

PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

ORGAN

MINISTERSTWA ENERGETYKI, MINISTERSTWA PRZEMYSŁU MASZYNOWEGO,
STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH

ROK XXIX

ZESZYT 8

21.VIII.1953

Czym szczególnie wyróżnia się praca i wysiłek naszego narodu nad odbudową nie tylko stolicy, ale i całego naszego kraju, nad odbudową i rozbudową setek miast i tysięcy wsi, nad budową olbrzymiej liczby nowych zakładów przemysłowych i przebudową starych, czym szczególnie wyróżnia się nasze budownictwo we wszystkich gałęziach gospodarki narodowej, czym wyróżnia się cała nasza praca w różnych dziedzinach gospodarki, kultury i życia społecznego?

Nasze budownictwo, nasza produkcja, nasza praca społeczna wyróżniają się dziś — przede wszystkim — potężną, niespotykaną w żadnym z poprzednich okresów naszej historii — skalą i rozmachem. Żaden kraj kapitalistyczny nie mógłby odbudowywać takiego miasta jak Warszawa ani w tempie tak szybkim, ani też w taki sposób, jak my ją odbudowujemy — to znaczy — jako miasto socjalistyczne o architekturze opartej na tradycjach narodowych, pełne zieleni i powietrza, jako miasto, w którym potrzeby człowieka pracującego, jego zdrowia, jego kultury, wychowania jego dzieci są naczelną troską budowniczych. O zasięgu i rozmachu naszego budownictwa, naszego uprzemysłowienia, naszej przebudowy społecznej decyduje więc nasz ustrój społeczny, decyduje władza ludowa, decyduje ten fakt, że jedynym i rzeczywistym gospodarzem naszego kraju jest sam lud pracujący, to znaczy — klasa robotnicza złączona trwałym i nierozzerwalnym sojuszem z chłopstwem pracującym.

B. BIERUT
(21.VII.53)



WYDAWNICTWO NACZELNEJ ORGANIZACJI TECHNICZNEJ

SPIS RZECZY

- Andrzejewski S. Postęp techniczny w budownictwie elektrowni.
Piasecki J. Zagadnienia zwarć w urządzeniach prądu trójfazowego niskiego napięcia.
Woynarowski Z. Zadania zwarciowni w zakresie napięć przemysłowych.
Schwartz T. Rola dławika w łukowym urządzeniu grzejnym i właściwy dobór dławika.
Mayzel B. Obliczanie na zerwanie przewodu linii prowadzonej na izolatorach wiszących.
Hasterman Z. Transformatory.
Karasiński Z. Obecny stan słownictwa elektrycznego i zagadnienie wytycznych do prac CKSiE.
Mazur M. Przebieg i charakter prac nad polskim słownictwem elektrycznym.
Narada międzyoddziałowa SEP w sprawie słownictwa elektrycznego.
VI Zjazd Delegatów SEP.
Przegląd dokumentacyjny elektrotechniki.

СОДЕРЖАНИЕ

- Андреевский С. Технический прогресс в строительстве электрических станций.
Пясецкий Я. Проблемы короткого замыкания в устройствах трехфазного тока низкого напряжения.
Войнаровский З. Задачи сверхмощной испытательной станции в области промышленных напряжений.
Шварц Т. Роль дросселя в дуговом нагревательном устройстве и надлежащий подбор дросселей.
Майзель Б. Расчет на разрыв провода линии, построенной на подвесных изоляторах.
Хастерман З. Трансформаторы.
Карасинский З. Нынешнее состояние польской электротехнической терминологии.
Мазур М. Ход и характер работ в области польской электротехнической терминологии.
Советские отделений О. П. Э. по вопросам электротехнической терминологии.
VI-ой съезд делегатов О. П. Э.
Библиографический обзор электротехники.

CONTENTS

- Andrzejewski S. Engineering progress in electric plant construction.
Piasecki J. Short-circuit problems in L. T. three-phase equipment.
Woynarowski Z. The tasks of a high-power short-circuit laboratory for industrial voltages.
Schwartz T. The role of choking coils in arc heating equipment and proper selection of choking coils.
Mavzel B. Computation of breaking strength of overhead conductors carried on insulator chains.
Hasterman Z. Transformers.
Karasiński Z. The present state of Polish electrical terminology.
Mazur M. The progress and character of work in compiling Polish electrical terminology.
Inter-branch conference of the APEE in matters concerning Polish electrical terminology.
The 6th APEE Convention.
Electrotechnical Bibliography Review.

ANKIETA CZYTELNICZA

„Głosu Pracy” i Państwowych Wydawnictw Technicznych

Termin nadsyłania odpowiedzi na ankietę czytelniczą o książce technicznej, ogłoszoną w Przeglądzie Elektrotechnicznym, 1953, z. 7, na IV-ej stronie okładki, został przedłużony do dnia 15 października 1953 r. Wyniki ogłoszone będą do dnia 1 grudnia 1953 r.

Warunki prenumeraty PRZEGŁĄDU ELEKTROTECHNICZNEGO w 1953 r

I. Prenumerata normalna

Prenumerata normalna wynosi: roczna 108 zł, półroczna 54 zł, kwartalna 27 zł.

Zgłoszenia na prenumeratę normalną przyjmują wyłącznie urzędy pocztowe oraz listonosze miejscy i wiejscy w tym rejonie doręczeń, gdzie zamieszkuje prenumerator.

Termin zgłaszania prenumeraty normalnej na okres roczny, półroczny lub kwartalny upływa z dniem 10 każdego miesiąca, poprzedzającego okres prenumeraty.

II. Prenumerata ulgowa

Prenumerata ulgowa wynosi: roczna 54 zł, półroczna 27 zł, kwartalna 13,50 zł.

Z prenumeraty ulgowej korzystać mogą tylko:

1) członkowie stowarzyszeń inżynierów i techników zrzeszonych w NOT oraz członkowie klubów racjonalizacji i techniki — przy zamawianiu zbiorowym przez mężów zaufania lub koła zakła-

dowe stowarzyszeń technicznych NOT i Oddziałów NOT; członkowie stowarzyszeń, nie mający możliwości zgłaszania prenumeraty w tym trybie, mogą kierować zamówienia przez swe stowarzyszenia do właściwego Oddziału NOT;

2) studenci szkół wyższych przy abonowaniu zbiorowym przez koła naukowe uczelni lub inne stowarzyszenia szkół wyższych.

Zgłoszenia na prenumeratę ulgową należy składać:

na III kwartał — do 1 czerwca 1953 r.,

„ IV „ — do 1 września 1953 r.

Zgłoszenia na prenumeratę ulgową przez Oddziały NOT, koła naukowe studentów szkół wyższych oraz dyrekcje szkół zawodowych należy przysyłać do PPK „Ruch”, Warszawa, Centralna Ekspedycja, ul. Srebrna 12, wpłacając jednocześnie należności do PKO na konto nr I—14000/110.

PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

ORGAN

MINISTERSTWA ENERGETYKI, MINISTERSTWA PRZEMYSŁU MASZYNOWEGO,
STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH

Redaktor naczelny inż. Tadeusz Czaplicki. — Redaktorzy działów inżynierowie: Stanisław Andrzejewski, Janusz Gniewowski, Leszek Zienkowski, Tadeusz Żarnecki

Rok XXIX

Warszawa, 21 sierpnia 1953 r.

Zeszyt 8

INŻ. STANISŁAW ANDRZEJEWSKI

Postęp techniczny w budownictwie elektrowni

621-311.17.002.2:681.1

Treść. Szybka rozbudowa przemysłu powoduje gwałtowny rozwój energetyki. Stosowanie coraz gorszego i droższego paliwa pociąga za sobą dążenia do wysokiej sprawności przez wysokie parametry, a zwłaszcza przegrzanie i przegrzanie międzystopniowe. Postęp techniczny umożliwia budowę bardzo dużych jednostek podstawowych, jak kotły i turboprądnice. Centralizację obsługi umożliwia zdalne sterowanie i zdalna obserwacja za pomocą telewizji drutowej. Instalacje dwuczynnikiowe stanowią nadal rzadką osobliwość. Turbiny gazowe powoli są wprowadzane, ale nie stanowią dziś konkurencji dla turbin parowych. Elektrownie atomowe są dopiero w początkowym stadium rozwoju. Sprawność elektrowni parowych dochodzi do granic możliwości; dalszy postęp należy do innego obiegu cieplnego.

Технический прогресс в строительстве электрических станций. Быстрый рост промышленности вызывает стремительное развитие энергетики. Применение все худших и все более дорогих сортов топлива влечет за собой стремление к высоким коэффициентам полезного действия путем применения высоких параметров, а в особенности высокого перегрева и междуступенчатого перегрева. Технический прогресс дает возможность строить очень большие котельные и турбогенераторные единицы. Центральное обслуживание делает возможным управление на расстояние, а также наблюдение при помощи телевизии по проводам. Двухсредние установки все еще являются достопримечательностью. Газовые турбины вводятся понемногу, но в настоящее время не могут еще конкурировать с паровыми турбинами. Атомные электрические станции находятся еще в начальной стадии своего развития. Коэффициент полезного действия паровых электрических станций приближается к пределу возможностей; дальнейшего прогресса можно ожидать при ином термическом цикле.

Engineering progress in electric plant construction. The rapid tempo of development of industries carries in its train a rapid expansion of power engineering. The increasing practice of using inferior and cheaper fuel is responsible for the general trend towards ensuring, by means of high parameters — and particularly — of superheat and inter-stage superheat, a high standard of efficiency. Engineering progress is instrumental in the construction of very large basic units, such as boilers and turbogenerators. Centralisation is responsible for making use of a system of remote control and wire-television observation. Two-medium installations are still uncommon. The adoption of gas turbines is making slow progress, but these are at the moment no competition for steam turbines. Atomic plants are still in the primary stage of development. The efficiency of steam electric plants is reaching the limit of potentialities; further progress lies with another thermal cycle.

1. Wstęp.

Energetyka na całym świecie przechodzi okres burzliwego rozwoju, wywołanego ogromną rozbudową przemysłu, a zwłaszcza jego bardzo energochłonnych gałęzi. W dziesięcioleciu 1930 — 1940 jedynie wyjątkowo duże fabryki pobierały moc kilkudziesięciu megawatów, w następnym dziesięcioleciu — w okresie wojny — powstały olbrzymie zakłady syntezy, pochłaniające setki megawatów mocy. Obecnie zaś np. zakłady atomowe wymagają już tysięcy megawatów.

Tak wielkim przemianom ilościowym towarzyszą naturalnie przemiany jakościowe. Toteż budowane obecnie elektrownie wymagają coraz mniej obsługi i sprawność ich stale wzrasta. Wpływa na to szczególnie światowa sytuacja paliwowa. Przemysł, a zwłaszcza wielka synteza i metalurgia, potrzebuje węgla nie tylko do wytwarzania energii elektrycznej czy ciepła, ale także jako surowca. Toteż obecnie najlepsze gatunki węgla przeznaczają się dla przemysłu chemicznego, następnie dla metalurgii. Energetyka otrzymuje najgorsze tzw. energetyczne węgle, przy czym stalemu obniżaniu się ich jakości towarzyszy wzrost ceny. Toteż zjawiskiem ogólnym jest budowa elektrowni na paliwo odpadkowe, które powinno być spalane z wielką sprawnością, np. w elektrowni Monceau, opalanej odpadami o zawartości ponad 50% balastu, zużycie ciepła netto wynosi już 2770 kcal/kWh¹⁾.

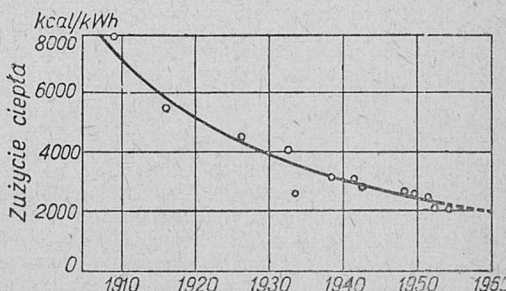
Związek Radziecki doceniał od dawna znaczenie oszczędnej gospodarki narodowym bogactwem, jakim są zapasy paliwa, toteż tam od dawna przyjęto zasadę rozbudowy energetyki na niskokalorycznych paliwach miejscowych. W Stanach Zjednoczonych natomiast spalano w elektrowniach paliwa o wartości opałowej przekraczającej nierzadko 7000 kcal/kg. Jednakże i tam daje się zauważyć wyczerpywanie się złóż lepszego węgla i przedstawienie energetyki na coraz gorsze gatunki. Potwierdzeniem tego jest np. zakupienie przez jedno z przedsiębiorstw energetycznych starych zwalów odpadów węgla leżących od lat jako nieużytek.

2. Parametry i sprawność.

Konieczność oszczędzania paliwa, a więc pogoń za sprawnością spowodowała niezwykle szybki postęp w dziedzinie parametrów pary. W dziedzinie ciśnienia nie ma rewelacji, gdyż już przed kilkunastu laty były instalacje na ciśnienie krytyczne, a już dziesiątki lat pracowały w Niemczech liczne elektrownie o ciśnieniach, przekraczających znacznie 100 atm. Obserwuje się jednak stały wzrost ciśnienia i to dla jednostek typowych. Mimo to kotły bezwalczakowe — Bensona, Sulzera czy Ramzina — nie znajdują większego rozpowszechnienia. Kotły z naturalnym obiegiem

buduje się obecnie wprawdzie do ciśnienia 186 atm, ale w miarę zbliżania się do ciśnienia krytycznego coraz częściej spotyka się kotły z wymuszonym obiegiem (La Mont). Sprawność kotłów dochodzi granic, które trudno będzie przekroczyć. Zastosowanie palenisk cyklonowych, dopuszczających nieznaczny współczynnik nadmiaru powietrza, bo tylko 10%, spalanie pod nadciśnieniem, wyłączające straty na niewłaściwe (wskutek nieszczelności) powietrze oraz bardzo niskie temperatury spalin za kotłem, wynoszące czasem zaledwie 1100°C, pozwoliły na podniesienie sprawności do 94%.

Osiągnąwszy tutaj prawie kres możliwości konstruktorzy zwrócili swój wysiłek w kierunku rokującym jeszcze długo poważne nadzieje, a mianowicie ku podnoszeniu temperatury przegrzania. Wzrost temperatury pary dołotowej o 500°C zwiększa



Rys. 1. Spadek zużycia ciepła na wytworzenie 1 kWh netto w ciągu ostatnich 50 lat

sprawność o około 3%. Toteż wkrótce po osiągnięciu temperatury 5650°C uruchomiono już w r. ub. pierwszą instalację przemysłową na 5930°C. Konstruktorzy zapewniają, że stosowane przy tych temperaturach austenityczne stale nierdzewne 18/8 pozwolą na dalsze podniesienie przegrzania, i oferują urządzenia na temperaturę przegrzania 6200°C. Obecnie zaś wprowadza się coraz szerzej przegrzanie międzystopniowe, które podwyższa sprawność blisko o 5%, i rozważa się już możliwości zastosowania podwójnego przegrzania międzystopniowego, co podniosłoby sprawność o dalszych 2 do 3%.

Regeneracyjne podgrzanie wody parą upustową jest jeszcze jednym sposobem uzyskania dalszych oszczędności zużycia ciepła. Temperatura podgrzania wody zasilającej przy wielkich jednostkach przekracza z reguły 2000°C i sięga 2600°C. Liczba upustów wynosi przy mocy ponad 100 MW przeważnie 7 i dochodzi w pojedynczych przypadkach do 8. Tabl. I podaje zysk na sprawności i wzrost ceny zespołu 100-megawatowego w zależności od wzrostu parametrów, a rys. 1 ilustruje osiągnięcia w poprawie zużycia ciepła w elektrowniach w ciągu ostatnich 50 lat. Najniższe średnie roczne zużycie ciepła wynosi 2340 kcal/kWh netto,

¹⁾ Por. Wyniki eksploatacyjne elektrowni w Monceau (PE, 1952, z. 12, str. 508—511).

Tablica I. Porównanie wskaźników różnych wariantów w założeniu turbozespołu jednowałowego o mocy 100 MW na 3600 obr./min.

Parametry (ata/°C/°C)	Liczba upustów rege- neracyjnych	Temp. podgrz. wody (°C)	Zużycie na potrzeby własne (%)	Sprawność kotła (%)	Zużycie ciepła przy obc. znamion. (kcal/kWh)		Zysk na zu- życiu ciepła (kcal/kWh)	Wzrost ceny (dol./kW)
					brutto	netto		
60/485	4	206	6,97	87,5	2700	2923	—	—
88/510	5	225	7,51	87,5	2580	2802	121	3,98
102/538	5	233	7,79	88,0	2500	2720	203	5,77
102/565	5	233	7,60	88,5	2445	2666	257	9,17
126/565	5	250	7,68	90,0	2360	2566	357	15,31
102/538/538	5	230	7,03	89,0	2363	2530	393	8,97
102/565/565	5	230	6,97	89,0	2345	2508	415	13,18
126/565/565	5	250	7,00	90,0	2280	2435	488	18,45

to znaczy przy traktowaniu zużycia energii na potrzeby własne jako strat. Zużycie ciepła brutto jest więc około 5% niższe. Uruchomione w r. ub. instalacje z przegrzaniem do 593°C i przegrzaniem międzystopniowym do 565°C wykazują dalsze obniżenie zużycia ciepła: zużycie to spadło poniżej 2300 kcal/kWh netto. Sprawność brutto tych siłowni przekroczy już zapewne 40%.

3. Jednostki podstawowe.

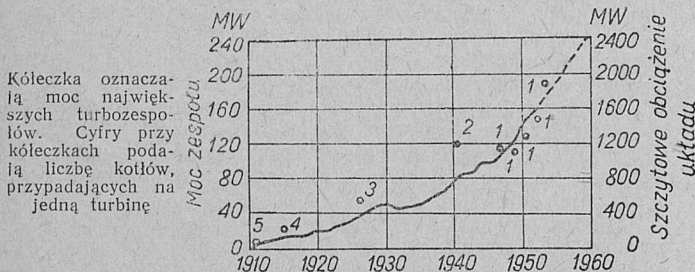
Jeszcze bardziej imponujący postęp niż w dziedzinie parametrów należy zanotować w rozwoju wielkości jednostek podstawowych. Stałe ulepszanie konstrukcji, a zwłaszcza opanowanie wibracji łopatek ostatnich rzędów, pozwoliło na zwiększenie ich długości do 635 mm przy 3600 obr./min. Rewelacyjne usprawnienia w budowie prądnicy podniosły granicę mocy turbopodprądnic ponad obecne potrzeby. Daje się więc zauważyć gwałtowny wzrost mocy turbozespołów: pracują już jednostki na 200 MW, w budowie są moce 250 MW, a rozważa się możliwość zastosowania bloków po 300 MW. Niezmiennie charakterystyczne jest to, że są to maszyny jednowałowe na 3600 obr./min., które są zna-

Zasluguje na uwagę fakt, że paleniska na płynny żużel, bardzo popularne przed kilkunastu laty w Ameryce, zostały tam niemal zarzucone, natomiast zaczynają być coraz częściej stosowane w zachodnich Niemczech.

Wobec wielkich ilości popiołu wyrzucanego kominami olbrzymich kotłów, które dla elektrowni zawodowych buduje się niemal wyłącznie na pył węglowy, spaliny muszą być bardzo starannie odpylane. Zastosowanie elektrofiltrów nie zawsze zapewnia wystarczające oczyszczanie spalin, zwłaszcza gdy elektrownia położona jest w pobliżu miasta. Toteż zarówno w Związku Radzieckim, jak i w Stanach Zjednoczonych zaczęto wprowadzać odpylacze kombinowane — multycyklony i elektrofiltry włączone szeregowo i wydzielające razem 98% popiołu lotnego ze spalin²⁾.

Stosowanie wielkich jednostek ma uzasadnienie czysto ekonomiczne. Według prof. Ricarda cena maszyn wzrasta proporcjonalnie do ich mocy w potęgze 0,7³⁾, a zatem przy wzroście mocy o 100% cena wzrasta tylko o 81%. Oczywiście, reguła ta może dać jedynie wartości orientacyjne. Dokładniejsze i konkretne dane podaje wykres na rys. 3. Jak widać, cena turbozespołów na 1 kW maleje szybko ze wzrostem wielkości maszyn i to tym bardziej, im wyższe są parametry pary dołotowej. Zrozumiała jest zatem tendencja instalowania jak największych jednostek i duża popularność turbozespołów o mocy 100 MW i więcej.

Związek Radziecki pierwszy na świecie rozpoczął budowę turbozespołów o mocy 100 MW na 3000 obr./min., a obecnie wykonano tam także największą na 3000 obr./min. maszynę o mocy 150 MW. Coraz częściej spotyka się maszyny o mocy 150, 200, 220, a nawet 250 MW. Skoncentrowane zużycie energii w olbrzymich fabrykach, wymagające — jak wspomniano w wstępie — mocy milionów kilowatów, powoduje, że podniosła się także znacznie moc elektrowni. Gdy przez szereg lat największa

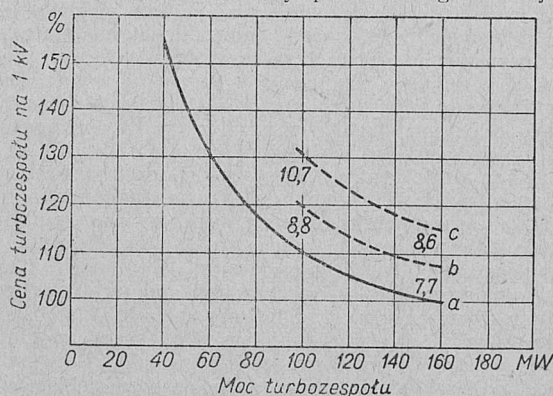


Rys. 2. Wzrost obciążenia szczytowego oraz mocy największych turbozespołów w pewnym układzie energetycznym w ciągu ostatnich 50 lat

cznie lżejsze, a więc i tańsze, które wymagają mniejszych i tańszych fundamentów, mniej miejsca i lżejszej suwnicy: turbina 200 MW i 1800 obr./min. waży 1240 t, tej samej zaś wielkości maszyna na 3600 obr./min. waży tylko 680 t.

Wykres na rys. 2 podaje wzrost obciążenia szczytowego pewnego układu energetycznego oraz wzrost mocy instalowanych tam jednostek w ciągu ostatnich 50 lat. Jak widać, stosunek mocy największej jednostki do mocy szczytowej układu jest tam w zasadzie stały i wynosi ok. 1:10. Należy zauważyć, że ze wzrostem mocy jednostek maleje liczba kotłów na turbinę, dochodząc ostatnio do jednego kotła na turbinę. Układ monoblokowy stał się obecnie regułą i największe nawet turbiny są zasilane przez jeden kocioł. Wydajność takich kotłów dochodzi do 680 t/h. Jednakże ilość odparowanej wody przestała już być miernikiem mocy kotła, gdyż coraz większa ilość ciepła oddawana jest parze w przegrzewacz pierwotnym i międzystopniowym. Zaczyna się więc wprowadzać pojęcie wydajności kotła w kcal/h; wielkość ta dochodzi obecnie do 480.10⁶ kcal/h.

Wobec stosowania coraz gorszego paliwa o coraz większej zawartości popiołu zaczęły szybko wzrastać koszty przemiału i powstawało zagrożenie starannego odpylania spalin. Oba te zagrożenia w dużej mierze rozwiązuje palenisko cyklonowe, które spala z dużą sprawnością węgiel pokruszony tylko do 6 mm i — co ważniejsze — wydziela w palenisku do 85% popiołu. Palenisko to wzbudziło zainteresowanie na całym świecie i w wielu krajach prowadzone są próby jego zastosowania; jest już nawet w budowie kocioł o wydajności 540 t/h wyposażony w takie palenisko. Jednakże pewne wady i trudności ruchowe hamują jeszcze rozpowszechnienie paleniska cyklonowego.



Rys. 3. Cena 1 kW mocy w turbozespołach na 3600 obr./min. (100% = 20 dol./kW)

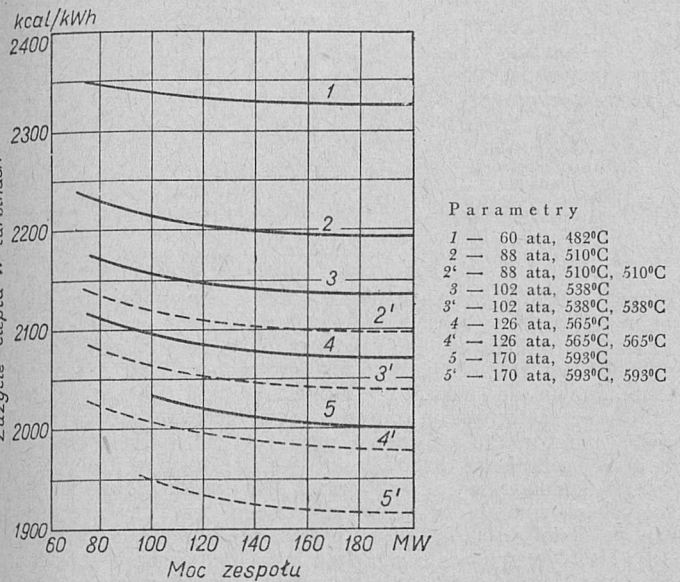
Parametry dołotowe
a — 88 ata, 510°C b — 126 ata, 565°C c — 126 ata, 565°C, 565°C

elektrownia miała moc niewiele przekraczającą 800 MW, to obecnie są w budowie siłownie złożone z 10 zespołów po 150 MW, z 8 po 200 MW, czy też z 6 po 220 MW. A zatem moc budowanych elektrowni dwukrotnie przekracza moc największej dotychczas istniejącej.

²⁾ Por. „Aparaty do dokładnego odpylania spalin” oraz „Instalacje kombinowanych odpylaczy na wielkich kotłach pyłowych” (Przegl. Elektr., 1953, z. 4, str. 171—173).

³⁾ Por. Andrzejewski S. Energetyka w świetle prac Czwartej Światowej Konferencji Energetycznej (PE, 1951, z. 11/12, str. 473 — 474).

Powiększanie mocy jednostek wpływa na znaczne obniżenie kosztów budowy elektrowni i dzięki temu mimo wzrostu parametrów przeciętny koszt budowy wielkich siłowni waha się około 150 dol./kW. Nie jest to jednak wyłączny zysk, który dają wielkie jednostki. Ze wzrostem wielkości maszyny, nawet przy zachowaniu tych samych parametrów, spada również, aczkolwiek nieznacznie, jednostkowe zużycie ciepła. Jak widać z wy-



Rys. 4. Zużycie ciepła przez turbiny w zależności od wielkości jednostek i parametrów pary dolotowej; dla wszystkich wielkości przyjęto 5 upustów regeneracyjnych i próżnię 95%

kresu na rys. 4, zużycie ciepła na 1 kWh maleje ze wzrostem wielkości turbin i to tym bardziej, im wyższe są parametry dolotowe pary.

Oprócz obniżenia kosztów budowy i zużycia ciepła zastosowanie wielkich jednostek powoduje, że w układzie jest niewiele sławnie wałów turbinowych, pomp, a zwłaszcza zaworów przy stosowanym powszechnie połączeniu blokowym. Straty kondensatu są wskutek tego znikome i w wielu elektrowniach wynoszą zaledwie 0,5%, dochodząc nawet do 0,1%.

Tablica II. Typy turbozespołów kondensacyjnych

Produkcja Związku Radzieckiego									
Moc (MW)	0,75	2,5	4,0	6	12	12	25	50	150
Ciśnienie (ata)	35	35	35	35	35	90	90	90	170
Przegrz. (°C)	435	435	435	435	435	500	500	500	550
Liczba obrotów	1000	1000	1000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
	lub	lub	lub						
	3000	3000	3000						

Wreszcie wielkie turbiny i kotły pozwalają na znaczne ograniczenie ilości obsługi, której liczebność zależy więcej od liczby kotłów i turbin niż od ich mocy. Toteż obsługa nowoczesnych zautomatyzowanych elektrowni, wyposażonych w wielkie jednostki turbinowe i kotłowe, jest bardzo niewielka i wynosi zaledwie 0,33 człowieka na 1 MW mocy instalowanej.

Istniejący dawniej zarzut przeciwko wielkim jednostkom — trudność zapewnienia rezerwy w razie wypadnięcia z ruchu dużej maszyny — utracił swe znaczenie wobec wiązania wielkich siłowni w jeden wielki układ energetyczny. Słuszne więc było twierdzenie prof. Ricarda, że należy w elektrowniach instalować takie wielkie jednostki, jakich tylko przemysł jest w stanie dostarczyć. Potwierdzają to stale rosnące wielkości maszyn uznanych za typowe i to zarówno w Związku Radzieckim (tabl. II), jak i w Stanach Zjednoczonych Ameryki.

4. Automatyzacja i centralizacja obsługi.

Zastosowanie wielkich jednostek zmusza do jak najdalej posuniętej automatyzacji ruchu, gdyż cena płacona za omyłki jest tym większa, im większe są maszyny, koszt zaś samoczynnej regulacji nie zależy praktycznie od wielkości urządzeń. Równocześnie z upowszechnieniem automatyzacji rozwinęło się stosowanie blokady, sygnalizacji alarmowej oraz sterowania zdalnego.

Dalszym krokiem tego rozwoju było przejście do centralnych nastawni, z których zdalnie prowadzony jest ruch całej siłowni. Tylko dzięki temu można osiągnąć tak znikomą obsługę, jak wyżej wspomniano. Tabl. III podaje zestawienie personelu wielkiej zagranicznej elektrowni o mocy 400 MW złożo-

Tablica III. Obsługa elektrowni o mocy 400 MW w 5 zespołach po 80 MW

	Przed centralizacją nastawni	Po centralizacji nastawni
Na każdy z 5 bloków na zmianę		
Maszynista kotłowy	1	1
Pomocnik kotłowy	1	1
Maszynista młynów	1	0,2
„ pomp zasilających	1	1
„ urządzeń pomocniczych	1,2	1,2
„ turbinowych	1	1
„ kondensacji	1	—
Rezerwa zmian	0,3	0,3
Maszynista nastawni ciepłej	0	0,2
R a z e m	7,5	5,9
Ogółem na wszystkich zmianach		
Kierownik ruchu	1	1
Asystenci ruchu	3	3
Inżynierowie zmianowi	4	4
„ „ w kotłowni	4	4
Obsługa turbin i kotłów j. w.	158	124
Nawęglanie i odpowielanie	12	12
Portier i placowi	8	8
Biura	4	4
Obsługa techniczna	7	7
Personel konserwacji	43	43
Elektrycy	26	26
Ogółem elektrownia	270	236
Obsługa na 1 MW	0,67	0,59

nej z 5 bloków po 80 MW każdy. Jak widać, mimo stosunkowo nie największych maszyn niewielka obsługa elektrowni została jeszcze zmniejszona o 13% dzięki wprowadzeniu centralizacji obsługi. Chodzi tu zresztą nie tylko o oszczędności na robociźnie, ale także i o zapewnienie obsłudze jak najlepszych warunków pracy w dźwiękoszczelnej i klimatyzowanej nastawni, co daje zmniejszenie czasu na opanowanie zaburzeń do 50% w stosunku do obsługi niescentralizowanej.

Wymaga to jednak wyeliminowania z tablic wszelkich niekoniecznych do prowadzenia ruchu wskazań i dostarczania wszelkich nawet trudnych do przeprowadzenia obserwacji. Wielką pomocą stało się wprowadzenie telewizji drutowej⁴⁾. Obecnie nie tylko wodowskazy, ale także płomień w palenisku, a nawet dym z kominów obserwowany jest za pomocą telewizji. Wszelkie czynności prowadzenia, a nawet uruchamiania urządzeń dokonywane są zdalnie na podstawie obserwacji wskazań przyrządów pomiarowych lub ekranów telewizyjnych. Przy rozpaliu kotła maszynista z nastawni uruchamia zdalnie pompę mazutową. Powoduje to automatyczne wysunięcie do paleniska palników rozpalających. Rozpylony mazut zapala się na odległość za pomocą elektryczności, a płomień obserwowany jest metodą telewizyjną.

Centralizacja obsługi dotyczy nie tylko prowadzenia kotłów i turbin, ale także i innych oddziałów elektrowni jak np. nawęglania. Tam także ruch wszelkich urządzeń i położenie różnych elementów sygnalizowane są na centralnej tablicy, podobnej do tablic stosowanych od dawna w elewatorach zbożowych. Z tego miejsca prowadzony jest ruch nawęglania, co daje nie tylko oszczędności na obsłudze, ale także usprawnia działanie urządzeń.

5. Prądnice, rozdzielnie i potrzeby własne.

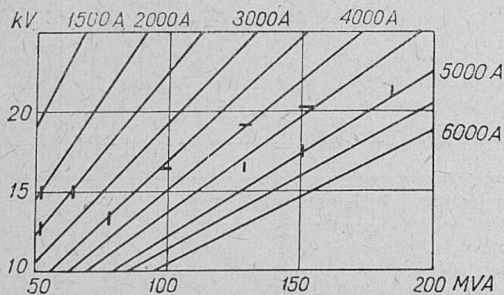
Rok 1952 przyniósł rewolucyjne udoskonalenia w budowie prądnic. Dwie wielkie firmy wytwarzające turboprądnice wpadły równocześnie na pomysł odbierania ciepła bezpośrednio w miejscu jego wytwarzania, tj. w przewodach uzwojenia prądnicy. Sztaby uzwojenia wykonane są z kanałami wewnętrznymi, a przetłaczany przez nie wodór pod stosunkowo wysokim

4) Por. Przegl. Elektr. 1951, z. 7 — 8, str. 309 — 310.

ciśnieniem (2 atm) chłodzi bezpośrednio miedź niez izolowaną. Pozwoliło to na zwiększenie o 50% mocy przy zachowaniu tych samych co dawniej wymiarów. Toteż budowane są obecnie prądnice o mocy 278 MVA, zamówiona zaś już jest pierwsza duża prądnica o mocy 208 MW; jej uzwojenie chłodzone będzie płynem, natomiast wirnik będzie chłodzony wodorem, jak dotychczas. Maszyna ta ma być uruchomiona w 1955 r.

Napięcie prądnic zmienia się zależnie od ich wielkości. Wykres na rys. 5 przedstawia stosowane w Ameryce napięcia. W Anglii buduje się prądnice na napięcia nawet 33 kV; w Związku Radzieckim ustalono napięcie prądnic do zespołów 50-megawatowych na 10,5 kV, a dla turbin 100-megawatowych na 15,75 kV.

Za wzrostem wielkości prądnic nadążają moce innych urządzeń elektrycznych. Transformatory w jednym kotle doszły już do mocy 220 MVA.



Rys. 5. Napięcie wielkich prądnic na 3600 obr./min.

— oznacza napięcie dostarczane za dopłatą
I oznacza napięcie ekonomiczne

Niezwykłe wartości osiągnęły moce wyłączalne wyłączników, a mianowicie:

15 000 MVA przy napięciu rzędu 300 kV,
10 000 „ „ „ 220, 161, a nawet 138 kV
3 500 „ „ „ 69 kV.

Zasilanie potrzeb własnych z zaczepru prądnicy stało się na całym świecie regułą, a inne rozwiązania stanowią rzadko spotykany wyjątek. Popularne w krajach anglosaskich wysokie napięcie potrzeb własnych 2,4 kV musi ustępować napięciu do 4,4 kV przy mocy turboprądnicy ponad 125 MW, ze względu na zbyt małą moc wyłączalną wyłączników na 2,4 kV.

Procentowe zużycie mocy na potrzeby własne maleje mimo stałego wzrostu ciśnienia, ponieważ równocześnie wzrasta przegrzanie, a także wprowadza się przegrzanie międzystopniowe. Powoduje to spadek zużycia pary. Np. turbina na 150 MW o parametrach 127 ata, 538°C zużywa 450 t/h pary, a więc tylko 3 kg/kWh. Do skraplacza idzie tylko 300 t/h pary. Oznacza to nie tylko znaczne zmniejszenie pracy na pompowanie wody zasilającej, ale także mniejsze zapotrzebowanie mocy na napęd pomp wody chłodzącej. Wpływ wzrostu przegrzania, a zwłaszcza przegrzania międzystopniowego, na zużycie mocy na potrzeby własne dobrze można stwierdzić przez porównanie pozycji 3, 4 i 7 w tabl. I. Niektóre wielkie elektrownie na bardzo wysokie parametry mają zużycie mocy na potrzeby własne wynoszące 5% mocy instalowanej.

6. Część budowlana.

Budowle elektrowni pochłaniają nie tylko do 25% kosztów, ale także dużo czasu na budowę, przedłużając termin oddania inwestycji do ruchu. Nie zanedbano zatem żadnych środków w celu zmniejszenia budowlanej do najekonomiczniejszego zakresu. Najradykałniejszym środkiem była reklamowana w Stanach Zjednoczonych budowa elektrowni napowietrznych. Początkowo budowano je głównie w łagodnym klimacie, jednakże z czasem zaczęto je budować także i na północy, gdzie temperatura zimą dochodzi do -40°C. Wymagało to, oczywiście, specjalnych zabezpieczeń na wypadek postoju urządzeń w zimie. Wzdłuż niektórych rurociągów wprowadzono grzejne przewody elektryczne, a pod zaworami i innym trudnym do odwodnienia sprzętem instalowano elektryczne grzejniki. Te zabiegi podrażały, oczywiście, całą instalację. Wykonanie kotłów było również droższe, gdyż ich konstrukcje musiały być mocniejsze, obliczone na parcie wiatru.

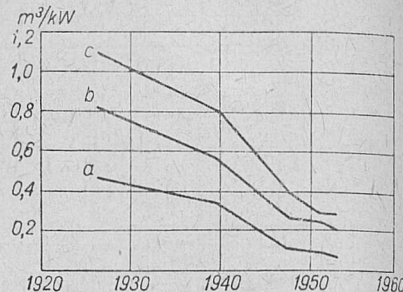
Ograniczenie do minimum budynku nie zmniejszyło kosztu fundamentów urządzeń. Oszczędności na budynkach trzeba było zatem opłacić droższymi urządzeniami, kłopotami eksploatacyjnymi oraz nieco obniżoną sprawnością, wynikającą z wię-

szych strat kotła, które nie są odzyskiwane przez zassanie wewnątrz kotłowni nieco już ogrzanego powietrza do spalania.

Ponieważ zysk na kosztach budowlanych był nieznaczny — zawierał się w granicach 2 do 3 dol./kW, wynosił więc 1,5 — 2%, pęd do budowy elektrowni napowietrznych nieco osłabł. Mimo to w roku ubiegłym rozpoczęto budowę wielkiej elektrowni

Rys. 6. Spadek kubatury budynków elektrowni w ciągu ostatnich 30 lat

a — kubatura kotłowni
b — kubatura kotłowni i maszynowni
c — kubatura wszystkich budynków elektrowni



o mocy 650 MW w wykonaniu całkowicie napowietrznym. Głównym motywem wyboru tego rozwiązania były jednak oszczędności nie na kosztach budynków, a na czasie. Zrezygnowanie z budynków pozwoli na wcześniejszy montaż i na szybsze oddanie siłowni do ruchu.

Pewne zniechęcenie do elektrowni napowietrznych bynajmniej nie oznacza osłabienia wysiłków do przyspieszenia budowy i potania budowlanych. O tym, że osiągnięto poważne wyniki, świadczy wykres na rys. 6, który wykazuje, że kubatura budynków zmalała w ciągu ostatniego trzydziestolecia trzykrotnie i to dzięki zarówno zastosowaniu wielkich jednostek, jak i instalowaniu wielu urządzeń poza budynkiem — na otwartym powietrzu. Poza tym dla zmniejszenia kosztów fundamentów turbiny do mocy 60 MW zaczęto montować na kondensatorze jak w konstrukcji Ljungströma. W maszynowni coraz częściej nie ma stropu na poziomie obsługi; jedynie na fundamencie dookoła maszyny znajduje się wąski ganek obsługi. Podłoga montażowa znajduje się wtedy na poziomie kondensacji. Ścian pomiędzy maszynownią a kotłownią nie ma, co nie tylko pozwala na zaoszczędzenie materiału wypełniającego konstrukcję ścian, ale także ułatwia eksploatację przez lepszą widoczność urządzeń. Konstrukcja budynku jest niemal z reguły stalowa. Różne doświadczenia robiono ze sposobem wykonania ścian. Jednakże próby zastosowania prefabrykowanych płyt blaszanych izolowanych cieplnie nie zdały egzaminu.

7. Instalacje dwuczynnikowe.

Wyższa sprawność cieplna instalacji dwuczynnikowych zaczęła do prac nad ich realizacją. Jedynym zastosowanym dotąd w praktyce — drugim obok wody — czynnikiem jest rtęć. Prace badawcze prowadzone były w wielu krajach, m. inn. bardzo poważne wyniki osiągnięto w Związku Radzieckim.

Tabl. IV przedstawia dane już zdemontowanych, pracujących oraz będących w budowie w 1949 r. urządzeń. Jak wykazało doświadczenie ruchowe, elektrownia Schiller o mocy 40 kW osiągnęła w dłuższej pracy zużycie ciepła 2300 kcal/kWh netto, co odpowiada sprawności 37,7%. Taka sprawność jest nieosiągalna w elektrowni wodno-parowej tej samej mocy, jednakże najnowsze budowane w ub. r. instalacje o temperaturze przegrzania 595°C i przegrzaniu międzystopniowym 565°C osiągną niewątpliwie lepsze wyniki. Cena elektrowni rtęciowych jest niezmiernie wysoka: Schiller Station kosztowała 325 dol./kW, a więc prawie o 50% drożej niż podobnej wielkości elektrownia parowa.

Pewność ruchu tych urządzeń jest mała, gdyż jak to widać z tabl. IV, dyspozycyjność waha się od 52% do 87%, gdy w parowych z reguły przekracza 90%. Jeżeli do tego dodać niewątpliwie komplikacje ruchu, łatwo zrozumieć dlaczego w ciągu trzydziestu lat zbudowano zaledwie kilka instalacji, z czego aż 3 w zakładach produkujących te urządzenia. Znamienne jest również, że mimo rozległych prac badawczych, prowadzonych w Związku Radzieckim w tej dziedzinie, nie uruchomiono tam żadnej instalacji na skalę przemysłową.

8. Turbiny gazowe.

Turbiny gazowe są od kilkunastu lat nadzieją energetyków, kuszącą wysokimi sprawnościami, prostotą i zwartością budowy, łatwą obsługą i szybkim uruchomieniem. Teoretycznie turbiny gazowe pozwalają na osiągnięcie wyższych sprawności niż parowe. Przy zastosowaniu międzystopniowego chłodzenia powietrza, podwójnym spalaniu i przy temperaturze spalin przed turbiną 600°C można osiągnąć sprawność 24%. Zastosowanie wymiennika ciepła podnosi sprawność do 30%. Podwyższanie

Tablica IV. Zestawienie danych charakterystycznych i wyników pracy elektrowni ręciowych

Elektrownia	South Meadow		Kearny	Schenectady	Schiller	Pittsfield
Typ elektrowni Rodzaj obciążenia	zawodowe podstawowe	zawodowe podstawowe	zawodowe podstawowe	przemysł. zależne od produkcji pył węglowy	zawodowe podstawowe	przemysł. zależne od produkcji pył węgl. i olej
Paliwo	olej	olej	olej i pył węgl.	pył węglowy	pył węgl. i olej	pył węgl. i olej
Rok uruchomienia	1928	1949	1933	1933	1949	1949
Dyspozycyjność (%)	85	87	73	52	—	—
Parametry pary rtęci:						
na kotł	(ata/°C)					
dolotowe	(ata/°C)					
wylotowe	(ata/°C)					
Wydajność (t/h rtęci)	490	745	1000	970	448	448
Moc turbiny ręcioviej (MW)	10	15	20	20	2×8,5	8,4
Wydajność pary wodn. (t/h)	5,6	9,5	13,6	14,7	11,3	5,65
Parametry dolotowe (ata/°C)	28/370	28/370	27/400	—	43,5/440	45/440
Moc turbiny parowej (MW)	12,4	19,1	25	—	26,4	—
Moc ogólna (MW)	22,4	34,1	45	—	43,4	—
Potrzeby własne (MW)	0,6	0,9	2,0	1,75	1,94	0,9
Moc netto (MW)	21,8	33,2	43,0	—	41,52	—
Współczynnik obciąż.	(%)	57,3	82,8	86,7	44,2	—

temperatury spalin o 1000°C podnosi sprawność o około 3%. Toteż przy temperaturze 1000°C na wlocie do turbiny można osiągnąć 44% sprawności, a zatem poziom, do którego trudno dojść turbinie parowej. Jednakże i do temperatury 1000°C w turbinie gazowej prowadzi daleka i trudna droga.

O tym, że rozwój turbin gazowych nie idzie gładko, świadczy jego historia w ciągu ostatnich kilkunastu lat. Do produkcji turbin gazowych przystąpiły dotąd jedynie kraje o wysokim poziomie techniki, posiadające od lat rozwiniętą produkcję turbin parowych wysokiej jakości (Szwajcaria, Związek Radziecki, Anglia, Stany Zjednoczone), i choć wyprawdzie już w 1949 r. uruchomiono największą dotąd na świecie turbinę spalinową o mocy 27 MW, jednak trudności z tą maszyną i uszkodzenia jej świadczą, że jest to konstrukcja raczej nieudana.

W roku ubiegłym uruchomiono w Anglii pierwszą turbinę spalinową jako zespół prądowtórzy w elektrowni. Maszyna ta o mocy 15 MW jest jednak jednostką wyraźnie doświadczałą, jak to dobitnie podkreślają wytwórcy. W Stanach Zjednoczonych są w ruchu w elektrowniach turbiny spalinowe o mocy 3,5 i 5 MW⁵⁾ i dopiero w 1954 r. będzie zainstalowany pierwszy zespół o mocy 15 MW. Z tego wynika, że budowa dużych turbin spalinowych bynajmniej nie jest opanowana.

Jeszcze mniej można powiedzieć o turbinach powietrznych. Pierwsza instalacja przemysłowa o mocy 12,5 MW⁵⁾ została w r. ub. zainstalowana w St. Denis w Paryżu, druga podobna jest w budowie w Anglii. Nie ma dotąd jeszcze szczegółowych wyników pracy turbiny w St. Denis.

Wszystkie te turbiny, zarówno spalinowe jak i powietrzne, są dotąd opalane olejem i to niepośledniej jakości lub gazem. Robione są próby opalania turbin spalinowych pyłem węglowym, lecz prace te idą wolno, napotykając trudności w odpalaniu spalin.

Ależkolwiek teoretycznie turbiny gazowe mogą osiągnąć większą sprawność niż elektrownie z turbinami parowymi, to jednak najwyższa osiągnięta dotąd sprawność turbiny gazowej w Beznau (34,5%) jest niższa od średniej rocznej sprawności netto elektrowni Philip Sporn wynoszącej 36,8%.

Mniejsza dotąd w elektrowniach gazowych (w porównaniu z parowymi) pewność ruchu oraz kosztowne paliwo płynne lub gazowe sprawiają, że turbina gazowa nie stanowi jeszcze konkurencji dla turbiny parowej. Potwierdza to fakt, że Związek Radziecki, prowadzący szerokie badania nad budową turbin gazowych, przodujący w budowie turbin spalinowych do napędu samolotów i posiadający bogate źródła gazu i najbogatsze w świecie złoża ropy naftowej, nie buduje elektrowni gazowych. Obecnie zatem turbina gazowa może znaleźć w energetyce zastosowanie tylko jako turbina szczytowa, pracująca przy 1200—1600 h użytkowania szczytu. Niewielkie wymiary, nieznaczne zużycie wody pozwalają instalować ją blisko centrum odbioru i dzięki krótkiemu czasowi rozruchu uruchamiać na okres szczytowego obciążenia.

