WIADOMOŚCI ELEKTROTECHNICZNE

CZASOPISMO DLA ELEKTRYKÓW–PRAKTYKÓW

Redaktor inż. el. Ignacy Baran * Warszawa, Czackiego 3/5

ROK X GRUDZIEŃ 1950 ZESZYT 12

TREŚĆ ZESZYTU: 1. SEP W OKRESIE 5-LECIA NACZELNEJ ORGANIZACJI TECHNICZNEJ. 2. POMIAR MOCY I WSPÓŁCZYNNIKA MOCY. 3. PRZELICZENIE WSTECZNE SILNIKÓW ASYNCHRONICZNYCH. 4. WALKA Z USZKODZENIAMI SILNIKÓW ELEKTRYCZNYCH. 5. PODSTAWY ELEKTROTECHNIKI. 6. URZĄDZENIA ELEKTRYCZNE. 7. BEZPIECZEŃSTWO PRACY. 8. NOWINY ELEKTROTECHNICZNE. 9. SKRZYNKA TECHNICZNA. 10. WYDAWNICTWA. 11. KOMUNIKATY.

SEP w okresie 5-lecia Naczelnej Organizacji Technicznej

Inż. Zb. Karasiński

W grudniu br. obchodzimy 5-lecie istnienia Naczelnej Organizacji Technicznej. Korzystamy z tej okazji, aby zobrazować naszym Czytelnikom pokrótce, jak w tym okresie przedstawiał się rozwój Stowarzyszenia Elektryków Polskich na tle powiązania organizacyjnego z NOT.

Przypomnijmy, że SEP nawet w okresie okupacji nie przerwał swej działalności i w ukryciu odbywały się zebrania dyskusyjne, opracowywano plany elektryfikacji i projekty norm. Nawet w niektórych obozach koncentracyjnych pracowały zgrupowania SEP-owców. Jednak wojna przerzedziła szeregi członków, zniszczyła wszystkie zasoby, akta, księgozbiory i laboratoria SEP.

Do wznowienia powojennej działalności SEP przystąpiono natychmiast gdy tylko powstała tego możliwość, a mianowicie już w pierwszej połowie 1945 r. Trudności organizacyjne były ogromne. Łatwo sobie wyobrazić jakim problemem w zburzonej Warszawie była na przykład sprawa lokalu dla SEP. Sieć przedwojennych Oddziałów nie istniała. Członkowie byli rozsiani. Trzeba było zacząć prace bez żadnych zasobów pieniężnych. A jednak trudności te SEP pokonał. W niespełna rok, a mianowicie w maju 1946 r. już mógł się odbyć Zjazd Zarządów Oddziałów SEP. W początku 1946 r. ukazały się pierwsze powojenne zeszyty czasopism Sekcji Telekomunikacyjnej SEP: Przeglądu Telekomunikacyjnego, Wiadomości Telekomunikacyjnych oraz Kwartalnika Telekomunikacyjnego. Akcję odczytową uruchomił SEP jeszcze wcześniej: pierwszy odczyt powojenny odbył się w Oddziale Warszawskim w październiku 1945 r.

Na przełomie 1945/46 r. powstała myśl utworzenia Naczelnej Organizacji Technicznej, któraby zrzeszyła i reprezentowała wszystkie stowarzyszenia techniczne Polski. Głównym inicjatorem i organizatorem był obecny Prezes NOT, Minister Bolesław Rumiński.

SEP było jednym z pierwszych stowarzyszeń, które zgłosiły swój akces do NOT i wzięły udział w akcji organizacyjnej. Idea zjednoczenia całego świata technicznego w ramach NOT została należycie przez SEP doceniona.

Wspólna organizacja świata technicznego nabierała szczególnego znaczenia wobec najważniejszego problemu, który stanął po wojnie przed SEP, jak i przed innymi stowarzyszeniami technicznymi: dostosowanie podstaw organizacyjnych do zasad demokratycznych i nadanie takiego kierunku pracom, aby spełnić należycie swą rolę w budowie Polski Ludowej.

Wyniki zjednoczenia świata technicznego mogły przyjść tylko stopniowo i placówki zakrojonej na tak wielką miarę jak NOT nie można w pełni zorganizować odrazu.

Dlatego też w pierwszym powojennym okresie SEP rozwija swą działalność samodzielnie. W zakresie organizacji SEP usuwa odrazu najbardziej rażące pozostałości z okresu kapitalistycznego, jak *paragraf aryjski statutu.* Za najpilniejsze prace SEP uznał zapełnienie katastrofalnych luk *w literaturze technicznej* polskiej, będących skutkiem okresu okupacyjnego. Prócz *czasopism*

telekomunikacyjnych, o których już wspomnieliśmy, SEP w 1946 r. uruchamia wspólnie z CZE i CZPEl wydawnictwo Przeglądu Elektrotechnicznego. Równocześnie SEP przystępuje do opracowania i wydawania *norm i przepisów* elektrotechnicznych, których brak utrudnia prace przemysłu. W tym celu została wznowiona działalność *Centralnej Komisji Normalizacji Elektrotechnicznej SEP.*

Wznowiono działalność przedwojennych Oddziałów SEP i zorganizowano nowe *Oddziały na Ziemiach Odzyskanych.* Rozwinięta zostaje *akcja odczytowa.*

SEP bierze jak najżywszy udział w zagadnieniach nurtujących społeczeństwo polskie. Dlatego pierwsze powojenne Walne Zgromadzenie SEP (wrzesień 1946 r.) jest poświęcone dyskusji nad *planem 3-letnim* i wnioski zostają przedłożone władzom. Równocześnie opracowywany jest *nowy statut SEP,* który otwiera szeroko dostęp do SEP dla wszystkich mających fachowe wiadomości i mogących pożytecznie współpracować w SEP, a więc nie tylko dla inżynierów i techników, lecz również dla mistrzów.

Korzyści płynące z powstania NOT dają się stopniowo coraz bardziej odczuwać. Nowy statut SEP zostaje już uzgodniony z NOT, co powoduje zbliżenie do jednolitych zasad organizacyjnych wszystkich stowarzyszeń technicznych. Rezultatem wpływu NOT jest także uwzględniona w statucie *zasada branżowości,* polegająca na tym, że członkami rzeczywistymi SEP mogą być nie tylko elektrycy, ale inżynierowie, technicy i mistrzowie wszystkich innych specjalności jeżeli pracują w branży elektrotechnicznej (łącznie z elektroenergetyką i telekomunikacją).

Niektóre z prac SEP, jak naprzykład normalizacja, wymagały dużych środków pieniężnych i były możliwe tylko dzięki uzyskaniu *subwencji państwowych.* Już w tym początkowym okresie NOT przyczynił się do ułatwienia SEP-owi sytuacji finansowej.

NOT również ułatwia SEP-owi dalsze zacieśnienie stosunków z bratnią organizacją elektryków czechosłowackich i *wznowienie kontaktów* z międzynarodowymi organizacjami technicznymi, jak Międzynarodowa Konferencja Elektrotechniczna i Międzynarodowa Komisja Oświetleniowa. Przy SEP powstają Krajowe Komitety tych organizacji, a mianowicie *Polski Komitet Elektrotechniczny i Polski Komitet Oświetleniowy.* Delegaci SEP biorą udział we wszystkich ważniejszych zjazdach międzynarodowych elektrotechnicznych.

Rozwijając swe prace, SEP wznawia działalność *Centralnej Komisji Słownictwa Elektrycznego, Centralnej Komisji Szkolnictwa Zawodowego,* oraz organizuje *Komisję Wydawniczą i Komitet Bezpieczeństwa Pracy.* Na wszystkich tych odcinkach SEP utrzymuje za pośrednictwem NOT lub bezpośrednio kontakt z odnośnymi władzami dla nadania właściwego kierunku pracom.

Pierwsza Wieczorowa Szkoła Inżynierska (w Warszawie) zostaje zorganizowana z inicjatywy SEP i SIMP. Rozwijając tę inicjatywę, NOT zorganizował Szkoły Inżynierskie we wszystkich dużych ośrodkach przemysłowych.

Dorobek tego pierwszego powojennego okresu działalności SEP, trwającego do końca 1949 r., jest duży: w ramach Centralnej Komisji Normalizacji Elektrotechnicznej, która w 27 komisjach i 57 podkomisjach grupowała ok. 500 inżynierów i techników, *opracowano i wydano szereg norm elektrotechnicznych;* Centralna Komisja Słownictwa Elektrotechnicznego przygotowała *materiały do słownika eletkrotechnicznego* w 6-ciu językach, obejmującego 12.000 terminów, przyczym jeden z działów (pojęcia ogólne) już zakończono i oddano do druku, a kilka innych ważnych działów w formie powielonych projektów już w roku bieżącym oddane zostanie do użytku najważniejszym placówkom; Polski Komitet Oświetleniowy zakończył *prace nad normami jasności,* które ułatwią znacznie modernizację oświetlenia przemysłowego; Komitet Bezpieczeństwa Pracy SEP ruszył z martwego punktu działalność stowarzyszeniową w zakresie *technicznej ochrony pracy,* a przez swe publikacje, opracowanie instrukcyj, kursy dla wykładowców oddał znaczne usługi; w zakresie działalności Komisji Wydawniczej zaopiniowano *wiele dzieł technicznych,* wydano kilka książek z zakresu elektrotechniki oraz wznowiono edycję znanego nam dobrze Kalendarzyka Elektrotechnicznego SEP.

Komisja Szkolnictwa Elektrotechnicznego opracowała *programy i siatki godzin nauki* dla gimnazjów i liceów elektrotechnicznych, przyczym programy te zostały już częściowo praktycznie zastosowane, a opracowania Komisji w formie ostatecznie zakończonej zostaną przedłożone Centralnemu Urzędowi Szkolenia Zawodowego jeszcze w bieżącym roku do zużytkowania.

Oddziały zorganizowały w tym okresie duże liczby *odczytów technicznych,* zebrań dyskusyjnych i cyklów odczytowo - szkoleniowych, co niewątpliwie przyczyniło się do podniesienia poziomu kadr elektrotechnicznych.

Cztery *Walne Zgromadzenia członków SEP,* poświęcone wielkim aktualnym zagadnieniom technicznym (plan 3-letni, plan techniczny, i plan 6-letni), mobilizowały elektrotechników polskich do spełnienia zadań.

Na przełomie 1949—1950 następują doniosłe zmiany w życiu stowarzyszeniowym. Naczelna Organizacja Techniczna już w roku 1949 dojrzewa organizacyjnie do spełnienia roli, do jakiej została powołana przez stowarzyszenia techniczne, które weszły w jej skład, a mianowicie do reprezentowania wszystkich stowarzyszeń technicznych wobec władz, do nadawania wspólnych zasadniczych kierunków pracom stowarzyszeń, oraz do ujednolicenia i uproszczenia strony administracyjnej życia stowarzyszeniowego. W końcu 1949 r. zo-

stał przygotowany, a w początku 1950 r. *zatwierdzony budżet NOT*, w którym uwzględniono wszystkie pozaskładkowe wydatki stowarzyszeń technicznych, odciążając je całkowicie od trosk materialnych, które w latach poprzednich hamowały prace i wymagały wiele bezprodukcyjnych wysiłków ze strony każdego ze stowarzyszeń. Sejm zatwierdza subwencje na pokrycie budżetu NOT, który wchodzi w skład budżetu państwowego.

NOT organizuje wspólną *Administrację Czasopism Technicznych*, odciążając w ten sposób poszczególne stowarzyszenia w zakresie administracyjnym

Przez *utworzenie Oddziałów NOT* ożywia się życie stowarzyszeniowe w terenie. NOT oddając personel biurowy swych Oddziałów do dyspozycji stowarzyszeń coraz więcej odciąża Oddziały Stowarzyszeń od prac manipulacyjno-biurowych, które nadmiernie absorbowały Zarządy Oddziałów.

Przez zorganizowanie *głównych komisji, złożonych z delegatów stowarzyszeń*, NOT przystępuje do opracowania wspólnych zagadnień stowarzyszeniowych i nadania pracom wspólnych zorganizowanych kierunków. Temu samemu celowi służą zwoływane przez NOT *zebrania Sekretarzy Generalnych stowarzyszeń*, na których następuje uzgadnianie wspólnych planów, wymiana doświadczeń i zacieśnienie więzów międzystowarzyszeniowych.

SEP zaraz korzysta z powstających w ten sposób możliwości: likwiduje i przekazuje placówkom państwowym swoje agendy handlowe (jak sprzedaż wydawnictw), które nie miały nic wspólnego z właściwą pracą stowarzyszeniową, a służyły tylko do dostarczenia środków finansowych w poprzednim okresie. Likwidacja wspomnianych agend handlowych stwarza jeszcze nadal sporo pracy dla Sekretariatu Generalnego SEP, zwłaszcza, że w tym samym czasie następuje także przekazanie normalizacji elektrotechnicznej Polskiemu Komitetowi Normalizacyjnemu, wobec tego, że placówka ta jest wyznaczona do opracowania norm we wszystkich dziedzinach techniki.

Ułatwienia administracyjne i finansowe wprowadzone przez NOT, umożliwiają SEP-owi stopniowe skoncentrowanie się wyłącznie na właściwych pracach stowarzyszeniowych technicznych, naukowych i organizacyjnych.

SEP utworzył w tym nowym okresie *Komisję do Spraw Ustawy o Stopniu Inżyniera*, opiniującą kandydatów do egzaminów na mocy wspomnianej Ustawy. Zorganizowano *Poradnię dla racjonalizatorów i wynalazców*. Uruchomiono korespondencyjną *Poradnię Szkoleniową przy Zarządzie Głównym SEP*, która już dostarczyła potrzebnych informacji setkom młodzieży pragnącej studiować i wielu pracownikom, dążącym do pogłębienia swej wiedzy.

Prowadzone są prace przygotowawcze do uruchomienia już w styczniu 1951 r. dwu *kursów korespondencyjnych*, silnoprądowego i telekomunikacyjnego, mających na celu przygotowanie do egzaminów kandydatów na stopień inżyniera. Aby to ocenić, trzeba sobie zdać sprawę, jakiego ogromu pracy organizacja takich kursów wymaga: opracowanie programów, tysięcy stron skryptów, zorganizowanie centralnego poprawiania prac uczestników kursów, a w terenie pomocy naukowej dla studiujących korespondencyjnie.

Daleko posunięto już prace nad imprezami o dużym znaczeniu naukowo - technicznym: Pierwszą Krajową *Konferencję Materiałoznawstwa Elektrotechnicznego* i Krajową *Konferencję Oświetleniową*. Przystępuje się również do organizacji dwu zjazdów naukowych telekomunikacyjnych.

Dążąc do podniesienia poziomu szerokich mas pracowników elektrotechnicznych, SEP opracowuje centralnie szereg *odczytów na poziomie monterskim*, które są wygłaszane w zakładach pracy.

Duży ewenement w życiu SEP stanowić będzie już przygotowana organizacja *Sekcji Kinotechnicznej*, w ramach której inżynierowie, technicy i majstrowie branży kinotechnicznej staną się członkami SEP.

Ponieważ niniejszy artykuł ma na celu tylko zobrazowanie działalności SEP na tle rozwoju NOT, podaliśmy powyżej tylko charakterystyczne fragmenty prac prowadzonych, które nie wyczerpują oczywiście wszystkich osiągnięć i prac wykonanych w okresie powojennych pięciu lat.

Na zakończenie zwrócimy uwagę Czytelników na ciekawe dane, świadczące o wzroście atrakcyjności Stowarzyszenia dla elektryków polskich: przed wojną liczba członków SEP wynosiła maksymalnie ok. 1500, a obecnie SEP liczy już przeszło 3200 członków i liczba ich nadal wzrasta.

PRACOWNICY PRZEMYSŁU ELEKTROTECHNICZNEGO I ENERGETYKI BUDUJĄ POKÓJ — PRZEZ:

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

Pomiar mocy i współczynnika mocy

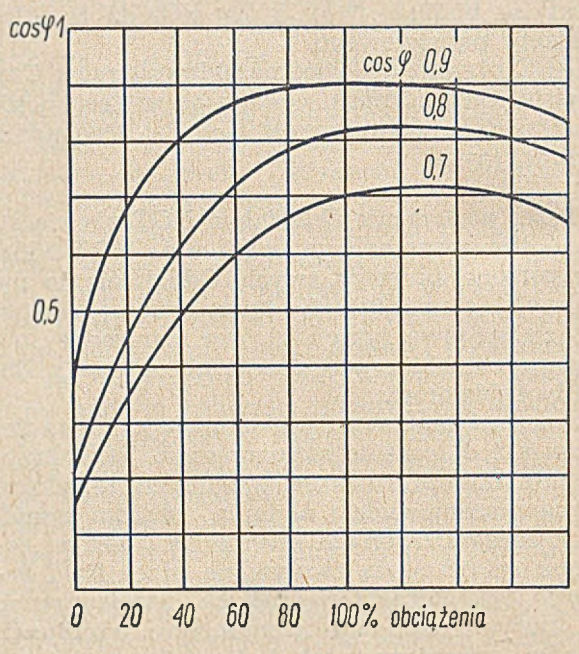
Inż. K. Pazdro

Realizacja 6-letniego planu zależy w dużej mierze od energetyki. Musimy w tym okresie dostarczyć zakładom przemysłowym potrzebnej ilości energii. Lecz obowiązkiem naszym jako elektryków, jest nie tylko dbać o zainstalowanie nowych jednostek prądotwórczych, ale również o należyte wykorzystanie istniejących, a to wykorzystanie zależne jest w znacznym stopniu od współczynnika mocy. Pobierając energię z sieci przy niskim współczynniku mocy, uniemożliwiamy generatorowi oddanie jego rozporządzalnej mocy, a więc narażamy gospodarkę narodową na straty, a świat pracy na ograniczenia.

Przez poprawę współczynnika mocy przyczynimy się przeto do zmniejszenia tych strat i do poprawy bytu mas pracujących. Ponieważ zakłady przemysłowe, w których energia elektryczna jest tylko czynnikiem pomocniczym przy ich produkcji, nie dysponują na ogół personelem elektrotechnicznym obznajomionym z kwestiami pomiarowymi, więc zapoznamy bliżej zainteresowanych czytelników z problemem pomiaru mocy, oraz współczynnika mocy. Pragniemy dać w ten sposób racjonalizatorom materiał do pracy.

