze (14) lub (16) i naprężenia zgniotu nie przekraczały dopuszczalnych wielkości.

Wartości orientacyjne dopuszczalnej amplitudy drgań szaboty młotów o różnych mocach do kucia w matrycach podane są w tablicy 5.

Tablica 5

Ciężar bijaka młota w t	Dopuszczalna amplituda drgań szaboty w mm
do 1	do 1
1÷2	1÷2
2÷4	2÷3
ponad 4	nie więcej niż 4÷4,5

Dopuszczalne naprężenia dla materiału podkładki pod szabotowej przyjmuje się: dla dębu 300, dla modrzewia — 200 i dla sosny — 170 t/m<sup>2</sup>.

Wpływ wstrząsów fundamentów na konstrukcje budynków. Z punktu widzenia techniki, duże praktyczne znaczenie posiada określenie tych maksymalnych odległości od fundamentu młota, w których okręgu wstrząsy tego ostatniego są niebezpieczne i niedopuszczalne dla budynków, maszyn i urządzeń. Odległości te można nazwać promieniami stref działania wstrząsów fundamentów młotów.

Do określenia promienia niezbędne są charakterystyki fal przyjmowane jako niebezpieczne i niedopuszczalne dla budynków, maszyn i urządzeń.

Jako jedną z takich charakterystyk można przyjąć amplitudę drgań gruntu.

Odległość oddziałów produkcyjnych i pomieszczeń oddziały kuźni powinna być taka, aby amplitudy drgań w miejscu położenia tych oddziałów nie przekraczały wielkości dopuszczalnych zależnych od procesów technologicznych.

Orientacyjne amplitudy dopuszczalnych drgań gruntów niektórych oddziałów produkcyjnych oraz specjalnych budynków podano w tablicy 6.

Tablica 6

Nazwa oddziałów i pomieszczeń	Dopuszczalne amplitudy drgań w mm
Laboratorium wyposażone w dokładną pomiarową aparaturę	0,03
Oddziały produkcyjne posiadające dokładne obrabiarki oraz stanowiska prób	0,02 ÷ 0,04
Stacje turbogeneratorowe z automatyczną aparaturą elektryczną	0,02
Odlewnie, a w szczególności formiarnie	0,03 ÷ 0,05
Budynki administracyjne i mieszkalne	0,05 ÷ 0,07

Orientacyjne amplitudy pionowych drgań powierzchni gruntu w odległościach nie mniejszych niż 10 m od fundamentu młota można określić ze wzoru:

$$A = A_0 \sqrt{\frac{B}{R}} e^{-\frac{\alpha}{2}(R-B)} \quad (24)$$

gdzie

A — amplituda drgań gruntu w odległości równej R od osi fundamentu młota będącego w tym wypadku źródłem fal,

A<sub>0</sub> — wielkość obliczeniowa amplitudy drgań fundamentu młota,

B — połowa szerokości podszwy fundamentu młota,

e — zasada naturalnych logarytmów,

α — współczynnik uwzględniający zależności rozchodzenia się fal w gruncie od jego właściwości; wartości orientacyjne tego współczynnika, dla niektórych gruntów podane są w tablicy 7.

Tablica 7

Charakter gruntu	α w m <sup>-1</sup>
Grunty błotniste	0,00
Płaski łaśte, glina i grunty gliniste	0,05 ÷ 0,10
Wilgotne gliny i wilgotne grunty gliniste, grunty miękkie i piaszczyste	0,10 ÷ 0,15
Grunty piaszczyste naturalnej wilgotności, gliny i grunty gliniste w stanie twardym	0,15 ÷ 0,20
Wapień i skalne grunty	0,20 ÷ 0,25

Posługując się wzorem (24) można w każdym poszczególnym wypadku określić w przybliżeniu czy młoty będą wywierały szkodliwy wpływ na ten lub inny technologiczny proces.

Promień działania fal rozchodzących się od fundamentów młotów na budynek jest znacznie mniejszy od promienia działania tych samych fal na procesy technologiczne oraz na precyzyjne urządzenia.

Można uważać, że w pobliżu fundamentu młota amplitudy zmniejszają się odwrotnie proporcjonalnie do odległości od młota, tj.

$$A = A_0 \frac{B}{R} \quad (25)$$

Wielkość przyspieszenia drgań gruntu wywoływanych wstrząsami młota równa jest

$$a = Af_z^2 \quad (26)$$



gdzie

$A$  — amplituda drgań gruntu,

$f_x$  — częstotliwość własnych drgań pionowych;  
wielkość jej określa się wzorem

$$f_x^2 = \frac{G_z F_d}{G}$$

Ze wzoru (26) otrzymamy

$$A = \frac{a}{f^2}$$

Podstawiając tę wartość  $A$  do wzoru (25) otrzymamy

$$R = B \frac{A_0}{a} f_x^2 \quad (27)$$

Jeżeli przyjąć, że  $a$  w tym wzorze jest wielkością dopuszczalnego przyspieszenia drgań, to wzór będzie określał promień działania wstrząsów fundamentu młota na budynek.

Można przyjąć, że na 1 t bijaka młota przypada  $8 \div 10 \text{ m}^2$  podszwy fundamentu; częstotliwość zaś własnych pionowych drgań w przybliżeniu wynosi  $70 \text{ sek}^{-1}$ . Oprócz tego przyjmujemy, że  $B = \sqrt{F}$ .

Zakładając w myśl tego, że  $F = 9G_0$ , gdzie  $G_0$  — ciężar bijaka młota, będziemy mieli

$$B = \sqrt{F} = 3\sqrt{G_0}$$

Podstawiając tę wielkość  $B$  do wzoru (27) i zakładając w nim  $f_x = 70 \text{ sek}^{-1}$ , tj.  $f_x^2 \approx 5000 \text{ sek}^{-2}$ , otrzymamy dla promienia działania fal na budynek:

$$R = 15 \cdot 10^3 \frac{A_0}{a} \sqrt{G_0}$$

Wielkość amplitudy drgań fundamentu młota można przyjmować w obliczeniach jako  $1 \text{ mm} = 0,001 \text{ m}$ ; wielkość dopuszczalnego przyspieszenia drgań gruntu (dla gruntów niezwiązanych) —  $0,15 \text{ g} = 1,5 \text{ m/sek}^2$ ; podstawiając te wartości  $A_0$  i  $a$  do ostatniego wzoru otrzymamy następujący wzór zależności działania wstrząsów młota na budynek w promieniu  $R$  od ciężaru bijaka młota

$$R = \frac{15 \cdot 10^3 \cdot 10^{-3}}{1 \cdot 5} \sqrt{G_0} \approx 10 \sqrt{G_0} \quad (28)$$

Można przyjąć, że fundamenty budynków znajdujących się w większej odległości od obliczonych w ten sposób promieni  $R$  nie podlegają działaniu fal.

