

W I A D O M O Ś C I ELEKTROTECHNICZNE

C Z A S O P I S M O D L A E L E K T R Y K Ó W - P R A K T Y K Ó W

Redaktor inż. el. Ignacy Baran

*

Warszawa, Czackiego 3/5

R O K X

LIPIEC-SIERPIEŃ 1950

ZESZYT 7-8

TREŚĆ ZESZYTU: 1. ZWARCIA W URZĄDZENIACH ELEKTRYCZNYCH I ICH SKUTKI. 2. NAGRZEWANIE PROMIENIAMI PODCZERWONYMI 3. BRZĘCZYKI I SYRENY ELEKTRYCZNE. 4. WYSTAWA APARATURY NAUKOWO-BADAWCZEJ ZSRR, NRD ORAZ KRAJÓW DEMOKRACJI LUDOWEJ. 5. NOWA TECHNIKA WARSZTATOWA. 6. USUWANIE SŁUPÓW. 7. ZABEZPIECZENIE OD GNICIA DREWNIANYCH SŁUPÓW LINII ELEKTRYCZNYCH SPOSOBEM DOIMPREGNOWANIA. 8. MANOMETRY OPOROWE. 9. OŚWIETLENIE PRZECIWWYBUCHOWE. 10. ISTNIENIE I PODZIELNOŚĆ ATOMÓW. 11. URZĄDZENIA ELEKTRYCZNE. 12. ROZWÓJ RACJONALIZACJI W PRZEMYSLE ELEKTROTECHNICZNYM NA TERENIE OKRĘGU WARSZAWSKIEGO. 13. KĄCIK RACJONALIZATORÓW. 14. ELEKTRYK NIEDOSKONAŁY. 15. NOWINY ELEKTROTECHNICZNE. 16. SKRZYŃKA TECHNICZNA. 17. WYDAWNICTWA. 18. KOMUNIKATY I ZARZĄDZENIA.

Zwarcia w urządzeniach elektrycznych i ich skutki

Inż. Tadeusz Frank

Skuteczność realizacji planu 6-letniego zależy od niezawodności działania wszystkich elementów składających się na jego wykonanie. Jednym z najpoważniejszych elementów jest dostarczanie energii elektrycznej. Wszelkie awarie i uszkodzenia przewodów i urządzeń elektrycznych stają na przeszkodzie wykonaniu planu. Wobec postępującej elektryfikacji naszego przemysłu i rolnictwa zwalczanie tych awarii i uszkodzeń nabiera coraz większej wagi. Toteż coraz częściej stosuje się u nas odpowiednie urządzenia zabezpieczające. Aby jednak te urządzenia skutecznie zastosować, zrozumieć ich sens i istotę, należy zaznajomić się z rodzajami niebezpieczeństw, sposobami powstawania awarii i uszkodzeń oraz ich skutkami.

Zagadnienia te omawia poniższy artykuł na bardzo ważnym odcinku zwarć elektrycznych. Przedmiotem artykułu są sposoby powstawania zwarć międzyprzewodowych i zwarć z ziemią w przewodach i urządzeniach elektrycznych. Artykuł przedstawia również skutki rozmaitego rodzaju zwarć dla sieci napowietrznych i kablowych, dla maszyn i transformatorów oraz podaje ogólne zasady stosowania urządzeń zabezpieczających przed zwarciami.

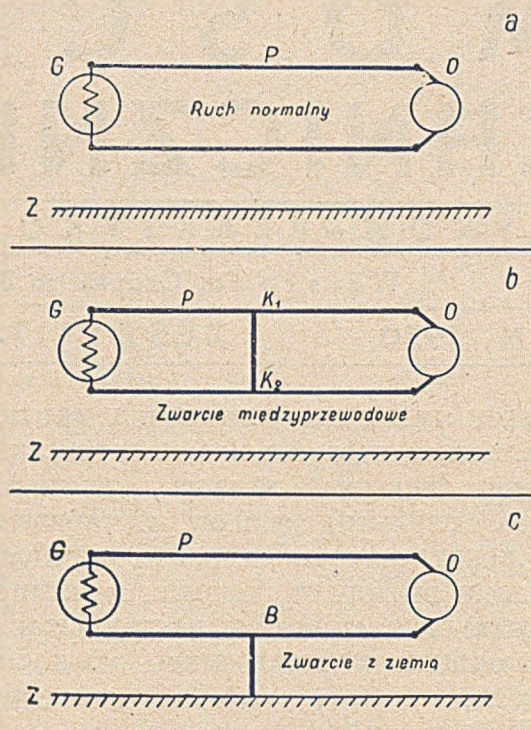
Budowa, instalacja i obsługa urządzeń przeciwzwarciowych będzie przedmiotem oddzielnych artykułów.

Nie tylko wśród odbiorców energii elektrycznej, ale bardzo często również i wśród personelu fachowego, obsługującego elektrownie i sieci przyjęte jest słowo „z w a r c i e” jako synonim przyczyny różnych zakłóceń w normalnym ruchu urządzeń elektrycznych.

W rzeczywistości przyczyny zakłóceń są różnorodne i dlatego konieczna jest znajomość ich przez obsługę urządzeń elektrycznych, zwłaszcza jeśli z powstałych uszkodzeń chce się wyciągnąć należyte wnioski o tym, jak należy chronić cenne maszyny i urządzenia przed uszkodzeniami.

Z tego względu konieczna jest znajomość wszelkich zmian, jakie powstają w normalnym ruchu wskutek różnorodnych uszkodzeń oraz znajomość wpływu tych zmian zarówno na uszkodzoną maszynę czy urządzenie, jak i na pozostałe urządzenia z nimi współpracujące. Znając te zmiany można zrozumieć istotę i sens zabezpieczeń chroniących urządzenia i maszyny elektryczne przed skutkami uszkodzeń.

Dla prostszego przedstawienia uszkodzeń, jakie mogą nastąpić w urządzeniach elektrycznych, podane poniżej rysunki wykonane są dla układów prądu stałego lub prądu zmiennego jednofazowego, gdyż w ważniejszych praktycznie urządzeniach trójfazowych obowiązują te same zasady.



Rys. 1. Układ obrazujący możliwości zakłóceń w normalnym ruchu G — generator; P — przewody; O — odbiornik; Z — ziemia; K₁, K₂ — zwarte punkty przewodów; B — miejsce uzziemienia przewodu

Na rysunku 1a przedstawiony jest prosty układ, złożony z generatora, odbiornika oraz przewodów łączących. W razie jakichkolwiek zakłóceń w normalnej pracy tego układu ulegają zmianie warunki napięciowe i prądowe, a w związku z nimi również i przepływ energii elektrycznej w każdym punkcie układu. Przy rozważaniach przyjmijmy na razie, że układ ten jest izolowany od ziemi i ograniczymy się do dwóch zasadniczych rodzajów uszkodzeń, a mianowicie: zwarcia między przewodami (rys. 1-b) i zwarcia jednego przewodu z ziemią (rys. 1-c).

Zwarcie dwóch przewodów, łączących generator z odbiornikiem może być pełne, to znaczy bezoporowe, ale w praktyce mamy prawie zawsze do czynienia ze zwarciami przewodów przez mniejszy lub większy opór. W rzeczywistości ten drugi przypadek zwarcia międzyprzewodowego jest bardziej skomplikowany i znacznie niebezpieczniejszy dla dotkniętych nim urządzeń elektrycznych.

Przy zwarciu z ziemią jeden z punktów linii ulega połączeniu z ziemią przy czym i w tym przypadku połączenie przewodu z ziemią może mieć mniejszy lub większy opór.

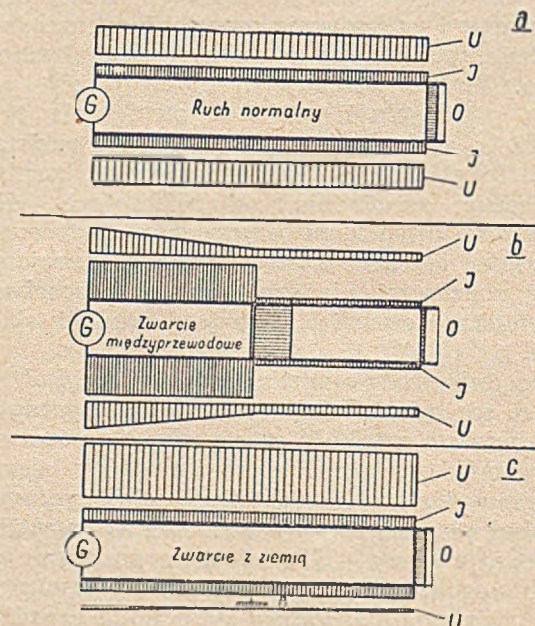
Aby uzmysłwić sobie jakie zmiany w normalnym ruchu urządzenia przedstawionego na rys. 1-a wywołuje zwarcie międzyprzewodowe lub zwarcie jednego z przewodów z ziemią, przyjrzyjmy się rysunkowi 2.

Na rysunku 2-a przedstawiono rozkład napięcia i natężenia prądu w ruchu normalnym, przy czym obniżenie napięcia przy odbiorniku

w porównaniu z napięciem przy generatorze jest spowodowane tylko normalnym spadkiem napięcia w przewodach.

Rysunek 2-b przedstawia warunki napięciowe i prądowe w przypadku zwarcia obu przewodów w punkcie A. Widzimy, że wówczas wzrasta poważnie natężenie prądu w przewodach łączących generator z punktem, w którym nastąpiło zwarcie. Wzrost natężenia prądu jest tym większy, im mniejszy jest opór tych przewodów oraz im bliżej generatora nastąpiło zwarcie. Natomiast natężenie prądu w przewodach łączących punkt zwarcia z odbiornikiem uległo poważnemu zmniejszeniu, a w razie bezoporowego zwarcia przewodów znika ono całkowicie. Napięcie, które miało prawie stałą wartość wzdłuż przewodów, łączących generator z odbiornikiem, uległo obecnie poważnej zmianie: na odcinku przewodów między generatorem a punktem zwarcia zmniejsza się ono bardzo silnie i tym więcej, im mniejszy jest opór łączący zwarte przewody. Za miejscem zwarcia napięcie jest bardzo niskie, ale stałe co do wielkości. Należy tu jeszcze zaznaczyć, że powyżej opisane zmiany napięcia i natężenia prądu, spowodowane przez zwarcie, nie następują natychmiast, ale poprzedzone są skomplikowanymi pośrednimi przebiegami wyrównawczymi, bardzo niebezpiecznymi dla urządzeń elektrycznych, dotkniętych zwarcie.

Przy zwarciu przewodu z ziemią (rys. 2-c) warunki prądowe i napięciowe są zupełnie inne zwarcie, nie następują natychmiast, ale pojemności przewodów lub też rozpatrywać urządzenie prądu stałego, to natężenie prądu w razie zwarcia z ziemią nie zmienia się i to bez względu na wielkość oporu łączącego punkt zwarcia z ziemią. Natomiast napięcie przewo-



Rys. 2. Rozkład napięcia i natężenia prądu: a) w ruchu normalnym; b) przy zwarcu międzyprzewodami; c) przy zwarcu jednego z przewodów z ziemią; G — generator; O — odbiornik; A — miejsce zwarcia przewodów; B — miejsce uzziemienia; U — napięcie; I — natężenie prądu

dów ulega zasadniczej zmianie. Przed uszkodzeniem każdy z przewodów układu prądu stałego miał w stosunku do ziemi napięcie równe połowie napięcia panującego między przewodami, a w układzie trójfazowym tak zwane napięcie fazowe. Obecnie przewód zwarty z ziemią przyjmuje w punkcie zwarcia potencjał ziemi, a napięcie w drugim przewodzie równe jest pełnemu napięciu międzyprzewodowemu.

Na rysunku 3 przedstawiony jest schematycznie przepływ energii. Ponieważ w razie zwarcia z ziemią warunki są te same, co w ruchu normalnym, obrazuje je rys. 3-a. Na rysunku 3-b i 3-c podany jest przepływ energii przy zwarciu pełnym oraz przy zwarciu przewodów przez pewien opór. Jeśli pominiemy stratę energii w przewodach, to w ruchu normalnym cała energia wytwarzana przez generator odbierana jest przez odbiornik. Przy pełnym zwarciu do odbiornika nie dopływa zupełnie energia

ziemią, to zwarcie jednego przewodu z ziemią może nie wywołać żadnych zmian w porównaniu z ruchem normalnym lub też zwarcie identyczne w skutkach, jak zwarcia dwóch przewodów. Zależy to od tego, czy nastąpiło zwarcie z ziemią przewodu połączonego z biegunem uziemionym lub nieuziemionym. Zwarcie z ziemią przewodu niepołączonego z biegunem uziemionym przedstawione jest na rysunku 4a.

Inny przypadek zwarcia z ziemią zachodzi wtedy, gdy uziemiony jest nie jeden z biegunów generatora lecz jego punkt zerowy, a zwarcie z ziemią uległ jeden z przewodów. Zwarcie z ziemią obejmuje wówczas połowę układu, a druga połowa zasila normalne odbiorniki. Jest to *jednobiegunowe zwarcie z ziemią* (rys. 4b).

Jeśli prócz zwarcia jednego przewodu z ziemią nastąpi zwarcie z ziemią drugiego przewodu, mamy do czynienia z *dwubiegunowym zwarcie z ziemią*, które w skutkach nie różni się od zwarcia międzyprzewodowego (rys. 4c). W układach trójfazowych może również nastąpić *trójbiegunowe zwarcie z ziemią*.

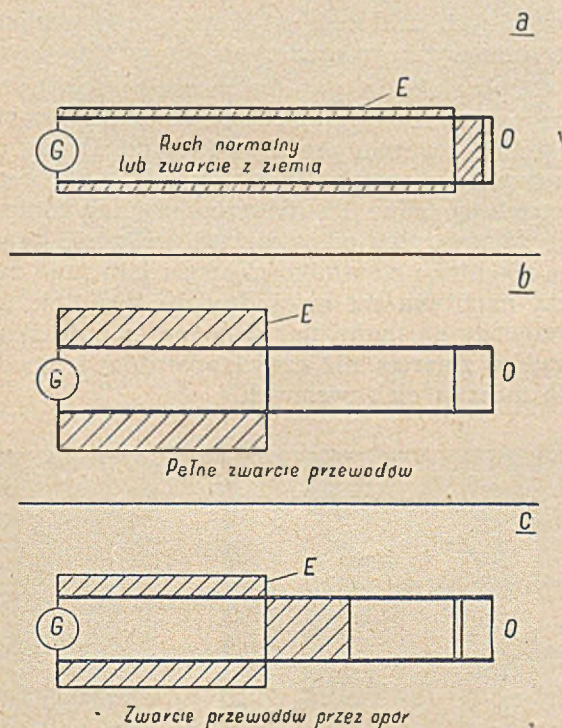
Przedstawione na rysunku 4d *dwubiegunowe zwarcie z ziemią* różni się tym od poprzedniego, że miejsca zwarcia są od siebie oddalone. Rozpływ energii zależy wówczas od oporu przejściowego ziemi. Podobnie jest w przypadku, gdy zwarcia z ziemią nastąpiły w oddalonych od siebie punktach dwóch linii, zasilanych przez jeden generator (rys. 4e). Dwa ostatnie zakłócenia wymagają bardzo dużej czułości urządzeń zabezpieczających, które zostały zastosowane w tych sieciach.

Uszkodzenie urządzeń elektrycznych, wywołane opisanymi powyżej zakłóceniami, zależy od rodzaju zmian jakie nastąpiły w układzie normalnym wskutek zwarcia międzyprzewodowego lub zwarć z ziemią.

Zmiana napięcia nie ma naogół zasadniczego znaczenia. Wahanie lub zanik napięcia u odbiorców jest wprawdzie nieprzyjemne, zwłaszcza dla zakładów przemysłowych, które stosują duże napędy silnikowe, jak na przykład fabryki papieru lub zakłady włókiennicze. Przy zwarcie z ziemią jednego z przewodów powstaje w pozostałych znacznie wyższe napięcie niż w ruchu normalnym. W układach trójfazowych jest ono 1,73 razy wyższe, w układach prądu stałego dwukrotnie wyższe, ale możliwość tę przewidujemy, dając odpowiednią izolację przewodów. W razie osłabienia izolacji, w pewnym punkcie urządzenia, może nastąpić *przebiecie do ziemi*, które staje się źródłem zwarcia dwubiegunowego. Jak już mówiliśmy jest ono niebezpieczniejsze od jednobiegunowego, gdyż wywołuje zmiany w przepływie energii elektrycznej.

Przedstawiony na rysunku 2b *wzrost natężenia prądu* w przypadku zwarcia przewodów poważnie obciąża urządzenia elektryczne i przewody, przez które przepływa.

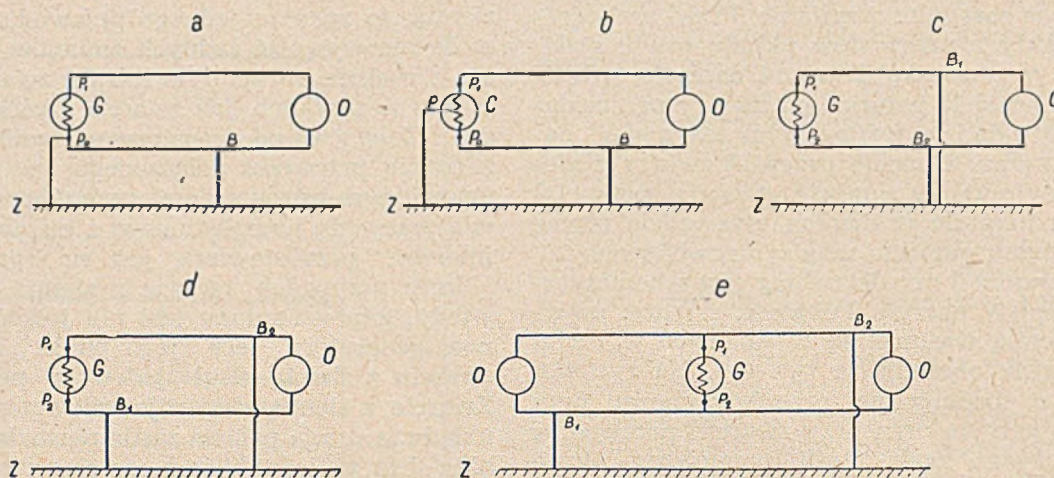
Prąd ten obciąża urządzenia *dynamicznie i cieplnie*.



Rys. 3. Przepływ energii elektrycznej: a) w ruchu normalnym lub przy zwarcie jednego z przewodów z ziemią; b) przy pełnym zwarcie; c) przy zwarcie przewodów przez opór; G — generator; O — odbiornik; E — energia

elektryczna. Ponieważ w punkcie zwarcia nie ma napięcia, energia dopływająca do odbiornika równa jest zeru. Natomiast w przewodach łączących generator z punktem zwarcia obserwujemy duży wzrost natężenia prądu, powodujący silne nagrzanie przewodów. O ile przewody zwarte są przez opór (rys. 3-c), to pochłania on część wytwarzanej energii. Pewna, nieznacząca zresztą, część energii pobierana jest wtedy również przez odbiornik.

Zwarcia z ziemią mogą nastąpić w różny sposób. Jeśli urządzenie nie jest izolowane całkowicie od ziemi, jak przyjęliśmy poprzednio, lecz jeden biegun generatora połączony jest z



Rys. 4. Rodzaje zwarć z ziemią: a) zwarcie z ziemią przewodu niepołączonego z uzziemnionym biegunem generatora; b) zwarcie jednobiegunowe; c) zwarcie dwubiegunowe; d) i e) zwarcie dwubiegunowe z oddalonymi od siebie punktami zwarć z ziemią; G — generator; O — odbiornik; B, B₁ i B₂ — miejsca uzziemienia przewodów; P₁, P₂ — zaciski generatora; Z — ziemia

Obciążenie dynamiczne urządzeń zależy od natężenia prądu zwarcia oraz od sposobu prowadzenia przewodów. Siły występujące przy zwarciach, rosną z kwadratem natężenia prądu zwarcia oraz są tym wyższe, im bliżej siebie ułożone są przewody, przez które przepływa prąd zwarcia. Wypływa stąd wniosek, że należy zwrócić szczególną uwagę na te urządzenia, które zbudowane są dla niskich prądów znamionowych, ale przyłączone są do generatorów, które w razie zwarć mogą dostarczać dużych prądów. Urządzenia takie mają przewody o niedużych przekrojach, a więc o małej wytrzymałości mechanicznej. Przy niskim napięciu odstęp przewodów są nieduże i dlatego w urządzeniach niskiego napięcia spotykamy się częściej z nieprzyjemnymi skutkami prądów zwarcia, niż w urządzeniach wysokiego napięcia.

Dynamiczne działanie prądów zwarcia występuje natychmiast po zwarciu. Dlatego wszystkie części urządzeń elektrycznych muszą być tak wykonane, aby wytrzymały działanie sił mechanicznych, wywołanych zwarciem. Jeśli jest to niemożliwe, należy ograniczyć wielkość prądów zwarcia przez zastosowanie odpowiednich cewek dławikowych.

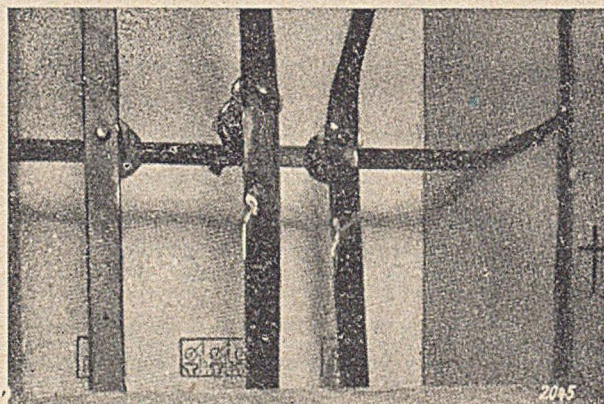
Na rysunku 5 przedstawiony jest fragment rozdzielni wysokiego napięcia, w której pod wpływem dynamicznego działania prądu zwarcia wyrwany został izolator wsporczy, na którym umocowana była szyna środkowej fazy.

Przy wyborze transformatorów (przekładników) prądowych dla rozdzielni, w których spodziewamy się wysokich prądów zwarcia, musimy znać wielkość prądów zwarcia, jakie w danym punkcie sieci mogą wystąpić. W przekładnikach prądowych przewody są ułożone tuż obok siebie i dlatego są one częstym źródłem zakłóceń ruchu w rozdzielniach.

Tak samo odłączniki szynowe ze źle doprowadzonymi przewodami mogą się stać źródłem

poważnych zakłóceń, gdyż mają one tendencję do samoczynnego otwierania się w razie zwarć.

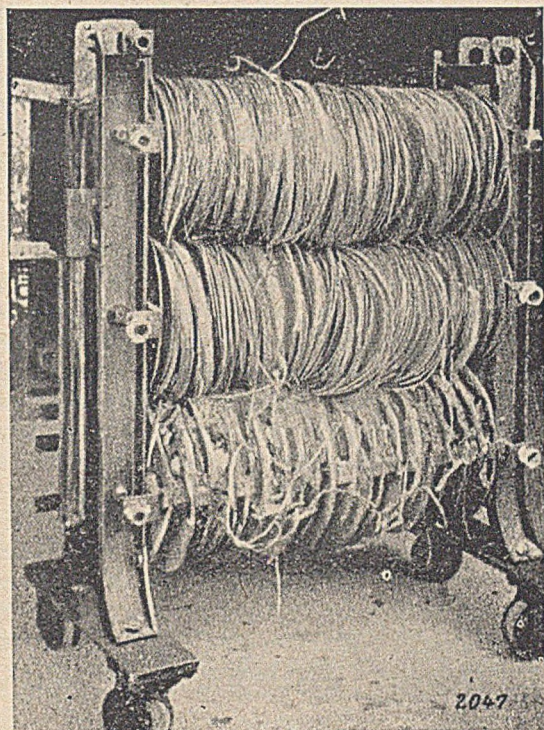
Ciepne skutki prądów zwarcia są jeszcze ważniejsze niż dynamiczne. Jak podano wyżej, w czasie zwarcia przepływają przez przewody i urządzenia prądy o bardzo wielkim natężeniu, powodując silne ich nagrzanie. Nagrzanie to nie zależy tylko od wielkości natężenia prądu, ale również i od wielkości oporu jaki prąd zwarcia napotyka na swej drodze. Wskutek tego przewody są mniej narażone na ciepłe skutki prądów zwarcia niż części aparatów i uzwojenia maszyn elektrycznych.



Rys. 5. Dynamiczne skutki zwarcia w rozdzielni

Rysunek 6 przedstawia zniszczone uzwojenia transformatora. Zwarcie nastąpiło na zewnątrz transformatora, lecz zawiodły urządzenia zabezpieczające, zabudowane na wyłączniku transformatora i prąd zwarcia przepływał zbyt długo przez uzwojenia, powodując w rezultacie kompletne zniszczenie ich izolacji. Należy tu zwrócić uwagę na dalsze nieprzyjemne skutki przepływu prądu zwarcia przez uzwojenia tegoż transformatora. Uzwojenia jego, wykonane z twardej miedzi, wytrzymałyby w stanie zimnym dynamiczne działanie

prądów zwarcia, ale przez nagrzanie straciły częściowo swą wytrzymałość mechaniczną i wskutek tego oprócz zniszczenia izolacji przez ciepłe działanie prądu nastąpiło porozrywanie uzwojeń na skutek działań dynamicznych.



Rys. 6. Uszkodzenie transformatora, wskutek zbyt długiego przepływu prądu zwarcia

W rozdzielniach o napięciu do 10 kV stosowane są jeszcze obecnie przekładniki prądowe, wypełnione masą izolacyjną. Pod wpływem silnego nagrzania uzwojeń, przez które przepływają prądy zwarcia, masa izolacyjna rozszerza się, co może doprowadzić do **r o z s a d z e n i a** p r z e k ł a d n i k a (rys. 7). Dlatego w ostatnich czasach kierownicy ruchu elektrowni niechętnie instalują przekładniki prądowe, napełnione masą lub olejem izolacyjnym.

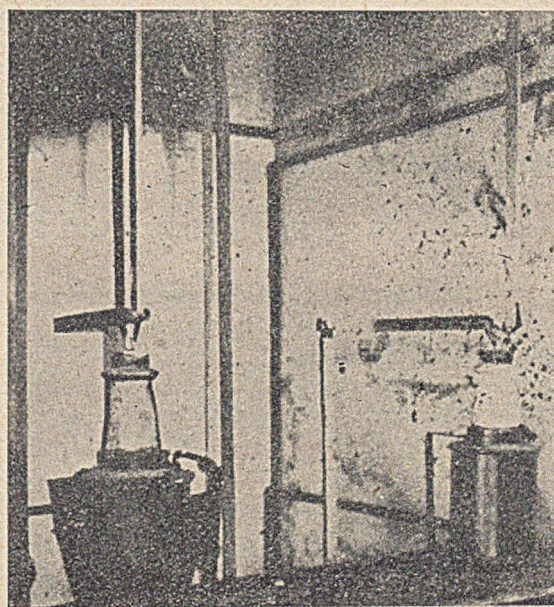
W nowoczesnych rozdzielniach wysokich napięć nie spotykamy już prawie p r z e k a ż n i k ó w zabudowanych bezpośrednio na wyłącznikach olejowych. Były one naogół budowane zbyt słabo i uzwojenia ich nie wytrzymały ciepłego działania prądów zwarcia, powodując *przeszkoki napięcia* do ziemi lub do sąsiednich faz. W ten sposób były one przyczyną powstawania zwarć między przewodami lub z ziemią. Obecnie stosuje się prawie wyłącznie przekładniki pośrednie, instalowane w nastawniach, przyłączane do przekładników prądowych, zabudowanych w rozdzielniach.

Wzrost temperatury obserwujemy w czasie przepływu prądów zwarcia również na wszelkich złączeniach szyn, a specjalnie na stykach noży odłączników. Ponieważ działania dynamiczne prądów zwarcia rozluźniają styki odłączników, opór przejścia wzrasta i styki nagrzewają się tak silnie, że cząsteczki stopionego

metal rozpryskują się, co może być przyczyną dalszych zwarć przewodów lub uziemień.

Opisanym powyżej zjawiskom można zapobiec przez odpowiednio silne złączenie szyn. W rozdzielniach wysokich napięć pokrywa się miejsca połączenia szyn specjalnym lakierem, zmieniającym barwę pod wpływem wzrostu temperatury powyżej dopuszczalnej. W ten sposób można sprawdzić czy opór przejścia w miejscu złączenia szyn nie jest zbyt wysoki i przy najbliższej rewizji rozdzielni silniej dokreślić śruby na złączeniach szyn.

O ile opór przewodu zawierającego dwie fazy jest duży, to wynikiem jest poważna strata energii elektrycznej, która w miejscu zwarcia zamienia się w energię cieplną. Skutki tej przemiany energii są różne i zależą od miejsca, w którym nastąpiło zwarcie. Jeśli przy zwarciu powstał łuk elektryczny między przewodami, to wytworzone ciepło oddawane jest na zewnątrz bez szkody dla urządzeń elektrycznych z tym, że tylko mała część wytworzonego ciepła powoduje nadpalenie lub przepalenie przewodów, w miejscach powstania łuku elektrycznego. Aby zapobiec temu należy nastawić urządzenia zabezpieczające na możliwie krótki czas wyłączenia. Ponadto należy dążyć do oddalenia łuku od cenniejszych urządzeń. W tym celu w sieciach napowietrznych stosuje się r o ż k i oraz pierścienie ochronne, umocowane na izolatorach, oddalając w ten sposób od nich ewentualne łuki elektryczne. Ponieważ izolatory, zwłaszcza najwyższych napięć, są bardzo kosztowne, a łuk powstający bezpośred-



Rys. 7. Uszkodzenie przekładnika prądowego

nio na izolatorze powoduje na ogół zniszczenie go, oddalenie łuku przez zastosowanie różków lub pierścieni daje bardzo dobre rezultaty.

W sieciach kablowych skutki zwarć żył kabla są nieraz nieprzyjemniejsze niż na liniach na-

powietrznych, gdyż przy zbyt ciasnym ułożeniu kabli w rowie, łuk powstający przy zwarciu może zniszczyć sąsiednie kable.

Zwarcie z ziemią w urządzeniach prądu stałego nie jest groźne, gdyż nie ma przy nim



Rys. 8. Pręt uzwojenia maszyny elektrycznej uszkodzony wskutek zwarcia z ziemią

przepływu energii. Jest ono oczywiście niepożądane, gdyż w razie uziemienia drugiego przewodu mamy do czynienia z dwubiegunowym zwarciem z ziemią, które może spowodować poważne zniszczenia.

Najważniejsze szkody materialne powodują zwarcia międzyprzewodowe i zwarcia z ziemią maszyn i urządzeń elektrycznych. O ile skutki zwarcia w sieci napowietrznej lub kablowej zmuszają ewentualnie tylko do wymiany uszkodzonych izolatorów lub przepalonych odcinków linii napowietrznych lub kablowych, to uszkodzenia spowodowane łukiem elektrycznym wewnątrz aparatów lub maszyn, powodują na ogół dłuższe remonty. Oprócz kosztów remontu uwzględnić należy wtedy straty spowodowane przymusowym postojem maszyny. Z tych względów konieczne jest należyte wyposażenie kosztownych maszyn w czułe i pewne w działaniu urządzenia zabezpieczające.

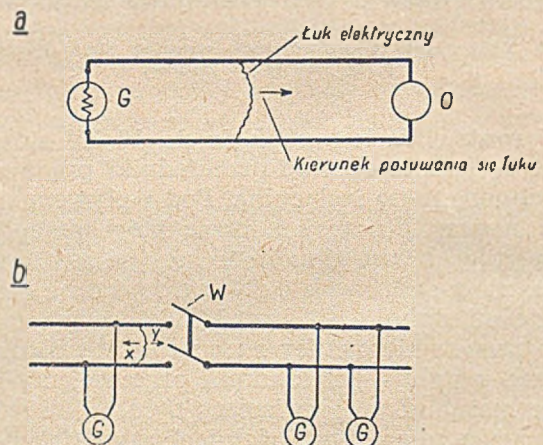
Na rysunku 8 pokazany jest pręt uzwojenia maszyny, uszkodzony wskutek zwarcia z ziemią.

Przy badaniu strat, jakie powstają przez uszkodzenie urządzeń elektrycznych i przy wyjaśnianiu przyczyn tych uszkodzeń stwierdzamy przeważnie, że zniszczenia spowodowane łukiem elektrycznym w bardzo rzadkich tylko przypadkach zachodzą tam, gdzie powstało zwarcie. Łatwość przenoszenia się łuku, porównanego w górę przez rozgrzane nim powietrze, powoduje że łuk posuwa się po przewodach ułożonych pionowo. Oprócz tego ruchu, spowodowanego zjawiskami cieplnymi, dochodzi jeszcze

ruch wskutek działania sił magnetycznych prądu zwarcia, które starają się odsunąć łuk od miejsca, w którym powstał.

Na rysunku 9a przedstawiony jest kierunek posuwania się łuku przy jednostronnym zasilaniu miejsca zwarcia. O ile miejsce zwarcia zasilane jest generatorami z dwóch stron, to łuk jest zawsze odpychany od tego źródła energii, które dostarcza większego prądu zwarcia. Jeśli zdarzy się przy tym, że wskutek wyłączenia wyłącznika mocy jedno ze źródeł energii zostanie odłączone, to łuk wraca z powrotem wzdłuż przewodów. Przenoszenie się łuku elektrycznego powoduje szybkie przesuwanie się punktów zapłonu łuku wzdłuż przewodów, przez co uszkodzenie ich jest mniejsze niż przy łuku pozostającym w miejscu powstania. Wędrowny łuk elektryczny zatrzymuje się dopiero tam, gdzie napotyka na swej drodze przeszkodę. Dlatego największe uszkodzenie stwierdzamy, po zakłóceniu w rozdzielni, na izolatorach przepustowych, przekładnikach prądowych lub na końcach szyn zbiorczych.

Opisane powyżej możliwości uszkodzenia urządzeń elektrycznych zmuszają kierownictwo ruchu nie tylko do odpowiedniego przygotowania się do możliwie szybkiego usunięcia skutków uszkodzeń, ale również do gruntownej analizy przyczyn i przebiegu zakłóceń, gdyż w



Rys. 9. Przenoszenie się łuku elektrycznego: a) przy jednostronnym zasilaniu generatorem; b) przy dwustronnym zasilaniu; G — generator; O — odbiornik; W — wyłącznik; X — kierunek przenoszenia się łuku przy zamkniętym wyłączniku W; y — kierunek przenoszenia się łuku przy otwartym wyłączniku W

ten sposób kierownik ruchu nabiera doświadczenia oraz zaczyna cenić i otaczać opieką urządzenia ochronne, których należyte działanie może go zabezpieczyć przed nieprzyjemnymi skutkami zakłóceń w normalnym ruchu.

Nagrzewanie promieniami podczerwonymi

W trosce o wykonanie planu 6-letniego Rząd nasz czyni wszelkie wysiłki, mające na celu ułatwienie pracy robotnikowi oraz przyspieszenie i ulepszenie produkcji. Zadanie to powierzono Komitetowi Postępu Technicznego. Wśród uchwał tego Komitetu bardzo interesującą dla przemysłu elektrotechnicznego jest uchwała w sprawie stosowania promieni podczerwonych do suszenia lub grzania. Treść tej uchwały wraz z załącznikiem podaje Redakcja na str. 186 niniejszego zeszytu. Załącznik podkreśla korzyści wynikające ze stosowania promieni podczerwonych do suszenia lub grzania oraz wymienia przykładowo szereg procesów technologicznych, gdzie może znaleźć zastosowanie ten sposób suszenia lub grzania.

Przemysł elektrotechniczny jest specjalnie zainteresowany w tej nowoczesnej metodzie i to nie tylko dlatego, że można będzie ją stosować przy wielu procesach, jak suszenie płyt akumulatorowych, uzwojeń maszyn i transformatorów, oleju transformatorowego, powierzchni lakierowanych oraz elementów nasycanych lakierem itp., ale również i z tego względu, że właśnie przemysł elektrotechniczny będzie producentem urządzeń grzejnych omawianego typu.