Jak wielkie znaczenie ma współczynnik mocy, świadczy najlepiej o tym uzależnienie opłat za energię elektryczną (dla dużych odbiorców) od wysokości współczynnika mocy. Przepisy wprowadzone w 1947 r. przez CZE mówią, że średni współczynnik mocy powinien wynosić 0,8. Za każdą 1/100 zmniejszenia tego współczynnika, poniżej tej średniej, dodatkowa opłata wynosi 2% od rachunku. Za obniżenie zaś poniżej 0,6 opłata ta wynosi już 4%.

Ale jednocześnie za pracę przy współczynniku wyższym od 0,8 elektrownia bonifikuje 1% od rachunku za każdą 1/100. Mowa tu oczywiście o średnim współczynniku, na który składają się współczynniki mocy poszczególnych odbiorników; w pierwszym więc rzędzie musimy zwrócić uwagę na te odbiorniki, które z racji swojej budowy obniżają omawiany współczynnik. Należą tu przede wszystkim odbiorniki o charakterze indukcyjnym, jak silniki, piece indukcyjne itp. Odbiorniki o charakterze omowym jak żarówki, urządzenia grzejne oporowe itp. nie pogarszają wykorzystania mocy. W naszych warunkach przemysłowych wszelkie odbiorniki o charakterze pojemnościowym (kondesatory) należy uważać za korzystne, ponieważ przy dużej liczbie odbiorników indukcyjnych, taki odbiornik pojemnościowy poprawia średni współczynnik mocy. Ponieważ najczęściej spotykanym odbiornikiem o charakterze indukcyjnym, pogarszającym znacznie wykorzystanie mocy, jest zwykły silnik asynchroniczny, omówimy bliżej kwestię pomiaru jego mocy. Znamionowy współczynnik mocy każdego silnika asynchronicznego jest tylko wtedy utrzymany, jeżeli silnik oddaje swoją znamionową moc. Ze spadkiem oddawania mocy gwałtownie spada współczynnik mocy. Wyraźnie pokazuje to rys. 1. Zatem pierwszym krokiem na drodze do poprawy współczynnika mocy jest pomiar wielkości tego współczynnika. Ponieważ interesują nas wyłącznie silniki trójfazowe, więc będziemy mierzyć moc prądu trójfazowego bez przewodu zerowego i zastosujemy system 2 watomierzy, który zasługuje na specjalne uwzględnienie, gdyż daje następujące korzyści:



Rys. 1 — Wykres przedstawiający zależność współczynnika mocy od obciążenia.

1) mierzy moc przy równomiernym i nierównomiernym obciążeniu faz,
2) używając specjalnego przełącznika, możemy wykonać pomiar jednym aparatem, co ma dziś duże znaczenie ze względu na trudności w dostawie mierników,
3) przy równomiernym obciążeniu faz możemy ze wskazań obu watomierzy, odrazu określić cos odbiornika, posługując się odpowiednią tablicą.

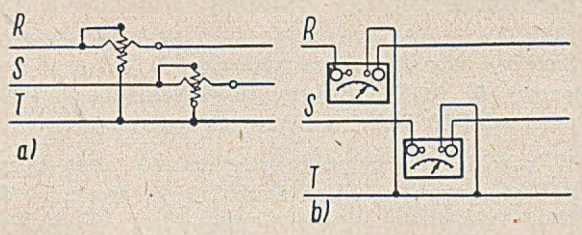
Zasadniczy układ połączeń podaje rys. 2a, na którym zaznaczone są początki cewek kółkiem pełnym a końce kółkiem pustym. Tego rodzaju oznaczenia wprowadzane są już częściowo w literaturze, a ponieważ są wygodne i przejrzyste, więc będziemy je w dalszym ciągu stosować.

Reguła łączenia:

Cewki prądowe obu watomierzy włączamy w dwie dowolne fazy; początki cewek napięciowych łączymy z początkami cewek prądowych, zaś ich końce przyłączamy do tej fazy, w której nie ma cewki prądowej watomierza.

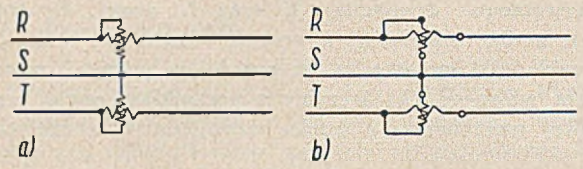
Dla zrozumienia tej reguły wyjaśniamy, że przeważnie w watomierzach typu ruchowego lub laboratoryjnego początek cewki napięciowej i prądowej stanowią dwa obok siebie leżące zaciski, tak jak to wskazuje rys. 2b.

Zacisk większy jest prądowym, mniejszy zaś — napięciowym. Mogą to być dwa zaciski leżące z prawej strony aparatu, lub z lewej. Normalnie jednak przyj-



Rys. 2 — Układ połączeń do pomiaru mocy prądu trójfazowego (bez przewodu zerowego) systemem dwu watomierzy (układ Arona).

mujemy jako początki dwa zaciski leżące z lewej strony i wtedy mamy przepływ energii w watomierzu od strony lewej ku prawej, podobnie jak wychylenie wskazówki również od lewej ku prawej. Mowa tu o watomierzach normalnych, które mają „zero" po lewej stronie, a nie w środku. Musimy tu odrazu zwrócić uwagę, że często w literaturze podawane są schematy jak na rys. 3a.



Rys. 3 — Oznaczenie początków i końców cewek watomierzy: a) wadliwe, b) niekonsekwentne.

Układ ten może wprowadzić w błąd, gdyż można sądzić, że watomierz w fazie T jest odwrotnie załączony niż w fazie R. Układ ten byłby ścisły, gdybyśmy dorysowali początki i końce cewek tak jak na rys. 3b: W tym przypadku jest jednak pewna niekonsekwencja w oznaczaniu początków i końców cewek. Jakkolwiek jest to naszą dobrowolną umową, czy u góry czy u dołu oznaczamy początki, to przecież na jednym rysunku powinniśmy zachować ten sam porządek oznaczeń. Jeżeli przy takim załączeniu wskazówka jednego z watomierzy wychyli się w lewo (kierunek wychylenia zależy od cos φ, o czym będzie mowa później) to musimy przełączyć jedną z cewek (napięciową lub prądową). Zwykle watomierze mają odpowiedni przełącznik; gdyby go nie miały, to musielibyśmy wykonać połączenia tak jak wskazuje rys. 4a i b, gdzie przełączyliśmy cewkę napięciową. Moc wskazaną przez watomierz I oznaczamy przez P_1, a przez II P_2. Całkowita moc odbiornika równa się $P_1 \pm P_2$. Znak minus odnosi się do wskazania tego watomierza, którego cewkę musieliśmy ewentualnie przełączyć. Jeżeli oba watomierze są takie same, to możemy napisać $P = c\,(a_1 \pm a_2)$, gdzie c oznacza stałą watomierza, zaś a_1 i a_2 wychylenia w działkach poszczególnych watomierzy. Rozróżniamy pomiar bezpośredni, półpośredni i pośredni.

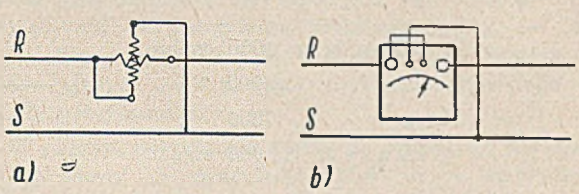
A. Pomiar bezpośredni

Pomiar bezpośredni mamy wtedy, kiedy prąd odbiornika przepływa bezpośrednio przez watomierze a cewka napięciowa jest załączona bezpośrednio na napięcie sieci, tak jak to podaje rys. 2.

Przykład 1.

Zmierzyć moc silnika pobierającego prąd o natężeniu ok. 8 A przy napięciu 190 V.

Mamy do dyspozycji 2 watomierze o następujących danych: zakresy prądowe 5, 10, 20 A, zakresy napięciowe 120, 240 V i zacisk 1000 omów, odpowiadający napięciu 30 V. Watomierz ma 120 działek. Wybieramy zakresy 10 A i 240 V. Stała watomierza dla wybranych zakresów wynosi



Rys. 4 — Przełączenie cewki napięciowej watomierza przy wychyleniu wskazówki watomierza w lewo.

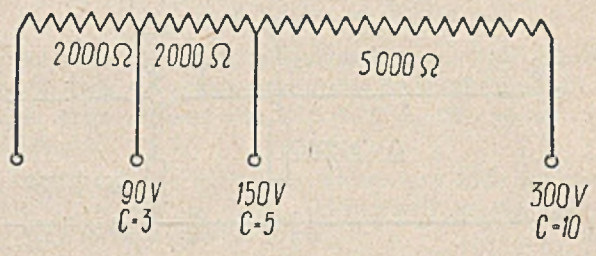
$$\frac{10\ A \cdot 240\ V}{120} = 20 \text{ watów na działkę}$$

Po załączeniu watomierzy, odczytujemy: $a_1 = 12$, $a_2 = 63$, $P = 20\,(12 + 63) = 1500$ W.

Przykład 2.

Watomierzami z przykładu 1 zmierzyć moc silnika o prądzie znamionowym 16,5 A na napięcie 500 V. Wybieramy zakres prądowy 20 A.

Ponieważ napięcie 500 V przekracza nasze zakresy pomiarowe, więc musimy zastosować opory dodatkowe. Dla obliczenia oporu dodatkowego musimy znać opór cewki napięciowej watomierza i dla tego właśnie celu watomierze mają zacisk oznaczony napisem „1000 omów", co normalnie odpowiada napięciu 30 V. Opory dodatkowe są zawsze wielokrotnością 1000 omów. Mamy np. opór dodatkowy z fabrycznymi oznaczeniami jak na rys. 5. Jest on przystosowany do oporu cewki watomierza 1000 omów i stałe podane na nim ważne są tylko przy użyciu go z takim watomierzem. Przez cewkę napięciową watomierza może płynąć tylko 0,03 A (30 V na



Rys. 5 — Opór dodatkowy watomierza przystosowany do oporności cewki watomierza 1000 omów.

1000 omów). Zatem opór dodatkowy musi być tak obliczony, aby przy danym napięciu sieci, nie płynął przez cewkę napięciową prąd większy niż 0,03 A. Warunek ten jest konieczny, ze względu na obliczenie stałej watomierza (gdyż pełne wychylenie otrzymamy tylko przy tym właśnie prądzie cewki napięciowej, oraz przy wybranym zakresie cewki prądowej), a ponadto ze względu na to, aby cewki nie przeciążać.

Opór dodatkowy obliczamy ogólnie, dzieląc dane napięcia sieci przez prąd cewki napięciowej, a więc w naszym przypadku

$$\frac{500}{0.03} = 16.700 \text{ omów}$$

Ponieważ jak powiedzieliśmy, opory dodatkowe są zawsze wielokrotnością 1000 omów, więc najbliższa całkowita wartość wynosi 17.000 omów. Gdybyśmy chcieli użyć opór z rys. 5, to musimy dodać do niego jeszcze 7000 omów i łącznie będziemy mieli:

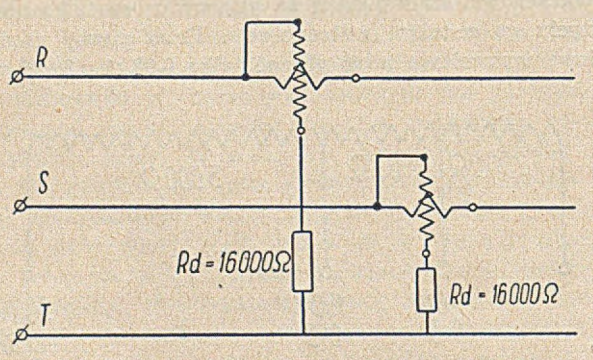
w watomierzu	1000 omów	
I opór	9000 „	———
II „	7000 „	– – –
Razem	17.000 omów	

Oczywiście, że istnieją odpowiednie opory fabryczne na dane napięcie. Tutaj celowo „sztukujemy" te opory dla łatwiejszego wniknięcia w sprawę oporów dodatkowych, które początkowo sprawiają zwykle kłopot.

Wielkość wybranego przez nas oporu (17.000 omów) jest większa od obliczonego (16.700), wskutek czego przez cewkę napięciową przepłynie prąd mniejszy od 0,03 A. Musimy więc teraz obliczyć to napięcie, przy którym, przy zastosowaniu przyjętego oporu, przepłynie przez cewkę napięciową 0,03 A, czyli to napięcie, które da nam pełne wychylenie watomierza i które pozwoli obliczyć stałą. W naszym przypadku napięcie to wyniesie 17.000 omów x 0,03 A = 510 V. Więc stała wyniesie

$$\frac{510 \text{ V} \quad 20 \text{ A}}{120} = 85 \text{ watów na działkę}$$

Opory dodatkowe włączamy zawsze tak jak wskazuje rys. 6. Załączenie oporów przed cewką watomierza, tzn. między początkiem cewki prądowej a początkiem cewki napięciowej może spowodować uszkodzenie watomierza, na skutek różnicy napięć między cewkami.



Rys. 6 — Załączanie oporów dodatkowych w szereg z cewką napięciową watomierzy przy pomiarze bezpośrednim.

Pomiar w przykładzie naszym dał wyniki: $a_1 = 42$; $a_2 = 90$; $P = 85\ (90 + 42) = 11{,}2$ kW.

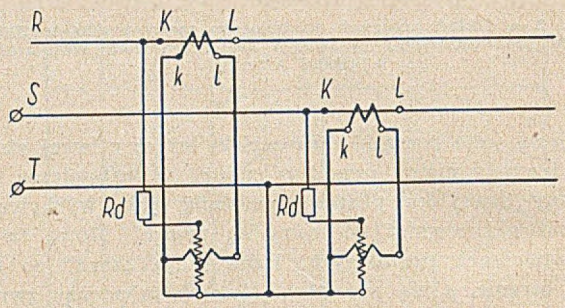
B. Pomiar półpośredni.

Jeżeli prąd odbiornika przewyższa dopuszczalny prąd watomierza to stosujemy przekładniki prądowe.

Przykład 3.

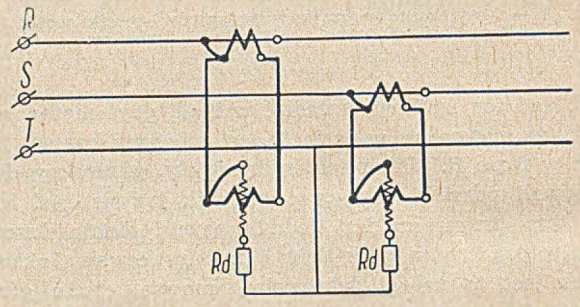
Zmierzyć moc silnika na napięcie 380 V i prąd znamionowy 45 A. Zastosujemy tu przekładniki prądowe o przekładni 50/5 A i łączymy jak na rys. 7.

W przekładnikach prądowych musimy znać początki i końce uzwojeń, które normalnie są oznaczone dla



Rys. 7 — Układ połączeń watomierzy do pomiaru półpośredniego z dołączeniem oporów dodatkowych.

pierwotnego uzwojenia K oraz L, (wzgl. L_1 oraz L_2), a dla wtórnego k oraz l, (wzgl . l_1 oraz l_2), Przekładniki łączymy w ten sposób, że początek uzwojenia wtórnego (k) łączymy z początkiem cewki prądowej watomierza, a koniec uzwojenia wtórnego (l),



Rys. 8 — Wadliwy sposób dołączenia oporów przy pomiarze półpośrednim: między obu watomierzami — pełne napięcie sieci.

z końcem cewki pr. watomierza. W układzie podanym na rys. 7 połączyliśmy początki cewek prądowych watomierza z końcem cewek napięciowych, a tym samym z fazą T, zaś opory dodatkowe włączyliśmy przed cewkami napięciowymi. Nie ma tu sprzeczności z tym co powiedzieliśmy poprzednio, gdyż nie ma żadnej różnicy potencjałów między cewką napięciową a prądową. Łącząc jednak w podany sposób uzyskujemy to, że oba watomierze mają ten sam potencjał względem siebie, tzn. potencjał fazy T. Praktycznie oznacza to, że między watomierzami nie ma żadnego napięcia, co dla wykonującego pomiar ma duże znaczenie, ze względu na osobiste bezpieczeństwo. Dla należytego zdania sobie sprawy z tego zwracamy uwagę, że w układzie z przykładem 2 mamy między watomierzami pełne napięcie 500 V. Zatem przypadkowe dotknięcie równocześnie początków cewek prądowych obu watomierzy (np. przy wyjmowaniu kołeczków zwierania) może spowodować śmiertelne porażenie wykonującego pomiar.

Można naturalnie wykonać układ jak na rys. 8, lecz wtedy między obu watomierzami mamy pełne na-

pięcie sieci. Stałą watomierza dla naszego zadania obliczamy jak poprzednio, tzn. opór dodatkowy wynosi

$$\frac{380}{0.03} = 12.700 \text{ omów};$$

zaokrąglamy do 13.000 omów. Pamiętając, że cewka napięciowa ma już 1000 omów, dołączamy w rzeczywistości 12.000 omów. Napięcie, przy którym przez cewkę napięciową przepłynie 0,03 A wynosi 13.000 omów x 0,03 A = 390 V. Prąd wtórny transformatorka wynosi 5 A. Stałą obliczamy jak poprzednio

$$\frac{5 \cdot 390 \text{ V}}{120'} = 16{,}25 \text{ watów na działkę.}$$

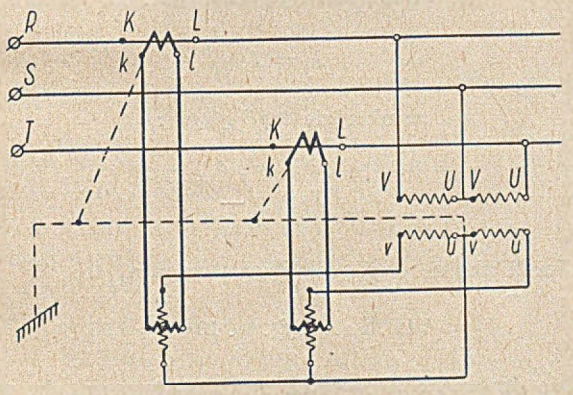
Ponieważ zastosowaliśmy transformatorek prądowy o przekładni 50/5 A = 10, więc stała wynosi w rzeczywistości 16,25 x 10 tzn. 162,5 watów na działkę. Podczas pomiarów odczytaliśmy: $a_1 = -12'$ $a_2 = 60{,}5'$ (znak minus oznacza, że musieliśmy przełączyć watomierz, tzn. przełączyć jedną z cewek).
P = (60,5 — 12) x 162,5 = 7.850 watów czyli 7,85 kW.