5. Elektrownie atomowe.

Przy dużej reklamie uruchomiono w Stanach Zjednoczonych pierwszą elektrownię atomową o mocy 250 kW (!). Sposób przetwarzania energii jądrowej na elektryczną jest jednak skom-

plikowany i prymitywny w koncepcji. Ciepło wytworzone w stosie atomowym oddawane jest ciekłemu stopowi sodu i potasu. Ten obieg „zarażony” promieniowaniem oddaje ciepło drugiemu obiegowi płynnego sodu, a ten z kolei w wymienniku ciepła zamienia wodę w parę, która napędza turbinę parową. W obu obiegach sól pompowany jest za pomocą pomp elektromagnetycznych nie zawierających ani jednej ruchomej części.

Oplacalność elektrowni atomowej zależy od stopnia wyzyskania wytwarzanych w stosie atomowym nowych produktów rozszczepialnych. Zagadnienie to jest trudne i kosztowne, gdyż trzeba chemicznie przerabiać i segregować silnie promieniotwórcze produkty. Wydaje się, że obecna droga uzyskiwania energii elektrycznej z energii jądrowej nie jest właściwa, prowadzone bowiem w Ameryce badania w tym kierunku są raczej uboczne wobec zasadniczego celu, którym tam, niestety, jest niszczenie, a nie budowa. Właściwy kierunek obrali naukowcy radzieccy, jak to wynika z oświadczenia jednego z nich na światowej Konferencji Energetycznej w Londynie w 1950 r.

10. Wnioski.

Nienotowany dotąd ilościowy rozrost energetyki pociągnął za sobą szybki jej rozwój pod względem jakościowym. Budowane obecnie w zespołach jednowalowych jednostki o mocy 250 MW na 3600 obr./min. przekraczają dotychczasową moc całej przeciętnej elektrowni. Tak duże jednostki, kompletna automatyzacja i centralizacja prowadzenia zespołów pozwoliły na osiągnięcie niezwykle małej — liczbowo — obsługi, która dochodzi do 0,33 człowieka na MW łącznie z kierownictwem oraz personelem konserwacji.

Sprawność dochodzi do granic możliwości. Osiągnięte w ub. r. przegrzanie do 600°C (ściśle 593°C) oraz wtórne przegrzanie do 565°C daje sprawność netto około 38%. Przyczynia się do tego niezwykle wysoka sprawność kotłów dochodząca do 94%. Zastosowanie podwójnego przegrzania międzystopniowego doda 2—3% sprawności, tyleż doda podniesienie przegrzania do 650°C. Prawdopodobnie jednak sprawność netto w wysokości czterdziestu kilku procentów stanowi praktyczną granicę, którą można osiągnąć przy stosowanym obecnie obiegu. Dalszy postęp można osiągnąć przez przejście na inny obieg — prawdopodobnie gazowy. Wydaje się jednak, że nie nastąpi to w ciągu najbliższego dziesięciolecia, gdyż turbiny gazowe będą musiały przejść poważną ewolucję w kierunku wzrostu wielkości jednostek, ich sprawności oraz przystosowania do opalania paliwem stałym.

LITERATURA

Borowoj A. A. Tipowoj projektirovanije tiepłowych elektrostancij. (Elektr. Stancji, 1951, nr 7, str. 22).

Fiala S. N. Twenty five years of reheat operating experience on the American Gas and Electric System. (Transactions of ASME, 1952, May, str. 561 — 568).

Forgeur A. The Fernand Courtroy Station at Avirs, Liège. (Combustion, 1952, nr 8, str. 40 — 46).

Lawrow M. J. Tipowoj projekt elektrostancji 12 tys. kwt. (Elektr. Stancji, 1952, nr 5, str. 27).

Mc Clurre J. B., Mellor A. G. The effect of unit size on steam electric generating station design. (Electrical Engineering, 1952, nr 2, str. 174 — 179).

Drewery M. K. Reheat experiences of Port Washington. (Transactions of ASME, 1952, May, str. 551 — 556).

Reese H. R., Carlsson J. R. Thermal performances of modern turbines. (Combustion, 1953, nr 2, str. 48 — 50).

⁵⁾ Por. „Turbiny gazowe” i „Gospodarcze znaczenie dzisiejszych turbin gazowych” (PE, 1952, z. 7, str. 287 — 288).

Stowarzyszenia naukowo-techniczne inżynierów i techników zrzeszone w Naczelnej Organizacji Technicznej (NOT) prowadzą coraz bardziej szeroką działalność w dziedzinie podnoszenia poziomu zawodowego kadr technicznych i organizowania inżynierów i techników do walki o postęp techniczny w służbie budownictwa Polski Ludowej.

Dla ściślejszego powiązania i rozwoju nowych form tej działalności, na którą składa się działalność odczytowo-szkoleniowa, organizowanie narad i konferencji naukowo-technicznych, organizowanie udziału inżynierów i techników w ogólnych akcjach współzawodnictwa socjalistycznego i pracach na terenie klubów racjonalizacji i techniki oraz działalność w dziedzinie piśmiennictwa technicznego (książek i periodyków), konieczna jest systematyczna planowa współpraca między administracją gospodarczą i stowarzyszeniami naukowo-technicznymi zrzeszonymi w NOT.

Uchwała Prezydium Rządu (30.V.53)

JAN PIASECKI
Politechnika Gdańska

Zagadnienia zwarć w urządzeniach prądu trójfazowego niskiego napięcia

621.3.012.5.025.3

Treść. Omówienie warunków zwarciowych pod kątem analogii i różnic w stosunku do urządzeń wysokiego napięcia. Wskazówki do obliczeń zwarciowych, oparte na analizie składników obwodu zwarcia niskonapięciowego. Zagadnienia doboru sprzętu do warunków zwarciowych. Nieodzowność udostępnienia krajowej zwarciołni przemysłowi aparatów niskonapięciowych — jako podstawowy warunek opanowania następstw zwarcia.

Проблемы короткого замыкания в устройствах трехфазного тока низкого напряжения. Рассмотрены условия коротких замыканий в устройствах низкого напряжения в сопоставлении с устройствами высокого напряжения — аналогия и разница. Даются указания по расчету коротких замыканий, основанные на анализе составных частей короткозамкнутой цепи низкого напряжения. Выбор оборудования, отвечающего условиям короткого замыкания. Предоставление сверхмощной испытательной станции для нужд промышленности, изготавливающей аппараты низкого напряжения, является необходимым условием для одолевания последствий короткого замыкания.

Short-circuit problems in L. T. three-phase equipment. The author deals with short-circuit problems from the point of their analogy and divergence relatively to H. T. equipment. Recommendations for short-circuit computations, based on an analysis of path components of L. T. short-circuit current. The problem of adapting devices to short-circuit circumstances. The importance of making available to the Polish L. T. apparatus industry a short-circuit research station, as an essential requisite for mastering the consequences of short-circuits.

1. Warunki zwarciowe w urządzeniach niskiego napięcia.

Sprawa zwarć w urządzeniach wysokiego napięcia nabrała ostrości przed trzema — czterema dziesiątkami lat. Wraz z postępującym wzrostem elektryfikacji wyrosły zwarcia do rozmiarów klęski dla prymitywnego podówczas sprzętu, przyczyniając niebywałych przedtem trudności ruchowych. Zgodność między rozwojem układów elektroenergetycznych wysokiego napięcia i aktualnymi możliwościami opanowywania zjawisk zwarciowych ustaliła się z czasem. W miarę zagęszczania się odbiorów na niskim napięciu problemat zwarć zaczął się zaostrzać również w urządzeniach niskonapięciowych. W szczególności po okresie wojennym zagadnienie zwarć na niskim napięciu weszło u nas w stan krytyczny w związku z powstaniem licznych wielkich zakładów przemysłowych i z pogłębiającą się elektryfikacją miast.

Warunki zwarciowe przy niskim napięciu kształtują się nieco inaczej, niż przy napięciach wysokich, wskutek znacznie głębszej penetracji urządzeń niskonapięciowych w środowiskach bytu i pracy, za czym idzie inny typ niebezpieczeństw i zagrożeń związanych z przypadkami zwarć; dalej — znaczna rozpiętość możliwych natężeń prądu zwarcioowego w różnych częściach tego samego urządzenia, co wynika z dużego wpływu niewielkich nawet oborności na ograniczenie wartości prądu. Wreszcie — przy aktualnych dziś skupieniach odbiorów — pospolite występowanie prądów zwarciowych o natężeniu rzadko spotykanym w urządzeniach wysokiego napięcia. Pewien pogląd na te stosunki daje tabl. I.

W budowie urządzeń niskonapięciowych dąży się do tego, by uszkodzenia od zwarć ograniczały się do miejsca powstania zwarcia, a przerwy w pracy urządzeń — do obwodu dotkniętego zwarcie. Tą drogą redukuje się bezpośrednie i pośrednie straty od zwarć oraz uzyskuje się gotowość podjęcia pracy dotkniętego zwarcie urządzenia natychmiast po likwidacji defektu.

Zabezpieczenie otoczenia od następstw zwarć jest zadaniem odrębnym, którego poprawne rozwiązanie wymaga znajomości warunków zwarciowych, polegającej na umiejętności obliczania wartości prądu zwarcioowego w dowolnym punkcie urządzenia i w dowolnym momencie trwania zwarcia. Wartości te zależą, oczywiście, od schematu i danych technicznych układu. Umiejętność obliczania nie tylko służy przystosowaniu składników urządzenia do warunków zwarciowych, lecz pozwala ponadto na kształtowanie tych warunków przez odpowiedni dobór schematu i wyposażenia budowanych urządzeń.

Jak przy wysokim napięciu, celowe rozwiązanie urządzenia niskonapięciowego pod względem zwarciowym polega na gospodarczo usprawiedliwionej i technicznie poprawnej koordynacji odpowiednio ukształtowanych warunków zwarciowych układu z właściwościami zwarciowymi stosowanego sprzętu, z właściwościami stosowanych zabezpieczeń nadprądowych oraz z właściwościami środków ochrony otoczenia od następstw zwarć.

2. Rodzaje zwarć.

W praktyce interesują nas zwarcia występujące między punktami obwodu, które w zwykłych warunkach pozostają wzglę-

dem siebie pod napięciem zbliżonym do napięcia międzyfazowego lub fazowego, oraz zwarcia między punktami obwodu pracującymi pod napięciem względem ziemi — a ziemią lub przedmiotami uziemionymi.

Praktyczna ocena warunków zwarciowych ogranicza się do zwarć trójfazowych i do zwarć faza — ziemia lub faza — zero. Przy zwarciach innego rodzaju i przy kombinacjach kilku zwarć przejawy ilościowe oraz jakościowe układają się na stopniu pośrednim między wymienionymi rodzajami zwarć, jako przypadkami skrajnymi. Wyjątek stanowią zwarcia faza — faza w układach o szczególnie niskiej oporności dla składowej zerowej, przy których mogą występować większe wartości prądu zwarcioowego, niż przy symetrycznych zwarciach trójfazowych.

Zwarcia międzyfazowe dostarczają kryteriów doboru i wymiarowania składników urządzenia.

Zwarcia z udziałem ziemi lub uziemionego przewodu przewożącego mają praktyczne znaczenie przede wszystkim w sprawach ochrony od niebezpiecznych napięć dotykowych. Wobec stosunkowo znacznej częstości występowania sprawiają one szczególne kłopoty, gdyż prądy zwarciowe miewają wtedy wartości zbliżone do prądów roboczych i rzadko przekraczają maksymalne natężenia, które prądy robocze osiągną w warunkach zwykłych chwilowo, na przykład przy rozruchu silników klatkowych.

Na ten zakres prądów zabezpieczenia zwarciowe bądź są w ogóle unieczulone (wylaczniki samoczynne), bądź reagują na nie z tak znacznym opóźnieniem (bezpieczniki topikowe), że przyrosty temperatury elementów obwodu sięgają daleko ponad granice dopuszczalne. Wiadomo, że nie wszystkie elementy obwodu są zabezpieczone w dostatecznie skuteczny sposób od następstw przeciążeń. Tzw. zabezpieczenia przeciążeniowe przewodów i kabli — jeżeli są w ogóle stosowane — ograniczają się najczęściej do bezpieczników topikowych. Górny prąd probierczy odpowiednich wkładek topikowych z reguły jest znacznie wyższy od obciążalności długotrwałej przewodu lub kabla, toteż prądy zwarciowe o natężeniu mniejszym niż górny prąd probierczy zdążą wywołać szereg ujemnych następstw zanim zostaną odłączone. Do ujemnych następstw takich przewlekłych zwarć należeć może — oprócz zjawisk cieplnych — zbyt długotrwałe występowanie niebezpiecznych napięć dotykowych.

Tak więc do rodzaju pospolitych należą zwarcia, które nie mogą być dostatecznie szybko eliminowane ani przez zabezpieczenia zwarciowe, jako unieczulone na maksymalne prądy robocze, ani przez bezpieczniki topikowe w roli zabezpieczeń przeciążeniowych, jako zbyt powolnie działające. Zwarcia o przebiegu nie dość ostrym, by wywołać pewne i dostatecznie szybkie działanie zabezpieczeń zwarciowych, nazywane są dalej — dla krótkości — zwarziami tępymi.

Również zwarcia międzyprzewodowe mogą być zwarziami tępymi, np. jeżeli występują na peryferiach rozległych sieci niskiego napięcia lub w sieci z przewodami stalowymi.

Zwarziami tępymi są zwarcia zaliczone w tabl. I do grup D i E. Poszczególne przypadki zwarć grupy C mogą być kwalifi-

fikowane do tępych zależnie od okoliczności decydujących o tym, jaką prędkość zadziałania zabezpieczeń nadprądowych uzna się za dostateczną.

Konieczność liczenia się ze zwarciami tępyimi sprawia, że w kwestiach doboru zabezpieczeń nadprądowych oraz środków ochrony od następstw zwarc (np. zerowanie) warunki zwarcio- we wypada charakteryzować zarówno maksymalnymi możliwo- ściami, jak i takimi wartościami prądów zwarciovych, które w następstwie działania czynników przypadkowych — ograni- czających prąd zwarciovy — sprowadzają zwarcie do rzędu zwarc tępych.

3. Przebieg i charakterystyczne wartości prądu zwarciovygo.

Zwarcia w pobliżu punktów transformacji z wysokiego napię- cia, jak na szynach zbiorczych stacji transformatorowych i na trasach wyprowadzonych od tych szyn linii zasilających o du- zych przekrojach, kształtują się pod przeważnym wpływem opor- ności biernej obwodu i w zupełności przypominają przebiegi zna- ne z urządzeń wysokiego napięcia. Jednak w miarę odsuwania punktu zwarcia od zacisków transformatora wartość stosunku R/X (stosunek sumy oporności czynnych do sumy oporności bier- nych wszystkich składników obwodu zwarciovygo łącznie ze źró- dłem prądu zwarciovygo) szybko wzrasta, dzięki czemu wzrasta odpowiednio szybkość zanikania składowej bezokresowej prądu zwarciovygo. Przy stosunku $R/X > 1,5$, cechującym dalsze ob- wody rozdzielcze instalacji niskiego napięcia, wartość współ- czynnika k_u prądu udarowego zbliża się do jedności i wtedy prąd udarowy, jako szczególna wartość charakterystyczna w ogó- le nie występuje, gdyż praktycznie już przy $R/X = 1,5$

$$\frac{i_u}{\sqrt{2}} = k_u \cdot I_p = 1,01 I_p \approx I_p,$$

gdzie i_u — wartość amplitudy udarowego prądu zwarciovygo, I_p — początkowa wartość (skuteczna) składowej okresowej pra- du zwarciovygo.

Uogólnienie tego przypadku na wszystkie obwody niskona- pięciowe byłoby uproszczeniem zbyt daleko posuniętym. Wpraw- dzie można spotkać się z nim w literaturze (np. [23]), lecz nie należy stosować go bezkrytycznie przy wartościach $R/X < 1$.

W ciągu trwania zwarcia wartość składowej okresowej ulega na ogół zmniejszeniu. Przy zwarciach bliskich zaciskom wtór-

nym transformatora może działać w tym kierunku wzrost opor- ności biernej prądnic zasilających zwarcie i tylko działanie sa- moczynnej regulacji napięcia może powodować w dalszym prze- biegu zwarcia ponowny wzrost (ciągły lub oscylujący) wartości składowej okresowej. Przy zwarciach dalekich od zacisków trans- formatora — gdy wartość stosunku I_p/I_n (gdzie I_n — prąd zna- mionowy zastępczej prądnicy układu) wynosi kilka procentów a wartość R/X staje się większą od jedności — występuje w zna- cznym stopniu nowe zjawisko, wpływające na postępujące obni- żanie się wartości składowej okresowej. Jest to przyrost oporno- ści czynnej skutkiem nagrzewania przez prąd zwarciovy takich składników obwodu zwarciovygo, jak przewody, zaciski i bez- pieczniki topikowe. Oczywiście, temperatury różnych składników obwodu narastają z różną prędkością, przez co przebieg prądu zwarciovygo w czasie kilku sekund staje się trudno uchwytyny.

W takich przypadkach obliczenie wartości prądu zwarciovygo w dowolnym z dalszych momentów trwania zwarcia nie może brać za punkt wyjścia początkowej składowej okresowej I_p . Do obliczenia należy wprowadzać wartości oporności czynnej aktu- alne dla interesującego momentu, posługując się np. meto- dą kolejnych przybliżeń. Przyrost oporności przewodów może w tak znacznym stopniu ograniczać późniejsze wartości prądu zwarciovygo (rys. 2), że pominięcie tej okoliczności prowadzi do fałszywych ocen co do opóźnienia działania zabezpieczeń to- pikowych. W następstwie może to grozić np. niedocenieniem mo- żliwych czasów występowania niebezpiecznych napięć dotykowych przy zwarciach tępych.

W dotychczasowych rozważaniach pominięty jest udział opor- ności w samym miejscu zwarcia. Oporność ta — jak się dalej okaże — bywa przypadkowa i zmienna, co sprawia, że mając na uwadze wybrany punkt w układzie o ściśle określonych para- metrach nie można mówić o wyznaczeniu obliczeniowym prze- biegu każdego zwarcia, lecz tylko o przewidywaniach co do prze- biegu szczególnych przypadków zwarc.

Sledzenie całego przebiegu zwarcia rzadko bywa konieczne: jak przy napięciach wysokich wystarcza dla potrzeb praktyki znajomość kilku charakterystycznych wartości prądu zwarciovygo. Są to wartości następujące:

1) Początkowa wartość skuteczna składowej okresowej I_p określająca minimalny prąd wyłączeniowy bezpieczników topiko- wych, stosowanych w danych warunkach zwarciovych.

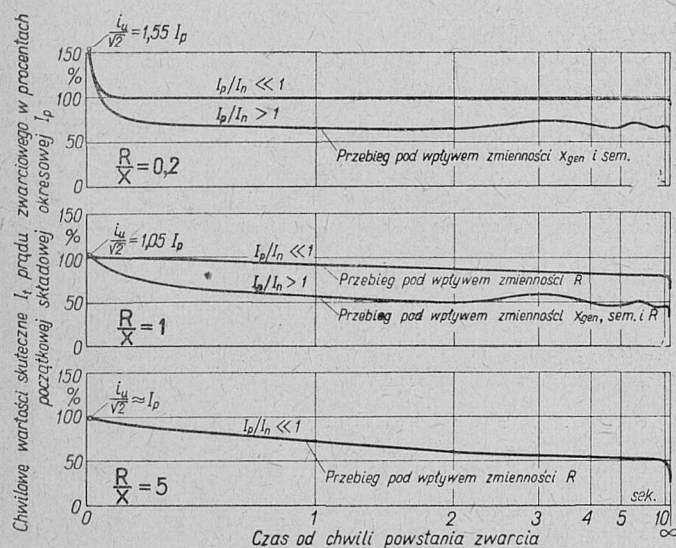
Tablica I. Przegląd możliwych następstw zwarc w urządzeniach niskonapięciowych

Gru- pa	Natężenie prądu zwarciovygo	Czas działania prądu zwarciovygo przy zabezpieczeniu obwodu		Najpospolitsze następstwa zwarc	
		bezpiecznikiem topikowym	wyłącznikiem samoczynnym	dla urządzenia dotkniętego zwarcie	poza urządzeniem dotkniętym zwarcie
A	Powyżej kilkunastu kiloam- perów	do kilku milise- kund	10 — 40 ms (dzia- lają bezzwłoczne wyzwalacze lub przełączniki zwa- rciovy)	zniszczenie lub uszkodzenie nie przystosowanych składni- ków obwodu zwarcia przez działanie dynamiczne prądu udarowego	przerwa zasilania; niebez- pieczeństwo wywołania wy- buchu w środowisku niebez- piecznym pod względem wy- buchowym
B	Powyżej kilkakrotnej warto- ści największego chwilowego natężenia prądu roboczego np. prądu rozruchu silnika klatkowego, do kilku kiloam- perów	ulamki sekundy lub sekundy	3 — 50 ms (działa- ją bezzwłoczne wy- zwalacze lub prze- łączniki zwarciovy)	zniszczenie lub uszkodzenie nie przystosowanych składni- ków obwodu zwarcia przez działanie ciepłne prądu zwa- rciovygo	przerwa zasilania; niebez- pieczeństwo wywołania wybu- chu lub pożaru w odpowied- nio wrażliwym środowisku; możliwość objawiania się niebezpiecznych napięć do- tykowych; zakłócenia pracy urządzeń przez przysiad na- pięcia podczas zwarcia; moż- liwość powstania i utrzymy- wania się asymetrii napięć względem ziemi
C	Powyżej jednokrotnej do kil- kakrotnej wartości najwięk- szego chwilowego natężenia prądu roboczego np. prądu rozruchu silnika klatkowego	sekundy			
D	Powyżej obciążalności długo- trwalej obwodu do wartości największego chwilowego na- tężenia prądu roboczego np. prądu rozruchu silnika klat- kowego	minuty, godzi- ny, teoretycznie także miesiące	zależy od charakte- rystyki wyzwalaczy lub przełączników przeciążeniowych (zabezpieczenia zwarciovy nie dzia- lają)	możliwość przegrzania zniszczenia składników obwo- du wymiarowanych na zwy- kłe warunki robocze, jeżeli są zabezpieczone tylko bez- piecznikami topikowymi	niebezpieczeństwo wywołania wybuchu lub pożaru w odpo- wiednio wrażliwym środowi- sku; możliwość występowania i utrzymywania się niebez- piecznych napięć dotykowych i asymetrii napięć względem ziemi; uporczywe zakłócenia
E	W granicach długotrwałej obciążalności obwodu	nie ograniczony (zabezpieczenia nadmiarowo - prądowe nie działają)		bez ujemnego wpływu na stan urządzeń poza miejscem zwarcia	odbioru radiowego; straty e- nergii elektrycznej

2) Największa przewidywana wartość (amplituda) udarowego prądu zwarciego i_u , występująca w ok. $\frac{3}{8}$ okresu od początkowego momentu zwarcia, które nastąpiło podczas przejścia napięcia fazowego przez zero. Wartość i_u określa górną granicę dynamicznych skutków zwarcia oraz prąd zalączeniowy, z którym należy się liczyć przy zamykaniu zwartego obwodu.

3) Prąd wyłączeniowy I_w , którym jest skuteczna wartość prądu zwarciego w momencie początkowym rozdzielenia się styków samoczynnego wyłącznika, przerywającego obwód zwarcia. Wyłączniki samoczynne niskonapięciowe jeszcze bardzo rzadko są wyposażane w urządzenia dostarczające dodatkowej zwłoki ich działania. Przy zwarciach w obwodach ze stosunkiem $R/X < 1$ trzeba więc liczyć się z odłączaniem prądów zwarciegowych, w których występuje niepomijalny udział składowej bezokresowej. Stąd wielkością charakteryzującą zdolność wyłączania jest dla wyłączników rozdzielniczych niesymetryczny prąd wyłączeniowy I_{wn} (wartość skuteczna), natomiast dla samoczynnych wyłączników instalacyjnych i drobniejszych łączników manewrowych nastawczych — symetryczny prąd wyłączeniowy I_w (wartość skuteczna), gdyż pracują one z reguły w obwodach z $R/X > 1,5$.

4) Skuteczna wartość prądu zwarciego I_t po upływie określonego czasu t od momentu powstania zwarcia. Wartość ta interesuje nas z punktu widzenia działania zabezpieczeń, które ma-



Rys. 1. Przykłady przebiegu prądu zwarciego w typowych przypadkach zwarcia w urządzeniach niskiego napięcia (bez wyłączenia)

ją odłączać zwarcia wywołujące niebezpieczne napięcia dotykowe. Wchodzą w rachubę czasy w przedziale od 0,1 do ok. 5 s. Jak zaznaczono wyżej, nawet przy czasach rzędu 5 s i dłuższych wartość I_t nie zawsze może tu być ułożona z ustalonym prądem zwarciegowym (postępujące stałe nagrzewanie się przewodów).

5) Zastępczy prąd I_c o stałej wartości skutecznej, równoważny rzeczywistemu prądowi zwarciegowemu pod względem równoczesnych skutków cieplnych. Wartość ta może nas interesować w dwóch zastosowaniach:

a) do rozpatrywania obciążeń cieplnych w przypadkach zwarcia o przebiegu ostrym; zwarcia takie są odłączane bez stosowania zwłoki lub — czego się u nas dotąd nie praktykuje — ze zwłoką rzędu 0,1 do 0,4 s i to tylko w magistralnych liniach nisk. nap. z małym udziałem oporności czynnej; warunki i sposób określania wartości I_c mogą tu być takie same, jak w procedurze obliczeń zwarciegowych przy napięciu wysokim;

b) do celów określenia wpływu przyrostu oporności czynnej na ograniczenie prądu zwarciego przy zwarciach tępych, kiedy ta oporność jest dominującym czynnikiem, stanowiącym o rozmiarze i przebiegu prądu zwarciegowego. W tym przypadku metody z praktyki obliczania zwarcia przy wysokim napięciu nie mają zastosowania.

Wszystko, co wyżej powiedziano o rodzajach, przebiegu i charakterystycznych wartościach zwarcia niskonapięciowych, prowadzi do wniosku, że można wyodrębnić kilka typów obwodów zwarciegowych:

a) obwody biernoopornościowe ze stosunkiem $R/X < 0,2$, które przedstawiają zupełną analogię do typowych obwodów wysokonapięciowych i dopuszczają identyczne metody traktowania obliczeniowego z pominięciem oporności czynnej;

b) obwody pozornoopornościowe ze stosunkiem R/X w granicach od 0,2 do 5, w których wymagają uwzględnienia nawet drobne składniki oporności zarówno biernej, jak i czynnej;

c) obwody czynnoopornościowe ze stosunkiem $R/X > 5$, w których zwarcia mogą mieć przebieg tępy, wysuwając zagadnienia swoiste dla urządzeń niskonapięciowych; w obliczeniowym traktowaniu zwarcia w takich obwodach pomija się wszystkie oporności bierne.

W innej płaszczyźnie wyróżniają się obwody ze stosunkiem $R/X > 1,5$, a mianowicie tym, że składowa bezokresowa praktycznie przestaje odgrywać w nich rolę, a przebieg prądu zwarciego może być traktowany od momentu pierwszej amplitudy jako zupełnie symetryczny.

Charakterystyczne dla tych typów zwarcia przebiegi podaje rys. 1. Znaczna rozmaitość możliwych przebiegów zwarcia niskonapięciowych wpływa na różnorodność założeń, które w poszczególnych przypadkach muszą być stosowane w procedurze obliczeniowej. Linie przewodnią postępowania trzeba więc oprzeć na analizie roli oddzielnych składników obwodu zwarcia.

4. Miejsce zwarcia.

Każde zwarcie polega na zamknięciu obwodu elektrycznego przez drogę zwierającą, która łączy punkty obwodu izolowane od siebie w zwykłych warunkach roboczych.

Przy bardzo małej oporności drogi zwierającej zwarcie określa się jako pełne, w innych przypadkach jako niepełne. Znikoma zwykle oporność biernej drogi zwierającej pomija się w zupełności. Przy dużych wartościach oporności czynnej drogi zwierającej — zwarcie ma przebieg tępy i tu zacierają się granice między objawami zwarcia i objawami wadliwości izolacji.

Natężenie prądu osiąga największe wartości, oczywiście, w przypadkach zwarcia pełnych, kiedy oporność drogi zwierającej pozostaje bliska zeru przez cały czas trwania zwarcia. Poza przypadkami zwarcia pełnych oporność drogi zwierającej ma wartość wybitnie przypadkową i bardzo często zmienną w trakcie trwania zwarcia.

Przykład. Zwarcie jest zapoczątkowane przez spadający na gołe szyny odcinek drutu. Oporność czynna drogi zwierającej (styk szyny z drutem, drut i znów styk drut-szyna) jest całkowicie nieobliczalna, ale decyduje w znacznym stopniu o początkowej wartości prądu zwarciegowego. W następnej chwili drut może ulec stopieniu albo będzie odrzucony dynamicznym działaniem prądu zwarciegowego. Zwarcie wchodzi wtedy w swoją drugą fazę przez powstały łuk. W pewnych warunkach łuk taki szybko się urywa, w innych ustala się aż do momentu przerwania obwodu przez zabezpieczenia nadprądowe. W obu przypadkach oporność czynna łuku zdąży wpłynąć na mniej lub więcej wydatne ograniczenie poprzedniej wartości prądu zwarciegowego.

Wpływ zmiennej oporności drogi zwierającej nie jest uchwytliwy obliczeniowo i nie zawsze bywa tak skuteczny, jak by to wynikało z rozmiaru spadku napięcia wzdłuż łuku. Nieobliczalność ta rozciąga się również na obwody z przewagą oporności czynnej, gdzie skądinąd można by oczekiwać szczególnie niezawodnego i efektywnego wpływu łuku na ograniczenie prądu zwarciegowego.

Okoliczności powstawania zwarcia można podzielić na cztery grupy odpowiednio do stopnia prawdopodobieństwa wpływów ograniczających prąd zwarciegowy [15]:

I. Zwarcia pełne metaliczne bez udziału łuku, z wysokim prawdopodobieństwem wystąpienia największych możliwych w danym obwodzie wartości prądu zwarciegowego.

II. Zwarcia z udziałem łuku, powstałe w ciasnych, zamkniętych przestrzeniach.

III. Zwarcia z udziałem łuku, powstałe w przestrzeni mniej ograniczonej i skomunikowanej z obszerną przestrzenią otaczającą.

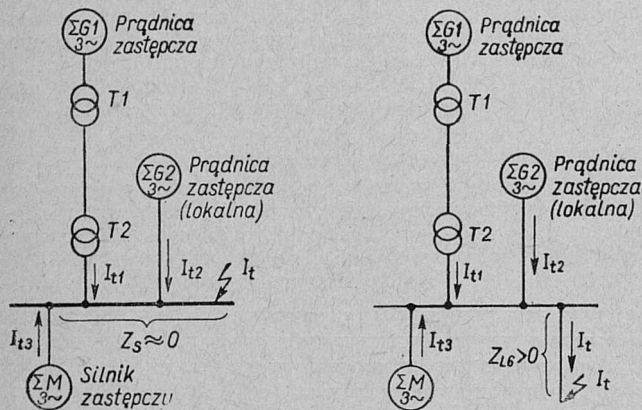
IV. Zwarcia wywołane przez obce przedmioty przewodzące o takim ciężarze i ruchliwości, że mogą być łatwo odrzucone poza zasięg styczności z elementami obwodu.

W ostatnim przypadku natężenie prądu zwarciegowego może ulec ograniczeniu poniżej połowy największej wartości, możliwej w przypadkach zakwalifikowanych do grupy I. Tak znaczny wpływ okoliczności zwarcia na jego przebieg stał się źródłem mniemania, opartego na pobieżnych obserwacjach, że prądy zwarciegowe w urządzeniach niskiego napięcia nigdy nie przekraczają połowy poprawnych wartości obliczeniowych (np. ETZ, 1931, str. 575).

momentu składniki obwodu reprezentujące E_{gen} i X_{gen} są w obliczeniach bardzo kłopotliwe, gdyż wymagają uwzględnienia indywidualnych właściwości danego typu urządzenia samoczynnej regulacji napięcia. Do czasu ustalenia się stanu zwarcia wartość E_{gen} podlega zwykle mniej lub więcej tłumionym oscylacjom.

Rolę prądnicy w obwodzie długotrwałego zwarcia można przedstawić w sposób najwyrazistszy przy pomocy założenia, że wartość E_{gen} pozostaje niezmienna także po upływie czasu 0,25 sek. Jest to, oczywiście, założenie abstrakcyjne, bez fizycznego uzasadnienia, ale dzięki niemu prądnice reprezentuje tylko jedna wartość zmienna tj. X_{gen} . Krzywe na rys. 3 przedstawiają w tej interpretacji przebieg zmienności X_{gen} podczas zwarcia przy różnych wartościach stosunku I_p/I_n i przy udziale lub bez udziału samoczynnej regulacji napięcia.

Krzywe rys. 3 są oparte na krzywych zanikania, opracowanych przez radzieckich inżynierów Czernina i Szwegiera i dotyczą prądnicy przeciętnej dla stosunków radzieckich [5, 10] oraz radzieckich samoczynnych regulatorów napięcia typu APH. Z krzywych rys. 3 widać, iż w konsekwencji założenia, że czynna w obwodzie wartość (skuteczna) siły elektromotorycznej jest stała, oporności biernej X_{gen} trzeba w pewnych przypadkach przypisywać wartość ujemną. Krzywe na rys. 3 mają, oczywiście, zna-



Rys. 4. Splyw prądów zwarciovych w miejscu zwarcia

Rys. 5. Splyw prądów zwarciovych przed miejscem zwarcia

czenie tylko orientacyjne w kwestii wpływu prądnicy na przebieg bardziej długotrwałych zwarc.

Grupy prądnic pracujących na wspólne szyny zbiorcze przedstawia się w schematach obwodów zwarciovych za pośrednictwem jednej prądnicy zastępczej o danych technicznych wyprowadzonych z danych prądnic zastępowanych.

W przypadkach, gdy prądnice są rozmaicie usytuowane w stosunku do miejsca zwarcia, występują dwie możliwości. Możliwość pierwsza: prądy z obu prądnic płyną do miejsca zwarcia oddzielnymi torami (rys. 4); spływ następuje w miejscu zwarcia i każda z obu części prądu zwarciovego da się obliczyć osobno. Możliwość druga: miejsce spływu prądów zwarciovych z obu (lub z kilku) prądnic jest oddzielone od miejsca zwarcia nie dającą się pominąć opornością (rys. 5). Do obliczeniowego określenia udziału poszczególnych prądnic w zasilaniu zwarcia nadaje się wtedy metoda polegająca na założeniu, że miejsce zwarcia jest siedliskiem siły elektromotorycznej, z którego prądy zwarciovie płyną do miejsc zwarcia założonych za opornościami biernymi poszczególnych prądnic (rys. 6). Chodzi tu o schemat dość pospolity w urządzeniach przemysłowych z lokalną siłownią.

Rozpatrując zachowanie się prądnic synchronicznych jako źródeł prądu zwarciovego, pomijamy z reguły zagadnienia stateczności ich współpracy przyjmując, że przez cały czas zwarcia biegną synchronicznie z niezmienną, znamionową prędkością obrotów i że kąty fazowe ich wirników w stosunku do pola wirującego pozostają bez zmiany. Założenie to nie dałoby się utrzymać w stosunku do prądnic lokalnych pracujących równolegle z siecią okręgową, jeżeli zwarcie nie jest szybko odłączane. Jednak w przypadkach praktycznych długie czasy trwania zwarcia występują tylko przy zwarciach tępych, przy których wartość I_p/I_n jest zwykle tak mała, że i tutaj zaburzenia pracy równoległej prądnic mogą nie być brane w rachubę. Przyjmuje się też zazwyczaj, że do momentu powstania zwarcia każda prądnica obciążona była prądem znamionowym, przy znamionowym współczynniku mocy i przy wartości sem. (E_{gen}) równej 110% znamionowego napięcia układu (np. przy 15 kV $U_{\text{gen}} = 16,5$ kV, lecz przy 0,4 kV tylko 1,1 · 0,38 ≈ ok. 0,42 kV).

7. Inne źródła prądu zwarciovego.

W zasilaniu zwarc po stronie niskiego napięcia biorą udział w rozmiarach nie zawsze dających się pominąć także silniki i wirujące przesuwniki fazowe.

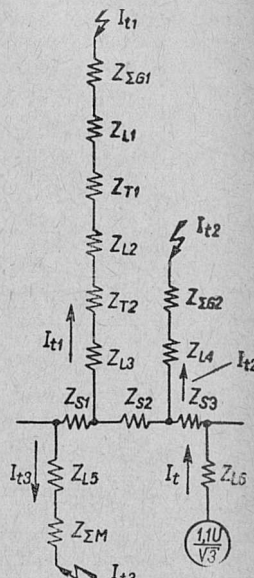
Z chwilą załamania się napięcia na zaciskach stojana — w następstwie pobliskiego zwarcia — silnik synchroniczny (lub synchroniczny przesuwnik fazowy) zaczyna pracować jako prądnica napędzana kosztem energii kinetycznej mas wirujących. Częstotliwość i natężenie oddawanego prądu spadają w miarę działania czynników wyczerpujących zasób energii kinetycznej.

Podobnie zachowuje się silnik asynchroniczny z tą różnicą, że stan wzbudzenia zanika tu znacznie szybciej, wobec czego udział w zasilaniu zwarcia ogranicza się do czasu rzędu kilkudziesięciu milisekund. Przykład oscylogramu prądu zwarciovego asynchronicznego silnika z wirnikiem zwartym pokazany jest na rys. 7. Wartość początkowej składowej okresowej prądu zwarciovego przy zwarcu na zaciskach silnika jest praktycznie równa prądowi rozruchu danego silnika. Jeżeli chodzi o silniki pierścieniowe, ma się tu na myśli rozruch ze zwartymi pierścieniami. Silniki pierścieniowe, pracujące stale ze znacznym oporem poślizgowym, włączonym w obwód wirnika, mogą być pomijane, gdyż mają tak krótką stałą czasową zanikania prądu zwarciovego, że prąd ten spada do wartości nieznacznej już w pierwszym półokresie trwania zwarcia.

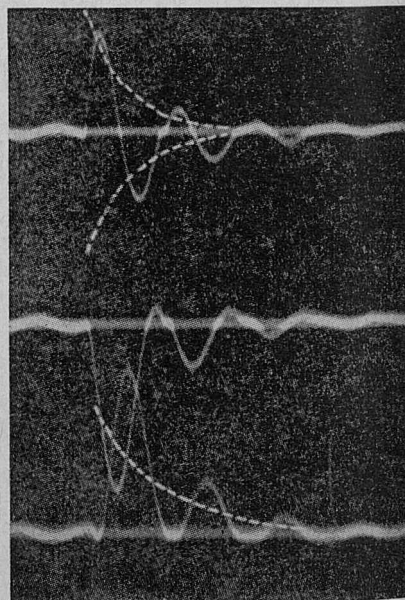
Warunkiem aktywności silnika w zasilaniu zwarcia jest na- gła obniżka napięcia na jego zaciskach. Aktywność ta występuje więc w całej pełni tylko w silnikach bliskich miejsca zwarcia. Silniki zasilane z innych transformatorów, nie powiązane na niskim napięciu z obwodem zwarcia, nie mają praktycznego wpływu na prąd zwarciovą jako oddzielone od miejsca zwarcia opornościami pozornymi dwóch stopni transformacji. Duże silniki wysokonapięciowe mogą zasiląć zwarcia, ale tylko wtedy, kiedy pracują w strefie znacznego zwarciovego przysiadu napięcia.

Obecność wyzwalacza lub przekaznika napięciowego zanikowego, jako też mniejszy lub większy stopień obciążenia silnika w chwili powstania zwarcia nie upoważniają do pominięcia go w roli źródła prądu zwarciovego. W prądzie zwarciovym silników występuje składowa bezokresowa o wartości początkowej zależnej od fazowego momentu wystąpienia zwarcia. Stała czasowa tej składowej jest zwykle bardzo mała, jako wyznaczona przez oporność pozorną stojana, drogi zwierającej oraz łączącego go toru przewodowego.

Jako domniemanemu źródłu prądu zwarciovego należy jeszcze poświęcić uwagę kondensatorom statycznym do poprawy współczynnika mocy. Okolicznością decydującą o zachowaniu się kondensatora przy zwarcu — podobnie jak w przypadku silni-



Rys. 6. Wyznaczanie składowych prądów zwarciovych przy spływie przed miejscem zwarcia



Rys. 7. Oscylogram prądu zwarciovego silnika asynchronicznego z wirnikiem zwartym

ka — jest jego usytuowanie w stosunku do miejsca zwarcia. Zakładając, że bateria kondensatorów niskonapięciowych jest zainstalowana w pobliżu miejsca zwarcia, tj. w strefie głębokiego zwarcioowego przysiadu napięcia, można wyodrębnić dwie skrajne możliwości:

- 1) zwarcie występuje w momencie przejścia napięcia międzyfazowego przez zero; zasób energii w kondensatorach jest wtedy równy zeru, wobec czego one nie biorą udziału w zasilaniu zwarcia;
- 2) zwarcie występuje w momencie amplitudy napięcia międzyfazowego, gdy zasób energii w kondensatorach osiągnął swe maksimum; jednocześnie występuje składowa bezkresowa właściwego prądu zwarcioowego — odpowiednio do napięcia fazy — w rozmiarze 0,5 swej wartości, określającej wartość i_u udarowego prądu zwarcioowego; bateria kondensatorowa rozładowuje się wtedy w sposób oscylacyjny z częstotliwością własną obwodu kondensatory — przewody — droga zwierająca, przechodząc w postać energii cieplnej w oporności czynnej tegoż obwodu; mogą przy tym wystąpić znaczne amplitudy prądu oscylującego, który jednak bardzo szybko zanika, gdyż przy dużej częstotliwości stała czasowa obwodu jest bardzo mała; orientacyjnie — wartość amplitudy spada do połowy już w ciągu ok. 20 ms [17, str. 253].

Dotychczas nie sygnalizowano znikąd potrzeby wprowadzania poprawek do obliczeniowych wartości udarowego prądu zwarcioowego z tytułu obecności kondensatorów bocznikowych. Potwierdza się natomiast, że opisane wyżej zachowanie się kondensatorów przy zwiarcich nie stawia samoczynnemu wyłącznikowi baterii wymagań dalej idących, niż to wynika z normalnie określanych warunków zwarcioowych w miejscu zainstalowania go.

Rola baterii zainstalowanej poza strefą znacznego zwarcioowego przysiadu napięcia ogranicza się do pewnej poprawy współczynnika mocy prądu zwarcioowego, płynącego z innych źródeł, i nie widać powodów, by obecność takiej baterii wymagała uwzględnienia w praktycznych obliczeniach prądów zwarcioowych.

Tak więc kondensatory do poprawy współczynnika mocy, niezależnie od napięcia i miejsca zainstalowania, mogą być wyeliminowane z praktycznych rozważań nad przebiegiem i rozmiarami zwarć w urządzeniach niskiego napięcia.

8. Wskazówki do obliczeń zwarcioowych.

Sposób obliczania, a zwłaszcza dobór parametrów musi być przystosowany do celu, do którego obliczenia są wykonywane.

Do doboru elementów obwodu i zabezpieczeń nadprądowych oraz do wymiarowania konstrukcji wsporczych potrzebna jest znajomość maksymalnych możliwych wartości charakterystycznych prądu zwarcioowego przy zwiarcich pełnych trójfazowych (w szczególnych przypadkach także przy zwiarcich faza/faza). Przy projektowaniu i ocenie urządzeń dodatkowej ochrony od niebezpiecznych napięć dotykowych ważniejsza jest znajomość minimalnych możliwych wartości prądu zwarcioowego przy zwiarcich pełnych, a to w celu ustalenia granic, poniżej których należy liczyć się ze zwiarciami tępyimi. Bierze się tu zwykle pod uwagę tylko zwarcia faza/zero lub faza/ziemia.

W pierwszym przypadku bezpieczna strona uchybień leży przy górnych wartościach prądu, należy więc przyjmować niższe z możliwych wartości oporności. W drugim przypadku rzecz się ma odwrotnie. Nie znaczy to oczywiście, by należało uwzględniać maksymalne odchyłki wszystkich składników opornościowych obwodu zwarcia. Kierując się realnymi prawdopodobieństwami poprzestaje się zwykle na przypisaniu maksymalnej odchyłki głównemu składnikowi sumy oporności, stosując dla pozostałych składników wartości przeciętne lub znamionowe.

Na wstępie wykonywa się obliczenie orientacyjne początkowej składowej okresowej I_p prądu zwarcioowego, czyniąc daleko idące uproszczenia rachunku, jak założenie „sztywnego napięcia“

w najbliższym punkcie urządzeń wysokonapięciowych i pominięcie drobniejszych składników opornościowych obwodu zwarcia. Na obliczeniu takim poprzestaje się, gdy ujawnia ono, że warunki zwarcioowe nie wprowadzają krytycznych momentów do zagadnień doboru sprzętu i zabezpieczeń. W przeciwnym razie obliczenie orientacyjne, a zwłaszcza zestawienie głównych pozycji opornościowych (oporności biernych i czynnych) dostarcza wskazówek co do możliwych i dopuszczalnych uproszczeń do koniecznego obliczenia właściwego.

Jeżeli X'' — początkowa wartość X_{gen} — stanowi dostatecznie drobny odsetek w sumie składników całkowitej oporności pozornej obwodu zwarcia, można ją w ogóle pominąć. Przebieg zwarcia traktowany jest wtedy przy założeniu sztywnego napięcia na zaciskach prądnicy tak, jak gdyby moc tej prądnicy była nieograniczona wielką.

Wartość oporności pozornej w niskonapięciowych obwodach zwarcia bywa tak wysoka, że bardzo często można pominąć oporność nie tylko prądnicy, ale także szeregu dalszych członów opornościowych po stronie wysokiego napięcia. W tych przypadkach zakłada się „sztywne napięcie“ np. na odgałęzieniu od magistralnej linii wysokiego napięcia, bądź na pierwotnych zaciskach transformatora, albo nawet na zaciskach wtórnych, jeżeli chodzi o rozpatrywanie zwarć z udziałem bardzo znacznej oporności czynnej.

Wszytkie takie uproszczenia przesuwają wynik obliczeń zwykle ku większym wartościom prądu zwarcioowego i dlatego konieczne jest utrzymywanie uchybień w takich granicach, by nie pociągały za sobą przewymiarowania urządzeń.

Z uwagi na kolejne wymiary w stopniowaniu znormalizowanych przekrojów, prądów znamionowych, profili itd. wystarcza w zasadzie dokładność obliczeń zwarcioowych w granicach $\pm 7,5\%$ do $\pm 10\%$. Gdy jednak obliczone wartości wypadają zbyt blisko wartości krytycznych dla decyzji co do wyboru wymiarów, dokładność obliczeń trzeba zwiększać. Wtedy błąd, który można położyć na karb uproszczenia założeń co do zasilania zwarcia, powinien być utrzymany w granicach $p_z = 1 \div 3\%$ wyniku. Jeżeli więc suma głównych oporności biernych obwodu zwarcia przedstawia wartość ΣX_{gl} , to kryterium dopuszczalności uproszczeń co do zasilania zwarcia ma postać

$$\frac{\Sigma X_{gl}}{100} \cdot p_z \geq X'' + X_z.$$

Lewa strony nierówności określa więc, czy można pominąć oporność bierną prądnicy X'' lub czy ponadto mogą być pominięte dalsze składniki opornościowe strony wysokiego napięcia aż do łącznej wysokości X_z . Operuje się tutaj z reguły wartościami wyrażonwimi w miliomach, sprowadzonwimi do strony niskiego napięcia.