Zapewne też racjonalizatorzy przemysłu elektrotechnicznego dostarczą szereg ulepszeń do produkowanych urządzeń, jako też wskażą możliwość stosowania nowej metody w różnych innych procesach technologicznych.

Artykuł poniższy stanowi wprowadzenie do zagadnienia produkcji i stosowania nowych urządzeń grzejnych. Artykuł omawia na wstępie podstawy fizyczne różnych sposobów nagrzewania, podkreślając różnicę między nagrzewaniem drogą konwekcji a napromieniowaniem. Następnie przechodzi do omówienia konstrukcji i działania stosowanych w praktyce źródeł promieniowania, wreszcie przedstawia szczegółowo zakresy i możliwości stosowania promieniowania podczerwonego do nagrzewania, suszenia i odparowywania różnych materiałów i substancji. Artykuł podkreśla wyraźnie korzyści płynące ze stosowania nowej metody, jednak ostrzega przed bezkrytycznym stosowaniem jej jako metody uniwersalnej.

Nagrzewanie jest środkiem powszechnie stosowanym w procesach przemysłowych i do najrozmaitszych celów, od wywoływania zmian fizykalnych (jak wydłużanie, zmiękczanie, topienie i odparowanie) aż do przyspieszania reakcji chemicznych. Wybór najdogodniejszej metody nagrzewania dla danego procesu wymaga zarówno szczegółowej znajomości przebiegu pracy, jak też i metod nagrzewania, odpowiadających danemu celowi.

Do niedawna stosowano głównie nagrzewanie przez przewodzenie ciepła (kondukcja) oraz prądem powietrznym (unoszenie ciepła czyli konwekcja); wprawdzie osiągało się przez to żądane wyniki, ale w wielu przypadkach działo się to zbyt wolno; w ostatnich latach zwrócono wysiłki w kierunku skrócenia czasu potrzebnego do nagrzewania. Istniejące metody zostały więc poddane rewizji i wprowadzono metody nowe, z których najważniejsze są: nagrzewanie przy

pomocy wysokiej częstotliwości oraz przez zastosowanie promieniowania podczerwonego. Zanim przystąpimy do wyłożenia podstaw i wyników nagrzewania promieniami podczerwonymi, omówimy pokrótce poszczególne sposoby rozprzetrzenia się ciepła i porównamy je między sobą.

Przenoszenie ciepła.

Przenoszenie ciepła z przedmiotu o temperaturze wyższej na przedmiot o niższym stopniu nagrzania może być przeprowadzone trzema sposobami: przez przewodzenie, przez prądy unoszenia albo przez promieniowanie.

Aby nastąpiło przenoszenie ciepła przez **p r z e w o d z e n i e**, musi przedmiot stykać się ze źródłem ciepła. Stosować tę metodę można tam, gdzie powierzchnie ogrzewane mają kształt dogodny i mogą być nagrzewane przez zetknięcie się z powierzchnią źródła ciepła. O ile przewodność cieplna przedmiotu jest dostateczna do zapewnienia niezbędnego stopnia równomierności ciepła w materiale, to ten sposób nagrzewania jest skuteczny.

Przedmiot jest nagrzewany **p r ą d a m i u n o s z e n i a**, gdy ciepło jest mu dostarczane na skutek ruchu ogrzanej cieczy lub gazów, z którymi jest w styczności. Jeśli ruch tego środowiska powstaje samoczynnie, mówimy o prądach naturalnych; przez zetknięcie się z chłodniejszą powierzchnią przedmiotu zwiększa się gęstość środowiska w danym miejscu i ochłodzona ciecz (albo gaz) opada własnym ciężarem, a na jej miejsce samoczynnie przychodzi ciecz o temperaturze wyższej. Jeśli ruch środowiska ogrzewającego jest wywołany z zewnątrz (wentylatorem w gazach, mieszałem w cieczach) są to prądy sztuczne. Stosowanie pieców o prądach naturalnych posiada tę wadę, że nagrzewanie trwa na ogół bardzo długo.

Nagrzewanie metodą wysokiej częstotliwości.

Nagrzewanie tą metodą różni się od sposobów opisanych powyżej tym, że w metodzie tej nie działa przenoszenie ciepła, lecz ciepło jest wytworzone na drodze elektrycznej bezpośrednio wewnątrz materiału. Rozróżniamy dwie różne metody nagrzewania przy użyciu prądów wysokiej częstotliwości:

Przy nagrzewaniu elektrycznym materiał podgrzewany stanowi **d i e l e k t r y k m i ę d z y o k ł a d k a m i k o n d e n s a t o r a** zasilanego prądem wysokiej częstotliwości. Nagrzewanie odbywa się na rachunek strat w dielektryku; przy założeniu jednorodności materiału nie powstają straty ciepłne na jego powierzchni i wzrost temperatury jest równomierny. Metoda ta jest dogodna, gdy idzie o równo-

mierne podgrzanie grubej warstwy materiału nieprzewodzącego elektryczności oraz w przypadkach kiedy cienka warstwa dielektryku wymaga prędkiego i równomiernego nagrzania.

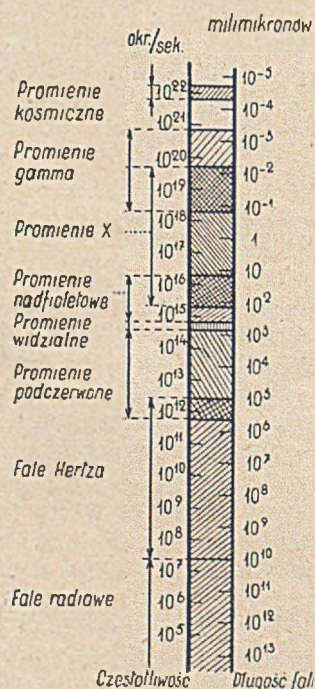
Metoda druga, n a g r z e w a n i e i n d u k c y j n e, jest używana przy materiałach, które stanowią dobre przewodniki elektryczności. Materiał podgrzewany umieszczony wewnątrz cewki, przez którą przepływa prąd wysokiej częstotliwości, szybko się nagrzewa dzięki prądom indukowanym w materiale.

Promieniowanie podczerwone.

Po świetnych doświadczeniach z nagrzewaniem przy pomocy promieniowania podczerwonego w przemyśle różnych krajów, metoda ta staje się coraz powszechniejsza. Rozwój jej popierają przede wszystkim liczne zalety, wysuwające tę metodę na pierwsze miejsce w porównaniu z innymi sposobami nagrzewania.

Już 150 lat temu znane było działanie ciepłe niewidzialnej części widma słonecznego, która leży poza częścią czerwoną i pod względem długości fali tworzy przejście między światłem widzianym a falami elektromagnetycznymi, stosowanymi w radiotechnice.

R y s u n e k 1 uwidacznia graficznie u m i e j s c o w i e n i e pasma podczerwonego w widmie promieniowań elektromagnetycznych. W paśmie tak rozległym promieniowanie określone różnymi długościami fal posiada naturalnie rozmaite właściwości oraz zachowuje się różnie względem materiałów, na jakie natrafia. Na ogół możemy sobie szerokie to pasmo, dziesięciokrotnie rozleg-



Rys. 1. Rozmieszczenie fal elektromagnetycznych różnego rodzaju w widmie ciągłym.

lejsze niż pasmo promieniowania widzialnego podzielić na kilka pasm węższych:

P a s m o b l i s k i e, obejmujące długości fal 760 do 1000 milimikronów. Promienie takich długości fal są wytwarzane przez żarówki, lampy łukowe i rury neonowe; stosuje się je w fotografii podczerwonej, analizie spektralnej i terapii. Przenikają dobrze przez mgłę i przez skórę. Przez wodę przechodzą także, jeśli ta jest w warstwach cienkich.

P a s m o s u s z ą c e o długości fal od 1000 do 2000 milimikronów. Źródłem promieniowania tych długości fal są specjalne lampy grzejne zwane inaczej promiennikami podczerwieni. Stosuje się je przy suszeniu przemysłowym i przy terapii. Promienie tego rodzaju przechodzą dobrze np. przez szkła organiczne i lakiery.

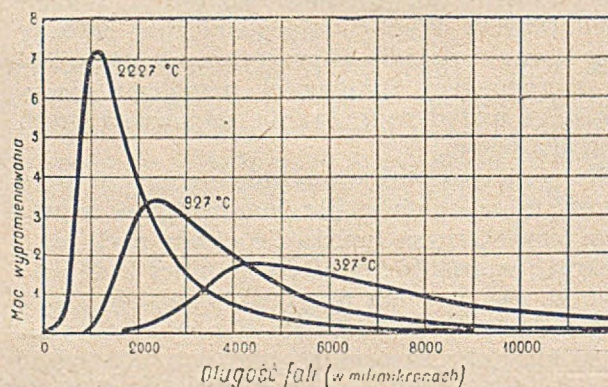
P a s m o ś r o d k o w e o rozpiętości od 2000 do 3000 milimikronów. Źródłem promieni są tu przyrządy do ogrzewania, radiatory, piece. Ten rodzaj promieniowania stosuje się do suszenia, w analizie spektralnej i w terapii. Przenika ono dobrze przez wyroby ze sztucznej gumy, przez kauczuk i przez niektóre rodzaje szkła.

P a s m o d a l e k i e o długości sięgającej ponad 20000 milimikronów. Promienie te są wysyłane przez ciała niezbyt gorące i stanowią przedmiot badań naukowych. Przechodzą one tylko przez bardzo cienkie warstwy powietrza i przez próżnię.

Fizyczne źródła promieniowania.

Ilość promieniowania, jaką wydaje z siebie ciało gorące, zależy od jego temperatury, wielkości powierzchni i zdolności promieniowania. W rozważaniach na temat przenoszenia ciepła spotyka się bardzo ważne pojęcie c i a ł a b e z w z g l ę d n i e c z a r n e g o. Określa się je jako ciało pochłaniające wszystkie rodzaje promieniowania, jakie na nie trafi, a samo mające najwyższą zdolność promieniowania, którą przyjmuje się jako równą jedności.

Jakość i ilość wypromieniowanej energii cieplnej zmienia się naturalnie wraz z temperaturą, a krzywe przedstawione na r y s. 2 wykazują s p e k t r a l n y s k ł a d e n e r g i i



Rys. 2. Rozkład energii promieniowania ciała doskonale czarnego przy różnych temperaturach.

w y p r o m i e n i o w y w a n e j z ciał bezwzględnie czarnych przy temperaturach 2227°C (2500 °K), 927 °C (1200 °K) i 327 °C (600 °K)*. Wszystkie krzywe przedstawiają jednakową całkowitą ilość promieniowania. Ponieważ ciało bezwzględnie czarne przy temperaturze absolutnej T (°K) wysyła z jednostki powierzchni

$$5,7 \cdot 10^{-12} T^4 \text{ watów/cm}^2$$

wynika stąd, że powierzchnie przytoczonych źródeł są odwrotnie proporcjonalne do czwartych potęg temperatur powierzchniowych. Znaczy to, że dla określonej energii promieniowania—ciała o temperaturze niższej muszą posiadać powierzchnię daleko większą. Na przykład przy obniżeniu temperatury z 2500° K na 1200° K musi powierzchnia być zwiększona 18,8 razy a przy obniżeniu na 600 °K — 302 razy.

Z krzywych wynika, że przy zwiększeniu stopnia nagrzania źródła jest wysyłane promieniowanie o mniejszych długościach fal i znaczna część jego występuje jako światło widzialne (a więc w granicach od 380 do 780 milimikrów).

Praktyczne źródła promieniowania.

W praktyce nie spotyka się ciał bezwzględnie czarnych, co komplikuje wzory do obliczania przenoszenia ciepła. W przypadku „c i a ł a s z a r e g o” promieniowanie jest obniżone proporcjonalnie przy wszystkich długościach fal o wartości, jakie otrzymamy przy pomnożeniu wielkości odpowiadających ciału bezwzględnie czarnemu przez współczynnik, wyrażający zdolność promieniowania ciała szarego; jest on zawsze mniejszy od jedności. Krzywe rozkładu energii dla „ciała szarego” posiadają kształt taki sam, jak dla ciała bezwzględnie czarnego, wartość energii jest jednak mniejsza. Źródła, które posiadają zdolność promieniowania zmieniającą się z długością fali i z temperaturą, podlegają prawom innym niż te, które odpowiadają ciału bezwzględnie czarnemu i ciału szaremu.

Stosowane w przemyśle źródła promieni podczerwonych są dwóch rodzajów: rozżarzane albo płomieniem gazowym, albo prądem elektrycznym. Najbardziej rozpowszechnione są źródła wymienione ostatnio, w formie włókna wolframowego, zawartego w bańce szklanej.

Przy wyrobie normalnych żarówek oświetleniowych trzeba było wynaleźć włókno jak naj-

odpowiedniejsze, zdolne wytrzymać jak najwyższą temperaturę, aby wg prawa o promieniowaniu ciała czarnego (rys. 2), lub też — ściślej — ciała szarego, promienie emitowane należały możliwie do widzialnej części widma. Przy lampach podczerwonych warunki są inne: włókno osiąga temperaturę tylko około 2170 °C (czyli 2450 °K), a promieniowanie przez nie emitowane należy przeważnie do podczerwonej suszącej części widma.

Lampy grzejne tzw. promienniki podczerwone do celów przemysłowych są kilku typów, zależnie od napięcia i mocy oraz kształtu i urządzenia reflektora. Lampy na napięcie 110 V mają włókno grubsze, co posiada znaczne zalety i pozwala je także łączyć w szereg przy napięciu sieci 220 V. Zależnie od ich mocy rozróżniamy typy 250W, 500W, 1000W; według kształtu osłon dwa typy główne: lampy kształtu kulowego i lampy paraboliczne.

Dobre ześrodkowanie promieni na przedmiocie suszonym lub obrabianym jest bardzo potrzebnym warunkiem oszczędnej pracy. Dlatego stosuje się reflektory do odbijania promieni, wysyłanych przez włókno i to albo zewnętrzne, albo w kształcie powierzchni odbijającej, narzuconej wprost na zewnętrzną powierzchnię bańki. Jako zalety tego ostatniego sposobu urządzenia przytoczyć można:

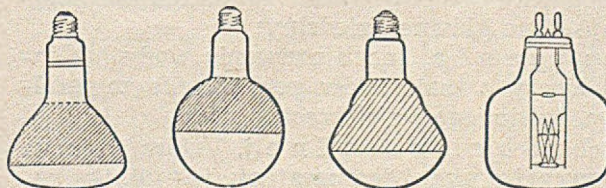
1. wewnętrzna powierzchnia zwierciadlana utrzymuje, w przeciwieństwie do reflektora zewnętrznego swą wysoką zdolność odbijania, nie wymagając specjalnej opieki,

2. zapobiega się uszkodzeniu mechanicznemu i działaniu wpływów chemicznych na powierzchnię zwierciadlaną oraz jej zanieczyszczeniu,

3. reflektor wewnętrzny nie wymaga specjalnego umocowania i nie potrzeba dlań miejsca,

4. w zwykłej lampie podczerwonej muszą liczne promienie, odbite przez reflektor zewnętrzny, przejść ponownie przez szkło lampy, co z natury rzeczy jest połączone ze stratami. Lampa z reflektorem wewnętrznym wady tej nie posiada.

Żywot żarówki zwykłej, używanej do oświetlenia trwa około tysiąca godzin. Lampy podczerwone posiadają trwałość około 5000 godzin, czyli w przybliżeniu pięciokrotną. Na r y s. 3 a,



Rys. 3. Różne kształty promienników podczerwieni (lamp grzejnych promieniowania podczerwonego)

b, c, d są schematycznie przedstawione różne kształty bańek promienników podczerwonych.

Poszczególne lampy urządzenia grzejnego wmontowuje się zazwyczaj w wierzchołkach siatki utworzonej z trójkątów równobocznych,

*) Jak wiadomo, wszelki ruch cząsteczek wewnątrz materii ustaje przy temperaturze absolutnego zera, równej —273° C. W pewnych przypadkach wygodniej jest operować punktem odniesienia temperatury do absolutnego zera, niż punktem odniesienia temperatury do zera w skali Celsjusza. Punkt zerowy w skali Celsjusza odpowiada temperaturze topniejącego lodu (pod ciśnieniem normalnym). Skala absolutna operuje stopniami Kelwina. Zamiennosc stopni Kelwina na stopnie Celsjusza określa się wzorem:

$$^{\circ}K = (x + 273)^{\circ}C \text{ (przyp. Redakcji).}$$

aby całkowite opromienienie powierzchni było jak najrównomierniejsze. Natężenie promieniowania w dowolnym punkcie powierzchni stanowi sumę natężeń pochodzących od poszczególnych lamp.

Zasada nagrzewania promieniami podczerwonymi.

Gdy promieniowanie trafi na materiał, częściowo się odbije a częściowo zostaje pochłonięte przez materiał. Ta zdolność odbijania materiału jest czynnikiem bardzo ważnym, gdyż do nagrzewania będzie wykorzystane tylko to promieniowanie, które przenikło do materiału i zostało przezeń pochłonięte. Do tego potrzeba: aby w materiale pobudziło ono do rezonansu specjalne układy drgające różnych typów. Zagadnienie to jest bardzo skomplikowane i wymagałoby oddzielnego omówienia.

Jeśli pochłanianie promieniowania zachodzi tylko na powierzchni materiału, oznacza to, że warstwy położone głębiej muszą być ogrzewane za pomocą przewodzenia, co nie jest dogodne ze względu na okoliczność, iż większość materiałów podlegających suszeniu to kiepskie przewodniki ciepła. Przy lakierach dołącza się jeszcze fakt, że na powierzchni tworzyłaby się sucha twarda warstwa, któraby utrudniała bardzo dalsze przesychanie głębszych warstw lakieru.

Zbyt silne przewodzenie ciepła przez materiał nie jest także korzystne, ponieważ energia promieniowania przechodzi przez materiał obrabiany i nagrzewa dolne jego warstwy oraz podkładkę, która dalej przewodzi ciepło. Ten przypadek jest na ogół połączony z wielkimi stratami cieplnymi i dlatego nie jest ekonomiczny.

Za idealny należy uważać przypadek, gdy dostateczna ilość energii przenika aż w pobliże podkładu, wobec czego powstaje pochłanianie w całej prawie warstwie suszonej, podczas gdy podkład nagrzewa się zaledwie nieznacznie.

Stosowanie promieniowania podczerwonego.

Zakres stosowania promieniowania podczerwonego do nagrzewania jest już dziś bardzo rozległy i nie będziemy tu wliczali dziesiątków przypadków, w których dało ono dobre wyniki. Na ogół można powiedzieć, że zakres ten obejmuje dwie główne dziedziny:

s u s z e n i a, czyli usuwania wody lub innej cieczy z materiałów pochodzenia mineralnego, roślinnego i zwierzęcego oraz

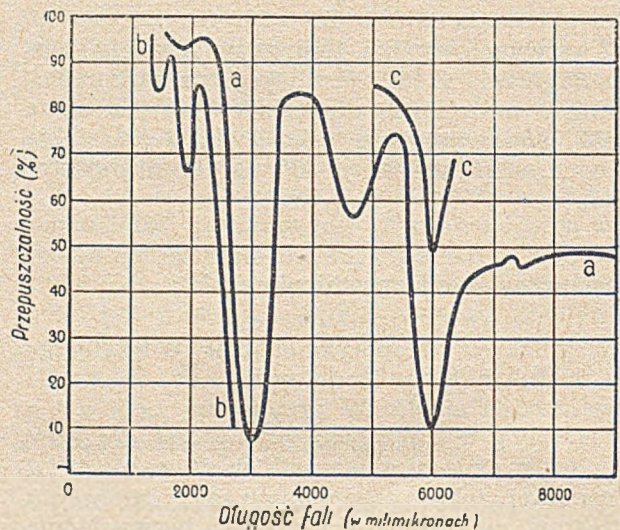
o b r ó b k i c i e p l n e j, która wymaga zazwyczaj wyższej temperatury, jak np. wulkanizacja kauczuku, palenie lakierów, polimeryzacja żywic sztucznych itp.

Są naturalnie i przypadki, które do żadnej z obu dziedzin nie dadzą się zaliczyć, jak np. nagrzewanie części łączących przed ich nakładaniem na części ściągane, ogrzewanie silników samochodowych w otwartych miejscach parkowania w zimie i inne.

Wysuszanie wody z materiałów stałych.

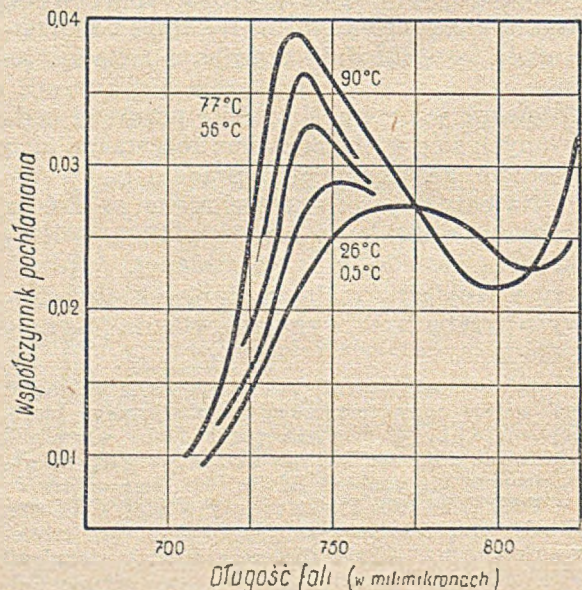
Przy omawianiu wysuszania wody z materiałów stałych musimy mieć na względzie:

1. Zdolność do pochłaniania promieni podczerwonych. Woda należy do ciał, przepuszczających tylko bardzo niewielką część promieniowania na nią trafiającego. Ta charakterystyczna właściwość pozostaje w zależności od długości fali promieniowania, temperatury oraz grubości warstwy wody. Widmo absorpcyjne wody (zdolność pochłaniania promieniowań o różnej długości fali przez wodę — przyp. Redakcji) nie jest linią prostą, ale krzywą wykazującą ostro zarysowane maxima i minima. Rys. 4 przedstawia krzywe dla gru-



Rys. 4. Przepuszczalność promieni przez wodę dla fal o różnej długości i różnych grubościach warstw wody.

bości warstwy wodnej 0,5, 0,1, 0,001 mm (krzywe b, a, c). Zależność zdolności absorpcyjnej wody od jej temperatury wskazują krzywe na rys. 5. Widzimy z nich, jak przy



Rys. 5. Pochłanianie promieni przez wodę dla fal o różnych długościach i dla różnych temperatur wody.

wzroście temperatury staje się wyraźniejszym maximum pochłaniania.

2. Przepuszczalność środowiska pomiędzy źródłem promieni a przedmiotem suszonym względem promieni podczerwonych. Przy suszeniu gromadzą się pomiędzy lampami a przedmiotem suszonym pary wodne i inne, ewentualnie również kurz, w wyniku czego przejście promieni przez tę atmosferę jest utrudnione w mniejszym lub większym stopniu. Pomimo to bliskie i suszące pasmo podczerwone przenika jeszcze dość dobrze przez mgłę i w praktyce wystarczy postarać się o wentylację naturalną albo o umiarkowaną wentylację, aby gęstość par nie przekroczyła granicy obniżającej wydatnie skutki promieniowania.

3. Sposób wiązania wody w materiale. Zrozumiałe, że woda nie da się usunąć tak łatwo, gdy jest związana w materiale chemicznie, jak wówczas, gdy jest prosto zmieszana z proszkiem obojętnym a nierozpuszczalnym (wiązanie fizyczne).

4. Chłonność materiału suszonego. Suszenie jest skuteczniejsze, gdy materiał silnie pochłania promienie, jak np. grafit, aniżeli gdy promienie dobrze odbija, jak np. proszek brązu. Materiał przepuszczający promienie w sposób doskonały, nie zagrzałby się wogóle, tak samo jak materiał, któryby wszystkie doń dochodzące promienie odbijał.

5. Barwa przedmiotu ma duże znaczenie przy suszeniu, co należy uwzględniać przy rozważaniu zagadnienia suszenia powłok barwnych.

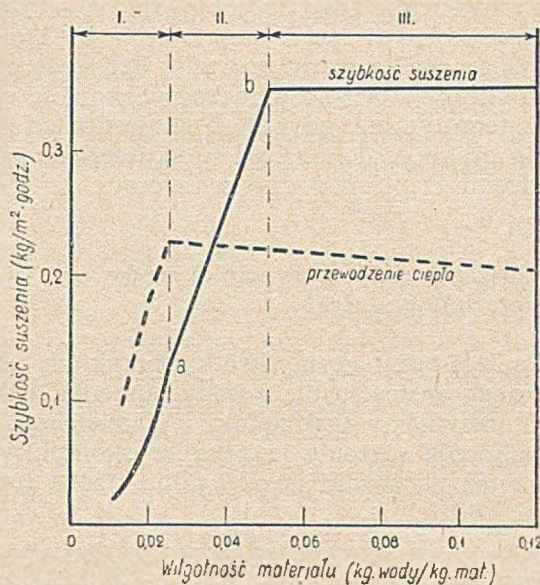
Proces wyparowywania wody *)

W rozpowszechnionych piecach o gorącym powietrzu (piecach konwekcyjnych), ogrzewa się powierzchnię przedmiotu prądem ciepłego powietrza. Wsuszenie materiału dotyczy jednak i jego wnętrza, skąd woda pod działaniem włoskowatości musi się wydostać na powierzchnię, a często przenikać przez stwardniałą skorupę, jaka tymczasem utworzyła się na powierzchni.

Proces suszenia możemy sobie wyobrazić w trzech stadiach:

1. Faza stałej prędkości suszenia. Wilgotność zewnętrznych warstw spada w czasie suszenia aż do określonej granicy. Gdy ta zostaje osiągnięta, następuje przełamanie krzywej suszenia w punkcie krytycznym, w którym rozpoczyna się faza druga (rys. 6). W fazie pierwszej suszenia ilość wilgoci odparowanej w jednostce czasu zależy od oporu warstw wewnętrznych. Praktycznie nie można dokonać całkowitego wysuszenia przedmiotu już w tej fazie; byłoby to możliwe tylko dla cienkiej warstwy cząsteczek, której suszenie zostałoby uskutecznione w mgnieniu oka.

2. Faza powierzchni nienasyconej. W tej fazie zmniejsza się dopływ wilgo-



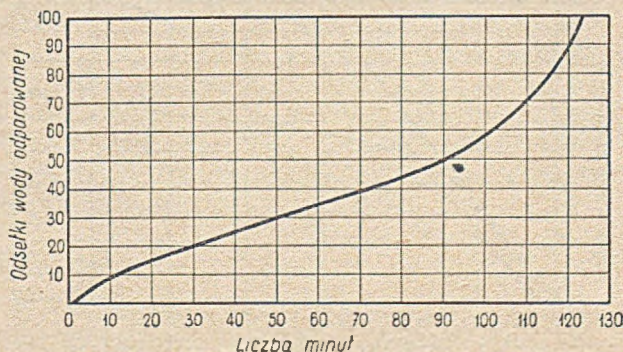
Rys. 6. Przebieg suszenia niektórych materiałów stałych.

ci z wnętrza, aż zasób wody w warstwach zewnętrznych zupełnie się wyczerpie, a od tej chwili rozpoczyna się faza trzecia. Zupełnie cienkie przedmioty są faktycznie wysuszone już podczas tych dwóch faz.

3. Faza oporu wewnętrznego. Rozpoczyna się w punkcie zagięcia krzywej suszenia. Do doprowadzenia wilgoci z warstw głębszych na powierzchnię potrzeba fizycznych i fizykochemicznych sił dyfuzji i włoskowatości. Faza ta jest najważniejsza dla ciał masywnych o znacznej grubości.

Odparowywanie wody wolnej

Warstwę wody grubości 1 cm można bardzo skutecznie odparować za pomocą promieni podczerwonych lamp grzejnych rozmieszczonych według wzoru rombowego o rozstawieniu osi 20 cm i na wysokości 20 cm ponad lustrem wody. Przebieg odparowywania przedstawia krzywa na rys. 7. Pod koniec odparowywania ulega przyspieszeniu gdyż grubość warstwy maleje i parowanie staje się łatwiejsze. W większości przypadków trzeba poświęcić około 1 kWh na wyparowanie każdego kilograma wody przy przytoczonym nasileniu promieniowania.



Rys. 7. Przebieg odparowywania wody z materiałów stałych.

*) Treść tego ustępu oraz opis rys. 6 nasuwają zastrzeżenia (przyp. Redakcji).

Zastosowanie tego sposobu zaleca się przy suszeniu blach i części metalowych, do których przylega cienka warstwa wody. Prędkość parowania może znacznie przekroczyć wartość ustaloną teoretycznie, gdyż do bezpośredniego działania promieni dołącza się tu skuteczne rozprzewodzenie ciepła pod warstwą cieczy.

Wysuszanie (odparowywanie) wody z materiałów stałych.

Poniżej przytoczymy krótkie przykłady praktycznego zastosowania zasady suszenia, o którym mówiliśmy poprzednio. Widzieliśmy, że zagadnienie suszenia jest bardzo skomplikowane; toteż przypadki poszczególne trzeba rozpatrywać oddzielnie.

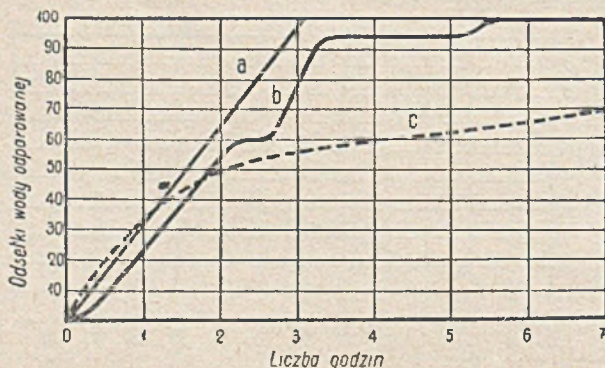
Suszenie materiałów mineralnych.

Przy suszeniu materiałów mineralnych trzeba przede wszystkim wziąć pod uwagę, czy chodzi o materiał rozpuszczalny, czy też o nierozpuszczalny.

Przy materiale rozpuszczalnym zazwyczaj idzie o odparowanie roztworu soli o większym stężeniu: roztwór poddajemy działaniu promieniowania podczerwonego. Proces wyparowywania często jest ułatwiony przez fakt, że roztwór soli pochłania promienie lepiej niż woda czysta; gdy koncentracja roztworu wzrasta, podnosi się także i punkt parowania. Wraz ze wzrostem stężenia zwiększa się wprawdzie przeważnie i pochłanianie promieni — nie obowiązuje to jednak powszechnie: w niektórych przypadkach jest odwrotnie. Po pewnym czasie punkt nasycenia zostaje przekroczony i rozpoczyna się krystalizacja. Gdy wszystka woda wiązana fizycznie została odparowana, proces przechodzi w dehydrację, czyli może wymagać wyższej temperatury.

W przypadku materiału nierozpuszczalnego rozróżniamy:

1. Mieszanki proszku obojętnego z wodą. Suszenie odbywa się tym prędzej, im masa jest lepiej prześwietlona oraz im bardziej jest chłonna w stosunku do promieni.



Rys. 8. Przebieg odparowania wody wolnej.

Wyparowywanie odbywa się po linii prostej, jak to widzieć można na rys. 8, krzywa a.

2. W przypadku związania chemicznego lub fizykochemicznego zwalnianie wody następuje stopniowo, jak się możemy przekonać z przebiegu krzywej suszenia (np. kaolin na rys. 8, krzywa b).

3. Gdy idzie o połączenie chemiczne, np. o wodorotlenek strontu, przebieg następuje wg krzywej zagiętej, jak pokazano na rys. 8, krzywa c.

Znaczenie promieni podczerwonych w procesie suszenia

Ciepło rozpraszane przez ciało o temperaturze przynajmniej 800° C (np. w elektrycznym piecu oporowym) jest odbierane i wchłaniane bezpośrednio na powierzchni suszonych lakierów albo ciał wilgotnych w 95%, na głębokości 1 mm wszakże już tylko w 1 do 3%. Na głębokości 2 do 3 mm praktycznie już nie odbywa się wchłanianie ciepła.

Wbrew temu przenikające promieniowanie podczerwone (np. o długości fali 1200 milimikronów) jest wchłaniane w 15% na głębokości 1 mm, na dalszych milimetrach już mniej, ale wciąż jeszcze w znacznych dozach aż do głębokości kilku centymetrów.

W cieczach pochłanianie promieni podczerwonych nie jest proporcjonalne do głębokości, ponieważ milimetr pierwszy może np. przepuścić tylko 10% całkowitego dochodzącego promieniowania, podczas gdy milimetr następny przepuści daleko więcej, np. 90% promieniowania, jakie doszło do niego. Przyczyną takiej anomalii jest fakt, że znaczna część energii padająca na powierzchnię jest wchłaniana dzięki innym zjawiskom; dlatego to stosuje się tylko wybrane promienie przenikliwe.

Przez użycie promieni podczerwonych osiąga się równomierniejszy rozdział energii w materiale, co ułatwia trzecią fazę suszenia i zezwala na wysuszenie materiału aż do osiągnięcia zrównoważenia pod względem wilgotności z atmosferą otaczającą. Prędkość rozdziału ciepła na większą grubość pozwala także na suszenie przy temperaturze niższej.

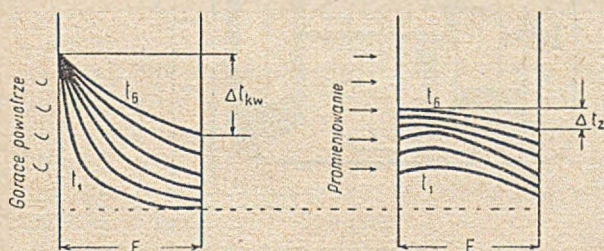
Skuteczność przenoszenia ciepła za pomocą promieni jest także większa, niż przy nagrzewaniu ciepłym powietrzem. Energia promieniowania wprawia cząsteczki w drgania i zamienia się w ciepło bezpośrednio w tym miejscu, gdzie ono ma być użyte. Powietrze otaczające przedmiot opromieniowany nie jest nośnikiem ciepła, służy natomiast za dobry izolator cieplny.

Różnicę między nagrzewaniem przy pomocy unoszenia a nagrzewaniem promieniami możemy sobie wyjaśnić jeszcze bardziej naocznie. Obserwujemy materiał grubości E i zobaczymy.

co się stanie, jeśli wystawimy go bądź na działanie gorącego powietrza, bądź na działanie promieniowania podczerwonego. W piecu konwekcyjnym trzeba utrzymywać powietrze o temperaturze T . Warstwa powierzchniowa zaraz się ogrzeje do tej temperatury, wewnątrz masy ogrzewa się dopiero stopniowo. Gdybyśmy wykreślili co minutę linię krzywą rozdziału temperatury w grubości materiału, stwierdzilibyśmy, że w materiałach, które są złymi przewodnikami ciepła trwa bardzo długo (np. 12 do 24 godzin dla drewna), nim osiągnie się wyrównanie temperatury w materiale. Woda zawarta w materiale musi się z wnętrza wydostać na powierzchnię, gdzie dopiero może być dokonana praca pożyteczna. Dzieje się to dzięki włoskowatości, a wystąpienie wody na powierzchnię jest bardzo utrudnione przez skorupę powierzchniową. Okoliczności te oddziałują bardzo niekorzystnie na skuteczność suszenia.

W przypadku naświetlenia przenikliwymi promieniami podczerwonymi energia ich zamienia się w ciepło bezpośrednio wewnątrz materiału. Gdy grubość jego jest zbyt wielka, trzeba naturalnie również liczyć się z przemieszczaniem ciepła do warstw najniższych za pomocą przewodzenia, ale znaczna część grubości jest objęta promieniowaniem, praca wyparowywania jest ułatwiona, gdyż nie jest ona ograniczona jedynie do powierzchni; skorupa utrudniająca wystąpienie cieczy się nie wytwarza, co też dobrze wpływa na jakość powierzchni: nie powstają pęknięcia, bąble, odpryski i inne wady, zwykle przy suszeniu w piecu konwekcyjnym.