C. Pomiar pośredni

Przy mierzeniu mocy po stronie wysokiego napięcia musimy zastosować przekładniki prądowe i napięciowe, aby oddzielić się od napięcia niebezpiecznego dla życia ludzkiego.

Przykład 4

Zmierzyć moc silnika na napięcie 3000 V, J_{nam} = 15 A. Układ połączeń podaje rys. 9.



Rys. 9 — Układ połączeń watomierzy do pomiaru pośredniego; przewody uziemiające oznaczone linią przerywaną.

Sposób łączenia przekładników prądowych jest już czytelnikowi znany. Przekładniki napięciowe przyłącza się w ten sposób, że zaciski *U* oraz *V* (połączone) łączy się do tej fazy, w której nie ma przekładnika prądowego, więc pośrednio cewki prądowej watomierza. Odpowiadające tym zaciskom po stronie niskiego napięcia zaciski *u* oraz *v* łączymy z końcami cewek napięciowych. Faza *R* przyłączona jest po stronie wysokiego napięcia do zacisku *V* (początek uzwojenia wys. nap.). Zaciskowi temu odpowiada zacisk *v* po stronie niskiego napięcia i zacisk ten przyłączamy do początku cewki napięciowej tego watomierza, który przyłączony jest do fazy *R* za pośrednictwem przekładnika prądowego. Podobnie faza *T* przyłączona jest do zacisku *U*, któremu po stronie niskiego napięcia odpowiada zacisk *u* przyłączony do początku cewki napięciowej drugiego watomierza. Czytelnika może tu mylić oznaczenie zacisku *u* jako końca uzwojenia (puste kółko), które połączone jest z początkiem cewki napięciowej watomierza (pełne kółko). Wyjaśniamy to przypomnieniem, że jest to nasza dobrowolna umowa, które końcówki oznaczamy jako początki względnie jako końce. Najważniejsze jest, aby wiedzieć, której końcówce po stronie wysokiego napięcia odpowiada końcówka po stronie niskiego napięcia. Gdybyśmy nie musieli zastosować przekładników napięciowych, to początek cewki napięciowej II watomierza przyłączylibyśmy do fazy *T*. W tym przypadku robimy to za pośrednictwem oddowiadających sobie zacisków niskiego i wysokiego napięcia przekładnika.

W naszym przykładzie mamy do dyspozycji przekładnik prądowy o przekładni 15/5 A i napięciowy 3000/110/100 V. Ponieważ w watomierzach mamy zakres napięciowy 120 V, więc przyłączamy go na zaciski 110 V przekładnika napięciowego.

Niektóre watomierze mają dodatkowy zacisk oznaczony „90 V", który właśnie służy do przyłączenia zacisków V przekładnika napięciowego. Ponieważ w rzeczywistości przykładamy napięcie o 10 V wyższe, więc uzyskujemy większe wychylenie wskazówek watomierza, które jednak poza skalę nie wyjdą, dlatego, że odbiornik ma zawsze pewne cos φ mniejsze od 1, a watomierz jest cechowany i daje pełne wychylenie przy cos φ równym 1.

W taki więc sztuczny sposób uzyskujemy większe wychylenie watomierza, a więc mniejszy błąd.

Gdybyśmy do naszego watomierza (do zacisku 1000 omów) dołączyli opór dodatkowy 2000 omów, to łączny opór 3000 omów odpowiadałby właśnie 90 V. Ten opór dodatkowy musielibyśmy włączyć przed początkami cewek napięciowych, aby nie wywoływać niepotrzebnie napięcia między cewką prądową a napięciową watomierza. Należy zwrócić uwagę, że w układzie na rys. 9 nie odrazu widoczne połączenie cewki napięciowej z cewką prądową, w rzeczywistości istnieje za pomocą przewodów uziemiających strony niskiego napięcia przekładników prądowych i napięciowych.

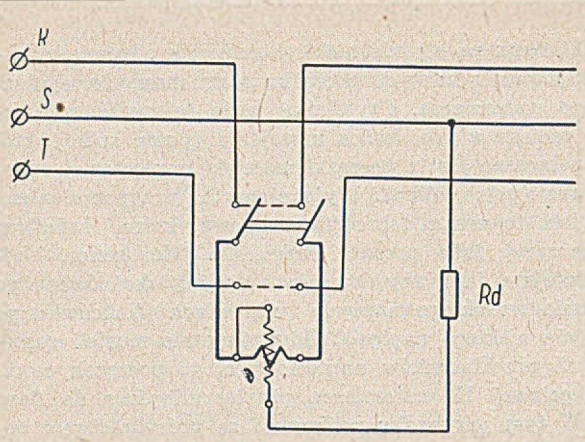
Wracając do naszego przykładu ustalamy, że gdyby watomierz był załączony bezpośrednio na napięcie 120 V i 5 A to stała wynosiłaby

$$\frac{5 \cdot 120}{120} = 5 \text{ watów na działkę.}$$

Ponieważ stosujemy przekładniki prądowe o przekładni 15/5 A = 3, a napięciowe 3000/110 V = 27.3, więc stała wynosi 3 × 27.3 × 5 = 408 watów na działkę.

Przy pomiarze, wskazania watomierzy były następujące: $a_1 = -8'$, $a_2 = 30'$, zatem moc P = 408 (30 — — 8) = 9000 watów = 9 kW.

Jak wspomnieliśmy na początku, można przy układzie Arona stosować 1 aparat mierniczy przy pomocy specjalnego przełącznika. Odpowiedni układ podaje rys. 10. Przełącznik specjalny jest skonstruowany w ten sposób, że pozwala on wyłączyć wzgl. włączyć watomierz w daną fazę, bez przerywania dopływu prądu do odbiornika. Konstrukcja ta polega na tym, że cewkę prądową najpierw włącza się w fazę, a potem dopiero przerywa tę fazę. Na odwrót przy wyłączaniu, najpierw łączy się fazę, a potem dopiero odłącza watomierz.



Rys. 10 — Układ połączeń z przełącznikiem do pomiaru mocy prądu trójfazowego za pomocą jednego watomierza.

W ten sposób cały przebieg odbywa się bez iskrzenia i bez przerywania dopływu prądu do silnika. Przy posługiwaniu się tym przełącznikiem odczytujemy najpierw wskazanie a_1, potem przełączamy i odczytujemy a_2, poczem ponownie wracamy do poprzedniej fazy i odczytujemy a_1, dla kontroli, czy obciążenie nie zmieniło się w czasie przełączania. Jeżeli wskazania a_1 nie są zgodne, to musimy powtórzyć pomiar, aż do chwili uchwycenia takich samych wskazań w danej fazie. Obliczenie stałej oraz całkowitej mocy odbiornika, odbywa się jak poprzednio. Zastosowanie takiego przełącznika przy półpośrednim pomiarze mocy nie przedstawi dla czytelnika specjalnych trudności. Wystarczy wtedy 1 przekładnik prądowy.

Przeliczenie wsteczne silników asynchronicznych

Inż. Jerzy Bobiński

Nieraz w warsztacie do napraw elektrycznych zachodzi potrzeba całkowitego lub częściowego przeliczenia 3-fazowego silnika asynchronicznego. Zdarza się to w następujących przypadkach:

1. *Gdy chcemy poznać dokładnie jakość silnika, a przede wszystkim przyczynę nienormalnego zachowania się silnika w pracy. (Defekt silnika może być spowodowany wadliwym obliczeniem, błędem fabrykacyjnym, wadliwą naprawą lub wadliwą przeróbką).*
2. *Gdy silnik nie posiada tabliczki znamionowej, albo gdy brak uzwojeń stojana względnie wirnika lub też obydwu uzwojeń jednocześnie.*

Przeliczenie takie można nazwać obliczeniem „wstecznym", ponieważ na podstawie danych z tabliczki znamionowej oraz na podstawie poszczególnych części silnika o d t w a r z a m y obliczenie dokonane przez konstruktora przed jego budową.

W artykule niniejszym zajmiemy się obliczeniem silnika nie posiadającego braków wymienionych w punkcie drugim.

Przed przystąpieniem do właściwego przeliczenia, musimy ustalić zależność pomiędzy mocą i liczbą obrotów a wymiarami silnika. Zależność ta wyraża się za pomocą równań matematycznych.

Wymiary silnika zależne są od stopnia wyzyskania — pod względem elektrycznym i magnetycznym materiałów — stali blachowanej (obwód magnetyczny) oraz miedzi (obwód elektryczny), z których zbudowane są czynne magnetycznie i elektrycznie obwody silnika.

Wychodzimy z następujących, ogólnie znanych równań:

$$kVA = m\, U_f\, J_f\, 10^{-3} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

gdzie: m — liczba faz (w danym przypadku m = 3)

Uf — napięcie fazowe wyrażone w woltach. Jeżeli U jest napięciem sieci, to: przy układzie połączeń uzwojeń stojana w *gwiazdę:*

$$U_f = \frac{U}{\sqrt{3}}$$

przy układzie połączeń uzwojeń stojana *w trójkąt:*

$$U_f = U$$

J_f — natężenie prądu (w amperach) w fazie uzwojenia stojana. Jeżeli przez J_1 oznaczymy prąd w każdym z przewodów doprowadzających, to w układzie *gwiazdowym:*

$$J_f = J_1$$

w układzie *trójkątnym:*

$$J_f = \frac{J_1}{\sqrt{3}}$$

Jeżeli chodzi o siłę elektromotoryczną, to:

$$E_1 = 4{,}44 \cdot k_q \cdot z_1 \cdot f_1 \cdot \Phi \cdot 10^{-8} = 0{,}96\, U_f \quad \ldots\ldots (2)$$

gdzie onaczają: E_1 — siła elektromotoryczna (w woltach) wzniecana w każdej z faz uzwojenia stojana przez strumień Φ:

k_q — współczynnik uzwojenia = 0.96;

f_1 — częstotliwość prądu;

Φ — strumień magnetyczny pola wirującego zamykający się przez czynną stal stojana, wirnika i szczelinę powietrzną, wyrażony w makswelach:

$$f_1 = \frac{p \cdot n}{60} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

gdzie: p — liczba par biegunów,

n — liczba obrotów na minutę (synchroniczna)

$$\Phi = \frac{\alpha_i \cdot \pi \cdot D \cdot l_i \cdot B_p}{2p} \quad \ldots\ldots (4)$$

gdzie: α_i — współczynnik zapełnienia podziałki biegunowej; wynosi on: 0,65 — 0,75;
D — średnica wewnętrzna blach stojana w cm;
l_i — idealna długość stojana i wirnika w cm;
B_p — indukcja w szczelinie powietrznej pomiędzy stojanem a wirnikiem, wyrażona w gausach.

Ważnym wzorem pomocnym przy przeliczaniu silników asynchronicznych (i maszyn wirujących w ogóle) jest zależność:

$$2 \cdot m_1 \cdot J_f \cdot z_1 = \pi \cdot D \cdot A \quad \ldots\ldots (5)$$

gdzie oznaczają: A — tzw. okład prądu tj. liczbę amperoprzewodów na 1 cm bieżący długości obwodu stojana;

Dokonujemy teraz następującego przekształcenia, biorąc za podstawę równanie (1):

W równaniu tym zamiast U_f podstawiamy jego wartość otrzymaną z równania (2). Następnie zamiast: $m_1 \cdot J_f$ podstawiamy do równania (1) jego wartość z równania (5). Dalej zamiast Φ wstawiamy jego wartość z równania (4). Zamiast f_1 podstawiamy jego wartość z równania (3). W wyniku tego równanie (1) otrzyma postać:

$$kVA = \frac{1{,}11 \cdot D^2 \cdot l_i \cdot k_q \cdot \alpha_i \cdot B_p \cdot A \cdot n \cdot 10^{-11}}{6 \cdot 0{,}96} \quad \ldots (6)$$

Przekształcając to równanie, otrzymamy podstawowy wzór do obliczania silników:

$$\frac{D^2 \cdot l_i \cdot n}{kVA} = \frac{6 \cdot 0{,}96 \cdot 10^{11}}{1{,}11 \cdot k_q \cdot \alpha_i \cdot B_p \cdot A} \quad \ldots\ldots (7)$$

Mając ten wzór, możemy już przystąpić do wstecznego obliczania silnika.

W tym celu zestawiamy dane silnika, spisując je z tabliczki znamionowej i dokonując podanych niżej pomiarów:

Przerabiamy to na przykładzie:

Dane tabliczki znamionowej silnika są następujące:

Napięcie stojana: $U = 289/500$ V, ($U_f = 289$ V)

Moc: $P = 18{,}5$ kW (25 KM)

Liczba obrotów: $n = 960$ (na minutę)

Liczba faz: $m_1 = 3$

Częstotliwość: 50 okr/sek

Natężenie prądu: $J_1 = 43{,}3/27$ amperów ($J_f = 27$ A)

Spółczynnik mocy $\cos \varphi$ — 0,9

Dane otrzymane przez pomiar i oględziny zestawione są poniżej:
Rodzaj silnika — otwarty pierścieniowy,

Stojan

Średnica stojana: $D_1 = 32$ cm
Długość stojana (i wirnika): $l = 16{,}5$ cm
Liczba szpar wentylacyjnych: $\nu = 1$;
Długość szpary wentylacyjnej: $l_\nu = 1$;
Liczba żłobków stojana: $Z_1 = 54$
Liczba przewodów (drutów) połączonych szeregowo w żłobku: $Z_{z_1} = 15$
Wymiary drutu nawojowego: $\Phi = 3{,}6$ mm
Przekrój tegoż: $s_1 = 10{,}2$ mm²
Wysokość rdzenia stalowego stojana: $h_{r_1} = 4{,}5$ cm
Szerokość żłobka: $b = 12$ mm
Wysokość żłobka i zęba: $h_{z_1} = 40$ mm
Liczba żłobków na biegun i fazę: $q_1 = 3$

Wirnik

Liczba faz $m_2 = 3$
Średnica wirnika $D_2 = 31{,}88$ cm
Szczelina powietrzna $\delta = 0{,}6$ mm
Liczba żłobków $Z_2 = 90$
Liczba prętów w żłobku $z_{z_2} = 2$
Wymiary pręta $3{,}5 \times 9$ mm
Przekrój pręta $s_2 = 31{,}5$ mm²
Wysokość rdzenia wirnika $h_{r_2} = 4{,}2$ cm
Szerokość żłobka wirnika $b = 5$ mm
Wysokość żłobka wirnika $h_{z_2} = 22$ mm

Pomiarów należy dokonać z wyjątkową starannością. Szczególnie dotyczy to wymiarów żłobka i zęba, gdyż niedokładność wynosząca nawet kilka dziesiątych części milimetra może spowodować znaczny błąd w obliczeniu. Szczelinę należy zmierzyć za pomocą szczelinomierza dokoła wirnika i przyjąć wielkość średnią.

Mając te dane, możemy przystąpić do obliczeia, które prowadzi się w sposób następujący:

Przede wszystkim obliczamy moc pozorną silnika a następnie, kolejno wszystkie wielkości charakteryzujące silnik.

A więc ze wzoru (1) moc pozorna pobierana przez silnik z sieci wynosi:

$$m_1 U_f J_f 10^{-3} = 3 \cdot 289 \cdot 27 \cdot 10^{-3} = 23{,}35 \text{ kVA}$$

Pomiędzy mocą pozorną pobieraną z sieci a mocą oddawaną przez silnik na wale istnieje stosunek:

$$kW = kVA \cos \varphi \cdot \eta \quad \ldots\ldots (8)$$

gdzie: η — jest sprawnością silnika,
zatem:

$$(\cos \varphi) \cdot \eta = \frac{kW}{kVA} = \frac{18{,}5}{23{,}5} = 0{,}79$$

Ponieważ wiadomo, że $\cos \varphi = 0{,}9$, więc

$$\eta = \frac{0{,}79}{\cos \varphi} = \frac{0{,}79}{0{,}9} = 0{,}88 \text{ czyli } 88\,\%$$

Jest to sprawność normalna dla silnika tej mocy i liczby obrotów.

Ze wzoru (3) liczba par biegunów:

$$p = \frac{60 \cdot f_1}{n} = \frac{60 \cdot 50}{960} \cong 3$$

Ponieważ na liczbę obrotów n podstawimy do wzoru obroty przy obciążeniu, a nie tzw. obroty synchroniczne, zatem wynik obliczenia należy zaokrąglić do 3.

Szybkość obwodowa wirnika przy $D_2 = 32$ cm

$$v = \frac{\pi D_2 n}{60 \cdot 100} = \frac{\pi 32}{60 \cdot 100} = 16{,}1 \text{ m/sek.}$$

U zwykłych silników szybkość obwodowa nie może przekraczać 30 m/sek i przeważnie bywa od 10 do 20 m/sek. Nadmierna szybkość, na skutek siły odśrodkowej, powoduje pękanie bandaży oraz naprężenia mechaniczne w uzwojeniu wirnika, a co zatem idzie możliwość jego uszkodzenia.

Aby skorzystać ze wzoru (7) należy ustalić wielkości l_i i A. Wielkość l_i jest to tzw. długość idealna (obliczeniowa), odpowiadająca długości czynnej stali, o ile nie byłoby szpar wentylacyjnych, a indukcja na całej tej długości byłaby rozłożona równomiernie. Pomiędzy wielkościami l_i a l (l — jest to długość całkowita czynnej stali łącznie ze szparami wentylacyjnymi) istnieje następująca zależność:

$$l_i = l - 0{,}5 \cdot \nu \cdot l_v \quad \ldots\ldots\ldots (9)$$

zatem po podstawieniu

$$l_i = 16{,}5 - 0{,}5.1.1 = 16 \text{ cm}$$

Z równania (5) wynika, że okład prądu:

$$A = \frac{2 m_1 \cdot J_f \cdot z_1}{\pi D} \quad \ldots\ldots\ldots (10)$$

W równaniu tym nie wiemy, ile wynosi z_1, tj. liczba zwojów uzwojenia stojana na fazę. W zestawieniu danych mamy wymienione:

$Ż_1 = 54$ — liczba żłobków stojana,

$Z_ż = 15$ — liczba drutów w żłobku (połączonych szeregowo).