Dalsze uproszczenie może polegać na pominięciu oporności czynnej w obwodach z przewagą oporności biernej albo — odwrotnie — wyeliminowaniu oporności biernej z obliczeń dla obwodów z przewagą oporności czynnej. Kryteria dla obu przypadków wynikają z przyjęcia dalszego dopuszczalnego składnika uchybień $p_0 = 2 \div 3\%$ oraz zestawienia sum głównych składników opornościowych obwodu zwarcia ΣX_{gl} i ΣR_{gl} :

$$100 \left(\sqrt{1 + \frac{\Sigma R_{gl}^2}{\Sigma X_{gl}^2}} - 1 \right) \leq p_0,$$

można pominąć wszystkie oporności czynne; jeżeli

$$100 \left(\sqrt{1 + \frac{\Sigma X_{gl}^2}{\Sigma R_{gl}^2}} - 1 \right) \leq p_0,$$

można pominąć wszystkie oporności bierne obwodu zwarcia.

Uchybienia procentowe p_z i p_0 powiększają obliczane prądy i sumują się, nie należy więc limitować ich zbyt wysoko, gdyż

Tablica II. Orientacyjna wysokość udziału silników w zasilaniu zwarcia, doliczana do chwilowych wartości skutecznych składowej okresowej prądu zwarcioowego

Upływ czasu od chwili powstania zwarcia (milisekund przy 50 c/s)		0÷5	5÷10	10÷15	15÷25	25÷35	35÷50
Prąd zwarcioowy od pojedynczego silnika o prądzie znamionowym I_n , jako wielokrotność prądu I_n	Silnik asynchroniczny klatkowy	5	3	2	1	0	0
	Silnik asynchroniczny pierścieniowy	7	4	3	2	1	0
	Silnik synchroniczny	5	4	4	4	3	3
Prąd zwarcioowy od zespołu silników zasilanych przez transformator o prądzie znamionowym I_n , obciążony wyłącznie przez silniki, jako wielokrotność prądu I_n	Silniki wysoko obciążone	6	4	2	1	0	0
	Silniki źle wykorzystane	10	5	3	2	1	0

pozostaje nadal szereg dalszych źródeł uchybień, które wymykają się spod możliwości kontroli.

Znaczne uproszczenia praktykuje się przy określaniu udziału silników w zasilaniu zwarć, zwłaszcza gdy chodzi o większą liczbę silników małych i średnich mocy. Zazwyczaj określa się wtedy największą sumę prądów znamionowych silników, które mogą równocześnie znajdować się pod napięciem niezależnie od stopnia obciążenia. Sumę tę, z odpowiednimi mnożnikami, dodaje się do początkowych wartości chwilowych prądu zwarcowego. Rząd wielkości mnożnika dla kilku momentów trwania zwarcia podaje tabl. II.

Obliczenia zwarciove należy zawsze opierać na schemacie połączeń założonego miejsca zwarcia ze wszystkimi źródłami prądu zwarciovego. W przeciwnym razie mogą ująć uwagi różnice obciążeń poszczególnych elementów obwodu zwarciovego.

Zdarzają się przypadki, że obliczenia zwarciove dla urządzeń niskiego napięcia trzeba wykonać mając za punkt wyjścia tylko tzw. „moc wyłączalną” $P_{wył}$ w określonym miejscu urządzeń zasilających wysokiego napięcia. Wartość ta dotyczy zazwyczaj momentu po upływie 0,1 sek. od powstania zwarcia, a więc uwzględnia zaszyły w ciągu 0,1 sek. przyrost oporności biernej prądniczej zastępczej.

Zważywszy, że przy symetrycznym zwarcu trójfazowym (por. rozdz. 3 i 6)

$$P_{wył} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_{ws} = \sqrt{3} \cdot U \cdot k_{ws} \cdot I_p, \quad \text{a} \quad I_{ws} = \frac{P_{wył}}{\sqrt{3} \cdot U},$$

można oszacować ze stosunku $\frac{I_{ws}}{I_n} \approx \frac{I_p}{I_n}$ wartość właściwego

współczynnika k_{ws} (I_n oznacza prąd znamionowy prądniczej zastępczej) i dojść do wartości I_p . Następnie — szacując według wartości I_n oporność bierną podprzejściową zastępczej prądniczej X'' — możemy obliczyć wartość pozostałych oporności biernej X w torze zwarciowym między prądnicą i miejscem o danej „mocy wyłączalnej” $P_{wył}$ z zależności

$$I_p = \frac{1,1 U}{\sqrt{3} (X'' + X)} \quad \text{czyli} \quad X = \frac{1,1 U}{\sqrt{3} \cdot I_p} - X''.$$

Ustalone w ten sposób wartości X'' i X umożliwiają zachowanie dostatecznego zwykle stopnia dokładności obliczeń w przypadkach wymagających uwzględnienia zmiennej oporności biernej prądniczej. Jeżeli przy tym nie są pomijane oporności czynne po stronie niskiego napięcia (tj. gdy $R : X > 0,2$), należy jeszcze wprowadzić do rachunku oporności czynne strony wysokiego napięcia, zakładając ich sumaryczną wartość w omach równą $0,2 (X'' + X)$, jeżeli nie ma bliższych danych.

Praktycznie bieg obliczania prądów zwarciowych [1, 6, 8, 9, 11, 13, 14, 16, 17, 20, 21, 22] nie różni się w zasadzie od stosowanego przy napięciach wysokich i tylko jeden autor [24] proponuje sprowadzenie obliczeń do przemnożenia serii dobieranych współczynników. Można jedynie zauważyć, że w stosunku do wysokonapięciowych obwodów zwarć występuje tu większa różnorodność parametrów, a zmienność wartości poszczególnych parametrów podczas trwania zwarcia może tu wpływać w większym stopniu na przebieg procesu zwarcia. Toteż obowiązuje odpowiednia rozważa w dobrze założeni i uproszczeni obliczeniowych. Z drugiej strony trzeba strzec się przesady w czelowaniu obliczeń, ku czemu mogłyby skłaniać oświeltone w niniejszej pracy okoliczności zjawisk zwarciowych. W rzeczy samej chodziło tu o skatalogowanie jak największej liczby czynników odgrywających rolę w rozważaniach nad przebiegiem zwarć w celu przede wszystkim ułatwienia orientacji co do tego, które z nich mogą odgrywać rolę istotną i zasługują w odpowiednich przypadkach na uwzględnienie.

Dodać należy, że do obliczeń zwarciowych w zamkniętych sieciach niskiego napięcia, zasilanych przez rozproszone w terenie transformatory, używa się specjalnych, uproszczonych metod [17, 18]. Ponadto — zamiast obliczeń lub do sprawdzania obliczeń — znajdują zastosowanie analizatory.

9. Przystosowanie sprzętu do warunków zwarciowych.

a) Przewody, kable i szyny. Ciepłne skutki prądów zwarciowych o przebiegu ostrym nie stwarzają konieczności powiększania przekrojów wobec nie stosowania zwołki w odłączaniu takich zwarć. Powiększanie przekrojów ponad wymaganą obciążalność roboczą bywa praktykowane w związku z zerowaniem w celu ograniczenia ujemnych następstw zwarć tępych w zakresie występujących przy tym napięć dotykowych. Ciepłym skutkiem zwarć tępych zapobiegają radykalnie zabezpieczenia przeciążeniowe. Jednakowoż nowoczesna praktyka zrywa coraz częściej z zasadą zabezpieczania przewodów i kabli od przeciążeń, a mianowicie tam, gdzie zwarcia tępe są mało

prawdopodobne i nie wywołują niebezpieczeństw innych, niż zniszczenie przewodu lub kabla. W takich przypadkach koordynacja przekrojów i zabezpieczeń zwarciowych jest regulowana właściwymi przepisami, które kierują się tutaj względami na otoczenie przewodu lub kabla poddanego przewlektemu działaniu tępego zwarcia.

Przystosowaniu szyn do dynamicznych skutków zwarć sprzyjają wymagane ze względu na obciążalność roboczą duże przekroje oraz możliwość stosowania małych rozpiętości między punktami wsparcia i możliwość posługiwania się mostkami usztywniającymi.

Nowe problemy wynikają z tendencji do stosowania kabli bez pancerza. Teoretyczne rozważania [19] dowodzą, że przy zwykłej gęstości skrętów żył powłoka ołowiana kabli normalnej budowy wystarcza do opanowania sił towarzyszących zwarcio. Nie ma danych, że sprawa była już dostatecznie zbadana, toteż w sytuacjach z narażeniem na wysokie wartości prądu zwarciovego zastosowanie kabla bez pancerza trudno by było uważać za nie pozbawione momentów ryzyka.

b) Przyrządy rozdzielcze i manewrowe. W przystosowaniu do warunków zwarciowych obowiązują tu te same kryteria, co przy wyborze przyrządów do urządzeń wysokiego napięcia. Skoro przyrząd niskonapięciowy zostanie wybrany odpowiednio do wymagań wpływających ze sposobu i okoliczności użytkowania, bierze się pod uwagę jego zadania i narażenia w przypadkach zwarć i odpowiednie dane techniczne o wytrzymałości zwarciowej przyrządu porównywa się z wartościami charakteryzującymi warunki zwarciove w miejscu, gdzie przyrząd ma być zainstalowany. Porównanie takie jest jedyną możliwą podstawą zakwalifikowania przyrządu co do jego zastosowności ze względów zwarciowych. Wartości charakteryzujące zwarciove narażenie przyrządu uzyskuje się drogą obliczeniową. Niezbędne do porównania dane techniczne o wytrzymałości zwarciowej przyrządu muszą być wskazane przez dostawcę przyrządów, powinny być powtórzone w katalogu przyrządów i powinny być powtórzone jako wiążące w metryce dostarczanej wraz z przyrządem lub na tabliczce opisowej przyrządu.

Dane o wytrzymałości zwarciowej przyrządów mają tylko wtedy wartość, gdy są sprawdzone przepisami — odpowiednio do rodzaju przyrządu — próbami typu i próbami wyrobu. Sama próba typu nie wystarcza i staje się nieaktualna, gdy w produkcji są dokonywane zmiany technologiczne lub konstrukcyjne, do których często zmusza sytuacja surowcowa albo trudności z półfabrykatami.

W praktyce zdarzają się przypadki, że czyniono odstępstwa od prototypów i dokumentacji technologicznych przez krótkowzroczne poszukiwanie ułatwień produkcji, bez należytego rozważenia następstw dla właściwości eksploatacyjnych produktu. W stosunku do wyrobów odpowiedzialnych pod względem wytrzymałości zwarciowej dowolności takie byłyby wyłączone, gdyby dla zakładów wytwórczych przyrządów niskonapięciowych istniała możliwość i obowiązek dokonywania prób zwarciowych na bieżących wyrobach. Bez tego — sprzętowi nie można przypisać żadnych określonych właściwości, doboru do warunków zwarciowych dokonać nie można, do odpowiedniego ukształtowania warunków zwarciowych brak jest wytycznych, a w rezultacie zachowanie się sprzętu w przypadkach zwarć jest całkowicie nieobliczalne.

To wszystko, co dotyczy wytrzymałości zwarciowej przyrządów, rozciąga się na zdolność wyłączania i zdolność załączania, jako podstawowe cechy łączników rozdzielczych i manewrowych. Łączniki są pod względem tych zdolności niesłychanie wrażliwe na najmniejsze odstępstwa od prototypów i najbardziej drobiazgowa dokumentacja nie gwarantuje dotrzymania właściwości prototypu bez kontroli przez zwarciownię. Oprócz sprawdzalności danych znamionowych o zdolności wyłączania i załączania ważna jest przy doborze jednoznaczna interpretacja tych wielkości. Wydaje się, że najpraktyczniejszy jest zwyczaj określania zdolności wyłączania za pośrednictwem wartości początkowej składowej okresowej prądu zwarciovego. Właściwy prąd wyłączalny jest wtedy wartością ewidencjonowaną tylko przez wytwórnę przyrządu, związaną tu najmniejszym możliwym opóźnieniem rozdzielania styków i dostatecznie skrajnie określonymi parametrami wzorcowego obwodu zwarcia (tabl. IV).

Co do tego, że zdolność załączania określona jest dopuszczalną wartością udarowego prądu zwarcia w miejscu zainstalowania łącznika, nieporozumień można się nie obawiać. Kwestia zdolności załączania wpływa w najszerszym stopniu w stosunku do przemysłowych łączników manewrowych (nastawczych). Przystosowanie ich do warunków zwarciowych jest rozwiązywane z reguły przez użycie bezpieczników topikowych, ograniczających w dostatecznym stopniu prąd zwarciowy. Dzięki temu

Tablica III. Przegląd środków opanowania następstw zwarć w urządzeniach niskonapięciowych prądu zmiennego

Srodki opanowania następstw zwarć	Główne warunki skuteczności poszczególnych środków*)	Bezpośrednie zadania	Ograniczenia
1. Znajomość zjawisk decydujących jakościowo i ilościowo o powstawaniu, przebiegu i przerywaniu zwarć 2. Oparte na tej znajomości praktyczne metody obliczeniowe	a	Prawidłowa ocena warunków zwarcio- wych	Wymagana dokładność oceny ma odpowiadać rozpiętości stopniowania znormalizowanych wymiarów elementów urządzeń
3. Decentralizacja zasilania urządzeń niskonapięciowych (rozdrobnienie i rozproszenie jednostek transformatorowych, praca równoległa tylko przez sieć lub dławiki) 4. Ograniczenie prądów zwarciovych przez dławiki po stronie wysokiego lub niskiego napięcia 5. Ograniczanie prądów zwarciovych przez bezpieczniki topikowe	a, b, d, f b, d a, b, c, d, f	Celowe ukształtowanie warunków zwarciovych	Ograniczenia ze strony danych technicznych rozporządzonego sprzętu oraz gospodarczego uzasadnienia nakładów
6. Właściwa izolacja i dostateczne odstępy izolacyjne 7. Uodpornienie elementów urządzeń na narażenia mechaniczne 8. Dobór tras przewodowych najmniej narażonych na działanie zewnętrznych czynników powodujących zwarcia 9. Zapobieganie możliwościom wadliwych łączeń (proste schematy, przejrzysta budowa urządzeń, ryglowania, blokady, kwalifikacje obsługi)	e e f	Zmniejszenie prawdopodobieństwa powstawania zwarć	Gospodarczo słuszny u- miar nakładów
10. Uodpornienie urządzeń na dynamiczne i cieplne działania przewidywanych prądów zwarciovych 11. Niezawodne odłączanie zwarć przez zabezpieczenia zwarcio- wowe w dostatecznie ściśle dotrzymywanym czasie	a, b, c, d a, b, c, d	Zapobieżenie ujem- nym wpływom zwarcia na stan u- rządzenia dotknię- tego zwarcie	Bierze się lub nie bierze się w rachubę mniej praw- dopodobne możliwości powstawania zwarć w kry- tycznych punktach urzą- dzenia — odpowiednio do wymagań co do koniecz- nej ciągłości pracy urzą- dzenia i do rozmiaru niez- będnych nakładów
12. Oddzielenie urządzeń elektroenergetycznych od środowisk, konstrukcji, przedmiotów i materiałów wrażliwych pod względem wybuchowym lub pożarowym oraz od stanowisk niebezpiecznych pod względem porażenia 13. Przystosowanie urządzeń elektrycznych do specjalnych wymagań bezpieczeństwa otoczenia wrażliwego pod względem wybuchowym, pożarowym lub możliwości porażenia 14. Stosowanie dodatkowych środków ochrony od niebezpiecz- nych napięć dotykowych, występujących przy zwarciach 15. Zapewnienie wybiórczego działania zabezpieczeń nadprąd- owych 16. Rezerwowe urządzenia zasilające	a, b, c, d c, e, f a, b, c, d, e, f a, b, c, f f	Zapobieganie u- jemnym następ- stwom zwarć w o- toczeniu urządzenia dotkniętego zwar- ciem oraz w innych urządzeniach	Uwzględnienie rozważnej proporcji między osiągał- ną skutecznością zastoso- wanych środków a roz- miarami niezbędnych na- kładów

*) Oznaczenia warunków:

a — znajomość aktualnych danych technicznych rozporządzonego sprzętu przy projektowaniu i przy eksploatacji urządzeń

b — dostateczna i niezawodna zgodność danych technicznych rozporządzonego sprzętu ze znamionowymi wartościami i charakterystykami

c — dostatecznie bogaty asortyment rozporządzonego sprzętu

d — prawidłowa ocena warunków zwarciovych

e — prawidłowy montaż

f — prawidłowa eksploatacja urządzeń

wyłącznik manewrowy załączony przypadkowo na ostre zwarcie ma szansę pozostać zdalnym do dalszego użytku. Na tym tle ujawnia się potrzeba dysponowania bezpiecznikami dużej mocy wyłączalnej na małe prądy znamionowe. W stosowaniu wkładek topikowych zwłoczných przy łącznikach manewrowych należy zachowywać niezbędną ostrożność.

c) Bezpieczniki topikowe. Bezpieczniki topikowe mają znaczenie najistotniejsze w roli zabezpieczenia zwarcio-
wego. O zastosowalności danego bezpiecznika w danych warunkach zwarciovych decyduje dostateczna zdolność wyłącza-
nia. Przy założeniu, że napięcie powrotne będzie równe znamio-
nowemu, wyraża się ona największą dopuszczalną wartością
prądu wyłączeniowego tj. początkowej składowej okresowej prądu
zwarciovego na zaciskach wejściowych zabezpieczenia. Zwa-
żyć trzeba, że bezpiecznik topikowy przy prostej budowie jest
tylko pozornie prosty dla technologii produkcji. Najdrobniejsze
szczegóły jego konstrukcji i wszystkie właściwości stosowanych
materiałów mają niewspółmiernie wielki wpływ na charaktery-
stykę jego działania i zwłaszcza na zdolność wyłączenia. Toteż
wszelkie dane techniczne bezpieczników topikowych są użytecz-
ne przy świadomym stosowaniu go jedynie pod warunkiem do-
statecznej rzetelności. Rzetelność ta może być zapewniona je-
dynie drogą bieżącej kontroli produkcji przez próby wyrobu,
do których musi należeć także próba zwarcio-
wa.

10. Opanowanie zjawisk zwarciovych.

Srodki, którymi rozporządza elektrotechnika w zapobieganiu
zwarciom oraz w celach lokalizacji i opanowania zjawisk zwar-
ciem towarzyszących, są zestawione w tabl. III. Jakkolwiek sto-
sowanie tych środków należy do codziennych zadań praktyki
inżynierskiej, warunkom ich skuteczności nie zawsze poświęca
się dostateczną uwagę. Główne warunki skuteczności określone
w tabl. III prawdopodobnie mogą uchodzić za dość bezsporne
w świetle praktyki, należy więc podkreślić fakt, że warunkiem
najbardziej podstawowym jest dokładna znajomość cech sprzętu,
decydujących o jego zachowaniu się przy zwarciach.

Nie można twierdzić, że opanowanie zwarć wymaga koniecz-
nie sprzętu o bardzo wysokiej wytrzymałości zwarcio-
wej oraz środków do odłączania zwarć o bardzo wysokiej zdolności wy-
łączania, jest bowiem rzeczą pewną, że sprzęt o skromnych
(lecz znanych) właściwościach może sprostać zadaniom, jeżeli
nie posuwamy się zbyt daleko w kumulacji mocy prądnic i trans-
formatorów. Innymi słowy można budując urządzenia stworzyć
warunki zwarcio-
we na miarę rozporządzonego sprzętu, a więc
na przykład rozdrobnione zapotrzebowanie mocy 800 kVA po-
kryć nie jednym transformatorem, lecz dwoma jednostkami po
400 kVA, pracującymi na oddzielne układy szyn bez powiązań
równoległych lub tylko z powiązaniem przez dostatecznie duże
oporności sieci niskiego napięcia. Wyjście takie jest, oczywiście,

bardzo niedogodne w przypadkach dużej różnorodności obciążeń dzielonych na mniejsze transformatory, gdyż prowadzi do powiększenia sumarycznej mocy instalowanych jednostek.

Zagadnienie powyższe dotyczy przede wszystkim urządzeń przemysłowych i nabiera wagi wobec żywiołowej rozbudowy naszego przemysłu wielkiego z dużymi skupieniami odbioru energii na jednostkę powierzchni. Na szczęście wymagania oszczędności kolorowych metali przewodowych działają w danym razie na rzecz decentralizacji transformowania, a więc i łagodniejszych warunków zwarciovych. Ustala się przekonanie, że w najczęstszych przypadkach dużych urządzeń przemysłowych rozwiązania racjonalne wyrażają się stosowaniem jednostek transformatorowych o mocy do 500 lub 630 kVA. Te same granice są ważne i dla ekonomicznych mocy stacji transformatorowych w naszych wielkomijskich sieciach węzłowych niskiego napięcia.

Jeżeli opanowanie warunków zwarciovych ma być możliwe bez uszczerbku dla gospodarności rozwiązań takich właśnie urządzeń zasilających — przemysłowych i wielkomijskich, to krajowa produkcja sprzętu powinna być nastawiona na opanowanie najcięższych warunków zwarciovych, jakie mogą występować w urządzeniach zasilanych przez transformatory o mocy do 630 kVA włącznie. Nie oznacza to wcale, że neguje się przydatki uzasadniające większe skupienia mocy, jednak można im odmówić tu pierwszoplanowej doniosłości, gdyż jako mniej liczne mogą być jeszcze przez pewien czas zdane na dostawy z importu.

Zadaniem dla przemysłu najtrudniejszym — z punktu widzenia opanowania zwarc — jest dostarczenie wyłączników samoczynnych i bezpieczników topikowych, zdolnych do niezawodnego odłączania dużych prądów zwarciovych. Wymagana zdolność wyłączania rośnie wraz z mocą stosowanych transformatorów, jak to ilustrują dane zawarte w tabl. IV. Tablica ta jest zestawiona dla przeciętnie skrajnych możliwości zwarciovych transformatorów zgodnych z PN/E-201, zastosowanych w warunkach przemysłowych (zasilanie silników), wykonanych bez odchyłek od znormalizowanych wartości znamionowych i pracujących na środkowym zaczeple przy przekładni do 20 kV na 0,4 kV.

Wymagany prąd wyłączeniowy bezpieczników topikowych, zainstalowanych w transformatorni zakładu przemysłowego, podany jest w kolumnie 3 z uwzględnieniem udziału silników w zasilaniu zwarcia. Wartość I_p z kolumny 2 może określać zdolność wyłączania wyłączników samoczynnych, jako wartość umowna w potocznym wspólnym języku dostawcy i użytkownika przyrządu.

Wartość i_{um} z kolumny 4 daje miarę wymaganej dynamicznej wytrzymałości zwarciovego sprzętu oraz wymaganej zdolności załączania wyłączników samoczynnych.

W następstwie koncentracji i rozwoju źródeł energii elektrycznej warunki zwarciovie wielu dawniejszych urządzeń wyrosły ponad miarę przewidywań z okresu ich budowy. Tutaj palące staje się zagadnienie modernizacji sprzętu. Nie zawsze oznacza to konieczność całkowitej wymiany poszczególnych elementów. Wiele można zdziałać drogą ograniczania prądów zwarciovych, drogą zmiany schematów w układach, drogą niewielkich zmian konstrukcyjnych lub też drogą wymiany zabezpieczeń zwarciovych. Zdolność wyłączania wyłączników samoczynnych może być w pewnych przypadkach radykalnie podniesiona przez wymianę komór łukowych na nowocześniejsze, bez potrzeby przeróbek przyrządu i nawet bez konieczności zdjęcia go ze stanowiska.

Trzeba podkreślić, że stosunkowo wysokie wymagania, wynikające z tabl. IV, nie dotyczą przyrządów i łączników manewrowych (nastawczych) oraz instalacyjnych. Złagodzenie wymagań nie wynika tu na tyle z faktu, że pracują one przeważnie dość daleko w sensie oporności toru przewodowego od transformatorów, lecz stąd, że są zabezpieczone od następstw zwarcia bezpiecznikami topikowymi. Odpowiednio do ostrości warunków zwarciovych właściwe i właściwie dobrane bezpieczniki topikowe zapobiegają wystąpieniu nateżeń zbyt groźnych dla sprzętu. Bezpieczniki topikowe spełniają więc niezmiennie doniosłą rolę regulatora warunków zwarciovych, dopuszczając wielkie oszczędności w wymiarowaniu masowo stosowanego sprzętu i wielkie oszczędności w wymiarowaniu przewodów. Jako warunek ich skuteczności w tej gospodarce wysoce odpowiedzialnej roli trzeba raz jeszcze podkreślić nieodzowną zgodność wyrobu z właściwościami i charakterystyką prototypu, które bierze się za podstawę prawidłowego zaprojektowania i budowy urządzeń. Szczególnie ważna jest przy tym charakterystyka działania w zakresie prądów zwarciovych.

Analizując środki zmierzające do opanowania niebezpieczeństw i strat nastroczających się od zwarc w urządzeniach niskonapięciowych, trudno nie zauważyć, że wszystkie one mogą być skuteczne tylko pod pewnymi warunkami i że wszystkie te warunki skuteczności sprowadzają się do jednego wspólnego. Jest nim znajomość właściwości zwarciovych rozporządkalnego sprzętu i niezawodna pewność, że właściwości te w użytkowanym sprzęcie istotnie występują w granicach ustalonych odchyłek. Aby móc prowadzić planową walkę z niekontrolowanym, żywiołowym rozgrywaniem się zjawisk zwarciovych, trzeba wy-

Tablica IV. Wymagania stawiane sprzętowi instalowanemu w transformatorni przemysłowej na 400 V w zależności od mocy transformatora budowy według PN/E-201

Moc transformatora na 400/230V (kVA)	Minimalna możliwa wartość R/X przy maksymalnej wartości I_p	I_p — początkowa składowa określona (bez udziału silników) (kA)	Prąd wyłączeniowy bezpieczników topikowych $I_{pm}^*)$ (kA)	Dynamiczna wytrzymałość zwarciova sprzętu $i_{um}^*)$ (kA)	Warunki dla wyłączników samoczynnych			
					złożone opóźnienie rozdzielenia styków (ms)	niesymetryczny prąd wyłączeniowy $I_{wn}^*)$ (kA)	$\frac{I_{wn}}{I_p}$	$\cos \varphi$ w obwodzie probierczym przy próbie zdolności wyłączania
250	0,45	8,4	12,1	12,3	10	10,4	1,24	0,41
					20	9,2	1,10	0,41
400	0,40	13,4	19,4	20,2	10	16,7	1,25	0,37
					20	14,6	1,09	
500	0,38	16,8	24,3	25,6	10	21,1	1,26	0,35
					20	18,3	1,09	
630	0,35	21,2	30,7	33,0	15	24,4	1,15	0,33
					30	22,2	1,05	
800	0,34	26,8	38,8	42,0	15	30,9	1,16	0,32
					30	28,1	1,05	
1000	0,32	33,5	48,5	53,1	15	38,7	1,16	0,30
					30	35,1	1,05	
1250	0,30	41,9	60,7	67,7	20	48,0	1,15	0,28
					40	43,8	1,05	
1600	0,28	53,7	77,7	87,7	20	61,6	1,15	0,27
					40	56,2	1,05	
Kolumna	1	2	3	4	5	6	7	8

*) Z uwzględnieniem udziału silników w zasilaniu zwarcia.

poszyć naszych konstruktorów i nasz przemysł aparatowy w odpowiednie zwarciownie. Do tej chwili najkonieczniejsze próby zwarciowe przeprowadzamy w równie wspaniałych jak i gościnnych zwarciowniach Związku Radzieckiego i Czechosłowacji. Jednakowoż bez dostępnej „na codzień” zwarciowni nasi konstruktorzy mogą przechodzić o włos obok nie dostrzeżonych najlepszych rozwiązań, a bez bieżącej kontroli produkcji sprzętu przez zwarciownię nasze aparaty i bezpieczniki są podobne do malowideł wykonywanych przez niewidomych. Gdybyśmy mieli pozostać bez krajowej zwarciowni, musielibyśmy stać się albo zbyt uciążliwymi gośćmi zwarciowni obcych, albo zrezygnować z opanowywania zaostrej sytuacji na odcinku zwarć w naszych coraz większych i coraz odpowiedzialniejszych urządzeniach. Wybór nie jest trudny i wydaje się, że został już dokonany, oczekuje jeno swej kolei na realizację.

Na uboczu pozostało zagadnienie wpływu podwyższenia użytkowego napięcia znamionowego na korzystniejsze kształtowanie się warunków zwarciowych. Długie i dodatnie doświadczenia ze stosowaniem napięcia 500 V rokurają widoki na przyjęcie się nowej klasy „napięć przemysłowych” do 1 kV, która w kwestiach zwarciowych zajmie pośrednie stanowisko między tzw. napięciami „niskimi” i „wysokimi”. Sprawa ta znajduje się już w stadium dojrzewania, a w produkcji naszego sprzętu — przewodów, kabli i aparatów — osiągnęte są stopniowo etapy, które pewnego dnia wyłonią konkretne możliwości wprowadzenia nowych napięć przemysłowych. Główne trudności wiążą się tutaj z opanowaniem napięć dotykowych, występujących w przypadkach zwarć oraz z koniecznością bardzo znacznego podwyższenia wymagań, stawianych jakości sprzętu odpowiedzialnego za bezpieczeństwo.

11. Wnioski.

1. Zadanie zapobiegania niebezpieczeństwom i stratom wynikającym z niedostatecznego opanowania zjawisk zwarciowych w urządzeniach niskiego napięcia staje się u nas coraz bardziej palącą koniecznością.

2. W zakresie umiejętności oceny i kształtowania warunków zwarciowych w urządzeniach niskonapięciowych trudności zasadniczych nie mamy.

3. Nieodzownym i pierwszym warunkiem opanowania zjawisk zwarciowych jest naszym nieskrępowane udostępnienie naszemu przemysłowi odpowiednio wyposażonej krajowej zwarciowni do celów konstrukcji doskonalszego sprzętu i bieżącej kontroli sprzętu produkowanego.

4. Na początek mniej są ważne szczytowe osiągnięcia pod względem właściwości zwarciowych produkowanego sprzętu, niż ustalenie i dotrzymywanie charakterystyk sprzętu dla najpospolitszych potrzeb przemysłu i energetyki.

5. Szczególnie doniosła rola bezpieczników topikowych w kwestii opanowania zwarć wymaga postawienia ich na pierwszym miejscu w walce o zwarciowo właściwy sprzęt. Przedmio-

tem troski ma być ustalenie charakterystyk — zwłaszcza w zakresie zwarciowym — ustalenie zdolności wyłączania, ujednolicenie wyrobu i celowe skompletowanie znormalizowanego asortymentu.

6. W zakresie aparatury rozdzielczej należy cele stawiane dla właściwości zwarciowych sprzętu skoordynować z poziomem takich warunków zwarciowych, jakie cechują najpospolitsze urządzenia, wymiarowane w zgodzie z wymaganiami gospodarności nakładów.

7. Wytrzymałość zwarciowa przyrządów manewrowych i instalacyjnych, może i powinna być kształtowana w zgodzie z charakterystykami znormalizowanych bezpieczników topikowych.

LITERATURA

- [1] „Prądy zwarcia w sieciach i instalacjach niskiego napięcia”, Przegl. El., 1938, z. 6, str. 142 ÷ 147.
- [2] „Wytzycenie budowy i eksploatacji miejskich sieci rozdzielczych ze szczególnym uwzględnieniem zagadnienia pewności ruchu”, Przegl. El. 1939, z. 1, str. 15 ÷ 24.
- [3] Z. Skoczyński. „Oporności maszyn synchronicznych”, Przegl. El., 1950, str. 150 ÷ 166.
- [4] R. Kurdziel. „Przybliżone obliczanie prądów zwarciowych”, Energetyka, 1952, z. 3, str. 143 ÷ 146 i z. 5, str. 218 ÷ 220.
- [5] N. K. E-stancyj SSSR. „Informacjonnyje Materialy, Wypusk elektrotechniceskij, wrzesień 1944 r.”.
- [6] Woronow i Łowickij. „Projektowanie siłowego elektrooborudowania promysленных przedpriatij”, 1950, str. 248 ÷ 249.
- [7] Fiedorow i Kniaziewskij. „Elektrosnabżenje promysленных przedpriatij”, 1951, str. 61 ÷ 75.
- [8] J. Ł. Mukosiejew. „Woprosy elektrosnabżenja promysленных przedpriatij”, 1951, str. 173 ÷ 176.
- [9] Baptdanow i Tarasow. „Elektrooborudowanje elektr. stancij i podstancij”, 1952, str. 55 ÷ 108.
- [10] S. A. Ułjanow. „Korotajje zamykanja w elektriceskich sistiemach”, Wyd. 4. 1952.
- [11] E. F. Kubler. „Determination of short-circuit currents in low-voltage industrial feeders”, Gen. El. Rev., 1940, str. 459 ÷ 466.
- [12] O. R. Schurig. „Fault voltage drop and impedance at short-circuit currents in low-voltage circuits”, AIEE Trans., 1941, str. 479 ÷ 486.
- [13] A. G. Darling. „Short-circuit calculating procedure for low-voltage a-c systems”, AIEE Trans., 1941, str. 1121 ÷ 1135.
- [14] AIEE Committee on Industrial Power Applications. „Electric power distribution for industrial plants”, przedruk w West. Data-Book, 1947/48, str. 273 ÷ 355 (por. str. 257 ÷ 272).
- [15] Wagner i Fountain. „Arcing fault currents in low-voltage a-c circuits”, AIEE Trans., 1948, str. 166 ÷ 174.
- [16] AIEE Paper 48-258. „Simplified calculation of fault currents”.
- [17] „Electr. transmission and distribution reference book”, wyd. 4, 1950.
- [18] Zaborszky, Cromer. „Short circuit calculation on secondary networks”, AIEE Trans., 1951, cz. II, str. 1829 ÷ 1832.
- [19] E. A. Beavis. „Cable short circuit currents”, El. Review, 1952, s. 385.
- [20] Megede, Reinshagen. „Vereinfachtes Verfahren zur Bestimmung der Kurzschlussströme in Drehstrom-Niederspannungsanlagen”, Siemens Zschr., 1930, z. 1, str. 29 ÷ 37.
- [21] W. Koch. „Die Berechnung des Stosskurzschlussstromes in Netzen mit Leitungswiderstand”, Siemens Z., 1936, str. 17 ÷ 19.
- [22] M. Gerlach. „Berechnung von Kurzschlussströmen in Hoch- und Niederspannungsanlagen”, Verl. „Technik” (NRD), Berlin, 1951.
- [23] BBC-Handbuch für Schaltanlagen, wyd. 2, 1951, str. 188 ÷ 195.
- [24] H. Tietze. „Die Beherrschung der Kurzschlussströme in Niederspannungsanlagen”, E. u. Masch., 1952, z. 5, str. 112 ÷ 120.

MGR INŻ. ZB. WOYNAROWSKI

Zadania zwarciowni w zakresie napięć przemysłowych

Treść. Podkreślono konieczność posiadania krajowej zwarciowni do badania wyłączników, zbudowanych do pracy na napięciach przemysłowych. Podano zarówno zakres prób, którym te wyłączniki należy poddawać w zwarciowni, jak i niezbędne do tego celu wyposażenie jej.

1. Uwagi wstępne.

Stały wzrost mocy prądnic i transformatorów zainstalowanych w przemyśle i energetyce oraz coraz częstsze stosowanie sieci zamkniętych powoduje ciągły wzrost wartości prądów zwarciowych w instalacjach elektrycznych.

Równocześnie wzrastają moce silników pracujących z dużą częstością łączeń. Dlatego też o b c i ą ż a l n o ś ć (prąd znamionowy) przemysłowych łączników rozdzielczych i nastawczych staje się cechą o znaczeniu wtórnym. Na pierwszy plan wysuwa się właściwość łączników zwana z d c l n o ś c i ą łączeniową lub łączalnością.

Łączalność aparatu obejmuje jego z a ł ą c z a l n o ś ć i w y ł ą c z a l n o ś ć. Rozróżnia się przy tym ł ą c z a l n o ś ć roboczą i ł ą c z a l n o ś ć z w a r c i o w ą. Łączalność robocza jest cechą charakterystyczną łączników nastawczych (manewrowych), natomiast samoczynne wyłączniki rozdzielcze wyposażone w szybkie wyciągacze lub przekładniki nadprądowe charakteryzuje przede wszystkim ich ł ą c z a l n o ś ć z w a r c i o w ą.

Załączalność i wyłączalność każdej konstrukcji łącznika powinna być sprawdzona doświadczalnie. W zależności od rodzaju aparatu sprawdza się je przy wykonywaniu czynności roboczych, a także przy zakłóceniach zwarciowych.

Sprawdzanie łączalności roboczej odbywa się przez wykonanie badanym łącznikiem określonej liczby łączeń przy zachowaniu umownego cyklu łączeniowego w obwodzie z odbiornikiem o określonym charakterze. Odbiornikiem takim może być silnik o określonej mocy, znanej wartości rzutu prądu ruchowego i wartości prądu ustalonego. Może to być również obwód zastępczy utworzony przez zespół oporników i dławików, odtwarzających charakter obwodu i założone warunki ruchowe. Liczba łączeń, którą musi łącznik wytrzymać bez uszkodzenia, zależy od rodzaju i konstrukcji łącznika, a także od jego przeznaczenia. Najczęściej spotyka się wartości od kilku tysięcy do kilkuset tysięcy łączeń.

Przy sprawdzaniu łączalności zwarciowej łączników rozdzielczych, przeznaczonych do samoczynnego otwierania obwodu przy zwarciach, badany wyłącznik wykonuje w sieci o określonym napięciu jeden lub więcej cykli łączeniowych w obwodzie zwar-

tym. Każdy cykl łączeniowy składa się z dwóch załączeń i trzech wyłączeń prądu w odstępach np. 60-sekundowych według programu

W — 60s — ZW — 60s — ZW.

Próby powtarza się kilkakrotnie w obwodach o różnym charakterze. Przy prądzie stałym bada się zachowanie łącznika w obwodach o stałej czasowej od 0 do 0,01 s. Przy prądzie zmiennym próby wykonywa się w obwodzie o wartości $\cos \varphi$ od 1 do 0,2.

80% największej wartości przewidywanego ustalonego prądu zwarcowego, występującej przy zwarciu na zaciskach wejściowych wyłącznika w obwodzie, w którym wyłącznik badany przeszedł przepisany cykl łączeniowy i pozostaje po tym zdalny do dalszego użytku, nazywa się n_{max} . Wartość prądu, którą wyłącznik jest w stanie jednorazowo wyłączyć ulegając przy tym uszkodzeniu, określa się jako jego $wyłączalność$ graniczną.

Laboratoria wyposażone w urządzenia służące do przeprowadzania prób zwarcowych nazywają się laboratoriami wielkich mocy lub zwarcowniami.

Przy pomocy tych samych urządzeń technicznych wykonywa się zwykle również próby łączalności roboczej.

2. Cel prób.

Próby łączalności zwarcowej i roboczej są wykonywane:

a) przez konstruktora na modelach części przewodzących i urządzeniach gaszenia łuku, a także na pełnych modelach laboratoryjnych nowych konstrukcji łączników dla sprawdzenia słuszności założeń projektowych;

b) przy zatwierdzaniu typu łącznika do produkcji i przy klasyfikowaniu pierwowzorów oraz serii pierwowzorowych nowych konstrukcji;

c) przy okresowym sprawdzaniu zgodności aparatów z produkcją seryjną z danymi znamionowymi;

d) przy wprowadzaniu w układzie przewodzącym i urządzeniach gaszenia łuku zmian konstrukcyjnych, materiałowych i technologicznych, wynikających z realizacji postępu technicznego i pomysłów racjonalizatorskich;

e) przy sprawdzaniu przydatności do dalszej pracy w określonych warunkach roboczych i zwarcowych starszych typów aparatów;

f) przy badaniu przyczyn zakłócenia ruchu lub uszkodzeń, wynikłych z zachowania się łączników w określonych warunkach roboczych i zwarcowych;

g) przy pracach naukowych i badawczych, mających na celu postęp techniczny w dziedzinie budowy łączników, a szczególnie postęp w zwiększeniu ich łączalności.

Próby podane w punkcie a), a częściowo i próby z punktu c) odbywają się zazwyczaj w pomocniczych laboratoriach zwarcowych bezpośrednio dostępnych dla konstruktorów. Laboratoria takie powinny zwykle znajdować się w większych zakładach budujących aparaty elektryczne.

Próby z punktów b) do g) są dokonywane przez centralną zwarcownię należącą do niezależnej instytucji nadrzędnej.

3. Wyposażenie zwarcowni.

Ze względu na stale wzrastające zastosowanie przemysłowe prądu stałego wyposażenie zwarcowni powinno obejmować zarówno źródła prądu trójfazowego, jak i źródła prądu stałego o dostatecznej mocy.

Zwarcownie przeznaczone do badania łączników i aparatury przemysłowej winny umożliwiać wykonanie prób łączalności zwarcowej i roboczej na całym obszarze napięć przemysłowych. Będą to napięcia 125, 220, 380, 500, 660, 860 i 1000 V + 10% przy prądzie zmiennym oraz napięcia 110, 220, 440, 550, 750, 1250, 1500 i 3000 V + 10% przy prądzie stałym. Prócz tego winna istnieć możliwość dokonywania prób łączalności roboczej i granicznej nastawczych łączników przemysłowych, jak styczniki i nastawniki, których używa się do sterowania silników przy napięciach 3000, 6000 i 10000 V prądu trójfazowego.

Moc źródeł prądu zwarcowego powinna umożliwiać uzyskiwanie przy próbach większych wartości prądów zwarcowych niż te, które spotyka się w najbardziej niekorzystnych przypadkach w sieciach przemysłowych.

W przypadku prądu trójfazowego wartość ustalonego prądu zwarcowego, uzyskiwana przez zwarcie na zaciskach wejściowych badanego wyłącznika, nie powinna być mniejsza niż 75 kA przy 500 V i 30 kA przy 1000 V. W przypadku prądu stałego pożądaną jest uzyskiwanie co najmniej 100 kA przy 550 V i 15 kA przy 3000 V.

Źródłem prądu trójfazowego są przy napięciu do 1000 V zazwyczaj transformatory o specjalnie wzmocnionej budowie, za-

silane z osobnych prądnic lub sztywnej sieci przemysłowej. Dla prób zwarcowej wytrzymałości dynamicznej transformatory takie mogą dostarczać przez krótki czas do 200 kA przy napięciu powyżej 500 V lub do 350 kA przy napięciu niższym.

Dla prób zwarcowych przy prądzie stałym o napięciu do 750 V korzysta się zwykle z przetwornic wirujących. Wyłączniki szybkiego prądu stałego można również badać przy pomocy źródła prądu zmiennego o obniżonej częstotliwości, umożliwiającą uzyskiwanie stromości przyrostu prądu rzędu $(5 \div 10) \cdot 10^6$ A/ms. Przy napięciach powyżej 750 V źródłem prądu zwarcowego są często prostowniki rtęciowe.

Oprócz źródeł prądu zwarcowego w skład wyposażenia zwarcowni wchodzi liczne zespoły oporników i dławików, które służą do dobrania wartości prądu i przystosowania charakteru obwodu zwartego do różnych warunków prób.

Miedzy źródłem prądu zwarcowego a wyłącznikiem badanym znajduje się wyłącznik bezpieczeństwa. Jest to wyłącznik o zdolności wyłączenia większej niż największa przewidywana wartość prądów zwarcowych w obwodzie zwartym przy wszystkich wartościach napięć. Jego zadaniem jest niezawodne przerwanie obwodu zwartego niezależnie od stanu wyłącznika badanego, w którym może nastąpić zakleszczenie mechanizmu, spiecenie się styków, utrzymywanie się łuku ciągłego lub inne uszkodzenie wynikłe z przekroczenia wartości granicznych łączalności, wyłączalności lub wytrzymałości termicznej czy dynamicznej.

Ważnym elementem składowym w obwodzie zwartym jest załącznik z warc. Jest to łącznik o załączalności większej niż wynosi największa wartość przewidywanych udarowych prądów zwarcowych przy wszystkich napięciach źródła prądu. Otwieranie tego łącznika jest możliwe tylko w stanie bezprądowym obwodu. Załącznik zwarc jest uruchamiany przez przekładniki synchronizacyjne, które przy prądzie zmiennym pozwalają na zamknięcie obwodu w punkcie krzywej napięcia z góry przyjętym.

W skład aparatury pomiarowej zainstalowanej w laboratorium wielkich mocy wchodzi oprócz zespołu normalnych mierników wysokiej klasy kilka specjalnych urządzeń, jak: a) oscylograf elektromagnetyczny 9- lub 12-pętlicowy, służący do rejestrowania zmian wartości napięcia, prądu i innych wielkości w kilku biegach łącznika; b) oscylograf elektronowy do rejestrowania przebiegu napięcia powrotnego; c) aparatura do szybkich zdjęć fotograficznych celem rejestrowania poszczególnych faz przebiegu gaszenia łuku przy zwarciu na taśmie filmowej lub nieruchomej kliszy (system Bron-Aleksandrowskiego opracowany przez uczonych radzieckich).

Do wyposażenia oscylografu elektromagnetycznego należą również nadajniki magnetyczne lub pojemnościowe przeznaczone np. do pomiaru odkształceń mechanicznych i rejestrowania przebiegu ciśnienia w komorach łukowych.

4. Uwagi końcowe.

Dobrze wyposażone laboratorium zwarcowe, pozwalające na wykonywanie prób w zakresie napięć przemysłowych przynosi krajowi szereg poważnych korzyści, a mianowicie:

a) przyczynia się do stałego podnoszenia poziomu technicznego nowych konstrukcji łączników przemysłowych;

b) umożliwia zrozumienie i wyjaśnienie wzajemnych zależności między szeregiem skomplikowanych zjawisk i przebiegów, zachodzących przy normalnej pracy łączników i przy przebiegach zwarcowych;

c) pozwala na uniknięcie wielu przyczyn zakłóceń pracy przez zapewnienie właściwego doboru łączników do rzeczywistych warunków roboczych i zwarcowych;

d) ułatwia wyszkolenie wysokokwalifikowanych kadr, obznajmionych z nowoczesnym sprzętem i jego zachowaniem się w najbardziej krytycznych warunkach pracy;

e) przyczynia się do bardziej oszczędnego i racjonalnego projektowania instalacji przemysłowych, które na skutek nieznamośności zachowania się sprzętu przy przebiegach zwarcowych pochłaniają obecnie nadmierną ilość materiałów.