## FUNDAMENTY POD OBRABIARKI DO METALI

### ZAŁOŻENIA TECHNICZNE DO PROJEKTOWANIA FUNDAMENTÓW POD OBRABIARKI

Założenie techniczne powinno zawierać: 1. nazwę i cechę obrabiarki; 2. szkic z wymiarami korpusu i z zarysem płaszczyzny spodu obrabiarki; 3. szkic górnej części fundamentu ze wskazaniem wymiarów oraz rozmieszczenia wgłębień wnęk, otworów (na przykład do usuwania wiórów i płynów chłodzących, dla dostępu do części wewnętrznych obrabiarki, do przewodów rurowych itp.); 4. rozmieszczenie śrub mocujących obrabiarkę do fundamentu, ich wymiary i konstrukcje, wskazówki dotyczące części metalowych umieszczonych w fundamencie (belki, płaskowniki, korytka, kliny i inne); 5. dane dotyczące ogólnego ciężaru obrabiarki oraz rozłożenia obciążeń na podstawie fundamentu. Ostatnie dane mają duże znaczenie w tych wypadkach, gdy fundament składa się z osobnych cokołów pod każdą nogę obrabiarki lub gdy duże obciążenia są mimośrodowo rozmieszczone do powierzchni podstawy; 6. usytuowanie obrabiarki w stosunku do urządzeń sąsiednich, konstrukcji budowlanych (np. słupów hali) i instalacji (np. kanałów do przewodów rurowych itp.); 7. szkic konstrukcji podłogi hali maszynowej; 8. dane geologiczne o gruncie oraz wskazówki o poziomie wód gruntowych; 9. specjalne urządzenia (jeśli są konieczne) do ochrony obrabiarki przed wstrząsami i wibracjami przenoszonymi z zewnątrz (na przykład od fundamentów młotów).

Oprócz tego założenie techniczne powinno zawierać wskazówki o źródłach wibracji i wstrząsów (ich charakter, moc, odległość od obrabiarki).

### MATERIAŁ FUNDAMENTÓW

Statyczne i dynamiczne oddziaływanie obrabiarek na podstawę jest znacznie mniejsze niż kompresów, zespołów turbino-prądnicowych, młotów kuziennych. Je-

żeli na przykład ciężar własny kompresów daje na górnej powierzchni fundamentu ciśnienie jednostkowe nie przekraczające zwykle  $3 \div 5 \text{ kG/cm}^2$  turboagregatów  $8 \div 10 \text{ kG/cm}^2$  i młotów  $1,5 \div 3 \text{ kG/cm}^2$ , to statyczne ciśnienie jednostkowe na fundament pochodzące od obrabiarki zwykle nie przekracza  $0,5 \div 1,2 \text{ kG/cm}^2$ . Obciążenie dynamiczne obrabiarki na podstawie lub jej fundament jest też znacznie mniejsze niż we wskazanych maszynach. Wreszcie wibracje i wstrząsy fundamentów obrabiarek są zasadniczo bardzo małe i amplitudy drgań nie przekraczają kilku setnych lub nawet tysięcznych części mm. Wszystko to stwarza możliwość szerokiego wykorzystania do wykonania podstawy lub fundamentu obrabiarki miejscowych materiałów budowlanych — cegły, gruzobetonu, kamienia naturalnego, drewna i oprócz tego tłucznia i połówek cegieł. Zastosowanie zbrojonego betonu, a tym bardziej żelazobetonu niezbędne jest w specjalnych wypadkach, gdy na przykład na fundamenty skonstruowane w postaci wąskiej płyty działają naprężenia wywołane nierównomiernym miejscowym osiadaaniem, jak również w wypadkach wskazanych dalej.

Cegłę można używać tylko do fundamentów znajdujących się powyżej poziomu wody gruntowej, ponieważ pod działaniem wody wytrzymałość muru z cegły znacznie się obniża. Woda ma szczególnie duży wpływ na zmniejszenie wytrzymałości cegły krzemionkowej, którą można stosować w warunkach wykluczających podwyższoną wilgotność. Cegła czerwona przeznaczona na fundamenty powinna być dobrze wypalona marki nie niższej niż 75. Do murowania w suchych i wilgotnych gruntach nadają się zaprawy cementowopapniowe, cementowogliniane i inne marki nie niższej niż 15. Do muru poniżej poziomu wód gruntowych stosuje się zaprawę cementową bez dodatku wapna lub gliny, jak również wielkopieczową granulowaną szlakę.

Na fundamenty używa się kamienia naturalnego gatunku ciężkiego marki nie niższej niż 200.



Mur kamienny wykonuje się z kamienia płaskiego marki nie niższej niż 150 na zaprawie w stosunku 1 : 1 : 6 (marka 30).

Do fundamentu betonowego stosuje się beton twardy marek 90 lub 100 z szabrem twardych kamiennych gąnków jako grubego wypełniacza. Przy fundamentach zakładanych powyżej poziomu gruntowych wód wypełniaczem może być tłuczeń z cegły.

#### WSKAZÓWKI DO PROJEKTOWANIA

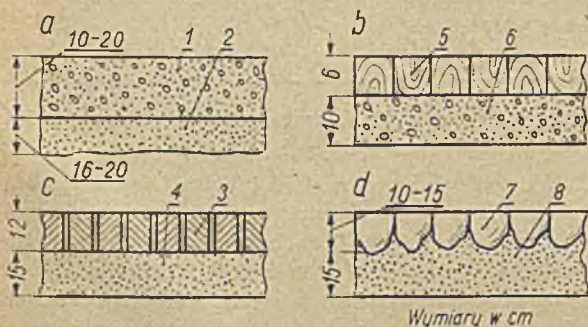
Obrabiarki można ustawiać: 1. bez osobnego fundamentu i 2. na osobnym lub wspólnym dla kilku obrabiarek fundamentcie.