Ponieważ można napisać prostą zależność

$$Ż \cdot z_ż = z_1 \cdot 2m$$

w której każda strona równania wyraża ogólną (całkowitą) liczbę prętów (drutów) w stojanie silnika, zatem mamy:

$$z_1 = \frac{Ż_1 \cdot z_ż}{2m} = \frac{54 \cdot 15}{2 \cdot 3} = 135 \quad \ldots\ldots (11)$$

a więc okład prądu:

$$A = \frac{2 \cdot 3 \cdot 27 \cdot 135}{\pi \cdot 32} = 217$$

Wielkość ta mieści się w granicach ustalonych dla tego rodzaju silników ($A = 120 \div 300 \div 500$ — małe liczby odnoszą się do silników małej mocy; duże do maszyn bardzo skutecznie przewietrzanych). Liczba amperoprętów w żłobku:

$$J_ż = J_f \cdot z_ż = 27 \cdot 15 = 405$$

Jest to również wielkość normalna ($J_ż = 300 \div 500 \div 800$) nie budząca zastrzeżeń. Dalej sprawdzamy gęstość prądu w drutach stojana, która w danym przypadku, przy zastosowaniu drutu o przekroju $s_1 = 10{,}2$ mm², wynosi

$$g_1 = \frac{J_f}{s_1} = \frac{27}{10{,}2} = 2{,}65 \text{ A/mm}^2$$

Również i ta wielkość nie budzi zastrzeżeń ($j = 2 \div 4{,}5$ A/mm²).

W ten sposób sprawdziliśmy wyzyskanie miedzi pod względem elektrycznym. A teraz przystąpimy do sprawdzania czynnej stali pod względem wyzyskania magnetycznego.

Wielkość szczeliny powietrznej powinna wynosić około

$$\delta = 0{,}02 + \frac{D}{1000} = 0{,}02 + \frac{32}{1000} = 0{,}052 \text{ cm}$$

Liczba ta nie wiele różni się od rzeczywistej szczeliny równej 0,6 mm.

Przekształcając wzór (7) w następujący sposób:

$$B_p = \frac{6 \cdot 0{,}96 \text{ kVA} \cdot 10^{11}}{1{,}11 \cdot k \alpha_1 A D^2 l_i n} \quad \ldots\ldots\ldots (12)$$

oraz podstawiając do powyższego wzoru kolejno znane nam wielkości otrzymamy:

$$B_p = \frac{6 \cdot 0{,}96 \cdot 23{,}35 \cdot 10^{11}}{1{,}11 \cdot 0{,}96 \cdot 0{,}7 \cdot 217 \cdot 32^2 \cdot 16 \cdot 960} = 5300$$

Podziałka żłobkowa t_1 przy szczelinie (najcieńsze miejsce zęba) tj. odległość pomiędzy dwoma żłobkami wynosi:

$$t_1 = \frac{\pi D}{Ż} = \frac{\pi 32}{54} = 1{,}86 \text{ cm} = 18{,}6 \text{ mm}$$

Grubość zęba c_1 w pobliżu szczeliny będzie wynosiła

$$c_1 = t_1 - b = 18{,}6 - 12 = 6{,}6 \text{ mm} = 0{,}66 \text{ cm}$$

Indukcja B_{z_1} w najcieńszym miejscu zęba (czyli indukcja maksymalna)

$$B_{z_1} = \frac{B_p l_i t_1}{k_{Fe} l_{Fe} c_1} \quad \ldots\ldots\ldots (13)$$

gdzie: k_{Fe} — współczynnik uwzględniający izolację blach = 0,9

l_{Fe} — długość żelaza stojana.

$$l_{Fe} = l - \nu \cdot l_v = 16{,}5 - 1{,}1 = 15{,}5 \text{ cm} \quad \ldots (14)$$

Podstawiając we wzorze (13) znane nam wartości otrzymamy:

$$B_{z_1} = \frac{5300 \,.\, 16 \,.\, 1{,}86}{0{,}9 \,.\, 15{,}5 \,.\, 0{,}66} = 17{,}200 \text{ gausów}$$

Obydwie te indukcje mieszczą się w granicach dopuszczalnych, a mianowicie B_p zawiera się przeważnie w granicach od 4500 do 8000, a B_{z_1} do 18000 gausów. Nadmiernie duże wartości indukcji powiększają prąd magnesowania, a co zatem idzie obniżają *cos* φ zbyt wysoka indukcja w zębach przyczynia się ponadto do dużych strat w stali żelaza.

Aby się dowiedzieć, jaka jest indukcja w rdzeniach stojana i wirnika, musimy określić wielkość strumienia magnetycznego przepływającego przez jeden biegun (ściślej: przez jedną podziałkę biegunową). Możemy go obliczyć posługując się wzorem (4)

$$\Phi = \frac{\alpha_i \,.\, \pi \,.\, D \,.\, l_i \,.\, B_p}{2p} = \frac{0{,}7 \,.\, \pi \,.\, 32 \,.\, 16 \,.\, 5300}{2 \,.\, 3} =$$
$$= 1 \,.\, 10^6 \text{ maksweli}$$

Przekrój rdzenia stojana

$$S_{r_1} = k_{Fe} \,.\, l_{Fe} \,.\, h_{r_1} = 0{,}9 \,.\, 15{,}5 \,.\, 4{,}5 = 63 \text{ cm}^2$$

Indukcja w rdzeniu stojana:

$$B_{r_1} = \frac{0{,}5\,\Phi}{S_{r_1}} = \frac{0{,}5 \,.\, 10^6}{63} = 8000 \text{ gausów}$$

Indukcja ta nie przekracza wartości 12000 gausów, jest więc wartością normalną.

W i r n i k

Na tabliczce znamionowej brakuje danych dotyczących napięcia pomiędzy pierścieniami oraz danych co do natężenia prądu w wirniku. Natomiast znane są pewne dane co do uzwojenia wirnika, a mianowicie: Liczba żłobków $\dot{Z}_2 = 90$, liczba drutów (w żłobku) połączonych szeregowo $z_{\dot{z}_2} = 2$.

Zatem liczba zwojów na fazę:

$$z_2 = \frac{\dot{Z}_2 \, z_{\dot{z}}}{m_2 \,.\, 2} = \frac{90 \,.\, 2}{3 \,.\, 2} = 30$$

Wiedząc to, możemy obliczyć napięcie pomiędzy pierścieniami wirnika, a mianowicie:

$$U_2 \cong U_1 \,.\, \frac{z_2}{z_1} \cong 500 \,.\, \frac{30}{135} \cong 111 \text{ V}$$

Natężenie prądu w wirniku:

$$J_2 = 0{,}9 \, \frac{m_1 J_1 z_1}{m_2 z_2} \cong \frac{0{,}9 \,.\, 3 \,.\, 27 \,.\, 135}{3 \,.\, 3} \cong 110 \text{ A}$$

Gęstość prądu w uzwojeniu wirnika

$$j_2 = \frac{J_2}{s_2} = \frac{110}{31{,}5} = 3{,}5 \text{ A/mm}^2$$

Wartość ta również nie przekracza normalnych wartości dla gęstości prądu.

Podziałka żłobkowa wirnika przy szczelinie

$$t_1 = \frac{\pi \,.\, D_2}{\dot{Z}_2} = \frac{\pi \,.\, 31{,}88}{90} = 1{,}11 \text{ cm}$$

Podziałka żłobkowa u podstawy zęba, a więc w najcieńszym jego miejscu

$$t_3 = \frac{\pi \,.\, (D_2 - 2h_{z2})}{\dot{Z}_2} = \frac{\pi \,.\, (31{,}88 - 2 \,.\, 2{,}2)}{90} = 0{,}96 \text{ cm}$$

Grubość zęba w najcieńszym miejscu:

$$c_3 = t_3 - b = 0{,}96 - 0{,}5 = 0{,}46 \text{ cm}$$

Indukcja w tym miejscu zęba wynosi:

$$B_{z\,3} = \frac{B \,.\, l_i \,.\, t_1}{k_{Fe} \; l'_{Fe} c_3} = \frac{5300 \,.\, 16 \,.\, 1{,}11}{0{,}9 \,.\, 15{,}5 \,.\, 0{,}46} = 14600 \text{ G}$$

Jest to także dopuszczalne — (nie należy przekraczać wartości 20000 G).

Przekrój rdzenia wirnika wynosi:

$$S_{r_2} = k_{Fe} \,.\, l_{Fe} \, h_{r_2} = 0{,}9 \,.\, 15{,}5 \,.\, 4{,}2 = 57{,}8 \text{ cm}^2$$

Indukcja w rdzeniu wirnika:

$$B_{r2} = \frac{0{,}5 \,.\, \Phi}{S_{r_2}} = \frac{0{,}5 \,.\, 10^6}{58{,}7} = 8600 \text{ G}$$

Może ona dochodzić do 12.000 gausów.

Opierając się na otrzymanych przez nas w drodze obliczenia wartościach okładu prądu A, indukcji w szczelinie B_p indukcji w najwęższych miejscach zębów stojana i wirnika oraz w ich rdzeniach, jak również na wielkości szczeliny δ, możemy wnioskować, że silnik jest zbudowany prawidłowo.

Aby ustalić prądy biegu jałowego i zwarcia współczynniki mocy *cos* φ przy tych stanach, określić rzeczywistą sprawność silnika oraz jego przeciążalność, należałoby prowadzić obliczenie dalej. Nie jest to jednakże konieczne, gdyż wielkości te można otrzymać przez bezpośredni pomiar na silniku przyłączonym do sieci.

Rozważmy teraz, jak wyglądałyby wyniki obliczenia, gdyby w tym samym silniku umieszczono — przez pomyłkę lub nieporozumienie — nie 15, lecz mniej przewodów w żłobku stojana.

Możemy w sposób prosty ustalić zależność dla danego silnika pomiędzy liczbą przewodów (drutów) w żłobku stojana, a pozostałymi wielkościami.

Z równania (11) wynika, że liczba zwojów na fazę stojana:

$$z_1 = \frac{\dot{Z}_1 \,.\, z_{\dot{z}_1}}{2m_1} = \frac{54 \,.\, z_{\dot{z}_1}}{2 \,.\, 3} = 9 z_{\dot{z}_1}$$

Z równań (10) i z poprzedniego okład prądu:

$$A = \frac{2 m_1 J_f \, z_{\dot{z}_1}}{\pi D} = \frac{2 \,.\, 3 \,.\, 27 \,.\, z_{\dot{z}_1}}{32\,\pi} = 1{,}6 \, z_{\dot{z}_1} = 14{,}4 \, z_{\dot{z}_1}$$

Z równania (12) i z poprzedniego, indukcja w szczelinie wypada:

$$B_p = \frac{15 \,.\, 10^4}{A} = \frac{115 \,.\, 10^4}{14{,}4 \, z_{\dot{z}_1}} = \frac{18 \,.\, 10^4}{z_{\dot{z}_1}} \text{ G}$$

Z równania (13) i z poprzedniego maksymalna indukcja w zębie stojana

$$B_{z_1} = \frac{8 \cdot 10^4 \cdot 16 \cdot 1{,}86}{0{,}9 \cdot 15{,}5 \cdot 0{,}66 \cdot z_{\dot{z}_1}} = \frac{26 \cdot 10^4}{z_{\dot{z}_1}} \text{ G}$$

Indukcja w zębie wirnika

$$B_{z_2} = \frac{8 \cdot 10^4 \cdot 16 \cdot 1{,}11}{0{,}9 \cdot 15{,}5 \cdot 0{,}46 \cdot z_{\dot{z}_1}} = \frac{22{,}6 \cdot 10^4}{z_{\dot{z}_1}} \text{ G}$$

Z równania (4) strumień magnetyczny:

$$\Phi = \frac{0{,}7 \cdot \pi 32 \cdot 15 \cdot 8 \cdot 10^4}{2 \cdot 3 \cdot z_{\dot{z}_1}} = \frac{15 \cdot 10^6}{z_{\dot{z}_1}} \text{ Mx}$$

Indukcja w rdzeniach stojana i wirnika wypada:

$$B_{r_1} = \frac{0{,}5\ \Phi}{s_{r_1}} = \frac{0{,}5 \cdot 15 \cdot 10^6}{63 \cdot z_{\dot{z}_1}} = \frac{11{,}9 \cdot 10^4}{z_{\dot{z}_1}} \text{ G}$$

Podstawiając kolejno do powyższych wzorów zamiast $z_{\dot{z}_1}$ liczby 14, 13, 12, 10 i 9 otrzymamy odpowiednie wartości kładu prądu A oraz wartości indukcji. Podajemy je niżej w zestawieniu.

$Z_{\dot{z}_1}$	A	B_p	$B_{\dot{z}_1}$ (stojan)	B_{z_2} (wirnik)	B_{r_1}	B_{r_2}
14	201	5700	18500	16000	8450	9300
13	187	6120	19900	17400	9000	10000
12	173	6630	21500	18800	9600	10800
10	144	8000	25900	22500	11800	13000
9	129	8850	28800	25000	13100	14500

Z zestawienia tego widzimy, że już przy liczbie przewodów 14 w żłobku indukcja w zębach stojana przekroczyła wielkość normalną.

Powyższe zwiększenie indukcji powoduje wzrost zarówno prądu biegu jałowego jak i prądu roboczego. Należy przypuszczać, że przy liczbie przewodów 12 i mniej silnik nie będzie w ogóle zdatny do użytku. Gdyby silnik przy 15 drutach (prętach) w żłobku został połączony w trójkąt i przyłączony do sieci o napięciu 500 V, to zachowywałby się tak, jak to było przy 9 drutach i połączeniu w gwiazdę, a to dlatego, że 500 : 289 = 15 : 9. = 1,73.

Pozostaje jeszcze do rozpatrzenia obliczenie wsteczne silnika wyposażonego w wirnik klatkowy.

Przypuśćmy, że mamy silnik z tym samym stojanem, co poprzednio, lecz z wirnikiem klatkowym o następujących danych:

Liczba żłobków wirnika, jak poprzednio: $\dot{Z}_2 = 90$;
Szerokość żłobka: $b = 5{,}5$ mm;
wysokość żłobka $h_z = 13$ mm;
liczba prętów w żłobku $z_{\dot{z}_2} = 1$;
przekrój pręta $S_2 = 4{,}5 \times 11$ mm $= 49{,}5$ mm$^2 \times 47{,}5$ mm^2; *)
przekrój pierścienia łączącego pręty $Sp_n = 120$ mm^2;

Liczba faz wirnika

$$m_2 = \frac{\dot{Z}_2}{p} = \frac{90}{3} = 30$$

Na każdą fazę przypadają 3 żłobki.
Liczba zwojów na biegun:

$$z_2 = \frac{\dot{Z}_2}{2p\,m_2} = \frac{90}{2 \cdot 3 \cdot 30} = 0{,}5$$

Natężenie prądu w każdej fazie wirnika

$$J_2 = 0{,}9\ J_1 \frac{m_1\ k_{q_1}\ z_1}{m_2\ k_{q_2}\ z_2} = \frac{0{,}9 \cdot 27 \cdot 3 \cdot 0{,}96 \cdot 135}{30 \cdot 1 \cdot 0{,}5} = 630 \text{ A}$$

gdzie: k_{q_1}, k_{q_2} . — współczynnik uzwojenia stojana i wirnika.

Ponieważ każda faza składa się z 3-ch równoległych prętów, natężenie prądu w każdym pręcie:

$$i_2 = \frac{J_2}{p} = \frac{630}{3} = 210 \text{ A}$$

Natężenie prądu w pierścieniu łączącym pręty

$$J_{pn} = \frac{i_2}{2 \sin \frac{180^0}{m_2}} = \frac{210}{2 \sin 6^0} = \frac{105}{0{,}105} = 1000 \text{ A}$$

Gęstość prądu w prętach:

$$j_2 = \frac{i_2}{s_2} = \frac{210}{47{,}5} = 4{,}4 \text{ A/mm}^2$$

Gęstość prądu w pierścieniach

$$j_{pn} = \frac{J_{pn}}{s_p} = \frac{1000}{120} = 8{,}3 \text{ A/mm}^2$$

Podziałka żłobkowa u podstawy zęba

$$t_2 = \frac{\pi\,(D_2 - 2h_z)}{\dot{Z}_2} = \frac{\pi\,(31{,}88 - 2 \cdot 1{,}3)}{90} = 1{,}02 \text{ cm}$$

Grubość zęba wirnika w najcieńszym jego miejscu

$$c_3 = t_3 - b = 1{,}02 - 0{,}55 = 0{,}47 \text{ cm}$$

Indukcja u podstawy zęba

$$B_{z_2} = \frac{B_q\ k_i\ t_1}{l_{Fe}\ l_{Fe}\ c_2} = \frac{5300 \cdot 16 \cdot 1{,}02}{0{,}9 \cdot 15{,}5 \cdot 047} = 13200 \text{ G}$$

Określone przez nas wartości gęstości prądu i indukcji nie przekraczają dopuszczalnych.

*) Uwaga: przekrój 47,5 mm^2 jest przekrojem rzeczywistym po uwzględnieniu zaokrąglenia „kantów" pręta.

Walka z uszkodzeniami silników elektrycznych (w przemyśle włókienniczym)

Najbardziej rozpowszechnione przyczyny uszkodzeń silników elektrycznych w przemyśle włókienniczym są następujące: remont dokonany w niewłaściwym czasie lub nieodpowiedni jakościowo; niewłaściwe użytkowanie silników; niewłaściwy dobór silnika ze względu na warunki jego pracy; niewłaściwe doprowadzenie przewodów, zezwalające na przenikanie wody do wnętrza silników; niewystarczająca kontrola temperatury łożysk, doprowadzająca do przegrzewania ich i do wytapiania panewek; niski poziom napięcia na zaciskach silnika, wywołujący zwiększenie natężenia prądu i dodatkowe przegrzewanie silnika.

Jest rzeczą jasną, że właściwa organizacja remontu silników elektrycznych stanowi główny środek walki z uszkodzeniami.

W wielu fabrykach przeważa remont uszkodzeń, polegający na zamianie silników wyłączonych już z pracy, z powodu uszkodzeń uniemożliwiających ich pracę, na silniki rezerwowe. Taki charakter remontu jest jednak niewłaściwy, gdyż opiera się on na dopuszczalności uszkodzenia silnika. Właściwym natomiast sposobem jest uprzedzać uszkodzenia przez przeprowadzenie w odpowiednim czasie planowego remontu silników.

Znane są trzy rodzaje remontów: *okresowe oględziny zapobiegawcze, naprawy bieżące oraz remont kapitalny.*

Oględziny okresowe, sprawdzania i naprawy bieżące silników należy przeprowadzać w czasie przewidzianym przez regulamin przerw w pracy urządzeń technicznych (przerwa obiadowa, zmiany wolne od pracy, dni wypoczynku tygodniowego).