W większości państw o szeroko rozbudowanym przemyśle elektrotechnicznym powstały — niezależnie od laboratoriów zwarcowych w poszczególnych zakładach wytwórczych — na przestrzeni ostatnich kilkunastu lat centralne laboratoria wielkich mocy. W Związku Radzieckim takim potężnym laboratorium, podstawionym na najwyższym poziomie technicznym, dysponującym Wschowozwiązkowy Instytut Elektrotechniki. Z państw demokracji ludowej Czechosłowacja wybudowała ostatnio w pobliżu Pragi nowe centralne laboratorium zwarcowe. W krajach kapitalistycznych znane są również wielkie laboratoria, jak KEMA (Holandia), Switchgear Testing Co (W. Brytania), Laboratoire

Central des Industries Electriques (Francja), czy Underwriters Laboratories (USA). Wszystkie te laboratoria zostały tam zbudowane wspólnym kosztem przez wielkie koncerny elektrotechniczne — niezależnie od laboratoriów zwiarcioowych stanowiących własność poszczególnych przedsiębiorstw.

Polski przemysł elektrotechniczny korzysta narazie z pomocy Związku Radzieckiego i Czechosłowacji. Ze względu jednak na stały i szybki postęp techniczny w tych krajach w dziedzinie budowy łazników coraz trudniej o uzyskanie niezbędnych godzin prób w zaprzyjaźnionych zagranicznych laboratoriach zwiarcioowych. Dlatego też polscy konstruktorzy aparatów elektrotechnicznych z nadzieją patrzą na szybko wznoszone mury laboratoriów Instytutu Elektrotechniki i liczą na to, że już niedługo będą mogli tam pracować nad stałym ulepszaniem budowanej w kraju aparatury przemysłowej, aby ta sprężała wymagania.

TADEUSZ SCHWARTZ

Rola dławika w łukowym urządzeniu grzejnym i właściwy dobór dławika

669.187.2:621.365.2:621.318.42

Treść. Analiza wpływów wywieranych przez oporność indukcyjną w obwodzie elektrycznego stalowniczego pieca łukowego na stan pracy tego pieca. Wytyczne doboru dławika jako elementu uzupełniającego oporność indukcyjną toru prądowego i transformatora piecowego w łukowym urządzeniu grzejnym.

Роль дросселя в дуговом нагревательном устройстве и надлежащий подбор дросселей. Анализ влияния, которое в цепи сталеплавильной дуговой печи оказывает индуктивное сопротивление на ход работы этой печи. Указания относительно подбора дросселя, который пополняет реактивное сопротивление соединительных проводов и трансформатора в цепи дугового нагревательного устройства.

The role of choking coils in arc heating equipment and proper selection of choking coils. Analysis of influences exerted on the performance of direct-arc furnaces for steel melting processes by the inductive reactance in their electric circuit. Directives for selecting choking coils as a complementary element in the inductive reactance of the current track and furnace transformer in arc heating equipment.

1. Wstęp.

Przez „łukowe urządzenie grzejne” należy niżej rozumieć głównie stalowniczy piec łukowy wraz z jego wyposażeniem, gdyż przede wszystkim w tego rodzaju urządzeniu łukowym dławik znajduje zastosowanie. Takie urządzenie grzejne składa się w praktyce z przewodów łączących sieć zasilającą (z reguły sieć wysokiego napięcia) z transformatorem piecowym, z transformatora piecowego obniżającego napięcie, z toru wieloprądowego łączącego wtórne zaciski transformatora z elektrodami pieca, z pieca łukowego, z urządzenia do regulacji elektrod, oraz z aparatury kontrolnej, sygnalizacyjnej, pomiarowej i sterowniczej. Dławik — jeżeli jest zastosowany — znajduje się w urządzeniu łukowym bezpośrednio przed transformatorem, po stronie wysokiego napięcia.

Dławik, w odróżnieniu od innych części składowych, nie jest elementem stałym urządzenia łukowego, wobec czego zarówno dla konstruktora, jak i dla użytkownika pieca łukowego potrzebna jest umiejętność oceny wpływów, decydujących o stosowności tego elementu.

Współcześnie najbardziej rozpowszechnionym łukowym piecem stalowniczym jest trójfazowy piec typu Héroulta. Taki piec charakteryzuje się bezpośrednimi łukami elektrycznymi, płonącymi między wsadem (materiałem poddawany działaniu ciepła), umieszczonym w kadzi topowej, i końcami trzech pionowo zawieszonych węglowych elektrod, rozmieszczonych symetrycznie względem pionowej osi pieca, to znaczy w ten sposób, że ich końce tworzą wierzchołki trójkąta równobocznego.

Piec Héroulta może być traktowany jako odbiornik połączony w gwiazdę, której ramiona tworzą trzy łuki elektryczne i której punkt zerowy tworzy wsad piecowy.

Przy założeniu symetrii obciążeń trzech faz do analizy stanu pracy pieca wystarcza na ogół rozpatrywanie jednej fazy urządzenia. Taki jednofazowy obwód będzie dalej wzięty pod uwagę.

W obwodzie każdej fazy urządzenia łukowego występuje oporność czynna R_f , na którą składają się: 1) oporność łuku r , traktowana jako zmienna zależna od prądu łuku, oraz 2) zmienna oporność czynna obwodu zasilającego łuk, to znaczy wypadkowa R składowych oporności przewodów, transformatora i elektrod (czynną oporność wsadu i czynną oporność dławika można pomijać):

$$(1) \quad R_f = R + r.$$

W obwodzie każdej fazy występuje także szeregowo z czynną połączoną oporność bierna (indukcyjna) $X = \omega L$, stanowiąca wypadkową indukcyjnych oporności poszczególnych części obwodu, a więc oporności dławika X_D , oporności transformatora i toru prądowego. Oporność X można w przybliżeniu traktować jako niezależną od prądu.

Obwód jednej fazy urządzenia może być w uproszczeniu zastąpiony obwodem przedstawionym na rys. 1. Uproszczenie, po-

niom, które nakłada na nią nieprzerwany rozwój przemysłu socjalistycznego.

LITERATURA

- Bron O. B. Dwiżenje elektriceskoj dugi w magnitnom pole, Goseniegoizdat, 1946.
Cazet A. Les essais d'appareillage au Laboratoire Central des Industries Electriques, Electricité, 1952/11.
Hassdenteufel J. Wystawka laboratorij velkych vkonu — zkratowny. Elektrotechnický Obzor, 1952/2.
Leardini T. Comment on essaye les interrupteurs. Notices Gallileo, 1949.
Tereza G. P. Zawodskije ispytatelnyje stancii niskowoltnoj apparatury, Goseniegoizdat, 1949.
Nouveau laboratoire d'essais à grande puissance, Merger Magazine, nr 19.
Station d'essais à grande puissance des Établissements Merlin-Gérin, Merger Magazine, nr 34.
A high power short circuit testing station, Switchgear Testing Company Ltd.

legające tu na pominięciu rozgałęzienia, które należałoby wprowadzić przy uwzględnianiu prądu jałowego transformatora, jest dopuszczalne dlatego, że moc stanu jałowego transformatora jest z reguły bardzo mała w porównaniu z mocą łuków elektrycznych (mocą pieca)*).

Napięcie zasilające (fazowe) U_1 jest traktowane jako napięcie sinusoidalne o wartości skutecznej ustalonej podczas pracy pieca i niezależnej od natężenia prądu łuku I .

Moc czynna urządzenia (na jedną fazę) jest określona zależnością:

$$(2) \quad P_1 = I^2 (R + r).$$

Moc czynna łuku, będąca miarą mocy pieca, wynosi

$$(3) \quad P = I^2 r.$$

Teoretycznie i praktycznie zarówno przy projektowaniu, jak i przy eksploatacji urządzenia łukowego, jest interesujące zagadnienie właściwego doboru każdej z trzech wymienionych charakterystycznych oporności X , R , r . Jednak w dalszym ciągu, zgodnie z tematem, oporności R i r będą brane pod uwagę tylko w miarę potrzeby uwzględnienia ich powiązania z opornością indukcyjną X , której częścią składową może być oporność dławika X_D .

Dobór odpowiedniej oporności r przy pracy pieca odbywa się za pośrednictwem regulacji łuku, przez wpływanie na długość l , napięcie U i prąd I łuku.

O oporności R decydują założenia konstrukcyjne urządzenia, wynikające z następujących rozważań.

Moc czynna łuku (3), po wyrażeniu prądu w funkcji napięcia i oporności, może być określona z zależności:

$$(4) \quad P = \frac{U_1^2 r}{(R + r)^2 + X^2}.$$

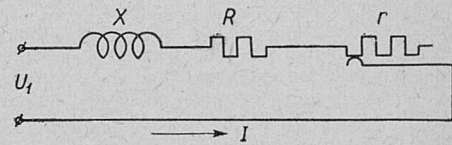
Przyrównanie pochodnej funkcji (4) do zera daje warunek maksymalnej mocy łuku wyrażający się zależnością

$$(5) \quad r = Z_z,$$

w której Z_z oznacza oporność pozorną obwodu zasilającego, to znaczy oporność obwodu urządzenia łukowego przy zwarcu ($r = 0$), określoną przez zależność

$$(6) \quad Z_z = \sqrt{R^2 + X^2}.$$

* Straty w żelazie piecowych transformatorów wynoszą zwykle tylko 0,5% ich znamionowej mocy, a prąd jałowy 2,5 ... 3,0 % ich prądu znamionowego.



Największa możliwa do osiągnięcia moc łuku po uwzględnieniu warunku (5) wynosi:

$$(7) \quad P_{\max} = \frac{U_1^2}{2(R + Z_z)}$$

W analogiczny sposób wyznaczona maksymalna wartość mocy czynnej jednej fazy urządzenia łukowego, występująca przy $R_f = X$, wynosi

$$(8) \quad P_{1\max} = \frac{U_1^2}{2X}$$

Dzieląc (7) przez (8) stronami otrzymuje się zależność:

$$(9) \quad \frac{P_{\max}}{P_{1\max}} = \sqrt{\frac{Z_z - R}{Z_z + R}}$$

z której bezpośrednio wynika wniosek, że wykorzystanie urządzenia jest tym lepsze, to znaczy stosunek największej mocy możliwej do wydzielienia w łuku do największej mocy, którą może pobrać urządzenie, jest tym bardziej bliski jednoci, im jest mniejsza oporność czynna R obwodu zasilającego.

Ta jednoznaczna wytyczna decyduje o tym, że założenia konstrukcyjne przy projektowaniu urządzenia łukowego idą zawsze w kierunku sprowadzenia oporności R do minimum. Do tego samego wniosku o celowości dobierania możliwie małych wartości R prowadzą także inne niż wskazana drogi rozumowania.

W porównaniu z zagadnieniem doboru oporności R wybór prawidłowej wartości X nie da się określić w sposób prosty, analiza bowiem wykazuje szereg sprzecznych ze sobą wskazań doboru indukcyjności własnej obwodu. Ze względu na te sprzeczności w praktyce jest konieczny racjonalny kompromis, wynikający ze znajomości wymagań stawianych urządzeniu łukowemu zarówno przez metalurgę, jak i przez elektryka. Wymagania obu tych stron nie są identyczne. Metalurg przypisuje największe znaczenie własnościom łuku, stanowiącego dlań źródło ciepła. Elektryk musi między innymi dbać o prawidłową wartość współczynnika mocy urządzenia łukowego, co metalurgia na ogół nie interesuje.

W dalszym ciągu rozpatrzmy warunki, które powinny być znane przy wyborze oporności indukcyjnej X , wykluczając z rozważań zagadnienie regulacji elektrod, gdyż jest to zagadnienie specjalne, nie wchodzące w ramy tej pracy i tylko pośrednio związane z indukcyjnością obwodu urządzenia łukowego.

Warunki decydujące o doborze całkowitej oporności indukcyjnej decydują również o doborze dławika, mogącego stwarzać część całkowitej oporności indukcyjnej, i z tego względu są merytorycznie związane z zagadnieniem tytułowym.

2. Warunki statecznego stanu palenia się łuku.

Z doświadczenia wiadomo, że dla szerokiego zakresu zmian natężenia prądu łuku o określonej długości l , napięcie łuku (U) może się utrzymywać na tej samej albo prawie tej samej wysokości. Prawa wyładowań elektrycznych w gazach różniące się od prawa Ohma ważnego dla przewodów metalowych powodują, że miejsce geometryczne punktów, wyznaczających napięcie łuku w funkcji prądu łuku, przy $l = \text{const}$, zwłaszcza przy dużej mocy łuku może tworzyć krzywą zbliżoną mniej lub więcej do prostej poziomej.

Przy ustalonej wartości napięcia zasilającego U_1 napięcie płonącego łuku, jak wynika z rozpatrzenia obwodu podanego na rys. 1, jest równe napięciu użytecznemu U_u , to znaczy napięciu, którym można dysponować między końcem elektrody piecowej i powierzchnią wsadu.

Z trójkąta spadków napięć obwodu pokazanego na rys. 1 wynika bezpośrednio, że napięcie użyteczne jest określone zależnością:

$$(10) \quad U_u = \sqrt{U_1^2 - I^2 X^2} - IR.$$

Warunkiem palenia się łuku jest wobec tego równość:

$$(11) \quad U = U_u.$$

Ponieważ U_u , jak wynika z (10), zmienia się wraz ze zmianą prądu I , natomiast napięcie U , przy $l = \text{const}$, można — jak powiedziano — traktować, zwłaszcza przy dużych wartościach I , jako wielkość niezależną od I , przeto wszelka zmiana liczby nośników prądu (jonów) w obszarze wyładowania łukowego (zależna od stopnia jonizacji obszaru wyładowania łukowego) może spowodować przy $l = \text{const}$ niespełnienie warunku (11). Stan łuku, w którym takie zakłócenie zostaje samoczynnie zlikwidowane, nazywa się statecznym stanem palenia się łuku. Zakłócenie, powstające w stanie niestatecznego palenia się łuku, powoduje przerwę do stanu statecznego albo zgaśnięcie łuku. Zakłócenie powstające w stanie statecznym prowadzi do samoczynnego przywrócenia warunków panujących przed zakłóceniem (łuk stateczny).

O stateczności łuku decyduje charakter krzywych

$$(12) \quad U = f(I) \quad \text{przy } l = \text{const} \quad \text{ i } \quad U_u = f(I)$$

w pobliżu punktu przecięcia się tych krzywych (jeżeli krzywe nie mają punktu przecięcia, to wobec niespełnienia warunku (11) łuk w ogóle płonąć nie może).

Łuk płonie w sposób stateczny, jeżeli dodatni przyrost ilości nośników prądu w łuku wywołuje ujemny przyrost napięcia U_u i odwrotnie. W takich warunkach chwilowemu wzrostowi liczby nośników prądu w łuku towarzyszy malenie natężenia pola elektrycznego między elektrodami łuku, co z kolei wywołuje zmniejszenie prądu, a więc powrót do stanu panującego przed zakłóceniem. Podobnie — w tych samych warunkach — zostanie przywrócony stan poprzedni, jeżeli zakłócenie miało charakter przeciwny, to znaczy gdy wystąpiło nagłe zmniejszenie liczby nośników prądu łuku.

Na podstawie podanego wyjaśnienia warunków stateczności łuku można przedstawić w postaci zależności

$$(13) \quad \left| \frac{dU}{dI} \right| < \left| \frac{dU_u}{dI} \right|,$$

wyrażającej stosunek, który powinien istnieć między bezwzględnymi wartościami pochodnych funkcji (12), przy $U_u = U$.

Po uwzględnieniu zależności (10), warunek (13) można wyrazić w postaci

$$(14) \quad R + \frac{X^2}{R + \frac{U_u}{I}} > \left| \frac{dU}{dI} \right|.$$

Przy dużych natężeniach prądu I , z jakimi mamy normalnie do czynienia w przemysłowych piecach łukowych, warunek (14) jest zawsze spełniony, gdyż prawa strona nierówności (14) jest równa albo bliska zeru. Z zależności (14) można więc jedynie określać stopień stateczności, a lewą stronę tej zależności traktować jako miarę stopnia stateczności łuku. Można mianowicie twierdzić, że w miarę wzrostu wartości wyrażenia

$$(15) \quad R + \frac{X^2}{R + \frac{U_u}{I}} = S$$

stateczność łuku wzrasta.

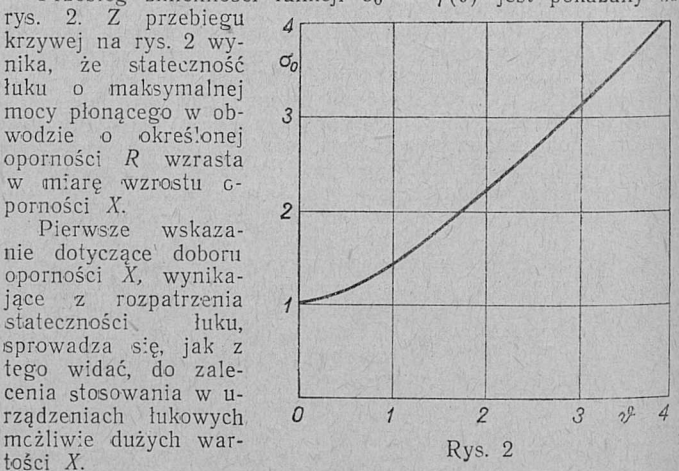
Uwzględniając, że w stanie palenia się łuku stosunek napięcia użytecznego do prądu łuku jest równy oporności łuku (r), możemy zamiast (15) napisać

$$(16) \quad S = R + \frac{X^2}{R + r}.$$

Ponieważ S ma wymiar oporności, więc przy określonej oporności czynnej R obwodu urządzenia łukowego można stosunek $S/R = s$ traktować jako bezwymiarową wielkość, charakteryzującą stateczność łuku. Ta charakterystyczna wielkość dla warunków maksymalnej mocy pieca, w których $S_0 = Z_z$, daje się wyrazić jako funkcja argumentu $\vartheta = X:R$ w postaci

$$(17) \quad \sigma_0 = \frac{S_0}{R} = \sqrt{1 + \vartheta^2}.$$

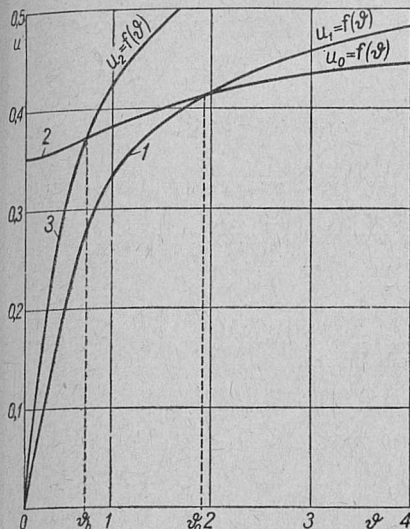
Przebieg zmienności funkcji $\sigma_0 = f(\vartheta)$ jest pokazany na



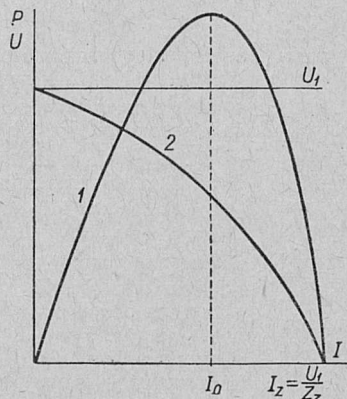
3. Warunki ciągłości palenia się łuku.

Przy zasilaniu napięciem zmiennym, co z reguły bywa we współczesnie używanych przemysłowych piecach łukowych, łuk elektryczny może zapłonąć w każdym półokresie zmienności napięcia dopiero po osiągnięciu przez napięcie ściśle określonej wartości, zwanej napięciem zapłonu. Także w każdym półokresie

zmienności napięcia łuk gaśnie po obniżeniu się napięcia do wartości zwanej napięciem gaśnięcia. Na ogół napięcie zapłonu nie jest równe napięciu gaśnięcia. Histerezy charakter zmienności zjawisk termicznych towarzyszących paleniu się łuku wpływa na ten sposób, że łuk gaśnie przy napięciu niższym od napięcia zapłonu. Napięcie gaśnięcia jest więc na ogół mniejsze od napięcia zapłonu. Jednak w niektórych przypadkach różnica tych napięć może zanikać i na przykład w łukowych urządzeniach dużej mo-



Rys. 3



Rys. 4

cy nie obserwuje się dużych różnic między wartościami napięcia zapłonu i gaśnięcia łuku [1]. Wobec tego w stosunku do łuku dużej mocy, z jakim mamy do czynienia w piecach przemysłowych, można w przybliżeniu identyfikować napięcie zapłonu z napięciem palenia się i gaśnięcia łuku. Taki przypadek stałości bezwzględnej wartości napięcia łuku będzie dalej brany pod uwagę.

Oznaczając jak wyżej dla jednej fazy U_1 — napięcie zasilające, U — napięcie łuku, I — prąd łuku, X — oporność indukcyjną, i zakładając dla uproszczenia $R = 0$, można [1] zależność między spadkami napięć w obwodzie z rys. 1 przedstawić równaniem

$$(18) \quad U_{im} \sin(\omega t + \varphi) = U + X \frac{dI}{dt},$$

w którym U_{im} oznacza maksymalną wartość zmiennego napięcia zasilającego, a kąt φ — przesunięcie fazowe prądu łuku względem napięcia zasilającego.

Po scałkowaniu (18) otrzymuje się

$$I = \frac{U_{im}}{X} \left[-\cos(\omega t + \varphi) \right] - \frac{U}{X} \omega t + C,$$

a ponieważ przy $\omega t = 0$, $I = 0$, więc $C = \frac{U_{im}}{X} \cos \varphi$, co pozwala wyrazić prąd łuku zależnością:

$$I = -\frac{U_{im}}{X} \cos(\omega t + \varphi) + \frac{U_{im}}{X} \cos \varphi - \frac{U}{X} \omega t.$$

Ponieważ przy $\omega t = \pi$ także $I = 0$, więc

$$0 = -\frac{U_{im}}{X} \cos(\pi + \varphi) + \frac{U_{im}}{X} \cos \varphi - \frac{U}{X} \pi,$$

skąd

$$(19) \quad \cos \varphi = \frac{\pi}{2} \cdot \frac{U}{U_{im}}.$$

Łuk może płonąć w sposób nieprzerwany, jeżeli w momencie przechodzenia prądu przez zero napięcie zasilające ma wartość równą co najmniej napięciu zapłonu. Warunkiem ciągłości palenia się łuku jest więc zależność $U_{im} \sin \varphi \geq U$ albo $\sin \varphi \geq \frac{U}{U_{im}}$, co po uwzględnieniu (19) daje $1 - \left[\frac{\pi}{2} \cdot \frac{U}{U_{im}} \right]^2 \geq$

$\left[\frac{U}{U_{im}} \right]^2$, skąd

$$(20) \quad \frac{U}{U_{im}} \leq 0,54.$$

Dla obwodów rzeczywistych, w których zawsze $R > 0$, warunek (20) ulega modyfikacji.

Warunek ciągłości palenia się łuku zmienia się, jak wykazał Tielnyj [1], przy $R > 0$ w ten sposób, że charakterystyczna war-

tość 0,54, występująca w (20) stanowi dla rzeczywistego obwodu górną granicę stosunku napięć, do której ten stosunek zdąży asymptotycznie przy wzroście do nieskończoności stosunku X/R . Wobec tego przy $R > 0$ otrzymuje się

$$(21) \quad \frac{U}{U_{im}} = u_1 = f(\vartheta).$$

Zależność (21) w interpretacji geometrycznej jest przedstawiona krzywą 1 na rys. 3.

W trójfazowym piecu Héroulta, który jest piecem bez przewodu zerowego, warunki ulegają zmianie, gdyż napięcie między elektrodą fazową i wsadem w momencie przed zapłonem łuku w danej fazie — przy czynnych dwu pozostałych fazach — jest większe od napięcia fazowego. Dzięki temu przy $R = \text{const}$ w trójfazowym piecu Héroulta ciągłość procesu palenia się łuku uzyskuje się kosztem nieco mniejszej wartości oporności indukcyjnej. Obowiązuje w tym przypadku krzywa graniczna wartości napięć, $u_2 = f(\vartheta)$, jest krzywa 3 podana na rys. 3. Obydwie przytoczone krzywe*) $u_1 = f(\vartheta)$ i $u_2 = f(\vartheta)$ można przyjąć za podstawę do wyprowadzenia wniosków dotyczących doboru wartości X w obwodzie urządzenia łukowego. W tym celu rozpatrzmy przebiegi zmian mocy łuku (3) i napięcia użytecznego (10) w funkcji prądu łuku. Przy $U_1 = \text{const}$, $R = \text{const}$ i $X = \text{const}$ przebieg zmienności mocy i napięcia podają krzywe na rys. 4. Mianowicie krzywa 1 przedstawia zależność $P = f(I)$, a krzywa 2 — zależność $U_u = f(I)$.

Krzywą $P = f(I)$ można wykreślić nadając wyrażeniu (3) postać

$$(22) \quad P = I \sqrt{U_1^2 - I^2 X^2} - I^2 R.$$

Krzywą $U_u = f(I)$ wykreśla się na podstawie zależności (10).

Ze wzoru (22) wynika, że moc łuku osiąga wartość zero przy $I = 0$ i przy $I = U_1/Z_z$, że wzoru zaś (10) wynika, że $U_u = U_1$ przy $I = 0$ oraz że $U_u = 0$ przy $I = U_1/Z_z$.

Ponieważ ze względu na charakter zmian mocy pieca łukowego w funkcji prądu łuku, przedstawiony krzywą 1 na rys. 4, natężenie prądu łuku nie powinno przekraczać wartości I_0 , przy której występuje największa moc łuku, wobec tego interesująca jest wartość u przy $I = I_0$.

Stosunek napięcia łuku do napięcia zasilającego dla przypadku $I = I_0$ oblicza się przy uwzględnieniu, że

$$(23) \quad \frac{U}{U_1} = \frac{Ir}{IZ} = \frac{r}{Z},$$

gdzie Z oznacza oporność pozorną obwodu jednej fazy urządzenia łukowego.

Oznaczając napięcie łuku przy $I = I_0$ przez U_0 oraz uwzględniając (5) otrzymujemy

$$(24) \quad \frac{U_0}{U_1} = \frac{Z_z}{Z},$$

a uwzględniając, że $U_{im} = \sqrt{2} \cdot U_1$, otrzymujemy stąd

$$(25) \quad \frac{U_0}{U_1} = u_0 = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{Z_z}{Z}.$$

Przekształcając stosunek $Z_z : Z$ otrzymujemy

$$\frac{Z_z}{Z} = \frac{Z_z}{\sqrt{2RZ_z + 2Z_z^2}} = \frac{1}{\sqrt{2\left(1 + \frac{R}{Z_z}\right)}} = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{1}{1 + \frac{X^2}{R^2}}}},$$

wobec czego

$$(26) \quad u_0 = \frac{1}{2 \sqrt{1 + \frac{1}{1 + \vartheta^2}}}.$$

Ponieważ teoretycznie wartość ϑ zawiera się w granicach od zera do nieskończoności ($0 \leq \vartheta \leq \infty$), więc wartość u_0 musi być zawarta w granicach

$$\frac{1}{2\sqrt{2}} \leq u_0 \leq \frac{1}{2}.$$

Przebieg zmian funkcji $u_0 = f(\vartheta)$ przedstawia w ujęciu graficznym krzywa 2 na rys. 3.

Punkty przecięcia krzywej 2 z krzywą 1 i z krzywą 3 na rys. 3 wyznaczają charakterystyczne wartości ϑ_0 i ϑ_h . Dla pieca Héroulta interesująca jest wartość ϑ_h , ponieważ krzywa 1 na rys. 3, jak powiedziano, dotyczy pieca jednofazowego albo też

*) Ob. np. I. G. Tichomirov. Sprawoznik elektriika przedpiatij czarnoj mietalurgii, Moskwa, 1952.

trójfazowego z przewodem zerowym. Wartość ϑ_h wpływa decydująco na dobór oporności indukcyjnej. Mianowicie, jak wynika z krzywej 3 na rys. 3, przy $\vartheta = \vartheta_h$ stan ciągłości palenia się łuku jest osiągnięty wtedy, gdy $u_2 \leq u_0$, a więc przy $I \geq I_0$. Wobec tego dla uzyskania ciągłości palenia się łuku przy prądzie $I \leq I_0$ powinno być $u_2 \geq u_0$, czyli ϑ powinno mieć wartość równą lub większą od ϑ_h i to tym większą, im ma być mniejsza wartość prądu łuku I , od której począwszy wzwyż ma być zapewniony stan ciągłości palenia się łuku.

Przy założonej stałej wartości R krytyczna wartość ϑ_h wyznacza krytyczną (najmniejszą) wartość oporności indukcyjnej w obwodzie urządzenia łukowego, niezbędną w celu osiągnięcia ciągłości palenia się łuku o maksymalnej mocy. Z powyższego wynika, że w celu utrzymania ciągłości palenia się łuku także w zakresie $I < I_0$ właściwe jest stosowanie oporności X większych od wyznaczonej przez ϑ_h .

4. Warunki ograniczania zakłóceń sieci.

W przeciwieństwie do innych grzejników elektrycznych piec łukowy wykazuje wyjątkową niestalość pracy. Zwłaszcza w okresie roztopiania wsadu metalowego, załadowanego do kadzi topowej, praca pieca jest bardzo burzliwa. Ścisłej mówiąc — w tym okresie ma się do czynienia nie z określonym stanem ustalonym, lecz z ciągłą oscylacją stanu pracy. Przyczyny wywołujące zmiany stanu pracy, gwałtowne zwłaszcza w początkowym okresie, są rozmaite; zalicza się do nich i stan termiczny układu wyładowania łukowego i stan wsadu. W trakcie roztopiania wsadu nieroztopione jeszcze części żelazstwa zmieniają położenie, co wywołuje gwałtowne zmiany długości łuku i zmiany termiczne układu elektrodowego, w którym wsad stanowi jedną z elektrod. Zmiany takie w krańcowych przypadkach przejawiają się w zaniku łuku wskutek zbytniego „rozciągnięcia” go albo wskutek zetknięcia się wsadu z elektrodą. Choć urządzenie łukowe jest z reguły wyposażone w samoczynny regulator, mający na celu utrzymanie nastawionego stanu pracy (prądu, napięcia i długości łuku), jednak zmiany tego stanu pracy są nieuniknione i nieuniknione są wobec tego zakłócenia sieci zasilającej, wywoływane przetężeniami zwarciovymi.

O wielkości przetężeń w obwodzie urządzenia łukowego możemy zdać sobie sprawę rozpatrując charakterystyczne stany pracy tego urządzenia. Wyróżniamy dwa takie stany, a więc dwie wartości prądu łuku odpowiadającego tym stanom, a mianowicie: prąd I_z występujący przy zwarciu elektrod ($r = 0$) i prąd I_0 , przy którym moc łuku osiąga największą wartość. Wprowadzimy poza tym pojęcie tzw. teoretycznego prądu zwarciovego, odpowiadającego założeniu $R = r = 0$, i zdefiniowanemu przez zależność

$$(27) \quad I_{tz} = \frac{U_1}{X}.$$

Przyjmując podane oznaczenia, otrzymujemy zależność

$$(28) \quad I_z = I_{tz} \frac{X}{Z_z} = I_{tz} \sin \varphi_z.$$

Prąd I_0 , przy którym moc łuku osiąga maksimum, można wyrazić również przy pomocy prądu I_{tz} i kąta zwarcia φ_z . Biorąc pod uwagę, że

$$(29) \quad \cos \varphi = \frac{r + R}{Z},$$

otrzymujemy przy spełnionym warunku (5)

$$\cos \varphi_0 = \frac{R + Z_z}{\sqrt{(R + Z_z)^2 + X^2}} = \sqrt{\frac{R + Z_z}{2 Z_z}} = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{1 + \cos \varphi_z},$$

skąd

$$(30) \quad \varphi_0 = \frac{\varphi_z}{2},$$

a wobec tego

$$(31) \quad I_0 = I_{tz} \cdot \sin \frac{\varphi_z}{2}.$$

Wielkością charakteryzującą przetężenie może być wielkość wynikająca z podzielenia (28) przez (31) albo wielkość wynikająca z podzielenia (27) przez (31), to znaczy

$$(32, 33) \quad n_z = \frac{I_z}{I_0} \quad \text{oraz} \quad n_{tz} = \frac{I_{tz}}{I_0}.$$

Obydwie wielkości — n_z i n_{tz} — są funkcjami wyłącznie ϑ , co wynika z przekształcenia zależności (32) i (33). Mianowicie

$$(34) \quad n_z = \frac{\sin \varphi_z}{\sin \frac{\varphi_z}{2}} = \sqrt{2(1 + \cos \varphi_z)},$$

a ponieważ

$$(35) \quad \sec^2 \varphi_z = 1 + \operatorname{tg}^2 \varphi_z = 1 + \vartheta^2,$$

więc

$$(36) \quad n_z = \sqrt{2 \left(1 + \frac{1}{\sqrt{1 + \vartheta^2}} \right)}.$$

Wielkość zdefiniowana zależnością (33) wynosi przy uwzględnieniu (35)

$$(37) \quad n_{tz} = \frac{1}{\sin \frac{\varphi_z}{2}} = \sqrt{\frac{2}{1 - \cos \varphi_z}} = \sqrt{\frac{2}{1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \vartheta^2}}}}.$$

Przebieg zmienności $n_z = f(\vartheta)$ oraz $n_{tz} = f(\vartheta)$ ilustrują krzywe na rys. 5. Największa wartość n_z wynosi 2 (przy $\vartheta = 0$). n_z maleje asymptotycznie do wartości $\sqrt{2}$ przy wzroście ϑ od zera do nieskończoności. Największa wartość n_{tz} wynosi ∞ (przy $\vartheta = 0$). n_{tz} maleje asymptotycznie do wartości $\sqrt{2}$ przy wzroście ϑ od zera do nieskończoności.

Z przebiegu krzywej na rys. 5 przedstawiającej zależność $n_z = f(\vartheta)$ wynika, że prąd zwarcia nie przekracza w praktyce podwójnej wartości prądu I_0 , przy którym moc pieca osiąga największą wartość. Z przebiegu obu krzywych na rys. 5 wynika poza tym, że im bardziej ostre warunki narzuca sieć elektryczna zasilająca piec łukowy pod względem dopuszczalności przetężeń, tym większa wartość ϑ musi być przyjęta, to znaczy — przy $R = \text{const}$ — tym większa musi być oporność X w obwodzie urządzenia łukowego.

Przetężenia można by naturalnie ograniczać także kosztem zwiększania oporności R , jednak ten sposób byłby błędny, gdyż wzrostowi R towarzyszyłby wzrost strat mocy czynnej. Mocność ograniczania przetężeń przy pomocy oporności indukcyjnej była jedną z przyczyn, które spowodowały, że zasilanie pieców łukowych odbywa się obecnie wyłącznie prądem zmiennym.

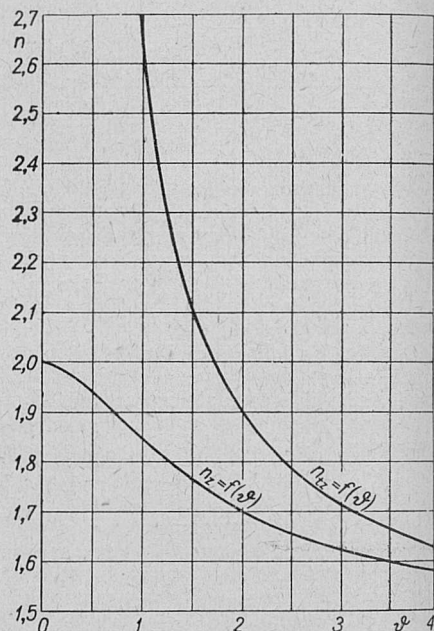
5. Warunki gospodarności pracy urządzenia łukowego.

Na ocenę gospodarności pracy urządzenia łukowego mają wpływ głównie wartości liczbowe sprawności urządzenia, współczynnika mocy, wydajności i zużycia właściwego. Eksploatacja urządzenia jest tym korzystniejsza, im większe wartości osiągają trzy pierwsze wielkości i im mniejsze jest zużycie właściwe, wyrażone w kWh na 1 t wytworzonego produktu. Ograniczmy się tu do rozpatrzenia wpływu oporności X na sprawność i współczynnik mocy, gdyż o wydajności urządzenia można wnioskować pośrednio ze sprawności, a zużycie właściwe mierzy się odwrotnością wydajności, liczonej w tonach produktu na 1 kWh zużytej. Przez sprawność będziemy rozumieć tylko sprawność elektryczną, gdyż tylko na tę sprawność może wpływać bezpośrednio oporność indukcyjna X .

Najwyraźniej występuje wpływ oporności X na wymienione wielkości charakterystyczne wtedy, gdy odniesione są one do wartości prądu I_0 , przy której moc łuku osiąga optymalną wartość, wobec czego w dalszym ciągu zajmiemy się tylko tym przypadkiem.

Sprawność elektryczną określa stosunek oporności łuku do czynnej oporności obwodu, czyli na podstawie (1)

$$(38) \quad \eta = \frac{r}{R_f} = \frac{r/R}{1 + r/R} = \frac{\sigma}{1 + \sigma},$$



Rys. 5

gdzie $\sigma = r/R$ jest wielkością, którą można posługiwać się przy analizie stanu pracy urządzenia łukowego podobnie jak wielkością θ .

Przy spełnianiu warunku (5) obowiązuje zależność

$$(39) \quad Z_z/R = \sigma_0,$$

wobec czego przy $I = I_0$ otrzymuje się $\eta_0 = \sigma_0/(1 + \sigma_0)$, a więc zgodnie z (29)

$$(40) \quad \cos \varphi_0 = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{1 + \frac{R}{Z_z}} = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{1 + \frac{1}{\sigma_0}}.$$

Przy badaniu wpływu oporności X wywieranego na η_0 i $\cos \varphi_0$ wygodniej jest jednak operować wielkością θ , pozwalającą wyciągać bardziej bezpośrednie wnioski o wartości X .

Ponieważ warunek maksymalnej mocy łuku wyraża się, jak łatwo sprawdzić, zależnością

$$(41) \quad \sigma_0 = \sqrt{1 + \theta^2},$$

wiec korzystając z tego związku można obie interesujące nas wielkości (η_0 i $\cos \varphi_0$) przedstawić w pożądanej formie

$$(42, 43) \quad \eta_0 = \frac{1}{1 + \frac{1}{\sqrt{1 + \theta^2}}}, \quad \cos \varphi_0 = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{1 + \frac{1}{\sqrt{1 + \theta^2}}}.$$

Jak widać, są one funkcjami wyłącznie charakterystycznej wielkości θ .

Obie zależności — $\eta_0 = f(\theta)$ i $\cos \varphi_0 = f(\theta)$ — są przedstawione w postaci krzywych na rys. 6.

Dodatkowo zwróćmy uwagę na zależność maksymalnej mocy od oporności X . Zgodnie z (7) można maksymalną moc łuku przedstawić — po uwzględnieniu (39) i (41) — w postaci:

$$(44) \quad P_{\max} = \frac{U_1^2}{2R(1 + \sigma_0)} = \frac{U_1^2}{2R} \cdot \frac{1}{1 + \sqrt{1 + \theta^2}}.$$

Dzieląc obie strony równania przez $U_1^2/2R$ otrzymujemy

$$(45) \quad \frac{2 \cdot R \cdot P_{\max}}{U_1^2} = \frac{1}{1 + \sqrt{1 + \theta^2}}.$$

Obie strony tego równania są wielkościami bezwymiarowymi. Lewą stronę można traktować jako wielkość charakteryzującą stopień wykorzystania mocy pieca łukowego. Oznaczając tę wielkość przez ρ_0 , można z zależności

$$(46) \quad \rho_0 = f(\theta)$$

wnioskować o charakterze zmian maksymalnej mocy pieca przy zmianach oporności indukcyjnej, przy wybranym zaczeple transformatora piecowego ($U_1 = \text{const}$) i przy ustalonej wartości oporności czynnej ($R = \text{const}$).

Z przebiegu zmienności $\rho_0 = f(\theta)$, podanego w formie krzywej na rys. 6, wynika, że zwiększanie oporności indukcyjnej obwodu wywołuje zmniejszanie rozporządzalnej ilości ciepła, możliwej do uzyskania w piecu łukowym. Z punktu widzenia możliwości wyzyskania ciepła łuku należy więc dążyć do doboru jak najmniejszej wartości oporności indukcyjnej w obwodzie urządzenia łukowego. To samo zalecenie wynika z przebiegu $\cos \varphi_0 = f(\theta)$, natomiast z przebiegu zmienności $\eta_0 = f(\theta)$ wynika zalecenie przeciwne, mianowicie o celowości doboru możliwie dużej oporności indukcyjnej.

6. Wnioski.

W poprzednich punktach rozpatrzone wpływ indukcyjności na szereg zjawisk i wielkości, charakteryzujących stan pracy urządzenia łukowego. Przy pomocy dokonanej analizy wykazano, że każdorazowo wpływ ten może być ujęty matematycznie w postaci funkcji jednej zmiennej niezależnej, oznaczonej przez θ . Ponieważ argument θ jest tangensem kąta fazowego występującego przy zwarciu (przy $r = 0$), przeto przy założeniu stałej oporności czynnej obwodu zasilającego wyprowadzone wielkości bezwymiarowe mogą być przyjęte bezpośrednio za podstawę doboru oporności indukcyjnej X urządzenia łukowego.

Przy rozpatrywaniu bezwymiarowych wielkości σ_0 , u_1 , u_0 , n_z , n_{tz} , η_0 , $\cos \varphi_0$ i ρ_0 , traktowanych jako funkcje argumentu θ według wzorów (17), (21), (26), (36), (37), (42), (43) i (46) okazało się, że powiększanie oporności indukcyjnej X daje następujące korzyści:

- 1) polepszenie stateczności łuku (σ_0),
- 2) rozszerzenie zakresu pracy, w którym występuje ciągłość palenia się łuku (u_2 , u_0),
- 3) zmniejszenie przetężeń (n_z , n_{tz}),
- 4) powiększenie sprawności urządzenia przy maksymalnej mocy łuku (η_0).

Okazało się także, że zmniejszenie oporności indukcyjnej X daje następujące korzyści:

5) powiększenie wartości współczynnika mocy przy największej mocy pieca ($\cos \varphi_0$),

6) powiększenie maksymalnej wartości mocy pieca łukowego (ρ_0).

Wszystkie te wnioski obowiązują przy $U_1 = \text{const}$, a więc przy ustalonym zaczeple transformatora piecowego i przy założeniu, że napięcie sieci zasilającej urządzenie łukowe nie ulega zmianom.

Z zestawionych wyżej wniosków widać, że korzyści wymienione pod 1), 2), 3) i 4) mogą być osiągnięte jedynie kosztem zmniejszania współczynnika mocy urządzenia i kosztem zmniejszania rozporządzalnej maksymalnej mocy łuku.

Jeżeli metalurg użytkujący piec łukowy dąży głównie do uzyskania korzyści wymienionych pod 1), 2), 6), które zapewniają pożądane dla niego własności łuku elektrycznego, to elektryk nie może zaniedbać dążności do uzyskania korzyści wymienionych pod 3), 4), 5).

Ponieważ wskazania, dotyczące doboru oporności X dla uzyskania korzyści interesujących metalurga i elektryka, są częściowo sprzeczne, to znaczy w niektórych przypadkach sprzeczają się do zalecenia doboru dużej, a w innych przypadkach małej oporności X , przeto dobór tej wielkości w praktyce musi być oparty na kompromisie, ograniczającym w pewnym stopniu obustronne sprzeczne ze sobą wymagania, jednak kompromis taki powinien przynajmniej zapewnić w dostatecznej mierze prawidłowość wartości liczbowych głównych wielkości, charakteryzujących stan pracy pieca.

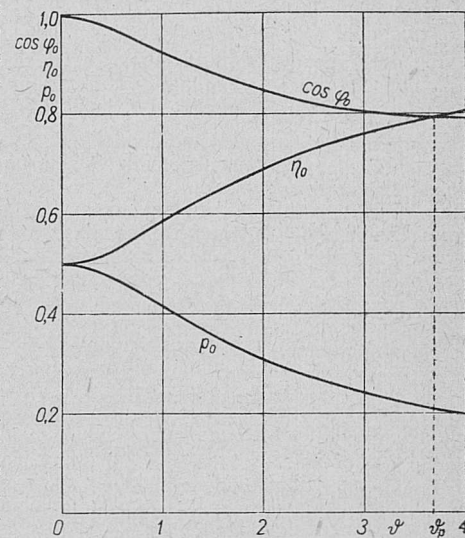
W celu sprawdzenia, czy tak rozumiany kompromis może być zrealizowany, należy rozpatrzyć wartości liczbowe poszczególnych wielkości charakteryzujących stan pracy urządzenia, przyjmując taką wartość θ , która najlepiej odpowiada głównym wymaganiom stawianym urządzeniu łukowemu. Narzucenie wartości dla θ lub dla innej z rozpatrzonych wielkości (σ_0 , u_2 , u_0 , n_z , n_{tz} , η_0 , $\cos \varphi_0$, ρ_0) jest naturalnie narzuceniem ściśle określonych wartości również dla pozostałych wielkości. Punkt wyjścia przy określaniu warunków jest więc dowolny.

Jako główne wytyczne przy narzucaniu warunków można przyjąć następujące względy, wypływające z dokonanej analizy.

Z przebiegu krzywych na rys. 6 wynika, że wartość θ powinna być utrzymana w pobliżu wartości θ_p , przy której $\cos \varphi_0 = \eta_0$, gdyż przy tej wartości obie zmienne ($\cos \varphi_0$, η_0) otrzymują stosunkowo korzystną wartość wynoszącą ok. 0,8. Zbytnie oddalanie się wartości θ od θ_p powoduje znaczne pogorszenie sprawności albo znaczne pogorszenie współczynnika mocy.

Z przebiegu krzywej ρ_0 na rys. 6 wynika, że przy wyborze wartości θ bliskiej θ_p należy raczej wybrać θ mniejsze od θ_p , gdyż w tych warunkach wielkość wskazująca stopień wyzyskania mocy pieca (ρ_0) ma wartość większą niż przy $\theta > \theta_p$. Ponieważ w celu utrzymania pożądanych własności łuku powinniśmy, jak wynika z przebiegu krzywych na rys. 3, starać się zachować warunek $\theta \geq \theta_h$, przeto łącząc oba wymagania otrzymujemy dla argumentu θ warunek: $\theta_h \leq \theta \leq \theta_p$. Dotrzymanie tego warunku jest możliwe, gdyż — jak wynika z wykresów na rys. 6 i rys. 3 — spełniona jest nierówność $\theta_h < \theta_p$.

Otrzymany wynik zestawimy obecnie z danymi, dotyczącymi ograniczania zakłóceń sieci w praktyce. Dane te [4] wskazują, że przy ostrych wymaganiach dostawy energii (gdy w porównaniu z mocą sieci moc pieca jest stosunkowo duża, albo gdy piec znajduje się na początku linii i jego praca mogłaby wywoływać znaczne nieprawidłowości w pracy silników włączonych za nim) nie zmniejsza się dopuszczalnych przetężeń poniżej wartości odpowiadających $n_z \approx 1,6$. Jednak te same dane wskazują, że



Rys. 6

w większości przypadków praktycznych dopuszcza się większe wartości przetężeń, mianowicie odpowiadające $n_z \approx 1,73$. Na podstawie wykresu podanego na rys. 5 dane te można ująć warunkiem

$$(47) \quad 1,7 \leq \vartheta \leq 3,5.$$

Z przebiegu krzywych na rys. 3 i na rys. 6 wynika, że zakres wartości (47) mieści się w obszarze

$$(48) \quad \vartheta_h \leq \vartheta \leq \vartheta_p.$$

Warunki pracy odpowiadające granicom wg zależności (47) są więc zgodne z warunkami prawidłowości pracy, określonymi przez zależność (48).