Sposób ustawiania zależy od charakterystyki obrabiarki.

Pierwszy sposób stosuje się do lekkich i średnich obrabiarek ogólnego przeznaczenia, o płynnym, spokojnym, zrównoważonym biegu, od których nie wymaga się specjalnej dokładności pracy, ważących  $5 \div 7$  t, o niewielkich wymiarach w rzucie poziomym (nie więcej niż 2 m) i o wystarczającej sztywności korpusu (na przykład przy stosunku długości korpusu do jego wysokości nie mniejszym od 2). W ten sam sposób ustawia się obrabiarki w tych wypadkach, w których nie ma obawy, że drgania i wstrząsy wywołane pracą obrabiarki o zmiennym zwrotnym postępowym ruchu roboczych organów (dłutownice, dłutownice do kół zębatach) z nierównoważonymi ruchomymi masami będą niekorzystnie wpływały na sąsiednie obrabiarki.

Wszystkie inne obrabiarki ustawia się na osobnym fundamentcie. Jeżeli obrabiarka nie wymaga specjalnego fundamentu, ustawia się ją bezpośrednio na podłodze hali maszynowej. Nie każda jednak podłoga nadaje się do tego celu. Tak na przykład na podłodze z ziemi obrabiarka wskutek miejscowego zgniotu podłoża osiadnie bardzo nierównomiernie i przekrzywi się; podłogi drewniane na belkach paczą się, a podłogi z mieszaniny bitumicznej szybko mięknią.

Konstrukcje podłóg, na których możliwe jest ustawienie obrabiarek, pokazane są na rys. 14 a, b, c, d [11]. Jeśli do wykonania podłogi hali nie nadaje się żadna z tych konstrukcji, to w miejscu ustawiania obrabiarek należy urządzić oddzielne części podłogi lub pasy (przy potokowym rozmieszczeniu obrabiarek) według jednego z typów wskazanych na rys. 14. Ponieważ przy ustawieniu obrabiarek bezpośrednio na podłodze stosowanie śrub fundamentowych nie jest konieczne, obrabiarki więc łatwo mogą być przestawione z miejsca na miejsce. Prócz tego,



Rys. 14. Konstrukcje podłóg przemysłowych: 1 — beton marki 50, 2 — podkład z płasku lub żuźla, 3 — cegła czerwona, 4 — płasek ubity lub tłuczeń, 5 — kostka drewniana, 6 — podkład betonowy, 7 — brukowce lub kostka kamienna, 8 — płasek.

w takich wypadkach, podlanie obrabiarek cementem albo jest zbyt duże, albo grubość podłania wynosi tylko  $0,5 \div 1,5$  cm i ma na celu rozłożenie ciśnienia na większą płaszczyznę i ustalenie położenia obrabiarki na podłodze.

Widok fundamentu w rzucie poziomym powinien odpowiadać zarysowi powierzchni, na której obrabiarka stoi na fundamentcie, lecz o bardziej uproszczonym zarysie. Zarys ten wyznacza głównie schemat przenoszenia obciążeń obrabiarki na krawędź fundamentu.

Obciążenia niektórych obrabiarek rozkładają się równomiernie na całej powierzchni podstawy obrabiarki; tego rodzaju są na przykład nogi skrzynkowe tokarek, strugarek, frezarek, wiertarek i szlifierek. Inne obrabiarki (na przykład tokarki z kilkoma oddzielnymi nogami) przenoszą obciążenia w postaci oddzielnych skupionych sił. W związku z tym fundamenty obrabiarek dzielą się w zasadzie na dwa rodzaje: a. pełne masywne, b. osobno stojące w kształcie słupów nie mających między sobą połączeń sztywnych.

Statyczne jednostkowe ciśnienie na grunt pochodzące od ciężaru fundamentu i obrabiarki zwykle jest nieduże i rzadko przekracza  $0,5$  kG/cm<sup>2</sup>. Nawet dla bardzo słabych gruntów, na przykład gliny lub gruntu gliniastego w stanie plastycznym, dopuszczalne jednostkowe ciśnienie nie jest większe od  $1$  kG/cm<sup>2</sup>, dla średnich warunków gruntowych dopuszczalne ciśnienie jednostkowe jest znacznie większe —  $1,5 \div 3,5$  kG/cm<sup>2</sup> dla średnich warunków gruntowych dopuszczalne ciśnienie jednostkowe jest znacznie większe —  $1,5 \div 3,5$  kG/cm<sup>2</sup>; dlatego fundamenty pod obrabiarki do metali z wyjątkiem specjalnie ciężkich typów można budować praktycznie na dowolnym gruncie w stanie pierwotnym. Wyjątek stanowią grunty zawierające znaczne domieszki substancji organicznych (roślinnych). Takie grunty należy przeciąć na całej ich grubości. Jeżeli takie warstwy są grubsze od wysokości fundamentu, to wykonuje się podkład w ten sposób, żeby zwiększenie głębokości dołu fundamentowego nie wywołało konieczności znacznego zwiększenia wysokości fundamentu. Analogicznie postępuje się w tych wypadkach, gdy na zaprojektowanym miejscu fundamentu napotyka się na niezleżały nasypowy grunt lub na usypisko.

Statyczne i dynamiczne obciążenia pochodzące od obrabiarki są zwykle tak niewielkie, że przy stawianiu fundamentu z betonu nie stosuje się jego zbrojenia. Wyjątkiem są fundamenty w kształcie podłużnych belek, w których wskutek nierównomiernego osiadania mogą powstać naprężenia rozciągające wymagające konstrukcyjnego zbrojenia fundamentu w górnej części i od dołu siatkami z kwadratowymi oczkami  $15 \div 20$  cm z podłużnych prętów o średnicy  $12 \div 16$  mm i z poprzecznych prętów średnicy  $6 \div 8$  mm; siatki wiąże się pionowymi chomątkami.

Głębokość założenia fundamentu określa się wyłącznie na podstawie konstrukcyjnych i technologicznych założeń — długością śrub kotwowych, głębokością wnek, wgłębień i kanałów. Zagłębienie podszwy fundamentu wyznacza się przy tym o  $10 \div 15$  cm poniżej śrub lub dna wnek, wgłębień lub kanałów.