Okresowy r e m o n t k a p i t a l n y polega na jednoczesnej wymianie lub usunięciu zużycia znaczniejszej liczby części składowych silnika wraz z wyregulowaniem i sprawdzeniem ich w całości silnika zgodnie z normami. Remont kapitalny łączy się z całkowitym rozebraniem, oczyszczeniem i przemyciem całego silnika, dokładnym przejrzeniem wszystkich jego części i usunięciem wszelkich wad, zauważonych w czasie pracy i oględzin.

Silniki należy doprowadzać do porządku zgodnie z planami remontu zapobiegawczego i kapitalnego, zatwierdzonymi na cały rok przez głównego inżyniera fabryki. Dla przeprowadzenia remontu wysokiej jakości należy zorganizować pracownię zaopatrzoną w urządzenia do prób na zwarcie międzyprzewodowe uzwojeń wirników i stojanów, urządzenia do prób uzwojeń na zwarcie z korpusem, szafy do suszenia i w megomomierze.

Przy w y m i a n i e u z w o j e ń silników ważną jest sprawą zachowanie ich cech fabrycznych.

Przy wszelkich typach uzwojenia wpływ decydujący na długotrwałość silników wyremontowanych posiada dobre ich wysuszenie.

Celem uchronienia uzwojeń przed wpływem powietrza wilgotnego i gazów szkodliwych (w wykończalniach i farbiarniach), należy przesycać je różnymi lakierami. Te ostatnie, prócz działania zabezpieczającego, podnoszą właściwości izolujące uzwojeń.

Specjalną uwagę zwrócić należy na s u s z e n i e i p r z e s y c a n i e sekcji przed ich ułożeniem, prasowaniem na gorąco części żłobkowych oraz na dokładne wykonanie izolacji czołowych części sekcji, zwłaszcza w punktach ich wyjścia ze żłobków.

Dla podniesienia jakości suszenia uzwojeń po ich pokryciu lakierami, zaleca się stosować suszenie próżniowe. W tych warsztatach fabrycznych, w których brak odpowiedniego urządzenia, części uzwojeniowe trzeba osuszać przez ogrzewanie do 90° C. Trzeba je pogrążać w lakierze dla nasycenia w stanie gorącym.

Części uzwojeniowe pozostają w lakierze do chwili, kiedy temperatura w wannie obniży się do 40° C. Po odcieknięciu nadmiaru lakieru części te kieruje się do suszenia. Na całkowite osuszenie lakieru potrzeba 8—12 godzin. Zaleca się temperaturę suszenia wynoszącą ok. 90° C. Suszarka powinna posiadać regularną i dobrą wentylację.

Aby podnieść jakość remontu silników, należy przy warsztatach elektroremontowych w fabrykach większych zorganizować s t a c j e d o p r ó b o w a n i a wyremontowanych silników na podwyższone napięcie, wybierając wielkość jego zgodnie z normami.

Jednym z najważniejszych środków walki z uszkodzeniami stanowi właściwa e k s p l o a t a c j a s i l n i k ó w w sensie przestrzegania ich warunków cieplnych. W tym celu dla każdego typu silnika, na podstawie istniejących przepisów, określać trzeba najwyższą dopuszczalną temperaturę żelaza stojana oraz uzwojeń.

By z łatwością orientować się w osiągnięciu granicy temperatury dopuszczalnej, należy silniki malować farbą, zmieniającą barwę ze wzrostem temperatury.

Przy specjalnie ważnych silnikach zalecić należy stosowanie *sygnalizatorów cieplnych* typu wyrabianego przez fabrykę „Raboczij", wkładając je w żelazo stojanów.

Właściwy dobór *zabezpieczenia silników* elektrycznych przed nadmiernym obciążeniem przy pomocy stosowania odpowiednich rozruszników oraz bezpieczników i wyłączników nadmiarowych stanowi również radykalny środek walki z uszkodzeniami silników.

W y b ó r t y p u s i l n i k a posiada także niemałe znaczenie. Zgodność momentu rozruchowego silnika z momentem wynikającym z obliczenia stanowi dla każdej maszyny najważniejszy warunek pewnej pracy silnika, zwłaszcza przy częstych jego uruchomieniach.

W praktyce zauważa się powstawanie uszkodzeń silników elektrycznych wskutek p r z e p u s z c z a n i a w o d y w zbiornikach wodnych, umieszczonych na strychu (np. w fabryce im. Nogina, Wiczuga, w r. 1947). W takim przypadku należy zawczasu przebudować połączenia wodne, by usunąć możliwość powstawania tego rodzaju uszkodzeń.

Uszkodzeń na skutek przegrzewania łożysk i zaczepiania wirnika o stojan, na skutek uszkodzenia izolacji uzwojeń i powstawania zwarć, można uniknąć, stosując *sygnalizatory cieplne* typu „Raboczij". Celowe jest również stosowanie *samoczynnego smarowania* łożysk ślizgowych dużych silników.

Zwalczać uszkodzenia silników, powstałe na skutek przegrzania, można przez przełączanie zaczepów w transformatorach, jak również przez włączanie do sieci kompensatorów synchronicznych lub kondensatorów statycznych.

Po zastosowaniu środków wyliczonych liczebność uszkodzeń silników w przedsiębiorstwach włókienniczych niezawodnie wydatnie się obniży.

(A. W. Biełocwietow — „Miery borby s awaryjnostiju elektrodwigatielej" — mies. „Tiekstilnaja Promyszlennost", Nr. 4/50 — tłum. Inż. St. R.).

Popularna elektrotechnika

Podstawy elektrotechniki

Inż. - el. T. Kuliszewski

8. *Ogniwa galwaniczne.* (Volty i Daniella).

Jeżeli do naczynia z elektrolitem zanurzymy dwie elektrody wykonane z różnych metali, które posiadają różne normalne potencjały elektrolityczne, to otrzymamy najprostrze ogniwo galwaniczne. W zależności od rodzaju elektrolitu oraz od rodzaju elektrod zastosowanych w ogniwie ustalą się na elektrodach pewne różne potencjały, których teorię powstawania już poznaliśmy. Różnica potencjałów na elektrodach wywołana jest siłą elektromotoryczną istniejącą wewnątrz ogniwa, czyli w elektrolicie. Na wartość tej siły elektromotorycznej składają się dwie siły elektromotoryczne, które wywołują różnicę potencjałów między każdą elektrodą a elektrolitem. Algebraiczna suma tych sił elektromotorycznych daje w rezultacie siłę elektromotoryczną ogniwa galwanicznego, której wartość jest stała dla danego typu ogniwa i dla określonych warunków.

Najstarszym ogniwem galwanicznym jest ogniwo Volty. W ogniwie tym elektrodą ujemną jest płytka cynkowa, dodatnią zaś — płytka miedziana. Elektrolitem jest wodny roztwór kwasu siarkowego. Obie elektrody są zanurzone bezpośrednio w elektrolicie.

Między każdą elektrodą a elektrolitem ustali się pewna różnica potencjałów, oczywiście inna niż, gdyby każda elektroda była zanurzona w roztworze normalnym własnej soli. Tym nie mniej jednak na elektrodzie cynkowej, ze względu na jej wielkie ciśnienie roztwórcze, ustali się pewien potencjał ujemny, gdyż elektroda cynkowa, jako elektroda katjonotwórcza, będzie wyrzucać jony dodatnie i wskutek tego będzie ładować się ujemnie, natomiast elektroda dodatnia miedziana, mimo że jest również elektrodą katjonotwórczą, nie będzie wyrzucała jonów dodatnich a będzie ładować się dodatnio, ponieważ ciśnienie osmotyczne jonów dodatnich wodoru w elektrolicie jest większe od ciśnienia roztwórczego elektrody miedzianej. Inaczej możemy powiedzieć, że wodny roztwór kwasu siarkowego na elektrodę cynkową działa dość intensywnie, natomiast na elektrodę miedzianą działa w minimalnym stopniu.

Na skutek wyżej wymienionych procesów w elektrolicie, odbywających się w pobliżu elektrod, na elektrodzie cynkowej ustali się pewien potencjał ujemny, zaś na elektrodzie miedzianej — pewien potencjał dodatni. Różnica tych potencjałów daje nam napięcie, które istnieje na zaciskach powstałego w ten sposób źródła prądu.

Jasną jest rzeczą, że na uzyskanie odpowiednich potencjałów na zaciskach źródła prądu została zużyta pewna energia wspomnianych procesów chemicznych w elektrolicie w pobliżu elektrod. Energia ta powstaje z pracy, jaką wykonują jony cynku wyrzucane na skutek ciśnienia roztwórczego cynku, a więc na skutek siły tam działającej, oraz z pracy, jaką wykonują jony wodoru bombardując elektrodę miedzianą na skutek istniejącego ciśnienia osmotycznego, a więc również na skutek pewnej siły tam działającej. Obie te siły są skierowane zgodnie w tym samym kierunku i składają się w sumie na siłę elektromotoryczną źródła prądu.

Po ustaleniu się potencjałów na zaciskach źródła prądu siła elektromotoryczna wewnątrz źródła przestaje działać i w zasadzie procesy chemiczne w pobliżu elektrod przerywają się.

Do procesów chemicznych odbywających się w tym czasie w elektrolicie zaliczymy nie tylko wyrównywanie się ciśnień roztwórczych i osmotycznych, ale i reakcję jonową jonu cynku (Zn^{++})z jonem ujemnym elektrolitu (reszta kwasowa SO_4^{--}), z której powstaje drobina siarczanu cynku ($ZnSO_4$), podlegająca rozpuszczaniu się w elektrolicie, a zatem w następstwie dysocjacji w elektrolicie. Poza tym na elektrodzie dodatniej (miedzianej) wydzielają się, po oddaniu swego ładunku, atomy wodoru.

Jeżeli takie ogniwo obciążymy, to znaczy, że do zacisków jego na zewnątrz dołączymy pewien odbiornik prądu np. w postaci opornika, to na skutek istnienia różnicy potencjałów na zaciskach źródła prądu, popłynie przez ten opornik prąd w kierunku umownym od bieguna dodatniego do bieguna ujemnego na zewnątrz źródła i od bieguna ujemnego do dodatniego — wewnątrz źródła. Jest zupełnie zrozumiałe, że elektrony na zewnątrz źródła będą płynęły przez opornik od bieguna ujemnego do bieguna dodatniego, tj. z obszaru gdzie ich jest nadmiar, do obszaru gdzie ich jest niedomiar. W ten sposób bezwzględna wartość potencjałów na obu biegunach zacznie maleć. Ubytek ten jednak zostaje natychmiast uzupełniony na skutek dopływu nowego ładunku ujemnego do elektrody cynkowej, gdyż po zmniejszeniu się jej ładunku wzrasta w niej ciśnienie roztwórcze i jony cynku ponownie zostają z niej wyrzucane. Elektroda miedziana również uzupełnia swój ładunek gdyż wzrasta ciśnienie osmotyczne jonów wodoru w elektrolicie a te z kolei rozpoczynają znowu bombardowanie elektrody. A więc rozpoczynają się te same procesy chemiczne, dostarczając nowej energii, zjawia się przy tym siła elektro-

motoryczna wewnątrz źródła prądu. Ta siła elektromotoryczna jest właściwym czynnikiem uzupełniającym ładunki na obu elektrodach ogniwa.

Podczas gdy na zewnątrz ogniwa przez opornik płynie prąd przewodzenia, wewnątrz ogniwa mamy zjawisko przepływu prądu przenoszenia bowiem ładunki ujemne transportowane są przez jony ujemne (SO_4^{--}) ładunki zaś dodatnie przenoszone są przez jony dodatnie (H^+).

Osiadanie wodoru na elektrodzie dodatniej, jak wiemy, wywołuje jej polaryzację, wskutek czego zmniejsza się siła elektromotoryczna ogniwa i po pewnym czasie ogniwo przestaje pracować. Dlatego też ogniwo Volty nie jest w praktyce używane.

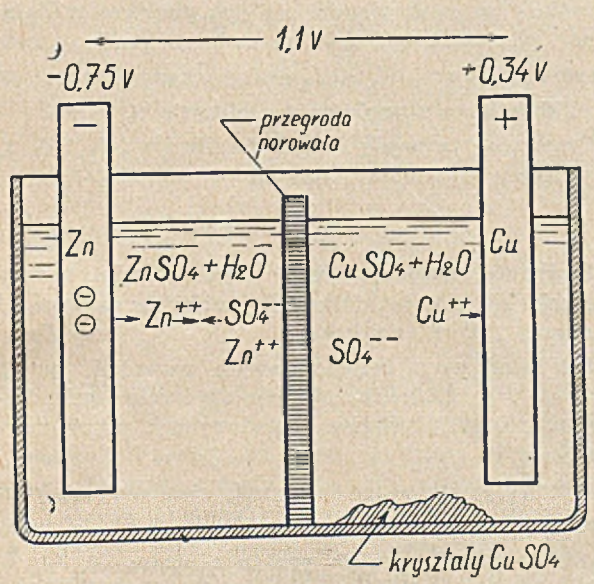
Dalszym udoskonaleniem ogniw galwanicznych było usunięcie zjawiska polaryzacji elektrod.

Wiemy, że elektrody nie polaryzują się, jeżeli zanurzone są w roztworze soli metalu, z którego są wykonane. A zatem, aby elektrody nie ulegały polaryzacji, ogniwo powinno posiadać dwa elektrolity, w jakikolwiek sposób połączone ze sobą.

Typowym przykładem ogniwa z elektrodami niepolaryzującymi się jest o g n i w o D a n i e l l a.

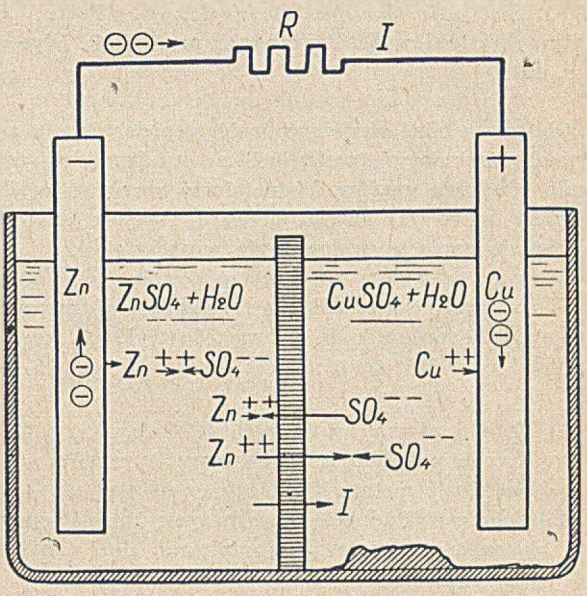
W ogniwie Daniella elektrodą ujemną jest płytka cynkowa zanurzona w wodnym roztworze siarczanu cynku ($ZnSO_4$), zaś elektrodę dodatnią stanowi płytka miedziana zanurzona w wodnym roztworze siarczanu miedzi ($CuSO_4$). Oba te elektrolity umieszczone są w jednym naczyniu szklanym i aby się nie pomieszały ze sobą, odgrodzone są od siebie porowatą przegrodą np. z materiału ceramicznego nieglazurowanego, którego pory łatwo przepuszczają jony elektrolitów. Elektrolit elektrody ujemnej (cynku) ma stężenie bardzo słabe, aby umożliwione było rozpuszczanie się w nim cynku, natomiast elektrolit elektrody dodatniej (miedzi) posiada stężenie duże, aby rozpuszczanie się miedzi w nim było uniemożliwione.

Ogniwo Daniella schematycznie pokazane jest na rys. 58.



Rys. 58. Schemat ogniwa Daniella.

Procesy zachodzące przy elektrodach ogniwa Daniella są następujące. Płytka cynkowa (Zn) zanurzona w słabym wodnym roztworze siarczanu cynku ($ZnSO_4$), posiadając duże ciśnienie roztwórcze, wyrzuca jony dodatnie (Zn^{++}), ładując się w ten sposób ujemnie. Na elektrodzie tej ustali się więc przez to po pewnym krótkim czasie potencjał elektrolityczny, którego wartość wynosić będzie mniej więcej tyle, ile wynosi normalny potencjał elektrolityczny (—0,75 V). Powstałe w ten sposób jony cynku łączą się na drodze reakcji jonowej z ujemnymi jonami elektrolitu (SO_4^{--}), tworząc nowe drobiny siarczanu cynku, a te z kolei podlegają dysocjacji elektrolitycznej. Elektroda dodatnia (płytka miedziana — Cu) zanurzona w roztworze siarczanu miedzi o dużym stężeniu nie ma możności być elektrodą katjonotwórczą, a zatem na skutek większego ciśnienia osmotycznego jonów dodatnich (Cu^{++}) w elektrolicie jest przez nie bombardowana i przez to ładowana dodatnio. Na elektrodzie tej ustali się pewien potencjał elektryczny, mniej więcej równy normalnemu potencjałowi elektrycznemu (+0,34 V). Po ustaleniu się potencjałów na obu elektrodach ustaje zarówno wyrzucanie jonów cynku z elektrody ujemnej, jak i bombardowanie jonami miedzi elektrody dodatniej. Siła elektromotoryczna ogniwa Daniella wynosi zatem około 1,1 V, którą otrzymujemy jako różnicę potencjałów elektrolitycznych obu elektrod:



Rys. 59. Działanie obciążonego ogniwa Daniella

$$0{,}34 - (-0{,}75) \cong 1{,}1 \text{ V}.$$

Po obciążeniu ogniwa procesy te zjawiają się ponownie, wskutek czego następuje uzupełnienie ubywających potencjałów elektrod i przepływ prądu przenoszenia przez elektrolit. Transport ładunków przez przegrodę porowatą odbywa się w sposób następujący. Jony ujemne siarczanu miedzi (SO_4^{--}) przenikają przez pory przegrody i łączą się na drodze reakcji jonowej z jonem cynku (Zn^{++}) w roztworze siarczanu cynku, zaś jony cynku z siarczanu cynku przenikają częściowo przez pory przegrody w odwrotnym kierunku i łączą się w ten sam sposób z jonami ujemnymi siarczanu miedzi po drugiej stronie przegrody. Utworzone nowe drobiny siarczanu cynku po obu stronach przegrody podlegają z kolei dysocjacji i transport ładunków przenosi się dalej. Widzimy zatem, że w ogniwie obciążonym w wyniku procesów odbywających

się w elektrolitach elektrody cynkowej ubywa i roztwór siarczanu cynku tężeje, natomiast elektrody miedzianej przybywa i roztwór siarczanu miedzi słabnie. W miarę wyczerpywania się siarczanu miedzi należy go uzupełnić, wrzucając doń nowe kryształki. Na rys. 59 pokazany jest przebieg procesów zachodzących w elektrolitach ogniwa Daniella przy obciążeniu oraz przepływ prądu.