Krzywe t na rys. 9, ograniczają w obu przypadkach powierzchnie prawie jednakiej;



Rys. 9. Porównanie ogrzewania drogą konwekcji i napromieniowania.

wielkości tych powierzchni wskazują na wykonanie jednakiej pracy, jednak dla promieniowania podczerwonego przy temperaturze daleko niższej i lepiej rozdzielonej wzdłuż całej grubości materiału.

I nawet, gdy w niektórych przypadkach (np. przy suszeniu ołowianych płyt akumulatorowych) można się liczyć tylko z nieznacznym przenikaniem promieniowania do materiału, to zdaje się, że i to wystarczy do znacznego przyspieszenia pracy; spostrzeżenia te zostały potwierdzone przez szereg doświadczeń i są potwierdzane wciąż na nowo również przez wyniki osiągnięte w praktyce.

Zalety nagrzewania podczerwonego

Nagrzewanie promieniowaniem podczerwonym w porównaniu ze sposobami innymi charakteryzuje się zaletami zasadniczymi, które spowodowały szybki rozwój jego w wielu krajach.

Szybkość nagrzewania jest jedną z najważniejszych zalet i była najwyższej ceniona w produkcji ostatnich lat. Suszenie odbywa się przy temperaturach niższych, co ułatwia pracę i pozwala na obróbkę takich materiałów, które nie mogą być obrabiane w sposób zwykły w piecu konwekcyjnym. Sposób ten nadaje się idealnie do wyrobu masowego; obróbka wyrobów jest równomierna, wady powierzchniowe (pęcherze, pęknięcia itp.) nie zdarzają się, produkcję można zorganizować w sposób płynny, np. przez umieszczenie pieca między dwoma stanowiskami roboczymi. Przystosowanie do istniejących lub współczesnych sposobów transportu części z biegiem produkcji jest bardzo łatwe. Nagrzewanie rozpoczyna się praktycznie w chwili włączenia lamp grzejnych do sieci, w przeciwieństwie do pieców innego rodzaju, które długo się rozgrzewa, nim osiągną one wymaganą temperaturę. Zużycie energii ogranicza się tylko do czasu, kiedy urządzenie grzejne istotnie pracuje: oszczędności czasu i energii stąd wynikających nie można niedoceniać. Wydajność energetyczna jest bardzo dobra. Dalsza zaleta — to łatwość kierowania i wprowadzenia systemu regulacji samoczynnej.

Konserwacja urządzenia wymaga wydatków minimalnych, na czyszczenie co jakiś czas i na wymianę lamp spalonych. Jedno i drugie można wykonać szybko ze względu na konstrukcję, która dopuszcza łatwy dostęp. Trwałość lamp promieniujących jest duża. Ponieważ, na jednostkę powierzchni przedmiotu suszonego kieruje się więcej ciepła (którego ilość poza tym da się regulować np. przez zmianę odległości lamp), niż w systemach innych, piece mają rozmiary nie duże i zajmują mało miejsca. Temperatura powietrza w pobliżu pieca jest niższa, co stwarza lepsze warunki pracy dla personelu obsługującego.

Mały ciężar i łatwość przenoszenia urządzeń suszących zwiększają zakres ich zastosowania. Przystosowalność do wielkości, kształtu i typu części suszonych pest doskonała. Ciężkich przedmiotów nie trzeba przenosić do pieców, gdyż mogą one być suszone wprost na miejscu.

Zakończenie

O użyciu promieni podczerwonych napisano setki artykułów, których większość propaguje ten nowy sposób nagrzewania, wskazując na

szeroki zakres zastosowania i niezliczone jego zalety. Niesłuszną rzeczą byłoby oczekiwać, że sposób ten jest środkiem uniwersalnym do rozwiązania wszystkich zagadnień nagrzewania przemysłowego. W każdym przypadku poszczególnym należy rozważyć pożyteczność i odpowiedność znanych metod nagrzewania i wybrać tę, która najlepiej odpowie naszym wymaganiom. Pomimo to należy przypuszczać, że na-

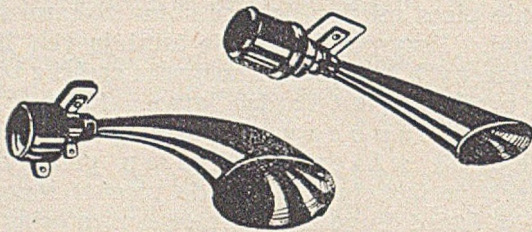
grzewanie promieniami podczerwonymi, jeśli go się właściwie będzie stosowało, może przemysłowi oddać nieocenione usługi.

*) Art. Inż. Karola Havlicka pt. „Ohrew infracervenym zarenim“ umieszczony w czeskim miesięczniku „Elektrotechnik“ Nr 4-1950 — tłum. Inż. St. Roszkowski.

Brzęczyki i syreny elektryczne

Inż. M. Różycki

Brzęczyki i syreny elektryczne znajdują szerokie zastosowanie w urządzeniach alarmowych i sygnalizacyjnych. Budowane są one do zasilania z baterii o napięciu powyżej 4,5 V, z sieci prądu stałego od 24—250 V i prądu

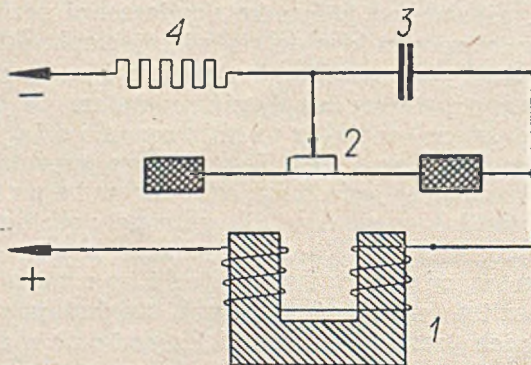


Rys. 1. Brzęczyki z tubami akustycznymi

zmiennego od 4 — 380 V. Rys. 1 przedstawia brzęczyki z tubami akustycznymi różnego kształtu. Dla warunków specjalnych buduje się je także jako wodoszczelne.

A. Brzęczyki na prąd stały.

Schemat zasadniczy brzęczyka na prąd stały (baterijny) na napięcie do 48V pokazany jest na rys. 2. Źródłem prądu jest bateria akumu-

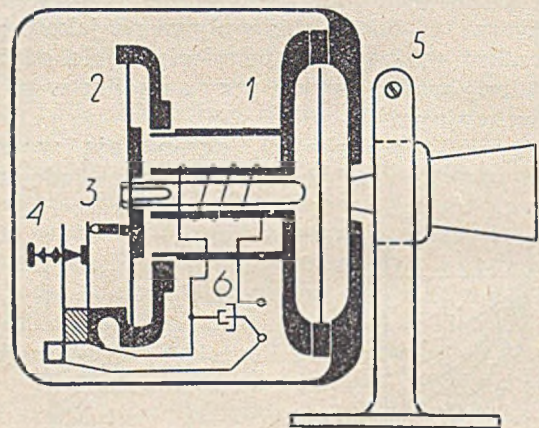


Rys. 2. Schemat zasadniczy brzęczyka na prąd stały (baterijny)

latorów względnie ogniów mokrych lub suchych. Elektromagnes 1 posiada kotwicę 2, która jest membraną wywołującą dźwięk i jednocześnie pracującą jako samoprzerywacz. Kondensator 3 i opór 4 służące do gaszenia iskier umieszczone są w obudowie brzęczyka. W brzę-

czykach styki przerywacza zazwyczaj posiadają regulację przerwy przy pomocy śrubki, do której dostęp uzyskuje się przez usunięcie pokrywy. Prąd rozruchowy wynosi przy napięciu baterii od 10—12V około 0,7 A, w urządzeniu zaś wprowadzonym w działanie na skutek wytworzonego przez drgającą membranę prądu indukcyjnego, spada do 0,3 A. Liczba wytworzonych drgań wynosi od 600—800 na sek.

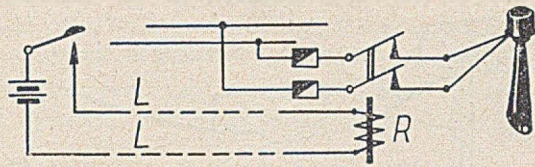
Na rys. 3 przedstawiono budowę brzęczyka na prąd stały sieciowy. Rdzeń 1 magnesu połączony jest ze sprężynującą membraną 2. Membrana ta umocowana jest na swym obwodzie i zaopatrzona w trzpień 3 zakończony nasadką izolacyjną. Drgania membrany przenoszone są



Rys. 3. Brzęczyk na prąd stały sieciowy

przez powyższy trzpień na sprężyny przerywacza 4, zamykając lub otwierając obwód elektryczny. Dźwięk zostaje wywołany przez drgania membrany 5, o którą uderza rdzeń 1. Kondensator 6 służy do gaszenia iskier. Liczba wytworzonych drgań wynosi od 600 — 800 na sek. Brzęczyk ten pracuje przy napięciu 110V, prądzie 0,15 A.

Jeśli istnieje potrzeba użycia kilku brzęczyków równocześnie załącza się je równolegle. Przewody muszą odpowiadać przepisom (PNE) i być właściwie dołączone gdyż przewożą dość duże prądy. Ponieważ przy większych odległościach koszty instalacji są znaczne, wskazane jest załączyć brzęczyk przez przekaźnik

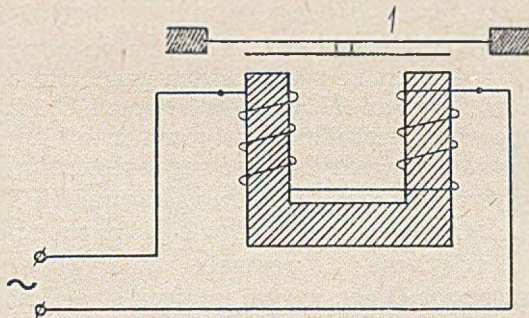


Rys. 4. Podłączenie brzęczyka przy pomocy przekaźnika

prądu słabego umieszczony w pobliżu brzęczyka. Na rys. 4 pokazane jest podłączenie brzęczyka przy pomocy przekaźnika R. Przewody prądu słabego L prowadzą do odległego włącznika.

B. Brzęczyki na prąd zmienny.

Brzęczyki na prąd zmienny cechuje duże bezpieczeństwo obsługi, gdyż nie posiadają one kontaktów regulowanych (rys. 5). Membrana 1 wywołująca dźwięk połączona jest z drugą żelazną membraną w ten sposób, że przy pobudzeniu elektromagnesu przez przepływający

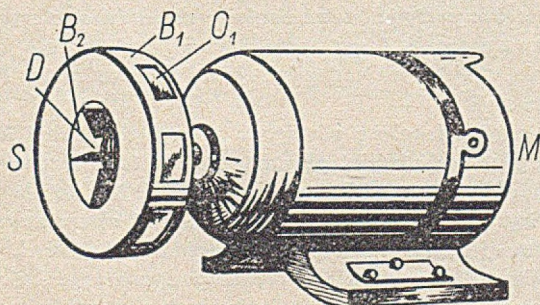


Rys. 5. Brzęczyk na prąd zmienny

prąd zmienny uderza ona w nasadkę biegunową, przy czym wprowadza membranę 1 w drgania, które wytwarzają ton o częstotliwości od 400 — 500 na sek. Zużycie prądu przy napięciu 110 V wynosi 0,7 A, przy 220 V—0,2 A. Jeśli napięcie sieci jest wyższe od tego na jaki brzęczyk jest zbudowany, załącza się go przez transformator. Można także w miarę potrzeby połączyć 2 brzęczyki szeregowo.

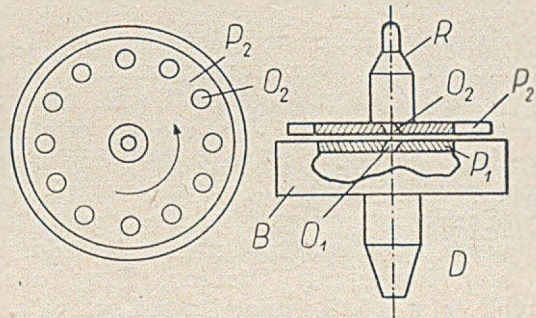
C. Syreny motorowe.

Syreny motorowe stosuje się tam, gdzie jest potrzebny sygnał o specjalnej barwie tonu i dużej donośności. Składają się one z zasadniczych dwóch części tj. silnika napędowego M i urzą-



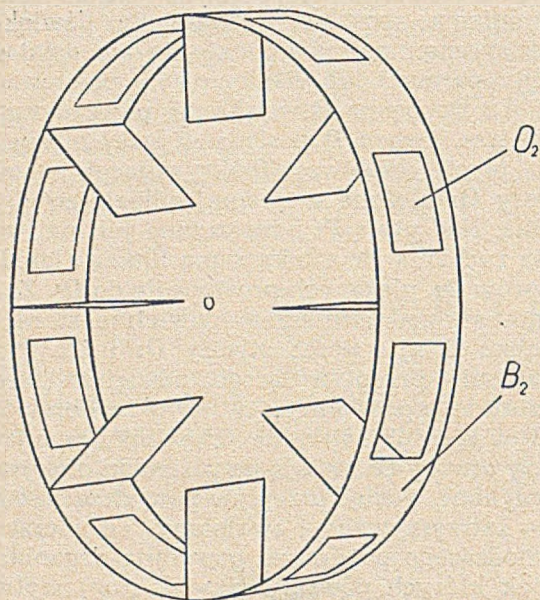
Rys. 6. Syrena motorowa

dzenia wytwarzającego dźwięk S (rys. 6). Celem zrozumienia sposobu wytwarzania dźwięków przez syrenę motorową podaje się opis działania syreny parowej lub ciśnieniowo - powietrznej (rys. 7). Do bębna B wciska się przez dyszę D powietrze. Bęben B posiada w swej nieruchomej płycie czołowej (pokrywającej) skośne otwory O₁ ułożone w równej odległości od jej środka. Nad płytą P₁ umieszczona jest na osi R płyta ruchoma P₂ z taką samą ilością (jak P₁) otworów O₂, ułożonych prostopadłe do O₁. Znajdujące się pod ciśnieniem powietrze stara się z bębna B ująć przez otwory O₁ i O₂. Przez strumienie przepływającego powietrza tarcza P₂ zostaje wprowadzona w szybkie obroty na osi R w kierunku strzałki. W wyniku wirującej tarczy otwory O₂ zostają na przemian otwierane i zamykane, a więc przepływ powietrza jest kolejno zatrzymywany i zwalniany. Te uderzenia wychodzącego powietrza, powodują drgania na skutek których powstaje dźwięk (ton) wytwarzany przez syrenę. Wysokość tonu jest uzależ-



Rys. 7. Syrena ciśnieniowo-powietrzna

niona od liczby drgań i wyraża się wzorem $N = n \cdot m$, przy czym N jest wysokością tonu, n liczbą obrotów na sek. płyty P₂ względnie liczbą obrotów motoru na sekundę (rys. 6), m ilością otworów O₁ lub O₂. Przebieg pracy syreny motorowej jest podobny. Na osi silnika zamocowany jest bęben B₂ podzielony promieniowo przegrodami (rys. 8). Bęben ten obraca się wewnątrz drugiego bębna stałego B₁ (rys. 6), który posiada w swoim obwodzie otwory O₁ równe co do ilości i wielkości otworom O₂ znajdującym się w bębnie B₂. Otwory te przy obrocie bębna wirującego są periodycznie zamykane i otwierane. W czasie pracy syreny powietrze znajdujące się w komorach bębna wirującego zostaje wprawione w obrót i siłą odśrodkową wyrzucane do otworów O₁, przez które wydostaje się na zewnątrz a powstające przez to w bębnie podciśnienie zostaje wyrównane przez wpływające otworem D powietrze. Ponieważ wysokość tonu uzyskuje się ze znanego wzoru $N = n \cdot m$, dlatego od chwili uruchomienia syreny ton jej dochodzi stopniowo do maksymalnej wysokości, a po wyłączeniu silnika stopniowo zanika. Aby wyraźnie ograniczyć sygnały o danej wysokości tonu dla danej syreny zamyka się elektromagnetycznie otwory dźwiękowe O₁ zewnętrz-

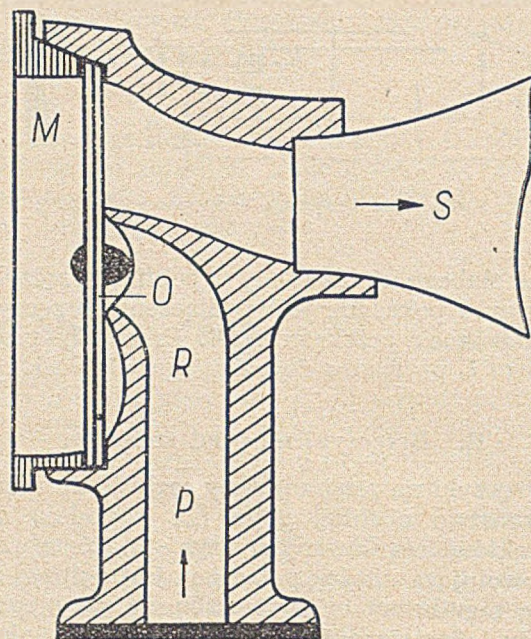


Rys. 8. Wirnik syreny motorowej

nego bębna. Chcąc otrzymać duży zasięg fal dźwiękowych wytwarzanych przez syrenę, należy przestrzegać, aby częstotliwość nie przekraczała 500 drgań na sekundę. Syreny motorowe buduje się o mocy 0,02 do 5 kW z możliwością przyłączenia do różnych napięć i prądów. Zasięg syreny jest zależny nie tylko od jej mocy ale także od szybkości i kierunku wiatru oraz konfiguracji terenu. Przy wietrze o szybkości 4 m/sek. wolno stojąca syrena o mocy 2 kW ma zasięg w kierunku zgodnym z kierunkiem wiatru — 10 km, w kierunku przeciwnym do kierunku wiatru — 3 km, a poprzeczny — 6 km.

D. Tyfon.

Nowoczesny aparat dźwiękowy o dużej sile dźwięku pokazany jest na rys. 9. Aparat ten



Rys. 9. Tyfon

za pośrednictwem łącznika rurowego przyłącza się do zbiornika ze zgęszczonym gazem np. kwasem węglowym. W górnym otworze O rury R zamocowana jest silna elastyczna membrana M. Po otwarciu wentyla gazowego zbiornika, gaz wypływa o dużym ciśnieniu w kierunku P i wychyla za pomocą pierwszego nacisku membraną M. Wychylenie to pozwala by wypływający przez otwór O gaz w tym miejscu stracił na sile ciśnienia tak, że membrana M może znów zamknąć otwór O. Membrana wskutek tej zmiany między potencjalną a kinetyczną energią gazu pracuje jako samoprzerwywacz. Wytworzone fale dźwiękowe są kierowane na zewnątrz przez tubę S. Tyfony tak jak inne urządzenia sygnałowe mogą być sterowane elektrycznie z odległości.

Wystawa aparatury naukowo-badawczej ZSRR, NRD oraz Krajów Demokracji Ludowej

Inż. M. Różycki

Od dnia 1 lipca br. w gmachu Politechniki Warszawskiej czynna jest wystawa Aparatury Naukowo-Badawczej produkcji krajów: ZSRR, Czechosłowacji, Węgier, i Niemieckiej Republiki Demokratycznej. Umieszczono także niewielką ilość eksponatów polskich będących prototypami, aparatów wykonanych przez Państwowy Instytut Telekomunikacyjny i Politechnikę Warszawską.

Wystawa warszawska ma za zadanie ułatwić zakładom produkcyjnym, instytutom naukowo-badawczym, szkolnictwu wyższemu i średniemu, naukowcom, inżynierom, technikom i racjonalizatorom zaznajomienie się z dorobkiem krajów zaprzyjaźnionych, z jednoczesnym wskazaniem źródeł zaopatrzenia w potrzebne aparaty. Zaopatrzenie to jest szczególnie ważne i pilne, ponieważ

dotychczasowe wyposażenie naszych zakładów naukowych oraz laboratoriów fabrycznych zostało w czasie wojny niemal doszczętnie zniszczone. To, co ocalało, jest wobec postępu badań naukowych na świecie częściowo przestarzałe i nie może spełnić tych zadań jakie stawia nowoczesna technika, jakie nam stawia Plan 6-letni.

Z praktyki dobrze wiemy, że nie tylko badania laboratoryjne ale również pomiary warsztatowe i terenowe wymagają coraz większych dokładności, tak że określenie wyraźnej linii podziału elektrycznej aparatury pomiarowej na laboratoryjną i techniczną nie zawsze jest możliwe. Na wystawie spotykamy aparaty, z których korzystają tak laboratoria badawcze jak i zakłady produkcyjne.

Znaczną część wystawy zajmuje elektrotechnika a wiadomo, że w pracy elektryka miernictwo elektryczne odgrywa niezmiernie ważną rolę.

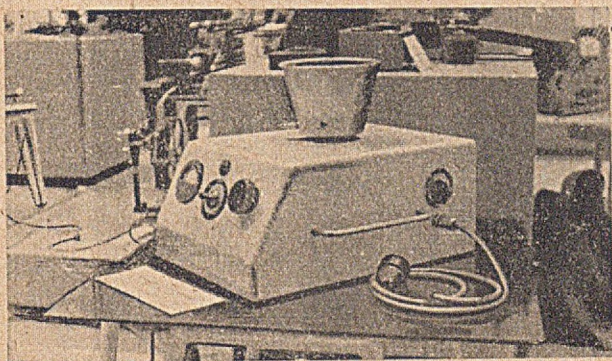
Elektrotechnika zgrupowała eksponaty z prawej strony wystawy (patrzac od wejścia), występuje ponadto



Rys. 1. Dział Elektrotechniki na Wystawie Naukowo-Badawczej

fragmentami w innych jej częściach (jak np. rentgeny przemysłowe z lewej strony, generatory ultradźwiękowe w środku).

Grupa elektrotechniczna obejmuje działy: telekomunikacyjny i miernictwa elektrycznego ogólnego. W dziale telekomunikacyjnym przedstawiono falomierze, generatory, oscylografy, pomiarowe urządzenia radiowe, teletechniczne i inne; zaś miernictwo elektryczne ogólnie wystawiło: mierniki i przyrządy pomocnicze oraz mostki pomiarowe.



Rys. 2. Generator ultradźwięków

Dział telekomunikacyjny.

a) stoisko falomierzy obejmuje częstotściomierze i falomierze na zakresy począwszy od sieciowych poprzez akustyczne skończywszy na falach centymetrowych. Ciekawym nowoczesnym rozwiązaniem jest spektrograf obejmujący zakres długości fal do 3 cm;

b) stoisko generatorów prezentuje obok generatorów akustycznych, sygnałowe z modulacją amplitudy i częstotliwości. Nowoczesna technika impulsowa reprezentowana jest przez generator impulsów prostokątnych.

c) oscylografy wystawiono w różnych rozwiązaniach konstrukcyjnych. Obok typowych uniwer-

salnych jednostrumieniowych występują oscylografy miniaturowe, dwustrumieniowe, nowoczesne przełączniki elektronowe, umożliwiające obserwacje kilku przebiegów na ekranie oscyloskopu jednostrumieniowego. Bardzo interesującym przyrządem jest synchroskop (wskaźnik synchronizmu) z lampą o szybkości podstawy czasu 50.000 km/sek. Obok elektronowych licznie reprezentowane są oscylografy pętlcowe począwszy od jedno aż do dziewięciopętlcowych.

d) pomiarowe urządzenia radiowe, teletechniczne i inne obejmują obok aparatów do pomiarów dobroci obwodów, wzmacniacze pomiarowe, mierniki parametrów kwarcu, nowoczesne linie pomiarowe z oscylografem, oraz przyrządy do badania linii. Oddzielną grupę stanowią woltomierze lampowe.

Dział miernictwa elektrycznego ogólnego.

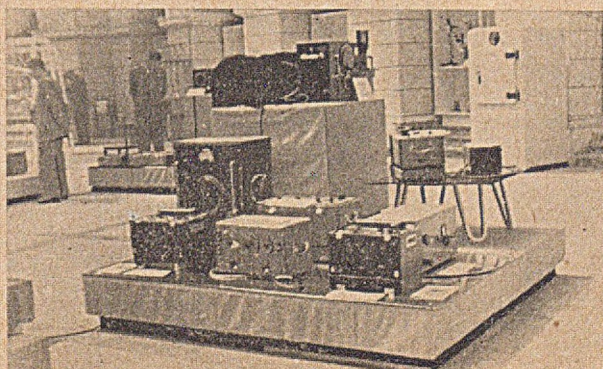
a) mierniki i przyrządy pomocnicze.



Rys. 3. Falomierze

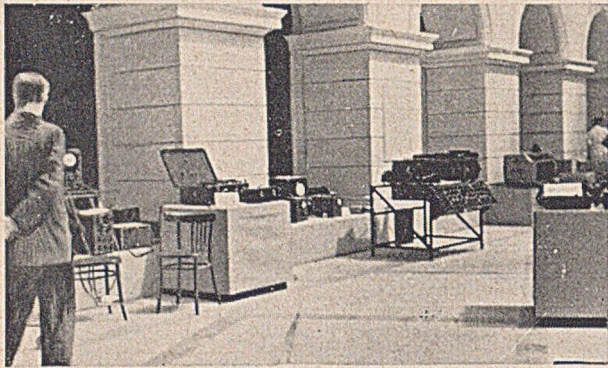
Wśród mierników na specjalne wyróżnienie zasługują amperomierze, woltomierze i watomierze elektrodynamiczne ekranowe o dużej dokładności (klasa 0,2), ze skalą bardzo długą, podziałką nonjuszową; następnie astatyczne amperomierze, woltomierze i watomierze klasy 0,5, wykonane jako egzemplarze pojedyncze i w zestawach walizkowych jako skrzynki pomiarowe z transformatorami prądowymi i oporami dodatkowymi.

Dosyć licznie reprezentowane są galwanometry. Ciekawy jest radziecki galwanometr statyczny, lusterkowy o stałej prądowej $1,5 \times 10^{-10}$ A działkę i 1 m cdlęgości skali od lusterka. Przy pomocy tego galwanometru możemy wykrywać prądy o znikomo małym



Rys. 4. Generatory

natężeniu. Interesującym jest także galwanometr balistyczny o stałej prądowej $1,5 \times 10^{-8}$ A/dz. 1 m i stałej balistycznej $1,5 \times 10^{-8}$ kulomba/dz. 1 m.



Rys. 5. Oscylografy

Pokazano także miernik strumienia (fluksomierz) magnetoelektryczny bez momentu zwracającego, o zakresie do 10 mWb* na 1 zwój przyłączonej cewki.

Energetyków na pewno zainteresuje przenośny kompensator prądu zmiennego do sprawdzania przekładników prądowych. Kompensator w układzie Hohlego wykonany jest w formie niewielkiej walizeczki. Opory wyskalowane w procentach uchybu kąowego i uchybu przekładni. Po przekręceniu przełącznika i ustaleniu równowagi na tych samych skalach odczytać można obciążenia strony wtórnej badanego przekładnika.

b) mostki reprezentowane są bardzo licznie od małych typu Wheatstone'a, Thompsona z wmontowaną wewnątrz suchą baterią poprzez duże laboratoryjne mostki prądu stałego aż do uniwersalnych prądu zmiennego służących do pomiarów oporności, indukcyjności i pojemności z wmontowanym generatorem lampowym, wzmacniaczami, wskaźnikami równowagi itp.

Jest także wiele innych ciekawych przyrządów jak ferrograf, ferrometr, mikrofaradomierz, urządzenia synchronizujące, woltomierz rejestracyjny itd.

Poza znanymi korzyściami natury technicznej wystawa Aparatury Naukowo - Badawczej jest poważnym elementem przyspieszającym rozwój współpracy gospodarczej między Polską a krajami z nią zaprzyjaźnionymi.

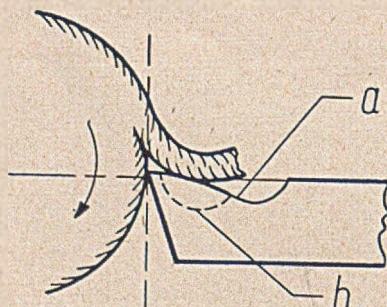
Nowa technika warsztatowa

Wykonanie planu sześcioletniego w zakresie produkcji na wszystkich odcinkach branżowych, a więc i w przemyśle elektrotechnicznym zależy w wielkim stopniu od modernizacji przestarzałych metod stosowanych w pracy warsztatowej. Artykuł poniższy może oddać znaczne usługi racjonalizatorom w tym zakresie pracy, omawia bowiem doświadczenia radzieckie — dotyczące usprawnienia niektórych prac warsztatowych z uwzględnieniem osiągniętych oszczędności energii elektrycznej.

W szczególności artykuł omawia usprawnienie narzędzi tnących, zwiększenie szybkości skrawania, hamowanie elektryczne przy badaniu silników spalinywych, nowy typ elektrod spawalniczych oraz nowy sposób hartowania w elektrolicie.

1. Pokrywanie narzędzi tnących twardym stopem.

Dla zmniejszenia zużycia narzędzi tnących zaczęto już masowo pokrywać powierzchnię narzędzi tnących

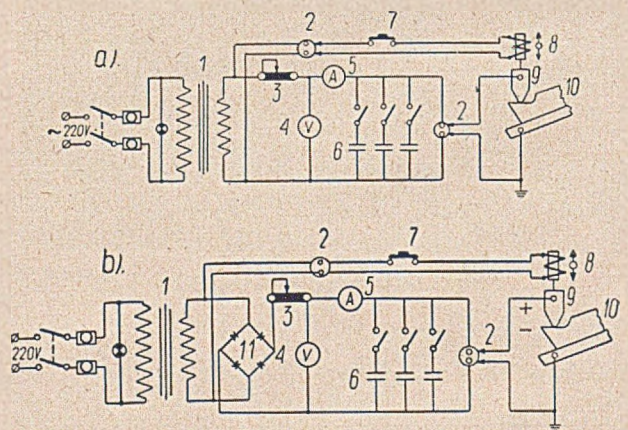


Rys. 1. Umiejscowienie utwardzenia narzędzi tnących: a — warstwa twardego stopu na nożu tokarskim; b — zarys wytierania się noża tokarskiego nie pokrytego twardym stopem.

*) miliweberów.

specjalnymi twardymi stopami. Grubość pokrycia wynosi zwykle 15 do 30 mikronów i nie przewyższa nigdy 0,1 mm. Zazwyczaj uskutecznia się pokrywanie tylko tych powierzchni narzędzi tnących, które ulegają silnemu naciskowi i ścieraniu przez zdejmowany wiór (rys. 1). Krawędzi tnących nie pokrywa się wspomnianymi stopami. Czas pracy narzędzi tnących przy tym przedłuża się 2 — 4-krotnie.

Nakładanie twardego stopu lub grafityzację powierzchni dokonywa się elektrycznym sposobem iskro-



Rys. 2. Schemat urządzenia do metalizacji sposobem elektrolitycznym: 1 — Transformator o mocy 500 W, 220/127 V; 2 — gniazdko wtyczkowe; 3 — opornik z płynną regulacją; 4 — woltomierz 150 V; 5 — amperomierz 5A; 6 — trzy jednakowe grupy kondensatorów (napięcie 250 — 300 V, pojemność 100 — 200 mF); 7 — przycisk wibratora; 8 — wibrator; 9 — twardy stop lub grafit; 10 — pokrywany instrument; 11 — prostownik.

wym. Zabieg ten stosuje się do bardzo różnorodnych narzędzi (noży, wiertel, frezów itp.). Schemat elektrowibratora służącego do pokrywania twardym stopem i dokonywania grafityzacji narzędzi podano na rys. 2, budowę zaś i wymiary wibratora na rys. 3. Rdzeń elektromagnesu jest spakietowany z 24

blach stalowych o grubości 0,5 mm każda. Cewka posiada 1600 zwojów drutu emaliowanego o średnicy 0,25 mm.

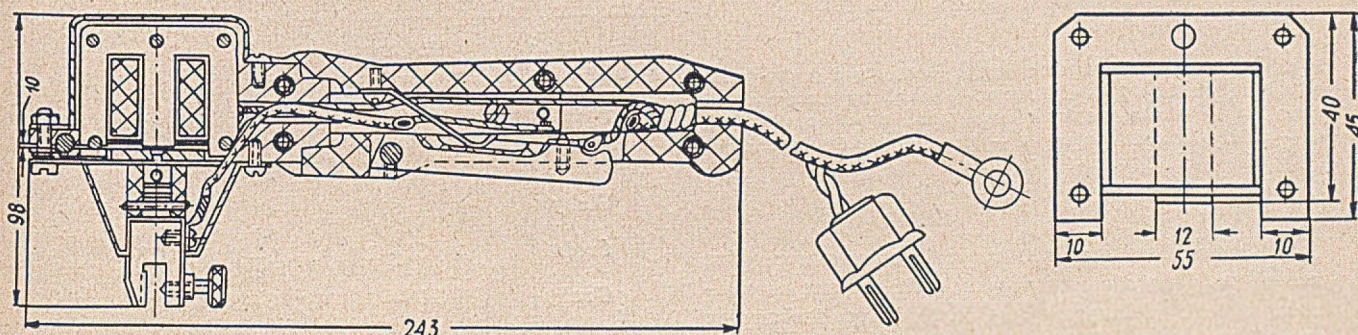
Zasada działania tego urządzenia jest następująca: podczas ruchu kotwiczki wibratora (a wraz z nim odbywa ruch i płytka materiału ze stopu twardego bądź bloczek grafitu) do góry, to jest przy rozwartym obwodzie wtórnym, odbywa się ładowanie kondensatorów; podczas ruchu do dołu, przy krytycznej odległości między płytką materiału i pokrywą powierzchnią, następuje przebicie warstwy powietrza i w wyniku powstałej iskry (kondensatory rozładują się) cząsteczki materiału z płytki zostają przeniesione na pokrywającą powierzchnię narzędzia tnącego. W ten sposób, przesuując narzędzie pod wibratorem, uzyskamy na potrzebnej powierzchni równomierną warstwę twardego stopu lub pokryjemy grafitem tę powierzchnię. Czas pokrywania 1 cm² powierzchni wynosi średnio 30 sek. (czyli 1 — 2 minut na jeden nóż). Bardziej szczegółowo przebieg metalizowania obrazuje tablica podana na końcu artykułu.

Dla orientacji podaje się, iż stanowi to oszczędność 1.300.000 kWh energii rocznie w odniesieniu do 3 obrabiarek przestawionych na skrawanie szybkościowe.

W związku z wprowadzeniem skrawania szybkościowego wypadło zastosować przy wielu obrabiarkach asynchroniczne silniki szybkobieżne 2900 obr/min., zamiast dotychczas stosowanych 1450 obr/min. Z podniesieniem liczby obrotów silników uzyskujemy lepszy współczynnik sprawności i lepszy $\cos \varphi$. Ponadto przeprowadzenie obrabiarek na szybkościowe skrawanie przy jednoczesnym zastosowaniu szybkobieżnych silników daje możliwość w znacznym stopniu zredukować przekładnię biegów obrabiarek, co daje dodatkową oszczędność energii.

3. Elektryczne hamulce do badań silników samochodowych i lotniczych.

Do badań silników spalinowych lotniczych, samochodowych i traktorowych stosuje się różnego rodzaju ha-



Rys. 3. Szkic i główne wymiary wibratora.

Jednostkowe zapotrzebowanie energii wynosi około 5—10 kWh na 1000 noży tokarskich. Wykonano już dużo takich instalacji do pokrywania narzędzi twardym stopem metodą elektro-iskrową i wszystkie pracują zadawalająco.

Oszczędności uzyskane są metodą na zużyciu narzędzi i zużyciu energii na zataczanie narzędzi są bardzo poważne.