Sprawdzanie prawidłowości doboru oporności X czynnych urządzeń łukowych może się odbywać na podstawie prac badawczych prowadzonych w terenie. Czynne urządzenia łukowe mogą nie wykazywać takiej prawidłowości — mimo prawidłowości ich projektowania — ze względu na bardzo łatwe do popełnienia błędy montażowe w ułożeniu toru wieloprądowego albo błędy łączeniowe przy wyborze zaczepek dławika. Z tego względu badania urządzeń łukowych z punktu widzenia prawidłowości doboru oporności X są konieczne, mogą bowiem w niejednym przypadku dać znaczne oszczędności zużywanej energii i wzrost wydajności czynnych pieców stalowniczych. Należy zwrócić uwagę na to, że obszar wartości określonych przez zależność (47) może ulegać pewnym przesunięciom w zależności od lokalnych warunków pracy urządzenia, przy zachowaniu jako podstawy warunku (48).

Powyższe wyjaśnienia, dotyczące wartości indukcyjności obwodu urządzenia łukowego, pozwalają bezpośrednio przejść do wyjaśnienia roli dławika.

Całkowitą oporność indukcyjną urządzenia łukowego potraktujemy jako sumę oporności indukcyjnej transformatora i toru wieloprądowego, gdyż tylko te dwie składowe mają praktyczne znaczenie w urządzeniu bez dławika. Oznaczając te dwie składowe przez X_{TR} i X_{TW} mamy zależność $X = X_{TR} + X_{TW}$, a więc przy prądzie I_0 indukcyjny spadek napięcia w obwodzie wyraża się sumą $I_0 X = I_0 X_{TR} + I_0 X_{TW}$ po wprowadzeniu zaś oznaczeń $X I_0 = U_X$, $X_{TR} I_0 = U_{TR}$, $X_{TW} I_0 = U_{TW}$ otrzymamy równanie

$$(49) \quad U_X = U_{TR} + U_{TW}.$$

Dla pracy przy wybranym zaczepek transformatora, to znaczy przy $U_1 = \text{const}$, dzieląc obie strony równania (49) przez U_1 i mnożąc przez 100, otrzymamy procentowy indukcyjny spadek napięcia:

$$(50) \quad \frac{U_X}{U_1} \cdot 100 = \frac{U_{TR}}{U_1} \cdot 100 + \frac{U_{TW}}{U_1} \cdot 100.$$

Przy oznaczeniu

$$\frac{U_X}{U_1} \cdot 100 = u_X, \quad \frac{U_{TR}}{U_1} \cdot 100 = u_{TR}, \quad \frac{U_{TW}}{U_1} \cdot 100 = u_{TW}$$

można równanie (50) napisać w postaci

$$(51) \quad u_X = u_{TR} + u_{TW}.$$

Napięcie zwarcia transformatora piecowego w urządzeniu łukowym zmienia się w praktyce (w zależności od konstrukcji transformatora i od jego mocy) w stosunkowo wąskim zakresie i wynosi najczęściej 4...8% [1], [3]. Tylko w niektórych wyjątkowych przypadkach przy specjalnej konstrukcji transformatora piecowego z podwyższoną opornością indukcyjną wartość u_{TR} może przekraczać górną granicę podanego zakresu.

Procentowy indukcyjny spadek napięcia u_{TW} wyznacza się zwykle dopiero po zmontowaniu urządzenia, na drodze pomiarowej, z powodu trudności obliczania oporności biernej obwodu urządzenia łukowego. Z praktyki wiadomo [1], że ten spadek napięcia waha się (m. in. w zależności od konstrukcji toru wieloprądowego) w szerokich granicach i może wynosić przy małej mocy urządzenia łukowego np. 5%, a przy dużej mocy urządzenia łukowego np. 20% i więcej.

Całkowity indukcyjny (procentowy) spadek napięcia u_X może być traktowany jako funkcja przetężenia. Mianowicie, jeżeli uwzględnić zależność (30), to na podstawie zależności (37) można napisać $n_{tz} = 1/\sin \varphi_0$, a ponieważ z definicji u_X wynika zależność $u_X = \sin \varphi_0 \cdot 100$, przeto $u_X = 100/n_{tz}$. Przyjmując najmniejszą wartość ϑ według (47) otrzymuje się z rys. 5 $n_{tz} = 2$, wobec czego $u_X = 100/2 = 50\%$.

Ponieważ wartość $u_X = 50\%$ jest narzucona, a suma składników u_{TR} i u_{TW} jest, jak wynika z przytoczonych danych, na ogół mniejsza od tej narzuconej wartości, przeto w takim przypadku urządzenie łukowe nie może pracować prawidłowo. Aby umożliwić prawidłową pracę urządzenia, należy w sztuczny sposób zwiększyć oporność indukcyjną obwodu urządzenia. Takie zwiększenie oporności indukcyjnej jest możliwe i jest realizowa-

ne w praktyce przy pomocy dławika. Rolą dławika w obwodzie urządzenia łukowego jest, jak z tego wynika, uzupełnianie indukcyjnego spadku napięcia w tych przypadkach, kiedy indukcyjny spadek napięcia wytwarzany przez transformator piecowy w sumie z indukcyjnym spadkiem napięcia powstającym w torze wieloprądowym nie wystarczają do zagwarantowania prawidłowych warunków pracy urządzenia łukowego.

Dla urządzenia z dławikiem równanie procentowych indukcyjnych spadków napięć (51) przekształca się i przybiera postać

$$(52) \quad u_X = u_{TR} + u_{TW} + u_D,$$

gdzie u_D oznacza procentowy indukcyjny spadek napięcia stwarzany przez dławik przy prądzie I_0 .

Przy narzuconej przez wymagane warunki pracy wartości u_X można z zależności (52) obliczyć wartość u_D , jeżeli są znane znamionowe wielkości transformatora piecowego (u_{TR}) i jest wyznaczona wartość liczbową u_{TW} , którą — jak powiedziano — można zmierzyć przy próbie zwarciowej.

Z podanych uwag wynika, że wartość u_D zmienia się w dość szerokich granicach, przy czym — ze względu na wyżej wskazaną zmienność wielkości u_{TW} — wartość u_D maleje ze wzrostem znamionowej mocy urządzenia łukowego.

Najczęściej dławik piecowy projektuje się [1] na 20—25-procentowy spadek napięcia przy zaopatrzeniu dławika w kilka zaczepek, pozwalających dobrać pożądaną wartość indukcyjności dodatkowej.

W zakresie tych samych praktycznych wskazań, dotyczących wielkości dławika w obwodzie urządzenia łukowego, przytoczono w tabl. I dane, dotyczące wartości u_D w zależności od znamionowej mocy transformatora piecowego w urządzeniu łukowym*).

Tablica I. Wielkość dławika w zależności od mocy urządzenia łukowego

Moc znamionowa transformatora piecowego (kVA)	u_D (%)
do 1000	35 ... 40
1001 2000	30 ... 35
2001 3000	25 ... 30
3001 4000	20 ... 25
4001 5000	10 ... 20

Dane w tabl. I potwierdzają zasadę zmniejszania się roli dławika w miarę wzrostu mocy urządzenia łukowego.

W okresach pracy, następujących pod koniec roztopienia wsadu, a tym bardziej po całkowitym roztopieniu wsadu, prawdopodobieństwo powstawania przypadkowych

zwarc w piecu łukowym jest mniejsze niż na początku roztopiania. Dlatego też w tych późniejszych okresach pracy pieca można całkowicie albo częściowo usunąć oporność indukcyjną stwarzaną w obwodzie przez dławik.

Część uzwojenia dławika, która ma pozostać w obwodzie urządzenia przy redukowaniu całkowitej oporności indukcyjnej, zależy od stopnia dopuszczalnej redukcji (p_X) tej oporności i od wielkości zainstalowanego dławika. Tę pozostającą w obwodzie część (p) uzwojenia dławika można wyrazić w funkcji p_X w następujący sposób.

Zgodnie z rys. 7 wprowadzamy następujące oznaczenia:

X — całkowita — pierwotna — oporność indukcyjna obwodu,
 X' — nowa — zredukowana — oporność indukcyjna obwodu,
 X_D — oporność indukcyjna dławika,
 X_{PD} — pozostająca w obwodzie oporność indukcyjna dławika po wyłączeniu części jego uzwojenia,
 X_{UD} — oporność indukcyjna części dławika usuniętej z obwodu.

Wprowadzamy dalej stosunkowe udziały wymienionych wielkości:

$$p_X = \frac{X'}{X}; \quad p_D = \frac{X_D}{X}; \quad p_{PD} = \frac{X_{PD}}{X}; \quad p_{UD} = \frac{X_{UD}}{X}; \quad p = \frac{X_{PD}}{X_D}.$$

Ponieważ stosunek p_{UD} można wyrazić w następujący sposób:

$$p_{UD} = p_D - p_{PD} = p_D - p_D \cdot p,$$

przeto

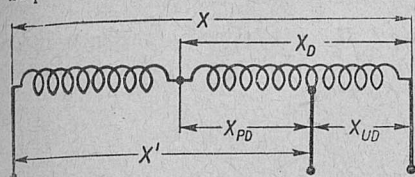
$$p_X = 1 - p_{UD} = 1 - p_D + p_D \cdot p,$$

a więc dla poszukiwanej — pozostającej w obwodzie — części dławika otrzymamy:

$$(53) \quad p = \frac{p_X + p_D - 1}{p_D}.$$

* A. E. Knowlton. Standard handbook for electrical engineers, New York, 1941.

Wartość pozostającej w obwodzie części dławika przy redukcji oporności indukcyjnej obwodu można znaleźć również z wykresu, sporządzonego na podstawie zależności (53) i przedstawionego na rys. 8. Sposób posługiwania się tym wykresem wyjaśniają linie przerywane na wykresie. Jeżeli np. z obliczeń wynika potrzeba zredukowania indukcyjnej oporności obwodu do 80%

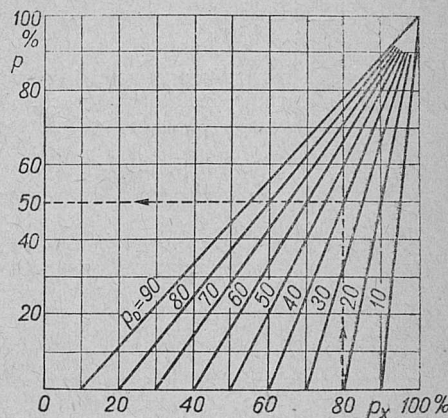


Rys. 7

pierwotnej wartości, to w przypadku zainstalowanego 40-procentowego dławika należy pozostawić w obwodzie 50% jego oporności indukcyjnej czyli wyłączyć połowę jego uzwojenia.

Zagadnienie regulacji oporności indukcyjnej w obwodzie urządzenia łukowego w trakcie jego pracy, obejmującej przy produkcji stali różne fazy operacyjne (roztapianie, rafinacja, zlewanie), jest osobnym zagadnieniem, które nie będzie tu szczegółowo rozpatrywane. Zwróćmy jedynie uwagę na to, że zagadnienie to powstaje nie tylko w związku z prawdopodobieństwem zwarć, które jest największe w okresie roztapiania wsadu i maleje w następnych fazach operacyjnych. W piecu stalowniczym moc jest regulowana w trakcie procesu technologicznego przy pomocy zmiany napięcia zasilającego U_1 , co jest wykonywane przez zmianę zaczepów pierwotnej strony (strony wysokiego napięcia) transformatora albo przez przełączanie pierwotnego uzwojenia z trójkąta w gwiazdę lub też przy pomocy zmiany natężenia prądu łuku (I). Wraz ze zmianą wartości U_1 i I_0

zmienia się także wartość procentowego indukcyjnego spadku napięcia u_X . Utrzymanie prawidłowej wartości u_X wymaga wobec tego doboru odpowiedniej wartości oporności indukcyjnej w obwodzie urządzenia łukowego. Tym poddyktowana konieczność redukcji oporności indukcyjnej występuje szczególnie jaszkrawo w urządzeniach stalowniczych o dużej mocy. Z tego też względu dławiki, zwłaszcza w zastosowaniu do pieców o dużej pojemności wsadowej, są wykonywane z zaczepami pozwalającymi wyeliminować część albo całość uzwojenia dławika.



Rys. 8

LITERATURA

- [1] Swieczanski A. D. Elektriceskije promyslenyje pieczy, Moskwa, 1948
- [2] Okorokow N. W. Elektropławilnyje pieczy czornoj mietalurgii, Moskwa, 1950.
- [3] Paschik V. Industrial electric furnaces and appliances, New York, 1945
- [4] Boutigny M. Considérations générales sur la partie électrique des grands fours électriques modernes, Paris, 1940

BOLESŁAW MAYZEL
Katedra Sieci Elektrycznych
Politechniki Warszawskiej

Obliczanie na zerwanie przewodu linii prowadzonej na izolatorach wiszących

Т р е щ. В обличаніи проводів і ступів треба в певних випадках ухвалювати відхилення висхідних ланцюхів ізоляторів на skutek zerwania się przewodu в одному прольє. Автор подає певне uzupełнення до stosowanego dotychczas sposobu obliczania.

Расчет на разрыв провода воздушной линии, построенной на подвесных изоляторах. При расчете проводов и опор приходится в известных случаях учитывать отклонение гирлянды подвесных изоляторов вследствие обрыва провода в одном пролете. Автор предлагает некоторые дополнения к применяемому дотепе способу расчета.

W obliczeniach mechanicznych przewodu, zawieszonego na pionowo wiszących łańcuchach izolatorów, zachodzą przypadki, gdy trzeba uwzględnić wpływ zerwania się przewodu w jednym prześle na przebieg linii zwisania i na napężenie w prześle sąsiednim. Obliczenie w tych przypadkach jest bardziej zawile niż w zwykłych zadaniach statyki przewodu, gdyż wpływ zerwania rozciąga się na szereg prześłów, kończąc się dopiero przy najbliższym słupie podporowym. Mamy tu do czynienia z zagadnieniem liny wieloprzęsłowej, przypominającej wielokrotnie hiperstatyczny ustrój łuków wieloprzęsłowych. Można wątpić, czy jest możliwe wyprowadzenie wzorów algebraicznych przydatnych do praktycznego rozwiązania tego zagadnienia. Dlatego słuszne jest stosowanie metody prób lub kolejnych przybliżeń. Jednakże metoda ta (podana w Podręczniku Inżyniera Elektryka, tom II, str. 323–332) wymaga pewnego uporządkowania, ułatwiającego przeprowadzenie obliczeń, poczynając od pierwszego przyjęcia przez kolejne poprawki aż do osiągnięcia wyniku dostatecznie dokładnego. Uporządkowanie to jest potrzebne, gdyż inżynierowie elektrycy projektujący linie na izolatorach wiszących skarżą się na pewne niejasności i na żmudność obliczeń związanych ze stosowaniem tej metody. Podany niżej sposób usuwa, jak się zdaje, wszelkie niejasności i ustala najzupełniej przejrzysty tok obliczeń.

Weźmy jako przykład przypadek analogiczny do podanego w Podr. Inż. Elektr., a mianowicie linię poziomą o jednakowych rozpiętościach prześłów a ze skrzyżowaniem w trzecim prześle na lewo od słupa podporowego (rys. 1). Założenia te, jak się okaże, nie ograniczają uniwersalności metody, a przyczyniają się do większej przejrzystości wywodów.

Przyjmując, że przewód został zerwany w prześle sąsiadującym z lewej strony z prześłem skrzyżowania, oznaczamy słupy kolejnymi liczbami rzymskimi I–IV, poczynając od słupa na pograniczu prześła uszkodzonego i skrzyżowaniowego i kończąc na słupie podporowym, prześła zaś oznaczamy kolejnymi liczbami arabskimi 1–3 poczynając od prześła skrzyżowania.

Po zerwaniu przewodu łańcuch wiszący na słupie I odchyli się o kąt β_1 do położenia stycznego do nowej linii zwisania, tworząc jakby łańcuch odciągowy. Na słupie II i III łańcuchy izolatorów odchyliły się odpowiednio o kąty β_2 i β_3 , zachowując jednak charakter łańcuchów wiszących, choć nie pionowych. Na słupie IV łańcuch odciągowy zmieni nieznacznie swoje położenie, stanowiąc w dalszym ciągu element linii zwisania, którego nie ma potrzeby wydrebniać, ponieważ rozpiętość prześłów linii na łańcuchach wiszących jest z reguły duża.

W ten sposób trójpłaszczyznowa linia zwisania o punktach zawieszenia A, B, C, IV zmieni się na trójpłaszczyznową zawieszoną w punktach I B' C' IV, przy czym poziome przesunięcia pośrednich punktów zawieszenia BB' i CC' wynoszą odpowiednio $\delta_2 = i \sin \beta_2$ i $\delta_3 = i \sin \beta_3$. Wartości tych przesunięć są na razie nieznane i mamy możliwość jedno z nich, najlepiej δ_2 , przyjąć dowolnie jako pierwsze przybliżenie. Przy trzech prześłach zaleca się przyjmować $\delta_2 = \frac{i}{2}$, ale nie chcąc zacieśniać

uniwersalności metody przyjmijmy w dalszym rachunku zupełnie ogólną wartość δ_2 .

Tok obliczeń zgodnie z metodą podaną w P.I.E. będzie następujący. W chwili zerwania przewód był obciążony ładunkiem σ_z . Wskutek wstrząsu przy zerwaniu przewodu ładunek opadł. Samo opadnięcie ładunku spowodowałoby obniżenie naprężenia do wartości σ , którą znajdziemy z równania stanów przy niezmienionej temperaturze -50°C :

$$(1) \quad \sigma^3 - \left(\sigma_z - \frac{a^2 \gamma_s^2}{24 a \sigma_z^2} \right) \cdot \sigma^2 - \frac{a^2 \gamma^2}{24 a \sigma^2} = 0,$$

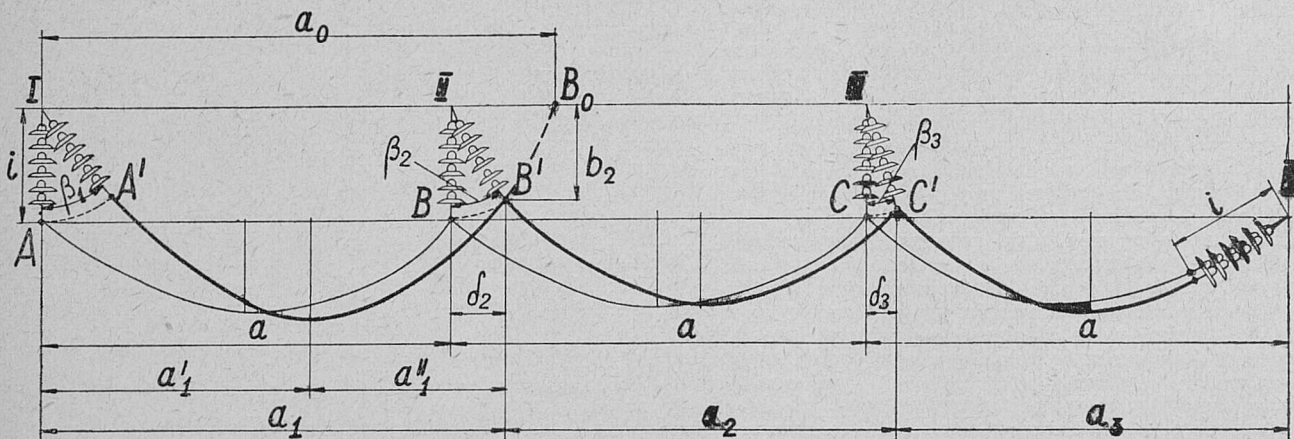
w którym oznaczają

γ — współczynnik obciążenia mechanicznego przewodu bez ładunku,

γ_s — współczynnik obciążenia mechanicznego przewodu z sadzią,

$\alpha = \frac{1}{E}$ — współczynnik wydłużenia sprężystego przewodu.

Wskutek zerwania przewodu i spowodowanych przez to przechyleń łańcuchów izolatorów rozpiętość przęsła I wzrosła do wartości $a_1 = a + \delta_2$, a naprężenie spadło do wartości σ_1 , przy



Rys. 1

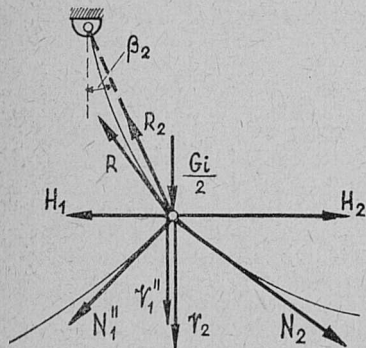
czym przęsło zamieniło się na pochyłe o stosunkowo niewielkim spadku b_2 mogącym wynosić około 1% rozpiętości. Jednocześnie długość przewodu uległa zwiększeniu o długość łańcucha i wskutek włączenia się łańcucha na słupie I do linii zwisania. Jeżeli pominąć wpływ małego spadku b_2 , to możemy ustalić następujące zależności pomiędzy nową i pierwotną długością przewodu w przęśle I:

a) z warunków geometrycznych po zerwaniu przewodu przy -50°C bez sadzi

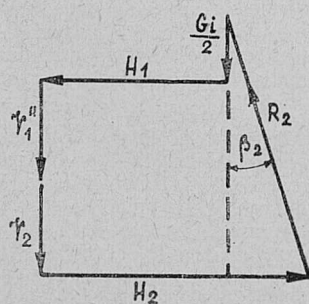
$$L_1 = a_1 \left(1 + \frac{a_1^2 \gamma^2}{24 \sigma_1^2} \right),$$

przed zerwaniem przy -50°C bez sadzi $L = a \left(1 + \frac{a^2 \gamma^2}{24 \sigma^2} \right)$;

b) z warunków mechanicznych po zerwaniu j. w. $L_1 = a (1 + \alpha \sigma_1) + i$, przed zerwaniem j. w. $L = a (1 + \alpha \sigma)$.



Rys. 2a



Rys. 2b

Przyrównując przyrosty $\Delta L = L_1 - L$ obliczone z obu warunków, otrzymamy równanie stanów w postaci:

$$(2) \quad \sigma_1^3 + \left(\frac{a^2 \gamma^2}{24 \alpha \sigma^2} + \frac{i - \delta_2}{a \alpha} - \sigma \right) \sigma_1^2 - \frac{a_1^3 \gamma^2}{24 \alpha a} = 0.$$

Z równania tego znajdziemy naprężenie σ_1 , a stąd mimośród przęsła I

$$e = \frac{b_2 \sigma_1}{a_1 \gamma} \text{ oraz } a'_1 = \frac{a_1}{2} + e \text{ i } a''_1 = \frac{a_1}{2} - e,$$

przy czym $b_2 = \sqrt{i^2 - \delta_2^2}$.

Naprężenie σ_2 w przęśle 2 znajdujemy z warunków równowagi w węźle B' (rys. 2a). W węźle tym działają trzy naciągi:

w przęśle 1 przewodu N_1'' , w przęśle 2 przewodu N_2 i w łańcuchu wiszącym R , przy czym łańcuch jest łukowo wygięty pod działaniem równomiernie rozłożonego ciężaru łańcucha G_i . Ponieważ ciężar G_i jest w porównaniu z ciężarem przewodów nieduży, a wygięcie łańcucha bardzo nieznaczne, popełnimy mały błąd, zastępując równomiernie rozłożony ciężar G_i dwoma ciężarami skupionymi $\frac{G_i}{2}$ w węzł. II i B'. Zastępczy naciąg łańcucha

R_2 będzie mieć wówczas ściśle określony kierunek zgodny z uwidocznionym na rys. 1 kątem β_2 odchylenia łańcucha od pionu punktu II. Siły N_1'' i N_2 rozkładamy na składowe poziome $H_1 = \sigma_1 S$ i $H_2 = \sigma_2 S$ oraz pionowe V_1'' i V_2 równe ciężarom odpowiednich odcinków przewodu. W przęśle 1 jako pochyłym jest $V_1'' = a'_1 \cdot S \cdot \gamma$, w przęśle 2 bardzo nieznacznie różniącym się od poziomego i mającym nieznaczną jeszcze rozpiętość a_2 można przyjąć w przybliżeniu $V_2 = \frac{a}{2} S \cdot \gamma$. Na rys. 2b przedstawiono

wielobok sił, z którego można wyznaczyć nieznaną naciąg H_2 z warunku, że R_2 musi być nachylone pod kątem β_2 do pionu. Mamy zatem

$$H_2 = H_1 + \left(\frac{G_i}{2} + V_1'' + V_2 \right) \cdot \operatorname{tg} \beta_2, \text{ a stąd}$$

$$(3) \quad \sigma_2 = \sigma_1 + \left[\frac{G_i}{2S} + \left(a'_1 + \frac{a}{2} \right) \gamma \right] \cdot \operatorname{tg} \beta_2,$$

$$\text{przy czym } \operatorname{tg} \beta_2 = \frac{\delta_2}{b_2} = \frac{\delta_2}{\sqrt{i^2 - \delta_2^2}}.$$

Teraz znając δ_2 możemy w zwykły sposób przez porównanie długości przewodu w przęśle 2 po uszkodzeniu i przed uszkodzeniem wyprowadzić równanie stanów:

$$\text{przed zerwaniem } L = a \left(1 + \frac{a^2 \gamma^2}{24 \sigma^2} \right) = a (1 + \alpha \sigma),$$

$$\text{po zerwaniu } L_2 = a_2 \left(1 + \frac{a_2^2 \gamma^2}{24 \sigma_2^2} \right) = a_2 (1 + \alpha \sigma_2),$$

$$\text{skąd } \Delta L = L - L_2 = (a - a_2) + \frac{a^3 \gamma^2}{24 \sigma^2} - \frac{a_2^3 \gamma^2}{24 \sigma_2^2} = (a - a_2) + \alpha \sigma - \alpha \sigma_2,$$

a po odpowiednich przekształceniach

$$(4) \quad a_2^3 - \frac{24 \alpha \sigma^3}{\gamma^2} \cdot a_2 = \frac{a^3 \sigma^2}{\sigma^2} - \frac{24 \alpha \sigma \sigma_2^2}{\gamma^2}.$$

Z równania (4) obliczamy a_2 , a stąd $\delta_3 = a_2 + \delta_2 - a$ i dalej

$$\sin \beta_3 = \frac{\delta_3}{i} \text{ oraz } \operatorname{tg} \beta_3 = \frac{\delta_3}{\sqrt{i^2 - \delta_3^2}}.$$

Następnie podobnie jak w węźle B' znajdujemy w węźle C' traktując jednak oba przęsła 2 i 3 jako poziome o równych rozpiętościach a :

$$(5) \quad \sigma_3 = \sigma_2 + \left(\frac{G_i}{2S} + a \gamma \right) \cdot \operatorname{tg} \beta_3.$$

Znając σ_3 ustawiamy analogicznie jak dla pręśła 2 równanie stanów różniące się od równ. (4) jedynie indeksami przy a i σ , a mianowicie:

$$(6) \quad a_3^3 - \frac{24 a \sigma_3^3}{\gamma^2} \cdot a_3 = \frac{a^3 \sigma_3^2}{\sigma^2} - \frac{24 a \sigma_3^2}{\gamma^2}.$$

Z tego równania (6) znajdujemy rozpiętość a_3 , która z uwagi na nieprzesuwalność punktu IV powinna spełniać warunek $a_3 = a - \delta_3$.

Zwykle z pierwszego obliczenia opartego na dowolnie przyjętej wartości δ_2 wyniknie odchyłka i obliczenie trzeba powtórzyć, przy czym jeśli jest $a_3 > a - \delta_3$, należy δ_2 odpowiednio zmniejszyć i — na odwrót — jeśli $a_3 < a - \delta_3$, należy δ_2 odpowiednio powiększyć.

W powtórnych obliczeniach należy zamiast pierwotnej rozpiętości a podstawić w równaniu (3) poprzednio znaną wartość a_2 , w równaniu zaś (5) średnią $\frac{a_2 + a_3}{2}$ z poprzednio znalezionych wartości a_2 i a_3 .

Gdy już po dwóch lub trzech przeliczeniach uzyska się ostateczną zgodność warunku $a_3 = a - \delta_3$, oblicza się w znany sposób odległość pionową przewodu od obiektu skrzyżowania po zerwaniu przewodu w sąsiednim pręśle. Ustalona przy tym ostatecznie w wyniku kolejnych przybliżeń wartość naprężenia σ_1 jest miarą naciągu, który należy uwzględnić przy obliczaniu słupa skrzyżowaniowego na skręcanie i zginanie przy zerwaniu przewodu.

Jak widać, opisany sposób jest w ogólnych zarysach zgodny z metodą podaną w P.I.E. Różnica polega na tym, że jako zmienną niezależną przyjmuje się w nowym sposobie wielkość, poziomego przesunięcia δ_2 punktu zawieszenia przewodu na słupie II i przez stopniowe korygowanie tej wielkości dochodzi się do ostatecznie dokładnego rozwiązania. Tymczasem w dawnej metodzie punkt wyjścia stanowiło przyjęcie pewnej wartości kąta β_1 , a następnie regulację osiągało się przez stopniowe korygowanie naprężenia σ_1 . Zarówno wybór kąta β_1 , jak późniejsze zmiany naprężenia σ_1 sprawiały projektantom trudności, operowanie natomiast przesunięciem δ_2 jest bardziej przejrzyste, a więc i łatwiejsze.

Transformatory (MKWSE, 1952)

MGR ZYGMUNT HASTERMAN

1. Wstęp.

Prace MKWSE w dziedzinie transformatorów z r. 1952 cechuje usiłowanie wprowadzenia pewnej planowości w wyborze tematyki, która w latach ubiegłych miała charakter dość przypadkowy. Nad planowością czuwa „Komitet studiów“, którego działalność obejmuje: klasyfikację tematów naukowo-badawczych, ich selekcję z punktu widzenia ważności i aktualności, opiekę nad wybranymi kluczowymi tematami oraz kompletowanie naukowo-badawczych i statystycznych przyczynków do prac normalizacyjnych Międzynarodowej Komisji Elektrotechnicznej (CEI). Komitet ogłosił następującą listę 25 podstawowych tematów naukowo-badawczych, podzielonych na 10 grup [11].

I. Próby udarowe.

*1. Wykrywanie i lokalizacja uszkodzeń przy próbach udarowych.

*2. Celowość stosowania udarów uciętych.

3. Układ połączeń uzwojeń nie poddawanych próbie (lecz sprzężonych elektrycznie lub magnetycznie z uzwojeniami poddawanych próbie).

4. Schemat układu probierczego i technologia prób.

II. Zjawiska udarowe w eksploatacji.

5. Przecisnienie przepięć udarowych przez transformatory.

*6. Zagadnienia punktu zerowego, a w szczególności próba udarowa punktu zerowego, przeskok na izolatorze przepustowym w punkcie zerowym, ochrona przepięciowa punktu zerowego, udar trójbiegowy, tj. 3 udary, atakujące jednocześnie wszystkie 3 zaciski liniowe transformatora, celowość zmniejszania poziomu izolacji punktu zerowego w stosunku do poziomu izolacji zacisków liniowych czyli tzw. „stopniowania“ izolacji głównej.

7. Przepięcia łączeniowe.

III. Jonizacja (wyładowania niezupełne).

*8. Kryterium występowania jonizacji w izolacji transformatora przy naprężeniach udarowych i naprężeniach okresowo-zmiennych.

IV. Profilaktyka.

9. Określenie stanu izolacji transformatora na podstawie pomiarów i prób dielektrycznych w eksploatacji.

V. Gospodarka olejowa.

10. Transformatory z poduszką azotową, stosowanie kadzi hermetycznych.

VI. Nagrzew.

11. Obliczanie i pomiar charakterystyk termicznych.

*12. Porównanie różnych metod pomiaru średniej temperatury uzwojeń.

13. Pomiar „rzeczywiście średniej“ temperatury oleju.

*14. Najwyższa dopuszczalna temperatura uzwojeń, szczególnie w przypadku zwarc.

15. Starzenie się materiałów izolacyjnych (wpływ temperatury i czasu, wpływ drgań mechanicznych).

16. Termiczne granice eksploatacji (przeciążalność, przewidywana trwałość transformatora).

17. Zabezpieczenie transformatorów przez wskaźniki temperatury lub przełączniki termiczne.

VII. Zagadnienia magnetyczne.

18. Charakterystyki stali transformatorowej.

19. Brzęczenie.

20. Przerywanie prądu (magnesującego).

VIII. Zagadnienia dynamiczne.

21. Obliczanie sił zwarciovych.

IX. Regulacja napięcia.

*22. Eksploatacja przełączników pod obciążeniem.

*23. Zagadnienia udarowe w transformatorach z regulacją pod obciążeniem.

24. Regulacja mocy biernej.

X. Zabezpieczenia.

25. Zabezpieczanie transformatorów.

Z powyższej listy, która może stanowić cenne źródło pomocy przy planowaniu prac naukowo-badawczych w skali krajowej, 3 tematy uznano za kluczowe (oznaczone dwiema gwiazdkami); dalszych 5 tematów (oznaczonych jedną gwiazdką) uznano za szczególnie ważne.

Na konferencji 1952 r. Komitet Studiów zgłosił 3 referaty charakteryzujące stan badań w dziedzinie trzech kluczowych tematów [2, 13, 14].

2. Próby udarowe [4, 10, 13].

Referat Komitetu Studiów [13] w następujący sposób charakteryzuje współczesny stan wiedzy w tej dziedzinie.

1. Punktem wyjściowym całej problematyki jest zagadnienie szybkości zabliźniania się uszkodzeń izolacji powstałych podczas próby udarowej. Stwierdzono, iż w ciągu kilku sekund po przebiegu udarem wytrzymałość izolacji włóknistej w oleju może osiągnąć poziom tylko o kilkanaście procentów niższy od poziomu izolacji zdrowej (wskutek przenikania oleju do kanałów przebiecia).

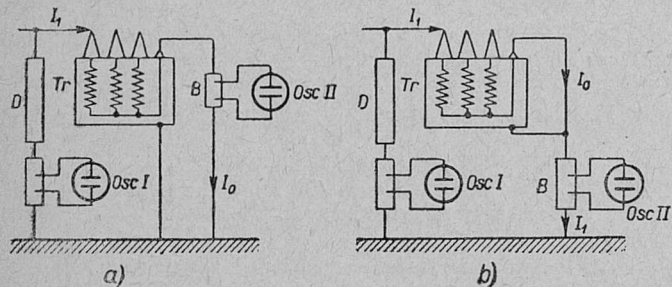
2. Uszkodzenia udarowe można więc wykryć tylko podczas ich powstawania lub przez kontrolne próby udarowe wykonane przy napięciu nieznacznie tylko mniejszym od zastosowanego w próbie właściwej. Wyższość pierwszego sposobu jest bezsporna; drugi sposób może mieć zastosowanie w przypadku, gdy odcyfrowanie oscylogramów z próby udarowej nie daje jasnego wyniku. Komitet Studiów proponuje zastosowanie w tym przypadku serii 5 do 10 szybko po sobie następujących udarów o wartości szczytowej równej 90% udarowego napięcia probierczego. Wniosek ten, stanowiący nowość, wskazuje, iż według Komitetu obniżenie napięcia probierczego o 10% wystarczy do usunięcia szkodliwego wpływu kumulacji naprężeń udarowych przy ich wielokrotnym powtarzaniu (zmęczenia izolacji).

3. Drobne, szybko zablizniające się uszkodzenia powstają najczęściej przy udarach uciętych. Z prób udarami uciętymi nie można zrezygnować, jeśli program prób udarowych ma odtwarzać wiernie warunki eksploatacji. Niestety, technika wykrywania uszkodzeń przy udarach uciętych jest jeszcze niedoskonała. Prace w tej dziedzinie wciąż jeszcze mają charakter pionierski.

4. Z naukowego punktu widzenia *normalizacja* prób udarowych jest więc sprawą niedoświadczoną. Mimo tego praktyczne wyniki masowego stosowania prób udarowych, i to prób obejmujących udary ucięte (jak np. norma Am. Stand. Assoc.), są pomyślne.

5. Współczesny klasyczny układ probierczy zawiera dwa oscylografy lub oscylograf dwupromienny. Rejestracji podlega napięcie doprowadzone do zacisku transformatora i prąd płynący z transformatora do ziemi. Bocznic tego drugiego oscylografu można przyłączyć według schematów na rys. 1, przy czym układ 1b jest lepszy, gdyż pozwala na przybliżoną lokalizację uszkodzeń. Dla transformatorów o prostej budowie uzwojeń (wielkie jednostki) najwłaściwsza do odcyfrowania oscylogramów jest metoda oparta na koncepcji falowej (poszukiwanie odbić od punktów nieciągłości uzwojeń), gdyż zapewnia zupełnie dobrą lokalizację uszkodzeń; metoda ta wymaga dość znacznej szybkości zapisu.

Dla transformatorów małych, budowanych z wielu cewek, a także transformatorów z uzwojeniami regulacyjnymi metoda transformatorów z uzwojeniami wielowarstwowymi metoda fałwa zawodzi (ze względu na wielką liczbę miejsc nieciągłości); stosowniejsza jest wtedy metoda powolnego zapisu oparta na koncepcji układu drgającego (uszkodzenia izolacji wykrywa się dzięki ich oddziaływaniu na częstotliwość drgań).

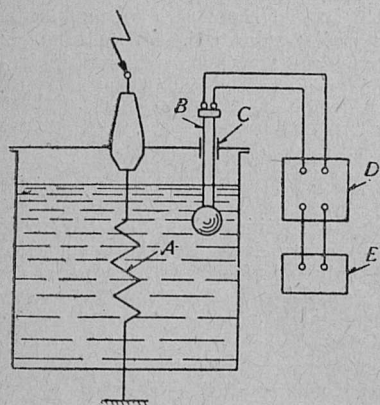


Rys. 1. Zasadnicze schematy próby udarowej

Tr — transformator badany B — bocznic
D — dzielnik napięcia Osci I — oscylograf katodowy rejestrujący napięcie
Osci II — oscylograf katodowy rejestrujący prąd

6. Przed próbą udarową nowego lub nieznanego transformatora należy bezwarunkowo przeprowadzić wstępne badania a) przy pomocy analizatora przepięć (oscylografu z wielokrotnym zapisem).

Pionierskie prace w dziedzinie udarów uciętych rozwijają się w dwu kierunkach: a) zastosowanie wskaźników akustycznych i b) zastosowanie „wzbudzenia” transformatora podczas próby. Teoretycznie rzecz biorąc możliwa jest jeszcze trzecia droga: uzyskanie ścisłej powtarzalności kształtu udaru uciętego przez uszlachetnienie układu probierczego. Do ucinania udarów używa się zazwyczaj iskiernika sztabowego, nastawianego na opóźnienie przeskoku ok. 3 μs. Rozsyp wynosi przy tym co najmniej ± 1 μs, poszczególne oscylogramy są więc nieporównywalne. Gdyby rozsyp ten zmniejszyć np. do 0,05 μs, oscylogramy przy udarach uciętych byłyby równie czytelne, jak przy udarach pełnych. Droga ta, jak dotąd, nie rokuje jednakże dobrych widoków, prowadzi do układów bardzo kosztownych i skomplikowanych.



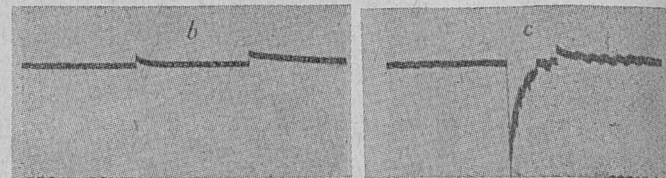
Rys. 2. Detektor akustyczny

A — uzwojenie transformatora
B — odbiornik elektroakustyczny
D — wzmacniacz
E — oscylograf

z oscylogramów na rys. 3 (b — dwa udary doprowadzone do zdrętwiałego uzwojenia oraz c — udar doprowadzony do uszkodzonego uzwojenia), nie trudno jest zaburzenia te wykryć. Niestety, metoda akustyczna może być uważana tylko za

metodę pomocniczą, gdyż ma wiele wad: wrażliwość na szumy zewnętrzne, niejednakową czułość dla różnych partii uzwojenia (te ostatnią wadę można nieco zmniejszyć przez stosowanie kilku sond odpowiednio rozmieszczonych).

Pomysł „wzbudzenia” transformatora napięciem sieci podczas wykonywania próby udarowej nie jest nowy (wymienia je nawet I wydanie przepisów ASA) i wydaje się na pierwszy

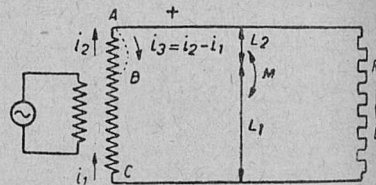


Rys. 3. Oscylograficzny obraz zaburzeń akustycznych towarzyszących przebiciu izolacji

b — dwa udary nie wywołujące uszkodzenia
c — jeden udar wywołujący uszkodzenie

rzut oka bardzo logiczny: wszak rzeczywiste napięcia atmosferyczne atakują transformatory pracujące przy napięciu roboczym; wzbudzenie zapewnia więc dobre odtworzenie warunków eksploatacji; ponadto wydaje się, iż wzbudzenie powinno ułatwiać określenie wyników próby: po przebiciu izolacji udarem napięcie robocze podtrzyma łuk w kanale przebicia, dzięki czemu uszkodzenia będą wyraźne i łatwe do odszukania. Praktyka nie potwierdziła jednak tego rozumowania: napięcie robocze nie wystarcza do podtrzymania łuku w kanale przebicia udarowego, a stosowanie wzbudzenia utrudnia niezmiennie wykrycie uszkodzeń przy pomocy oscylografu elektronowego, stosowanie wzbudzenia zarzucono więc powszechnie. Pomysł ten odżył jednak w r. 1952. Provoost [10] stwierdził, że wystarczy wzbudzony napięciem sieci transformator po prostu o b c i ą ż y ć, aby uzyskać dostateczny do wykrycia uszkodzeń prąd następczy w kanale przebicia udarowego. Provoost wyraża zdumienie, iż w ciągu 15 lat stosowania próby udarowej nikt nie odkrył tego tak oczywistego faktu: wytwarzanie się prądu w części uzwojenia transformatora będącego w ruchu jałowym (tj. w części zwartej po przebiciu izolacji) odbywa się wszak według funkcji wykładniczej o stałej czasu stosunkowo dużej, zależnej zarówno od samego transformatora, jak i od źródła zasilającego. Jeśli natomiast w uzwojeniu płynie prąd obciążeniowy (choćby rzędu 5 A) po zwarciu części uzwojenia prąd

Rys. 4. Rozpływ prądu przy uszkodzeniu izolacji obciążonego transformatora (w założeniu, że punkt A jest dodatni względem punktu C i że zwarta jest część uzwojenia AB)



w zwierającym kanale wytwarza się (rys. 4) według stałej czasu:

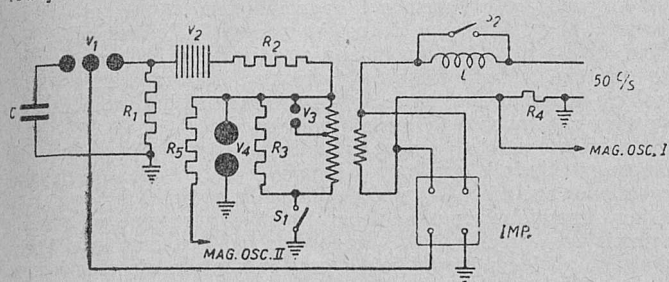
$$T = \frac{L_1 - \frac{m^2}{L_2}}{R}$$

gdzie L_2 — indukcyjność zwartej części zwojów (AB),
 L_1 — „ „ niez zwartej części zwojów (BC),
 m — „ „ wzajemna zwartej i niez zwartej części zwojów,
 R — oporność obciążeniowa.

Przeliczenie wykazuje, iż stała czasu T jest wystarczająco mała, by zapewnić zjawienie się prądu następczego w kanale przebicia zanim wystąpi wzrost wytrzymałości kanału. Według Provoosta rozumowanie to znajduje potwierdzenie w doświadczeniu.

Rzeczywisty układ Provoosta przedstawia rys. 5. Do rejestracji służą tu oscylografy pętlcowe, rejestrujące prąd pierwotny (tj. po stronie dolnego napięcia) i wtórne napięcie badanego transformatora (to ostatnie przy pomocy dzielnika R_5). Uzwojenie dolnego napięcia przyłączone jest do sieci przez dławik L i bocznic oscylografu R_4 . Uzwojenie górnego napięcia jest obciążone opornikiem R_3 i otrzymuje — przez opornik R_2 i iskiernik odcinający V_2 — udar z generatora udarowego (CV_1R_1). Udar ten zostaje ucięty przy pomocy iskiernika V_4 . Wreszcie iskiernik V_3 służy do wywoływania fikcyjnych uszkodzeń (a więc do sprawdzania czułości układu). Impulsator synchronizujący

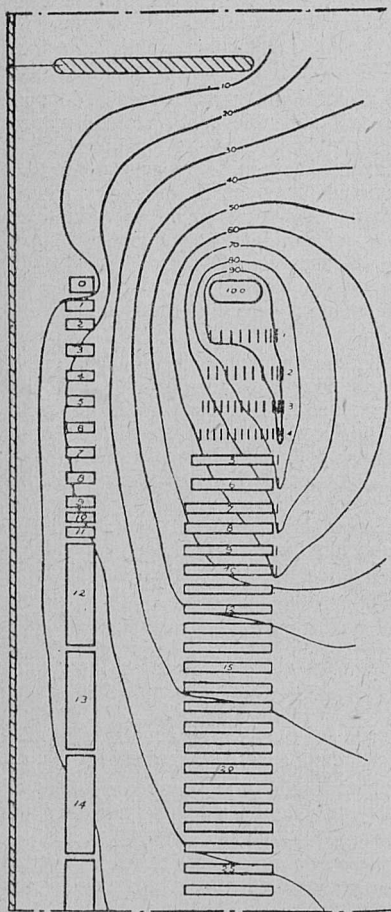
pozwała na doprowadzenie uderu przy dowolnie obranej wartości chwilowej napięcia sieci (np. przy wartości szczytowej). Provoost obmyślił także inny bardzo ciekawy układ, w którym wzbudzenie uzyskuje się przez doprowadzenie p-mocniczego uderu do fazy nie poddawanej próbie; odpada więc konieczność przyłączania transformatora do sieci podczas próby udarowej.



f) najlepszy wreszcie rozkład ma uzwojenie z ekranami pojemnościowymi (rys. 7). Dla napięć najwyższych — przy trwale uziemionym punkcie zerowym — jeszcze korzystniejsze są według autorów uzwojenia wielowarstwowe pozwalające na stopniowanie izolacji głównej i odznaczające się znakomitą rozkładem początkowym.

Zagadnienia ochrony przepięciowej punktu zercwego. Najgroźniejszy dla punktu zerowego jest uder 3-biegunowy, to jest atakujący jednocześnie wszystkie trzy zaciski liniowe. Udar ten, jeśli ma duży czas trwania półszczytu (rzędu 250 μ s), może wywołać w punkcie zerowym przepięcia bardzo niebezpieczne, osiągające: a) 2-krotną wartość napięcia obniżonego odgromników zainstalowanych w bezpośrednim sąsiedztwie zacisków liniowych, b) 4-krotną wartość udaru doprowadzonego do zacisków, jeśli w pobliżu transformatora nie ma odgromników; poziom izolacji głównej jest na ogół znacznie niższy niż 2-krotna wartość napięcia obniżonego odgromników, np. dla $U_n = 110$ kV ($U_{max} = 125$ kV) poziom 550 kV, napięcie obniżone 450 kV; 2 $U_0 = 900$ kV $\gg 550$ kV.