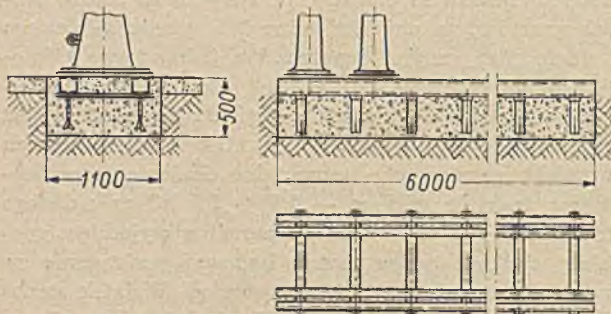
Jeżeli obrabiarka nie jest przymocowana do fundamentu śrubami i według założeń technicznych nie potrzebne są wniki, kanały i wgłębienia, wówczas projektuje się fundament w postaci jednolitego bloku, którego wysokość w przybliżeniu przyjmuje się równą  $0,2 \div 0,3$



najmniejszego wymiaru fundamentu w rzucie poziomym. Wyjątki stanowią fundamenty w postaci długich belek (ze stosunkiem długości do szerokości rzędu  $6 \div 7$ ), których wysokość ustala się na podstawie obliczeń. Fundamenty rozpatruje się jako belkę na podłożu sprężystym; przy tym zakłada się, że fundament obciążony jest równomiernie rozłożonym obciążeniem ciągłym.

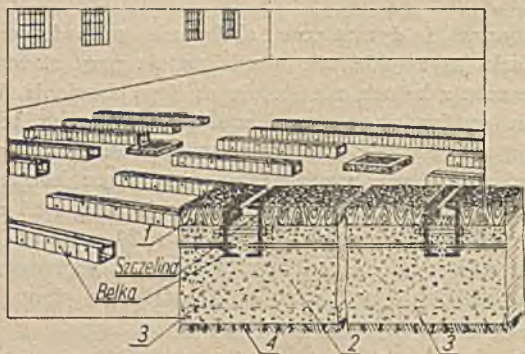
### KONSTRUKCJA ZAPEWNIAJĄCA MOŻLIWOŚĆ PRZESTAWIENIA OBRABIARKI BEZ BUDOWY NOWEGO FUNDAMENTU

Najłatwiej przedstawia się obrabiarki ustawione bezpośrednio na podłożu i nie przymocowane do niej śrubami fundamentowymi. O wiele trudniejsze jest przestawienie ciężkich, precyzyjnych i innych obrabiarek umieszczonych na osobnych fundamentach. Przestawianie obrabiarek bez budowania nowego fundamentu, zwłaszcza w linii potokowej produkcji, można sobie ułatwić przez wpuszczenie rozmaitych belek i podstaw w masę betonu fundamentu lub podłogi betonowej (rys. 15).



Rys. 15. Konstrukcja belek i podstaw do fundamentów pod obrabiarki.

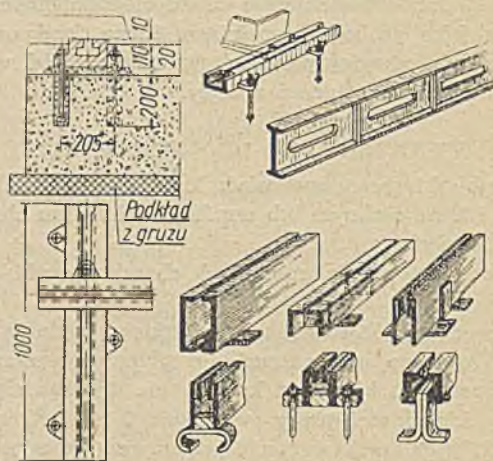
Specjalnie duże znaczenie posiada zastosowanie takich belek przy urządzeniu podłóg montażowych w oddziałach montażowych fabryk obrabiarek. Na rys. 16 podany jest przykład konstrukcji podłogi montażowej zbudowanej w r. 1940 w jednej z zagranicznych fabryk.



Rys. 16. Przykład konstrukcji montażowej: 1 — kostka drewniana, 2 — beton, 3 — siatka zbrojeniowa, 4 — grunt.

Jak widać z rysunku, podłoga jest wykonana jako żelazobetonowa płyta o grubości około 0,5 m, w którą wpuszczone są belki z celowników nr 20. Dla wzmocnienia belek i powiązania ich z płytą ceowniki każdej belki skręca się śrubami. Po lewej stronie i u góry rys. 17 pokazano belki po ich ułożeniu przed zakończeniem robót przy urządzeniu płyty i podłogi.

Rys. 17 przedstawia podstawy konstrukcji lanej i spawanej umożliwiające przestawianie grup obrabiarek z miejsca na miejsce bez konieczności wykonywania nowych fundamentów.



Rys. 17. Przenośne podstawy w konstrukcji spawanej.

W ostatnich czasach stosuje się dla lekkich i średnich obrabiarek przenośne fundamenty w postaci żelazobetonowych płyt o ciężarze  $5 \div 8$  t. Płyty te zbroi się w ten sposób, aby wytrzymały swój własny ciężar podczas transportu suwnicą.

**Montaż obrabiarek na fundamencie.** Dokładne poziome ustawienie obrabiarek ma duże znaczenie; dokonuje się tego za pomocą klinów, regulacyjnych „butów“ (śrub podnoszących, podkładek, klocków) (rys. 18), specjalnych ram i płyt, belek i podstawek. Największe dopuszczalne odchyłki od poziomu podano w tabelicy 8.

Tabela 8

Grupa obrabiarek	Największa dopuszczalna odchyłka od poziomu mm na 1000 mm długości	
	w kierunku podłużnym	w kierunku poprzecznym
Tokarki ogólnego przeznaczenia	0,02 ÷ 0,04	0,03 ÷ 0,05
Strugarki podłużne	0,02	0,04
Dłutownice ogólnego przeznaczenia	0,04	0,04
Prężarki podłużne	0,04	0,04
Tokarki wycieczarki	0,02	0,04
Szlifierki do wałków	0,02	0,04
Szlifierki do płaszczyzn	0,02	0,04
Frezarki do kół zębatach	0,01	—
Dłutownice do kół zębatach	0,02	—

Przy ustawianiu obrabiarek na fundamentach należy się stosować do następujących zaleceń:

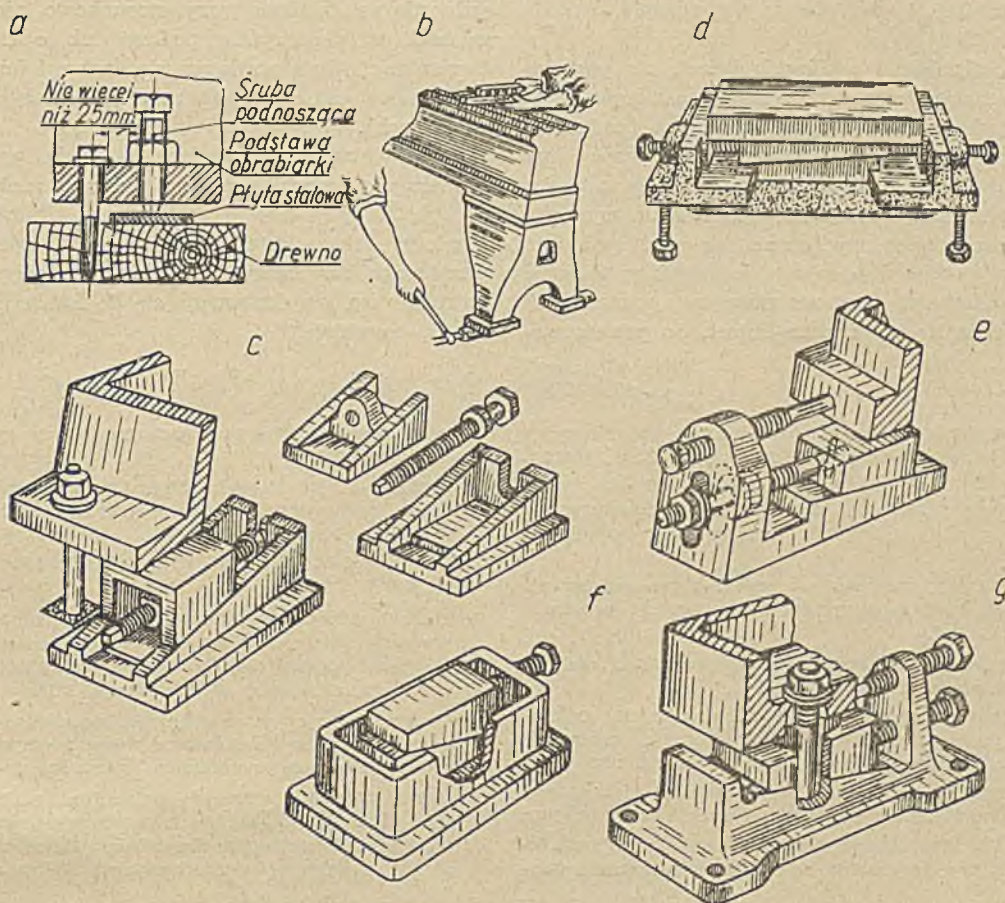
1. Nie podlewa się cementem lekkich i średnich obrabiarek ogólnego przeznaczenia, umieszczonych na wspólnej betonowej płycie podłoża hali lub na międzypiętrowych stropach; jedynie w celu rozłożenia ciśnienia na większą powierzchnię i dla ustalenia położenia obrabiarki na podłożu można zastosować bardzo ciekłą warstwę cementu. Śruby fundamentowe w tym wypadku nie są konieczne.

2. Obrabiarki precyzyjne ze sztywną podstawą przyjmującą wszystkie wewnętrzne obciążenia należy tak



ustawiać, aby żadne siły zewnętrzne działające na fundament nie mogły się przenosić przez korpus na obrabiarkę i nie zmniejszyły jej dokładności. W tym celu

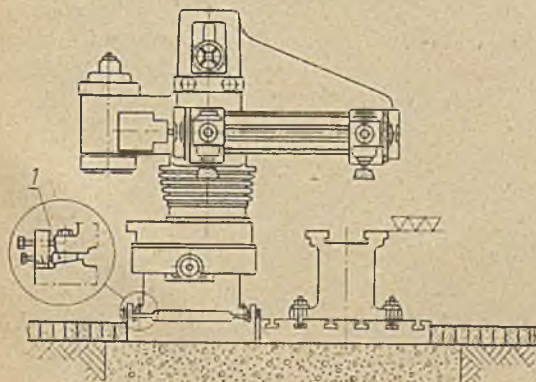
4. Średnie i ciężkie długie obrabiarki nie posiadające dużej sztywności, lecz nie wymagające prowadnic o dużej dokładności (na przykład obrabiarki do długich



Rys. 18. Urządzenia do poziomego ustawiania obrabiarek: a — urządzenie do regulowania poziomego ustawienia obrabiarki na drewnianych legarach, b — ustawienie za pomocą poziomicy i podbijania klinami, c — ustawianie na podstawie betonowej przy zastosowaniu regulacyjnego buta, d — urządzenie Norton, e — urządzenia Westinghouse, f — urządzenie fabryki „Krasnyj proletarij“, g — urządzenie ENIMS.

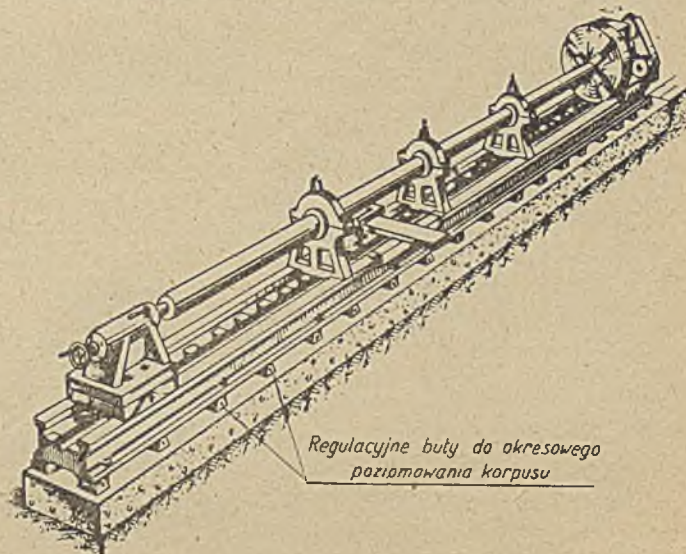
obrabiarki te opiera się na fundamencie w trzech punktach.