2. Szybkościowe skrawanie.

Dużą oszczędność energii elektrycznej uzyskano stosując szybkościowe skrawanie. Zwykle szybkość skrawania (np. na tokarniach lub strugarkach) wynosi:

- na obrabiarkach uniwersalnych do 5 m/min.;
- na wielonożowych do 10 m/min.

Stosując skrawanie szybkościowe uzyskujemy szybkości:

- na uniwersalnych obrabiarkach do 150 m/min.;
- na wielonożowych obrabiarkach do 50 m/min.

Uzyskujemy lepszy stosunek czasu ruchów roboczych do czasu ruchu jałowego. Korzystniejsze warunki skrawania pod względem ekonomii energetycznej wymagają bowiem mniej energii na jednostkę zeskrawanego metalu.

Średnio dzięki skrawaniu szybkościowemu uzyskano oszczędność 0,3 kWh na 1 kg zeskrawanych wiórów.

mulce (obciążenia). Mogą to być hamulce mechaniczne (Prony'ego, różnicowe i inne), wodne i elektryczne. Szeroko zastosowano obecnie w ZSRR hamulce elektryczne. Są to przeważnie pierścieniowe silniki asynchroniczne.

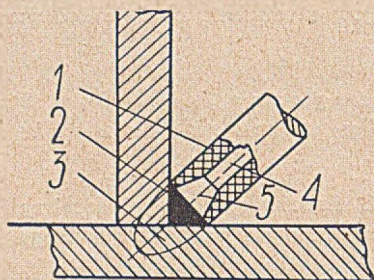
Przebieg badania przedstawia się następująco: Początkowo elektryczny silnik asynchroniczny zasilany z sieci obraca silnik spalinowy (nie zasilany paliwem) i dociera go, następnie silnik elektryczny zostaje odłączony od silnika spalinowego, który zasilany paliwem pracuje sam i jest badany podczas biegu luzem, a wreszcie ponownie przyłącza się silnik elektryczny do silnika spalinowego. Teraz silnik spalinowy napędza silnik elektryczny, obracając go z szybkością wyższą od jego obrotów synchronicznych, przy czym silnik asynchroniczny pracuje już jako generator, oddając energię na sieć.

Stosując wielobieżowe silniki elektryczne i należyście dobierając ich szybkość w stosunku do szybkości silnika badanego uzyskano bardzo poważne ilości energii elektrycznej, które przy innych sposobach badań silników spalinowych zostałyby niechybnie zmarnowane.

Najlepsze wyniki w odzyskiwaniu energii tym sposobem uzyskuje się, jeśli różnica między rzeczywistymi obrotami silnika asynchronicznego a jego obrotami synchronicznymi jest nieduża. Dla orientacji podaje się, iż w ten sposób na jednej z fabryk silników spalinowych uzyskuje się rocznie ponad 500 000 kWh energii.

4. Nowa technika prac spawalniczych

Opracowano nowy typ elektrod z grubą i stosunkowo trudniej niż poprzednio topliwą otuliną. W ten sposób łuk elektryczny jest umiejscowiony jak gdyby w komorze jak to pokazano na rys. 4. Osiąga się przy tym głębokie nagrzewanie części spawanych oraz mniejsze zużycie elektrod spawalniczych przy jednoczesnym znacznym polepszeniu jakości spoiwy.



Rys. 4. Schemat spawania łukowego elektrodą z grubą trudnotopliwą otuliną: 1 — otulina; 2 — natopiony szew spawalniczy; 3 — strefa stopienia materiału części spawanych; 4 — elektroda spawadnicza; 5 — komora (strefa) łuku elektrycznego.

Zastosowano w szerokim zakresie spawanie prądem zmiennym. Osiągnięto tymi sposobami znaczne oszczędności energii elektrycznej. Obecnie zapotrzebowanie energii wynosi około 3,8 kWh na 1 kg spoiwa. Poprzednio wynosiło ono ok. 8 — 9 kWh/kg. Ogółem na jednej fabryce tymi sposobami zaoszczędzono w 1 roku 1400 000 kWh energii.

5. Nowy sposób powierzchniowego hartowania w elektrolicie

Obok nagrzewania prądami wysokiej częstotliwości dla lokalnego powierzchniowego hartowania coraz częściej stosuje się nagrzewanie w elektrolicie. Zasada nagrzewania w elektrolicie jest następująca: Część maszynowa podlegająca nagrzewaniu stanowi katodę, którą zanurza się do elektrolitu względnie polewa się silnym strumieniem elektrolitu. Na skutek przepływu prądu, przy odpowiedniej biegunowości (katoda) tworzy się na powierzchni części maszynowej cienka gazowa warstewka wodoru. Przy odpowiednim doborze prądu i napięcia warstewka ta zostaje przebita i tworzy się lokalny łuk, który nagrzewa powierzchnię wspomnianej części maszynowej. Przerwywając prąd znosimy łuk. Elektrolit dopływa do wspomnianej części maszynowej i oziębia ją, a zatem hartuje jej powierzchnię.

T A B L I C A

Orientacyjny przebieg metalizowania

Przebieg	Pojemność kondensatorów w μF	Prąd w amp.	Orientacyjna grubość pokrycia w μ
Słaby	do 30	do 1	do 10
Średni	30—100	1—3	10—30
Gruby	100—200	3—5	30 i więcej

*) Na podstawie „Nowa technika w maszynostrojeniu i woprosy ekonomiki elektroenergii“. Inż. N. F. Tichonow. Promysłennaja Energetika. Zeszyt 4/1950. — Opracował inż. A. Bibiło.

Usuwanie słupów*)

Przy wymianie uszkodzonych słupów drewnianych, kasowaniu lub przesuwaniu linii trzeba wyciągnąć słupy z ziemi. Pojedyncze słupy wyciąga się po odwiązaniu przewodów z izolatorów i po usunięciu osprzętu. Najprostszy sposób wyciągania słupów jest następujący:

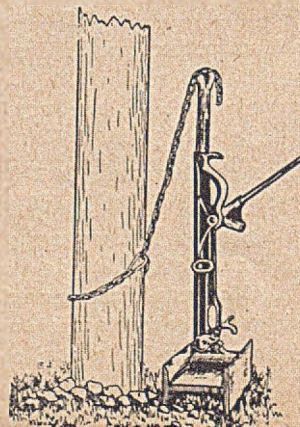
Do słupa przykładają się poziomo przy ziemi inny krótszy (np. już wykorzystany) słup i przywiązuje go się za pomocą łańcucha lub grubszego drutu. Następnie tuż obok wyciąganego słupa podkłada się inny krótszy kawałek słupa lub płaski kamień, przez co wytwarza się prosta dźwignia. O dłuższe jej ramię opiera się kilku robotników i ciężarem własnego ciała wyważa słup z ziemi dokoła podkładki.

W gruncie nieuprawnym zastosujemy wpierw dźwignię słupową do obrócenia słupa, aby ułatwić właściwe wyciąganie, ewentualnie częściowo odkopimy grunt wokół wyciąganego słupa. Po wykręceniu klamer wyciągamy każdy słup oddzielnie. Ten sposób pracy wymaga większej liczby mocnych fizycznie robotników.

*) Artykuł Inż. Ludwika Prochazki pt. „Odstranowanie słupów“ — umieszczony w czeskim czasopiśmie „Elektrotechnik“ — tłum. Inż. St. R.

Dlatego stosuje się inne sposoby wyciągania słupów, w szczególności używa się urządzeń mechanicznych, ułatwiających pracę, przede wszystkim: 1) podnośnika ręcznego (lewarka), 2) wielokrążków, 3) żurawia (na wozie).

Budowę i zastosowanie podnośnika ręcznego przedstawia rys. 1. Przed wyciąganiem słupa

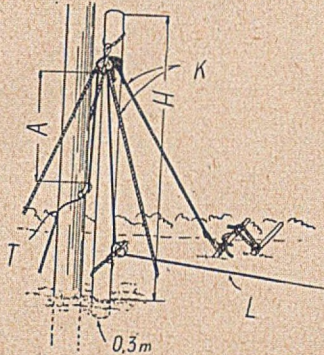


Rys. 1. Zastosowanie podnośnika ręcznego do wyciągania słupów z ziemi.

usuwamy przewody i osprzęt. Aby przy wyciąganiu słupa zachować równowagę i pionową pozycję słupa, podtrzymuje się słup za pomocą widel lub lin. Pod lewar ręczny podkłada się deskę lub poprzeczkę, by zmniejszyć ciśnienie na jednostkę powierzchni gruntu i uniknąć wtlaczania lewaru do ziemi. Po wystarczającym wyciągnięciu słupa reguluje się widłami kierunek jego padania.

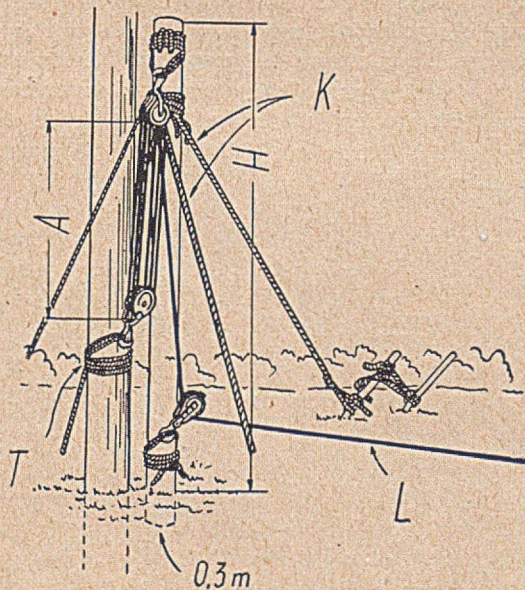
Zastosowanie wielokrążka jest widoczne na rys. 2 i 3.

Do umocowania wielokrążka używa się słupa pomocniczego o wysokości H (około $\frac{1}{2}$ długości słupa wycią-



Rys. 2. Jeden ze sposobów zastosowania wielokrążka do wyciągania słupów z ziemi.

ganego), wpuszczonego w grunt na około 30 cm i umocowanego kotwicami powrozkowymi. Jeden koniec liny ciągnącej L zamocowuje się w środku ciężkości słupa T . Wolny koniec liny przywiązuje się do samochodu lub traktora. Po uruchomieniu wozu, lina ciągnąca się — napręża się i wyciąga słup.



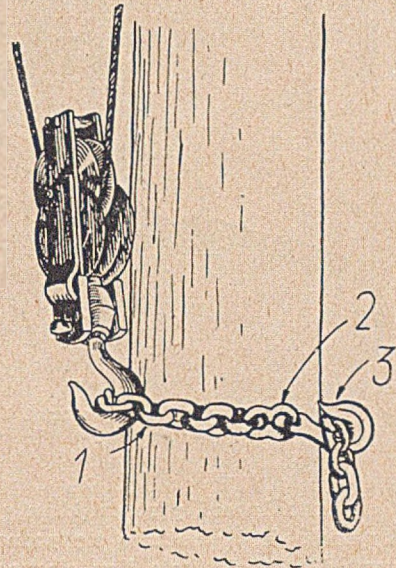
Rys. 3. Inny sposób zastosowania wielokrążka do wyciągania słupów z ziemi.

Odległość A powinna być większa niż zagłębienie słupa w ziemi.

Szczegół przymocowania krążków na słupie pomocniczym widać na rys. 4 i 5.

Łańcuchów podnoszących o średnicy $\frac{5}{6}$ cala (1) używa się przy wielokrążkach o linach

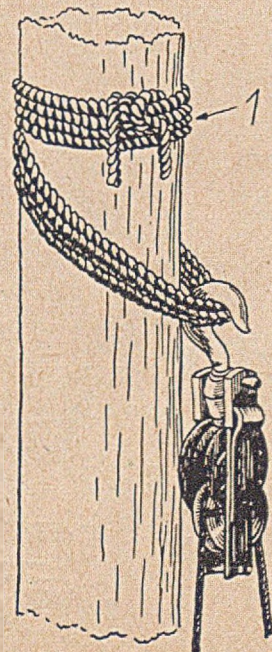
drużnianych, jak widać z rys. 4. Ogniwo łączące między łańcuchem a hakiem (2) ma średnicę $\frac{3}{4}$ cala a kuty hak (3) — $\frac{5}{6}$ cala.



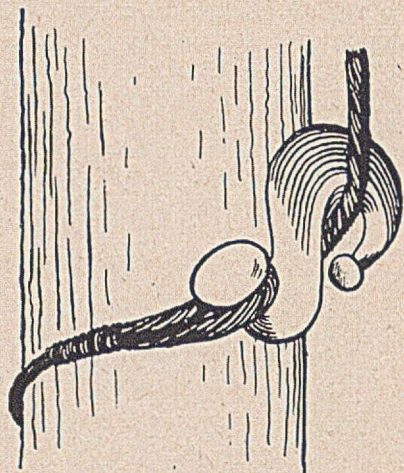
Rys. 4. Sposób przymocowania krążka do słupa pomocniczego.

W razie zastosowania powrozków konopnych zamiast łańcucha do umocnienia wielokrążka na słupie, wykonuje się połączenie według rys. 5. Powrozy (1) z konopi manila o średnicy 1 cala owijają się czterokrotnie wokół słupa. Szczegół przytwierdzenia liny stalowej i haka do wyciągania słupa przedstawia rys. 6.

W bardzo miękkim (piaszczystym) gruncie można słupy wyważać za pomocą kołowrotu, jak widać na rys. 7. Tęgoż sposobu używa się przy słupach o długości do 8 m pod warunkiem, że słup upadnie na ziemię miękką, co zapobiegnie jego złamaniu. Odległość A od wozu do słupa powinna być nieco większa niż długość słupa. Sposób ten nadaje się tam, gdzie nie ma niebezpieczeństwa dla przypadkowych przechodniów

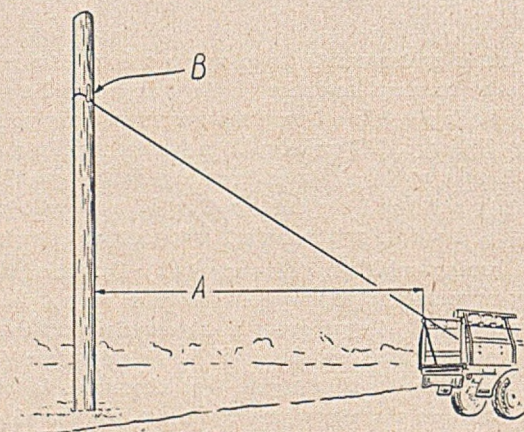


Rys. 5. Inny sposób przymocowania krążka do słupa pomocniczego.



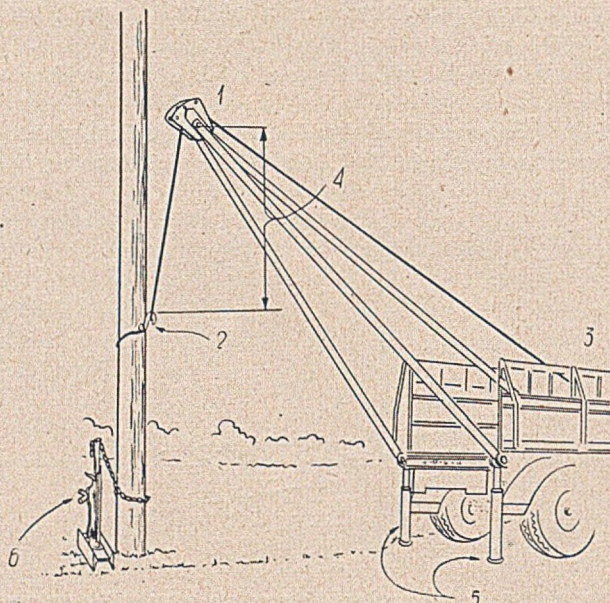
Rys. 6. Sposób przytwierdzania liny stalowej i haka do wyciąganego słupa.

i gdzie stosowanie lewara przy miękkim gruncie powodowałoby trudności (wciskanie się podnośnika do ziemi). Szczegół B (połączenie liny ciągnącej ze słupem) podobny jak na rys. 6.



Rys. 7. Wyważanie słupa za pomocą kołowrotu.

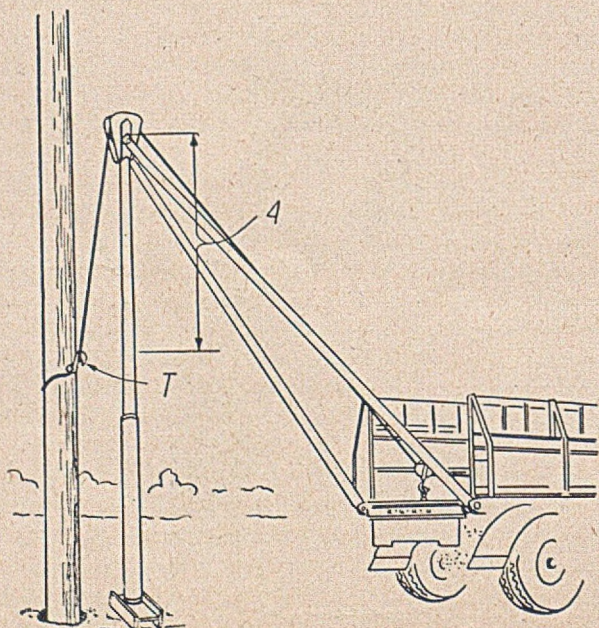
Do masowego usuwania słupów lub długich linii stosuje się urządzenie żurawiove zmontowane na samochodzie lub na przyczepce ciągniętej przez ciągnik. Przy tym jednakże sposobie momentem decydującym jest ciężar usuwanego słupa i nośność



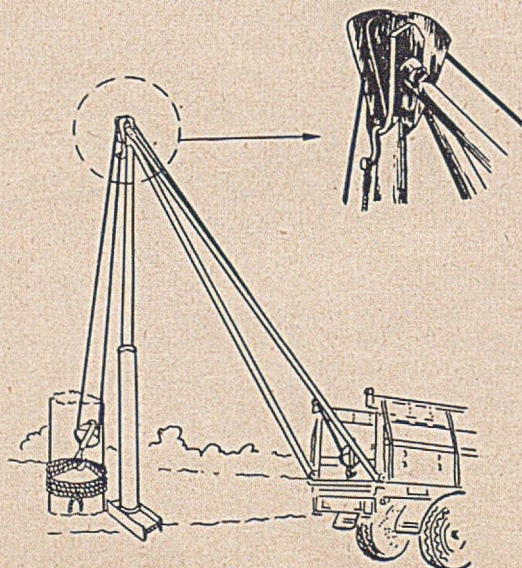
Rys. 9. Wyciąganie słupa przy pomocy urządzenia żurawiovego — przy użyciu podpory pomocniczej.

wozu. Stosuje się zatem wozy o różnej nośności i o różnym wykonaniu.

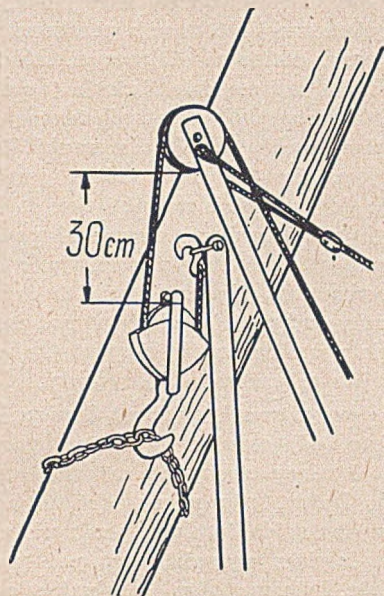
Na rys. 8 i 9 pokazano kombinowane wyciąganie słupa. Do wyciągania właściwego stosuje się podnośnik ręczny (6) aż do wyciągnięcia zupełnego. Na tyle wozu jest umocowany żuraw z krążkiem (1) u góry, przez który przeprowadzono linę naprężoną, umocowaną jednym końcem w środku ciężkości słupa (2), drugim zaś do kołowrotu (3), umocowanego na wozie.



Rys. 8. Wyciąganie słupa przy pomocy urządzenia żurawiovego.



Rys. 10. Wyciąganie słupa przy użyciu krążka pojedynczego.



Rys. 11. Szczegół umocowania krążka żurawia i krążka pomocniczego — po wyciągnięciu słupa.

Odległość (4) między krążkiem żurawia (1) a punktem przytwierdzenia liny na słupie musi być większa niż głębokość słupa w ziemi. Pod tylną część wozu podstawiono dwa podnośniki (5), by przez przerzucenie środka ciężkości ku przodowi uniknąć podnoszenia przedniej części wozu.

Za pomocą żurawia można wyciągnąć słupy pojedyncze także i w ten sposób, że podnośnika umieszczonego na podkładce użyje się jako podpory pomocniczej, ustawionej pionowo w pobliżu słupa, jak widać na rys. 9.

W tym przypadku zaleca się odkopać częściowo ziemię wokół słupa dla ułatwienia wyciągania, ewentualnie używa się wpierrw lewara ręcznego zgodnie z rys. 8. Gdy chodzi o słupy cięższe i wyższe, można z korzyścią zastosować także krążek pojedynczy.

W tym przypadku wystarczy tylko połowa siły ciągnącej liny kołowrotu (patrz rys. 10). Szczegół zamocowania haka liny na żurawiu jest również widoczny na tym rysunku. Po zupełnym wyciągnięciu słupa z ziemi odległość krążka żurawia od krążka pomocniczego powinna wynosić jeszcze co najmniej 30 cm, jak to widać na rys. 11.

Zabezpieczenie od gnicia drewnianych słupów linii elektrycznych sposobem doimpregnowania

Inż. A. BIBIŁŁO

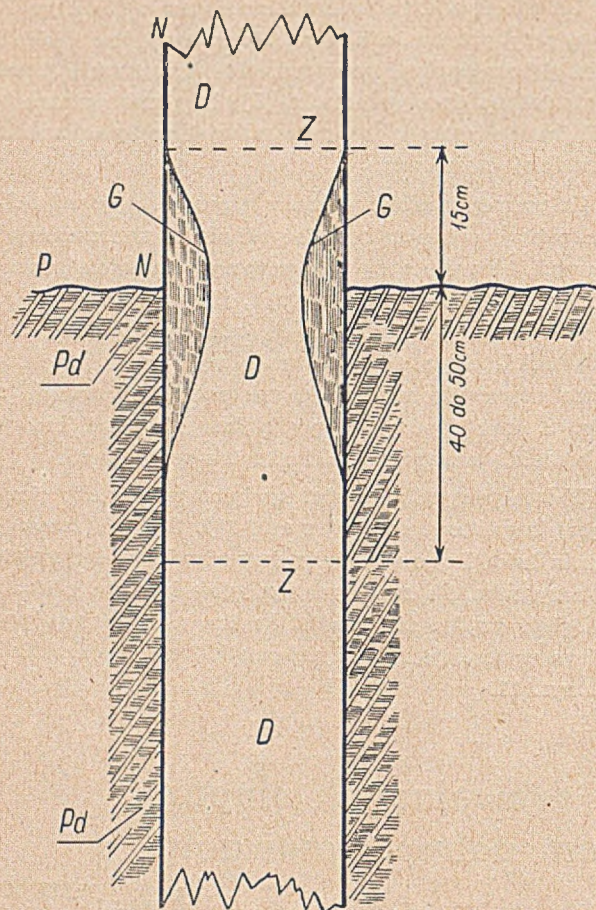
W przeważającej liczbie przypadków nasze napowietrzne linie elektryczne zarówno energetyczne wysokich i niskich napięć jakoteż i linie łączności są budowane na słupach drewnianych, mimo iż istnieją konstrukcyjne wykonania słupów ze stali oraz ze stalobetonu.

O takim stanie rzeczy, dotychczas, decydował zarówno czynnik ekonomiczny jak też i techniczny. Drewno było surowcem tanim, łatwym w obróbce, a ponadto drzewostany naszych lasów były dosyć równomiernie rozłożone na terenie całego Państwa Polskiego, a zatem nie powodowały dużych kosztów transportu. Obecnie sytuacja gwałtownie się zmieniła. Zniszczenia spowodowane bezpośrednio działaniami wojennymi oraz niewłaściwą gospodarką prowadzoną w okresie okupacji hitlerowskiej, wyniszczyły lasy na terenach naszego kraju. Drewno stało się surowcem drogim i poszukiwanym. Szczególnie kosztowny jest materiał drzewny potrzebny na słupy do budowy nowych i naprawy istniejących linii elektrycznych (długie, grube i równe sztuki). W związku z racjonalizacją gospodarki drewnem należy się spodziewać w najbliższych latach silnego wzrostu zastosowania — słupów stalowych i stalobetonowych do budowy linii elektrycznych. Nie ma jednak mowy o całkowitym wyeliminowaniu drewna z budowy nowych i naprawy istniejących linii elektrycznych. Wobec takiego stanu rzeczy wprowadza się obecnie w życie wszystkie znane a skuteczne środki zdążające do przedłużenia trwałości drewnianych słupów linii elektrycznych, czyli do osiągnięcia jak najdłuższego czasu służby słupa w linii. Ponadto gwałtownie poszukuje się nowych środków i sposobów, które

pozwołyby ten cel osiągnąć w jeszcze większym stopniu niż środki dotychczas znane i stosowane. Prowadzi się gruntowne studia i dąży się do wyjaśnienia wszystkich czynników mających wpływ na trwałość drewna.

Tradycja budowy linii elektrycznych jest stosunkowo niedługa (68 lat temu w roku 1882 zbudowano pierwszą doświadczalną linię dla przesyłania energii elektrycznej o długości 57 km). W związku z tym i doświadczenia co do zachowania się drewna jako słupów linii elektrycznych są szczuplejsze niż doświadczenia dotyczące drewna w innych dziedzinach sztuki inżynierskiej i budowlanej. Dlatego też sięgamy do doświadczeń o zachowaniu się drewna zebranych w dziedzinach takich, jak budowa mostów, jazów oraz budynków monumentalnych itp.

Dowiadujemy się z tych badań, że drewno w budowlach inżynierskich lądowych i wodnych (mosty, zapory itp.) wykazuje między innymi następujące własności: w gruntach gliniastych i piaszczystych mokrych drewno trzyma się dobrze, znacznie gorzej w gruntach piaszczystych suchych, a najgorzej w gruntach wapienistych. Drewno stale zanurzone w wodzie bieżącej (to jest w wodzie o zawartości pewnej ilości tlenu) może przetrwać: *modrzew* — 80 lat; *sosna* — 80 lat; *dąb* — 200 lat. W tych warunkach pracują pale mostów w środkowej części pala, znajdującej się stale pod wodą. Drewno stale przebywające w gruncie poniżej poziomu wód gruntowych (to jest w wodzie pozbawionej dopływu tlenu), może przetrwać: *modrzew* do 600 lat; *sosna* do 500 lat, *dąb* do 700 lat.



Rys. 1. Przekrój słupa w strefie przyziemnej: P — powierzchnia gruntu; N — N nadziemna część słupa drewnianego; Pd — Pd podziemna część słupa drewnianego; Z — Z strefa zagrożenia biologicznego słupa czyli strefa najszybszego gnicia słupa; G — zgnia część słupa; D — zdrowa część słupa.

W takich warunkach pracują dolne części pali mostów i zapór, które tkwią w gruncie przesyconym wodą, lecz woda nie ma dopływu tlenu.

Stale w suchości (jak np. więzary dachowe budynków monumentalnych dobrze konserwowanych) drewno może przetrwać: modrzew do 1800 lat; sosna do 1000 lat; dąb do 1800 lat.

Obecnie wprowadzono w życie zasadę, iż do budowy linii elektrycznych używa się tylko słupów impregnowanych. Jednak w porównaniu z podanymi wyżej liczbami lat trwałości drewna w budynkach inżynierskich, czas trwania słupa impregnowanego ustawionego w linii elektrycznej, wynoszący 10 do 18 lat zależnie od rodzaju impregnacji i warunków pracy — uważa się jako bardzo krótki. Przez szereg wnikliwych badań dążono do ustalenia przyczyn tak szybkiego niszczenia słupów przez różne czynniki.

Ustalono przy tym, iż słup linii elektrycznej najszybciej ulega gniciu w strefie przyziemnej, jak to pokazano na rysunku 1.

Około 45 cm pod powierzchnią ziemi i około 15 cm nad powierzchnią ziemi tworzy się strefa zniszczenia o kształcie jak podano na rysunku i chociaż pozostałe części słupa (podziemna i nadziemna) są jeszcze dobre, słup należy często wymienić na nowy, gdyż jest on osłabiony właśnie w tym miejscu, gdzie moment łamiący jest prawie największy. Zniszczenie słupa w strefie zagrożenia biologicznego (przez drobno-

ustroje) postępuje najszybciej dlatego, że tu właśnie jest dostateczna ilość wilgoci oraz na tą głębokość przenika dostateczna ilość tlenu z powietrza a ponadto otaczający grunt dostarcza odżywczych składników mineralnych, które na zasadzie dyfuzji i osmozy przenikają w głąb drewna. W ten sposób tworzą się w strefie przyziemnej najdogodniejsze warunki dla rozwoju drobnoustrojów. Drobnoustroje (różne grzyby i bakterie) mając do dyspozycji wilgoć i tlen do swego rozwoju odżywiają się tkankami drewna niszcząc je, a ponadto dożywają się solami mineralnymi; szybko się przy tym rozmnażają i wżerają w głąb drewna coraz bardziej. Przy powierzchni ziemi i tuż pod powierzchnią proces gnicia przebiega najintensywniej, niszcząc słup najbardziej, jak to pokazano na rysunku.

W strefie przyziemnej moment łamiący jest największy. Zimą, gdy ziemia jest zamrożona największy moment łamiący występuje tuż nad powierzchnią zamrożoną. Latem, gdy ziemia jest miękka i nieco poddaje się przy zginaniu słupa przez wiatr, największy moment łamiący wypada nieco pod powierzchnią terenu. Wiatr kołysząc słup i zginając go napręża zewnętrzne włókna drewna a następnie zwalnia je. Osłabia to zewnętrzne warstwy tkanki drzewnej właśnie w strefie biologicznego zagrożenia Z — Z, gdyż tu moment zginający jest największy, ułatwiając wnikanie wilgoci i przenikanie drobnoustrojów coraz to głębiej w drewno.

Ażeby zapobiec dalszemu postępowaniu gnicia słupa impregnowanego ustawionego w linii wypracowano dwie metody.

1. Do impregnowania słupa, w strefie zagrożenia; gdy się zauważy wyraźny początek gnicia, dokonywa się smarowania środkami chemicznymi trującymi grzyby i bakterie.

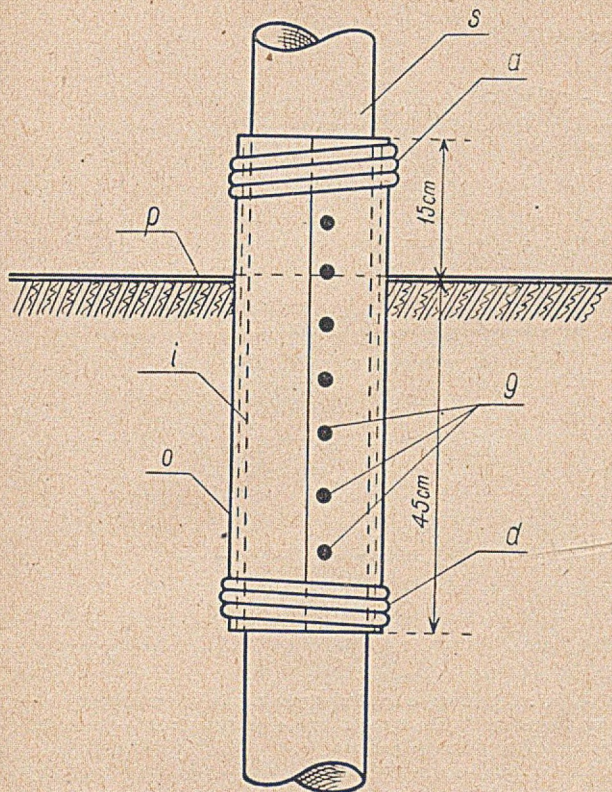
2. Stosowanie szczudeł; zastępuje się słup drewniany, w strefie zagrożenia biologicznego, przez wstawkę z materiału trwałego np. żelazobetonu.*)

Rozpatrzmy, jak dokonywa się praktycznie doimpregnowywanie sposobem bandażowania, gdyż sposób ten jest najgruntowniej wypróbowany i daje dobre wyniki.

Bandażowanie. Ażeby ochronić słup od gnicia w miejscu najbardziej narażonym (strefa zagrożenia biologicznego) stosuje się bandażowanie słupów. Mianowicie owija się słup tkaniną jutową, workową albo inną podobną, lub papą pokrytą składnikami impregnacyjnymi tak, aby warstwa impregnacyjna przylegała do słupa i tak, aby słup był przykryty tkaniną lub papą około 45 cm poniżej powierzchni gruntu i około 15 cm nad powierzchnią gruntu. Schematycznie taki bandaż w wykonaniu z papy przedstawia rys. 2. Brzegi papy zachodzą na siebie. Szew podłużny jest przymocowany za pomocą gwoździ papowych. Góra i dół bandaża są umocowane zwojami miękkiego drutu. Jako najlepszy do tego celu uważa się drut stalowy ocynkowany o średnicy około 1,5 mm.

Rys. 3 przedstawia podobny bandaż w wykonaniu z tkaniny jutowej lub workowej. Słup smaruje się pastą impregnacyjną na

*) Stosowanie szczudeł zostanie omówione w oddzielnym artykule.



Rys. 3. Bandażowanie słupa przy użyciu tkaniny workowej: s — słup drewniany; p — powierzchnia gruntu; i — pasta trująca drobnoustroje (impregnat); o — osłona pasty trującej wykonana z tkaniny workowej; g — gwoździe którymi przybito tkaninę workową do słupa; d — drut którym przymocowano brzegi worka do słupa.

głębokość i wysokość bandaży, a następnie owija się go taśmą z tej tkaniny, również nasmarowaną z jednej strony pastą impregncyjną — tak, aby pasta znajdowała się od strony słupa i dobrze do niego przylegała. Przymocowuje się tę taśmę wykonaną z płótna workowego do słupa również za pomocą gwoździ papowych i następnie owija się brzeg jej od dołu i od góry kilkoma zwojami drutu — najlepiej stalowego ocynkowanego o średnicy około 1,5 mm.

Każdy z tych bandaży dobrze chroni słup od gnicia, jeżeli nie jest on uszkodzony np. przez koło wozu lub tp. Aby bandaże nałożone na słupy nie były zrywane przez koła pojazdów, należy zabezpieczyć je od strony jezdni przez drewniane odboje lub za pomocą dużych kamieni albo innych środków.

Bandaże z papy są tańsze od bandaży z tkaniny workowej. Bandaże papowe stosuje się do słupów mniej uszkodzonych przez gnicie i bardziej równych. Bandaże z tkaniny workowej stosuje się do słupów nierównych lub znacznie uszkodzonych przez gnicie, a to dlatego, że lepiej przylegają do wszelkich nierówności powierzchni słupa.

Po wykonaniu bandaży, dół wykopany dookoła słupa zasypuje się ziemią i starannie się ubija.

Jako czynnik trujący drobnoustroje wchodzący w skład past stosowano dawniej sole miedzi, rtęci, cynku i wiele innych wytworów chemicznych. Czynniono liczne obserwacje i badania słupów impregnowanych pod względem skuteczności działania impregnatu na trwałość słupów. Stopniowo odrzucano składniki słabiej działające, łatwo wymywalne przez deszcze, tworzące

bezużyteczne związki chemiczne przez łatwe chemiczne łączenie się ze składnikami otaczającego gruntu itp., aż dobrano składniki najlepsze i pewne w działaniu.

Obecnie zasadniczym składnikiem, wchodzącym w skład past trujących drobnoustroje, niszczące drewno, jest fluorek sodu oraz dwunitrofenol, a pozatym niedrogi środek lepący — najczęściej ług posulfitowy.

Typowy skład pasty impregncyjnej: fluorek sodu — 48%; dwunitrofenol — 9% i ług posulfitowy — 29%; woda — 14%.