Tak więc normalna izolacja punktu zerowego jest niewystarczająca w przypadku udaru 3-biegunowego o dużym czasie trwania półszczytu i doprowadza do przeskoku w punkcie zerowym (najczęściej na izolatorze przepustowym). Przeskok ten z kolei, stanowiąc ucięcie udaru, wywołuje bardzo szkodli-



Rys. 7. Powierzchnie ekwipotencjalne odgromników w punkcie zerowym są inne niż dla odgromników liniowych. O wyborze napięcia znamionowego odgromnika (a więc napięcia gaszenia i statycznego napięcia zapłonu) decyduje poziom przepięć łączeniowych oraz dynamicznych (50-okresowych). Najwłaściwszy stosunek napięcia znamionowego odgromnika w punkcie zerowym do napięcia znamionowego odgromnika liniowego wynosi zazwyczaj ok. 65%. Obciążalność udarowa odgromnika w punkcie zerowym może być [7] znacznie mniejsza niż odgromników liniowych, jednakże należy uwzględnić, że czas trwania półszczytu udaru prądowego jest bardzo duży — często 120 ÷ 150 μ s. Prędkość wzrostu napięcia przed zapłonem jest mała, po zapłonie wzrost prądu w odgromniku jest powolny. Wartość szczytowa prądu w odgromniku przy ochronie wielkich transformatorów (rzę-

du 100 MVA) osiąga 1,5 ÷ 2 kA dla udaru napięciowego 1/50 działającego na zaciski liniowe i 3 ÷ 4 kA dla udaru 1/250. Ulokowanie odgromnika „zerowego“, tj. jego odległość od obiektu chronionego, nie ma praktycznie żadnego znaczenia (w przeciwieństwie do odgromników liniowych, dla których ta odległość ma wielkie znaczenie).

Najciekawsze są wnioski końcowe referatu [15]: jeżeli w sposób prawidłowy zabezpieczyć odgromnikiem punkt zerowy izolowany lub przyłączony do cewki gaszącej (Petersena), to poziom izolacji tego punktu można zmniejszyć o 50% w stosunku do poziomu izolacji zacisków liniowych. Można więc stosować izolację stopniowaną także w transformatorach przeznaczonych do sieci z kompensacją ziemnozwarciową.

Izolacja punktu zerowego uziemionego bezpośrednio lub przez przekładnik prądowy winna — niezależnie od napięcia znamionowego sieci — mieć poziom udarowy 110 kV (odpowiadający znamionowemu napięciu 15 kV); wtrącenie w przewód uziemiający przekładnika prądowego nie wymaga zwiększenia tego poziomu, nawet jeżeli przekładnik ma stosunkowo małą przekładnię (200/5), a więc dużą indukcyjność.

4. Jonizacja.

W dyskusji nad referatem sesji 1950 r. uznano wprowadzenie pojęcia „prógu jonizacji“ za jedno z ciekawszych osiągnięć tej sesji. W 1952 r. podano dalsze wyniki badań [14]. Badania prowadzono zarówno przy napięciach o częstotliwości sieciowej, obserwując na oscylografie zniekształcenia krzywej napięcia po odpowiednim ich odfiltrowaniu i wzmocnieniu, jak również przy napięciach udarowych, obserwując bezpośrednio oscylogramy napięcia doprowadzonego. Oto niektóre wnioski.

1) Czas wytwarzania się ładunków przestrzennych w miejscu lokalnych zagęszczeń pola elektrycznego w transformatorze wynosi znacznie mniej niż 0,01 μ s, a więc zarówno przy napięciach o częstotliwości sieciowej, jak przy napięciach udarowych, można przyjąć, iż jonizacja wytwarza się „natychmiast“ z chwilą powstania warunków jej wytworzenia, tj. przede wszystkim dostatecznych natężeń pola.

2) Jako miarę natężenia jonizacji przy napięciu o częstotliwości sieciowej należałoby przyjąć ładunek wydzielający się z jednostki powierzchni elektrod w ciągu 1 sek. (w A/cm²). Zamiast tej trudnej do zmierzenia wielkości można uznać jako wskaźnik natężenia jonizacji ilość ładunku, wydzielającego się w ciągu 1 sek., a przypadającą na jednostkę pojemności obiektu (A/F). Dla transformatorów wielkość ta osiąga kilkadziesiąt amperów na farad. „Próg“ jonizacji wykrywalnej leży w okolicy 1 A/F.

3) Metoda oscylograficzna pozwala na wykrycie strat jonizacji odpowiadających współczynnikowi stratności 10^{-10} gdy stara metoda — mostek Scheringa — osiąga czułość zaledwie 10^{-4} .

4) „Próg jonizacji“ (napięcie, przy którym jonizacja ujawnia się w sposób wyraźny) leży dla seryjnych transformatorów w granicach 60 ÷ 80% napięcia znamionowego.

5) Pomiary natężenia jonizacji przy napięciu probierczym dają wartości powtarzalne z tak dużą dokładnością, że można je uznać jako „metrykę“ izolacji.

6) Zmęczenie izolacji, wywołane sztucznie przez działanie w ciągu kilkuset godzin napięcia znacznie większego niż znamionowe, objawia się w obniżeniu progu jonizacji.

7) Przy próbie napięciem doprowadzonym próg jonizacji leży 2-krotnie niżej niż przy próbie napięciem indukowanym.

8) Jonizację podczas prób udarowych można dość łatwo i pewnie wykryć przez obserwację oscylogramów prądu spływającego z punktu zerowego do ziemi, pečawszy od udarów, których wartość szczytowa osiąga ok. 70% wartości udaru niszczącego izolację. Jonizacja ta nie jest jeszcze niebezpieczna, gdyż okazuje się, iż działanie nawet setek udarów o wartości 70% nie prowadzi do przebicia. Granica „nieszkodliwej“ i „szkodliwej“ jonizacji udarowej leży dość blisko napięcia niszczącego izolację po jednorazowym ataku (w okolicy 90—95%).

Oprócz tych wniosków — nie składających się jeszcze w zamkniętą i logiczną całość, lecz stanowiących znaczny kręć naprób w tak trudnej i zawilej dziedzinie — warto przytoczyć osobliwy pogląd Langlois-Berthelota na określenie pojęcia „napięcie znamionowe izolacji“. Izolację charakteryzują 3 wielkości: napięcie probiercze 1-minutowe, napięcie probiercze udarowe i napięcie znamionowe, tj. najwyższe napięcie, które izolacja musi wytrzymać trwale. Dwie pierwsze wielkości są ściśle zdefiniowane wielkością napięć probierczych i opisem warunków prób; natomiast trzecia — nie może być w ogóle sprawdzona

drogą prób, jest więc fikcją. Jeżeli jednak dojrzejże sprawa normalizacji dopuszczalnego przy napięciu znamionowym natężenia jonizacji, pojęcie „napięcie znamionowe izolacji” stanie się równie konkretnym i sprawdzalnym, jak pojęcie „napięcie probiercze”.

5. Nagrzew.

Zasługuje na uwagę dość prosta i (według autorów) zapewniająca dokładność rzędu 5% metoda obliczania nagrzewu uzwojenia przy przeciążeniach [6]. Metodę tę można stosować zarówno do średnich temperatur uzwojeń i oleju, jak też do temperatur najgorętszych punktów uzwojeń i najgorętszych warstw oleju. Pozwala ona na wyznaczenie przebiegu różnicy temperatury uzwojenia względem oleju Δ oraz oleju względem powietrza Δ' po nagłym przejściu od obciążenia I_1 do obciążenia I_2 , jeżeli znane są wartości:

Δ_n i Δ'_n — nagrzew dla znamionowego obciążenia I_n ,
 T_n i T'_n — termiczne stałe czasu uzwojenia względem oleju i oleju względem powietrza przy znamionowym obciążeniu. Oznaczając $p_1 = I_1/I_n$, $p_2 = I_2/I_n$ oraz $\beta = P_{Cu}/P_{Fe}$ — stosunek znamionowych strat w miedzi i żelazie, otrzymamy różnice Δ_1 i Δ'_1 oraz Δ_2 i Δ'_2 odpowiadające stanom ustalonym przy obciążeniach I_1 i I_2 :

$$\Delta_1 = \Delta_n p_1^{1,6}, \Delta_2 = \Delta_n p_2^{1,6},$$
$$\Delta'_1 = \Delta'_n \left(\frac{1 + p_1^{2\beta}}{1 + \beta} \right)^{0,8}, \Delta'_2 = \Delta'_n \left(\frac{1 + p_2^{2\beta}}{1 + \beta} \right)^{0,8}.$$

Stałe czasu, według których będzie przebiegać wzrost temperatury od stanu 1 do stanu 2:

$$T_{12} = T_n \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{\left(\frac{\Delta_2}{\Delta_n} \right)^{1,25} - \left(\frac{\Delta_1}{\Delta_n} \right)^{1,25}} \text{ i } T'_{12} = T'_n \frac{\Delta'_2 - \Delta'_1}{\left(\frac{\Delta'_2}{\Delta'_n} \right)^{1,25} - \left(\frac{\Delta'_1}{\Delta'_n} \right)^{1,25}}$$

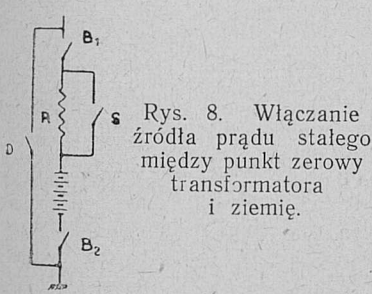
Dla dowolnej chwili τ otrzymamy wartości chwilowe przyrostów temperatur Δ i Δ' :

$$\Delta_\tau = \Delta_1 + (\Delta_2 - \Delta_1) \left(1 - e^{-\frac{\tau}{T_{12}}} \right),$$
$$\Delta'_\tau = \Delta'_1 + (\Delta'_2 - \Delta'_1) \left(1 - e^{-\frac{\tau}{T'_{12}}} \right).$$

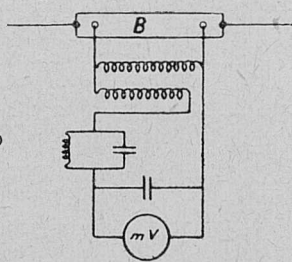
Temperatura uzwojeń w chwili τ :

$$t_\tau = \text{temperatura powietrza otaczającego} + \Delta_\tau + \Delta'_\tau.$$

Osobliwością tej metody jest uwzględnienie zależności „stałej czasu” od początkowego i końcowego stanu ustalonego, co



Rys. 8. Włączanie źródła prądu stałego między punkt zerowy transformatora i ziemię.



Rys. 9. Filtr
B — bocznik

ma szczególne znaczenie przy rozpatrywaniu przeciążeń znacznych, lecz krótkotrwałych i znakomicie poprawia dokładność obliczeń.

Wartości Δ_n , Δ'_n oraz T_n i T'_n łatwo wyznaczyć doświadczalnie przez nagrzewanie transformatora od stanu zimnego przy pełnym obciążeniu i pomiar temperatury oleju oraz oporności uzwojeń. Można przyjąć, iż różnica Δ będzie w każdej chwili równa 1,1 przyrostu temperatury obliczonego ze wzrostu oporu uzwojeń. Wykreślając krzywe $\Delta = f(\tau)$ i $\Delta' = f(\tau)$, łatwo znaleźć T_n i T'_n wykreślnie jako podstyczne.

Metoda opisywana ma szczególne znaczenie dla doboru stosownego „modelu termicznego” transformatora*). Aby model był dokładny, jego stała czasu musi być zrównana ze stałą T_n uzwojenia; ponadto, oczywiście, wskazania jego muszą być wyskalowane w stanie ustalonym według rzeczywistej temperatury uzwojeń.

*) Model termiczny jest to przekładnik termiczny podgrzewany prądem proporcjonalnym do obciążenia i umieszczony w oleju pod pokrywą transformatora. Służy on do odtworzenia temperatury najgorętszego punktu uzwojeń we wszelkich warunkach, a więc i w stanach nieustalonych (por. Pregl. Elektr., 1952, z. 12, str. 497).

Oprócz modeli termicznych rozpowszechnia się metoda pomiaru oporności uzwojeń podczas ich pracy (bez wyłączania z sieci) przez wtrącanie w obwód transformatora źródła prądu stałego [19]. Źródło prądu stałego (bateria, prądniczka lub prostownik) włącza się (co pewien czas) między punkt gwiazdowy a ziemię (rys. 8); (zamyka się B_1 i B_2 , otwiera D i S). Prąd stały zamyka się przez inne transformatory tej samej rozdzielni i ziemię. Do pomiaru natężenia tego prądu służy miliwoltomierz z ruchomą cewką, przyłączony przez filtr do bocznika (rys. 9). Filtr składa się z autotransformatorka 1:1 nawiniętego przeciwnie (a więc redukującego prawie do zera napięcie okresowo zmienne na wyjściu), obwodu rezonansowego i bocznikującego woltomierz kondensatora. Filtr zdławia składową zmienną spadku napięcia na boczniku od wartości przewyższającej setki razy mierzoną składową stałą do wartości tego samego rzędu co składowa stała; nie zakłóca to już w niczym działania woltomierza z ruchomą cewką.

W podobny sposób mierzy się spadek napięcia w uzwojeniu przy pomocy mikroamperomierza z ruchomą cewką, przyłączonego do filtru, połączonego w szeregu z dławikiem. Wadą metody jest konieczność umieszczenia miliwoltomierza pod napięciem; odczytuje się go przy pomocy lunety*).

Istnieją układy umożliwiające rejestrację wskazań obu przyrządów w postaci ilorazu (a więc mierzące oporność uzwojeń). Dokładność osiągalna: $\pm 20^\circ\text{C}$. Działanie — praktycznie bez opóźnienia. Montaż aparatury trwa ok. 48 godzin, a więc jest możliwy do wykonania w ciągu 1 dnia świątecznego i dwóch nocy.

Na zlecenie „Komitetu Studiów” jeden z jego członków opracował zestawienie prac i poglądów poszczególnych państwowych komitetów normalizacyjnych na sprawę dopuszczalnej temperatury uzwojeń [2]. Oto najważniejsze sformułowania:

1) Miarą starzenia się izolacji jest procentowe zmniejszanie się jej wytrzymałości mechanicznej. Roczny ubytek wytrzymałości rzędu 6% można uznać za normalny. Odpowiada on ustalonej temperaturze 95° najgorętszego punktu transformatora, jeżeli olej chroniony jest przy pomocy konserwatora.

2) Dojrzała już sprawa znormalizowania — w zakresie temperatur do 1500 — dopuszczalnego czasu trwania podwyższonej temperatury najgorętszego punktu transformatora przy przeciążeniach okolicznościowych. Jako normę dla dopuszczalnej szkodliwości przeciążeń okolicznościowych proponuje się zmniejszenie o 1% okresu użytkowania uzwojenia (choć nie brak głosów żądających podwyższenia tej normy aż do 5%). Orientacyjny czas trwania dopuszczalny dla temperatury 1500 jest rzędu 1 godziny, dla 1150 rzędu 24 godzin.

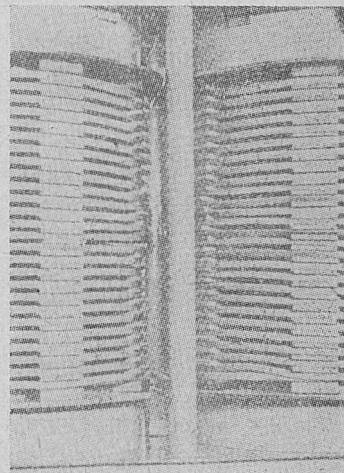
3) Problemem zasadniczej wagi jest powiązanie pojęcia „temperatura najgorętszego punktu” z łatwą do mierzenia „średnią temperaturą uzwojeń”. W USA znormalizowano tę różnicę jako 100° dla naturalnego i 50° dla sztucznego obiegu oleju. Kilka innych państw proponowało natomiast przyjęcie zasady, że różnica temperatury między najgorętszym punktem transformatora a olejem jest o 20% większa niż między średnią temperaturą uzwojeń i olejem.

6. Zagadnienia dynamiczne.

W laboratorium KEMA poddano transformatory działaniu prądów przekraczających wielokrotnie wartość prądu zwarciego [9]. Stwierdzono: a) w uzwojeniu zewnętrznym (górnego napięcia) deformacje przypisywać należy wyłącznie siłom osiowym; deformacje te — dość znaczne w części uzwojenia mieszczącej się w oknie transformatora — prawie nie występują na zewnątrz okna (rys. 10); b) w uzwojeniu dolnego napięcia wystąpiły wyłącznie odkształcenia wywołane przez siły promienne we.

Teoretyczne opracowanie zagadnienia uwzględniające wpływ żelaza doprowadziło do bardzo interesujących wniosków.

*) Przy stosowaniu zespołu trzech transformatorów jednofazowych zarówno miliamperomierz jak i woltomierz mogą mieć potencjał ziemi.



Rys. 10. Uszkodzenie uzwojenia przez siły zwarciove

1) W części uzwojenia znajdującej się wewnątrz okna występują pod działaniem prądu zwarcia I_m sinot siły osiowe

$$P = AI_m^2 [1 - \sqrt{1 + B^2 \cos(2\omega t - \beta)}],$$

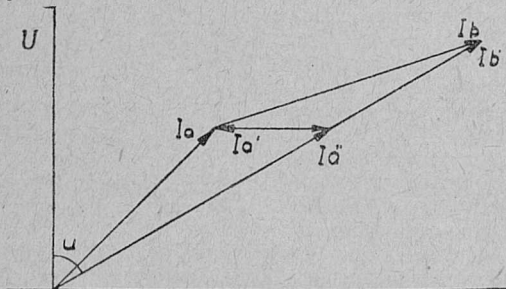
gdzie A , B i β są współczynnikami łatwymi do wyznaczenia na podstawie wymiarów uzwojenia i rdzenia transformatora. Ze wzoru wynika, iż siła osiowa pulsuje z częstotliwością dwukrotnie większą niż prąd zwarcia od niewielkiej wartości ujemnej (dla $t = \frac{\beta}{2\omega}$ będzie $1 - \sqrt{1 + B^2} < 1$) do znacznej wartości dodatniej. Siły osiowe są więc na ogół siłami ściskającymi, lecz w ciągu krótkiego czasu w każdym półokresie prądu zwarcia mają charakter niewielkich sił rozrywających. A więc konstrukcja uzwojeń musi być przystosowana do sił o zmiennym kierunku.

2) Wpływ żelaza na siły zwarcia bynajmniej nie ma charakteru drugorzędnej poprawki, lecz jest natury zasadniczej, wobec czego stosowane dotychczas powszechnie wzory obciążone są znacznym błędem.

3) Siły osiowe w uzwojeniu wewnętrznym (dolnego napięcia) są znacznie mniejsze niż w uzwojeniu górnego napięcia. Stosunek tych sił jest rzędu 1 : 3 do 1 : 2.

7. Regulacja pod obciążeniem.

Praca równoległa. Jak wiadomo, praca równoległa transformatorów o szerokim zakresie regulacji pod obciążeniem pozostawia często wiele do życzenia. Jeżeli nawet prze-



Rys. 11. Wyrównanie obciążeń transformatorów pracujących równolegle przy pomocy przełącznika zacze- pów

kładnie na poszczególnych stopniach dobrze się zgadzają i jeżeli na stopniu zasadniczym napięcia zwarcia są równe, to na krańcowych stopniach regulacji mogą wystąpić znaczne różnice napięć zwarcia obu transformatorów, wynikające z ich odmiennej konstrukcji. Prowadzi to do nierównego rozdziału obciążenia, które można skompensować przez stosowaną zmianę przekładni [5].

Rys. 11 przedstawia przypadek, gdy napięcia zwarcia transformatorów przeznaczonych do pracy równoległej są w stosunku 1 : 2, co zmniejsza do 75% obciążalność zespołu i zwiększa straty miedzi o ok. 11%. Przy pomocy regulatora zacze- pów można jednak niemal całkowicie wyrównać rozkład obciążeń. I''_a i I'_b przedstawiają prądy obciążenia obu transformatorów przed wyrównaniem, I_a i I_b — po wyrównaniu; I'_a jest to prąd wyrównawczy. Metoda ta jednakże jest skuteczna tylko dla obciążeń silnie indukcyjnych ($\cos \varphi \approx 0,7$), co jest oczywiste z rys. 11, i jest nie dość ścisła: 1% zmiany przekładni wywołuje już prądy wyrównawcze dochodzące do 10% prądu znamionowego.

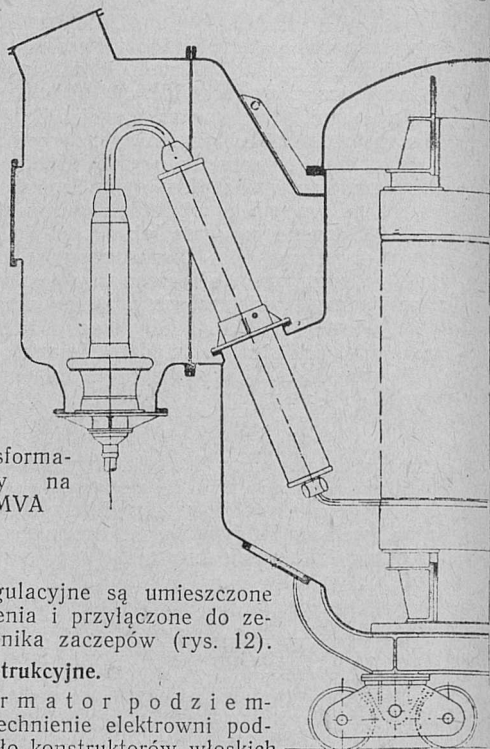
Zagadnienia udarowe w przełącznikach. Problem przepięć udarowych w przełącznikach i przyłączonych do nich uzwojeniach, jak wynika z pomiarów [3], nie nastręcza szczególnych trudności, nie spotykanych w uzwojeniach zwykłych:

a) wartość szczytowa napięcia w „śle- pych” częściach uzwojenia (nieuniknionych przy stosowaniu przełącznika zacze- pów) nie przekracza na ogół wartości spotykanych w uzwojeniach zwykłych, jeśli zakres regula- cji nie jest większy od 25%;

b) ani przy uderzeniach pełnych, ani przy uderzeniach uciętych na-

pięcia między początkiem a końcem cewek regulacyjnych nie są większe niż dla cewek uzwojenia zwykłego;

c) dość znaczne napięcia — rzędu 70 — 90% uderu ataku- jącego na zaciskach — występują natomiast między końcem uzwojenia podstawowego a końcem uzwojenia regulacyjnego,

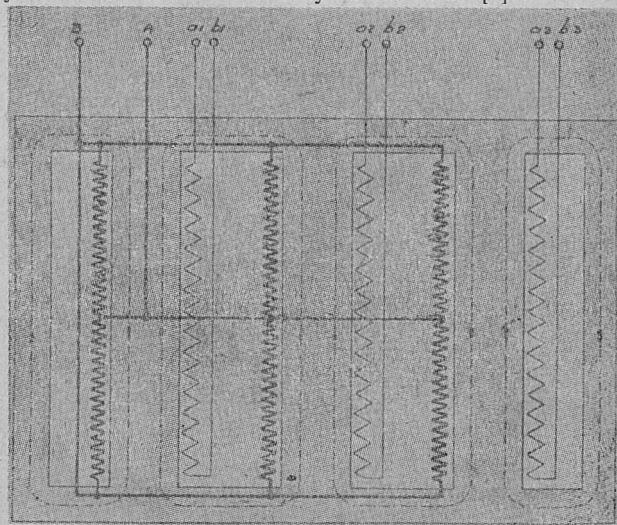


Rys. 13. Transformator podziemny na 220 kV, 55 MVA

jeżeli cewki regulacyjne są umieszczone pośrodku uzwojenia i przyłączone do zerowego przełącznika zacze- pów (rys. 12).

8. Nowości konstrukcyjne.

Transformator podziemny. Rozpowszechnienie elektrowni podziemnych skłoniło konstruktorów włoskich do opracowania typu transformatora na 55 MVA, 220 kV, przyłączanego bezpośrednio do kabla (rys. 13). Przestrzeń olejowa komory kablowej jest ściśle odgradzona od przestrzeni olejowej transformatora i ma własny konserwator [8].



Rys. 14. Schemat transformatora jednofazowego na 16 $\frac{370}{\sqrt{3}}$ kV, 115 MVA

Transformatory na 400 kV. Do linii 380-kilowoltowej, łączącej elektrownię Harspranget z przetwórniami Midskog i Hallsberg, przyłączono 14 transformatorów jednofazowych o przekładniach:

$$16 \left[\frac{370}{\sqrt{3}}, \frac{408}{\sqrt{3}}, \frac{258}{\sqrt{3}} \right] 36,5 \text{ i } \frac{400}{\sqrt{3}}, \frac{228}{\sqrt{3}} 21,5 \text{ kV}$$

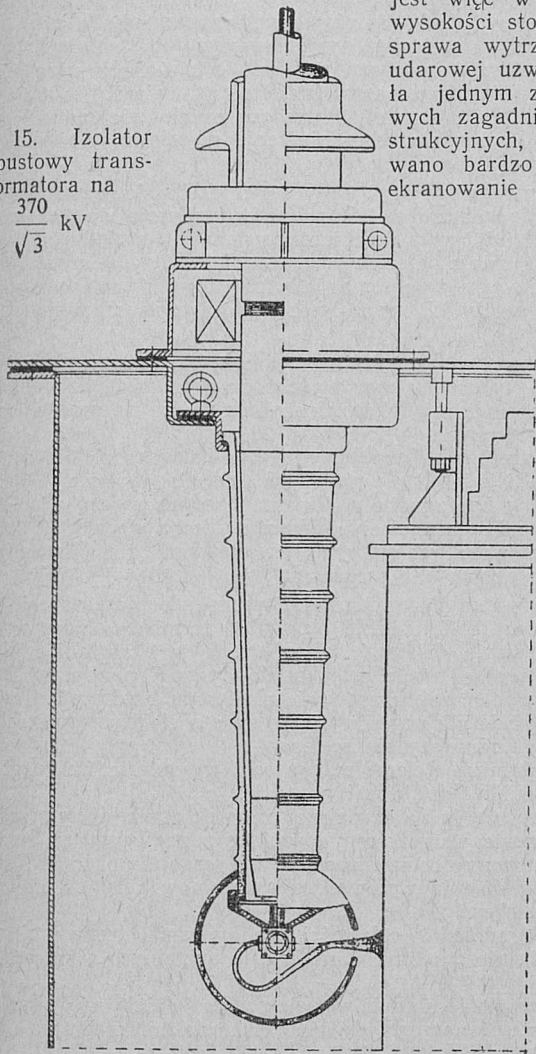
oraz o mocy jednostkowej 100 ÷ 115 MVA. Konstrukcja transformatorów wykazuje wiele osobliwości.

Dla elektrowni Harspranget wybudowano 4 transformatory jednofazowe 5-kolumnowe. Rdzeń takiego transformatora niczym nie różni się od 5-kolumnowego rdzenia transformatora 3-fazowego. Na trzech środkowych rdzeniach znajdują się 3 ko-

lunmy uzwojeń; uzwojenia na $\frac{370}{\sqrt{3}}$ kV są połączone równolegle, do każdego z 3 uzwojeń dolnego napięcia przyłączona jest stosowna faza każdego z 3 generatorów elektrowni (rys. 14). Uzwojenia na $\frac{370}{\sqrt{3}}$ kV, oczywiście bez zacsepów regulacyjnych, zbudowane są w sposób klasyczny — z cewek ułożonych w stos. Uzwojenie składa się z dwu grup równoległych, zacisk linowy jest więc w połowie wysokości stosu. Choć sprawa wytrzymałości udarowej uzwojeń była jednym z kluczowych zagadnień konstrukcyjnych, zastosowano bardzo skąpe ekranowanie (aby nie

był w połowie wysokości stosu. Choć sprawa wytrzymałości udarowej uzwojeń była jednym z kluczowych zagadnień konstrukcyjnych, zastosowano bardzo skąpe ekranowanie (aby nie

Rys. 15. Izolator przepustowy transformatora na $\frac{370}{\sqrt{3}}$ kV



komplikować układu izolacyjnego): tylko kilka pierwszych cewek (wejściowych) otrzymało ekrany w formie zwojów otaczających cewkę i przyłączonych do zacisku liniowego.

Wytrzymałość udarową uzwojenia zbadano na dwu modelach naturalnej wielkości, lecz tylko o jednej kolumnie. Model I wypróbowano przy pomocy uderów pełnych, poczynając od 1000 kV, w odstępach po 200 kV. Model wytrzymał 2000 kV

i uległ uszkodzeniu przy 2100 kV. Drugi model badano udarami uciętymi — osiągając również 2000 kV. Napięcia cewkowe wynosiły przy uderach pełnych $10 \div 20\%$ napięcia doprowadzonego, osiągały więc 400 kV. Nie jest to więc transformator „niedrgający”.

Problemem niemal równie trudnym jak uzwojenie były izolatory przepustowe. Waga izolatora — 2,5 t. Izolatory wykonano w ten sposób, żeby część wewnętrzna osłony porcelanowej sięgała aż do połowy wysokości uzwojenia; wyeliminowano w ten sposób przewód łączący zacisk izolatora z uzwojeniem; sam zacisk otoczono ekranującą go kulą (rys. 15).

Nowy typ przełącznika z zacsepów [1]. Przełączniki są budowane na napięcia do 165 kV dla niezumiennego punktu zerowego.

Osobliwością nastawnika styków jest napęd obu ślizgaczy przy pomocy dwóch wałów z rur izolacyjnych, umieszczonych współosiowo (jedna w drugiej); rozwiązanie to opatentowano.

Drugą osobliwością jest zbocznikowanie styków nastawnika przez płytki zmienneoporowe analogiczne do stosowanych w odgromnikach zaworowych; w ten sposób uwolniono się od przepięć udarowych międzystykowych, co umożliwiło zmniejszenie odległości izolacyjnych, a więc i wymiarów*).

Styczniki mają podwójny: zasadniczy przy pomocy sprężyny i rezerwowo od mechanizmu napędowego ogólnego; w razie pęknięcia sprężyny napęd rezerwowy doprowadza manewr do końca (z mniejszą szybkością). Ponadto przewidziane jest dodatkowe zabezpieczenie na wypadek niezadziałania wyłączników krańcowych, ograniczających ruch mechanizmu.

SPIS REFERATÓW

- [1] Richards L. C., Diggle H. Commutateurs de prise en charge pour transformateurs à haute tension. (Ref. 103).
- [2] Chevalier H. B. Problèmes thermiques intéressant les transformateurs. (Ref. 108).
- [3] White E. L. Recherche expérimentale de la distribution des surtensions dans les portions en bout mort d'un enroulement de transformateur, créées par les prises de réglage de tension. (Ref. 111).
- [4] Beldi F. Essais au choc des transformateurs. Procédés de mesure et couplages. (Ref. 112).
- [5] Rossier Cl. La marche en parallèle des transformateurs à gradins. (Ref. 113).
- [6] Kamber W. Image thermique pour transformateurs dans l'huile. (Ref. 116).
- [7] Wellauer M. Protection du point neutre des transformateurs contre les contraintes et les surtensions. (Ref. 117).
- [8] di Vito G. Transformateurs avec sortie haute tension en câbles pour usines souterraines. (Ref. 121).
- [9] de Kuiper C. E. M. Les contraintes de court-circuit dans les enroulements symétriques des transformateurs. (Ref. 122).
- [10] Provoost P. G. Les essais de choc de transformateurs. (Ref. 123).
- [11] Norris E. T. Rapport sur les travaux du Comité international d'études des transformateurs. (Ref. 125).
- [12] Pichon A. Résistance au choc des transformateurs à enroulements concentriques. (Ref. 128).
- [13] Stenkvis K. E. Etudes de la détection et de la localisation des défauts dans les essais de choc des transformateurs. (Ref. 129).
- [14] Langlois-Berthelot R. Comment utiliser la mesure des phénomènes d'ionisation pour connaître la fatigue des isolants. (Ref. 132).
- [15] Sollergren B. La possibilité de niveaux d'isolement réduits dans le neutre des transformateurs. (Ref. 134).
- [16] Stenkvis E. Les transformateurs pour le réseau 380 kV en Suède. (Ref. 138).
- [17] Heller B., Veverka A. Les contraintes électriques créées dans un bobinage par une tension de choc unitaire. (Ref. 140).
- [18] Heller B., Veverka A. Enroulement de transformateur non oscillant sans écran. (Ref. 141).
- [19] Dietsch C., Larrue H., Régant M. La mesure en service des températures des enroulements des transformateurs. (Ref. 142).

*) Por. Bader J. Krajowe typy odgromników zaworowych (zokaworowych). Przegl. Elektr., 1952, z. 12, str. 471—475. Również Hasterman Z. Transformatory (MKWSE, 1950). Przegl. Elektr., 1952, z. 12, str. 490, rys. 8.

NŻ. ZBIGNIEW KARASIŃSKI
SEP, Warszawa

Obecny stan słownictwa elektrycznego i zagadnienie wytycznych do prac CKSE*)

Zmiany ustrojowe, które zaszły po wojnie, wymagały również od SEP zmiany zakresu i metod pracy, zarówno w celu sprostania wymaganiom nowej rzeczywistości i potrzebom Polski Ludowej, jak w celu mocnego powiązania się z całym polskim światem technicznym. Dlatego Zarząd Główny SEP zaniepokoił się także oddźwiękami z terenu, świadczącymi, że niektóre szczegóły opracowywanego w SEP słownictwa elektrycznego budzą wątpliwości i zastrzeżenia. Choć wszystkie projekty słownictwa, opracowane przez Centralną Komisję Słownictwa Elektrycznego SEP, są publikowane i w ten sposób poddane

ogólnej krytyce. Zarząd Główny SEP uznał, że metoda ta jest jeszcze nie wystarczająca, że należy ułatwić terenowi dyskusję i wypowiedanie się i w tym celu organizować zebrania w oddziałach oraz narady międzyoddziałowe.

Najważniejsze są podstawowe zasady słownotwórstwa terminologicznego, którymi przy układaniu kieruje się Centralna Komisja Słownictwa Elektrycznego SEP. Rzeczowa krytyka tych zasad i wytyczne wynikłe z dyskusji przedstawicieli terenu niewątpliwie umożliwią takie ostateczne ujęcie słownictwa elektrycznego, że olbrzymi materiał będący rezultatem półwiekowej pracy SEP w tym zakresie, będzie mógł ukazać się drukiem z największym pożytkiem dla wszystkich elektryków.

*) Referat wygłoszony na Naradzie międzyoddziałowej SEP w sprawie słownictwa elektrycznego (6.2.53).

Dzisiejsza nasza narada ma właśnie na celu przedyskutowanie zasadniczych wytycznych prac nad słownictwem elektrycznym. Konieczności tych prac nie tylko my tu zebrani, ale chyba nikt już dziś kwestionować nie będzie. Na potrzebę prac nad terminologią techniczną wyraźnie wskazuje Stalin w swej pracy „Marksizm a zagadnienia językoznawstwa“, stwierdzając: „nieustanny rozwój przemysłu i rolnictwa, handlu i transportu, techniki i nauki wymaga od języka uzupełniania jego słownika nowymi wyrazami i wyrażeniami nieodzownymi w ich pracy“.

Wszyscy doskonale rozumiemy potrzebę uporządkowania i ujednolicenia naszej terminologii technicznej. Używanie przez autorów i wykładców różnych terminów na określenie tych samych pojęć utrudnia korzystanie z polskiej literatury technicznej, zwłaszcza pracownikom ze średnim i niższym wykształceniem technicznym, oraz sprawia niepotrzebne trudności uczącej się młodzieży. Różnice zdań powstają dopiero wtedy, kiedy chodzi o wybór terminu, a zwłaszcza o wprowadzenie nazw, które mają zastąpić dotychczas używane, a uznane przez CKSE z tych lub innych względów za nieprawidłowe lub niepożądane.

Wysuwane bywa jeszcze dziś zagadnienie, czy należy wprowadzać terminy polskie na miejsce terminów pochodzenia obcego. Można słyszeć zdania, że terminy o źródłosłowie obcym należy bezwzględnie pozostawiać, a nawet nowe nazwy opierać na terminach obcych. Zwolennicy takiej zasady wysuwają argument, że taka rzekomo „międzynarodowa“ terminologia ułatwia korzystanie z dzieł w obcych językach. Argument ten nie jest słuszny. Dzieła w obcych językach czyta stosunkowo niewielka garstka pracowników technicznych i są to niemal wyłącznie pracownicy o takim poziomie przygotowania technicznego, że przejście od terminologii polskiej do terminologii w znanym im obcym języku nie sprawia im trudności, nawet jeżeli terminy polskie nie będą zupełnie wzorowane na obcych. Z tej przyczyny argument powiązania z międzynarodową kulturą techniczną nie jest przekonujący.

Terminologia techniczna jest przeznaczona nie tylko dla specjalistów o wysokim poziomie wykształcenia, lecz również — i to przede wszystkim — dla wielokrotnie większej liczby niższych pracowników technicznych oraz młodzieży kształcącej się w szkołach zawodowych i wyższych uczelniach po to, aby uzupełnić, a w przyszłości zastąpić obecne kadry. Z tej przyczyny nasuwa się myśl, że należałoby raczej szukać takiego rozwiązania, które ułatwi szerokim masom pracowników technicznych i uczącej się młodzieży orientowanie się w terminologii technicznej. O rozwiązanie idealne kuś się nie można, bo terminologia techniczna zawsze będzie stanowić pewną trudność dla początkujących, ale pewne ułatwienia są możliwe.

Wydaje się, że terminy pochodzenia obcego można podzielić na dwie grupy. Do pierwszej należą słowa głęboko wrośnięte w polski język i używane powszechnie nie tylko przez fachowców, lecz nawet przez laików. Jako przykład może służyć słowo „transformator“ lub „izolator“. Słowa takie nie nasuwają trudności, bo ich kojarzenie z przedmiotami, których nazwę stanowią, jest łatwe. Do drugiej grupy można zaliczyć terminy, które z językiem potocznym nie mają nic wspólnego. Terminy takie nie budzą w umyśle żadnych skojarzeń i dlatego są trudne do zapamiętania.

Czy słów tego typu jak np. „susceptancja“ lub „magnetostrykcja“ nie należałoby zastąpić odpowiednikami polskimi, umożliwiającymi skojarzenia myślowe, a przez to łatwiejszymi do zapamiętania? Wydaje się, że mając na uwadze szerokie masy techniczne, powinniśmy uznać polszczenie takich nazw obcych za zupełnie uzasadnione. Z tych samych względów należałoby uznać, że w ogóle przy ustalaniu terminologii względy mnemotechniczne powinny być brane pod uwagę.

Wysuwane są też argumenty, że wprowadzanie nowych nazw polskich powoduje dużo trudności w terenie, który przyzwyczaił się do nazw dotychczas używanych. Argumenty te również nie są przekonujące, gdyż nowe nazwy wprowadza się stopniowo, podając poprzednio używany termin, a łatwość, z którą przyjęły się szeroko takie np. nazwy jak „stojan“, „wirnik“ zamiast nazw obcych „stator“ i „rotor“, świadczy o celowości wprowadzania nazw polskich, dających skojarzenia pojęciowe, a więc łatwiejszych.

Innym zagadnieniem, nad którym trzeba się również zastanowić, jest zaznaczająca się niekiedy tendencja do tworzenia w imię ścisłości języka technicznego nowych terminów w celu zaznaczenia różnic pojęciowych, nieraz bardzo subtelnych. Musimy się liczyć z tym, że nadmiar terminów utrudnia młodzieży naukę, więc nie należy ich mnożyć bez konieczności uzasadnionej praktyką.

Następnym zagadnieniem, wymagającym rozstrzygnięcia, jest kwestia, czy można wprowadzać nazwy, które wskutek braku ujednolicenia z innymi terminami prowadzą do mnożenia pojęć terminologicznych.

Wreszcie trzeba wspomnieć o ogólnej zasadzie, którą kieruje się CKSE: jeżeli się wprowadza terminy polskie, to terminy te powinny być zgodne z duchem i strukturą języka polskiego. Zasada ta jest niewątpliwie słuszna, trzeba się jednak zastanowić, czy słuszne jest rygorystyczne trzymanie się tej zasady, gdy jest to ze szkodą dla praktyki.

Obecny stan słownictwa elektrycznego przedstawia się w ten sposób, że CKSE ustaliło ok. 14 000 terminów, które w miarę opracowywania działami są ogłaszane w Przeglądzie Elektrotechnicznym w formie projektu do dyskusji publicznej. Powinniśmy wywołać zainteresowanie się terenu tymi projektami, aby krytyka oświeciła poglądy całego świata elektrotechnicznego.

Referat niniejszy nie pretenduje do rozstrzygnięcia poruszonych zagadnień. Referat ma na celu wysunięcie tych zagadnień do dyskusji na dzisiejszej naradzie.

Wydaje się, że na dzisiejszej naradzie powinniśmy przedyskutować przede wszystkim następujące zagadnienia, dając w ten sposób stowarzyszeniową ocenę i wytyczne dla prac CKSE:

- 1) zagadnienia wprowadzenia terminów polskich na miejsce terminów obcych;
- 2) zagadnienie celowości wzbogacania technologii przez wprowadzenie odrębnych terminów o subtelnych różnicach pojęciowych;
- 3) omówienie sposobów zwiększenia udziału w dyskusji nad słownictwem naszego świata elektrotechnicznego, a przede wszystkim członków SEP.

DR INŻ. M. MAZUR
Sekretarz CKSE

Przebieg i charakter prac nad polskim słownictwem elektrycznym*)

1. Chronologia prac słowniczych.

Prace zespołowe nad słownictwem elektrycznym zostały rozpoczęte około 1900 r. w różnych środowiskach, głównie w Warszawie i Lwowie, gdzie też wydano pierwsze publikacje z zakresu słownictwa elektrycznego.

Do scentralizowania prac nad słownictwem elektrycznym doszło w 1917 r., gdy na mocy uchwały Nadzwyczajnego Zjazdu Techników Polskich w Warszawie powstała Centralna Komisja Słownictwa Elektrotechnicznego przy Kole Elektrotechników Stowarzyszenia Techników w Warszawie. Prowadzi ona działalność do chwili obecnej jako Centralna Komisja Słownictwa Elektrycznego Stowarzyszenia Elektryków Polskich w Warszawie.

Projekty słownicze opracowywane przez CKSE były ogłaszane początkowo w Przeglądzie Technicznym, a po pierwszej wojnie światowej aż do chwili obecnej w Przeglądzie Elektrotechnicznym, założonym w 1919 r. Po drugiej wojnie również Wia-

domości Elektrotechniczne wprowadziły dział „Słownictwa Elektrotechnicznego“, zawierający komentarze i objaśnienia ważniejszych pojęć.

W 1936 r. został wydany tom słownictwa elektrycznego obejmujący pojęcia podstawowe i ogólne, miernictwo elektryczne, maszyny elektryczne oraz przyrządy łączeniowe i rozdzielcze, razem około 2 500 pojęć.

W 1938 r. został wydany tom „Definicje elektryczne“ w zakresie pojęć podstawowych i ogólnych.

W okresie powojennym rozszerzono zakres prac na całość elektryki i podjęto opracowanie „Polskiego Słownika Elektrycznego“ obejmującego około 15 000 pojęć. Materiały robocze w postaci maszynopisów były — w różnych stadiach opracowania — przekazywane instytucjom najpilniej potrzebującym opracowań słowniczych, a więc wydawnictwom, redakcjom, komisjom programowym itp.

W licznych przypadkach CKSE udzielała w drodze korespondencji doraźnych wyjaśnień instytucjom i osobom zwracającym się do CKSE z zapytaniami, dotyczącymi poszczególnych pojęć.

*) Referat wygłoszony na Naradzie międzyoddziałowej SEP w sprawie słownictwa elektrycznego w dniu 6. II. 53.

Należy nadmienić, że słownictwo elektryczne, opracowywane przez CKSE, było konsekwentnie stosowane nie tylko w czasopiśmie elektrotechnicznych, ale również w polskich normach elektrotechnicznych, dzięki ściślejszej współpracy CKSE z Centralną Komisją Normalizacji Elektrotechnicznej SEP, a następnie z Zakładem Elektrotechniki PKN.

Wieloletniej pracy nad słownictwem elektrycznym, nie wstrzymanej nawet w okresie okupacji, zawdzięczamy stan zaawansowania tego słownictwa, przewyższający znacznie stan słownictwa w innych dziedzinach nauki i techniki w Polsce. Praca ta umożliwiła skrytalizowanie zasad terminologicznych i metod pracy, osiągnięcie jednolitości słownictwa, wykształcenie zespołu osób łączących wiedzę fachową z wyrobieniem terminologicznym i utrwalenie Komisji jako stałej instytucji nie tylko opracowującej Słownik, który stanowi jej zadanie bieżące, lecz funkcjonującej w sposób ciągły, udoskonalającej słownictwo elektryczne odpowiednio do rozwoju elektryki i wyjaśniającej wątpliwości każdemu, kto się z nimi zgłasza. Jak dotychczas, jest to jedyna tego rodzaju organizacja w polskim świecie technicznym.

2. Przemiany w pracach słowniczych.

Okręsy z górą 50 lat pracy nad słownictwem elektrycznym, jeśli sięgać do samego jej początku, jest tak długi, że praca ta musiała ulegać przemianom.

Rozwój elektryki musiał wpływać na zakres prac i ich formy organizacyjne. Pierwsze zestawienie terminologii elektrycznej liczyło zaledwie 80 pojęć; były to takie pojęcia, jak np. elektrownia, prądnicą, odbiornik, przełącznik, bezpiecznik, amperomierz itp. W miarę wzrastania liczby pojęć wymagających opracowania stawała się coraz bardziej niezbędna rozległa organizacja, grupująca wielu specjalistów z poszczególnych działów elektryki.

Istotny jednak wpływ na prace słownicze wywarły przemiany ustrojowe. Zbiorowy od początku charakter prac nad słownictwem elektrycznym dopiero obecnie mógł się należycie rozwinąć, opierając się na współpracy szerokiego ogółu elektryków polskich.

Działalność CKSE związana jest współpracą z instytucjami wydawniczymi, a przede wszystkim z Państwowymi Wydawnictwami Technicznymi, z Komisjami Polskiego Komitetu Normalizacyjnego, z redakcjami czasopism elektrycznych, instytucjami naukowo-badawczymi, uczelniami, zakładami przemysłowymi i handlowymi itd. W sprawach istotnego znaczenia CKSE odwołuje się do opinii tysięcy czytelników prasy fachowej. Przykładem może być opublikowana niedawno ankieta na temat terminologii oporności. Ostatnio postanowiono pozyskać współpracę terenowych oddziałów SEP.

Zaszyły również zmiany w postawie społecznej ogółu elektryków do zagadnień słowniczych. Jeżeli przed 15—20 laty używanie prawidłowego słownictwa technicznego było w najlepszym razie sprawą kultury językowej, to obecnie słownictwo stało się przede wszystkim narzędziem pracy, którego dokładność ma nie mniejsze znaczenie niż dokładność narzędzi materialnych. Przy obecnej liczbie pojęć technicznych wszelkie dowolności terminologiczne prowadzą do nieporozumień i błędów, przyczyniających strat gospodarce narodowej.

Zwłaszcza w przemyśle urządzenia, maszyny, narzędzia, sposoby produkcji i przedmioty produkowane muszą być ściśle nazwane w sposób nie dopuszczający wątpliwości i pomyłek.