Urządzenia elektryczne

Inż. Z. Tarłowski

1. *Sieć o jednym punkcie węzłowym.* (Patrz: „Obliczanie Przewodów Elektrycznych" prof. S. O. Wysocki, str. 46).

Obliczanie sieci węzłowych polega, podobnie jak przy liniach zamkniętych zasilanych na krańcach, na ustaleniu rozpływu prądów. Po ustaleniu rozpływu prądów bowiem łatwo już można obliczyć spadek napięcia względnie napięcie w dowolnym punkcie sieci.

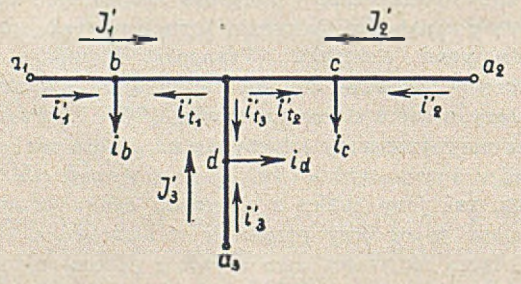
Rozpływ prądów w dowolnej sieci węzłowej obliczyć można kilkoma zasadniczymi metodami (patrz: „Podręcznik Inżyniera Elektryka", tom. II, zeszyt 1, str. 21), są to:

1. Metoda równań węzłowych (Coltriego).
2. Metoda nakładania (superpozycji) prądów w połączeniu z metodą Coltriego.
3. Metoda nakładania (superpozycji) prądów w połączeniu z metodą przekształcania sieci (zwijania i rozwijania).
4. Metoda cięcia sieci.

Poza tym rozpływ prądów w sieci określić można doświadczalnie (laboratoryjnie), stosując odpowiednie modele sieci (analizator sieciowy).

Przy ustalaniu rozpływu prądów w sieciach prądu stałego, zapoznamy się w pierwszym rzędzie z dwiema pierwszymi metodami, pozostałe omówimy na przykładach sieci prądu zmiennego.

Ponad to we wszystkich rozważaniach nad tymi metodami oraz przy rozwiązywaniu sieci, tj. ustalaniu rozpływu prądów i obliczaniu spadków napięć, przyjmować będziemy jako zasadę upraszczające założenie, że wszystkie punkty zasilające w danej sieci mają napięcia jednakowe i niezmienne co do wielkości. Założenie to, teoretycznie rzecz biorąc, rzadko tylko jest spełnione; w praktyce jednak, gdzie operujemy najczęściej wartościami przeciętnymi, a z uwagi na poważne niejednokrotnie trudności ścisłego określenia zarówno wartości prądów obciążeń, jak i punktów ich przyczepienia, zadawalamy się naogół obliczeniami rozpływu prądów przybliżonymi; przyjęcie pewnej średniej jednakowej dla wszystkich punktów zasilających wartości napięcia, daje wyniki wystarczająco dokładne.



Rys. 72 — Sieć elektryczna jednowęzłowa.
a_1, a_2, a_3, — punkty zasilające o jednakowym napięciu.
t — punkt węzłowy o nieznanym napięciu.
$i'_1, i'_2, i'_3, i_{t_1}, i_{t_2}, i_{t_3}$, — prądy składowe.
I'_1, I'_2, I'_3, — prądy wyrównawcze.
i_b, i_c, i_d — prądy odbierane.

Rys. 72 przedstawia sieć elektryczną najprostszą, bo zasilaną tylko z trzech punktów: a_1, a_2, a_3 o jednakowym napięciu każdy z nich i złożoną z trzech boków: a_1t, a_2t, a_3t, powiązanych ze sobą jednym punktem węzłowym t. Napięcie w punkcie t nie jest oczywiście znane, w przeciwnym bowiem razie zadanie sprowadziłoby się do rozwiązania trzech linii zamkniętych o różnych napięciach na krańcach.

Celem wyprowadzenia odnośnego równania węzłowego (metoda Coltriego), które umożliwi nam obliczenie rozpływu prądów i ustalenie punktu spływu w rozważanej sieci, załóżmy na chwilę, że punkt t jest również punktem zasilającym o takim samym napięciu jak rzeczywiste punkty zasilające: a_1, a_2, a_3.

Przy tym założeniu obliczenie rozpływu prądów jest już zupełnie proste i sprowadza się do obliczenia trzech linii zamkniętych zasilanych na krańcach jednakowymi napięciami. Z punktów: a_1, a_2, a_3 płynąć będą bowiem w kierunku prądów odbieranych: i_b, i_c, i_d, odpowiednie prądy: i'_1, i'_2, i'_3, a z punktu t — prądy: i'_{t_1}, i'_{t_2}, i'_{t_3}.

Ponieważ jednak założenie nasze było fikcyjne i punkt t w rzeczywistości nie jest punktem zasilającym i nie może być źródłem żadnego prądu, przeto i suma prądów: $i'_{t_1} + i'_{t_2} + i'_{t_3}$ musi dopłynąć do sieci dodatkowo z punktów zasilających a_1, a_2, a_3.

Oznaczając te *prądy dodatkowe* literami: I_1', I_2', I'_3 otrzymamy równanie:

$$i'_{t_1} + i'_{t_2} + i'_{t_3} = I'_1 + I'_2 + I'_3$$

Równanie powyższe uzyskać można również, traktując boki a_1t, a_2t, a_3t, jako linie zamknięte zasilane na krańcach różnymi napięciami.

Jak wiadomo z dotychczasowych rozważań, prądy płynące w tych blokach równają się sumie algebraicznej umyślonych prądów składowych i wyrównawczych.

Oznaczając jak poprzednio prądy składowe wypływające rzekomo z punktu t przez: i'_{t_1}, i'_{t_2}, i'_{t_3}, a prądy wyrównawcze płynące do punktu t przez: I_1', I_2', I_3' oraz stosując I-sze prawo Kirchhoffa, zgodnie z którym suma prądów rzeczywistych spotykających się w punkcie t musi się równać zero, otrzymamy następujące równanie:

$$(I'_1 - i'_{t1}) + (I'_2 - i'_{t2}) + (I'_3 - i'_{t3}) = O.$$

W równaniu powyższym, zgodnie z przyjętymi zasadami, *umyślone prądy wyrównawcze* dopływające do punktu t, tj.: I_1', I_2', I_3' opatrzono znakami plus (+), a *umyślone prądy składowe* wypływające z punktu t, tj.: i'_{t_1}, i'_{t_2}, i'_{t_3} znakami minus (—).

Po prostym przekształceniu tego równania otrzymamy postać, będącą drobną tylko odmianą uprzednio już wyprowadzonego wzoru (wszystkie wyrazy równania przeniesiono na lewą stronę):

$$I_1' + I_2' + I_3' - i'_{t_1} - i'_{t_2} - i'_{t_3} = 0.$$

Ponieważ jak wiemy z poprzednich rozważań prąd wyrównawczy w dowolnym odcinku linii równa się ilorazowi różnicy napięć między krańcami tego odcinka, przez jego oporność, przeto pamiętając o tym, że w rozważanym przykładzie sieci, różnicę napięć stanowić będzie spadek napięcia od dowolnego punktu zasilającego do punktu węzłowego t, możemy napisać:

$$I_1' = \frac{\Delta U_{a_1 t}}{R_{a_1 t}}; \quad I_2' = \frac{\Delta U_{a_2 t}}{R_{a_2 t}}; \quad I_3' = \frac{\Delta U_{a_3 t}}{R_{a_3 t}};$$

Jak wiemy z założenia o równości napięć punktów zasilających: $U_{a_1} = U_{a_2} = U_{a_3}$, a co za tym idzie:

$$\Delta U_{a_1 t} = \Delta U_{a_2 t} = \Delta U_{a_3 t} = \Delta U_{at}$$

skąd:

$$I_1' = \frac{\Delta U_{at}}{R_{a_1 t}}; \quad I_2' = \frac{\Delta U_{at}}{R_{a_2 t}}; \quad I_3' = \frac{\Delta U_{at}}{R_{a_3 t}}$$

Wprowadzając zamiast oporności R boków sieci, ich odwrotności, tj. przewodności $\left(G = \frac{1}{R} \right)$, otrzymamy następujące wyrażenia dla prądów wyrównawczych:

$$I_1' = \Delta U_{at} \cdot G_{a_1 t}; \quad I_2' = \Delta U_{at} \cdot G_{a_2 t}; \quad I_3' = \Delta U_{at} \cdot G_{a_3 t},$$

które po wstawieniu w równanie na sumę prądów spotykających się w punkcie t dadzą następujący wzór:

$$\Delta U_{at} \cdot G_{a_1 t} + \Delta U_{at} \cdot G_{a_2 t} + \Delta U_{at} \cdot G_{a_3 t} - i'_{t_1} - i'_{t_2} - i'_{t_3} = 0.$$

a po uproszczeniu przez wyrzucenie przed nawias wyrazu ΔU_{at}:

$$\Delta U_{at} \left(G_{a_1 t} + G_{a_2 t} + G_{a_3 t} \right) - i'_{t_1} - i'_{t_2} - i'_{t_3} = 0.$$

Ponieważ przewodności boków są znane, gdyż określają je jak wiemy: rodzaj materiału przewodów, przekrój i długość przewodów, które to wielkości w naszych rozważaniach przyjmujemy jako znane, przeto prądy składowe: I_{t_1}', i'_{t_2}, i'_{t_3} można już łatwo obliczyć, stosując którykolwiek ze sposobów poznanych przy omawianiu linii zamkniętych, zasilanych na krańcach jednakowymi napięciami. Znając prądy składowe łatwo już znaleźć spadek napęcia ΔU_{at}.

Po znalezieniu spadku napięcia ΔU_{at} obliczamy prądy wyrównawcze I_1', I_2', I_3', a sumując je algebraicznie z prądami składowymi otrzymamy szukane prądy rzeczywiste.

Częstokroć zdarza się, że bezpośrednio w punktach węzłowych również występują prądy obciążenia. W odniesieniu do sieci pokazanej na *rys. 72* oznaczać to będzie, że w punkcie t przyłożony zostanie dodatkowy prąd obciążenia i_t. Prąd ten, jako odbierany w punkcie t należy wprowadzić do znanego już równania ze znakiem minus, a równanie to przyjmie postać:

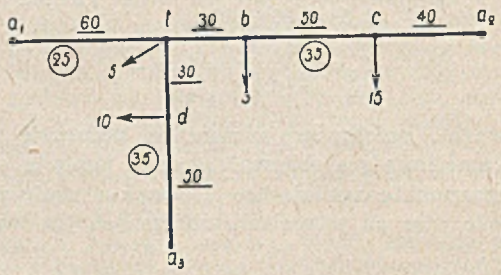
$$(I_1' - i'_{t_1}) + (I_2' - i'_{t_2}) + (I_3' - i'_{t_3}) - i_t = 0 \ldots (17)$$

po wprowadzeniu zaś w miejsce umyślonych prądów wyrównawczych, odpowiadających im iloczynów spadków napięć przez odpowiednie przewodności boków sieci otrzymamy równanie węzłowe dla węzła t w formie ostatecznej:

$$\underbrace{\Delta U_{at}\left(G_{a_1 t} + G_{a_2 t} + G_{a_3 t}\right)}_{\text{prądy wyrównawcze}} - \underbrace{i'_{t_1} - i'_{t_2} - i'_{t_3}}_{\text{prądy składowe}} - \underbrace{i_t}_{\text{prąd odbioru w węźle}} = 0 \quad \ldots\ldots\ldots \quad (18)$$

Przykład 8.

Sieć dwuprzewodowa prądu stałego z jednym punktem węzłowym, przedstawiona na *rys. 73-I*, wykonana



Rys. 73 — I. Sieć elektryczna jednowęzłowa.
Liczby w kółkach — przekroje przewodów w mm².
Liczby podkreślone — długości w metrach.
Liczby przy końcach strzałek — prądy w Amperach
a_1, a_2, a_3, — punkty zasilające o jednakowym napięciu.
t — punkt węzłowy sieci.

jest przewodami miedzianymi o przewodności właściwej równej 56 $\frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2}$ i o następujących przekrojach (na rys. 73-I liczby umieszczone w kółkach):

bok $a_1 t$ — przekrój 25 mm² Cu;
„ $a_2 t$ — „ 35 mm² Cu;
„ $a_3 t$ — „ 35 mm² Cu;

Długości poszczególnych odcinków tej sieci (na rys. 73-I liczby podkreślone) wynoszą odpowiednio:

$a_1 t$ — 60 m; $a_2 t$ — 40 m; cb — 50 m; bt — 30 m; $a_3 d$ — 50 m; dt — 30 m.

Prądy obciążenia w poszczególnych punktach odbiorów (na rys. 73-I liczby umieszczone przy końcach strzałek):

$i_b = 3$ A; $i_c = 15$ A; $i_d = 10$ A; $i_t = 5$ A;

Napięcia w punktach zasilania: a_1, a_2, a_3 są jednakowe i wynoszą:

$$U_{a_1} = U_{a_2} = U_{a_3} = U_a = 220 \text{ V}$$

Należy ustalić rozpływ prądów i punkt spływu, obliczyć największy spadek napięcia oraz podać wielkość napięcia panującego w punkcie spływu (najniższe napięcie w sieci).

Rozwiązanie.

Przede wszystkim obliczamy przewodności poszczególnych boków sieci:

$$G_{a_1 t} = \frac{56 \cdot 25}{2 \cdot 60} = 11{,}67 \text{ S},$$

$$G_{a_2 t} = \frac{56 \cdot 35}{2 \cdot (40 + 50 + 30)} = 8{,}16 \text{ S},$$

$$G_{a_3 t} = \frac{56 \cdot 35}{2 \cdot (50 + 30)} = 12{,}23 \text{ S}$$

Umyślone prądy składowe, jakie wypływałyby zpunktu węzłowego t w przypadku, gdyby napięcia w tym punkcie było takie same, jak w punktach zasilających: a_1, a_2, a_3, wyniosą odpowiednio : $i'_t = 0$; (gdyż na odcinku $a_1 t$ nie ma żadnego prądu odbioru);

$$i'_{t_2} = \frac{15 \cdot 40 + 3 \cdot (50 + 40)}{30 + 50 + 40} = 7{,}25 \text{ A};$$

$$i'_{t_3} = \frac{10 \cdot 50}{30 + 50} = 6{,}25 \text{ A}$$

Równanie podstawowe ułożone na podstawie wzoru (18), umożliwiające obliczenie spadku napięcia od dowolnego punktu zasilającego do punktu węzłowego t, przyjmie więc po wstawieniu obliczonych już wartości postać:

$$\Delta U_{at} \cdot (11{,}67 + 8{,}16 + 12{,}23) - 7{,}25 - 6{,}25 - 5 = 0,$$

a po rozwiązaniu tego równania otrzymamy:

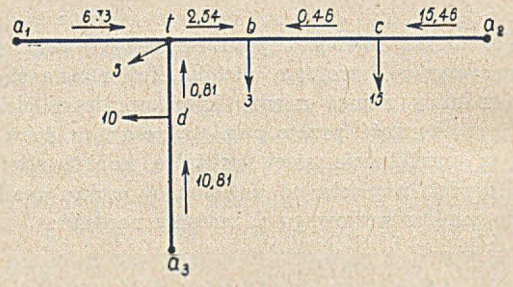
$$\Delta U_{at} = 0{,}577 \text{ V}$$

Teraz łatwo już obliczyć umyślone prądy wyrównawcze, które wyniosą odpowiednio:

$I_1' = 0{,}577 \cdot 11{,}67 = 6{,}73$ A;
$I_2' = 0{,}577 \cdot 8{,}16 = 4{,}69$ A;
$I_3' = 0{,}577 \cdot 12{,}23 = 7{,}06$ A.

Dodając algebraicznie umyślone prądy składowe do prądów wyrównawczych, ustalamy wielkości rzeczywistych prądów zbiegających się w punkcie t, a co za tym idzie rozpływ prądów rzeczywistych, który pokazany został na rys. 73-II.

Celem sprawdzenia, czy suma rzeczywistych prądów zbiegających się w punkcie węzłowym t, równa jest zero, zestawiamy równanie (17), wstawiając obliczone wartości liczbowe:



Rys. 73 — II. Rozpływ prądów rzeczywistych w sieci elektrycznej jednowęzłowej, przedstawionej na rys. 73 — I.

$$(6{,}73 - 0) + (4{,}69 - 7{,}25) + (7{,}06 - 6{,}25) - 5 = 0,$$

tj. $0 = 0$.

Największy spadek napięcia wystąpi oczywiście na odcinka, od dowolnego punktu zasilającego (np. punktu a_2) do punktu spływu prądów, który zgodnie z wynikami dotychczasowych obliczeń, zestawionymi na rys. 73-II, wypada w punkcie b.

Spadek ten obliczony od strony punktu a_2 wyniesie:

$$\Delta U_{a_2 b} = \frac{2}{56 \cdot 35} (15{,}46 \cdot 90 - 15 \cdot 50) = 0{,}655 \text{ V}$$

Ten sam spadek obliczony np. od strony punktu a_1 wypadnie odpowiednio:

$$\Delta U_{a_1 b} = \Delta U_{a_1 t} + \Delta U_{tb} = 0{,}577 + \frac{2}{56 \cdot 35} \cdot 2{,}54 \cdot 30 = 0{,}655 \text{ V}$$

Otrzymaliśmy więc, jak to było zresztą do przewidzenia, wyniki identyczne.

Na podstawie powyższych wyników łatwo już ustalić najniższe napięcie w rozpatrywanej sieci, tj. w punkcie spływu, które wynosi:

$$U_b = U_{a_1} - \Delta U_{a_1 b} = 220 - 0{,}655 = 219{,}345 \text{ V}$$

Nieprzestrzeganie przepisów bezpieczeństwa pracy opóźnia wykonanie planu 6-letniego powodując wypadki i awarie

Bezpieczeństwo pracy

Porażenia elektryczne w Polsce

Komunikaty Komitetu Technicznego Ochrony Pracy SEP

Nr 34 Wyłącznik transformatora 30/6 V (woj. krakowskie). W jednej z transformatorni, monter H. włączając wyłącznik po strefie wtórnej (6kV) transformatora, został śmiertelnie porażony w momencie gdy dotknął rękojeści wyłącznika.