Zasadniczym środkiem trującym najbardziej czynne drobnoustroje niszczące drewno jest fluorek sodu. Jeśli brak jest składników podanego poprzednio zestawu, to można ograniczyć się do zestawu składającego się z:

fluorku sodu — 50%; ługu posulfitowego — 25%; wody — 25%, lub też do zestawu:

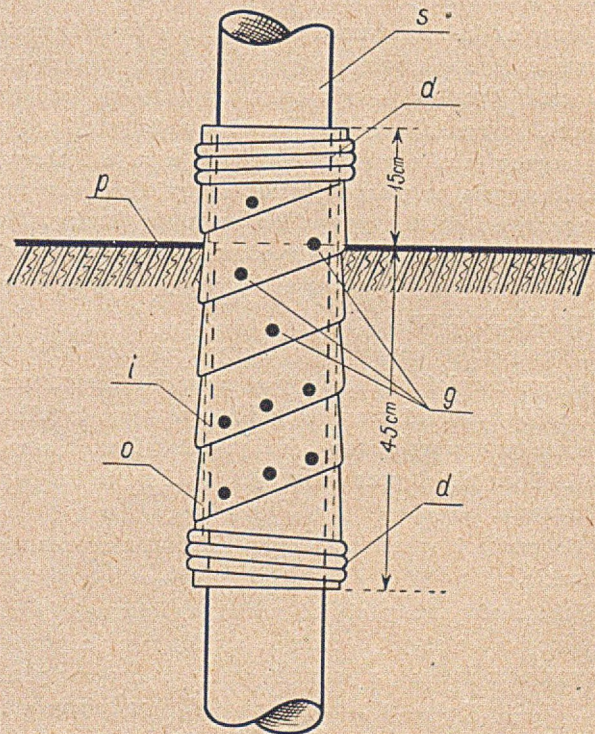
fluorku sodu — 51%; dwunitrofenolu — 9%; wody — 40%,

lub nawet do zestawu:

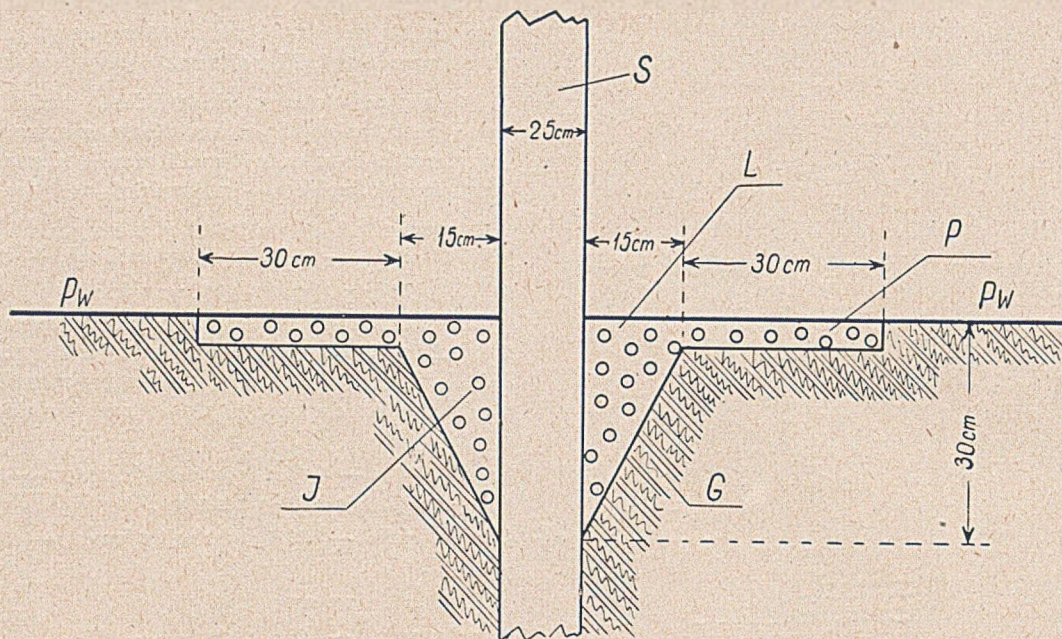
fluorku sodu — 60%; wody — 40%.

W przypadku braku fluorku sodu mogą być stosowane pasty o słabszym działaniu, których głównym składnikiem jest chlorek cynku.

Ług posulfitowy we wszystkich opisanych przypadkach gra rolę środka klejącego, zespala on ze sobą poszczególne składniki zestawu i tworzy zawieszistą lepłą masę dobrze trzymającą się słupa. Posługiwanie się lepłą pastą jest wygodniejsze niż pastą zarobioną na wodzie. Jeśli nie posiadamy ługu posulfitowego, to dla wytworzenia zawieszistej i lepkiej pasty mogą być użyte inne środki lepkie: szkło wodne, klej malarski



Rys. 2. Bandażowanie słupa przy użyciu papy: s — słup drewniany; p — powierzchnia gruntu; i — pasta trująca drobnoustroje (impregnat); o — osłona pasty trującej wykonana z papy; g — gwoździe, którymi przybito papę do słupa; d — drut, którym przymocowano brzegi papy do słupa.



Rys. 4. Schemat impregnacji względnie doimpregnowywania słupa za pomocą odpadków przemysłowych: s — słup; G — grunt; Pw — Pw — powierzchnia gruntu; L — dół w kształcie lejki wypełniony odpadkami; I — odpadki służące jako impregnat; P — powierzchnia przeciwoogniowa.

i inne kleje, jakoteż tłusta glina (lecz glina nie powinna zawierać składników wapiennych). Należy pamiętać, że *fluorek sodu jest trujący dla ludzi i zwierząt* i dlatego należy zachować środki ostrożności takie, jak fartuchy, rękawice itp., oraz pamiętać o myciu rąk po skończonej pracy i w przerwach, a szczególnie przed spożyciem posiłków.

Słup, na którym dokonuje się zabiegu bandażowania powinien być odkopany na głębokość nieco większą niż 50 cm i gruntownie oskrobany, na długości bandażowania, ze zgniłej warstwy drewna, a to w celu, aby impregnat łatwiej wnikał w drewno zdrowe i chronił je. Następnie za pomocą pędzla smaruje się słup impregnatem i obija się papą lub owija się tkaniną. Dla zachowania bezpieczeństwa podczas zabiegu bandażowania słup należy podtrzymywać za pomocą drągów, gdyż mógłby runąć.

Impregnat wolno wnika w drewno i wybitnie powiększa jego trwałość. Jeśli słupy są należycie kontrolowane, zabiegi bandażowania są robione w porę, to kilkakrotnie powtarzane mogą one przedłużyć wiek słupa do 10 i więcej lat ponad trwałość jego liczoną bez bandażowania.

Materiały i robocizna przy bandażowaniu kosztują niewiele.

Jeśli zastanowimy się, iż przez bandażowanie przedłużamy wiek słupa, a za tym zmniejszamy zapotrzebowanie na drewno, a ponad to zmniejszamy czas przestoju linii w stanie nieczynnym (gdyż wymiany słupów wymagają wyłączenia linii), to dochodzimy do wniosku, że zabieg ten jest bardzo korzystny pod względem gospodarczym.

Opisany sposób doimpregnowania ma zastosowanie tylko do drewna wilgotnego, gdyż impregnat rozpuszcza-

jąc się w niewielkiej ilości wody przenika w głąb wilgotnego drewna na zasadzie praw dyfuzji i osmozy.

Dlatego też stosuje się go w przyziemnej części słupa, bardziej wilgotnej niż górna część. O ile chodzi o nadziemne partie słupa stosuje się doimpregnowywanie *zestawami olejistymi* wśród których najpopularniejszy zestaw nosi nazwę „*kreodiny*“.

Dobre wyniki daje również smarowanie co kilka lat nadziemnej części słupa *olejem kreozotowym* lub *karbolineum żywicznym* nagrzanym do temperatury około 70°C.

Ostatnio spotykamy w literaturze wzmianki, iż niektóre dotychczas bezużyteczne odpadki pozostające w fabrykach chemicznych i papierniach, a zawierające *sole miedzi i sole żelaza* oraz inne składniki o reakcji kwaśnej wybitnie nadają się do impregnacji słupów linii elektrycznych. Stwierdzono, że takie części drewniane jak surowe podkłady drewniane kolejki fabrycznej lub części budynków z surowego drewna znajdujące się w styczności z tymi odpadkami przetrwały 20 — 30 lat bez śladów gnicia. Doświadczenia prowadzone w ciągu 11 lat w zastosowaniu tych odpadków do doimpregnowywania słupów linii elektrycznych dały dobre wyniki. Sposób zastosowania wymienionych odpadków do impregnowania słupów podano na rys. 4.

Opadki nasypane wokół słupa i na powierzchni ziemi niszczą wszelką roślinność, a tym samym tworzą strefę przeciwoogniową, gdyż w suchej porze roku ogień nie może dostać się po ziemi do słupa wobec braku suchej trawy.

Zastosowanie tych odpadków na szeroką skalę rokuje duże możliwości.

Manometry oporowe

Manometry, których zasada działania opiera się na wykorzystaniu zjawisk elektrycznych spotyka się zazwyczaj tylko w praktyce laboratoryjnej. Tak np. manometry oporowe znalazły szersze zastosowanie do pomiarów ciśnień wysokich i bardzo wysokich. W tym zakresie okazują się one prawie jedynymi przyrządami odpowiednimi do tych celów.

Artykuł poniższy omawia zasadę działania manometrów oporowych, w szczególności manometru manganinowego, jego konstrukcję i sposoby wykorzystania oraz zakresy jego zastosowania.

Zasada działania manometru oporowego oparta jest na zmienności oporu elektrycznego niektórych przewodników poddanych działaniu ciśnienia. Jako przewodniki elektryczne w takich manometrach mogą być użyte czyste metale, ich stopy, płyty węglowe oraz inne materiały. Jednakowoż, jak wykazała praktyka, materiałem najbardziej nadającym się do tych celów jest manganin, w związku z czym manometry wyposażone w opór manganinowy, często nazywa się po prostu manometrami manganinowymi.

Manganin stosuje się w manometrach oporowych z tego względu, że charakteryzuje się on niskim współczynnikiem cieplnym, chociaż właściwie i zależność oporu od ciśnienia jest u niego mała. Jeżeli oznaczyć przez R — opór przewodnika poddanego działaniu ciśnienia; ΔR — zmianę oporu; P — ciśnienie, to zmiana oporu wyraża się następującym wzorem:

$$\Delta R = k.R.P \quad (1)$$

gdzie k oznacza stałą, charakteryzującą tzw. właściwości piezo-oporowe danego materiału. Jak widzimy, zależność oporu od ciśnienia posiada charakter liniowy.

Z przytoczonego stosunku wynika, że

$$k = \frac{\Delta R}{R.P} \quad (2)$$

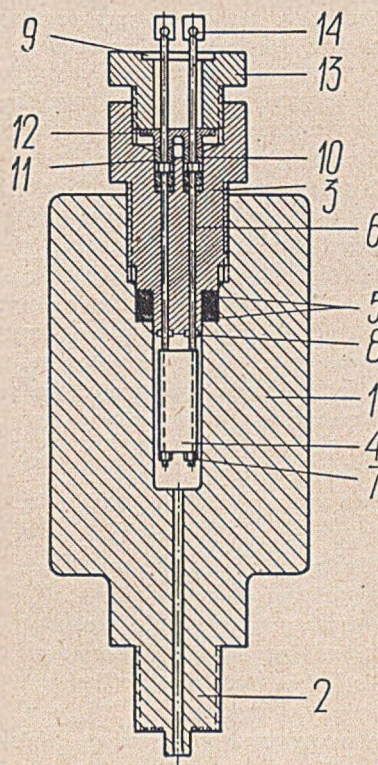
Jeśli dla R i P przyjmiemy wartości równe jednostce, np. opór — 1 om, a ciśnienie — 1 kg/cm^2 (atm.), to k będzie bezpośrednio wyrażać zmianę oporu, powstającą w przewodniku, którego opór równa się 1 om, przy działaniu ciśnienia 1 kg/cm^2 .

Współczynnik k nazywa się w s p ó ł c z y n n i k i e m p i e z o - o p o r o w y m. Wielkość tego współczynnika, jak to wynika z przytoczonego powyżej równania (2), będzie więc wyrażać się w cm^2/kg , tj. będzie odwrotnie proporcjonalna do wielkości ciśnienia.

Wartości współczynnika k są różne nie tylko dla rozmaitych materiałów, lecz również niestale dla jednego i tego samego materiału. I tak, dla manganinu wartości k leżą w granicach od 2.10^{-6} do $2.3.10^{-6}$ cm^2/kg to znaczy, że manganinowy przewodnik o oporze 1 oma pod działaniem ciśnienia 1 kg/cm^2 zdolny jest zmienić opór o wielkość rzędu 2.10^{-9} omów. Jak z tego wynika, zmiana oporu pod wpływem ciśnienia jest bardzo mała, co wskazuje na celowość stosowania tej metody do mierzenia wyłącznie bardzo wielkich ciśnień.

Przekrój manganinowego manometru, konstrukcji radzieckiej (Żochowskiego), uwi-

doczniony jest na rysunku 1. Obudowa przyrządu 1 zakończona jest u dołu nagwintowanym łącznikiem 2, którego kanał łączy się ze zbiornikiem cylindrycznym



Rys. 1. Przekrój wzdłużny manometru manganinowego konstrukcji radzieckiej.

wewnątrz obudowy. Do górnej części obudowy manometru wkręcona jest nakrętka 3, z nałożoną od dołu cewką oporową 4. Szczelność połączenia nakrętki 3 z obudową 1 zapewnia uszczelka składająca się z dwóch metalowych pierścieni 5 oraz gumowej przekładki pomiędzy nimi. Przez wnętrze nakrętki 3 przechodzą dwa metalowe sworznie 6, służące do przymocowania cewki i wyprowadzenia jej końców 14. Szkielet cewki 4 (zwykle ebonitowy lub porcelanowy) nasadzony jest na sworznie 6 i utrzymuje się na nich za pomocą nakrętek 7, służących równocześnie do przyłączenia końców przewodnika, nawiniętego na szkielecie. Jak widać na rysunku, cewka umieszczona jest w cylindrycznej przestrzeni obudowy. Dla zapobieżenia zetknięciu się sworzni 6 z obudową lub ze ściankami nakrętki 3 zastosowano tulejki ebonitowe 8 i 9. Dostateczną szczelność wyprowadzenia przewodów zabezpiecza się w następujący sposób: sworznie 6 w środkowej części mają zgrubienia w postaci walców, umieszczone w dwóch kanałach wykonanych w nakrętce 3. Średnica zgrubień jest mniejsza niż średnica kanałów dzięki czemu, wyłączone jest zetknięcie sworzni z nakrętką 3. Od spodu i z wierzchu zgrubienia sworzni umieszczone są przekładki z ebonitu oraz gumy 10 i 11, które dociska się za pomocą tulejki 12 i nakrętki 13. Dokręcając nakrętkę 13, dociska się przekładki tak silnie, ażeby była całkowicie zapewniona dostateczna szczelność przy najwyższych ciśnieniach, na które skonstruowany jest manometr. Jak wykazało badanie, nawet nieznaczne za-

ciśnienie takiego urządzenia uszczelniającego zapewnia dostateczną szczelność oraz umożliwi normalną pracę, co zwykle powoduje trudności w innych konstrukcjach manometrów podobnego typu.

W górnej części sworzni δ zaopatrzone są w zaciski 14 służące do włączenia cewki w obwód prądu elektrycznego.

Zasada działania przyrządu jest następująca: obudowę manometru przyłącza się do obiektu, gdzie chcemy zmierzyć ciśnienie, za pomocą części nagwintowanej 2. Ciśnienie przenosi się do wnętrza obudowy i pod jego wpływem zmienia się opór drutu cewki. Jeśli wyprowadzenia cewki włączy się w obwód elektryczny (mostkowy, potencjometryczny) zastosowany do zmierzenia oporu, to na podstawie otrzymanej zmiany oporu można określić mierzone ciśnienie.

Najbardziej dogodny układ połączeń stanowi mostek Wheatstone'a z czterema oporami równej wielkości i z galwanometrem, co ilustruje rys. 2.

Jeden z oporów mostka stanowi cewka manometru; pod działaniem ciśnienia opór ten ulega zmianie.

Wskutek naruszenia stanu równowagi mostka, po przekątnej popłynie prąd, którego natężenie służy do oceny wielkości ciśnienia.

Przyjmujemy odpowiednio do schematu następujące oznaczenia:

J_0 — ogólne natężenie prądu w obwodzie;

J_1 — natężenie prądu w odcinku ab;

J_2 — natężenie prądu w odcinku ad;

i — natężenie prądu w galwanometrze;

R — opór każdego odcinka mostka;

r — opór galwanometru;

ΔR — zmiana oporu pod wpływem ciśnienia.

Posługując się schematem można ułożyć następujące równania:

$$J_1 + J_2 = J_0$$

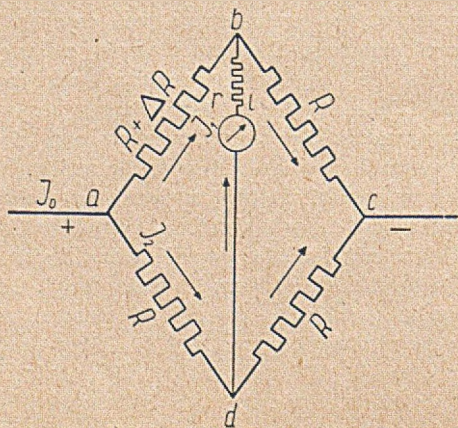
$$(R + \Delta R) J_1 - r i - R J_2 = 0;$$

$$R (J_1 + i) - R (J_2 - i) + r i = 0.$$

Rozwiązując ten układ równań otrzymamy:

$$i = \frac{J_0 \cdot R \cdot \Delta R}{4R(R+r) + \Delta R(2R+r)} \quad (3)$$

Składnik drugi $\Delta R(2R+r)$ mianownika w porównaniu z pierwszym składnikiem $4R(R+r)$ przedstawia małą wielkość, ponieważ zmiana oporu ΔR , jak



Rys. 2. Schemat mostka Wheatstone'a do pomiaru zmian oporu pod wpływem zmian ciśnienia.

wyżej powiedziano nawet przy bardzo wielkich ciśnieniach nie jest duża. Dlatego dopuszczalne jest odrzucenie składnika — $R(2R+r)$ i równanie (3) przedstawi w następującej postaci:

$$i = \frac{J_0 \Delta R}{4(R+r)} \quad (4)$$

Wstawiając zamiast R jego wartość z równania (1) ostatecznie otrzymamy:

$$i = \frac{kRPJ_0}{4(R+r)} \quad (5)$$

Znaleziony stosunek wykazuje, że natężenie prądu w galwanometrze jest proporcjonalne do ciśnienia, co jest bardzo dogodne w praktyce. Na rys. 3 uwidoczniła



Rys. 3. Charakterystyka manometru manganinowego, obrazująca zależność wskazań miliwoltomierza od ciśnienia.

jest doświadczalna charakterystyka manometru manganinowego, potwierdzająca liniową zależność wskazań galwanometru od ciśnienia aż do 4000 kg/cm². Posługując się równaniem (5), dla każdego danego manometru można zbudować skalę bezpośrednio w jednostkach ciśnienia. W tym celu należy przyjąć jako stałe wartości R , r , J_0 oraz k .

Jednakowoż nawet dla grupy przyrządów, posiadających identyczne wartości R , r oraz J_0 , współczynnik k jest nieco różny i to również w tym przypadku, kiedy do wykonania oporu użyto drutu z manganinu z jednej i tej samej serii produkcyjnej.

Wskutek niestałości współczynnika k manometr cporowy nie może być uważany na przyrząd absolutny i należy go poddać bezpośredniemu cechowaniu według wskazań jakiegokolwiek wzorcowego przyrządu.

Rozpatrywany układ elektryczny nie jest jedynym i obowiązującym; w praktyce może być stosowany szereg innych schematów i przyrządów, zapewniających dokładne pomiary małych zmian oporu.

Według danych zaczerpniętych z literatury, liniową zależność oporu manganinu od ciśnienia wypróbowano dla ciśnień do 10000 kG/cm². Nie ma szczególnych podstaw do przypuszczania, że ta zależność będzie naruszona przy ciśnieniach wyższych. Dlatego w razie konieczności mierzenia ciśnienia powyżej 10000 kG/cm², kiedy wykonanie bezpośredniego cechowania na całej skali pomiaru nie udaje się — można uciec się do ekstrapolacji, opierając się na danych cechowania częściowego.

Brak innych środków pomiarowych dla zmierzenia bardzo wysokich ciśnień i względna prostota manometrów oporowych stanowi przyczynę ich stosowania

w tej dziedzinie. Wiadomo o posługiwaniu się manometrem manganinowym do mierzenia ciśnień nawet do 30000 kG/cm².

Należy jednakowoż zaznaczyć, że niestałość współczynnika k w czasie i dość częste przesunięcia punktu zerowego przyrządu wymagają okresowej kontroli manometrów manganinowych. Wskutek pewnej niestałości wskazań tego rodzaju manometrów oraz zjawisk histerezy są błędy wskazań nieco większe niż 1% maksymalnej wartości skali, chociaż poszczególne egzemplarze przyrządów mogą wykazywać większą dokładność.

*) Na podstawie rozdziału „Elektriceskije manometry“ z książki M. K. Żochowskiego pt. „Technika izmierenjadawlenia i razriezenja“, wyd. Maszgiz 1950 — opracował stm.

Oświetlenie przeciwybuchowe

Prof. Inż. M. Rzęcki

Gospodarka narodowa ponosi rok rocznie znaczne szkody wskutek pożarów i wybuchów w zakładach pracy. W wielu przypadkach przyczyną są wadliwe instalacje elektryczne zarówno siły jak i światła. Zabezpieczenie urządzeń oświetleniowych w omawianym zakresie jest mniej znane. Krótki niniejszy artykuł ma stanowić wstęp do zapalenia tej luki. Artykuł opracowany na podstawie źródeł radzieckich i polskich omawia sposoby instalowania lamp na zewnątrz pomieszczeń, które mają być oświetlone oraz konstrukcję osłon przeciwybuchowych dla lamp mających oświetlać pomieszczenia zagrożone pożarem lub wybuchem.

Pod względem niebezpieczeństwa ogniowego i wybuchowego, zakłady produkcyjne dzieli się na kilka kategorii.

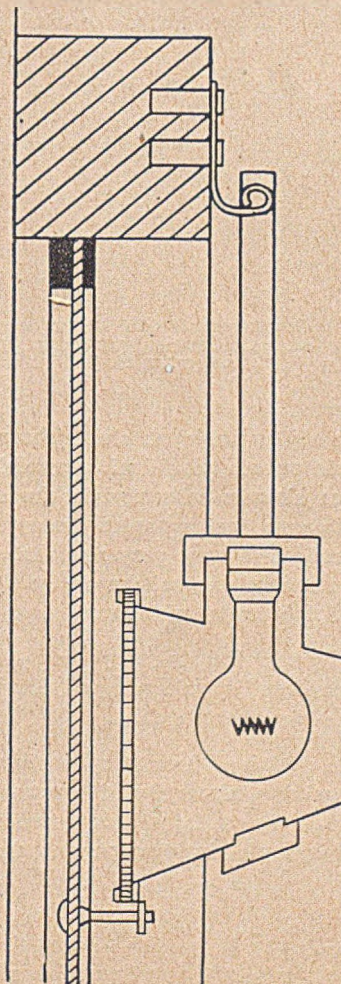
Do kategorii pierwszej zalicza się zakłady produkcyjne najbardziej niebezpieczne pod względem pożarowym. Należą tu zakłady produkcyjne powiązane z wytwarzaniem, przeróbką lub stosowaniem:

- a) ciał gazowych — dających w mieszaninie z powietrzem zapłon lub wybuch (wodór, acetylen, tlenek węgla, metan);
- b) łatwopalnych cieczy o temperaturze zapłonu par do 45° przy normalnym ciśnieniu atm. (eter, dwusiarczek węgla, benzyna, aceton i in.);
- c) ciał stałych samozapalnych na powietrzu wskutek działania na nie wody, lub innych czynników, które wydzielają gazy wybuchowe lub rozkładają wodę w sposób wybuchowy (fosfor, karbid, sól metaliczny itp.).

Do tej kategorii zalicza się też np. działy produkcji chemicznej gdzie stosuje się ciecze łatwopalne, pomieszczenia laboratoriów produkcyjnych, działy fabryk zapalczyanych, gdzie przygotowuje się masę zapalającą itp.

Przy projektowaniu i instalowaniu urządzeń oświetlenia elektrycznego w pomieszczeniach zagrożonych pożarem lub wybuchem należy dobrze zorientować w stopniu zagrożenia i odpowiednio dobrać właściwy system oświetlenia.

Istnieją dwa zasadnicze systemy oświetlenia pomieszczeń wybuchowych. Najbardziej bezpiecznym jest system oświetlenia od zewnątrz, tj. oświetlenie tego rodzaju, przy którym do wnętrza pomieszczenia nie wprowadza się ani przewodów ani lamp. Cały system oświetleniowy umieszczony jest na zewnątrz niebezpiecznych pomieszczeń a światło prze-

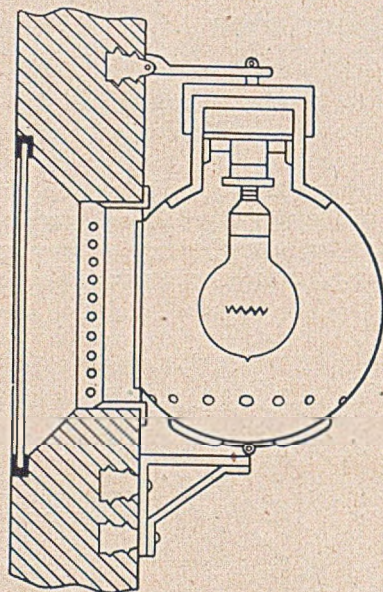


Rys. 1a. Przekrój urządzenia do oświetlenia pomieszczeń lampami żarowymi od zewnątrz.

dostaje się przez okna lub przez specjalne otwory w ścianach, wyposażone w mocne najlepiej podwójne, dobrze uszczelnione szyby (rys. 1 a i b).

Przy tym systemie należy zważać, aby żarówki w żadnym przypadku nie dotykały szyb oraz aby konstrukcja osłon zapewniała dostateczny przepływ powietrza dla chłodzenia żarówek.¹⁾

Jednakże oświetlenie lampami od zewnątrz często bywa niedostateczne, szczególnie w obszernych budynkach, nie wytwarza bowiem wystarczającej jasności. W takich budynkach wykonuje się system oświetlenia lampami znajdującymi się wewnątrz niebezpiecznych pomieszczeń przy zastosowaniu specjalnych o p r a w t y p u p r z e c i w w y b u c h o w e g o, w którym żarówki umieszczone są w odpowiednich osłonach przeciwwybuchowych, dzięki czemu całkowicie wykluczona jest możliwość przedostania się iskier na zew-



Rys. 1b. Przekrój urządzenia do oświetlenia pomieszczeń lampami żarowymi od zewnątrz, wbudowanego na ścianie zewnętrznej.

nątrz. Osiąga się to dzięki absolutnej szczelności osłony przez umieszczenie pierścieni uszczelniających pomiędzy dolnym kloszem ochronnym i obudową oprawy. Obudowa wykonana jest w sposób masywny, a klosz ze szkła o grubości 6 mm, przy czym dla ochrony klosza przed stłuczeniem zabezpiecza się go dodatkowo za pomocą siatki lub kraty metalowej.

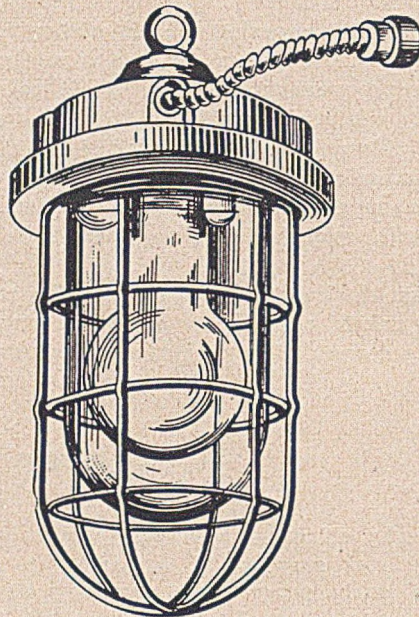
Oprawa powinna być tak wykonana, aby zdjęcie klosza było możliwe jedynie przy użyciu kluczy specjalnie do tego przeznaczonych.

Konstrukcja osłony przeciwwybuchowej powinna zapewniać absolutną niemożliwość otworzenia jej części, dopóki przewody zasilające lampę znajdują się pod napięciem. Wyłączenie dopływu prądu winno nastąpić

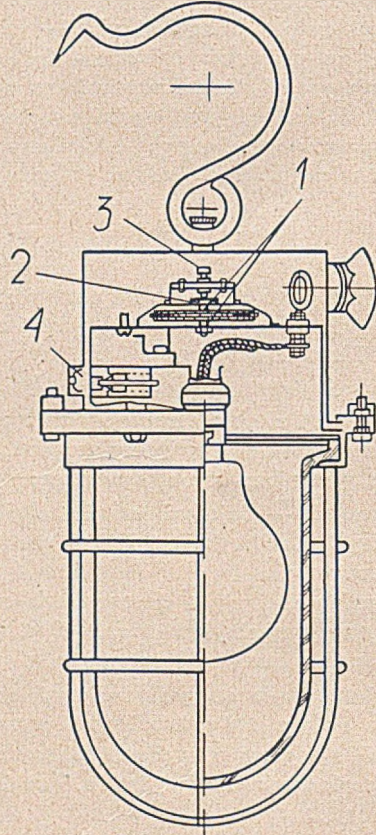
¹⁾ Nieprzestrzeżenie tych przepisów było już przyczyną wypadku, jaki miał miejsce w jednej z fabryk, gdzie na pojedynczą szybę nagrzaną silnie przez dotykającą do niej żarówkę, padły krople benzolu, powodując pęknięcie szyby oraz żarówki, a w następstwie wybuch.

nie tylko w razie otworzenia, ale również w razie uszkodzenia klosza ochronnego.²⁾

Na rys. 2 pokazany jest ogólny widok osłony przeciwwybuchowej, a na rys. 3 przekrój jednej z istnie-



Rys. 2. Widok lampy żarowej z osłoną typu przeciwwybuchowego.



Rys. 3. Przekrój osłony typu przeciwwybuchowego pracującej pod ciśnieniem.

²⁾ Żarówki są dość częstymi przyczynami wybuchów, gdyż temperatura powierzchni bańki żarówki gazowanej dochodzi do 220°C, próżniowej zaś do 170°C. Bardzo drobny pył, osiadający na nieosłoniętej bańce żarówki może w pewnych okolicznościach ulec zapaleniu. Zdarzało się również, że żarówka pękająca np. od uderzenia, powodowała wybuch przez zetknięcie się gazów z włóknem spalającym się wskutek dopływu powietrza.

jących konstrukcji. Lampa taka może być uruchomiona jedynie przy określonym ciśnieniu wewnątrz osłony, dokąd wciąga się powietrze.

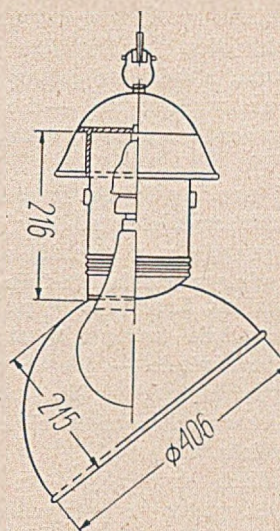
Urządzenie wyłączające samooczynnie światło składa się z okrągłej dwusciennej membrany (1), tarczy kontaktowej (2), zamkniętej metalowym ogranicznikiem (3). Przez zawór (4) wciąga się do osłony powietrze dopóki nie osiągnie ono 1 atmosfery nadciśnienia. Po wypełnieniu kotłaka, powietrze przedostaje się do wydrążenia membrany, co powoduje zamknięcie górnego kontaktu. W razie otworzenia osłony lub uszkodzenia klosza jak również w razie nieszczelnego połączenia klosza z obudową, powietrze uchodzi, ciśnienie spada, styk zostaje przerwany i prąd wyłączony.

Zasadniczą niedogodnością szczelnej osłony jest trudność jej wentylacji. Zawarte wewnątrz klosza powietrze nagrzewa się szybko przez bańkę żarówki do wysokiej temperatury, wskutek tego wszystkie części osłony oraz żarówki nagrzewają się i żarówka względnie szybko ulega przepaleniu.

Przy stosowaniu oświetlenia od zewnątrz wentylacja osłony odbywa się za pomocą zewnętrznego powietrza, dzięki czemu jest ona bardziej bezpieczna. Przy tym sposobie oświetlenia można stosować osłony typu zwykłego.

Najbardziej rozpowszechniona jest osłona typu skośnego z reflektorem ściętym pod kątem 45° do poziomu (rys. 4). Strumień świetlny skierowany w ten sposób oświetla równie dobrze powierzchnie pionowe jak też poziome.

Oświetlenie od zewnątrz wykazuje również braki. Przede wszystkim otrzymuje się nierównomierną jas-



Rys. 4. Przekrój osłony lampy żarowej o reflektorze skośnie ściętym.

ność oświetlenia, następnie zachodzi pogorszenie oświetlenia naturalnego w skutek tego, że część powierzchni otworów okiennych przesłania osłona lampy, a ponadto w porze zimowej, gdy okna zamarzają, skuteczność oświetlenia wydatnie maleje.

Literatura: Szewielew — Technika bezpieczeństwa w maszynostrojeniu, 1949 r; Inż. Cz. Centkiewicz — Elektryczność a pożary, Wyd. Pożarnicza Spółdzielnia Wydawnicza, Szczecin 1949 r; Kalendarz Chemiczny 1950/1951, wyd. NOT.

Istnienie i podzielność atomów

Mgr. Inż. Z. Mullan

Nowe odkrycia i nowoczesne poglądy teoretyczne w zakresie budowy materii wywarły doniosły wpływ na rozwój nauk: matematyki, fizyki i chemii oraz związanej z nimi nauki o elektryczności. Znajomość nowoczesnych zdobyczy i poglądów na budowę materii rozszerzy światopogląd elektryka i ułatwi mu zrozumienie szeregu zjawisk, z jakimi się spotyka w codziennej praktyce. Mając to na względzie oraz zgodnie z życzeniami niektórych Czytelników wyrażonymi w kwietniowej ankiecie „W. E.“, Redakcja zamierza opublikować szereg artykułów o budowie materii, co zapewne przyczyni się również do lepszego zrozumienia wiadomości podawanych w dziale „Podstawy Elektrotechniki“. Artykuł poniższy omawia na wstępie znaczenie dziedziny chemii dla gospodarki i polityki światowej oraz wkład nauki polskiej i rosyjskiej w tej dziedzinie. Następnie autor przytacza szereg argumentów na temat materialnego istnienia atomów, wreszcie przeprowadza rozważania na temat fizycznej i chemicznej podzielności atomów. W zakończeniu przedstawia autor możliwość rozbijania atomów celem wykorzystania energii atomowej.

Wstęp

Atomy stanowią podstawowe elementy prostych rodzajów materii, czyli pierwiastków chemicznych. Nauką o atomach, jako elementarnych jednostkach pierwiastków jest chemia. Wypada więc najpierw za stanowić się ogólnie nad jej charakterem.

Nauka chemii rozwinęła się ze średniowiecznej alchemii, mającej na celu otrzymanie tzw. kamienia filozoficznego, czyli substancji, która posiadałaby własność przemiany metali nieszlachetnych w szlachetne.

Nowoczesna chemia zajmuje się również badaniem materialnych przemian, ale w znacznie już szerszym, powszechnym zakresie — nie ograniczając się do ewentualnego wydobycia z nich błyskotliwych mameł kruszcowych, lecz sięgając wszechstronnie, głęboko w przebogata dziedzinę tych kruszców wspaniałych, które stanowią o wysokiej kulturze i cywilizacji człowieka.