System planowania technicznego wymaga jednolitej nomenklatury, gdyż ogromna liczba ludzi bierze udział w wykonywaniu zadań przemysłowych, toteż wszelkie sformułowania techniczne muszą być zrozumiałe dla wszystkich zainteresowanych bez potrzeby dodawania komentarzy objaśniających. Te same wymagania dotyczą również statystyki, nieodłącznie związanej z planowaniem.

Stosowanie dowolnej, chaotycznej terminologii w inwentaryzacji, dokonywanej przez poszczególne jednostki organizacyjne, uniemożliwiłoby prowadzenie statystyki w skali ogólnokrajowej.

W akcji masowego szkolenia literatura techniczna stanowi nie tylko uzupełnienie pracy szkolnej, lecz coraz częściej zastępuje ją jako środek szkolenia zaocznego, co — oczywiście — zaostreza wymagania ścisłości słowniczej, gdyż czytelnikowi uczącemu się bez nauczyciela nie ma kto udzielić wyjaśnień.

Słownictwo techniczne stało się dziś zagadnieniem o znaczeniu ogólnopństwowym.

3. Charakter opracowania słownictwa.

Opracowanie słownictwa elektrycznego było od początku pojmowane jako normatywne; ten punkt widzenia jest konsekwentnie utrzymywany do chwili obecnej. Potrzeba normatywnego słownictwa elektrycznego jest uznawana we wszystkich krajach.

Szczególną opieką prace tego rodzaju są otaczane w Związku Radzieckim, o czym świadczą wydawnictwa Akademii Nauk ZSRR, opracowywane przez „Komitet terminologii technicznej”. Na terenie międzynarodowym jest obecnie opracowywane drugie, rozszerzone wydanie „Międzynarodowego Słownika Elektrycznego”. Zgodnie z międzynarodowym porozumieniem, zawartym z udziałem Związku Radzieckiego, słownik ten oprócz kilku języków zachodnio-europejskich będzie obejmował dwa języki słowiańskie. Jednym z nich jest język rosyjski, przy czym w celu pokonania trudności drukarskich związanych z alfabetem rosyjskim Związek Radziecki podjął się wydania osobnej wersji słownika. Drugim językiem miał być czeski lub polski odpowiednio do wyników porozumienia między obydwojema odnośnymi krajami; porozumienie takie nastąpiło w 1952 r., przy czym uzgodniono, że drugim językiem słowiańskim Międzynarodowego Słownika Elektrycznego będzie język polski.

Okoliczność ta podnosi znaczenie Polski na terenie międzynarodowym, zarazem jednak nakłada na Stowarzyszenie Elektryków Polskich, w szczególności zaś na Centralną Komisję Słownictwa Elektrycznego SEP obowiązek utrzymania normatywności prac słowniczych i wykonania ich na możliwie najwyższym poziomie.

Odpowiedź na pytanie, co się rozumie przez słownik normatywny, jest proste: normatywny jest słownik, który zawiera słownictwo uznane za prawidłowe, w odróżnieniu od słowników rejestracyjnych, stwierdzających jedynie fakt, że zawarte w nich wyrazy bywają używane w technice, lecz nie dających oceny ich prawidłowości.

Pewne trudności mogą występować dopiero przy określaniu, jakie słownictwo można uważać za prawidłowe. W pracach CKSE różni się prawidłowość techniczną i prawidłowość językową.

Słownictwo jest prawidłowe pod względem technicznym, jeżeli określa pojęcie w sposób ścisły i jednoznaczny. Prawidłowość techniczna ma na celu zapewnienie łatwości porozumiewania się, co zresztą jest podstawowym zadaniem języka jako całości. W zakresie tak rozumianej prawidłowości prace CKSE zmierzają do wprowadzenia nazw o brzmieniu związanym z treścią pojęć zamiast nazw czysto umownych, do nadawania pojęciom szczegółowym odpowiednich nazw szczegółowych zamiast przestarzałych nazw ogólnikowych, utrzymujących się z czasów słabego zróżnicowania pojęć, do rozgraniczania nazw wspólnych dla kilku różnych pojęć itd.

Słownictwo jest prawidłowe pod względem językowym, jeżeli jest zgodne z kulturą języka polskiego, to znaczy odpowiada wymaganiom języka literackiego i nie odbiega od jego kierunku rozwojowego. W tym zakresie CKSE dąży do usuwania wyrazów gwarowych, wyrazów utworzonych niezgodnie z obecnymi poglądami językoznawstwa, wyrażań wadliwych pod względem stylistycznym, czyli — inaczej mówiąc — do dostosowania słownictwa elektrycznego do wymagań poprawnej polszczyzny.

W miarę postępów techniki wzbogaca się również słownictwo elektryczne. Istotnym wzbogaceniem języka nie jest jednak samo mnożenie wyrazów, lecz zaspokajanie potrzeb, wynikających z przybywania wciąż nowych pojęć. Zgodnie z tym CKSE wprowadza nazwy na oznaczenie pojęć nowych, stara się jednak usuwać wyrazy zbędne, co zachodzi w przypadkach, w których to samo pojęcie ma kilka nazw blisko- lub jednoznacznych. W myśl tych wytycznych słownictwo elektryczne ma być dostatecznie ściśle zróżnicowane i możliwie jednolite.

4. Sposób opracowywania słownika.

Odpowiednio do zasadniczego podziału elektryki prowadzi się prace słownicze w dwóch komisjach technicznych CKSE; a mianowicie w Komisji Energoelektrycznej i Komisji Teleelektrycznej.

Punktem wyjścia przy opracowywaniu poszczególnych działów słownika jest zebranie materiałów terminologicznych oraz odpowiednie ich zestawienie i zmodyfikowanie przez referentów, którym CKSE powierzyła to zadanie. W razie potrzeby referent danego działu dobiera sobie współpracowników w zakresie wyższych specjalności.

W ten sposób powstaje projekt słownictwa danego działu. Projekt ten, po wstępnym sprawdzeniu redakcyjnym, jest przekazywany kilku opiniodawcom, na których CKSE zaprasza znanych specjalistów z terenu całego kraju.

Po otrzymaniu opinii, składających się w zasadzie z umotywowanych propozycji zmian, skreśleń i uzupełnień, projekt jest omawiany na posiedzeniach właściwej Komisji Technicznej na podstawie nadesłanych opinii i uwag członków Komisji. W wyniku dyskusji wnosi się do tekstu odpowiednie poprawki, przy czym kładzie się nacisk głównie na prawidłowość techniczną.

W razie potrzeby Komisja Techniczna powołuje doraźne podkomisyje do wstępnego przedyskutowania sprawy.

Poprawiony projekt przekazuje się do Komisji Centralnej. Na posiedzeniach tej komisji rozpatruje się projekt pod względem prawidłowości językowej i technicznej.

Tekst ustalony w wyniku dyskusji podaje się do wiadomości szerszego ogółu elektryków za pośrednictwem czasopism fachowych i przekazuje do tymczasowego użytku najbardziej zainteresowanych instytucji. Każdą nadesłaną uwagę poddaje się pod dyskusję na posiedzeniu CKSE, dzięki czemu każdy elektryk ma możliwość zabierania głosu w sprawach słownictwa elektrycznego.

Po upływie pewnego czasu omawia się ponownie tekst danego działu na podstawie nadesłanych uwag, po czym ustala się tekst ostateczny, który po odpowiednim opracowaniu redakcyjnym przybiera postać przeznaczoną do druku.

5. Struktura słownika.

Od dawna zarysował się podział tematyczny słownictwa elektrycznego na energoelektrykę i teleelektrykę, czyli — według dawnej, dziś już przestarzałej terminologii — na elektrotechnikę prądów silnych i elektrotechnikę prądów słabych. Z czasem wyodrębniła się grupa działów ogólnych, wspólna dla całej elektryki. I wreszcie, obok ścisłych zastosowań energoelektrycznych i teleelektrycznych, trzeba było utworzyć osobną grupę działów wiążących się w dużym stopniu z elektromedycyną.

W dzisiejszym stanie Polski Słownik Elektryczny zawiera 6 grup, obejmujących łącznie 25 następujących działów:

A. Elektryka ogólna

- | | |
|---------------------------|----------------------------------|
| 1. Elektryka teoretyczna | 3. Technika wysokich napięć |
| 2. Miernictwo elektryczne | 4. Materiałoznawstwo elektryczne |

B. Elektroenergetyka

- | | |
|---------------------------|-----------------------------|
| 5. Elektrownictwo | 8. Maszyny elektryczne |
| 6. Sieci elektryczne | 9. Sprzęt elektrotechniczny |
| 7. Gospodarka elektryczna | |

C. Zastosowania energoelektryczne

- | | |
|-------------------------|-----------------------|
| 10. Napęd elektryczny | 13. Technika świetlna |
| 11. Trakcja elektryczna | 14. Elektrochemia |
| 12. Elektrotermia | |

D. Teleelektryka ogólna

- | | |
|-------------------------------|------------------------------|
| 15. Teleelektryka teoretyczna | 17. Elektronika |
| 16. Elektroakustyka | 18. Elementy teleelektryczne |

E. Zastosowania teleelektryczne

- | | |
|-------------------------------|----------------------------------|
| 19. Teletransmisja przewodowa | 22. Telegrafia |
| 20. Radiokomunikacja | 23. Sygnalizacja i telemechanika |
| 21. Telefonacja | |

F. Zastosowania różne

- | | |
|----------------|---------------------|
| 24. Radiologia | 25. Elektrobiologia |
|----------------|---------------------|

Opracowanie komisyjne jest ukończone bądź znajduje się w końcowym stadium w 9 działach; znacznie posunięte jest opracowanie 13 działów.

Największe trudności sprawia teleelektryka, której szybki rozwój, połączony z wyodrębnieniem się wielu wąskich specjalności, wyłonił znaczną liczbę pojęć nowych, wymagających opracowania słowniczego.

6. Forma słownika.

Przewiduje się, że każde pojęcie w ujęciu kompletnym będzie określone za pomocą trzech elementów: 1) nazwy polskiej, 2) odpowiedników obcych, 3) definicji. Pierwotny zamiar uwzględnienia wszystkich tych elementów w jednym wydaniu Słownika został zaniechany, gdyż opracowanie definicji jest zadaniem długotrwałym, a potrzeby w zakresie słownictwa elektrycznego są zbyt palące, ażeby można było przesunąć wydanie Słownika o kilka lat. Dlatego też najbliższe wydanie Słownika będzie zawierało tylko nazwy polskie i obcojęzyczne, natomiast definicje będą dodane w następnym wydaniu. Jest to celowe również i z tego względu, że pewne pojęcia nie wymagają definicji, gdyż nazwa ich jest sama przez się zrozumiała.

Odpowiedniki obce opracowuje się w czterech językach: rosyjskim, angielskim, niemieckim i francuskim. CKSE zamierzała również zamieścić odpowiedniki czeskie po uzyskaniu ich w drodze wymiany, jednak po krótkim okresie początkowej współpracy strona czechosłowacka oświadczyła, że nie ma możliwości opracowania całego materiału w terminie wynikającym z planu prac CKSE.

Układ alfabetyczny, powszechnie stosowany w słownikach rejestracyjnych, jest niewystarczający dla słowników normatywnych. Słownik opracowywany przez CKSE, podobnie jak słowniki normatywne we wszystkich krajach, będzie miał tekst w układzie rzeczowym, a ponadto skrowidze alfabetyczne we wszyst-

kich językach uwzględnionych w Słowniku. Należy bowiem mieć na uwadze, że użytkownik Słownika może nieraz nie znaleźć prawidłowej nazwy pojęcia, nie mógłby więc go znaleźć przy układzie alfabetycznym, znajdzie zaś bez trudności przy układzie rzeczowym. Poza tym zestawienie pokrewnych pojęć w jednym miejscu Słownika umożliwia zapoznanie się z całą ich grupą, dzięki czemu unika się pomieszaniami nazw pojęć zbliżonych, lecz niejednakowych, a uzyskuje się możliwości znalezienia nazw pojęć rzekomo dotychczas nie nazwanych bądź znanych użytkownikowi tylko z nazwy gwarowej, itp. Niezależnie od tego skrowidze alfabetyczne umożliwiające korzystanie ze słownika w taki sam sposób, jak ze słowników rejestracyjnych.

7. Dotychczasowy oddźwięk prac nad słownictwem elektrycznym

Dzięki współpracy z najbardziej zainteresowanymi instytucjami i publikacjom w prasie fachowej wpływ prac słownicznych na literaturę fachową staje się coraz większy. Już dziś można stwierdzić, że opracowanie językowe książek, artykułów i przepisów elektrotechnicznych jest na dość wysokim poziomie. Należy oczekiwać, że wydanie Polskiego Słownika Elektrycznego przyczyni się radykalnie do jeszcze większego podniesienia tego poziomu.

Należy jednak zdawać sobie sprawę i z tego, że prace nad słownictwem elektrycznym, jak zresztą wszelka działalność normatywna, naruszają nieraz poglądy bądź przyzwyczajenia niektórych osób lub środowisk, wywołując ich niezadowolenie.

Ogólnie biorąc, niezadowolonych można podzielić na dwie grupy: tych, którzy wysuwają pewne argumenty przeciw takim czy innym postanowieniom, a nawet własne propozycje, i tych, którzy ograniczają się wyłącznie do objawiania niezadowolenia.

Argumenty pierwszej grupy niezadowolonych są Komisji na ogół znane z korespondencji kierowanej do CKSE bądź bezpośrednio, bądź za pośrednictwem innych instytucji. Na tej podstawie można stwierdzić, że grupa ta jest nieliczna; co więcej, składa się ona przeważnie z ludzi zdyscyplinowanych, podporządkowujących się lojalnie uchwałom CKSE, nawet jeżeli nie są one po ich myśli.

Niezadowoleni zaliczani do drugiej grupy na ogół wypowiadają swoje poglądy tylko we własnym środowisku, toteż CKSE dowiaduje się o nich przygodnie, nie ma więc możliwości ocenienia ich liczebności.

Bez względu na to, jakimi drogami głosy niezadowolenia docierają do CKSE, są one szczegółowo analizowane i omawiane. W sprawach większego znaczenia CKSE zaprasza oponentów na posiedzenia, przeznaczone na omówienie zgłoszonych zastrzeżeń. Słuszne sprostowania i propozycje są przyjmowane z uznaniem. Tego rodzaju wkład do prac słownicznych jest bardzo pożądanym nawet w przypadkach, kiedy zgłoszona argumentacja jest niesłuszna, upewnia to bowiem Komisję co do prawidłowości powziętych przez nią uchwał. Niesłuszności poglądów Komisja bynajmniej nie uważa za okoliczność dyskwalifikującą ich autora, gdyż kryteria oceny słuszności w sprawach słownicznych nie są wymierne, a sam fakt interesowania się tymi sprawami jest dostatecznie pozytywny.

Na podstawie dotychczasowego doświadczenia można było stwierdzić, że pewne argumenty często się powtarzają, najwidoczniej więc nurtują większość niezadowolonych. Ponieważ wielokrotne powracanie do tych samych spraw jest marnowaniem czasu i energii, warto przytoczyć te argumenty, aby więcej z nich nie powracać, bądź też aby je ostatecznie rozważyć, jeżeli zostaną wsparte nowymi motywami.

A r g u m e n t 1. Nie można zmieniać terminologii już rozpowszechnionej, gdyż wprowadza to zamęt, gdyż nie wiadomo, jaka nazwa w danej chwili obowiązuje, w użyciu bowiem jest kilka nazw równocześnie.

W y j a ś n i e n i e. Rozpowszechnienie się jakiejś nazwy nie jest dostatecznie silnym argumentem za jej utrzymaniem, gdyż nieustannemu rozwojowi techniki musi towarzyszyć odpowiedni rozwój terminologii. Nazwa, która rozpowszechniła się dzięki temu, że w swoim czasie była odpowiednia, musi być zmieniona, jeżeli w obecnym stanie techniki stała się nieodpowiednia. Żądanie bezwzględnej niezmienności rzeczy rozpowszechnionych jest zaporą na drodze rozwoju i postępu. Okres przejściowy każdej reformy jest tym krótszy, im szybciej nastąpi przystosowanie się do nowych pojęć.

„Rozpowszechnienie” jakiegoś wyrazu jest często pojęciem względnym. Ten sam przedmiot, zwany przez jednych „rączką”, jest dla innych „rękojeścią”, „uchwytem”, „dźwignią”, „dźwigni”. Każdy z zainteresowanych jest skłonny twierdzić, że „jego” wyraz jest najbardziej rozpowszechniony. A jednak przy ustalaniu słownictwa trzeba zdecydować się na wybór jednego z „rozpowszechnionych” wyrazów na niekorzyść innych również „rozpowszechnionych” wyrazów. Stąd już niedaleka droga do za-

rzutu, że Komisja „usuwa wyrazy rozpowszechnione”.

Trzeba również mieć na uwadze, że pojęcia ulegają ewolucji zarówno u nas, jak i w innych krajach. Zmieniają się definicje, co łatwo stwierdzić, porównując obecne projekty Międzynarodowego Słownika Elektrycznego z poprzednim jego wydaniem. Zmiany te nie pozostają bez wpływu na polskie słownictwo elektryczne.

Oponenti nieraz występują w obronie pewnych wyrazów, nie wiedząc, że są one już zajęte lub kolidują z innymi pojęciami. Należy tu z naciskiem podkreślić, że CKSE nie ma ambicji nazywania wszystkiego „po swojemu”. Z zasady dokonywa się wyboru z wyrazów już istniejących, nowe zaś nazwy ustala się tylko wtedy, gdy jest to rzeczywiście konieczne.

Argument 2. Słownictwo elektryczne jest nadmiernie polszone, co utrudnia korzystanie z literatury obcojęzycznej.

Wyjaśnienie. Poruszone zagadnienie, bardzo rozległe i zasługujące na omówienie w osobnym referacie, może być rozpatrywane w zasadzie z dwóch punktów widzenia: językoznawczego i praktycznego.

Pod względem językoznawczym jest ono w pewnym sensie rozstrzygnięte już od dawna. Unarodowienie języka jest nieodwracalnym procesem historycznym, na który nie mogłyby wywrzeć wpływu uchwały żadnej komisji. Był okres w dziejach narodu polskiego, gdy cała warstwa wykształcona posługiwała się językiem łacińskim; następnie był okres mody na język francuski, a jednak z obu tych języków pozostały w języku polskim drobne tylko ślady. Również proces unarodowienia polskiej terminologii naukowej trwa niezmienne, co najmniej od czasów Śniadeckiego.

Z drugiej jednak strony język wchłania wyrazy obce, stanowiące nieraz jego wzbogacenie.

Nasuwa się wobec tego pytanie, istotne dla prac terminologicznych, jak daleko sięga proces unarodowienia języka. Odpowiedź na to pytanie wyznacza bowiem zakres, w jakim polszenie terminologii technicznej jest usprawiedliwione. Rzecz jasna, nie może być mowy o całkowitym usunięciu pierwiastków obcych; byłoby to absurdem. Nikt przecież nie będzie żądał „spolszczenia” takich wyrazów obcego pochodzenia, jak punkt, linia, drut, płyta, cegła, papier, stal i wiele innych. Przemiany językowe w skali ogólnonarodowej zmierzają do pewnego stanu równowagi, odczuwanego przez społeczeństwo jako prawidłowy. Dlatego też reaguje ono odruchowo zarówno na nadmiar obcych nałeciałości językowych, jak i na przesadne ich usuwanie. Każdy naród ma inne poczucie równowagi językowej.

Ocena, jaki stan równowagi jest właściwy dla języka polskiego, a więc — w naszych rozważaniach — i dla polskiego słownictwa elektrycznego, jest sprawą znawstwa i wyrobienia osób normujących słownictwo. Ostatecznym sprawdzianem jest przyjęcie się bądź nieprzyjęcie poszczególnych wyrazów wśród ogółu.

Pod względem praktycznym sprawa przedstawia się jak następuje. Wprowadzanie nazw rodzimych ułatwia zrozumienie polskiej literatury technicznej, natomiast zachowanie nazw obcego pochodzenia ułatwia korzystanie z literatury obcej w tych językach, w których nazwy te występują. Z polskiej literatury korzysta ogół elektryków, natomiast z literatury obcej korzystają znacznie mniej liczni specjaliści wysokokwalifikowani, znający z reguły kilka języków obcych, a więc pracownicy, którym charakter językowy terminologii nie sprawia większej lub nawet żadnej różnicy. Rzecz jasna, względy praktyczne przemawiają za terminologią rodzimą, jako niezbędną dla czytelników masowych, a nie za terminologią obcego pochodzenia, która miała by stwarzać mało istotne ułatwienie nielicznej grupie osób.

CKSE nie dąży do polszenia słownictwa elektrycznego w sposób rygorystyczny. Z reguły zastępuje się polskimi wyrazami przeniesione z rzemiosła niemieckiego, jak np. „klema”, „lica”, „dekiel”, „kontakt”, „szpula”, „sztepsel”, „flachcegi” i inne. Inaczej natomiast traktuje się wyrazy o źródłosłowach greckich i łacińskich, tworzone przez uczonych całego świata na oznaczenie pojęć pojawiających się z rozwojem nauki. Tego rodzaju

wyrazy stają się własnością wszystkich języków i tak też są traktowane w polskim słownictwie elektrycznym, począwszy od wyrazu „elektryczność” i wszystkich jego pochodnych. CKSE nie tylko nie usuwa wyrazów tego rodzaju, lecz często je wprowadza, a nieraz nawet tworzy nowe, jak np. wyrazy „energoelektryka” i „teleelektryka”. Z tą kategorią wyrazów nie należy jednak mieszać wyrazów pochodzenia angielskiego i francuskiego, opartych nieraz na źródłosłowach łacińskich w wyniku wpływów łaciny na oba te języki, lecz mających tylko znaczenie lokalne, w obrębie tych języków. Przejmowanie obcych wyrazów lokalnych do naszego słownictwa nie byłoby żadnym postępem ani istotnym udogodnieniem.

Zagadnienia związane z terminologią obcego pochodzenia wymagają także uwzględnienia wielu innych okoliczności, jak np. czy rozpatrywane wyrazy są przydatne do tworzenia form gramatycznych, czy mają oparcie w rodzinach wyrazowych języka potocznego bądź nadają się do tworzenia takich rodzin, czy proponowane spolszczenie znajduje się już w obiegu, czy też jest jeszcze zupełnie nowe, czy znaczenie jego pokrywa się ze znaczeniem zastępowanego wyrazu obcego. Jest to przede wszystkim praca dla specjalistów w zakresie terminologii technicznej. Oponenti powołujący się na rozpowszechnienie tego czy innego wyrazu obcego w słownictwie elektrycznym najczęściej zapominają o tym, że literatura techniczna zaczynała się u nas od tłumaczeń, przy czym — idąc po linii najmniejszego oporu — przejmowano nie tylko idee techniczne, lecz i terminologię. Rozpowszechnione w ten sposób wyrazy nie zawsze odpowiadają naszym potrzebom, muszą więc być zastępowane wyrazami bardziej odpowiednimi.

Argument 3. Słownictwa nie można nikomu narzucać ani ujmować w przepis; język jako twór żywotny, trwający w ciągłym rozwoju, powinien być dostosowany do myśli, które ma wyrażać, a nie na odwrót.

Wyjaśnienie. Należy odróżniać dowolności terminologiczne, będące wynikiem niedbalstwa, od wymagań ścisłości myślenia; są to motywy przeciwstawne. Dowolność prowadzi do utrudnień w porozumiewaniu się, ścisłość natomiast ułatwia je. Ogólnie biorąc, terminologia powinna być obowiązująca, jeżeli ma należyście spełniać swoje zadanie. W szczególnych przypadkach, zwłaszcza w twórczych pracach naukowych, może ona ulegać odchyleniom, jeżeli na ich poparcie znajdują się przekonujące motywy. Dla doraźnej potrzeby wystarczy bezpośrednie porozumienie się zainteresowanych czynników (np. autora z redaktorem), w sprawach ważniejszych należałoby odwoływać się do CKSE o rozstrzygnięcie wątpliwości, a nawet o dokonanie odpowiedniej poprawki w Słowniku, skoro nowa potrzeba okazała się trwała.

Jest rzeczą zrozumiałą, że najbardziej pozytywny stosunek do prac nad słownictwem elektrycznym wykazują redaktorzy instytucji wydawniczych oraz autorzy, a więc osoby, którym słownictwo elektryczne jest najbardziej potrzebne jako narzędzie pracy. Od tych właśnie osób CKSE otrzymuje najwięcej zapytań i na skutek ich nalegań udostępnia swoje materiały robocze, nawet w początkowym stanie opracowania. Świadczy to niewątpliwie o doniosłości tych prac.

Ze strony czytelników coraz więcej osób zwraca się z potrzebami prawidłowego słownictwa i gotowością jego stosowania. Ogólnie biorąc jednak oddźwięk ze strony czytelników jest zbyt nikły. Zdaje się to świadczyć o niewystarczającym rozpowszechnieniu prawidłowego słownictwa wśród szerokiego ogółu elektryków. Zagadnienie poprawy tego stanu wysuwa się jako jedno z istotnych zadań Stowarzyszenia Elektryków Polskich.

LITERATURA

- Drewnowski K. Słownictwo elektryczne polskie, Przegl. Elektr., 1950, z. 9/10/11, str. 510.
Czaplicki T. Słownictwo elektryczne polskie, Przegl. Elektr., 1950, z. 12, str. 537.
Mazur M. O organizacji i metodyce prac nad słownictwem elektrycznym, Przegl. Elektr., 1952, z. 5/6, str. 235.
Mazur M. Elektryka — elektrotechnika, Wiad. Elektr., 1952, z. 8, str. 189.

Narada międzyoddziałowa SEP w sprawie słownictwa elektrycznego (Przebieg dyskusji*)

Zarząd Główny SEP, realizując konsekwentnie postanowienie o jak najszerszym włączeniu terenu do wszystkich prac prowadzonych przez SEP, zwołał naradę w sprawie słownictwa elektrycznego, która odbyła się dnia 6 lutego 1953 r. w Warszawie z udziałem ok. 40 osób, a mianowicie przedstawicieli

oddziałów i Zarządu Głównego SEP, Polskiego Komitetu Normalizacyjnego, Państwowych Wydawnictw Technicznych i członków Centralnej Komisji Słownictwa Elektrycznego SEP.

Celem narady było przedyskutowanie zasad, którymi kieruje się Centralna Komisja Słownictwa Elektrycznego, omówienie opinii terenu o publikowanych projektach słownictwa i sposobów ożywienia udziału terenu w pracach słowniczych w formie krytyki i dezyderatów.

*) Por. referat dra inż. M. Mazura i inż. Z. Karasińskiego wygłoszone na Naradzie i zamieszczone na str. 339 — 343 niniejszego zeszytu. — (Przyp. red.).

Dużo uwagi poświęcono zagadnieniu, czy należy polszczyć dotychczas używane terminy obce. Zauważono, że trzeba odróżniać terminy przyjęte międzynarodowo, które raczej należałoby pozostawić, od terminów wziętych z jednego obcego języka i nie mających znaczenia międzynarodowego. Podkreślono, że słownictwo techniczne można zgrubsza podzielić na dwie grupy: słownictwo naukowe i słownictwo zawodowe, będące w użyciu szerokich mas pracowników. Wydaje się, że polszczenie terminologii w tej drugiej grupie jest słuszne, zwłaszcza ze względów mnemotechnicznych, przy czym jednak względ mnemotechniczny nie powinien powodować wprowadzania nazw, które dawałyby skojarzenia wypaczające pojęcia techniczne.

Zbyt ni pośpiech w polszczeniu nazw nie jest wskazany. Nie wzbudziła żadnych zastrzeżeń zasada CKSE, że przy wprowadzaniu nowych nazw należy w okresie przejściowym pozostawić równoległe nazwy używane poprzednio, a w następnym wydaniu słownika pozostawić te nazwy, które ogólnie w praktyce się przyjmą.

Podkreślono i zacytowano przykłady na podstawie czasopism technicznych, jak w Związku Radzieckim zwracana jest baczna uwaga na poprawność terminologii, co stanowi cenną wskazówkę.

Na podstawie wypowiedzi przedstawicieli oddziałów stwierdzono, że należy drogą publikacji przekonywać teren o słuszności stanowiska zajętego przez CKSE podając motywy wyboru poszczególnych terminów. Obok więc publikowania projektów terminologii pożądane jest prowadzenie w czasopismach technicznych kącika słowniczego, jak to zapoczątkowały już Wiadomości Elektrotechniczne. Stwierdzono, że pomimo zasadniczej niechęci do nowych nazw, stosunkowo łatwo przyjmują się nowe terminy, dające bezpośrednie skojarzenia (jak np. „przekładnik”), natomiast terminy nowe, których kojarzenie wymaga analizy słowa (jak np. „posobnie” zamiast „szeregowo”) są mniej używane.

Jako właściwą drogę do wzmożenia współpracy z terenem uznano publikacje w czasopismach i zebrania w oddziałach, na

których projekty słownictwa byłyby dyskutowane. Przedstawiciele oddziałów widzą możliwość zmobilizowania w tym celu w swych okręgach grup członkowskich, interesujących się zagadnieniami terminologii.

Wszyscy zebrani byli zgodni, że zasadniczą kwestią jest przyspieszenie prac słowniczych i wydanie drukiem opracowanego materiału. Podkreślono, że wobec szybkiego postępu techniki potrzeby terminologiczne będą się zwiększać i prace słownicze muszą być kontynuowane stale. Nie można więc dążyć do nieosiągalnej praktycznie doskonałości i z tego względu zwlekać z wydaniem słownika, którego potrzeba daje się coraz więcej odczuwać. Słowa budzące zastrzeżenia należałoby raczej pozostawić na razie w dotychczasowym brzmieniu względnie podać proponowane nowe nazwy jako alternatywę do wyboru użytkowników.

Podkreślono, że SEP jest pionierem słownictwa normatywnego i jedyną instytucją, która w tak szerokim zakresie już prace normatywne przygotowała. Wobec tego należy się zwrócić z apelem do władz o jak najszybsze usunięcie przeszkód finansowych, które powstały w 1952 r. i spowodowały opóźnienia. Wyrażono pogląd, że prace normatywne w zakresie słownictwa elektrotechnicznego powinny być nadal prowadzone przez Stowarzyszenie, którego członkowie są głównymi odbiorcami tego słownictwa. Pomimo pewnych opóźnień trzeba podkreślić, że tempo prac SEP nie wytrzymywała żadna instytucja, zajmująca się słownictwem, z którą próbowano współpracować w zakresie uzgadniania terminologii.

W przemówieniach wielokrotnie podkreślano także potrzebę opracowania i opublikowania definicji, co stanowiłoby wielkie zadanie dla CKSE zaraz po oddaniu do druku pierwszego wydania słownika. Wysłunęto przy tym do dyskusji koncepcję, aby dla przyspieszenia opracowano i wydano przede wszystkim zbiór definicji dla pojęć najczęściej w praktyce potrzebnych.

Na zakończenie przedstawiciele oddziałów powzieli zobowiązanie zorganizowania dyskusji słowniczych na swych terenach i wyrazili zdanie, że narada dała duży i ciekawy materiał do dyskusji terenowych.

VI Zjazd delegatów SEP

(Warszawa, 11.V.53)

I. Otwarcie Zjazdu

1. Zagajenie obrad przez Prezesa SEP kol. K. Kolbińskiego.

Dzisiejszy Zjazd Delegatów jest pierwszy po II Kongresie Inżynierów i Techników, który przeanalizował ich pracę w ciągu pierwszych lat po wyzwoleniu oraz wytyczył zadania stowarzyszeń technicznych na przyszłość.

Skończyły się trzy lata naszego Planu 6-letniego. Wielkie budowy ostatnich lat, jak Nowa Huta, Jaworzno II, Miechówice, Dychów i wiele, wiele innych, ciągly postęp naszej techniki, osiągnięte dzięki ofiarnej pracy robotnika, technika i inżyniera przy ciągle coraz bardziej zacieśniającej się współpracy wszystkich pracowników technicznych, świadczy o słuszności naszych celów w dążności do budowy potężnej Polski Ludowej, Polski Socjalistycznej, do budowy pokoju na świecie.

Dzisiejszy Zjazd ma zatwierdzić statut, który będzie podstawą demokratyzacji naszych szeregów i rozszerzenia terenu naszej działalności przez kółka zakładowe, będzie podstawą ścisłego powiązania Stowarzyszenia ze wszystkimi najbardziej żywotnymi potrzebami energetyki, przemysłu elektrotechnicznego i telekomunikacji. Dzisiejszy Zjazd ma dokonać przeglądu pracy Stowarzyszenia, opartej na nowym programie i nowych założeniach, i wytyczyć zupełnie już wyraźne drogi na rok przyszły.

Proszę wszystkich Kolegów o krytykę prac Zarządu i włożenie jak największej inicjatywy w obrady, aby wnioski i wskazania, które dziś przyjmujemy, mogły służyć za podstawę prac nowego Zarządu i umożliwiły lepsze wyniki niż w roku ubiegłym.

II. Referat programowo-sprawozdawczy Zarządu Głównego wygłoszony przez prezesa SEP kol. K. Kolbińskiego

Na II Kongresie Inżynierów i Techników Towarzysz Bierut stwierdził, że nigdy bardziej nie mogła być tak cenna, tak niezbędna i doniosła inicjatywa twórcza wielkiego zespołu organizatorów i kierowników, pionierów i entuzjastów techniki, jak w obecnym przełomowym okresie przebudowy polskiej gospodarki narodowej. Budujemy socjalizm, a postęp techniczny — najwyższa technika — daje nam stały wzrost dobrobytu ludzi pracy

2. Wybór przewodniczącego zjazdu, asesorów i komisji wnioskowej.

Na przewodniczącego VI Zjazdu Delegatów SEP powołano jednomyślnie kol. prof. I. Maleckiego. Na asesorów wybrano kolegów R. Całkę z Gdańska i J. Orskiego z Krakowa.

Do komisji wnioskowej weszli koledzy: R. Wiśniewski, K. Chwała, S. Samoggy, T. Skrzypek i B. Walentynowicz.

3. Pismo powitalne kol. prof. J. L. Jakubowskiego, członka korespondenta i przewodniczącego Komitetu Elektrotechnicznego Polskiej Akademii Nauk.

W imieniu Komitetu Elektrotechnicznego Polskiej Akademii Nauk życzę VI Zjazdowi Delegatów SEP owocnych obrad, zwłaszcza na tematy techniczne związane bardzo ściśle z pracami Akademii.

Referat „Wszechstronne wyzyskanie zasobów wodnych Polski” i dyskusja nad nim będą stanowiły niewątpliwie cenny wkład do pracy Komitetu Gospodarki Wodnej PAN. Temat ten jest fragmentem ogromnego zagadnienia, którego rozwiązanie od Akademii i od wszystkich inżynierów i techników oczekuje gospodarka narodowa. Zagadnieniem tym jest długofoalowy plan elektryfikacji kraju. Stoimy niewątpliwie przed rozpoczęciem prac zmierzających do ułożenia tego planu. Toteż uważam, że VI Zjazd Delegatów powinien przewidzieć w swoich przyszłych pracach udział szerokiego aktywu swoich członków w tym wielkim dziele, przyspieszającym budowę socjalizmu w Polsce.

w myśl stalinowskiego podstawowego prawa ekonomicznego socjalizmu: „zapewnienie maksymalnego zaspokojenia stale rosnących materialnych i kulturalnych potrzeb całego społeczeństwa w drodze nieprzerwanego wzrostu i doskonalenia produkcji socjalistycznej na bazie najwyższej techniki”.

Stowarzyszenie Elektryków Polskich w poczuciu ciężącego na nim obowiązku społecznego postawiło na czele swego programu

mu pracę nad postępem technicznym, podporządkowując temu podstawowemu zagadnieniu wszystkie swoje prace i agendy.

Obowiązkiem inżyniera i technika jest dowodzenie w zakładzie pracy w walce o wykonanie planów. Nowa armia techniczna, która tę walkę prowadzi, winna stanowić jedną zwartą całość — inżynier i technik muszą stać w jednym szeregu obok robotnika. Zdemokratyzowaliśmy nasze szeregi, weszliśmy do zakładów pracy przez nasze koła zakładowe. Ręka w rękę z organizacjami partyjnymi i ze związkami zawodowymi dążymy do rozwiązywania wszystkich zagadnień i łamania trudności we wspólnym warsztacie pracy — jednakowoż dla inżyniera, technika, robotnika, dla których jednym wspólnym i najważniejszym celem jest wykonanie Planu 6-letniego.

Niezawodnym orężem w tej wspólnej walce o postęp techniki i wykonanie planów jest stale rozwijający się ruch współczesny — socjalistyczne współzawodnictwo pracy — ogarniający coraz szersze koła inteligencji technicznej i wreszcie wyższa forma współzawodnictwa — brygady inżyniersko-robotnicze. Jest to najlepsze wzajemne zbliżenie się żołnierzy i dowódców na tle nowego stosunku między inżynierem, technikiem i robotnikiem w zakładzie pracy.

Koła zakładowe naszego stowarzyszenia jako jeden z pierwszych swych obowiązków winny postawić sobie organizowanie brygad inżyniersko-robotniczych w swych zakładach pracy obok organizowania ruchu racjonalizatorskiego.

Ale w tej pracy codziennej nie wolno zapominać, że — jak wskazuje tow. Bierut — „między walką praktyczną o postęp techniczny a badaniami teoretycznymi w zakresie nauk technicznych istnieje jak najściślejszy związek” oraz że „organizacje inżynierów i techników winny włączyć do zakresu swoich zadań również troskę o łączność między pracą naukowo-badawczą instytutów technicznych a doświadczeniem praktycznym kół racjonalizatorskich, placówek szkoleniowych i instytucji mających na celu pogłębienie kwalifikacji kadr technicznych i walkę o postęp techniczny.” Realizacją tego założenia są nasze konferencje z udziałem instytutów i nasz kontakt z Akademią Nauk przez przedstawicieli w Komitecie Elektrotechnicznym.

Praca nad stworzeniem nowych kadr technicznych, świadczenie swej wielkiej roli społecznej, to jedno z podstawowych zadań stowarzyszeń technicznych. Doszkalanie techniczne na wszystkich poziomach i wszelkimi środkami to praca, która daje szybko i niezawodne wyniki, to praca, w którą Stowarzyszenie Elektryków włożyło już dużo starań i osiągnęło dobre wyniki. Żaden wysiłek włożony w szkolenie i doszkalanie członków naszego Stowarzyszenia nie będzie zbyt duży, musimy bowiem pamiętać, że tow. Stalin stawia podnoszenie poziomu kulturalnego społeczeństwa i zdobywanie przezeń wszechstronnego wykształcenia, jako jeden z trzech warunków przejścia do komunizmu.

Rosnąca z dnia na dzień liczba zagadnień oraz ich jakość zmusiły Zarząd Stowarzyszenia do ustalenia nowych metod pracy, które miały na celu uaktywnienie wszystkich komórek organizacyjnych oraz zapewnienie ciągłości pracy.

Wprowadzono dalsze ściślejsze powiązanie wszystkich komisji przy podstawowym założeniu kierunku pracy — postępie technicznym, przy czym główny ciężar pracy koncepcyjnej przerzucony został na komisje, a w oddziałach Stowarzyszenia powołani zostali stali referenci szkoleniowi, kierowani bezpośrednio przez Centralną Komisję Szkolnictwa, i sekretarz postępu technicznego, kierowani przez Komisję Postępu Technicznego.

Centralny referat odczytowy został podporządkowany Komisji szkolnictwa w założeniu, że cała akcja odczytowa winna służyć przede wszystkim tematyce ściśle powiązanej z pracami Komisji szkolnictwa.

W związku z rozwijającą się z każdym dniem współpracą Stowarzyszenia z resortami zorganizowana została przy Zarządzie Głównym Sekcja Energetyczna rozpoczynająca już swoje prace. Sekcja ta będzie miała na celu kierowanie kołami zakładowymi w zakładach energetyki na podstawie ściślejszej współpracy z Ministerstwem Energetyki i przy jego bezpośredniej pomocy w drodze administracyjnej.

Sekcja Telekomunikacyjna stworzyła w roku ubiegłym Oddział Warszawski i projektuje przeistoczenie się w Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Łączności. Obecnie wobec wzrastającej aktywności agend Stowarzyszenia wciągnięta jest do prac komisyjnych, zwłaszcza w Centr. Komisji Szkolnictwa.

Współpraca z resortami stała się najistotniejszym zagadnieniem, na którym Stowarzyszenie winno opierać program swoich prac. Jest to bowiem właściwe powiązanie z realną pracą przy budowie polskiej energetyki, polskiego przemysłu elektrotechnicznego. Stowarzyszenie musi żyć zagadnieniami przemysłu

i energetyki — troska o wykonanie planów technicznych musi być troską członków Stowarzyszenia. W roku ubiegłym nawiązaliśmy bardzo bliski kontakt z Ministerstwem Energetyki i współpracą stale się rozwijająca dała już poważne wyniki w zakresie działalności Komisji szkolnictwa i Komisji postępu technicznego.

Nawiązaliśmy również kontakt z Ministerstwem Przemysłu Maszynowego. Program współpracy określony na rok 1953/54 rokuje, że wyniki jej nie będą mniejsze niż w przypadku Ministerstwa Energetyki.

Komisja Postępu Technicznego rozpoczęła swą pracę od ściślejszego powiązania z oddziałami i kołami zakładowymi przez oddziały. Zorganizowano szereg narad roboczych, na których omówiono przede wszystkim ogólne założenia pracy, a następnie plany na poszczególne okresy. Udało się na tych naradach przekonać kolegów, że Stowarzyszenie może zawsze współpracować z innymi organizacjami bez obawy dublowania prac względnie wchodzenia w cudze kompetencje. Zagadnień do rozwiązania jest tak dużo w chwili obecnej, a teren pracy tak rozległy, że Stowarzyszenie może zawsze wybrać pewien odcinek pracy dla siebie i współpracować z innymi instytucjami na zasadach pomocy wzajemnej. Należy tu przede wszystkim prowadzić jak najdalej idącą współpracę ze związkami zawodowymi. Współpraca taka już istnieje i daje przeważnie bardzo dobre wyniki tam, gdzie kierownictwo ma zrozumienie dla celowości wspólnej pracy dla ogólnego dobra. Przykładami dobrej współpracy jest kontakt Stowarzyszenia ze Związkiem Zawodowym Energetyków, z Okręgową Radą Związków Zawodowych w Krakowie i w wielu innych przypadkach. Są jeszcze jednak ośrodki, gdzie trzeba przełamać pewne opory, pewien brak zrozumienia dla sprawy. Obowiązek dokonania tego spada na nasze oddziały, które muszą uaktywnić się na tym odcinku przy organizowaniu lokalnych imprez, jak kursy dokształcające, wystawy racjonalizatorskie, konkursy itp.

Program pracy Komisji Postępu Technicznego ma dwa zasadnicze kierunki: 1) praca samej Komisji, 2) instrukcje do wykonania przez oddziały, kierowanie wykonaniem i kontrola wyników.

Do prac prowadzonych centralnie należy współpraca z centralnymi instytucjami, organizowanie konferencji naukowo-technicznych międzyresortowych, popularyzowanie osiągnięć racjonalizatorskich przez czasopisma stowarzyszeniowe i biuletyn informacyjny, który będzie środkiem wymiany i popularyzacji osiągnięć naszych racjonalizatorów, a którego nie można było dotychczas wydać ze względu na trudności techniczne.

Staramy się, żeby nasze konferencje miały odpowiedni poziom i ich tematyka odpowiadała w rzeczywistości najistotniejszym potrzebom resortów. Konferencja łódzka na temat współczynnika mocy zgromadziła 300 uczestników z całego kraju. Chodziło nam o przełamanie bezwładu, który panował w tej sprawie od dłuższego czasu, zaznajomienie najszerzych kół z ważnością zagadnienia współczynnika mocy i wskazanie, jakie środki są już do dyspozycji, aby rozpocząć natychmiast walkę z marnotrawstwem energii. Po przebiegu konferencji można sądzić, że cel został osiągnięty. Należy jeszcze podkreślić, że konferencja w Łodzi była połączona ze zwiedzeniem zakładów przemysłowych.

Konferencje organizowane przez Sekcję Telekomunikacyjną chociaż w niedużej liczbie miały jednak swoją istotną wartość.

Plany prac prowadzonych w terenie przez oddziały omawiane są na comiesięcznych naradach roboczych sekretarzy postępu. Na naradzie w lutym br. w Krakowie ustalono podstawowe założenia pracy sekretarzy postępu technicznego i komisji postępu technicznego w większych oddziałach. Jako wytyczne do planów prac na pierwsze półrocze br. ustalono szereg punktów.

1) werbowanie racjonalizatorów i przodowników członków SEP i wciąganie ich do prac w komisjach postępu technicznego;

2) rozłożenie opieki nad wykonywaniem zobowiązań; opieką nad racjonalizatorami, organizowanie krótkich odczytów, prowadzenie doradztwa, opiekę nad bibliotekami zakładowymi, opracowanie tematów do racjonalizacji opartych na istotnych potrzebach zakładów pracy, organizowanie krótkich kursów dokształcających dla robotników i brygadzystów przy ściślejszej współpracy ze związkami zawodowymi;

3) zapoczątkowanie opiniodawstwa o normach polskich i włączenie się przez to członków SEP do prac normalizacyjnych.

Specjalnym punktem pracy w programie kół zakładowych jest organizowanie brygad robotniczo-inżynierskich, któremu to zagadnieniu będzie poświęcona specjalna uwaga w drugim półroczu roku bieżącego.

Wyniki prac Komisji Postępu Technicznego podane są w szczegółowym sprawozdaniu. Nie są one jeszcze zbyt wielkie,

nie wszystkie oddziały włożyły dość wysiłku i inicjatywy w wykonanie swych zadań.

Osiągnięcia szeregu oddziałów, jak wystawy racjonalizatorskie w Krakowie, Płocku, Dzierżoniowie, jak szereg kursów i konferencji, opieka nad młodzieżą w kierunku szkolenia młodych racjonalizatorów w Oddziale Lubelskim, Brygada robotniczo-inżynierska w Wałbrzychu, dowodzą, że wytyczne Zarządu Głównego mobilizująco oddziaływały na teren i włożenie większego wysiłku w pracę Komisji Postępu Technicznego w roku przyszłym musi dać lepsze wyniki i doprowadzić pracę do właściwego poziomu.

Centralna Komisja Szkolnictwa Elektrotechnicznego jest komisją, która ma ustalony program pracy już od lat prawie trzech, i jej wyniki w chwili obecnej są już duże. Dobrze rozwinęły się kursy specjalizacyjne, przy czym wprowadzona została nowa forma kursów uzupełnionych zajęciami laboratoryjnymi.

Nabraliśmy doświadczenia w prowadzeniu kursów korespondencyjnych. W roku ubiegłym kursy korespondencyjne zostały rozbudowane przez utworzenie ośrodków konsultacyjnych przy oddziałach. Obecnie po dwu zakończonych kursach korespondencyjnych, których założeniem zasadniczym było przygotowanie niektórych członków Stowarzyszenia do egzaminu na stopień inżyniera — wobec stale zmniejszającej się liczby tych kursantów, którzy mają kwalifikacje do zdawania tego egzaminu, a stale rosnącej konieczności doszkalania zawodowego naszych kolegów — kursy nasze nabierają z biegiem czasu nieco innego charakteru. Przewidujemy, że nasze kursy korespondencyjne nabiorą w najbliższym czasie formy kursów ogólnokształcących, niosąc pomoc wszystkim członkom Stowarzyszenia, którzy będą się chcieli doszkolić w naukach technicznych. Konieczna będzie tu współpraca z naszymi resortami, które będą wskazywały, w jakich rozmiarach ta współpraca jest potrzebna i jak ma być prowadzona.