Obsłudze było wiadome, że obudowa wyłącznika od pewnego czasu elektryzowała. Zamiast jednak znaleźć i naprawić uszkodzenie, używano pęków szmat dla zabezpieczenia się przy manipulowaniu tym wyłącznikiem.

Monter H. dotknął rękojeści wyłącznika przez wełnianą rękawiczkę i czapkę.

Dochodzenie po wypadku wykazało, że chociaż obudowa wyłącznika była połączona z przewodem uziemiającym, to uziemienie nie było skuteczne, ponieważ zamiast przepisowego uziemiacza zakopano w ziemi jedynie kilka zwojów przewodu uziemiającego. Takie uziemienie miało więc bardzo wielki opór i oczywiście nie spełniło swej roli zabezpieczającej.

Ponieważ zaś obudowa wyłącznika i obudowa znajdującego się obok przekładnika prądowego były przyłączone do wspólnego przewodu uziemiającego, a połączenie z ziemią praktycznie biorąc, jak wspomnieliśmy, nie istniało, więc, gdy nastąpiło przebicie w przekładniku prądowym, obudowa wyłącznika znalazła się również pod napięciem. Fakt, że elektryzowanie wyłącznika nie było groźne w okresie poprzedzającym wypadek, należy prawdopodobnie przypisać temu, że początkowo przebicie w przekładniku nie było kompletne i stanowiło znaczny opór.

Zarówno wyłącznik jak i przekładnik były umieszczone na belkach drewnianych, więc dobrze odizolowane od ziemi podczas gdy monter H. stał na podłodze betonowej, w tym dniu wilgotnej.

Prąd przeszedł więc z miejsca przebicia w przekładniku poprzez przewód rzekomo uziemiający do obudowy wyłącznika, a następnie, po przebiciu czapki i rękawiczki montera, przez jego ciało do ziemi.

W n i o s k i:

Główną przyczyną wypadku było urągające elementarnym zasadom wykonanie uziemiacza co, spowodowało, że przewód uziemiający, zamiast chronić obsługę, doprowadził napięcie z miejsca przebicia przekładnika na obudowę wyłącznika.

Wypadek ten jest jaskrawym przykładem jak źle wykonane uziemienie może stać się źródłem niebezpieczeństwa, zamiast być urządzeniem ochronnym.

Karygodne jest także zaniedbanie usunięcia przyczyn elektryzowania natychmiast po zauważeniu, wbrew wyraźnemu nakazowi PN/E 10 § 54 p. 2.

Podkreślić także należy brak sprzętu ochronnego, jak dywaniki przenośne, rękawice gumowe, wskutek czego monter posłużył się tak niewłaściwą przy wysokim napięciu ochroną jak czapka.

Nr 35 Słup drewniany linii napowietrznej (woj. Mazurskie). W celu usunięcia przewodów telefonicznych umieszczonych prowizorycznie poniżej linii elektroenergetycznej, monter O. wszedł na słup drewniany, który złamał się przy podstawie w momencie, gdy monter znalazł się na wysokości ok. 3 m.

Padający słup przygniótł montera, a obrażenia okazały się śmiertelne.

Po wypadku stwierdzono, że słup był wewnątrz zgniły, chociaż na zewnątrz słupa oznak zgnicia nie było.

W n i o s k i:

Wypadek ten, chociaż nie spowodowany porażeniem elektrycznym, podajemy jako ściśle związany z pracami monterów i typowy, ponieważ analogiczne wypadki zdarzają się dość często, należy więc przed nimi przestrzec.

Często się zdarza, że zewnętrzna cienka zdrowa warstwa słupa kryje warstwę zgniłą. Dlatego też próby słupów należy wykonywać przez nakłuwanie ostrym narzędziem na głębokość ok. 1,5 cm. Podkreślić też trzeba, że słup należy badać nie nad powierzchnią ziemi lecz na głębokości ok. 30 cm.

Nr 36 Transformatornia (woj. Pznańskie). Inkasent K., któremu polecono zanotowanie stanu licznika po stronie niskiego napięcia w transformatorni, został znaleziony bez życia w sąsiednim pomieszczeniu wysokiego napięcia.

Oględziny miejsca wypadku wykazały, że poszkodowany wszedł do pomieszczenia wysokiego napięcia posługując się dorobionym kluczem i badał poziom oleju w zbiorniku transformatora, przyczym dotknął części prąd wiodącej i został śmiertelnie porażony.

W n i o s k i:

Trudno przypuścić, żeby inkasent dorabiał klucz i odwiedzał pomieszczenie wysokiego napięcia dla przyjemności zbadania poziomu oleju w zbiorniku transformatora.

Prawdopodobnie wyręczał jednego z monterów, który powinien był poziom oleju zbadać.

Wypadek ten niech będzie ostrzeżeniem, jak tragiczne skutki wywołuje dopuszczenie osób postronnych do pomieszczeń wysokiego napięcia wbrew zakazowi PN/E 10 § 55 p. 2.

Nr 37 Linia napowietrzna 380V (woj. Wrocławskie), gm. Lipy). Monter S. otrzymał zlecenie naprawy uszkodzonego przewodu linii napowietrznej 380 V, przyczym polecono mu wyłączyć uprzednio linię spod napięcia przy pomocy wyłącznika transformatora, znajdującego się w pobliżu miejsca wyznaczonej pracy.

Monter zapomniał jednak zabrać klucz od pomieszczenia transformatora i wbrew poleceniu przystąpił do pracy na linii pod napięciem.

Pomocnik montera, stojąc na ziemi, zauważył w pewnym momencie, że monter dotknął równocześnie dwu przewodów i zemdlał, zwisając na pasie bezpieczeństwa i słupołazach.

Pomocnik montera, zamiast zaalarmować pobliskich mieszkańców i zaraz zorganizować pomoc, pojechał rowerem, aby zawiadomić kierownictwo, tak, że pomoc nadeszła dopiero po upływie pół godziny od chwili wypadku.

Zastosowane zabiegi okazały się spóźnione i lekarz stwierdził zgon porażonego.

W n i o s k i:

Jeszcze jeden wypadek lekceważenia niskiego napięcia, który podajemy ku przestrodze monterów.

Jak w wielu innych wypadkach tak i w tym, świadek wypadku, chociaż elektryk, nie miał pojęcia o podstawowej zasadzie ratownictwa, polegającej na tym, że pomocy należy udzielić porażonemu jak najprędzej po wypadku, ponieważ zwłoka może spowodować śmierć porażonego.

Nr 38. Wymiana żarówek w lampach oświetlenia zewnętrznego (woj. Kieleckie). Monterowi W. zlecono wymianę żarówek lamp oświetlających teren jednego z zakładów pracy.

Lampy umieszczone były na słupach linii 220V. Na tychże samych słupach, poniżej linii oświetleniowej, znajdowały się przewody sygnalizacyjne 220 V, oraz kabelek telefoniczny, zawieszony na *uziemionej* lince nośnej.

Monter W. przed przystąpieniem do pracy wyłączył linię oświetleniową, jednak zaniedbał wyłączenia linii sygnalizacyjnej, która pozostała pod napięciem.

Wchodząc na słup, monter dotknął przewodu sygnalizacyjnego w tym samym momencie gdy jeden z jego słupołazów stykał się z uziemioną linką nośną kabelka telefonicznego.

Prąd przeszedł od przewodu sygnalizacyjnego przez ciało montera i słupołaz do linki nośnej, a następnie do ziemi przez uziemienie linki.

Monter zawisł nieprzytomny na pasie bezpieczeństwa. Świadkowie wypadku natychmiast wezwali lekarza i po wyłączeniu linii sygnalizacyjnej zdjęli ofiarę wypadku ze słupa. Lekarz na miejscu stwierdził brak oznak życia, lecz pomimo to, po przeniesieniu porażonego do punktu sanitarnego, nakazał zastosowanie sztucznego oddychania i zrobił dwukrotnie zastrzyk (coramina i lobelina). Sztuczne oddychanie przerwano po wystąpieniu stężenia pośmiertnego.

Wnioski:

W rozumieniu przepisów PN/E-10 § 58, za pracę pod napięciem uważa się nie tylko prace wykonywane bezpośrednio na częściach będących pod napięciem, lecz również prace wykonywane tak blisko części pod napięciem, że zachodzi możliwość ich dotknięcia.

Wypadek powyżej opisany jest tragiczną ilustracją słuszności tego przepisu.

Wypadek ten należy do smutnej serii wypadków spowodowanych lekceważeniem niskiego napięcia przez monterów. Porażony był doświadczonym elektromonterem, znał dobrze daną instalację i nie można przypisać zaniedbania wyłączenia linii sygnalizacyjnej zbyt małym wiadomościom fachowym pracownika. Warunki ruchu nie stały w tym przypadku na przeszkodzie do wyłączenia linii sygnalizacyjnej na okres robót.

Nr 39. Praca na linii 10 kV (woj. Szczecin). Monter P. wraz ze swym pomocnikiem mieli wykonać naprawę na linii 10 kV. Otrzymali piśmienne zlecenie, w którym była wyraźnie zaznaczona konieczność wyłączenia i uziemienia odcinka linii, na którym roboty miały się odbyć.

Ponieważ jednak na tym samym odcinku przedtym pracowała inna ekipa, monter P. przypuszczał, że linia pozostała wyłączona spod napięcia. Ograniczył się więc tylko do stwierdzenia, że sąsiednia linia 380 V nie była pod napięciem (linia niskonapięciowa była zasilana przez transformator z odcinka linii 10 kV, na którym miały się odbywać roboty).

Jak późniejsze dochodzenie wykazało, linia 380 V była wprawdzie połączona z transformatorem, natomiast transformator był wyłączony po stronie wysokiego napięcia. W tych warunkach stwierdzenie przez montera braku napięcia na linii 380 V nie dawało oczywiście żadnego pojęcia o tym czy linia 10 kV była wyłączona czy też znajdowała się pod napięciem. Polegając na takim fałszywym sposobie zbadania, monter P. wszedł na słup, uległ porażeniu i spadł z wysokości 12 m, ponieważ zaniedbał również zaopatrzyć się w pas bezpieczeństwa.

Wezwany lekarz stwierdził zgon.

Wnioski:

Instrukcje nakazują, aby kierownik ekipy nie polegał ani na przypuszczeniach, ani na informacjach, lecz sam sprawdził stan wyłączenia linii przed przystąpieniem do robót.

Monter powinien był także sprawdzić czy na czas robót zabezpieczono się przed ponownym włączeniem, co powinno być dokonane przez zawieszenie na wyłącznikach tablicy „Nie włączać. Roboty na sieci".

W podstacji trzeba także sprawdzić stan wyłączenia przy pomocy wskaźnika napięcia, dla stwierdzenia czy nie istnieje inne połączenie z częściami będącymi pod napięciem. Jak wiadomo, próba przy pomocy neonówki nie zawsze jest możliwa na sieci, ponieważ światło dzienne utrudnia dostrzeżenie ewentualnego świecenia neonówki. Następnie linia powinna być uziemiona w miejscu zasilenia. Uziemienie odcinka sieci po obydwu stronach miejsca robót uzupełnia ostatecznie bezpieczeństwo.

Niestety nie wszyscy monterzy zrozumieli już, że instrukcje bezpiecznego wykonywania prac są oparte na studiach wypadków porażeń i zastosowanie instrukcyj jest konieczne dla zabezpieczenia personelu przed wypadkami.

OD ADMINISTRACJI

W związku ze zbliżającym się końcem roku prosimy PT prenumeratorów o uregulowanie należności z tytułu zaległej prenumeraty czasopisma „Wiadomości Elektrotechniczne" za rok 1950.

Upomnienia wysłane do prenumeratorów stwarzają niepotrzebne koszty manipulacyjne i utrudniają sprawne rozprowadzanie czasopism.

W wypadku nieopłacenia prenumeraty będziemy zmuszeni wstrzymać wysyłkę czasopisma, co uniemożliwi prenumeratorom skompletowanie całego rocznika.

Powtórne zamówienia numerów brakujących nie zawsze mogą być uwzględniane z powodu ewentualnego wyczerpania nakładu czasopisma, który jest regulowany wg stanu prenumeratorów.

Prosimy o opłacanie prenumeraty *z góry* w okresach *co najmniej kwartalnych.*

Do
Członków Stowarzyszeń Inżynierów i Techników

Administracja Działu Czasopism Technicznych prosi o dokładne i czytelne wypełnianie kart zamówienia na prenumeratę ulgową czasopism technicznych.

Na karcie zamówienia należy podać:

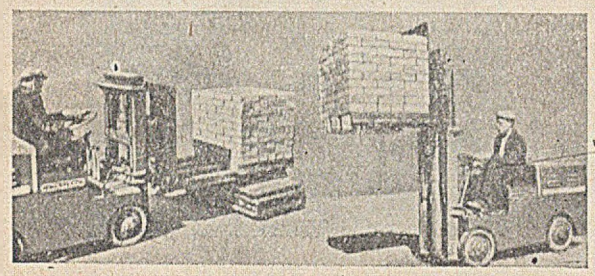
tytuły zamawianych czasopism, liczbę egzemplarzy, sumę wpłaconą z tytułu prenumeraty ulgowej (kwartalnej, półrocznej, rocznej) dla każdego czasopisma oddzielnie, łączną sumę wpłaconą na konto PKO I-16598, datę rozpoczęcia wysyłki, imię, nazwisko, dokładny adres prenumeratora, nazwę Stowarzyszenia, którego zgłaszający prenumeratę jest członkiem.

Brak powyższych danych i nieczytelne wypełnianie kart zamówienia i przekazów PKO uniemożliwiają nam sprawne i terminowe wysyłanie zamówionych czasopism.

Nowiny Elektrotechniczne

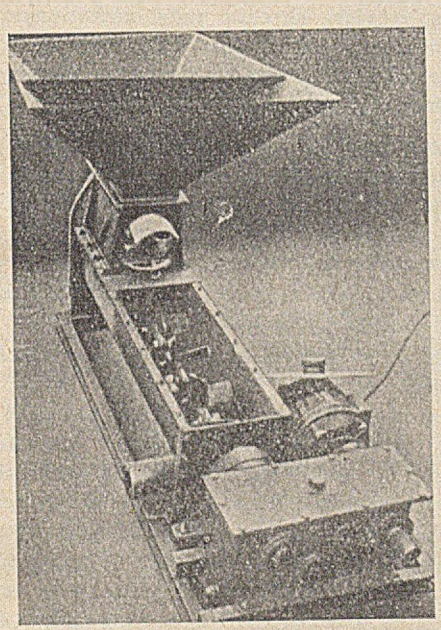
ZELETRYFIKOWANY SPRZĘT BUDOWLANY PRZYSPIESZA ODBUDOWĘ MOSKWY. — Wszyscy śledzimy z największym zainteresowaniem jak postępuje odbudowa miast i wszyscy zdajemy sobie sprawę, iż dobre narzędzia i dobry sprzęt wybitnie pomagają w wykonaniu tego zadania, oszczędzając siły robotnika i przyśpieszając wykonanie prac.

Podajemy poniżej kilka przykładów maszyn i narzędzi z napędem elektrycznym, używanych w budownictwie radzieckim.



Rys. 1. Zelektryfikowany wózek do przeładunku cegieł.

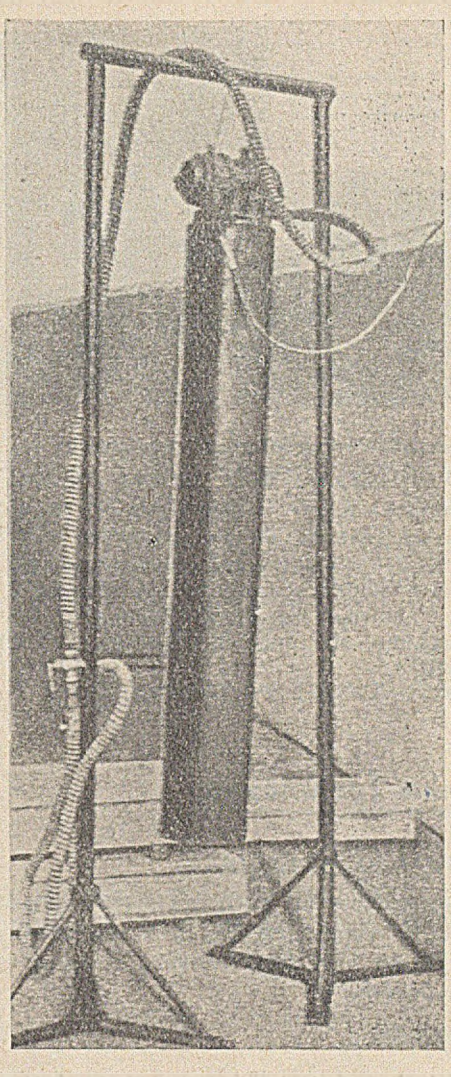
Rys. 1 przedstawia zelektryfikowany *wózek do przeładunku* cegieł, wyposażonych w baterię akumulatorów. Zabiera on jednorazowo ciężar do 1000 kg i podnosi go na wysokość platformy samochodowej.



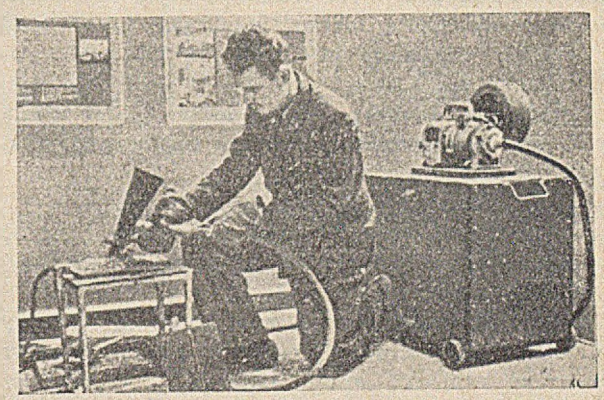
Rys. 2. Małe mieszadło do zapraw budowlanych.

Rys. 2 podaje zdjęcie fotograficzne małego *mieszadła do zapraw budowlanych* o działaniu ciągłym.

Rys. 3 przedstawia doświadczalne *urządzenie do wykonywania w ziemi otworów* na betonowe słupy fundamentowe sposobem wibropróżniowym. Rura stalowa, otwarta od dołu, a szczelnie zamknięta od góry, zagłębia się w ziemi na skutek drgań, wywołanych przez silniczek umieszczony na górze rury. Drgania rozluźniają grunt i rura zagłębia się w ziemi na znaczną głębokość. Pompa, napędzana tymże silniczkiem, wytwarza próżnię wewnątrz rury, tak, że przy wyjmowaniu rury z otworu — ziemia zostaje wyciągnięta razem z rurą.