3. Obrabiarki do robót dokładnych mające znaczne wymiary i nie posiadające dostatecznie sztywnej podstawy ustawia się albo bezpośrednio na klinach regulacyjnych, lub przy zastosowaniu płyty pośredniej. Podstawy nie zalewa się cementem, ponieważ przeszkadzałoby to w regulowaniu (rys. 19 i 18).



Rys. 19. Ustawienie obrabiarek do robót dokładnych: 1 — kliny regulacyjne.

wierceń, obrabiarki do honowania) ustawia się na izolowanym fundamencie. W ten sposób niweluje się wpływ



Rys. 20. Regulacyjne buty do okresowego sprawdzenia i poziomowania korpusu. Ustawienie długich obrabiarek o niedostatecznie sztywnym łożu.



wstrząsów sąsiednich obrabiarek jak również obciążeń budynków i podłogi sali. Środkową część podstawy podlewa się przy ustawianiu cementem i stosuje kliny regulacyjne niezbędne do okresowego sprawdzania do końców łoża (rys. 20 i 18).

5. Wielkie obrabiarki o długich łożach nie posiadających dostatecznej sztywności lub składane z części ustawia się na oddzielnych mocnych sztywnych fundamentach kompensujących niedostateczną sztywność łoża obrabiarki. Obrabiarki o wąskich łożach należy ustawiać na regulacyjnych klinach w celu umożliwienia wypoziomowania i swobodnego wydłużania się pod wpływem temperatury. Obrabiarki o szerokich łożach z kilkoma podłużnymi ściankami i z rozbudowaną powierzchnią podstawy ustawia się na klinach-butach do poziomowa-

nia i po montażu podlewa się rzadkim cementem na całej powierzchni podstawy.

6. Ciężkie obrabiarki przenoszące na fundament duże jednostkowe ciśnienie przy stosunkowo niedużych wymiarach w płaszczyźnie podłogi lub o dużej długości i szerokości silnie przykręca się śrubami fundamentowymi i zalewa cementem (po ustawieniu i wypoziomowaniu na klinach).

7. Obrabiarki otrzymujące w czasie pracy impulsy i uderzenia wskutek zmiany kierunku ruchu ich części (strugarki, podłużne i poprzeczne, dłutownice, prasy i młoty) lub wskutek niewyważenia części wirujących przedmiotu obrabianego lub głowic nożowych, suportów, patronów itp. przyśrubowuje się do fundamentu i podlewa się cementem.

#### LITERATURA I ŹRÓDŁA

1. BARKAN D. D.: O wyborze głębiny założenia istocznika wołn, rozprostraniających się w gruncie. *Zurn. techn. fiz.*, t. XI wyp. II str. 1020, 1941.
2. BARKAN D. D.: Rasczot i projektowanie fundamentów pod maszyny s dynamiczeskimi nagruzkami. *Gosstrojzdat* 1938.
3. BARKAN D. D.: K woprosu o rasczotie i projektowaniu fundamentów pod turboagregaty. *Stroitielnaja promyszennost'* nr 3, 1941.
4. BARKAN D. D.: K rasczotu fundamentów pod moloty. *Stroitielnaja promyszennost'* nr 6, 1942.
5. BARKAN D. D., Saiczew P. A., Smolakow Ja. M.: O koefficientie uprugowo nierawnomiernowo siatja osnovanij sooruzenij. *Stroitielnaja promyszennost'* nr 10, 1938.
6. KORCZYŃSKI I. Ł.: Obsledowanija fundamentów pod motogeneratory. *Stroitielnaja promyszennost'* nr 6, 1938.
7. Leningradskij institut sooruzenij. *Wremiennaja instrukcija po rasczotu i sooruzenju żelezobetonnych fundamentów ramnawo tipa pod turbogeneratory (projekt), Gosstrojzdat*, 1933.
8. ŁURIJE A. I.: Metody dynamiczeskowo rasczota sooruzenij, *sprawocznik inżenera - projektowszczyka promstrouzenij*, t. II str. 168.
9. PAWLJUK H. P. i KONDIN A. D.: *Projekt i standart nr 11*, 1936.
10. *Techniczeskoje uprawlenija Narkomstroja. Ukazanija po projektowaniu i ustrojstwu fundamenta pod maszyny s dynamiczeskimi nagruzkami w usłowjach wojennowo wremieni*, *Strojzdat Narkomstroja*, 1943.
11. *Techniczeskoje uprawlenija Narkomstroja, Ukazanija po projektowaniu i ustrojstwu potów promyszennych zdaniij w usłowjach wojennowo wremieni (y-32-42)*.
12. ROSENZWEIG S.: *Theory application and benefits vibration isolation (Dokład na II Nacjonalnoj konfierencjii po nieftianym i gazowym dwigatielam Amierykanskawo obščestwa inżenerów-miechaników) Dałtas (Tiechas) 1938.*





Budowa maszyn — Projektowanie zakładów przemysłowych  
**Ważniejsze błędy dostrzeżone w druku**

Str.	Wiersz	J e s t	Powinno być
4	14 od dołu, prawy	przekraczać 8 godzin	nie przekraczać 8 godzin
6	Tablica A	Razem 6	Razem —
9	5 od dołu, lewy	20 ÷ 40% wsadu	30 ÷ 40% wsadu
9	Tablica D rubr. 10	kG/m <sup>2</sup>	kG/mm <sup>2</sup>
9	Tablica D rubr. 11	kG/m <sup>2</sup>	kG/mm <sup>2</sup>
12	Tablica 12 rubr. 15	C3T	C3T
12	Tablica 12 rubr. 1	kWh r/t	kWh/t
12	Tablica 13 rubr. 2	ДАН	CAH
22	Tablica 32 rubr. 5	4000	4000 t
23	9 od dołu, lewy	<b>wyposażenia surownicowego</b>	<b>wyposażenia sawnicowego</b>
24	17 od dołu, lewy	żelaznej formy	formy zalanej
26	Rys. 1	$Q = 15T$	$Q = 1,5 T$
26	Tablica 43 rubr. 1	$d$	$f$
26	Tablica 43 rubr. 1	$f$	$d$
26	Tablica 43	Cyfry poziome 6,6,6,8,8,9 odnoszą się do 3 nawy, czyli powinny być podniesione o jeden wiersz.	
27	7 od góry, prawy	klasy II, IV i V	klasy III, IV i V
30	Tablica 46 30 od dołu	$f$	$e_1$
32	Tablica 47 2 od dołu	1380	2700