Olbrzymi dzisiejszy przemysł światowy zajmuje się chemicznym przetwarzaniem wszelkich substancji. Ponad 30% jego obrotu rocznego przypada na produkcję czysto chemiczną, nie wliczając w to produkcji żelaza. Chemiczna przeróbka tak dostępnych surowców, jak węgiel, ropa naftowa, wapno, a zwłaszcza tak pospolitych, jak woda, powietrze, drewno pozwala na niezależnienie się gospodarce kraju, przysparzając gospodarce społecznej najkapitałniejsze produkty. Z samego węgla tylko potrafi chemia nowoczesna wyczarować wiele pięknych barwników, mnóstwo cennych leków i środków dezynfekcyjnych, koks i inne ekonomiczne paliwa przemysłowe, surowce materiałów wybuchowych. Z ropy naftowej zaś — naftę, benzynę i smary, bez których nie mogłyby istnieć żaden samochód ani samolot. Chemia też głównie przyczynia się do wyjaśnienia różnych zjawisk w samej technice procesów produkcyjnych i jest niezastąpiona przy ich kontroli,

oraz w tworzeniu surowców nowych, jak stopy metali, sztuczny kauczuk, jedwab, zastępujące wełnę i bawełnę sztuczne włókna, a także niezbędne do racjonalnej uprawy gleby, nawozy sztuczne — co w kraju, jak nasz, przemysłowo-rolniczym podkreśla niezwykłą jej ważkość.

Doniosłość tej nauki potęguje jeszcze wielki udział jej w całokształcie zagadnień społecznych i państwowych, zaznaczający się w olbrzymiej roli, jaką przemysł chemiczny odgrywa dzisiaj nie tylko w gospodarce, lecz i polityce krajów. Krocząc stale pod rękę z fizyką i wyjaśniając wspólnie szereg zjawisk, zachodzących w otaczającym nas świecie — chemia umożliwiła wykrycie nowego przepotężnego źródła energii, mianowicie atomowej, wskazując na maleńkie ziarenko materii, jako jej siedlisko.

Spśród wszystkich krajów, Polska zajmuje dziś jedno z pierwszych miejsc na polu wiedzy chemicznej; wystarczy wspomnieć sławną naszą rodaczkę Marię Curie-Skłodowską, odkrywczynię najsilniej promieniującego w przestrzeni i czasie pierwiastka chemicznego radu. Wiekopomne to wydarzenie z końca ubiegłego stulecia — wraz z wykryciem nieco wcześniej przez drugiego koryfeusza chemii, uczonego rosyjskiego Mendelejewa periodyczności cech pierwiastków chemicznych — stworzyło nową erę w rozwoju obu ważnych nauk przyrodniczych: chemii i fizyki, umożliwiając niemal wszystkie późniejsze wielkie w naukach tych odkrycia; a w szczególności przeniknięcie tajemnicy budowy atomów i postawienie na realnej płaszczyźnie zagadnienia wykorzystania w praktyce potężnej energii atomowej. Polska też, która doświadczyła najwięcej okrucieństw wojennych wydaje się być dzisiaj najbardziej powołana do wyjątkowej pracy na polu fizyko-chemii.

Przystępując po tym wstępie bezpośrednio do tematu zakreślonego tytułem niniejszego artykułu, zaznajomimy Czytelnika wyczerpująco z najnowszymi wypowiedziami nauki w dwóch bardzo ważkich zagadnieniach, mianowicie: *istnienia atomów, oraz podzielności atomów.*

Istnienie atomów

Wprowadzenie pojęcia o atomach nauka zawdzięcza angielskiemu fizyko-chemikowi Daltonowi. Nastąpiło ono na przełomie dziewiętnastego wieku — jakkolwiek poglądy atomistyczne sięgają czasów greckiego filozofa Demokryta z piątego wieku ery przedchrześcijańskiej Odtąd cała teoria nauki chemicznej opiera się na tym, że *atomy są to realnie istniejące, najmniejsze części pierwiastków, które bez dalszego już podziału wstępują w związki chemiczne, lub z nich występują.*

Poglądy niektórych fizyków na kwestię samego atomu próbowały jednak podważyć jego byt materialny. Niektórzy fizycy głoszą na przykład, że doświadczenie fizyczne pociąga, iż atomy, jako punkty materialne nie istnieją; gdyż według zasad fizyki niepodzielna cząstka materialna nie może posiadać większych uzdolnień do wypełnienia przestrzeni, aniżeli do wykazania barwy, czy trwałości spistości — nie mogą więc one jakoby stanowić bytu materialnego, trwającego w przestrzeni i czasie i przedstawiają tylko symbol swoistego rodzaju, który, po wprowadzeniu do nauki, szczególnie upraszcza zrozumienie działania wszelkich praw przyrody.

Chemia jednakże i fizyka materialistyczna nie podziela tego punktu widzenia i krokiem zdecydowanym dochodzi do granicy atomów — uważając je za realnie istniejące ziarenka odmienne poszczególne rodzajów materii, których wszystkie przemiany najwymowniej właśnie świadczą o materialnym istnieniu każdego ziarenka, jako elementarnego składnika substancji. Nowoczesna chemia uczy więc, że *atomy są trójwymiarowe i zajmują pewną przestrzeń, oraz że mają pewną określoną powierzchnię.*

Istnienie takich ziarenek, niepodzielnych i niezmiennych, potwierdza przede wszystkim: — odkrycie prostych rodzajów materii, czyli pierwiastków chemicznych, które przy jakichkolwiek usiłowaniach czy to fizycznego, czy chemicznego dalszego ich podziału, jak w przypadku wodoru, nie dają się rozłączyć na substancje prostsze; potwierdzają je również, stwierdzone doświadczalnie prawa: stosunków stałych i wielokrotnych.

Istnienie atomów potwierdzają także rachunki oparte na pomiarach z bardzo różnych dziedzin fizyki i chemii, które — wszystkie prowadzą do zgodnych wyników.

Jako przykład weźmy atom wodoru. Otóż, jeśli przyjąć, iż posiada on kształt kuleczki, to — wszelkie rachunki jednak stwierdzają, iż średnica jego wynosi około jednej stumilionowej części centymetra; a w 1 cm³ gazu wodorowego w warunkach normalnych znajduje się 27 trylionów cząsteczek dwuatomowych, oddalonych od siebie średnio o 16 jednomilionowych części centymetra i poruszających się chaotycznie na wszystkie strony z prędkością średnią, wynoszącą ponad 1540 metrów na sekundę.

Również zjawisko promieniowania cieplnego, oraz zupełnie ściśle rezultaty praktyczne obliczonego działania energii atomowej, świadczą wymownie, że atomy egzystują i całą swoją potęgą dają znać o sobie.

Gatunków atomów jest tyle, ile istnieje odrębnych, prostych rodzajów materii, czyli pierwiastków chemicznych. Nauka zna ich obecnie około stu.

Przez wzajemne łączenie się różnych gatunków atomów powstają ciała złożone, mianowicie: związki chemiczne. Najmniejszymi cząstkami ciał złożonych, powstającymi z atomów pierwiastków, są cząsteczki — które stanowią więc granicę mechanicznego podziału ciał złożonych. Cząsteczki można dzielić dalej wyłącznie przy pomocy czynników fizyczno-chemicznych, na przykład działaniem energii elektrycznej, lub wysokich temperatur — dochodząc w ten sposób do ostatecznego kresu podziału danego rodzaju materii, mianowicie: do atomu.

Własności ciał materialnych zależą przeto od rodzaju atomów składowych, oraz ich liczby i układu w poszczególnych cząsteczkach.

Atomy, jako realnie istniejące, więc ziarenka materii, mają przeto — każdy niezmienną swą wielkość i masę.

Z niepodzielności atomów wynika, iż liczba atomów może się zwiększać w połączeniach chemicznych tylko w sposób wielokrotny, to znaczy z jednym atomem jedne-

go pierwiastka mogą się łączyć: jeden, dwa, trzy itd. atomy drugiego pierwiastka. Z niezmienności zaś masy atomów wypływa bezpośrednio prawo stosunków stałych, głoszące, iż *stosunek mas składników, wchodzących w związek chemiczny, jest wielkością stałą.*

Po powyższym stwierdzeniu obiektywnego istnienia atomów, zajmiemy się z kolei w drugiej części naszego artykułu rozważeniem bardzo ciekawego zagadnienia ich podzielności.

Podzielność atomów

Nazwa atom jest wzięta z języka greckiego i odpowiada polskiemu wyrazowi *niepodzielny*. Atomy w polskim brzmieniu określano więc dawniej jako bezwzględne *niedziałki*, to znaczy najmniejsze, niepodzielne już dalej części materii.

Dziś wiemy już, że *atomy* wszystkich pierwiastków chemicznych, z wyjątkiem wodoru, nie są bezwzględnymi *niedziałkami* i *przedstawiają tylko najmniejszą ilość pierwiastka*, występującą w cząsteczkach ciał materialnych, zarówno prostych jak i złożonych.

Na przykład, gdy dwa lub więcej atomów tego samego pierwiastka, pod działaniem sił powinowactwa chemicznego, połączy się ze sobą — powstaje wówczas *cząsteczka*, czyli *drobina pierwiastka chemicznego*. Przyłączeniu się natomiast atomów różnych pierwiastków tworzą się *drobiny związku chemicznego*.

Z punktu widzenia matematyczno - fizycznego, kres podzielności materii do najmniejszej cząstki, jaka może istnieć w ogóle i podzielić dalej już się nie da, wydawać się może fikcją.

Ze stanowiska fizyko - chemicznego jednak, kres podzielności materii do najmniejszej części *danej jej rodzaju*, jaka może istnieć i podzielić dalej już się nie da bez przemiany swej na substancję inną, zachowuje istotną treść swoją.

Zarówno więc nazwa: *atom* jak i *zasada jego niepodzielności*, nie ulegną w chemii zmianie — gdyż przy *rozszczerpieniu jądra atomu* następuje przemiana jednego rodzaju materii na inny jej rodzaj i właściwy dla danej substancji atom, przemieniając się, przestaje tylko istnieć, a na jego miejsce zjawia się inny.

Zgodnie tedy z najnowszym stanem nauki, określenie atomu przybiera jedynie nieco zmodyfikowaną postać, a mianowicie:

Atom stanowi najmniejszą, a w przypadku wodoru i fizycznie niepodzielną, jednostkę ciał materialnych prostych, czyli pierwiastków chemicznych.

Specjalne, nowoczesne metody naukowe umożliwiają rozbijanie atomów, stanowiących elektrycznie obojętne *ziarenka materii*, na jeszcze mniejsze *ziarenka*.

Atomy, z wyjątkiem wodorowego, są więc *fizycznie podzielne*; a przez wynikającą z ich nazwy *niepodzielność* należy rozumieć, że — *ziarenka materii mniejsze od atomu przestają*

już stanowić substancję danego pierwiastka chemicznego.

Atomy przedstawiają zatem najmniejsze, niepodzielne części danego pierwiastka — tak jak drobiny przedstawiają najmniejsze, niepodzielne części danego związku chemicznego.

Tak więc *podzielność atomów* sprowadza się — chemicznie biorąc do ich przemiany na inne, fizycznie zaś do rozszczepienia ich jąder.

Rozszczepienie to w ogólności może być *samorzutne*, obserwowane w pierwiastkach promieniotwórczych pod postacią *rozpadu jąder atomowych* — z których wyrzucane są nieczym pociski artyleryjskie prostsze ich składniki — albo też polegać na *sztucznym rozbiciu jąder atomowych* przy pomocy ciał promieniotwórczych, lub szybkich cząstek, także innych pierwiastków chemicznych, nie odznaczających się promieniotwórczością.

Przez rozszczepienie jąder atomowych, substancja danego pierwiastka chemicznego ulega więc rozkładowi na składniki prostsze.

Zakończenie

Z powyższych krótkich rozważań widzimy, iż atomy obiektywnie istnieją i na drodze samorzutnego rozpadu, a także przy sztucznym ich rozbiciu, ulegają rozszczepieniu, czyli nie stanowią bezwzględnych *niedziałek*, lecz są fizycznie *podzielne*.

Jednakże w procesach dokonywania wszelkich przemian *złożonych rodzajów materii* panuje zasada *niepodzielności atomów* i *rozszczerpienie* ich całkiem w grę nie wchodzi. Podzielność bowiem atomów jest w przyrodzie bardzo ograniczona, gdyż samorzutne rozpady jąder atomowych — których, jak zobaczymy później, nie można przyspieszyć, ani zahamować, lub w czymkolwiek zmienić — odbywają się niekiedy bardzo wolno, w okresach czasu, sięgających nawet i miliardów lat. Jak dotychczas stwierdzono, są one własnością tylko pewnych i stosunkowo nielicznych pierwiastków chemicznych.

Natomiast procesy *zmienności prostych rodzajów materii* oparte są na *podzielności atomów* i zachodzą wyłącznie przy *rozszczerpieniu* ich jąder. Ilość jednak sztucznie rozbitych atomów przy pomocy szybkich cząstek jest jeszcze niezbyt duża i posiada nadal znaczenie więcej naukowe, niż praktyczne.

Zauważyć tu wszakże trzeba, że, choć szereg pierwiastków nie zostało dotąd za pomocą działania posiadanych już środków rozłożonych — istnieją poważne dane, iż energia potrzebna do ich rozłożenia, zostanie już wkrótce znaleziona i będzie mogła być w dostatecznej mierze wykorzystana. Najnowsze odkrycia naukowe, oraz postępy techniki doświadczalnej lat ostatnich w dziedzinie otrzymywania szybkich cząstek, którymi te reakcje analizy jądrowej można skutecznie, wskazują, że w niedalekim już czasie atomy wszystkich pierwiastków chemicznych będzie można dzielić

— rozbijając je naturalnymi, lub sztucznymi cząstkami alfą, bądź też neutronami, albo szybkoimi protonami, czy deutronami.

Jeśli uwzględnić bowiem, że taka na przykład cząstka alfą, o masie co prawda znikomej, wynoszącej tylko $6,5 \cdot 10^{-24}$ g, lecz pędząca z zawrotną szybkością 15 do 25 tys. km na sekundę, posiada olbrzymią energię kinetyczną, wzrastającą jak wiadomo z kwadratem szybkości, i atom dowolnego pierwiastka chemicznego zostanie trafiony pociskiem cząstki alfą, lub innej o większej jeszcze energii — to stać się może, że będzie on rozmiądzony energią potężnego uderzenia.

I rzeczywiście, najpierw w 1919 roku angielski uczoney Rutherford — po zbombardowaniu atomów azotu cząstkami alfą, stwierdził odszczepianie się od nich wodoru. Później zaś udowodniono możliwość sztucznego rozbitcia atomów szeregu pierwiastków poza azotem, jak: litu, boru, glinu, fluoru, fosforu, sodu, magnezu i innych. Stanowi to wystarczającą podstawę do upowszechnienia zjawiska i z otrzymanych produktów rozbitcia potwierdza doświadczalnie, wyprowadzony uprzednio, teoretyczny obraz wewnętrznej budowy atomów.

Popularna elektrotechnika

Urządzenia elektryczne

(Ciąg dalszy)

Inż. el. Z. Tarłowski

3. Obliczanie rozplywu prądów i spadków napięć.

Przykład 1.

A. Sieci prądu stałego dwuprzewodowej o d o w o c.

Silnik elektryczny prądu stałego, o mocy 2,2 kW (2200 watów) i napięciu znamionowym 220 woltów, zasilany jest linią elektryczną, dwuprzewodową, o łącznym oporze przewodów równym 2Ω .

a. Linia otwarta, obciążona w jednym punkcie.

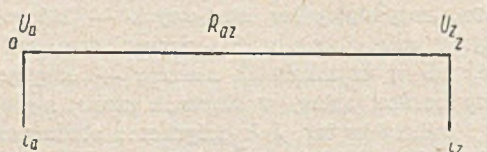
Jakie napięcie powinno panować na początku linii, aby napięcie na zaciskach silnika wynosiło 220 woltów przy jego obciążeniu znamionowym.

Rys. 56 przedstawia linię prądu stałego, otwartą, dwuprzewodową, obciążoną w punkcie Z prądem i_z oraz zasilaną w punkcie a prądem i_a . Całkowity opór tej linii (obydwa przewody) od punktu zasilania a do punktu odbioru Z oznaczono przez R_{az} ; napięcie w punkcie odbioru Z — U_z , napięcie w punkcie zasilania a — U_a .

Rozwiązanie.

Jak wynika z prawa Ohma, prąd elektryczny płynący w obydwu przewodach linii wywołuje spadek napięcia równy $i_z \cdot R_{az}$, co w konsekwencji powoduje, że napięcie U_z na zaciskach odbiornika przyłączonego w punkcie Z jest zawsze mniejsze od napięcia panującego w punkcie zasilania a.

Odnosząc podane w przykładzie wartości liczbowe do rys. 56, otrzymamy odpowiednio:



Rys. 56. Linia otwarta, obciążona w jednym punkcie: a — punkt zasilania; z — punkt odbioru.

$$U_z = 220 \text{ V}; i_z = \frac{2200}{220} = 10 \text{ A}; R_{az} = 2 \Omega; i_a = i_z = 10 \text{ A};$$

$$\Delta U_{az} = i_z \cdot R_{az} = 10 \cdot 2 = 20 \text{ V};$$

skąd:

$$U_a = U_z + \Delta U_{az} = 220 + 20 = 240 \text{ V}.$$

Z powyższego prostego obliczenia wynika więc, że w warunkach podanych w przykładzie 1, napięcie na początku linii wynosić musi $U_a = 240 \text{ V}$, zaś całkowity spadek napięcia w obydwu przewodach omawianej linii, wynoszący $\Delta U_{az} = 20 \text{ V}$, stanowi:

2) 100%, tj. około 9,08% napięcia znamionowego 220 woltów silnika.

jęcego w punkcie zasilania a. Różnica napięć ($U_a - U_z$) nosi nazwę spadku napięcia oznaczanego zwykle symbolem ΔU_{az} . Spadek napięcia określa się zwykle w woltach, lub też w procentach od wartości napięcia danego.

b. Linia otwarta, obciążona w wielu punktach.

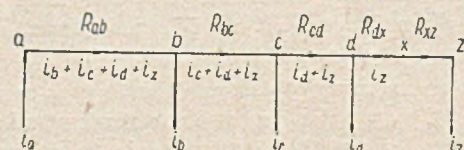
Zgodnie z prawem Ohma oraz biorąc pod uwagę podane wyżej oznaczenia, otrzymamy wzór:

$$\Delta U_{az} = i_z \cdot R_{az} \text{ woltów,}$$

Rys. 57 przedstawia linię otwartą prądu stałego, dwuprzewodową, obciążoną w wielu punktach prądami: i_b, i_c, i_d, i_x , oraz zasilaną w punkcie a prądem i_a .

Jak wynika z powyższego rysunku, ustalenie rozplywu prądów zgodnie z prawem Kirchhoffa nie przed-

przeczmy podkreślić należy, że ΔU_{az} oznacza spadek napięcia w obu przewodach linii, z czego wynika, że spadek napięcia w jednym z tych przewodów, oraz w przypadku linii symetrycznej (obydwa przewody o tym samym oporze równym $1/2 R_{az}$) wynosić będzie $1/2 \Delta U_{az}$.



Rys. 57. Linia otwarta, obciążona w wielu punktach.

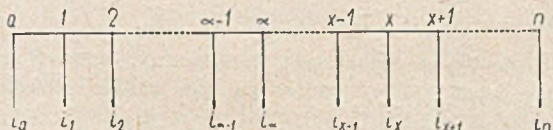
stawia żadnych trudności, a odnośne prądy wynosić będą odpowiednio:

na odcinku linii od d do z i_z
 " " " " e " d $i_d + i_z$
 " " " " b " c $i_c + i_d + i_z$
 " " " " a " b $i_a = i_b + i_c + i_d + i_z$

Przy znanym rozplywie prądów obliczyć już można spadek napięcia od punktu zasilania a , do dowolnego punktu linii x . Spadek ten zgodnie z prawem Ohma równa się bowiem sumie iloczynów prądów płynących w poszczególnych odcinkach linii przez opory tych odcinków, tzn.:

$$U_{ax} = i_a \cdot R_{ab} + (i_c + i_d + i_z) \cdot R_{bc} + (i_d + i_z) \cdot R_{cd} + i_z \cdot R_{dx} \quad (1)$$

Wzór ten przedstawić można w postaci bardziej ogólnej, (jak np. pokazano na rys. 58), a mianowicie:



Rys. 58. Przykład ogólny linii otwartej, obciążonej w wielu punktach.

$$\Delta U_{ax} = \sum_a^x i_{(x-1)a} \cdot R_{(x-1)a} \quad (2)$$

gdzie:

- $i_{(x-1)a}$ oznacza prąd przewodowy w dowolnym odcinku linii, np. wg. rys. 58 od $(x-1)$ do a
- $R_{(x-1)a}$ " opór obu przewodów linii na tym odcinku;
- \sum_a^x " znak sumowania w granicach od a do x .

Wzór (2) zasadniczo wystarcza w zupełności dla określenia spadku napięcia w dowolnym odcinku linii. W praktyce jednak, jak to wynika z dalszych rozważań, wygodniej jest wzór ten przekształcić, nadając mu inną postać.

W tym celu należy przeprowadzić następujące rozumowanie.

Gdyby na całym odcinku linii od a do x płynął prąd zasilania i_a , to spadek napięcia do punktu x wyniósłby: $i_a \cdot R_{ax}$ (rys. 57).

Ponieważ jednak na odcinku linii od b do x płynie prąd zmniejszony jeszcze o i_b , na odcinku od c do x — prąd zmniejszony o wartość i_c , oraz na odcinku od d do x — prąd zmniejszony o wielkość i_d , przeto celem obliczenia całkowitego, rzeczywiście występującego spadku napięcia od a do x , należy od poprzedniego iloczynu $i_a \cdot R_{ax}$ odjąć iloczyny: $i_b \cdot R_{bx}$, $i_c \cdot R_{cx}$, $i_d \cdot R_{dx}$

W wyniku powyższego rozumowania otrzymamy wzór:

$$\Delta U_{ax} = i_a \cdot R_{ax} - i_b \cdot R_{bx} - i_c \cdot R_{cx} - i_d \cdot R_{dx}$$

Jak widać z tego wzoru, spadek napięcia jest sumą algebraiczną iloczynów prądów zasilania i odbieranych przez odpowiednie opory.

Prąd zasilania występuje tutaj ze znakiem +, a prądy odbierane ze znakiem —. W każdym iloczynie występuje opór od punktu przyłożenia prądu do punktu x , do którego obliczany jest spadek napięcia.

Takie iloczyny prądów przyłożonych przez opory odpowiednich odcinków linii, przez analogię z momentami sił spotykanymi w mechanice, noszą nazwę momentów prądów. Jako ramiona występują w tym przypadku odpowiednie opory, przy czym momenty prądów obliczone zostały względem dowolnego punktu linii x .

Jak wynika z powyższych rozważań, spadek napięcia w dowolnym punkcie linii można więc obliczyć bez uprzedniego obliczania rozplywu prądów, tj. w oparciu o prądy odbierane w poszczególnych punktach linii oraz o prąd zasilania.

Wzór podany wyżej i umożliwiający to obliczenie przedstawić można również w formie ogólnej, pozwalającej na zastosowanie go w każdym dowolnym przypadku. Nowa, ogólna forma tego wzoru brzmi:

$$\Delta U_{ax} = \sum_a^x (\pm i_a) \cdot R_{ax} \quad (3)$$

gdzie:

- $+ i_a$ oznacza prąd zasilania;
- $- i_a$ " " " odbierany;
- R_{ax} " opór obu przewodów linii, licząc od punktu przyłożenia prądu i_a do punktu x .
- \sum_a^x " znak sumowania w granicach od a do x .

Jeśli przewody we wszystkich odcinkach linii wykonane są z tego samego materiału o przewodności γ i mają na całej długości ten sam przekrój s , wówczas można we wzorach (2) i (3), zamiast oporów odpowiednich odcinków linii napisać:

$$R_{(x-1)a} = \frac{2 \cdot l_{(x-1)a}}{\gamma \cdot s}$$

oraz

$$R_{ax} = \frac{2 \cdot l_{ax}}{\gamma \cdot s}$$

gdzie:

- $l_{(x-1)a}$ oznacza długość odcinka linii od $(x-1)$ do a
- l_{ax} " " " " " " " " a " x ;

Wzory (2) i (3) otrzymają wówczas po drobnych przekształceniach postać:

$$\Delta U_{ax} = \frac{2}{\gamma \cdot s} \sum_a^x i_{(x-1)a} \cdot l_{(x-1)a} \quad (4)$$

$$\Delta U_{ax} = \frac{2}{\gamma \cdot s} \sum_a^x \pm i_a \cdot l_{ax} \quad (5)$$

Zgodnie ze wzorem (5), jako ramiona przy obliczaniu momentów prądów, występują nie opory, lecz długości odpowiednich odcinków linii.

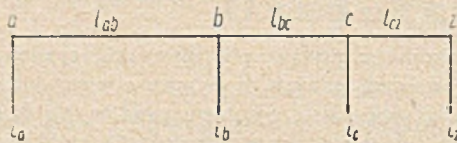
Przykład 2.

Dwuprzewodowa linia elektryczna prądu stałego, rys. 59, wykonana z przewodów miedzianych o jednokowym przekroju na całej długości linii, obciążona jest w punktach: *b*, *c*, *z*, prądami równymi odpowiednio:

$$i_b = 10 \text{ A}; \quad i_c = 20 \text{ A}; \quad i_z = 15 \text{ A}$$

Długość odpowiednich odcinków linii wynoszą:

$$l_{ab} = 80 \text{ m}; \quad l_{bc} = 60 \text{ m}; \quad l_{cz} = 40 \text{ m}$$



Rys. 59. Linia otwarta, obciążona w trzech punktach.

Przekrój przewodu miedzianego linii — $s = 16 \text{ mm}^2$ Cu. Przewodność właściwa przewodów linii przyjęta w przykładzie: — $\gamma = 56 \frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2}$

Należy obliczyć spadki napięć w poszczególnych odcinkach linii oraz napięcia w punktach odbiorczych: *b*, *c*, *z*, w założeniu, że napięcie w punkcie zasilania *a* jest stałe i równe 220V.

Rozwiązanie.

Zgodnie z podanymi wyżej dwiema zasadniczymi metodami obliczania spadków napięć, ujętymi wzorami (4) i (5), wyniki obliczeń będą następujące:

Obliczenie wg. wzoru (4).

$$\begin{aligned} \text{prąd płynący w odcinku } cz & \dots \dots \dots i_{cz} = i_z = 15 \text{ A} \\ \text{„ „ „ „ } bc & \dots \dots \dots i_{bc} = i_c + i_z = 20 + 15 = \\ & \dots \dots \dots = 35 \text{ A} \\ \text{„ „ „ „ } ab & \dots \dots \dots i_{ab} = i_a = i_b + i_c + i_z = \\ & \dots \dots \dots = 10 + 20 + 15 = 45 \text{ A} \end{aligned}$$

stąd:

$$\Delta U_{az} = \frac{2}{\gamma \cdot s} (i_{ab} \cdot l_{ab} + i_{bc} \cdot l_{bc} + i_{cz} \cdot l_{cz})$$

a po wstawieniu odnośnych wartości liczbowych:

$$\Delta U_{az} = \frac{2}{56 \cdot 16} (45 \cdot 80 + 35 \cdot 60 + 15 \cdot 40) \text{ V, t.j.}$$

$$\Delta U_{az} = 14,05 \text{ V}$$

podobnie:

$$\Delta U_{ac} = \frac{2}{\gamma \cdot s} (i_{ab} \cdot l_{ab} + i_{bc} \cdot l_{bc})$$

a po wstawieniu liczb:

$$\Delta U_{ac} = \frac{2}{56 \cdot 16} (45 \cdot 80 + 35 \cdot 60) \text{ V, t.j. } \Delta U_{ac} = 12,73 \text{ V}$$

oraz:

$$\Delta U_{ab} = \frac{2}{\gamma \cdot s} (i_a \cdot l_{ab})$$

a po wstawieniu odnośnych wartości:

$$\Delta U_{ab} = \frac{2}{56 \cdot 16} (45 \cdot 80) \text{ V, t.j. } \Delta U_{ab} = 8,04 \text{ V}$$

Na podstawie obliczonych wyżej spadków napięć w różnych odcinkach linii, można obliczyć łatwo napięcia panujące w poszczególnych punktach odbiorów: *b*, *c*, *z*. Napięcia te wyniosą odpowiednio:

$$U_z = (220,00 - 14,05) \text{ V t.j. } U_z = 205,95 \text{ V}$$

$$U_c = (220,00 - 12,73) \text{ V t.j. } U_c = 207,27 \text{ V}$$

$$U_b = (220,00 - 8,04) \text{ V t.j. } U_b = 211,96 \text{ V}$$

Obliczenie wg. wzoru (5).

$$\Delta U_{az} = \frac{2}{\gamma \cdot s} (i_a \cdot l_{az} - i_b \cdot l_{bz} - i_c \cdot l_{cz})$$

$$\Delta U_{ac} = \frac{2}{\gamma \cdot s} (i_a \cdot l_{ac} - i_b \cdot l_{bc})$$

$$\Delta U_{ab} = \frac{2}{\gamma \cdot s} (i_a \cdot l_{ab})$$

Z powyższych wzorów ogólnych, podobnie jak poprzednio, po wstawieniu w nie odnośnych wartości liczbowych otrzymamy odpowiednio:

$$\Delta U_{az} = \frac{2}{56 \cdot 16} (45 \cdot 180 - 10 \cdot 100 - 20 \cdot 40) \text{ V}$$

$$\text{t.j. } \Delta U_{az} = 14,05 \text{ V}$$

$$\Delta U_{ac} = \frac{2}{56 \cdot 16} (45 \cdot 140 - 10 \cdot 60) \text{ V}$$

$$\text{t.j. } \Delta U_{ac} = 12,73 \text{ V}$$

$$\Delta U_{ab} = \frac{2}{56 \cdot 16} (45 \cdot 80) \text{ V}$$

$$\text{t.j. } \Delta U_{ab} = 8,04 \text{ V}$$

Jak widać, obydwa wzory tj. zarówno wzór (4), jak i wzór (5), dają wyniki identyczne.

W pewnych okolicznościach wygodniej jest obliczać spadki napięć, korzystając ze wzorów, będących pewną odmianą podanych poprzednio wzorów (3) i (5), przy czym różnica polega na tym, że momenty prądów obliczone są nie względem punktu dowolnego *x*, lecz względem punktu zasilania *a* (rys. 57).

W tym przypadku otrzymamy wzór:

$$\Delta U_{ax} = i_b \cdot R_{ab} + i_c \cdot (R_{ab} + R_{bc}) + i_d \cdot (R_{ab} + R_{bc} + R_{cd}) + \\ + i_z \cdot (R_{ab} + R_{bc} + R_{cd} + R_{dz}),$$

który w postaci ogólnej otrzyma formę:

$$\Delta U_{ax} = \sum_a^x i_a \cdot R_{ca} \quad (6)$$

gdzie:

i_a oznacza prąd odbierany w dowolnym punkcie linii;

R_{aa} „ opór obu przewodów linii, licząc od punktu zasilania do punktu przyłączenia danego prądu odbieranego;

\sum_a^x „ znak sumowania w granicach od a do x .

Jeżeli obydwa przewody linii wykonane są z tego samego materiału i o tym samym przekroju, wówczas, analogicznie jak w poprzednich rozważaniach, zamiast oporów, wprowadzić można do wzoru (6) długości odpowiednich odcinków linii.

Przy tych założeniach otrzymamy ostatecznie wzór:

$$\Delta U_{ax} = \frac{2}{\gamma \cdot s} \sum_a^x i_a \cdot l_{aa} \quad (7)$$

gdzie

l_{aa} oznacza długość odcinka linii od punktu zasilania, do punktu przyłączenia danego prądu odbieranego.

W podanym poprzednio przykładzie 2, obliczony na podstawie wzoru (7) całkowity spadek napięcia od punktu zasilania a do ostatniego punktu odbioru z , wyniesie w postaci ogólnej:

$$\Delta U_{az} = \frac{2}{\gamma \cdot s} \left[i_b \cdot l_{ab} + i_c (l_{ab} + l_{bc}) + i_z (l_{ab} + l_{bc} + l_{cz}) \right]$$

a po wstawieniu wartości szczegółowych:

$$\Delta U_{az} = \frac{2}{56 \cdot 16} \left[10 \cdot 80 + 20 \cdot (80 + 60) + 15 \cdot (80 + 60 + 40) \right] \text{ V, tj. } \Delta U_{az} = 14,05 \text{ V}$$

Wynik ten jest znów identyczny, jak uzyskany poprzednio, tj. przy użyciu wzorów (4) i (5).

c. Linia otwarta z obciążeniem rozłożonym równomiernie.

We wszystkich dotychczasowych rozważaniach przyjmowano, że prądy odbierane skupione są w jednym, lub w kilku punktach linii.

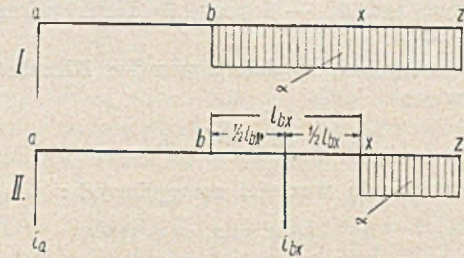
Obecnie zajmiemy się przypadkiem, gdy linia jest obciążona równomiernie, co ma w przybliżeniu miejsce wówczas, kiedy punkty odbiorcze rozplanowane są gęsto, a obciążenie linii — trudne do ścisłego oszacowania — przyjmuje się jako pewną średnią wartość przypadającą na jednostkę długości linii.

Przykładem tego rodzaju obciążenia może być choćby linia uliczna w mieście, biegnąca gęsto zabudowanymi ulicami, a co zatyłm idzie obciążona w bardzo wielu punktach.

Rys. 60 — I podaje przykład linii dwuprzewodowej, otwartej, obciążonej równomiernie prądem o natężeniu α amperów na każdy metr długości linii wzdłuż jej odcinka bz .

Obydwa przewody tej linii wykonane są z tego samego materiału oraz posiadają jednakowy przekrój

s na całej długości, co jak podawano już poprzednio oznacza, że linia ta jest symetryczna.



Rys. 60. Linia otwarta, obciążona równomiernie wzdłuż odcinka bz .

Spadek napięcia od punktu zasilającego a do dowolnego punktu x obliczyć można, podobnie jak poprzednio tj. np. według wzoru (5), przy czym we wzorze tym obciążenie ciągłe linii na odcinku bz traktować można jak obciążenie skupione (rys. 60—II), przyłożone w środku tego odcinka i równe:

$$\alpha \cdot l_{bx} = i_{bx}$$

Po tych rozważaniach wstępnych, omawiany wzór (5) otrzyma postać:

$$\Delta U_{ax} = \frac{2}{\gamma \cdot s} \left(i_a \cdot l_{ax} - i_{bx} \cdot \frac{l_{bx}}{2} \right)$$

Podkreślić należy, że powyższe słuszne jest tylko wówczas, gdy linia jest symetryczna, tj. zarówno materiał, jak i przekrój przewodów są jednakowe na całej długości linii.

Przykład 3.

Linia jednotorowa, otwarta, zasilana w punkcie a napięciem 220 V, obciążona jest w sposób podany na rys. 61—I.

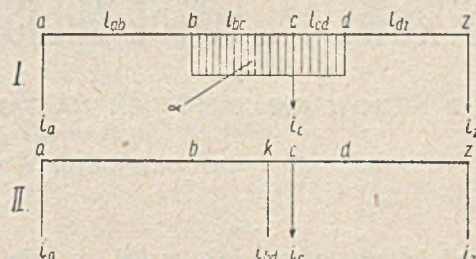
Linia ta wykonana jest przewodami miedzianymi o przewodności $\gamma = 56$ oraz przekroju jednostajnym, tj. jednakowym na całej długości linii równym 50 mm^2 .