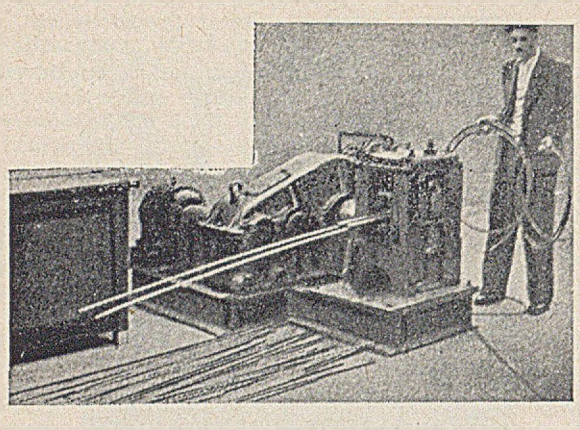
Rys. 3. Urządzenia do wykonywania w ziemi otworów na betonowe słupy fundamentowe.



Rys. 4. Agregat do automatycznego spawania.

Na rys. 4 podano *agregat do automatycznego spawania* pod warstwą topnika.

Do lejka oprawki trzymanej przez robotnika wsypuje się topnik, który stapia się w łuku elektrycznym i otula miejsce stopienia w czasie spawania i podczas stygnięcia, dając mocne i łatwe do obróbki spoiny.



Rys. 5. Agregat walcowniczy do profilowania na zimno

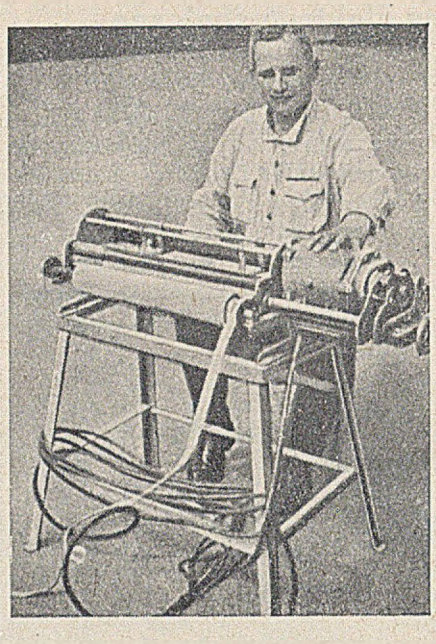
Rys. 5 przedstawia mały *agregat walcowniczy* do profilowania na zimno (a jednocześnie i do utwardzania) stali budowlanej, służącej do uzbrajania żelbetu.

Rys. 6 ilustruje elektryczną *obcinarkę tapety*, dającą dużą oszczędność czasu przy tej robocie.

Inż M. P. Mazur i inż W. S. Pewzner.

Żyliszcznomu stroitielstwu Moskwy pieriedowuju strojindustriu.

Gorodskoje Choziajstwo Moskwy. Zeszyt 8 — 1950.



Rys. 6. Elektryczna obcinarka tapety.

Skrzynka Techniczna

A. G. KRAKÓW PYTANIE.

Proszę o podanie mi kilka schematów układów połączeń pieców elektrotermicznych z aparaturą pomiarową w hutach elektrotermicznych, które są również dla mnie ciekawe.

ODPOWIEDŹ.

Zapytanie jest zbyt ogólne by mogło znaleźć wyczerpującą odpowiedź w ramach skrzynki technicznej.

Przede wszystkim musimy zaznaczyć, że stosowane w hutach urządzenia grzejne mogą być oparte na różnych metodach grzejnych. Może być użyte ogrzewanie oporowe, elektrodowe, łukowe, indukcyjne jak również w pewnych wypadkach pojemnościowe lub promieniami podczerwieni. Każda z tych metod stosuje odmienne urządzenia i aparaty. Ogólnie jednak biorąc można wyodrębnić następujące obwody w schematach elektrycznych urządzeń grzejnych:

1 — obwód zasilający elementy grzejne.
2 — obwód pomiarowy i regulacyjny temperatury.
3 — obwód sygnalizacyjny i zabezpieczający.
4 — obwód urządzeń pomocniczych.

Do obwodu zasilającego elementy grzejne wliczamy aparaturę zabezpieczającą sieć, wyłączniki, aparaty pomiarowe natężenia prądu, napięcia, mocy, zużytej energii itp.

Do pomiaru, regulacji i ewentualnie rejestracji temperatury są używane aparaty, których budowa i sposób użycia jest zależny od wysokości temperatury i wykonania urządzenia grzejnego.

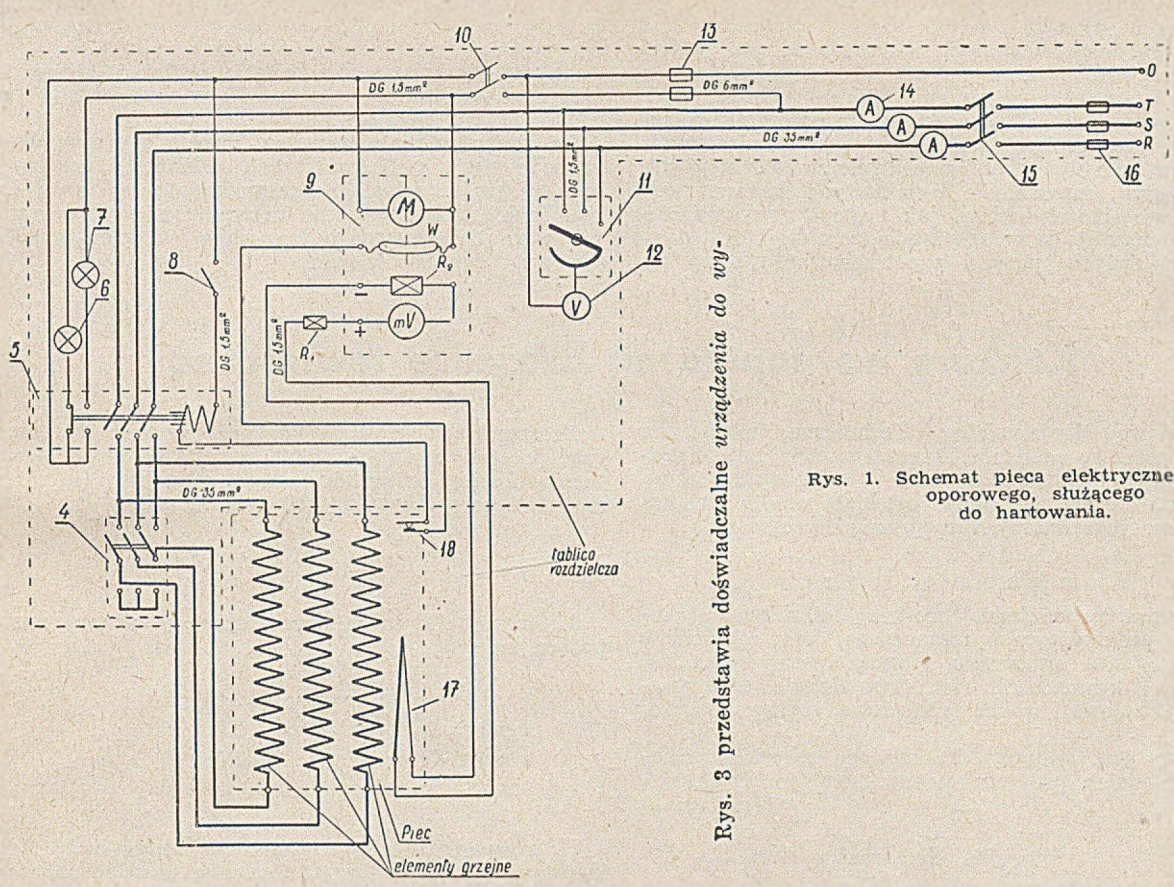
Celem ułatwienia obsługi, jak również zabezpieczenia przed uszkodzeniem elementów grzejnych, stosuje się sygnalizację i aparaturę zabezpieczającą. Zadania te spełniają lampy sygnałowe, względnie sygnały akustyczne, podające stan włączenia lub wyłączenia elementów grzejnych, wentylatorów, dźwigów itp. Aparaty zabezpieczające chronią przed nadmiernym wzrostem temperatury elementów grzejnych, jak również przed uszkodzeniami, mogącymi powstać w przypadku nieumiejętnej obsługi.

Urządzenia grzejne posiadają niejednokrotnie dodatkowe pomocnicze urządzenia służące do napędu wentylatorów, do uruchamiania dźwigów, przechylania pieców przy wylewaniu roztopionego metalu, podnoszenia lub rozsuwania drzwi, zasuw, pokryw itp. Pomocnicze urządzenia mają oddzielne elektryczne napędy, których działanie jest wzajemnie uzależniane.

Na zakończenie podajemy schemat pieca elektrycznego oporowego, służącego do hartowania. W obwodzie zasilającym znajdują się bezpieczniki topikowe (16), wyłącznik główny (15), amperomierze do kontroli obciążenia (14), woltomierz (12) do sprawdzania napięcia sieci z przełącznikiem (11) dla trzech faz, wyłącznik (5) sterowany przez regulator temperatury (9) i przełącznik gwiazda - trójkąt (4). Przełącznik gwiazda - trójkąt, obsługiwany ręcznie, służy do zmiany poboru mocy przez piec w stosunku 1 (przy układzie gwiazda): 3 (przy układzie trójkąt).

Obwód pomiarowo - regulacyjny temperatury składa się z regulatora temperatury (9), termoelementu (17), wyłącznika drzwiowego (18) i wyłącznika jednobiegunowego (8).

Regulator temperatury obejmuje: miliwoltomierz (mV) wyskalowany w ten sposób, że bezpośrednio wskazuje wysokość temperatury, w której znajduje się spoina termoelementu. W obwodzie tym są również umieszczone: opory R_1 i R_2; silnik napędzający mechanizm regulatora (M), wyłącznik rtęciowy (w), znajdujący się w obwodzie cewki sterującej wyłącznika (5) i wyłącznika drzwiowego (18). (Wyłącznik drzwiowy ma za zadanie samoczynne odłączenie elementów grzejnych z chwilą otworzenia drzwi pieca).



Rys. 3 przedstawia doświadczalne *urządzenia do wy-*

Rys. 1. Schemat pieca elektrycznego oporowego, służącego do hartowania.

Obwód sygnalizujący składa się w tym przypadku z dwóch lamp sygnałowych (6) i (7), które są włączane na zmianę w zależności od tego czy wyłącznik (5) jest włączony czy też wyłączony, czyli w zależności od włączenia lub wyłączenia elementów grzejnych.

B. S.

Wydawnictwa

Państwowe Wydawnictwa Techniczne wydały ostatnio dwie nowe publikacje Centralnego Zarządu Energetyki pt.:

1. Słupy Elektroenergetyczne Drewniane — *Instrukcja nasycania słupów metodami osmotyczno- dyfuzyjnymi.*
2. Słupy Elektroenergetyczne Drewniane — *Instrukcja odbioru.*

Publikacja *pierwsza* omawia sposoby nasycania słupów, w szczególności metody osmotyczno-dyfuzyjne, zalecane środki grzybobójcze oraz normy ich zużycia, podając ponad to zestawienie wyposażenia brygad impregnacyjnych.

Publikacja obejmuje 30 stron druku o formacie A_5, cena zł. 1,95.

Druga publikacja podaje definicje najczęściej spotykanych wad drewna słupów i zakresy wad dopuszczalnych. Ponad to omawia sposoby składowania, odbioru i znakowania słupów surowych oraz ich transportu, podaje również wskazówki nasycania słupów metodą oszczędnościową Rüpinga oraz składowania słupów w nasycalni i ich załadowywania. Broszurę uzupełnia tabela klasyfikacji słupów elektroenergetycznych i wzór protokółu odbioru słupów surowych.

Objętość publikacji — 26 stron formatu A_5, cena zł. 1,95.

Komunikaty

Działalność Komisji do spraw Ustawy o Stopniu Inżyniera

Komisja do Spraw Ustawy o Stopniu Inżyniera — pod przewodnictwem kol. dyr. K. Matula — rozpatrzyła do końca października br. 53 podania, opiniując je i odsyłając do Komisji Weryfikacyjno-Egzaminacyjnej przy Politechnice Warszawskiej.

Z pierwszej grupy podań, rozpatrzonych przez Komisję Weryfikacyjno-Egzaminacyjną przy Politechnice Warszawskiej w ilości 41, otrzymało stopień inżyniera bez egzaminu 28 osób; dopuszczono do egzaminu sprawdzającego 13 osób.

W wyniku egzaminu sprawdzającego złożyło egzamin w wynikiem dodatnim — 9 osób, zaś z wynikiem ujemnym — 1 osoba. 3 osobom — wobec nadesłanych usprawiedliwień — egzamin odłożono do następnego terminu.

W chwili obecnej Komisja rozpatruje 12 podań osób, ubiegających się o stopień inżyniera.

Wielki konkurs energetyków o tytuł najlepszego zespołu i najlepszego robotnika

Zarząd Gł. Zw. Zaw. Pracowników Energetyki RP oraz Główny Komitet Współzawodnictwa Pracy i Racjonalizacji Przemysłu Energetycznego ogłosiły wielki konkurs o tytuł najlepszego zespołu i najlepszego

robotnika w dziedzinie podniesienia i utrzymania jak najwyższej mocy osiągalnej w czasie szczytu jesienno-zimowego 1950/51.

Za podstawę do przyznania nagród honorowych i pieniężnych brana będzie realizacja podjętych w ramach konkursu zobowiązań o skrócenie czasu trwania remontów, przyśpieszenie uruchomienia obiektów inwestycyjnych, zapewnienie terminowych dostaw, zwiększenie wydajności kotłów, jak najlepsze wykorzystanie odpowiednich gatunków węgla, zmniejszenie jednostkowego zużycia pary i zapotrzebowania mocy na potrzeby własne, zmniejszenie strat w sieci i zapewnienie bezawaryjności obsługiwanych urządzeń.

Nagrody przyznawane będą zespołom i indywidualnym uczestnikom konkursu. Najwyższa nagroda indywidualna wynosi 3.000 zł.

Do konkursu może przystąpić każdy z pracowników, zatrudnionych w jakimkolwiek zakładzie energetycznym w kraju, zgłaszając za pośrednictwem swej Rady Zakładowej konkretne zobowiązania. O przyznaniu nagród decydować będzie waga i stopień wykonania podjętego zobowiązania.

Konkurs na popularną broszurę techniczną

Państwowe Wydawnictwa Techniczne, mając na uwadze potrzebę zasilenia literatury technicznej książkami autorów polskich, które by w sposób przystępny, a jednocześnie wyczerpujący pogłębiały wiedzę fachową robotników zatrudnionych w przemyśle, ogłaszają:

K o n k u r s o t w a r t y

na opracowanie popularnej broszury technicznej o charakterze praktycznym, przeznaczonej dla robotników dowolnej gałęzi przemysłu z wyłączeniem rolnictwa, leśnictwa i komunikacji (lotnictwo, koleje, motoryzacja, drogi kołowe i wodne śródlądowe, żegluga morska, porty).

Konkurs jest dostępny dla każdego robotnika, technika i inżyniera przy zachowaniu niżej podanych warunków.

Warunki konkursu

1. Temat i ujęcie.

Prace konkursowe powinny opisywać jedną z typowych czynności produkcyjnych w sposób prosty, wyczerpujący a jednocześnie przystępny dla robotników zatrudnionych przy omawianym w broszurze procesie wytwórczym. Jako przykłady tematów tego rodzaju prac można wymienić:

— skrobanie płaszczyzn i panewek,
— montaż kół zębatych i przekładni ślimakowych,
— prostowanie, cięcie oraz gięcie prętów do zbrojenia w robotach żelbetowych,
— obsługa urządzeń do mechanicznego nanoszenia wypraw (tynków),
— obsługa nawijarki uzwojeń przekaźników telefonicznych,
— obsługa spawarki elektrycznej punktowej,
— obsługa piwnicy fermentacyjnej w browarze,
— ryflowanie walców młyńskich,
— sortowanie lnu w roszarniach,
— czyszczenie tkanin,
— obsługa wsadzarki pieców koksowniczych,
— obsługa suwnicy rozlewniczej,
— obudowa zmechanizowanej ściany,
— zakładanie otworów strzałowych w chodnikach przygotowawczych.

Broszury zgłaszane na konkurs powinny się odznaczać prostotą stylu, jasnością wyrażania myśli, dostateczną ilością dobrze dobranych rysunków (w miarę możności perspektywicznych) i fotografii.

7. Nagrody.

Autorom najlepszych prac zostaną przyznane następujące nagrody:

1 nagroda pierwsza	3.000 zł.
2 nagrody drugie po	2.500 zł.
3 nagrody trzecie po	1.500 zł.
oraz 15 nagród po	500 zł.

W przypadku jeśli na podstawie oceny Sądu Konkursowego prace nie zostaną uznane za odpowiadające wymaganiom konkursu, Państwowe Wydawnictwa Techniczne zastrzegają sobie prawo podziału pierwszej, drugich i trzecich nagród ewentualnie prawo zmniejszenia ogólnej liczby nagród.

8. Wydawanie drukiem prac konkursowych.

Państwowe Wydawnictwa Techniczne zastrzegają sobie pierwszeństwo wydania drukiem prac nadesłanych na konkurs.

Prace zakwalifikowane do druku, zostaną wydane przez PWT po zawarciu z autorami odpowiednich umów na warunkach i według stawek ustalonych pismem okólnym PKPG nr 13 z dnia 28.12. 1949 r. z uwzględnieniem premii za terminowość, tzn. po zł. 1.155.— za arkusz wydawniczy. Honoraria autorskie będą przysługiwały autorom niezależnie od otrzymanych przez nich nagród konkursowych.

Prace niezakwalifikowane do wydania drukiem zostaną zwrócone w terminie jednego miesiąca od czasu ogłoszenia wyników konkursu.

* * *

O wszelkie dodatkowe informacje w sprawach konkursu należy zwracać się listownie lub osobiście (w godzinach od 11 do 13-ej) do Państwowych Wydawnictw Technicznych, Warszawa, ul. Poznańska 15 — Sekretariat Konkursu, pokój nr 309.

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWA TECHNICZNE

POLITECHNIKA ŚLĄSKA BIBLIOTEKA GŁÓWNA W GLIWICACH

Tylko praca zorganizowana w sposób bezpieczny jest wydajną pracą