128964



Str.	Wiersz	Jest	Powinno być
32	Tablica 47 3 od dołu	20604	21604
32	Tablica 47 4 od dołu	576	1576
35	Tablica 52 (c.d.) 5 od dołu	narzędzia	urządzenia
36	Rys. 10	$Q - 0,5T$	$Q - 5T$
41	Tablica 54 14 od dołu	2   2   4   4	2   2   4   4   6
50	Rys. 33 (podpis)	dwoma gniotownikami	dwiema mieszarkami
56	Rys. 40 (podpis)	1. nawa oczyszczalni 2. odstojuk,	I nawa oczyszczalni 1. komora hydrauliczna 2. odstojuk
59	Tablica 55 rubr. 1	VI {	V {
59	Tablica 55 6 od dołu	20 — 15	20 — 25
60	Tablica 56 rubr. 21 10 od dołu	10 — 15	10 — 15
60	Tablica 56 8 od dołu	powyżej	powyżej 9,0
61	Tablica 58 (tytuł)	niezależnych	nieżelaznych
64		zamiast tablicy B powinna być umieszczona tablica B ze strony 87.	
73	19 od dołu, lewy	— 160°C	~ 160°C
80	6 od dołu	35 — suwnice $Q - 5T$ , 36 — suwnica 10T,	32 — piece do norma- lizowania (powierz-
87		zamiast tablicy B powinna być umieszczona tablica B ze strony 64.	
95	7 od dołu	31 — piece do grzania chomatek, 32 — łożnie do zapra- sowywania chomatek. 33 — montażem,	29 — przenośnik członowy do montowania resorów, 30 — imadła pneumatycz- ne do montażu, 31 — piece do grzania cho- matek.



Str.	Wiersz	Jest	Powinno być
105	9 od góry, lewy	220,32 m <sup>2</sup> .	22032 m <sup>2</sup> .
131	12 od dołu, prawy	c. ilość godzin (fundusz	c. ilość godzin T (fundusz
134	Tablica 3 (podpis)	w wibratorach	w piaskownicach
134	Tablica 4 (uwagi)	Mn = 0,3 ÷ 0,6% Mn = 0,5 ÷ 0,8% —	Mn = 0,35 ÷ 0,65% Mn = 0,3 ÷ 0,6% Mn = 0,5 ÷ 0,8%
136	3 od dołu, prawy	$z = \frac{R \cdot 60\tau}{m} \text{ min};$	$z = \frac{R \cdot 60\tau}{m} \text{ min}^1)$ <sup>1)</sup> Wzór ten w oryginale radzieckim podano: $z = \frac{60\tau}{m}$ , gdyż przyjęto w nim ułożenie jedno-rzędowe skrzynek (R=1)
148	8 od dołu, prawy	$B_m = n_f B \cdot T \cdot k(1 - a\eta\tau_p)$	$B_m = n_f B T k \left(1 - \frac{a\eta\tau_p}{100}\right)$
148	4 od dołu, prawy	$= \frac{100 \text{ ct} \left(\frac{100}{a\eta} - \tau_p\right)}{Q_d^2 (1 - \tau_p)}$	$= \frac{100 \text{ ct} \left(\frac{1}{a} - \tau_p\right)}{Q_d^2 (1 - \tau_p)}$
149	Tablica E rubr. 8	$F_{cz}$	T
149	Tablica E rubr. 10	$BF_{cz} K(1 - a\eta\tau_p)$	$B T k \left(1 - \frac{a\eta\tau_p}{100}\right)$
149	Tablica E rubr. 11	$B \left(1 - \frac{a\eta\tau_p}{100}\right)$ $b = \frac{100}{P_n (1 - \tau_p)}$	$B \left(1 - \frac{a\eta\tau_p}{100}\right)$ $b = \frac{100}{P_n (1 - \tau_p)}$
149	Tablica E	79 400   0,64 15 040   0,153 76 000   5,3 10 340   0,096	61800   0,5 (1,05 ÷ 1,1) 12500   0,127 (1,05 ÷ 1,1) 183000   2,92 (1,05 ÷ 1,1) 9180   0,09 (1,05 ÷ 1,1)
167	8 od góry, lewy	$t_2$	$t_3$
167	17 od dołu, lewy	$(Y_1 \div Y_6).$	$(I_1 \div I_6).$
171	we wzorze (15)	$N_1$	$N'_1$
185	Tablica B rubr. 8	220	228



Str.	Wiersz	J e s t	Powinno być
189	Tablica 2 4 od góry (uwagi)	centrówki	nakiełkownice
190	12 od gó ry lewy	$\frac{k \cdot Q}{F_{rz} \cdot z \cdot \eta_0}$	$\frac{h \cdot Q}{F_{rz} \cdot z \cdot \eta_0}$
198	11 od dołu, prawy	centrówki	nakiełkownice
211	Tablica 9 rubr. 11	łożyska wałeczkowe	łożyska wałeczkowe i kulkowe
219	1 od dołu Rys. 10	z otwartych gatunków	z twardych gatunków
222	Tablica 4 1 od dołu	klejonkowych	klejonych
222	Tablica 4 16 od dołu rubr. 3	zanieczyszczanie	zaczyszczanie
226	3 od dołu, lewy	okolicznościach	obliczeniach
254	Tablica 1 rubr. 5	4,0 — 2,0	4,8 — 2,0
260	Tablica 4a rubr. 4	266 + 44 II	266 — 44
263	Tablica 11 rubr. 5	0	6
263	2 od dołu, lewy	wnoszą	wynoszą
266	Rys. 11, 12 i 13 (podpisy)	światlik	oświetlenie
270	21 od dołu, lewy	mm <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>
273	11 od dołu, prawy	(nitrospirytusowymi itp.)	(nitro, spirytusowymi itp.)
275	6 od góry, prawy	mieszanki	mieszarki
280	9 od góry. lewy	pyty	pyły
298	Tablica L rubr. 1	Liczby 17 i 12 zamienić miejscami.	