Inne dane: $l_{ab} = 50 \text{ m}$, $l_{bc} = 40 \text{ m}$, $l_{cd} = 10 \text{ m}$, $\alpha = 1 \text{ A/mb}$, $i_c = 20 \text{ A}$, $i_z = 40 \text{ A}$

Obliczyć spadek napięcia, zarówno w woltach, jak i w procentach w stosunku do napięcia zasilającego, od punktu zasilania a , do punktu z , tj. do końca linii.

Rozwiązanie.

Zgodnie z rozważaniami podanymi wyżej, obciążenie rozłożone równomiernie wzdłuż linii, zastępujemy prądem skupionym w środku odnośnego odcinka, tj. zgodnie z rysunkiem 61 — I odcinka bd .



Rys. 61. Przykład linii otwartej z obciążeniem mieszanym (prądy skupione oraz rozłożone równomiernie).

Prąd ten wyniesie:

$$i_{bd} = \alpha \cdot (l_{bc} + l_{cd}), \text{ a zatem: } i_{bd} = 1 \cdot (40 + 10) = 50 \text{ A}$$

przy czym rys. 61 — I przyjmie formę pokazaną na rys. 61 — II.

Prąd zasilający, zgodnie z prawem Kirchhoffa wyniesie więc:

$$i_a = i_{bd} + i_c + i_z$$

a po wstawieniu wartości szczegółowych:

$$i_a = 50 + 20 + 40 = 110 \text{ A}$$

W tych warunkach, wzór (5) na całkowity spadek napięcia w voltach przyjmie postać:

$$\Delta U_{az} = \frac{2}{\gamma \cdot s} \left[i_a \cdot (l_{ab} + l_{bh} + l_{hc} + l_{cd} + l_{dz}) - i_{bd} (l_{hc} + l_{cd} + l_{dz}) - i_c (l_{cd} + l_{dz}) \right]$$

a po wstawieniu wartości liczbowych:

$$\Delta U_{az} = \frac{2}{56 \cdot 50} \left[110 (50 + 25 + 15 + 10 + 50) - 50 (15 + 10 + 50) - 20 (10 + 50) \right] \text{ V}$$

t. j. $\Delta U_{az} = 8,25 \text{ V}$

stanowi to procentowy spadek napięcia:

$$\Delta U_{az\%} = \frac{8,25}{220} \cdot 100\%, \text{ t. j. } \Delta U_{az\%} = 3,75\%$$

Całkowity spadek napięcia na długości linii od *a* do *z*, obliczony przy zastosowaniu wzoru (7) wyniesie odpowiednio:

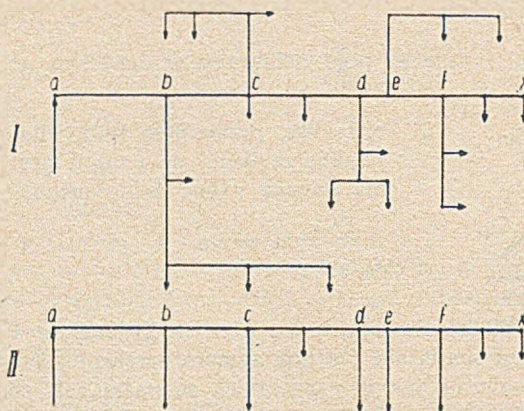
$$\Delta U_{az} = \frac{2}{\gamma \cdot s} \left[i_{bd} (l_{ab} + l_{bh}) + i_c (l_{ab} + l_{bh} + l_{hc}) + i_z (l_{ab} + l_{bh} + l_{hc} + l_{cd} + l_{dz}) \right]$$

a po wstawieniu wartości szczegółowych:

$$\Delta U_{az} = \frac{2}{56 \cdot 50} \left[50 \cdot (50 + 25) + 20(50 + 25 + 15) + 40(50 + 25 + 15 + 10 + 50) \right] \text{ V}$$

t. j. $\Delta U_{az} = 8,25 \text{ V}$

a zatem wynik identyczny jak poprzednio.



Rys. 62. Linia otwarta, rozgałęziona.

d. Linie otwarte rozgałęziona.

Częstokroć zachodzi w praktyce potrzeba obliczenia spadków napięć w liniach otwartych rozgałęzionych, jak np. we fragmentach sieci ulicznych napowietrznych, lub kablowych, instalacjach elektrycznych w budynkach fabrycznych, lub domach mieszkalnych itp.

W tych przypadkach, spadki napięć oblicza się w zasadzie tak samo, jak w liniach nierozgałęzionych.

Rys. 62—I i II podają przykład linii otwartej rozgałęzionej, zasilanej w punkcie *a* i obciążonej w kilkunastu punktach prądami przyłożonymi do kilku różnych gałęzi linii.

Rys. 62 — I podaje linię otwartą rozgałęzioną, wraz z wszystkimi prądami odbieranymi i prądem zasilania, w tej postaci rzeczywistej, zaś rys. 62 — II układ zastępczy tej linii, tj. po wprowadzeniu uproszczeń, o których będzie mowa niżej.

Jak wynika z rysunków 62 — I oraz 62 — II, celem obliczenia spadku napięcia od punktu zasilającego *a* do punktu *z* tej linii, odcinamy linie odgałęzione w punktach: *b*, *c*, *d*, *e*, *f* i przykładamy w tych punktach prądy równe sumie wszystkich prądów odbieranych wzdłuż tych odgałęzień.

Po wykonaniu tego uproszczenia, zadanie sprowadza się do przykładu omówionego szczegółowo w poprzednich rozważaniach.

W przypadku obciążenia równomiernego, lub mieszanego (skupione i równomierne równocześnie) linii otwartej rozgałęzionej, postępowanie przy obliczaniu spadku napięcia jest w zasadzie takie same, przy czym należy wziąć pod uwagę rozważania wymienione wyżej, a dotyczące linii otwartych z obciążeniem rozłożonym równomiernie.

(dalszy ciąg nastąpi)

PAŃSTWOWY PRZEMYSŁ MIEJSCOWY

DYREKCJA METALOWA I ELEKTROTECHNICZNA
POZNAŃ — PL. WOLNOŚCI Nr 6

PROSI O KIEROWANIE ZAMÓWIEŃ NA TABLICE OSTRZEGAWCZE EMALIOWANE I LITOGRAFOWANE
DO URZĄDZEŃ WYSOKIEGO NAPIĘCIA W/G. P. N. E.

bezpośrednio na adres [jak wyżej], a nie do Stowarzyszenia Elektryków Polskich w Warszawie

Rozwój racjonalizacji w przemyśle elektrotechnicznym na terenie okręgu warszawskiego

W zeszycie 5-tym „W. E.” omówiliśmy ogólnie wyniki działalności Klubów Techniki i Racjonalizacji na terenie przemysłu elektrotechnicznego okręgu warszawskiego. Podaliśmy między innymi, że liczba członków omawianych Klubów wynosi 510 osób, że zgłoszono 861 pomysłów racjonalizatorskich, że zatwierdzone pomysły przyniosły ok. 56 milionów zł oszczędności rocznie, a racjonalizatorom ok. 5 milionów 600 tys. zł tytułem nagród. Przytoczyliśmy wreszcie kilka przykładów zatwierdzonych wniosków racjonalizatorskich.

Obecnie możemy podzielić się z Czytelnikami bardziej szczegółowymi danymi z działalności tych Klubów.

Do Klubów, mających największe osiągnięcia, należą:

Klub T i R przy Z. W. U. T. — T. 2.

Klub T i R przy Z. W. A. W. N.

Klub T i R przy L. 13.

Wymienione dwa pierwsze Kluby wykazują największą liczbę zgłoszonych pomysłów racjonalizatorskich, natomiast Klub T i R przy L. 13, przy stosunkowo niewielkiej liczbie zgłoszonych pomysłów, uzyskał dzięki zgłoszonym usprawnieniom największe oszczędności.

Liczbowe dane, charakteryzujące pracę tych Klubów, przedstawiają się następująco:

1. Klub przy Z. W. U. T. — T. 2

Liczba członków — 80.

Zgłoszonych pomysłów — 297, zatwierdzonych — 110.

Osiągnięte oszczędności — ok. 10 mil. 600 tys. zł.

Wyplacone nagrody — ok. 1 mil. 445 tys. zł.

2. Klub przy Z. W. A. W. N.

Liczba członków — 162.

Zgłoszonych pomysłów — 224, zatwierdzonych — 99.

Osiągnięte oszczędności — ok. 13 mil. 370 tys. zł.

Wyplacone nagrody — ok. 1 mil. 707 tys. zł.

3. Klub przy L - 13

Liczba członków — 44.

Zgłoszonych pomysłów — 27, zatwierdzonych — 20.

Osiągnięte oszczędności — 15 mil. zł.

Wyplacone nagrody — 300 tys. zł.

Przytoczone szczegółowe dane świadczą o znacznych korzyściach, płynących z działalności członków tych Klubów zarówno dla nich samych jak i dla gospodarki społecznej.

Do chwili obecnej działalność Klubów z powodu braku doświadczeń posiadała raczej charakter przypadkowy, nieskoordynowany. Aby uniknąć tej przypadkowości działania i nadać pracom Klubów charakter bardziej planowy została zorganizowana konferencja pomiędzy racjonalizatorami i naukowcami, konferencja o której będzie mowa poniżej.

Wśród istniejących Klubów dwa są Klubami zorganizowanymi przy Instytutach Naukowych — przy G. I. El. i przy P. I. T. Rolą tych Klubów, ze względu na specyficzny charakter pracy Instytutów jest nieco odmienna, aniżeli Klubów fabrycznych, związanych bezpośrednio z produkcją. Instytuty mają tworzyć, w skali

ogólnokrajowej, rzeczy nowe, bądź też ulepszać istniejące. Instytuty są więc z urzędu jednostkami racjonalizatorskimi na wielką skalę. Racjonalizatorskimi również niejako z urzędu są pracownicy Instytutów.

Dla przykładu można podać, że jeden z Zakładów G. I. El.-u opracował urządzenie, które niezmiernie ułatwi pracę w wielu dziedzinach energetyki i tym samym może spowodować olbrzymie oszczędności.

Szereg innych Zakładów G. I. El.-u współpracuje ściśle z przemysłem w opracowaniu nowych modeli urządzeń i nowych metod pracy. Poza tą działalnością Kluby przy Instytutach będą posiadały raczej charakter Poradni dla szerokich rzesz racjonalizatorów, ponadto zaś będą prowadzić akcję szkoleniową również w zakresie wykraczającym poza obszar Instytutów. Kluby zorganizowane przy Instytutach, są w stanie prowadzić tego rodzaju akcję, ponieważ dysponują one specjalistami z różnych dziedzin elektrotechniki. W takim kierunku idzie Klub przy G. I. El.-u. Osiągnięcia dotychczasowe zostały dokonane na ogół w trudnych warunkach, ponieważ był to okres początkowej działalności Klubów, pochłaniającej wiele trudu i wysiłków w zakresie czynności organizacyjnych. Większość Klubów jeszcze dotychczas nie ma własnych lokali i potrzebnych pomocy naukowych.

Nie ulega wątpliwości, że działalność Klubów można jeszcze bardziej uaktywnić. Można to osiągnąć przez stworzenie Klubom odpowiednich warunków pracy, jak własne lokale, pomoce naukowe, ułatwione kontakty ze specjalistami itd. Poza tym istotne usprawnienia działalności Klubów dadzą się uzyskać na drodze wzajemnej informacji o uzyskanych osiągnięciach oraz wzajemnej wymiany pomocy fachowych w rozwiązywaniu trudniejszych zagadnień.

Wspomniane środki mające na celu usprawnić działalność Klubów były przedmiotem obrad na spotkaniu racjonalizatorów z naukowcami. Spotkanie to zorganizowane przez Warszawską Radę Związków Zawodowych odbyło się w dniu 29 czerwca br. w Szkole Inżynierskiej im. Wawelberga i Rotwanda w Warszawie. W spotkaniu wzięło udział ponad 600 osób, w szczególności przedstawiciele wszystkich Klubów racjonalizatorskich Stolicy, naukowcy z Politechniki Warszawskiej i Szkoły Inżynierskiej, przedstawiciele instytutów naukowych, Naczelnej Organizacji Technicznej i podległych jej stowarzyszeń technicznych oraz przedstawiciele Polskiej Zjednoczonej Partii Robotniczej, Centralnej Rady Związków Zawodowych i Warszawskiej Rady Związków Zawodowych.

Po części ogólnej uczestnicy rozdzielili się na sekcje branżowe, których obrady odbywały się w różnych salach. W Sekcji Elektrotechnicznej po żywej dyskusji uchwalono następujące wnioski:

- 1) o potrzebie utworzenia przy instytutach naukowych i wyższych uczelniach poradni dla szerokich rzesz racjonalizatorów;
- 2) o podawaniu, w formie zrozumiałej dla szerokiego ogółu racjonalizatorów, zasad wynagrodzeń za pomysły w postaci tabel lub wykresów;

- 3) o potrzebie przestrzegania ustalonych terminów odnośnie załatwiania wniosków racjonalizatorskich;
- 4) o potrzebie wymiany doświadczeń i upowszechnienia pomysłów racjonalizatorskich.

Po obradach sekcyjnych odbyło się powtórne zebranie plenarne, na którym uchwalono, że zebrani uważają za konieczne utrzymywanie ścisłej współpracy naukowców i racjonalizatorów oraz organizowanie wspólnych zebrań roboczych. W Warszawie, przy wyższych uczelniach technicznych, powinny powstać ośrodki pomocy dla racjonalizatorów. Dla realizacji tych uchwał postanowiono przekształcić komitet organizacyjny w stały komitet, który będzie czuwał nad wykonaniem przyjętych uchwał. (s. b.)

Kącik racjonalizatorów

Doceniając znaczenie racjonalizacji dla rozwoju gospodarki narodowej, a w szczególności dla wykonania 6-letniego planu gospodarczego, Redakcja otwiera na łamach „Wiadomości Elektrotechnicznych“ specjalny dział pt. „Kącik racjonalizatorów“.

Głównym zadaniem tego działu jest informacja o nowych pomysłach racjonalizatorskich w dziedzinie przemysłu elektrotechnicznego i energetyki. Zdarza się bowiem nierzadko, że d w i e a nawet kilka osób pracuje nad jednakowym pomysłem racjonalizatorskim, nie wiedząc nic wzajemnie o swych pracach. Zdarza się jeszcze częściej, że powstają „nowe“ pomysły i rozwiązania, które już dawno zdały w praktyce egzamin życiowy albo też nie znalazły praktycznego zastosowania. Aby zatem uniknąć zbędnego wysiłku mózgów i wyważania otwartych drzwi, konieczna jest stała informacja o nowych pomysłach racjonalizatorskich, oszczędzi to bowiem wiele czasu i rozczarowań.

Sprawą nie mniej ważną jest informacja o potrzebach racjonalizacji, o zagadnieniach narzucanych przez życie, a które powinny być przedmiotem racjonalizacji. Wykaz takich potrzeb może pobudzić szereg mózgów do pracy, pracy mogącej rozwiązać nieraz najbardziej palące zagadnienia.

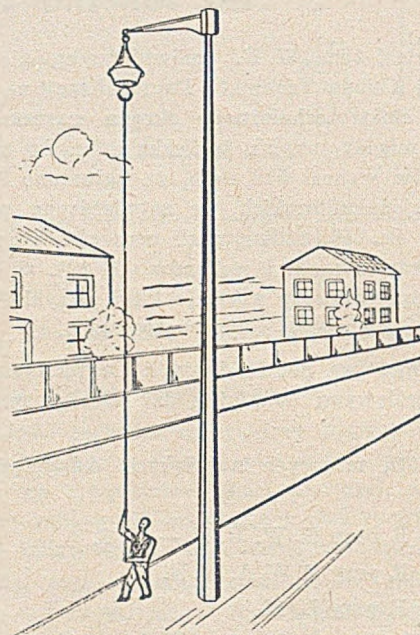
Mając na uwadze powyższe zadania — Redakcja apeluje gorąco do Czytelników o stałą współpracę z „Kącikiem Racjonalizatorów“.

Jeszcze o przyrządzie do wkręcania i wykręcania żaróweczek.

Na str. 16 WE z r. 1949 przedstawiliśmy szkicowy projekt uchwytów służących do wkręcania i wykręcania wysoko zawieszonych żarówek. W sprawie tej zakomunikowałem nam ob. Ig. Aszyk z Gdyni, że zgłosił podobny przyrząd w Urzędzie Patentowym R.P. pod Nr. 5266. Niestety, ob. Aszyk, prócz przedstawionego obok rysunku nie nadesłał ani szkicu konstrukcji, ani opisu swego przyrządu. Toteż nie możemy podać Czytelnikom różnicy między obu pomysłami.

Redakcja ze swej strony zachęca racjonalizatorów do dalszych prac nad usprawnieniem tego pomysłu, gdyż omawiane uchwyty dają wiele korzyści, a w szczególności:

- a) zapewniają bezpieczeństwo pracy, usuwając niebezpieczeństwo porażenia prądem elektrycznym oraz spadnięcia ze słupa, czy z drabiny,



- b) zmniejszają koszty urządzeń pomocniczych do opuszczania lamp lub specjalnych drabin,
- c) oszczędzają czas potrzebny na wymianę żarówek. (bo)

Elektryk niedoskonały

W Państwie zdążającym szybkim krokiem do socjalizmu, w którym rozwój uprzemysłowienia posiada zasadnicze znaczenie, w Państwie, które wysuwa przodujących robotników na kierownicze stanowiska, sprawa upowszechnienia wiedzy technicznej stała się problemem pierwszorzędnej wagi. Nic też dziwnego, że w Polsce obecnej gospodarczo społecznej zarówno liczba szkół technicznych średnich i wyższych, jak też liczba słuchaczy tych szkół jest wielokrotnie większa niż w okresie Polski prywatno - kapitalistycznej. W trosce o umożliwienie kształcenia się każdemu obywatelowi, Państwo utworzyło ponad to szereg szkół wieczorowych i kursów specjalnych na terenie całego kraju. Aby wyczerpać wszelkie możliwości udostępnienia wiedzy szerokim rzeszom pracowników, Państwo wykorzystuje do tego celu tak przystępny dla każdego środek, jakim jest radio. Niezależnie od tego Państwo udziela silnego poparcia czasopiśmiom technicznym i to zarówno ściśle fachowym jak też wydawnictwom poświęconym wyłącznie popularyzacji wiedzy technicznej. Szkolenie kadr stało się dla gospodarki uspołecznionej rzeczą pierwszorzędnej wagi. Kwoty przeznaczone przez Państwo na te cele są olbrzymie. Niestety, nie zawsze są one wykorzystane w sposób należyty, szczególnie w dziedzinie popularyzacji. Nie chodzi tu zresztą o bezpośrednie straty materialne, a o szkody, jakie ponosi laknący wiedzy robotnik, któremu podaje się nieścisłe, co gorzej nawet zgoła błędne wiadomości.

Jako przykład wprowadzania w błąd czytelnika przytaczamy kilka zdań wykładu „O prądzie elektrycznym“

podanego w wydawnictwie rozchodzącym się w dziesiątkach tysięcy egzemplarzy:

„Pewien młodociany eksperymentator włączył raz żaróweczkę od baterijki kieszonkowej do miejskiej sieci elektrycznej. Chciał się przekonać, jak to będzie świecić.

Skutek był natychmiastowy. Żaróweczka błysnęła raz oślepiającym światłem i zgasła, w całym zaś domu zapanały ciemności, bowiem pogasły również wszystkie lampy elektryczne.

„Oczywiście” — powiedziano speszonemu amatorowi elektrotechniki — „musiało się zrobić krótkie spięcie, bo w sieci jest napięcie 220 volt, a żaróweczka ta była przystosowana do świecenia przy napięciu 4,5 volta”.

Przytoczone zdania zawierają kilka wyrażen niefachowych, jak: „krótkie spięcie” zamiast „zwarcie”, „w sieci jest napięcie”, zamiast „sieć jest pod napięciem”, „220 volt” zamiast „220 woltów”, ale nie są to sprawy najistotniejsze. Istotną natomiast rzeczą jest, że Autor mówi „oczywiście” o sprawach, których w rzeczywistości nie potrafi dokładnie wytłumaczyć.

Każdemu elektrykowi bowiem wiadomo, że żaróweczka zbudowana na napięcie 4,5 volta przepali się natychmiast pod napięciem 220 woltów, natomiast o przyczynę zwarcia i zgaśnięcia lamp elektrycznych będzie dopytywał Autora, który zapewne nie potrafi tego wytłumaczyć. Wydaje się, że sprawa ta nie wymaga dalszych komentarzy.

W końcu wypada tylko podkreślić, że zapobieganie tego rodzaju błędnym informacjom w dziedzinie upowszechniania wiedzy należy do obowiązku każdego obywatela, toteż zwracamy się do Czytelników „WE”, aby o wszelkich podobnych zjawiskach zawiadamiali Redakcję, która sprawy te będzie ogłaszać na łamach Czasopisma celem zwalczania opisanego szkodnictwa.

(bi)

Nowiny elektrotechniczne

PRZEDMONTAŻOWE SUSZENIE TRANSFORMATORÓW NIEDUŻEJ MOCY W OBUDOWIE CHŁODZĄCEJ. — Transformatory niedużej mocy, o napięciu do 20 kV zaopatrzone w obudowę chłodzącą, żebrowaną albo innego typu najpraktyczniej jest suszyć w stałej komorze, nagrzewanej piecykami elektrycznymi, lub też w komorze rozbieranej z nagrzewaniem gorącym powietrzem, tłoczonym za pomocą wentylatorów.

W tych przypadkach, gdy na miejscu montażu nie ma możliwości suszyć transformatorów wymienionymi sposobami, a ponadto zachodzi konieczność jednocześnie z suszeniem dokonać naprawy zbiorników na olej — można wykorzystać dla suszenia transformatorów znajdujących się na miejscu jakiegokolwiek gładki (nieżebrowany) zbiornik o odpowiednich wymiarach.

Podaje się tu opis suszenia transformatorów w żelaznym zbiorniku nagrzewanym metodą strat indukcyjnych.

Podczas montażu dokonywanego w jednej z rejonowych elektrowni w Zagłębiu Donieckim trzeba było wykonać suszenie czterech transformatorów o mocy po 400 kVA i o napięciu 6,0/4,0 kV. Transformatory miały znaczne uszkodzenia zbiorników i chłodnic.

Do suszenia tych transformatorów wyzyskano próżny przeznaczony do innego celu zbiornik o kształcie zbliżonym do ściętego stożka, nie posiadający przykrywkę górnej. W zbiorniku tym udało się umieścić dwa transformatory, po wyjęciu ich właściwych zbiorników na olej. Oba transformatory były suszone jednocześnie.

Jednocześnie z suszeniem została dokonana naprawa uszkodzonych zbiorników i chłodnic tych transformatorów.

Do nagrzewania zbiornika, na bocznej jego powierzchni umieszczono uzwojenie składające się z 37 zwojów drutu aluminiowego o przekroju 50 mm². Drut umocowano na przytwierdzonych do zbiornika listewkach drewnianych rozmieszczonych na zewnętrznej powierzchni zbiornika. Uzwojenie to miało za zadanie wytworzyć silne pole magnetyczne. Straty energii pola powstające w masywnych blachach żelaznych zbiornika powodowały nagrzewanie się zbiornika w całej jego masie a zarazem zawartego w nim powietrza, które z kolei skutecznie osuszało transformatory znajdujące się wewnątrz zbiornika.

Wspomniane uzwojenie umieszczone na listewkach, umocowanych na zbiorniku, było zasilane napięciem 110 V przez transformatory spawalnicze, których uzwojenia niskiego napięcia były połączone szeregowo.

Wyniki praktyczne wypadły całkowicie zgodnie z wynikami obliczeń wstępnych.

Zgodnie z wynikiem obliczeń:

1. Moc potrzebna na podgrzewanie do 90°C przy nicosłoniętym zbiorniku = 8,5 kW;
2. Liczba zwojów uzwojenia magnesującego, umieszczonego na listewkach = 37;
3. Natężenie prądu w uzwojeniu = 140 A;
4. Napięcie zasilania = 110 V;
5. Przekrój uzwojenia magnesującego = 50 mm².

Od góry otwór był osłonięty brezentem na 2/3 powierzchni. Transformator osuszono naturalnym obiegiem ogrzanego powietrza.

W tym czasie, gdy osuszano transformatory, na innym stoisku naprawiono i wypróbowano ich właściwe zbiorniki.

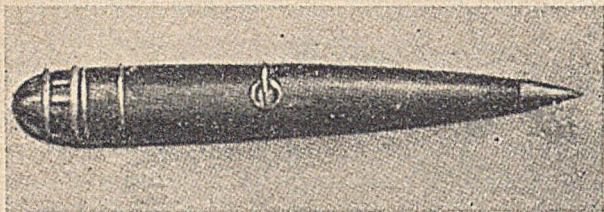
Zastosowany tu sposób osuszania transformatorów posiada następujące zalety:

- 1) Możliwość jednoczesnego suszenia kilku transformatorów;
- 2) Zmniejszenie zużycia mocy na suszenie;
- 3) Możliwość jednoczesnej naprawy zbiorników transformatorów. (Suszka transformatorów niebolszej moszczności z niejornymi radiatorami i riebrystymi kożuchami. A. I. S a z o n t o w. Promyszlennaja Energietyka. Zeszyt 2/50 r.).

BADANIE STRAT ENERGII W SIECI. — Wielkość strat energii w sieciach rozdzielczych jest jednym z podstawowych wskaźników dobroci pracy sieci. Straty Energii w sieci Zjednoczenia Energetycznego Okręgu Kazańskiego wynosiły w 1946 r. — 10,80%; w 1947 r. — 9,50%, w 1948 r. — 7,65%. Zmniejszenie strat uzyskano za pomocą opisanych poniżej środków.

Przeprowadzono kontrolę techniczną stanu sieci i zlikwidowano wady jej powodujące nadmierny wpływ energii wskutek złej izolacji. Zrewidowano prawidłowość pomiarów energii za pomocą liczników. Usta-

lono, iż normalna praca liczników odbywa się tylko powyżej temperatury 0°C. W temperaturach niższych, a szczególnie przy silnych mrozach liczniki (oczywiście ustawione w pomieszczeniach nieopalanym) dają wskazania połączone ze stratą dla elektrowni a na korzyść klienta, wskazania licznika są bowiem mniejsze niż faktycznie pobrana energia. Liczbowo różnica między

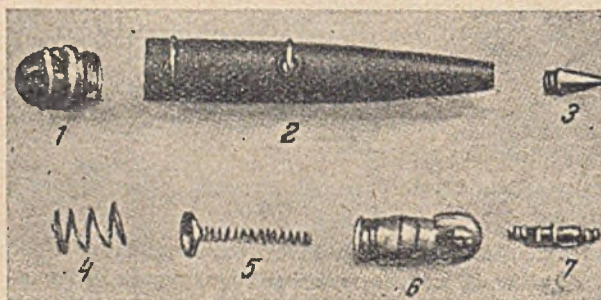


Rys. 1. Wygląd zewnętrzny wskaźnika fazy.

faktycznym poborem energii a wskazaniem licznika sięga 8%, a nawet niekiedy i więcej. Przeprowadzono akcję przeniesienia liczników z pomieszczeń nieopalanym do pomieszczeń o normalnej temperaturze pokojowej. Tam, gdzie nie można było przenieść liczników została wykonana budowa w postaci szafki wyłożonej wełnkiem, a wewnątrz niej umieszczono żarówkę celem podgrzewania wnętrza szafki. W ten sposób zachowano prawidłowość wskazań liczników w okresie niskich temperatur.

Zrewidowano sposoby i stan montażu jednofazowych liczników w instalacjach domowych. Zlikwidowano błędy w montażu liczników polegające na włączeniu cewki licznika w obwód przewodu zerowego, co jak wiadomo daje okazję do nadużyć.

Monterzy prowadzący ustawianie i kontrolę liczników zostali zaopatrzeni we wskaźniki fazy (rys. 1 i rys. 2) i otrzymali polecenie kontrolowania prawidłowości



Rys. 2. Części składowe wskaźnika fazy: 1 — przykrywka, ze szkiełkiem, na lampkę; 2 — korpus z masy izolacyjnej; 3 — metalowe zakończenie korpusu; 4 i 5 — sprężynki; 6 — lampka neonowa z metalowym trzonkiem; 7 — opornik bezindukcyjny 0,1–0,5 megoma.

podłączenia liczników przy ich ustawianiu podczas spisywania stanu oraz dorywczo podczas specjalnych obchodów kontrolnych.

Wskaźnik fazy jest wykonywany przez jeden z miejscowych zakładów i ma prostą konstrukcję. Składa się on z ebonitowego korpusu, w którym znajduje się niskonapięciowa lampka neonowa z opornikiem bezindukcyjnym włączonym szeregowo w obwód lampki. Opór tego opornika wynosi 0,1 do 0,5 megoma. Gdy dotykamy metalową końcówką wskaźnika przewodu, będącego pod

napięciem, minimalny prąd płynący przez neonówkę, opornik i ciało trzymającego powoduje świecenie się neonówki: natężenie prądu jest jednak bardzo małe, nieszkodliwe i nieodczuwalne przez trzymającego. Wskaźnik taki jest b. wygodny w użyciu, ma bowiem wymiar ołówka, a ponadto zastępuje żarówkę probierczą, jeśli chodzi o zbadanie, czy przewód jest pod napięciem, czy też wyłączony.

Kontrola prawidłowości zestawienia liczników dała dobre wyniki i pozwoliła znacznie uporządkować sprawę.

Dla zmniejszenia strat w sieci zrealizowano podwyższenie napięcia w pewnych częściach sieci rozdzielczej ze 127 na 220 woltów.

Odbiorców dużej mocy odłączono od ogólnej sieci oświetleniowej, przerabiając zasilanie ich na bezpośrednie od sieci wysokiego napięcia przez transformatory odłączane w czasie postoju przedsiębiorstwa (warsztaty jednoczynowe, pracujące tylko w dzień, oświetlenie składów na wolnym powietrzu potrzebne tylko w nocy itp.).

Dla zabezpieczenia liczników od przeciążenia (urządzenia grzejne) zainstalowano samoczynne wyłączniki nadmiarowe. Zmniejszyło to w bardzo znacznym stopniu liczbę uszkodzonych liczników.

Ponadto każdemu abonentowi doręczono instrukcję poprawnego korzystania ze swej instalacji.

Zabiegi te dały dobre wyniki, gdyż straty energii w sieci spadły z 10,8% na 6,7%. (Iz opyta raboty energo-zbyta Kazenergo po borbie s potieriami elektriczeskoj energii. Inż. S. M. Donskoj. Promyszlennaja Energetika. Zeszyt 7/1949 r.).

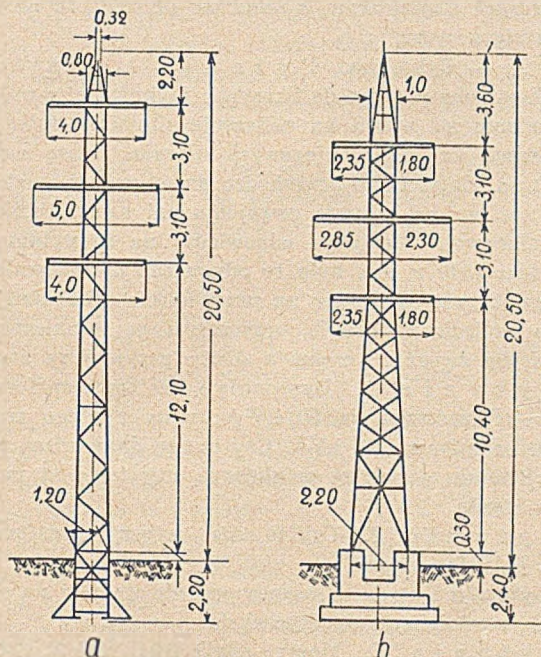
BUDOWA LINII ELEKTRYCZNEJ O NAPIĘCIU 110 kV W GÓRSKICH WARUNKACH. Omawiana linia została zbudowana w bardzo trudnych warunkach terenowych. Trasa biegnie początkowo brzegami silnie wylewającej rzeki, przechodząc często z jednego brzegu na drugi, następnie w wąwozie skalnym. Maszty rozmieszczone tuż przy drodze samochodowej, wyrąbanej w wysokich pionowych skałach prawego brzegu rzeki. W środku skalnego odcinka, gdzie droga samochodowa przebiega w tunelu — dla obejścia wysokiej skały — ustawiono w bardzo trudnych warunkach maszty lowobrzeżny. Po wyjściu z wąwozu trasa biegnie w miejscowości lesistej i górzyściej, przecina szereg pasm górskich z szczególnie gwałtownymi wzniesieniami rzędu 25° — 30°.

Geologiczne warunki, stanowiące o wyborze fundamentów masztów są bardzo różnorodne. Spotyka się gliny oraz margle, na odcinku skalistym gołe skały, a na zalewowym odcinku rzeki gruntu naniesione z dużymi otoczkami. Trasa krzyżuje się z torem kolejowym ułożonym na 12 metrowym nasypie. Długość trasy — 47,3 km, liczba masztów — 269, przelot teoretyczny — 220 m.

Różnorodność warunków trasy spowodowała zastosowanie różnych typów masztów — jest ich mianowicie aż 21. Przy skrzyżowaniu z torem kolejowym ustawiono specjalne maszty o wysokości 35 m. W związku z dużą liczbą typów masztów i różnorodnością warunków ustawiania słupów wypadło zastosować także różne typy fundamentów, tak stalowych jak i betonowych (42 typy). Część masztów potrzeba było ustawić na

fundamentach kroksztynowych montowanych z boku skały.

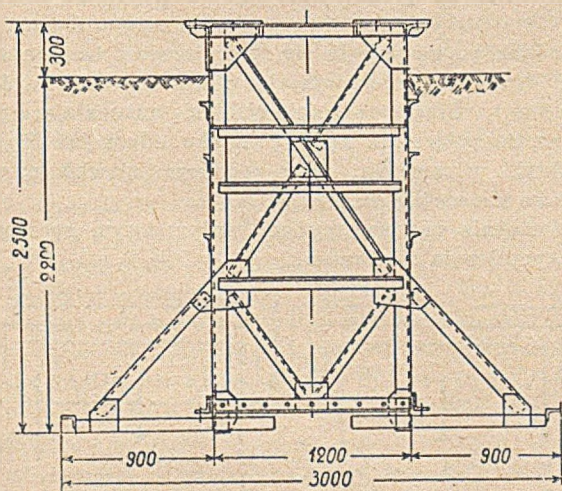
Zasadnicze typy zastosowanych fundamentów i masztów są przedstawione na rys. 1. Wysokość masztu wy-



Rys. 1. Normalno maszty dla linii dwutorowych 110 kV o przelocie 220 m: a — maszt przelotowy; b — maszt narożny.

nosi 20,5 m. Rys. 1a przedstawia maszt przelotowy na fundamencie stalowym, rys. 1b maszt narożny na fundamencie żelbetonowym.

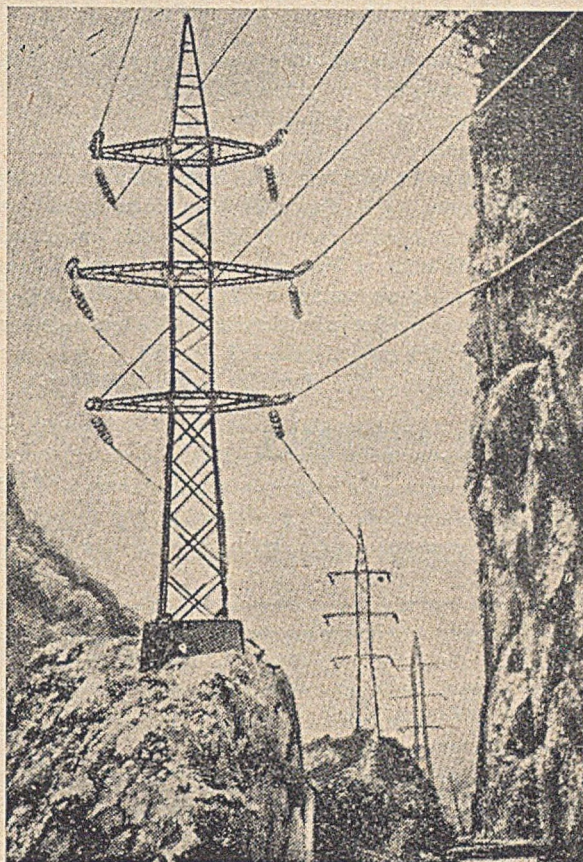
Zasadniczy typ fundamentu stalowego podano na rys. 2.



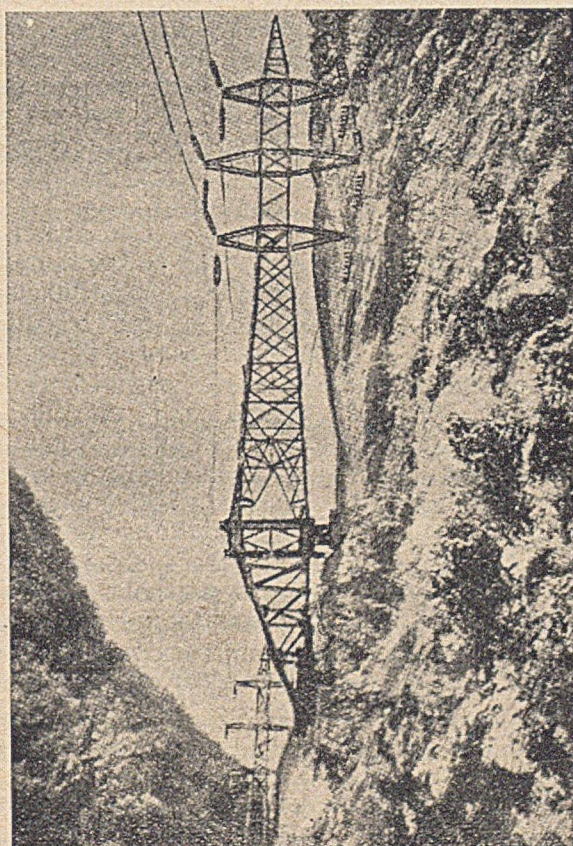
Rys. 2. Stalowa podstawa pod maszt przelotowy.

Jeśli w miejscu zestawienia masztu w terenie znajdował się wzniesiony wzgórek skalny, to ustawiono maszt odpowiednio skrócony, wyzyskując ten pagórek jako podstawę. Przed ustawieniem masztu usuwano część zwietrzałą skały, a na zdrowej skale montowano podstawę masztu. Rys. 3 przedstawia skrócony maszt. Jest on umocowany na wystającej skale za pomocą śrub stalowych zabetonowanych w otworach wywierconych w skale. Górna część tych śrub wystająca

ponad skałą została obetonowana dla uzyskania dogodnej płaszczyzny montażowej pod maszt.



Rys. 3. „Skrócone” maszty ustawione na skałach.



Rys. 4. Maszt „skrócony” ustawiony na podstawie kroksztynowej.

Rys. 4 przedstawia maszt skrócony zmontowany na podstawie kroksztynowej, przytwierdzonej do skały za pomocą śrub zacementowanych w otworach wywierconych w skałe.

Transport na miejsce ustawienia wszystkich części składowych masztów w przeważającej części był dokonany za pomocą samochodów.

Jak wspomniano długość trasy wynosi 47,3 km. Roboty rozpoczęto w kwietniu 1948 roku, a ukończono w maju 1949 roku. 60% fundamentów zostało zbudowanych w sezonie letnim roku 1948, zaś 48% w sezonie zimowym 1948/1949 r. Natomiast montaż masztów odbył się w sezonie zimowym w 71%, zaś tylko 29% w sezonie letnim. (Sporządzenie linii elektroprowadzcy 110 kV w górnich ustojach. Inż. W. W. G u l d e n b a l k. Elektrieskie Stancji. Zeszyt 5/1950 r.).

Skrzynka techniczna

Przy opracowywaniu odpowiedzi do Skrzynki Technicznej Redakcja „W. E.” posługiwała się dotychczas niewielkim gronem specjalistów, współpracujących z „W. E.”.

Taki sposób redagowania Skrzynki Technicznej stosowany z reguły w krajach kapitalistycznych, bardzo zresztą dla Redakcji wygodny, nie spełnia ważnego w naszym ustroju postulatu wyszukiwania nowych talentów oraz wykorzystywania wiedzy i doświadczenia fachowego w jak najszerszym zakresie.

Z tej przyczyny Redakcja „W. E.”, zrywając z dotychczasowym szablonem, już w niniejszym zeszycie wprowadza próbę współpracy z Czytelnikami w redagowaniu Skrzynki Technicznej. Zamieszczamy pytania nadesłane do Redakcji, a każdy Czytelnik, który potrafi odpowiedzieć, na którekolwiek pytanie przesyła jest o przesłanie swej odpowiedzi do Redakcji.

Najlepsze odpowiedzi, wybrane przez Kolegium Redakcyjne, zostaną zamieszczone w następnym zeszycie, a autorzy tych odpowiedzi otrzymają honorarium według obowiązujących norm.

Podany sposób redagowania Skrzynki posiada duże zalety dydaktyczne, gdyż pobudza Czytelników do myślenia i rozwiązywania zagadnień, czego nie osiąga się przy podawaniu odpowiedzi bezpośrednio przy pytaniu. Drugą istotną korzyścią, jaką daje omawiana forma redagowania Skrzynki, jest możliwość znacznie wszechstronniejszego naświetlenia zagadnień, niż to można uzyskać przy oświetleniu kwestii przez jedną osobę, nawet najlepszego specjalistę.

Redakcja sądzi, że w ten sposób uda się jej zacieśnić kontakt z Czytelnikami i zwiększyć ich zainteresowanie Skrzynką Techniczną, a także wciągnąć do stałej współpracy tych Czytelników, których wiedza, doświadczenie i zdolności popularyzacyjne powinny być wykorzystane dla podniesienia poziomu fachowego i uzupełnienia wiedzy fachowej innych Czytelników. Kontakt ze specjalistami, którzy współpracowali dotychczas ze Skrzynką Techniczną, zostanie nadal utrzymany, dla zagwarantowania wysokiego poziomu technicznego odpowiedzi.

Redakcja będzie zamieszczać wszystkie pytania nadesłane przez Czytelników, przy czym tekst pytań będzie w zasadzie podawany w dosłownym brzmieniu, aby nie spaczyć myśli osoby, która sformułowała pytanie. Redakcja będzie dokonywać jedynie poprawek dotyczących słownictwa technicznego, a w wyjątkowych przypadkach poprawek stylistycznych.

Oczywiście przy takim sposobie redagowania dostaną się do Skrzynki również i pytania oparte na błędnym rozumowaniu Czytelnika formułującego pytanie. Pytań takich nie możemy jednak eliminować ze Skrzynki, gdyż one właśnie pozwalają prostować błędne rozumowania niektórych Czytelników, a wiadomo przecież, że na błędach się uczymy.

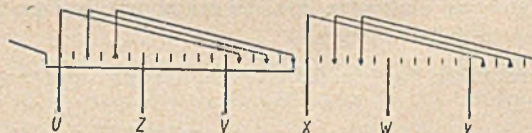
S. B. — Bykownina. Pytanie 1. W kwietniu zeszłego roku pisałem do Skrzynki Technicznej z prośbą o podanie mi wzoru na obliczenie silników tylko na podstawie danych wymiarowych rdzenia. Muszę zaznaczyć, że silniki takie przychodzą do naszego warsztatu, gdy nie ma już starego uzwojenia ani nawet tabliczki znamionowej. Dostałem odpowiedź na to pytanie w czerwcu 1949 r. Ale była to odpowiedź niezadawalająca, gdyż podawała wzór na przewinięcia silnika z jednego napięcia na drugie, przy czym dane techniczne co do liczby zwarć i przekroju drutu przyjęto za znane.

Pytanie 2. Dysponuję rdzeniem transformatora trójfazowego na 50 kVA; mam z niego zrobić transformator na 25 kVA. Czy muszę dany rdzeń proporcjonalnie o połowę zmniejszyć, czy też jest na to inna reguła.

Pytanie 3. Czy to samo dotyczy transformatora jednofazowego.

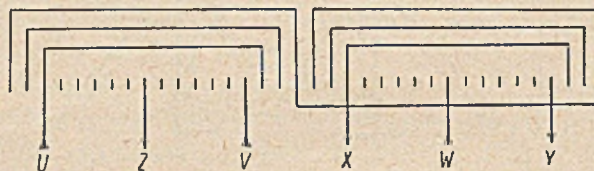
Pytanie 4. Proszę o podanie wzorów na obliczenie zwalniczy magnetycznych.

Pytanie 5. Mamy silnik BBC 15 kW, 380 V (w układzie gwiazdowym) 3000 obr./min, 36 żłobków. Wirnik klatkowy (zwały), pręty miedziane. Uzwojenie jest spalone. Schemat dawnego nawinięcia był następujący:



Jednak po nawinięciu wg. powyższego schematu silnik ten nie daje pełnych obrotów (robi ok. 100 obr./min), brzęczy i bezpieczniki się przepalają, pomimo, że połączenia są w porządku. Mam już 20 lat praktyki w zawodzie, ale z podobnym zjawiskiem się jeszcze nie spotkałem.

Następnie nawinęliśmy go najprostszym sposobem wg. poniższego schematu:



I tak nawinięty silnik wykazuje również te same objawy. Co mamy z nim zrobić?

Pytanie 6. Proszę też o wzór na obliczanie poskoków skróconych. Naprzykład silniki 55 W (wieńcowe dwuwarstwowe) mają zawsze skrócony poskok. Jak to się oblicza?

M. R. Szczecin - Pogodno. Przeglądając katalog CHPE na silniki elektryczne, spotkałem się z uwagą, że podane moce znamionowe silników są aktualne tylko do wysokości 1000 m nad poziomem morza. Przy dalším wzroście wysokości moc silników zmniejsza się o 1% na każde 100 m.

Proszę o wytłumaczenie powyższego zjawiska. Na podstawie powyższej uwagi można dojść do wniosku, że na wysokości 11000 m moc każdego silnika elektrycznego byłaby równa zeru, co jest mało prawdopodobne.

Ł. K. — Kościan. Pytanie 1. Na jakiej zasadzie pracuje lodówka elektryczna, gdzie zastosowano grzejnik o następujących danych $U = 220 \text{ V}$; $P = 1040 \text{ W}$ (Nr 810 z nastawialnym wyłącznikiem prądu).

Pytanie 2. Jaki płyn lub gaz jest tam podgrzewany i ile oraz jak trzeba go uzupełnić. (Produkcja niemiecka — bliższych danych brak).

Wydawnictwa

G. Hensel i Wł. Kotelewski — O uzwojeniach maszyn elektrycznych prądu stałego

Ostatnio ukazał się na półkach księgarskich podręcznik pt. „O uzwojeniach maszyn elektrycznych prądu stałego”. Autorami tej książki są nieodżałowanej pamięci Profesor Inż. Gustaw Hensel, zamordowany przez hitlerowców w r. 1944 oraz Profesor na Wydziale Elektrycznym Szkoły Inżynierskiej im. Wawelberga i Rotwanda w Warszawie, Inż. Włodzimierz Kotelewski, a wydawcą — Państwowe Zakłady Wydawnictw Szkolnych.

Podręcznik „O uzwojeniach maszyn elektrycznych prądu stałego” został całkowicie na nowo opracowany przez Inż. Kotelewskiego na podstawie wydanej przed 25 laty książki Prof. Hensla pod tym samym tytułem. Nowe wydawnictwo różni się zasadniczo tym od dawnego, że poświęca znacznie więcej miejsca uzwojeniom dwuwarstwowym, przy czym sposób ujęcia tematu jest odmienny od dawniejszego, dostosowany do nowoczesnych wymogów nauczania.

Pierwszorzędną zaletą podręcznika jest ujęcie dydaktyczne przedmiotu, polegające na systematycznym zaznajamianiu Czytelnika z coraz to bardziej złożonymi, a zarazem coraz nowocześniejszymi typami uzwojeń przy równoległym wprowadzaniu coraz to nowych pojęć zasadniczych.

Podręcznik omawia na wstępie zasady wytworzenia prądu zmiennego i jego przekształcania na prąd stały przy pomocy komutatora.

Następny rozdział książki zajmuje się uzwojeniami pierścieniowymi i równoległymi i szeregowymi. Rozdział ten stanowi przygotowanie do rozdziału III, omawiającego jednowarstwowe uzwojenia bębnowe (równoległe i szeregowy).

W rozdziale IV przechodzi Autor do omówienia wstępnego dwuwarstwowego uzwojeń bębnowych. Rozdziały V i VI zawierają wiadomości o uzwojeniach pętlicowych prostych i dwukrotnych, przy czym specjalną uwagę poświęcono zagadnieniu prądów wyrównawczych i połączeń wyrównawczych.

Rozdziały VII i VIII podają wiadomości o uzwojeniach falistych prostych i wielokrotnych, dotyczące zarówno konstrukcji jak i zastosowania tego rodzaju uzwojeń.

W następnym rozdziale (IX) — wprowadzono wiadomości o uzwojeniu pętlicowo-falistym.

Podręcznik uzupełniono przykładami liczbowymi o bliczania uzwojeń (rozdział X), w ostatnim zaś rozdziale (XI) podano zasady budowy gwiazdy napięć oraz wieloboku napięć dla różnych typów uzwojeń.

Wyszczególnione powyżej zagadnienia omówione są w podręczniku stylem jasnym w sposób przystępny, co znacznie ułatwia zrozumienie treści podręcznika przez początkujących. Podkreślić należy, że słownictwo techniczne jest bez zarzutu. Duże ułatwienie stanowią również uzupełniające tekst rysunki w liczbie 112, przedstawiające przeważnie schematy uzwojeń. Rysunki te wykonano pod względem graficznym bardzo starannie.

Podręcznik przeznaczony w zasadzie do użytku szkolnego w liceach elektrotechnicznych, może również oddać cenne usługi studentom Szkół Inżynierskich oraz w naprawczych warsztatach elektrotechnicznych, gdzie się odbywa przewajanie silników.

Podręcznik zawiera 112 stron druku o formacie A-5, 112 rysunków i 8 tablic uzwojeń. Cena: zł. 225.—

Komunikaty i zarządzenia

Okólnik NOT do wszystkich Stowarzyszeń w sprawie obowiązkowej prenumeraty pism branżowych przez Członków Stowarzyszeń.

Jednym z zasadniczych statutowych celów Stowarzyszeń technicznych jest podnoszenie kwalifikacji oraz formowanie światopoglądu stowarzyszonych. Między innymi środkami, zmierzającymi do tego celu, pierwsze miejsce należy czasopismom technicznym.

Opierając się na powyższych zasadach, Rada Główna NOT, na posiedzeniu w dn. 26 maja br., uchwaliła obowiązek prenumeraty czasopism technicznych dla wszystkich członków Stowarzyszeń. W uchwale przewidziany był obowiązek stałej składki prasowej w wysokości zł 150 — przy czym każdy z członków miał otrzymywać „Przegląd Techniczny” oraz do wyboru jedno z czasopism branżowych. W międzyczasie zaszły zmiany w kierunku uporządkowania i znormalizowania nakładów, formatów objętości i cen czasopism technicznych.

W rezultacie powyższego, opierając się całkowicie na linii wytkniętej przez Radę Gł. NOT, po porozumieniu z odpowiednimi czynnikami społecznymi i P.K.P.G. oraz uzyskaniu możliwości dalszych ulg dla członków Stowarzyszeń — Naczelna Organizacja Techniczna podaje do wiadomości wszystkich Stowarzyszeń, co następuje:

1. Każdy członek Stowarzyszenia obowiązany jest do prenumerowania jednego czasopisma branżowego wg swego wyboru, korzystając z cen ulgowych 50 zł wzgl. 100 zł miesięcznie wg zestawień. Prenumerata „Przeglądu Technicznego” nie jest obowiązkowa lecz członkowie Stowarzyszeń, którzy interesują się ogólnymi zagadnieniami technicznymi oraz zagadnieniami koncepcyjnymi techniki, mają prawo do prenumerowania „Przeglądu Technicznego” na specjalnie ulgowych warunkach zł 50 zamiast 150.
2. Zarządy Gł. obowiązane są do jak najszybszego nadsyłania do Działu Czasopism Technicznych NOT aktualnych adresów swych członków, którym rozdane będą zeszyty okazowe „Przeglądu Technicznego”.
3. Do każdego wysłanego egzemplarza „Przeglądu Technicznego” dołączona będzie karta zamówienia. Każdy członek Stowarzyszenia obowiązany jest, w przeciągu tygodnia od daty otrzymania karty zamówienia zwrócić ją wypełnioną do Działu Czasopism Technicznych NOT, podając wysokość deklarowanej składki prasowej, wynikającej z zamówionych czasopism.

4. Składką prasową objęte są na razie tylko czasopisma techniczne NOT. Odnosnie Czasopism Technicznych, wydawanych przez PWT i Wyd. Komunikacyjne, nastąpi oddzielne zawiadomienie.
5. Wszystkie czasopisma NOT podzielone zostały na następujące grupy:

gr. „A“

1. Przegląd Mechaniczny,
2. Przegląd Spawalnictwa,
3. Technika Lotnicza,
4. Przegląd Elektrotechniczny,
5. Przegląd Telekomunikacyjny,
6. Inżynieria i Budownictwo
7. Przegląd Geodezyjny,
8. Przegląd Papierniczy,
9. Przemysł Chemiczny,
10. Gospodarka Wodna,
11. Technika Morza i Wyrzeża,
12. Przemysł Rolny i Spożywczy.

gr. „B“

1. Mechanik,
2. Energetyka,
3. Przegląd Budowlany,
4. Gaz, Woda i Technika Sanitarna,
5. Przemysł Drzewny,
6. Gazeta Cukrownicza,
7. Materiały Budowlane,
8. Szkło i Ceramika.

gr. „C“

1. Wiadomości Elektrotechniczne,
2. Wiadomości Telekomunikacyjne,
3. Papiernik.

6. Wysokość składki miesięcznej prasowej ustala się jak następuje:

- | | |
|--|---------|
| a) za jedno czasopismo gr „A“ lub „B“ | zł 100. |
| b) za jedno czasopismo gr. „A“ lub „B“
i za „Przegląd Techniczny“ | zł 150 |
| c) za jedno czasopismo gr. „C“
i za „Przegląd Techniczny“ | zł 100 |
| d) za jedno czasopismo gr. „C“ | zł 50 |

U C H W A Ł A

Komitetu Postępu Technicznego
z dnia 20 maja 1950 r.

*w sprawie stosowania promieni podczerwonych
do suszenia lub grzania.*

Na podstawie uchwały Komitetu Ekonomicznego Rady Ministrów z dnia 2 stycznia 1950 r. w sprawie powołania Komitetu Postępu Technicznego uchwała się co następuje:

§ 1. Minister Przemysłu Ciężkiego:

- a) zorganizuje do dnia 30 września 1950 r. w jednej z podległych sobie instytucji naukowo-badawczych placówkę do badania zagadnień, związanych ze stosowaniem promieni podczerwonych,
- b) zapewni do dnia 31 grudnia 1950 r. konstrukcyjne opracowanie typów stojaków, ram i segmentów do budowy urządzeń, do suszenia lub grzania promienia-

mi podczerwonymi oraz zapewni w tym samym terminie wykonanie sztuk doświadczalnych tych typów i praktyczne sprawdzenie ich konstrukcyjnej celowości,

c) zapewni do dnia 28 lutego 1951 r. opracowanie projektu pieca tunelowego z transporterem taśmowym do suszenia mniejszych części lakierowanych masowej produkcji oraz zapewni w tym samym terminie zbudowanie w jednym z podległych sobie zakładów pracy prototypu tego pieca,

d) zapewni do dnia 31 grudnia 1950 r. opracowanie konstrukcyjne najodpowiedniejszych typów reflektorów dla lamp promieniowania podczerwonego,

e) zapewni do dnia 31 grudnia 1950 r. opracowanie metod seryjnej produkcji żarówek promieniowania podczerwonego o napięciu 110 V i 220 V o mocy 250 W i 500 W oraz zapewni w tym samym terminie wykonanie próbnych serii tych żarówek,

f) ustalą do dnia 31 grudnia 1950 r. wstępne orientacyjne zapotrzebowanie na żarówki promieniowania podczerwonego w latach 1951—1955 oraz przewidzi dodatkowo w planie produkcyjnym wykonanie tych żarówek,

g) uruchomi do dnia 30 lipca 1951 r. produkcję typowych reflektorów, stojaków, ram i segmentów do lamp promieniowania podczerwonego,

h) zapewni przeprowadzenie badań nad metodami suszenia lub grzania promieniami podczerwonymi, z uwzględnieniem stopnia skrócenia czasu suszenia lub grzania i oszczędności, jakie można uzyskać przy stosowaniu tych metod oraz zapewni opracowanie odpowiednich wniosków, opartych na wynikach przeprowadzonych badań; badania te należy przeprowadzić w zakresie suszenia lub grzania:

1. powierzchni lakierowanych i miniowanych w przemyśle metalowym, samochodowym i wagonowym do dnia 31 marca 1951 r.,
2. uzwojeń silników elektrycznych do dnia 31 marca 1951 r.,
3. w przemyśle chemicznym i farmaceutycznym do dnia 31 marca 1951 r.,
4. form odlewniczych do dnia 30 kwietnia 1951 r.
- i) zapewni do dnia 31 maja 1951 r. przeprowadzenie badań w skali przemysłowej na prototypowym piecu tunelowym z transporterem taśmowym, zbudowanym zgodnie z pkt. c).

§ 2. Minister Przemysłu Lekkiego zapewni:

a) przeprowadzenie badań nad metodami suszenia lub grzania promieniami podczerwonymi, z uwzględnieniem stopnia skrócenia czasu suszenia lub grzania i oszczędności, jakie można uzyskać przy stosowaniu tych metod oraz zapewni opracowanie odpowiednich wniosków, opartych na wynikach przeprowadzonych badań; badania te należy przeprowadzić w zakresie suszenia lub grzania w przemyśle:

1. gumowym i tworzyw sztucznych do dnia 31 marca 1951 r.,
2. ceramicznym do dnia 31 marca 1951 r.,
3. włókienniczym do dnia 31 czerwca 1951 r.,
4. papierniczym do dnia 31 grudnia 1951 r.,
- b) do dnia 30 czerwca 1951 r. przeprowadzenie badań w skali przemysłowej nad suszeniem lub grzaniem

PRACOWNICY PRZEMYSŁU ELEKTROTECHNICZNEGO I ENERGETYKI WALCZĄ O POKÓJ — PRZEZ:

stałe podwyższanie swych kwalifikacji, zwiększanie wydajności pracy, poprawę jakości wytworów, wytwarzanie nowych asortymentów, oszczędnością gospodarkę materiałową, walkę z marnotrawstwem energii, racjonalizację metod pracy, racjonalne wykorzystanie nowych urządzeń, socjalistyczną dyscyplinę pracy

promieniami podczerwonymi, w jednym z podległych sobie zakładów przemysłu włókienniczego.

§ 3. Minister Przemysłu Rolnego i Spożywczego:

a) uruchomi do dnia 31 grudnia 1950 r. przeprowadzenie badań nad możliwością ekonomicznego zastosowania suszenia promieniami podczerwonymi w przemyśle rolnym i spożywczym,

b) zapewni do dnia 30 czerwca 1951 r. przeprowadzenie badań w zakresie kilku zasadniczych produktów przemysłu rolnego i spożywczego nad sposobami suszenia promieniami podczerwonymi z uwzględnieniem stopnia skrócenia czasu suszenia lub grzania i oszczędności, jakie można uzyskać przy stosowaniu tych sposobów oraz zapewni opracowanie odpowiednich wniosków, opartych na wynikach przeprowadzonych badań.

§ 4. Minister Handlu Zagranicznego, w porozumieniu z zainteresowanymi Ministrami zapewni do dnia 31 października 1950 r. dostarczenie z państw demokracji ludowej urządzeń laboratoryjnych, niezbędnych do przeprowadzenia badań wymienionych w § 1 — 3.

§ 5. Minister Przemysłu Ciężkiego, w porozumieniu z zainteresowanymi Ministrami:

a) zapewni koordynację prac, określonych w § 1—4,

b) opracuje do dnia 15 sierpnia 1950 roku wnioski w sprawie finansowania prac, określonych w § 1—4, uzgodni go z istniejącymi planami na rok 1950 i 1951 oraz wystąpi w razie potrzeby o przyznanie dodatkowych kredytów,

c) dokona do dnia 31 grudnia 1951 r. szczegółowej analizy wyników badań, wymienionych w § 1—3, przedłoży Komitetowi Postępu Technicznego wnioski co do przemysłowego stosowania promieni podczerwonych i kolejności, w jakiej to stosowanie winno być wprowadzane oraz przedłoży temu Komitetowi plany finansowo-inwestycyjne, niezbędne do realizacji tych wniosków.

Przewodniczący
Komitetu Postępu Technicznego
(—) B. SZYR

Załącznik do uchwały Komitetu Postępu Technicznego w sprawie stosowania w zakładach pracy promieni podczerwonych do suszenia lub grzania.

W związku z dużymi zaletami i korzyściami, wynikającymi ze stosowania promieni podczerwonych do suszenia lub grzania, na co wskazuje szerokie ich zastosowanie w przemyśle radzieckim i w przemyśle innych przodujących technicznie krajów oraz w związku z uruchomieniem krajowej produkcji żarówek promieniowania podczerwonego należy dążyć do jak najrychlejszego wprowadzenia tej metody w zakładach pracy.

I. Orientacyjny zakres stosowania promieni podczerwonych w przemyśle jest następujący:
suszenie powierzchni lakierowanych oraz elementów nasyconych lakierami,
suszenie form odlewniczych,
suszenie mas ceramicznych przed procesem nakładania glazury,
suszenie najrozmaitszych produktów i materiałów w przemyśle chemicznym, spożywczym, gumowym i tworzyw sztucznych, włókienniczym, papierniczym, klejowym i in.

II. Zalety stosowania promieni podczerwonych do suszenia lub grzania są następujące:

oszczędność czasu roboczego, uzyskana przez całkowite wyeliminowanie wstępnego podgrzewania pieca, koniecznego przy stosowaniu innych metod,

zmniejszenie powierzchni warsztatowej, elastyczność instalacji, umożliwiająca szybkie dostosowanie tej instalacji do zmian metod produkcji i typów produkowanych, prostotą obsługi, możliwość włączenia procesu suszenia lub grzania do ogólnego strumienia produkcyjnego, możliwość precyzyjnego (ewent. i automatycznego) kierowania procesem suszenia lub grzania,

a w związku z tym możliwość uzyskania optimum jakości, niskie koszty inwestycyjne, wynikające z prostoty urządzenia i jego elastyczności oraz z długotrwałości pracy żarówek promieniowania podczerwonego (ponad 5.000 godzin).

UCHWAŁA

Komitetu Postępu Technicznego
z dnia 20 maja 1950 r.

w sprawie zaopatrzenia zakładów pracy w urządzenia i instalacje pomiarowe, kontrolne, i sterujące.

Na podstawie uchwały Komitetu Ekonomicznego Rady Ministrów z dnia 2 stycznia 1950 r. w sprawie powołania Komitetu Postępu Technicznego uchwała się co następuje:

§ 1. Minister Przemysłu Ciężkiego w porozumieniu z zainteresowanymi Ministrami zorganizuje i zapewni zaopatrzenie wszystkich gałęzi przemysłu w urządzenia i instalacje pomiarowe (z wyłączeniem pomiarowych narzędzi warsztatowych), rejestrujące i nierejestrujące, służące do dokonywania pomiarów z bliska i z odległości oraz w urządzenia i instalacje kontrolne i sterujące ze szczegółowym uwzględnieniem urządzeń i instalacji samoczynnych, a w szczególności:

a) ustalą rodzaje, typy i asortymenty tych urządzeń i instalacji oraz ich ilości w zakresie potrzeb na rok 1950 i 1951.

b) ustalą do dnia 31 sierpnia 1950 r. w porozumieniu z Przewodniczącym Państwowej Komisji Planowania Gospodarczego i Ministrem Handlu Zagranicznego zbiorcze zamówienia na dostawy z zagranicy w roku 1950 i 1951 tych urządzeń i instalacji.

c) ustalą do dnia 31 grudnia 1950 r. w porozumieniu z Przewodniczącym Państwowej Komisji Planowania Gospodarczego orientacyjne zapotrzebowania poszczególnych gałęzi przemysłu na te urządzenia i instalacje na dalsze lata Planu 6-letniego.

Przy wykonywaniu prac, wymienionych w p. a), b) i c), należy zwrócić szczególną uwagę na urządzenia i instalacje do dokonywania pomiarów oraz kontroli i sterowania: temperatur, ciśnień, przepływów, poziomów, analiz składu, wielkości elektrycznych itp., zwłaszcza w aparaturze kotłowej i piecach ogrzewczych.

§ 2. Minister Handlu Zagranicznego w porozumieniu z Ministrem Przemysłu Ciężkiego i innymi zainteresowanymi Ministrami:

a) zapewni realizację zamówień na urządzenia i instalacje pomiarowe, kontrolne i sterujące, ułożonych za granicą na rok 1950.

b) zorganizuje w terminie jak najkrótszym realizację dostaw z za granicy urządzeń i instalacji pomiarowych, kontrolnych i sterujących w ramach potrzeb na rok 1951.

c) zorganizuje i zapewni realizację dostaw z za granicy, w ramach potrzeb na dalsze lata Planu 6-letniego w zakresie urządzeń i instalacji pomiarowych, kontrolnych i sterujących, które w danym okresie czasu nie będą w Polsce produkowane.

§ 3. Minister Przemysłu Ciężkiego w porozumieniu z Przewodniczącym Państwowej Komisji Planowania Gospodarczego wytypuje do dnia 31 grudnia 1950 r. urządzenia i instalacje pomiarowe, kontrolne i sterujące, które mają być produkowane w Polsce.

§ 4. Minister Przemysłu Ciężkiego

a) zorganizuje do dnia 30 czerwca 1950 r. komisję, której celem będzie koordynacja prac związanych ze stosowaniem, projektowaniem, produkowaniem i instalowaniem urządzeń pomiarowych, kontrolnych i sterujących,

b) ustalą do dnia 31 grudnia 1950 r. plan produkcji urządzeń i instalacji pomiarowych, kontrolnych i sterujących, wytypowanych zgodnie z § 3,

c) wytypuje do dnia 31 grudnia 1950 r. zakłady pracy, które przystąpią do produkcji urządzeń i instalacji pomiarowych, kontrolnych i sterujących oraz ich elementów i stworzy, warunki do jak najrychlejszego uruchomienia tej produkcji,

d) ustali do dnia 31 grudnia 1950 r. podział opracowania konstrukcyjnego pomiędzy zakłady pracy, wytypowane zgodnie z pkt. c), urządzeń i instalacji pomiarowych, kontrolnych i sterujących oraz w związku z tym zapewni tym zakładom odpowiedni personel i środki materialne,

e) zarządzi sprawdzenie do dnia 31 grudnia 1950 r. użyteczności opatentowanych w Polsce wynalazków i dokonanych usprawnień, dotyczących urządzeń i instalacji pomiarowych, kontrolnych i sterujących oraz w razie dodatniej oceny włączy te wynalazki i usprawnienia do planu produkcji tych urządzeń i instalacji,

f) po wykonaniu prac, wymienionych w p. a) — e), rozwinie komórkę, o której mowa w p. a), w jednostkę organizacyjną, do której zakresu działania będzie należało:

1. projektowanie instalowania urządzeń i instalacji pomiarowych, kontrolnych i sterujących oraz współpraca przy projektowaniu nowych zakładów pracy w celu uzgodnienia urządzeń i instalacji pomiarowych, kontrolnych i sterujących z procesem technologicznym,

2. współpraca z właściwymi instytutami naukowo-badawczymi,

3. analizowanie istniejących urządzeń i instalacji pomiarowych, kontrolnych i sterujących,

4. zbieranie dokumentacji technicznej istniejących urządzeń i instalacji pomiarowych, kontrolnych i sterujących,

5. konserwacja i naprawa w zakładach pracy urządzeń i instalacji pomiarowych, kontrolnych i sterujących,

6. szkolenie własnego personelu,

7. szkolenie personelu obsługującego w zakładach pracy i urządzenia i instalacje pomiarowe, kontrolne i sterujące:

g) zleci jednemu z podległych sobie instytutów naukowo-badawczych przeprowadzenie prób i badań w zakresie urządzeń i instalacji pomiarowych, kontrolnych i sterujących.

§ 5. Minister Przemysłu Ciężkiego w porozumieniu z Prezesem Centralnego Urzędu Szkolenia Zawodowe-

go wytypuje do dnia 31 grudnia 1950 r. spośród pracowników biur konstrukcyjnych i zakładów pracy, wymienionych w § 4, pkt. c) i d), odpowiednich kandydatów w celu skierowania ich na zagraniczne praktyki specjalne w zakresie konstrukcji i produkcji urządzeń i instalacji pomiarowych, kontrolnych i sterujących.

Kandydaci ci powinni posiadać w dziedzinie, w jakiej pragną się specjalizować, pewne doświadczenie w zakresie konstrukcji lub produkcji urządzeń i instalacji pomiarowych, kontrolnych i sterujących.

§ 6. Minister Przemysłu Ciężkiego w porozumieniu z Przewodniczącym Państwowej Komisji Planowania Gospodarczego i Ministrem Spraw Zagranicznych zorganizuje do dnia 30 marca 1951 r. specjalne praktyki w Związku Socjalistycznych Republik Radzieckich, Niemieckiej Republice Demokratycznej i innych krajach demokracji ludowej w określonych zakresach konstrukcji i produkcji urządzeń i instalacji pomiarowych, kontrolnych i sterujących.

§ 7. Minister Handlu Zagranicznego, w porozumieniu z Ministrami Spraw Zagranicznych i Przemysłu Ciężkiego poleci, aby przy zawieraniu kontraktów z przedsiębiorstwami zagranicznymi w sprawie dostawy urządzeń i instalacji pomiarowych, kontrolnych i sterujących zapewniono warunki, umożliwiające zapoznanie się polskim specjalistom z budową, przydatnością i używalnością nabywanych urządzeń i instalacji, w poszczególnych zakładach pracy za granicą, produkujących te urządzenia i instalacje.

§ 8. Minister Przemysłu Ciężkiego, w porozumieniu z zainteresowanymi Ministrami przedłoży do dnia 31 grudnia 1950 r. Przewodniczącemu Państwowej Komisji Planowania Gospodarczego dodatkowe wnioski w sprawie zaopatrzenia zakładów pracy w urządzenia i instalacje pomiarowe, kontrolne i sterujące w celu włączenia tych wniosków do planu inwestycyjno-financego na rok 1951.

Przewodniczący
Komitetu Postępu Technicznego
(—) E. SZYR

TRZY NOWE SZKOŁY INŻYNIERSKIE

W najbliższych dniach nastąpi otwarcie 3 nowych szkół inżynierskich NOT. Będą to szkoły: w Poznaniu z wydziałami: mechanicznym, elektrycznym i budowlanym, w Krakowie z wydziałami: mechanicznym, elektrycznym i hutniczym i w Łodzi z wydziałami: mechanicznym, elektrycznym, włókienniczym i budowlanym.

Do nowych szkół zgłosiło się już ponad 2,5 tys. słuchaczy.

Wykłady w nowootwartych Szkołach Inżynierskich rozpoczną się ok. 1 października i prowadzone będą zarówno przez profesorów wyższych uczelni jak i przez inżynierów — wybitnych specjalistów pracujących w przemyśle.

Łącznie z 3 nowootwartymi szkołami NOT prowadzić będzie w br. 9 szkół inżynierskich.