Str.	Wiersz	J e s t	Powinno być
299	5 od góry, prawy	$-\frac{L_s - \pi_r}{2} +$	$-\frac{L_s - \pi_r}{2} +$
300	22 od dołu, lewy	$\tau_{11}$	$\tau_{11}$
304	27 od góry, lewy	CrO	CrO <sub>2</sub>
313	Tablica 3 (tytuł)	metali [	metali [1]
332	Tablica 16 rubr. 8	9	2
332	Tablica 16 rubr. 8	12	15
332	Tablica 7 rubr. 13	—	1,0
332	Tablica 17 rubr. 15	1,0	0,1
333	Tablica 18 13 od dołu	Taczarki	Wytaczarki
347	Tablica 1 rubr. 2	80	8,0
352	12 od góry, lewy	1 ДV	1 Д
352	14 od góry, prawy	tom IV.	tom III.
395	Tablica 1 6 od dołu	liniowe	linowe
404	11 od góry, lewy	<i>i</i>	<i>l</i>
404	7 od dołu, lewy	łuków	toków
410		Rysunek z tablicy 18 powinien być umieszczony przy tablicy 17.	
410		Rysunek z tablicy 19 powinien być umieszczony przy tablicy 18.	
415	Tablica 23 rubr. 5	15	1,5
432	Rys. 50 (podpis)	wzornika.	wzorników.



Str.	Wiersz	Jest	Powinno być
435	6 od dołu, lewy	OST 90039—39	OST 90039—39 <sup>1)</sup>
442	21 od góry, prawy	ПУЗ	ПУЭ
444	1 od dołu, lewy, (wzór)	$P = \sqrt{P'_c + P'_c{}^2}$	$P = \sqrt{P'_c{}^2 + P'_b{}^2}$
447	3 od dołu, lewy	ПУЗ	ПУЭ
447	2 od góry, prawy	ПУЗ	ПУЭ
447	Tablica C rubr. 1	ТЗЦ	ТЭЦ
448	1 od góry, lewy	od 6 MW	do 6 MW
459	1 od dołu, lewy	PN	PN/E
465	18 od góry	(ПУЗ. § 293 [12]) .	(ПУЭ. § 293 [12]).
466	Tablica 26 rubr. 3	MK 4 × 95	ГМК 4 × 95
470	Tablica 32	Sprężarki tłokowe .. 0,78 0,17	0,78 0,77
473	4 od góry, prawy	Wydajność sprężarki Q w mm <sup>3</sup> /min	Wydajność sprężarki Q w m <sup>3</sup> /min.
473	Tablica 36 rubr. 2	w m <sup>3</sup>	w m <sup>2</sup>
474	23 od góry, prawy	(sprawdzonej)	(sprowadzonej)
476	16 od góry, prawy	$t_w - t_{wz} = \Delta t_{wz}$	$t_{wz} - t_{\mu} - \Delta t_w$
476	4 i 5 od góry, lewy	wynosi 6 l przy Q > 36000 m <sup>3</sup> /godz — 5 l.	wynosi 6 l/m <sup>3</sup> a przy Q > 36000 m <sup>3</sup> , godz — 5 l/m <sup>3</sup> .
477	Tablica 42 rubr. 4	w m <sup>3</sup> /godz.	w m <sup>3</sup> /min.
478	1 od dołu	MK cal/rck	Mkcal/rok
479	Tablica 3 rubr. 7	w/sek	m/sek



Str.	Wiersz	J e s t	Powinno być
453	8 od góry, lewy	$\delta_1$	$\delta_2$
484	24 od góry, lewy	objętej	obojętnej
485	Tablica 16	$t_w \tau$	$t_w - \tau$
486	11 od góry, prawy	$P$	$P_1$
488	1 od góry, prawy	przekroje wlotów po- wietrza dopływowego	przekroje wylotów po- wietrza odpływowego
489	1 od góry, lewy	niż 1 kcal/cm <sup>2</sup> .min	niż 1 cal/cm <sup>2</sup> min.
490	14 od góry, lewy	odciągowa	odciąganej
492	notka pod tablicą 30	— 13800	— 13800
494	Tablica 39	Entalpia w kcal/m <sup>3</sup>	Entalpia w kcal/kg
494	7 od góry, lewy	z płyt dwuszamotow- ych	z płyt dwukanałow- ych
494	7 od dołu, prawy	w kcal/m <sup>2</sup> °C	w kcal/m <sup>2</sup> °C
502	4 od dołu, prawy	dokładnych wymiarów	dokładnych pomiarów
509	2 od góry, prawy	odbłyskami.	odbłyśnikami.
514	6 od dołu, prawy	$I_a$	$I_a$
515	Tablica 68	W rubryce „Sprawność oświetlenia“ należy do- dać z lewej strony: $\varphi$	
520	Tablica 2 rubr. 1	5	4
522	14 od góry, lewy	Współczynnik dynamiczny — wyrażenie to odnosi się do wzoru (7)	
522	19 od góry, lewy	$x - \omega$ ;	$f_x - \omega$
522	19 od góry, lewy	$\eta$	$\mu$



Str.	Wiersz	Jest	Powinno być
522	21 od góry, lewy	$\eta$	$\mu$
523	15 od dołu, lewy	$P_1 - P_z$ ,	$P_1 - \mu P_z$ ,
524	7 od dołu, prawy	$2 G$	$2 G_M$
525	18 od dołu, prawy	$n \varphi -$	$n \varphi -$
526	wzór (13)	$M_1 z_1 + c_1 - z_1 c_2 (Z_2 - Z_1) = 0$	$m_1 z_1 + c_1 z_1 - c_2 (z_2 - z_1) = 0$
526	1 i 2 od góry, prawy	$V_{sz}$	$v_{sz}$
526	8 od dołu, prawy	$G_0 V_0$	$G_0 v_0$
526	4 od dołu, prawy	$V_0 -$	$v_0 -$
527	15 od góry, lewy	Szczególnie	Szczególnie
527	17 od góry, lewy	$z_1 - V_f; z_2 - V_{sz}$	$z_1 - v_f; z_2 - v_{sz}$
527	wzór (15)	$V_c$	$v_0$
527	wzór (16)	$V_0$	$v_0$
527	wzór (16)	$f_{sz}$	$F_{sz}$
527	8 od góry, prawy	$V_0$	$v_0$
527	we wzorze (19)	$V_0$	$v_0$
527	we wzorze (20)	$V_0$	$v_0$
527	we wzorze (20)	$kCzg$	$\sqrt{kCzG}$
527	we wzorze (21)	$V_0$	$v_0$
528	2 od góry, prawy	(38 t) ,	38 ,







148 25





BG Politechniki Śląskiej

nr inw.: 102 - 128961



Mg 128961