Już na trzeci kurs, który rozpocznie się w końcu lata, Ministerstwo Energetyki deleguje 250 pracowników energetyki, wyznaczonych przez poszczególne zakłady pracy z obowiązkiem stałego prowadzenia prac na kursie, przy czym inżynierowie w zakładach pracy Ministerstwa będą mieli obowiązek opieki nad kursantami, jak to obecnie dzieje się w naszych ośrodkach konsultacyjnych. Należy przypuszczać, że — w związku z nawiązującą się coraz bliżej współpracą z Ministerstwem Przemysłu Maszynowego — podobna pomoc w doszkalanii może być prowadzona w przemyśle elektrotechnicznym, a następnie i w innych resortach, gdzie zajdzie tego potrzeba.

Wykonanie planów pracy ustalonych przez Centralną Komisję Szkolnictwa Elektrotechnicznego wymaga już konieczności ciągłości pracy, z tego też względu wprowadzono w oddziałach instytucję stałych referentów szkoleniowych, niezależnych od zmian w zarządach oddziałów. Narady robocze referentów szkoleniowych miały na celu dokładniejsze zapoznanie terenu z programem prac, omówienie i wyjaśnienie wszelkich trudności oraz wymianę krytycznych uwag.

Ostatnio powzięta decyzja co do bezpośredniego włączenia Centralnego Referatu Odczytowego do CKSżKE ma na celu przede wszystkim powiązanie tematyki odczytowej z potrzebami szkolnictwa i postępu technicznego. Konieczne jest zwrócenie specjalnej uwagi na cykle odczytów na średnim poziomie, które byłyby przejściem do krótkoterminowych kursów doszkalających. Również oddziały winny organizować więcej odczytów w zakładach pracy na tematy aktualne, związane z ich produkcją.

Komisja Szkolnictwa czynna była na odcinku spraw wydawniczych. Bezpośredni udział w redagowaniu „Podręcznika Inżyniera Łączności” jest jedną z ważniejszych pozycji w tej dziedzinie. Pozostaje do rozbudowania sprawa krytyki książek technicznych, która dotychczas jest słabo postawiona.

Centralna Komisja Słownictwa Elektrotechnicznego przechodzi w dalszym ciągu ostry kryzys. Od początku roku 1952 Komisja ta straciła podstawy finansowe, nie mówiąc już o możliwościach wydawniczych. Mimo to posiedzenia Komisji odbywają się i praca postępuje powoli, ale ciągle. Celem zbliżenia Centralnej Komisji Słownictwa do terenu zorganizowania specjalnej konferencji, z których jedną o rozszerzonym zakresie, obejmującym koła naukowe i oddziały. Część prac Komisji przygotowana już do druku została przesłana do oddziałów celem poddania jej krytyce na zebraniach zainteresowanych członków Stowarzyszenia.

W roku bieżącym nawiązano kontakt z Państwowymi Wydawnictwami Technicznymi, które otrzymały polecenie od władz zwierzchnich prowadzenia wydawnictw słownikowych. Sprawa wydania Słownika Elektrotechnicznego staje się w chwili obecnej sprawą palącą ze względu na wzrastające potrzeby szkolnictwa wszystkich poziomów, techniki i świata naukowego.

Ustalić również należy bezwzględnie losy Komisji, której członkowie od blisko półtora roku biorą udział w jej pracach zupełnie bezinteresownie. Z powyższych względów Zarząd Główny decyduje co do dalszego ostatecznego załatwienia sprawy przekazał na Radzie Główniej do zaopiniowania Prezydium NOTU. Mamy nadzieję, że w niedługim czasie sprawa będzie załatwiona.

Należy podkreślić działalność Komitetu Technicznej Ochrony Pracy SEP, który ma w bieżącej kadencji duży sukces w postaci przeprowadzonego konkursu dla racjonalizatorów w zakresie bhp w energetyce, dający potrójny rezultat: postępu technicznego, mobilizacji racjonalizatorów oraz dowodów skuteczności współpracy SEP ze związkami zawodowymi.

W zakresie akcji wydawniczej nie można pominąć poważnych prac Polskiego Komitetu Oświeceniowego SEP p.t. „Oświecenie wewnątrz światłem dziennym” oraz „Oświecenie zakładów przemysłowych”. Prace te wypełniają dużą lukę w literaturze technicznej i mają charakter realizacyjno-przemysłowy, a więc stanowią poważny dorobek.

Z przeglądu działalności naszego Stowarzyszenia w roku ubiegłym widać, że cele jego pracy skonkretyzowały się. To przeświadczenie powinno nas pobudzić do jeszcze bardziej wytyżonej pracy, do poprawienia błędów i usunięcia niedociągnięć roku ubiegłego. Patrząc krytycznie na swoją pracę musimy opierać się przede wszystkim na wzorach pracy stowarzyszeń radzieckich, które odgrywają bardzo dużą rolę w życiu technicznym Związku Radzieckiego.

Nasze niedociągnięcia w roku ubiegłym możemy łatwo wyliczyć.

Jeszcze niedostateczne zacieśnienie współpracy z resortami i ze związkami zawodowymi. Przekonał się, że tam, gdzie współpraca taka istniała, osiągnięcia były duże i natychmiastowe. Wyniki naszych prac będą wielokrotnie większe, jeżeli cały nasz wysiłek skierujemy na rozwiązywanie wszelkich trudności w terenie, bezpośrednio w zakładach pracy.

Z tym wiąże się ściśle sprawa dalszego organizowania kół zakładowych i uaktywniania już istniejących. Do wypełnienia swych zadań — sterowanie racjonalizacją, współzawodnictwem, organizacją brygad inżyniersko-robotniczych, pomocy technicznej wszędzie tam, gdzie jej tylko potrzeba — musimy mieć silne, dobrze zorganizowane koła zakładowe obsadzone przez ludzi mających pełnię zrozumienia, że ich praca społeczna jest częścią budownictwa potęgi przemysłowej Polski Ludowej — budowy socjalizmu.

Mobilizacja kół zakładowych to jeden z głównych obowiązków naszych oddziałów obok ścisłego wykonywania dyrektyw Zarządu Głównego, związanych z ogólnym planem działalności Stowarzyszenia, i planów własnych, opartych na własnej inicjatywie, które będą służyły jako materiał wymienny dla wszystkich oddziałów.

Zarząd Główny — mimo postawienia sprawy silnego powiązania z oddziałami jako punktu planu prac na rok ubiegły — zbyt mało zrobili w tym kierunku. Doprowadziło to do tego, że w niektórych oddziałach, aczkolwiek nielicznych, praca ograniczyła się do bardzo małego wycinka ogólnego planu, co zmuszało Zarząd Główny do szybkiej wymiany zarządów. Taki stan rzeczy nie może trwać dalej. Apelowaliśmy już do kolegów o to, aby wchodząc do zarządów naszego stowarzyszenia zdawali sobie sprawę z tego, że biorą na siebie obowiązek społeczny, który musi być wykonywany. Wykonanie planów pracy jest najszczytniejszym obowiązkiem, a plany są ustawą, której nie wolno złamać, jak powiedział tow. Bierut na naradzie górników w Stalinogrodzie. Dotyczy to, rzecz jasna, również naszego stowarzyszenia i o tym należy pamiętać.

Zbyt mały wysiłek, włożony przez nasze stowarzyszenie w organizowanie brygad robotniczo-inżynierskich, jest równie poważnym niedociągnięciem. Błąd ten musi być poprawiony jak najszybciej. Punktem honoru elektryków musi być to, żeby stowarzyszenie nasze przodowało w tej akcji.

Rozpoczynając nowy rok pracy będziemy rozwijać dalej to, cośmy wykonali w roku ubiegłym. Szczegółowe plany podane są w sprawozdaniach naszych komisji. Wyraźne drogi rozwoju naszego Stowarzyszenia są wytyczone; są to drogi wiedące do celów, które postawiły przed nami Partia, Rząd i cały Naród Polski. Cele są wielkie i praca zaszczytna — budowa Polski Ludowej, Polski Socjalistycznej i pokoju na świecie. Zadnego członka naszego Stowarzyszenia nie może zabraknąć w armii, która o te cele walczy.

III. Sprawozdanie Sekretarza Generalnego SEP

W okresie sprawozdawczym praca prowadzona była głównie w komisjach. Zarząd Główny rozpatrywał wyłącznie najważniejsze sprawy stowarzyszeniowe oraz sprawował kontrolę prac komisji przez rozpatrywanie sprawozdań. Należy podkreślić, że wszyscy członkowie Zarządu brali czynny udział w pracach poszczególnych komisji, jako ich przewodniczący lub członkowie.

Najważniejsze sprawy Stowarzyszenia, dotyczące całokształtu jego działalności, były: nawiązanie ścisłego kontaktu z Ministerstwem Energetyki i częściowo Ministerstwem Przemysłu Maszynowego, a równolegle ze związkami zawodowymi, a przede wszystkim ze Związkiem Zawodowym Pracowników Energetyki; zorganizowanie — na tle współpracy z Ministerstwem Energetyki — Sekcji Energetycznej, której zadaniem będzie ścisłe powiązanie resortu ze Stowarzyszeniem i uaktywnienie członków energetyków do bardziej czynnej współpracy w terenie.

Celem uzyskania lepszej łączności z terenem i zapewnienia większej ciągłości prac powołano stałych sekretarzy postępu technicznego (obok już istniejących referentów szkoleniowych), z którymi odbyło się w ciągu okresu sprawozdawczego kilka narad roboczych, gdzie omawiano plany prac i najważniejsze zagadnienia z dziedziny postępu technicznego. Dalsze starania nad organizowaniem kół zakładowych, jako podstawowych elementów pracy stowarzyszeniowej, dalszy wzrost liczby kół z 80 do 180 i akcja werbunkowa powiększyły liczbę członków Stowarzyszenia do 8405 na dzień 31 marca 1953 r. (w czym 1495 członków Sekcji Telekomunikacyjnej) wobec 6064 członków w kwietniu 1952 r.

Komisja Postępu Technicznego odbyła 3 konferencje robocze z sekretarzami postępu technicznego w oddziałach. Na naradach tych omawiano szczegółowo programy prac na poszczególne okresy, przy czym osiągnięto bliższą współpracę wszystkich oddziałów, przejawiającą się przede wszystkim w utworzeniu większej liczby kół zakładowych, a również wykonano szereg prac indywidualnych, jak wystawy pomysłów racjonalizatorskich, miejscowe kursy dokształcające, konferencje, biuletyny itp.

Z wystaw podkreślić tutaj należy wystawę urządzoną przez Oddział w Krakowie, gdzie zgromadzono eksponaty prawie z całego województwa krakowskiego, z Akademią Górniczo-Hutniczą na czele.

Konferencje naukowo-technicznych odbyło się pięć na tematy: 1) odszlakowywanie kotłów, 2) samoczynne ponowne załączanie (SPZ), 3) stosowanie kabli i przewodów w igielicie i tiokolu, 4) poprawa współczynnika mocy, 5) stacje wzmacniakowe.

Zaplanowano na rok następny konferencje na tematy następujące: 1) aparatura niskich napięć, 2) maszyny i napędy, 3) gospodarka paliwami w elektrowniach, 4) urządzenia prądu zmiennego na statkach, 5) urządzenia zasilające w telekomunikacji przewodowej, 6) kable i linie napowietrzne i inne.

Opracowano również i przekazano do właściwych władz materiały z trzech konferencji, które odbyły się w maju i czerwcu 1952 r.

W związku ze świętem 22 lipca i II Kongresem Inżynierów i Techników Polskich członkowie SEP podjęli około 700 zobowiązań. Z okazji 1 Maja wpłynęło z oddziałów 601 zobowiązań wartości około 580 000 zł, nie licząc wartości takich zobowiązań, jak szkolenie, organizowanie nowych kół zakładowych, opieka nad klubami racjonalizacji itp.

W ramach Centralnego Referatu Odczytowego odbyło się 266 odczytów (46% więcej niż w roku ubiegłym), w czym 192 nowo opracowane.

W miesiącu pogłębienia przyjaźni polsko-radzieckiej zorganizowano 198 odczytów, na których było obecnych około 11 000 słuchaczy.

Centralna Komisja Szkolnictwa Elektrotechnicznego zakończyła I turnus korespondencyjnego kursu przygotowawczego do egzaminu na stopień inżyniera elektryka i inżyniera łączności. Kurs ten ukończyło 93 słuchaczy. Na rozpoczęcie II turnus przyjęto około 400 słuchaczy. W okresie sprawozdawczym uruchomiono w oddziałach 9 ośrodków konsultacyjnych dla słuchaczy wyżej wymienionego kursu.

Kursów krótkoterminowych specjalizacyjnych zorganizowano 6 z udziałem 260 osób.

Jedną z ważnych prac CKSzkE było opracowanie wstępne łącznie z kosztorysem programu wydawnictwa „Podręcznik inżyniera łączności”.

Centralna Komisja Szkolnictwa nawiązała jeszcze ściślejszą współpracę z oddziałami przez zorganizowanie sieci sekretarzy szkolnictwa podobnie, jak w sprawach postępu technicznego.

Centralna Komisja Słownictwa Elektrotechnicznego zorganizowała konferencję roboczą z przedstawicielami szkolnictwa wyższego oraz przedstawicielami oddziałów. Prace Komisji zostały ograniczone wskutek braku funduszy i sprowadziły się do dalszego opracowywania działów: materiałoznawstwa elektrotechnicznego, sprzętu elektrotechnicznego, i teletransmisji przewodowej.

Komisja do spraw stopnia inżyniera rozpatrzyła 142 zgłoszenia, z czego pozytywnie załatwiła 106.

Komitet Technicznej Ochrony Pracy współpracował specjalnie z Ministerstwem Energetyki. Opracował projekt głównego gabinetu BHP Energetyki. Wspólnie ze Związkiem Zawodowym Energetyków zorganizowano konkurs racjonalizatorów bhp, na który wpłynęło 211 prac. Dalej Komitet opracował i opiniował szereg instrukcji bezpieczeństwa pracy oraz wziął udział w organizowaniu kursu Ministerstwa Zdrowia dla lekarzy zakładowych.

Polski Komitet Oświeceniowy przygotował do druku „Oświecenie wewnątrz światłem dziennym” oraz „Oświecenie zakładów przemysłowych” i brał udział w opracowaniu normy PNE-02030 „Normalne natężenie oświetlenia”. W grudniu 1952 r. PKOśw. opracował program kursu dla projektantów urządzeń oświetleniowych, który odbył się w Warszawie z udziałem 50 słuchaczy.

IV. Sprawozdanie Komisji Rewizyjnej

(odczytał kol. W. Piróg)

Komisja skontrolowała bilanse Sekretariatu Generalnego, oddziałów oraz zbiorczy na dzień 31.12.1952 r., rachunki działalności i sprawozdania z wykonania planu pracy i budżetu w roku 1952.

Bilans zbiorczy Stowarzyszenia na 31.12.52 zamyka się sumą zł 538.417. Preliminarz budżetowy zrealizowano po stronie wydatków w 76,3%, a po stronie wpływów w 89%. Na różnicę po stronie wpływów składa się niepełne osiągnięcie planowanych składek i zmniejszone dotacje Naczelnej Organizacji Technicznej.

V. Dyskusja nad sprawozdaniami i planem prac

Kol. Minister B. JASZCZUK

Koleżanki i Koledzy! Stowarzyszenie Elektryków Polskich jest poważną organizacją, skupiającą dziś w swoich szeregach przeszło 8000 inżynierów i techników, pracujących w energetyce, przemyśle elektrotechnicznym i telekomunikacji. Posiada ono poważny dorobek w przenoszeniu doświadczeń z postępu technicznego przez konferencje naukowo-techniczne, popularyzuje osiągnięcia racjonalizatorskie przez wystawy i wydawnictwa. Rozwija szkolenie i akcje odczytowe obejmując coraz więcej słuchaczy. Stowarzyszenie ma poważne osiągnięcia w realizacji ustawy o stopniu inżyniera. SEP w ostatnim okresie zacieśnia

coraz bardziej współpracę z resortem energetyki. Ministerstwo Energetyki przywiązuje do pracy Stowarzyszenia dużą wagę, widzi w niej kuźnię postępowej myśli technicznej i siłę, organizującą społeczną oliarność i zapal inżynierów i techników do wykonywania ich zaszczytnych zadań w realizacji Planu 6-letniego. Ministerstwo Energetyki zacieśni jeszcze bardziej współpracę ze Stowarzyszeniem i udzielać mu będzie w jego pracy koniecznej pomocy.

Praca Stowarzyszenia i jego kierunki zainteresowań w dziedzinie energetyki wypływają z zadań, które są postawione przed energetyką przez Partię i Rząd. Dlatego konieczne jest omówie-

nie choć pokrótce tych zadań i uwypuklenie kierunków działalności Stowarzyszenia.

Z roku na rok rośnie produkcja energii elektrycznej. Plan na rok bieżący przewiduje wzrost o 20% w porównaniu z rokiem ubiegłym. Procentowy wzrost produkcji w przyszłym roku będzie nie mniejszy niż obecnie. Rośnie więc stale tempo produkcji energii elektrycznej, aby pokryć zwiększające się zapotrzebowanie przemysłu, transportu i rolnictwa oraz rosnące potrzeby ludności. Aby zrealizować takie tempo przyrostu produkcji, musi wzrastać moc produkcyjna energetyki, muszą być usunięte wąskie gardła ograniczające moc urządzeń wytwórczych.

Energetycy widzą, że w elektrowniach mamy poważną rozpiętość między wydajnością kotłów a mocą instalowaną w turbinach. Rozpiętość ta nie pozwala w pełni wykorzystać pracujących turbozespołów. Zwiększenie wydajności kotłów drogą ich modernizacji jest tym zasadniczym warunkiem, który w pracujących elektrowniach może wyzwolić ukryte setki ton pary.

Dalszym czynnikiem rozwijającym moc produkcyjną są nowe nasze inwestycje jak np. Jaworzno II, Żerań i Miechów. W tym roku wprowadzimy do ruchu w nowych obiektach dwa razy większą moc niż w roku ubiegłym. Na podstawie doświadczenia radzieckiego i przy pomocy radzieckich specjalistów wprowadzono blokowy montaż kotłów, właściwą organizację i mechanizację planu budowy. Rosnący stale plan inwestycyjny wysuwa nowe problemy naukowo-techniczne w budownictwie energetycznym. Podsumowała je uchwała I Krajowej Narady Budownictwa Energetycznego, której realizacja winna być podjęta także przez Stowarzyszenie we wszystkich formach jego działalności, a w szczególności na kołach zakładowych. Słuszne jest, aby Stowarzyszenie zajęło się kluczowymi budowlami energetycznymi.

Przenoszenie doświadczeń organizacji budowy i montażu przez członków Stowarzyszenia drogą konferencji naukowo-technicznych na tych budowach, pomoc w ujawnianiu i pokonywaniu trudności i uaktywnienie pracy kół zakładowych — oto pierwsze wnioski w tej sprawie.

Poruszone problemy stanowią tylko wycinek postępu technicznego. Narówni z modernizacją kotłów i urządzeń pomocniczych wysuwa się pilna potrzeba modernizacji i postępu technicznego w produkcji aparatury elektrycznej.

Rozwój układów energetycznych idzie wielkimi krokami. Rośnie nie tylko moc w układach, ale przeszliśmy już na stałą pracę dwóch grup układów i niejednokrotnie pracujemy już wszystkimi układami równolegle w jednym ogólnopolskim układzie energetycznym.

Ta zasadnicza zmiana w pracy układów stawia nowe i zastrzone wymagania aparaturze elektrycznej. I na tym odcinku rysuje się już rozpiętość. Aparatura elektryczna — szczególnie wyłączniki — wymaga modernizacji celem zwiększenia mocy odłączalnej. Zachodzi także potrzeba opanowania produkcji nowych typów wyłączników i szukania lepszych rozwiązań konstrukcyjnych produkowanej aparatury elektrycznej. Problemy naukowo-techniczne stąd wynikające winny być podjęte i rozwiązywane przez kolegów inżynierów i techników zarówno z przemysłu elektrotechnicznego, z energetyki, jak i instytutów naukowych, winny być tematem prac Stowarzyszenia.

Z postępowaniem technicznym wiąże się ściśle szkolenie. Ma ono przede wszystkim pomóc załodze w opanowaniu nowej techniki w zakładach produkcyjnych. Siłownia Jaworzno II ma nowoczesne, wysokosprawne i zautomatyzowane maszyny i urządzenia radzieckie. Na kilku elektrowniach pracują już nowoczesne zautomatyzowane kotły na wysokie parametry o wydajności 125—130 t/h. Mamy w ruchu pierwsze turbiny o mocy przeszło 50 000 kW chłodzone wodorem.

Nowa technika z roku na rok wprowadzana jest coraz szerzej w energetyce. Przed załogami elektrowni stoi odpowiedzialne zadanie — opanować w jak najkrótszym czasie nowoczesne urządzenia i prowadzić je w najlepszych warunkach pracy.

Trzeba stwierdzić, że wyniki są jeszcze niezadowalające. Prowadzi to do zaburzeń ruchowych na zakładzie — często bardzo dotkliwych dla odbiorców. Tu zapal i ofiarności załogi nie wystarcza: musi ona uzyskać pomoc i być przeszkolona przez personel inżyniersko-techniczny. Tu otwiera się wielkie pole dla działalności szkoleniowej Stowarzyszenia.

Udział Stowarzyszenia może i powinien być bardzo poważny. Sprawozdanie zarówno Zarządu Głównego Stowarzyszenia, jak i Centralnej Komisji Szkolnictwa, jak i plan pracy nie zawierają jednak tego podstawowego dla energetyki kierunku szkolenia, co się zresztą odczuwa wyraźnie na zakładach pracy.

Dlatego wydaje się konieczne, aby ten kierunek szkolenia był w roku bieżącym rozwinięty na wszystkich nowobudujących

się obiektach, wchodzących do eksploatacji, jak też na wszystkich obiektach rozbudowywanych. Szybkie i dobre opanowanie na tych zmechanizowanych zakładach nowoczesnych maszyn i urządzeń zarówno przez personel inżyniersko-techniczny, jak i przez załogę eksploatacyjną, stanowi podstawowy czynnik skrócenia okresu wstępnej eksploatacji i tym samym przejścia do normalnej pracy przy pełnym i ciągłym wyzyskaniu mocy produkcyjnej zakładu.

Szybkie i dobre opanowanie zmechanizowanych maszyn i urządzeń jest gwarancją bezawaryjnej pracy zakładu i ciągłości dostawy energii elektrycznej odbiorcom.

W całym kraju idzie bitwa o węgiel, o jego oszczędne i racjonalne spalanie. Energetyka jest jednym z najpoważniejszych jej odbiorców. Jednym z podstawowych wskaźników jej pracy jest zużycie węgla umownego na wyprodukowaną kilowatogodzinę. W roku ubiegłym wskaźnik ten nie został dotrzymany z powodu niedostatecznego jeszcze poziomu eksploatacji, jak też niewykonania w pełni zamierzonych usprawnień w gospodarce cieplnej zakładu. Rok obecny charakteryzuje się stałym polepszeniem wskaźnika zużycia węgla umownego. Jeśli wykonanie w styczniu br. przyjąć za 100, to w lutym wskaźnik obniżył się do 97,6, w marcu stanowił już 94,5, a w kwietniu 92,9. W kwietniu energetyka zaoszczędziła w stosunku do planu około 3200 ton węgla umownego. Wyniki te pokazują, jak wielkie rezerwy tkwią w zakładach. Potwierdza to osiągnięcie Zarządu Energetycznego Okręgu Dolnośląskiego: elektrownie tego okręgu uzyskały w kwietniu obniżenie o 20 gramów węgla umownego na kilowatogodzinę w stosunku do planu. Jednocześnie stwierdzono, że stało się to przede wszystkim dzięki zaprowadzeniu dyscypliny w pracy technologicznej i likwidowaniu rażących niedomagań w gospodarce cieplnej oraz że bynajmniej nie wszystko zostało zrobione.

Oto pierwsze i poważne źródła rezerw.

Na wszystkich zakładach zostały powołane społeczne komisje do walki z marnotrawstwem paliwa. Trzeba stwierdzić, że pracują one jeszcze niezadowolająco, że często są pozostawiane samym sobie, nie odczuwają potrzebnej pomocy ze strony inżynierów i techników. A przecież ich właściwa praca, mobilizowanie wysiłku załogi do walki z marnotrawstwem węgla, zaprowadzenie ścisłej dyscypliny technologicznej połączonej ze szkoleniem załogi dadzą dalsze dziesiątki tysięcy ton zaoszczędzonego dla gospodarki narodowej węgla. Słusznie więc będzie, jeżeli Stowarzyszenie przez koła zakładowe pomoże kierownictwu zakładu i społecznym komisjom w nasileniu walki o oszczędność węgla. Inżynierowie i technicy nie mogą stać z boku wtedy, kiedy załoga — podejmując zobowiązanie oszczędności węgla — boryka się z trudnościami przy jego realizacji, jak to się dzieje w jednej z dolnośląskich elektrowni.

Podane zagadnienia, które resort energetyki stawia przed Stowarzyszeniem, wymagają poważnego zwrócenia uwagi na pracę koła zakładowego, podstawowego ogniwa organizacyjnego. Nie na wszystkich zakładach istnieją koła zakładowe, a tam, gdzie powstały, nie obejmują jeszcze wszystkich inżynierów i techników. Organizowanie kół zakładowych idzie powoli.

Na naszej sztafardowej i przodującej budowie, na Jaworznie II koło zakładowe powstało niedawno i jak dotychczas nie wykazuje żadnej aktywności, a przecież bez koła zakładowego Stowarzyszenie nie może skutecznie pomóc resortowi w wykonywaniu zadań, nie potrafi należycie wypełnić swojej roli, podstawowym więc problemem organizacyjnym jest stworzenie kół na wszystkich zakładach i dalsza ich rozbudowa.

Stowarzyszenie winno stać się masową społeczną organizacją inżynierów i techników. Wymaga to od zarządów oddziałów roztoczenia opieki nad kołami zakładowymi i udzielania im stałej pomocy, aby one mogły rozwinąć swoją działalność. Wszystkie problemy, o których mówiłem, znajdują swoje odbicia w ich pracy, bo występują one w większym czy mniejszym nasileniu w każdej elektrowni czy zakładzie sieciowym.

Obecnie w zakładach opracowuje się materiały i wnioski do planu gospodarczego na rok następny. Analizując wąskie miejsca, ograniczające zdolność produkcyjną lub obniżające wskaźniki techniczno-ekonomiczne, załogi wysuwają wnioski, zmierzające do ich likwidacji i tym samym do polepszenia pracy zakładu. Podstawowym składnikiem tych wniosków winny być zamierzenia na odcinku postępu technicznego. Jest rzeczą zrozumiałą, że od aktywnego i społecznego stanowiska inżynierów i techników w dużym stopniu zależy właściwe opracowanie tych wniosków. Należy więc opracowaniu zamierzeń w dziedzinie postępu technicznego na zakładach udzielić dużo uwagi ze strony zarządów oddziałów.

Wydaje się także konieczne udzielanie pomocy słabszym zakładom ze strony członków Stowarzyszenia z innych — silniej-

szych — zakładów. Słusznie też będzie, jeżeli przy omawianiu planu postępu technicznego na zebraniach zakładowych członkowie Stowarzyszenia będą brali aktywny udział w dyskusji. Ministerstwo Energetyki spowoduje, aby przy omawianiu wniosków w Zarządach Energetycznych mogli brać udział przedstawiciele zainteresowanych zarządów oddziałów; podobnie na sekcjach Stowarzyszenia i Zarządu Głównego Stowarzyszenia.

Wśród hasel pierwszomajowych Komitetu Centralnego naszej Partii było wezwanie do energetyków polskich, aby wykorzystywali w pełni moce produkcyjne elektrowni, oszczędzali paliwo i zapewniali dostawę energii elektrycznej bez przerw i ograniczeń. O pełną realizację tego hasła walczą codziennie ofiarne załogi elektrowni i sieci z inżynierami i technikami na czele. Jeśli potrafimy należycie zorganizować ich zapal i wysiłek i pomóc skutecznie w przełamywaniu trudności, wówczas energetyka wykona w pełni postawione zadania.

Kol. H. ŁUBIŃSKI.

Zagadnieniem bardzo ważnym i aktualnym jest akcja szkolenia przy pomocy miesięcznych odczytów na zebraniach oddziałów. Wygłaszanie nadsyłanych odczytów przez prelegentów mało zaznajomionych z tematem ma niewielką wartość. Odczyty wygłaszane przez specjalnie przyjeżdżających wybitnych specjalistów budzą duże zainteresowanie i wywołują ożywioną dyskusję, ale mają często zbyt ogólną i przygodną tematykę, a poza tym są połączone z bardzo dużymi kosztami. Można natomiast obrać drogę najwłaściwszą — tworzenie cykli odczytów według programu długofalowego, interesującego dane środowisko.

Drugim zagadnieniem jest zorganizowanie nauki technicznego języka rosyjskiego według głównych specjalności inżynierskich, przy czym nauka ta miałaby charakter konsultacyjny. Koledzy korzystający z konsultacji mogliby wносить pewne opłaty. Podobnie można by prowadzić wspólne czytanie prasy radzieckiej przy pomocy kolegów fachowców, którzy jednocześnie mogliby poprowadzić dyskusję.

Kol. W. SMOLUCHOWSKI.

Wśród zagadnień objętych pracami Komisji Postępu Technicznego należy podkreślić zagadnienie automatyki, o której ważności można się przekonać przeglądając projekty najbliższych prac Polskiej Akademii Nauk. Automatyka jest kluczowym zagadnieniem modernizacji przemysłu i wszelkich innych dziedzin. Po konferencji automatyki w czerwcu 1952 r. został powołany przez Instytut Elektrotechniki zespół, do którego weszli przedstawiciele 19 różnych instytucji. Użytkownicy — energetyka, górnictwo i hutnictwo (nie są reprezentowani obrabiarkowcy) — mają zebrać informacje o już posiadanych urządzeniach automatycznych i wybrać procesy produkcyjne, nadające się do szybkiego automatyzowania.

Producenci skatalogują elementy do automatyzacji już wytworzone albo przewidziane do wytwarzania. Stwierdzona została potrzeba bazy produkcyjnej i szkolenia kadr fachowców. Istnieją już nawet wytyczne prowadzenia nauk na wyższych uczelniach celem szkolenia specjalistów z dziedziny automatyki. Członkowie Stowarzyszenia Elektryków powinni we wszystkich instytucjach, w których pracują, zwrócić specjalną uwagę na pracę w zakresie automatyzacji.

Do wykonania pewnych układów automatycznych potrzeba szeregu różnych elementów, których w chwili obecnej w Polsce nie produkuje się. Najwłaściwsze byłoby stworzenie niezbyt wielkiej placówki specjalnej ze zorganizowanymi warsztatami, w których można by bądź wykonywać całe urządzenia, bądź dostosowywać różne już wytworzone elementy do układów automatycznych. Tak postąpiono w Czechosłowacji, gdzie w Brnie Morawskim zorganizowano podobny zakład, wyposażony w biuro projektowe, odpowiednie warsztaty wytwórcze i brygadę montażową, która może wykonać układ zmontować i oddać gotowy do ruchu.

Tego rodzaju organizacja daje jeszcze tę korzyść, że odbiorca otrzymuje od razu całkowite we właściwy sposób wykonane urządzenie, dostawca zaś ma możliwość za każdym razem dokładnego zbadania urządzenia i wyciągnięcia wniosków, które mogą być wykorzystane przy budowie następnych urządzeń.

Stowarzyszenie Elektryków powinno przedstawić właściwym instytucjom państwowym i społecznym konieczność szybkiej realizacji całokształtu zagadnienia automatyki i teleautomatyki przemysłowej w powiązaniu z odpowiednią placówką wykonawczą.

Kol. R. POLITAJ (Stalinogród).

Członkowie Stowarzyszenia winni dawać przykład aktywności w terenie, jeżeli chodzi o pracę nad postępowaniem technicznym — racjonalizację. Nie wolno im stać na uboku. Budując Polskę Ludową powinni pracować według wytycznych, które im daje Państwo i Partia.

Kol. T. RUTKOWSKI (Wrocław).

Komisje postępu technicznego w oddziałach ciągle napotykają bardzo duże trudności nie tyle techniczne, ile organizacyjne. Należy się spodziewać, że okólnik Ministerstwa Energetyki z 3 kwietnia br. ureguje wiele spraw mimo dublowania działalności, związanej z pracą Komisji Postępu Technicznego, i ustali tok pracy i zakres obowiązków. Organizacyjnie mamy dużą lukę w zakresie odpowiedzialności za wypełnianie obowiązków. Okólnik Ministerstwa Energetyki rozwiąże być może sprawę, ale tylko dla jednego resortu; konieczne jest dalsze podobne rozwiązanie tych spraw w innych resortach, gdyż obecnie prawie nie ma dziedziny, w której fachowy głos elektryka nie byłby potrzebny.

Pamiętni słów Lenina, że komunizm to władza radziecka plus elektryfikacja, elektrycy muszą włożyć specjalnie duży wysiłek w to, żeby zadanie, które ciąży na ich barkach przy przebudowie ustroju społecznego, dobrze i szybko wypełnić.

Resortem, z którym koniecznie powinna być nawiązana współpraca, jest budownictwo i to zarówno przemysłowe, jak i budownictwo miast i osiedli. Współpraca elektryka z architektem dotychczas praktycznie nie istnieje, a trudności budownictwa związane z materiałami i sprzętem instalacyjnym są ogromne, i tu upatrujemy niewyczerpane źródło tematów do współpracy.

Mogłoby się wydawać rzeczą dziwną, że zakreśla się tu bardzo szerokie plany, a jednocześnie nie możemy rozwiązać często drobnych trudności miejscowych, jak w przypadku wystawy racjonalizatorskiej, która miała być urządzona we Wrocławiu w lutym br., a która nie odbyła się z powodu braku finansowego poparcia ze strony NOTu. Ale do dziś pamiętamy słowa, wygłoszone przez ministra Mincina w sierpniu 1945 r. na V Zjeździe Ziemi Odzyskanych we Wrocławiu, że naszą największą wadą, niemal wadą narodową, którą przy przebudowie ustroju musimy całkowicie usunąć, jest lęk przed zamierzeniami na większą skalę, lęk rzeczy wielkich. Powinniśmy zakreślić sobie wielki plan pracy, a poszczególne odcinki traktować jako etapy.

Do właściwego wykonywania prac przez Stowarzyszenie konieczne są dokładniejsze instrukcje dla kół zakładowych, należy jak najszybciej usunąć luki, które w nich istnieją od strony Zarządu Głównego. Należy podkreślić, że praca kół zakładowego SEP-u ma prócz strony czysto technicznej również o dużym znaczeniu stronę społeczną. Musi być dokładnie określona forma współpracy z organizacją związkową i podstawową organizacją partyjną. Dalej należy wyraźnie podkreślić, że koło zakładowe przy wykonywaniu swoich zadań winno w jak najszerszym zakresie stosować czynniki oddziaływania po linii koleżeństwa technicznego, które wynika bezpośrednio z poczucia więzi organizacyjnej członków SEP-u.

Sprawa opiniowania norm, którą Zarząd Główny zalecił oddziałom jako punkt programu prac, jest bardzo ważna, ale dla wykonywania tej pracy byłoby zdaje się właściwe powrócenie do dawnego sposobu ogłaszania norm w „Przeglądzie Elektrotechnicznym”, żeby projekty dochodziły do wszystkich, którzy normami się interesują, i żeby po zapoznaniu się z nimi wszyscy mogli nadsyłać swoje uwagi krytyczne.

Kol. Z. URYCH (Gdańsk).

Jednym z bardzo ważnych elementów w pracy nad postępowaniem technicznym są brygady inżyniersko-robotnicze. Sprawa znaczenia brygad omawiana była wielokrotnie w pismach technicznych, w których również podawano uchwały i zarządzenia władz, dotyczące organizowania i finansowania brygad. Jednak w terenie ciągle napotyka się trudności, które uniemożliwiają właściwy rozwój zagadnienia brygad. Utrudnione jest otwieranie tzw. zleceń socjalistycznych. Ostatnio wyszło zarządzenie, ograniczające wydawanie zleceń na opracowywanie dokumentacji w drodze umów o dzieło. Potrzebna jest odmowa biura projektowego, a na zawarcie umowy nawet zezwolenie ministerstwa. Nieustalone również są zupełnie stawki dla tych zleceń; podobnie nie jest uregulowana sprawa godzin nadliczbowych, bo pewne zarządzenia i ograniczenia często uniemożliwiają wykonanie pracy.

Okólnik Ministerstwa z 3 kwietnia częściowo określa zadania kół zakładowych i samych zakładów w sprawie zmobilizowania brygad racjonalizatorskich i wskazuje na odpowiednie zarządzenia. Brak tam jednak dokładnej interpretacji tych zarządzeń. Brak również podkreślenia roli Stowarzyszenia Elektryków w zagadnieniu walki o postęp techniczny.

Ostatnio powstaje w Stowarzyszeniu Sekcja Energetyczna. Fakt ten na ogół został przyjęty z zadowoleniem. Dostatecznie już wyjaśniono, że Sekcja Energetyczna będzie organicznie ściśle związana z samym Stowarzyszeniem. Przed Sekcją staje przede wszystkim zagadnienie werbunku inżynierów i techników-racjonalizatorów zatrudnionych w energetyce — w myśl

zasad umasowienia ruchu stowarzyszeniowego. Ze sprawozdań wiemy, że tylko mały procent pracowników energetyki jest członkami Stowarzyszenia. Ze sprawą tą wiąże się ściśle sprawa popularyzacji Stowarzyszenia, w czym przy usunięciu własnych win musimy uzyskać pomoc władz resortowych, które powinny utrwalać nasze stanowisko we wszystkich instytucjach na zakładach pracy.

Do spopularyzowania Stowarzyszenia przyczynia się, między innymi, objazdowe wystawy racjonalizatorskie, które przede wszystkim spopularyzują wynalazki i usprawnienia, a także pokazują postęp techniczny w Polsce Ludowej szerokim rzeszom pracowników technicznych na zakładach pracy.

Należy wystąpić również do NOT, aby jeszcze w roku bieżącym wydał popularną broszurę o wynalazczości pracowniczej i organizowaniu brygad racjonalizatorskich, na wzór wydanej w roku 1950 przez CRZZ.

Zarząd Główny winien spowodować wydanie przez władze zarządzania, na mocy którego do komisji wynalazczości i innych komisji w zakładach pracy wchodziłyby — jako pełnoprawni członkowie — przedstawiciele kół zakładowych stowarzyszeń. Poza tym Rada Główna NOT winna opracować projekt zarządzenia władz, które ustali pozycję stowarzyszeń naukowo-technicznych i formy współpracy z nimi na wszystkich szczeblach w ramach resortów i w stosunku do zainteresowanych wojewódzkich i miejskich władz terenowych.

Prezes Rady Ministrów B. Bierut na naradzie górników w Stalinogrodzie mówił o roli dozoru technicznego, wskazując, że musi on „jak najszybciej uświadomić sobie swą dowódczą rolę, która w naszych warunkach polega na koleżeńskości z twardym przestrzeganiem dyscypliny. Wszyscy muszą zrozumieć, że bez szacunku i posłuchu dla dozoru nie będzie postępu”. W tym świetle każdy członek Stowarzyszenia powinien z właściwym zrozumieniem piastować godność inżyniera i technika wobec załogi, a Stowarzyszenie w wypełnianiu nakreślonych zadań programowych winno dopomagać w podnoszeniu autorytetu inżyniera i technika w terenie.

Kol. KRYGIER (Bydgoszcz).

W przypadku kół terenowych konieczna jest większa współpraca z oddziałami. Zarząd Główny winien zwrócić większą uwagę na oddziały, które zaniedbują opieki nad kołami terenowymi, jak to było w Bydgoszczy. Również zupełnie jako była obsługa kół pod względem odczytów. Koła terenowe miały możliwość organizowania odczytów, ale brakło do nich materiałów.

Stowarzyszenie na ogół niedostatecznie popularyzuje swoje prace. Prawie nikt na przykład nie wiedział o wystawie w Zamościu, która zgromadziła bardzo ciekawy materiał.

W sprawie młodych kolegów, na których często narzeka się, że źle pracują i nie wykonują obowiązków, niezbędne jest bliższe interesowanie się nimi ze strony starszych członków SEP-u i to bezpośrednio w kołach zakładowych. Tam starsi powinni wziąć pod swoją opiekę młodych techników i inżynierów i tak ich uświadomić, żeby nie było na nich narzekania ani ze strony dyrekcji, ani ze strony starszych współpracowników.

Kol. J. RASZBA (przewodn. Sekcji Telekomunik.)

Szybki rozwój przemysłu powoduje coraz większe rozchodzenie się dróg energetyków i telekomunikantów nie w tym sensie, że nie mają między sobą nic wspólnego, ale w tym sensie, że wciąż wzrasta liczba zagadnień technicznych coraz bardziej różnicowanych. Przemysł teletechniczny jest bardzo zacofany i ma przed sobą olbrzymie zadania, a więc przed Sekcją Telekomunikacyjną stoją sprawy bardzo poważne. W ubiegłym roku na Zjeździe Sekcji Telekomunikacyjnej powołano w ramach SEP Oddział inżynierów i techników łączności w Warszawie, równoległy do istniejącego Oddziału silnoprądowego. Oddział ten nawiązał już kontakt z zakładami, w których Oddział Warszawski nie potrafił zorganizować kół zakładowych.

Oddział w Dierżoniowie grupuje wyłącznie prawie teletechników. Wydaje się, że sprawa utworzenia stowarzyszenia inżynierów i techników łączności już całkowicie dojrzała i Sekcja Telekomunikacyjna stawia wniosek o utworzenie Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Łączności w chwili, gdy okoliczności będą temu całkowicie sprzyjały.

Kol. W. STANISŁAWSKI (Szczecin).

Przemawiając w imieniu najmłodszej generacji elektryków, wychowanych i wyszkolonych przez uczelnie polskie po wojnie, mogę zapewnić, że w młodych nurtują te same zagadnienia, które są przedmiotem obrad Zjazdu i że młodzi chcą całkowicie włączyć się do współpracy z ogółem starszych kolegów.

Niezmiernie ważna ze względów technicznych i ekonomicznych jest obok normalizacji sprawa typizacji urządzeń. Inicjatywę w tym kierunku — w zakresie elementów urządzeń elektrycznych — dał „Energoprojekt”. Byłoby bardzo celowe, żeby SEP nawiązał kontakt z „Energoprojektem” i wystąpił do właściwych

czynników o położenie nacisku na szybsze prowadzenie sprawy typizacji urządzeń elektrycznych.

Konieczne jest również przyspieszenie sprawy przepisów na uzimienia i zerowania, na co wszyscy czekają już od kilku lat. Brak wyraźnych przepisów stwarza trudne sytuacje, często nawet od strony prawnej.

Bardzo przykra sprawą dla młodych inżynierów, którzy ukończyli kurs politechniczny inżynierski i przeszli do pracy w przemyśle, jest niemożność dalszego studiowania i otrzymania tytułu magistra-inżyniera. Wielu inżynierów, pracujących już od szeregu lat, chciałoby pogłębić swoje wiadomości, a nie mogą — przeważnie ze względu na swój stan rodzinny — studiować w takich warunkach, jak młodzi studenci. Wydaje się, że można by uregulować tę sprawę ustawą, polecającą dawanie takim inżynierom delegacji z uregulowaniem sprawy od strony finansowej. Brak tego uregulowania jest jednym z głównych powodów, dla których wielu zdolnych i pełnych zapału ludzi nie może pogłębić swych wiadomości, które pozwoliłyby im przynieść państwu bardzo wiele pożytku.

Kol. W. JAROSZEWSKI (Gdańsk).

We wszystkich dziedzinach pracy odczuwa się gwałtowny brak norm, istniejące projekty są również często nieosiągalne.

SEP musi również wziąć udział w propagandzie zwalczania brakorobstwa.

Kol. M. SZCZEPEK (Stalinogród).

Omawiając sprawę normalizacji trzeba podkreślić konieczność zwrócenia uwagi na normalizację sprzętu telekomunikacyjnego i brać przy tym pod uwagę zarówno stronę produkcyjną, jak i eksploatacyjną. W sprawie samej produkcji sprzętu należy walczyć z jego stale powtarzającym się złym wykonaniem.

Brak jest podręcznych wydawnictw telekomunikacyjnych. Może SEP mógłby przyczynić się do nowego wydania „Teletechnika”.

Kol. R. ASLER (Kraków).

Konferencje naukowo-techniczne organizowane przez SEP dają bardzo wiele korzyści. Należy koniecznie przesyłać sprawozdania z tych konferencji do wszystkich oddziałów i na specjalnych zebraniach dyskusyjnych zapoznawać z tematem konferencji tych kolegów, którzy nie mogli w nich brać udziału.

Kraków organizuje w maju br. konferencję na temat jednostek elektrycznych z referatem prof. Fryzego. Następna konferencja przewidywana będzie oparta na referacie prof. Bładowskiego na temat zerowania.

W zakresie współpracy z resortami odczuwa się jeszcze brak dobrej współpracy z Ministerstwem Budownictwa Przemysłowego i Ministerstwem Budownictwa Miast i Osiedli. SEP musi zająć się poprawą na tym odcinku.

Kol. J. PŁASKOWSKI, dyrektor PWT (Warszawa).

W ostatnim okresie czasu nastąpiły dwa ważne zjawiska w produkcji książki technicznej: 1) ustalenie ceny sztywnej zależnej tylko od objętości książki, a nie od jej nakładu i kosztów własnych, 2) przechodzenie na masowe oprawy sztywne. Książka techniczna w Polsce wyprzedziła cały szereg zjawisk społecznych związanych z książką. Dziedzinami związanymi z książką, którymi powinno zainteresować się Stowarzyszenie, są: biblioteki zakładowe, czytelnictwo, krytyka książek, krytyka form sprzedaży oraz współpraca z instytucjami wydawniczymi.

W Związku Radzieckim zagadnienia te już weszły nieomal w krew nie tylko stowarzyszeń, ale każdego człowieka, wychowanego w organizacjach młodzieżowych. Dzisiaj w sprawach bibliotek i książek właściwie nie mówiono.

Koła zakładowe powinny zająć się bibliotekami zakładowymi i uzupełniać je na podstawie bibliografii, ukazującej się w czasopiśmie lub biuletynach Centralnego Instytutu Dokumentacji Technicznej.

Czytelnictwo u nas wzrosło ogromnie, ale analiza terenu wykazuje, że jeszcze niedostatecznie. SEP powinien zająć się organizowaniem konferencji czytelniczych na zakładach, które są jedną z najlepszych form rozbudzenia czytelnictwa w zakładzie, jak stwierdzono w Związku Radzieckim. Akcję tę prowadzą już kluby racjonalizatorskie i w tym wyprzedziły już stowarzyszenia.

Prawie całkowicie zaniedbana jest na terenie Stowarzyszenia krytyka książek — sprawa bardzo ważna dla wydawców. Podobnie nie otrzymuje się żadnych uwag o formach sprzedaży. Książka techniczna jest książką specjalną, która wymaga odmiennych form zbytu i uwagi na ten temat byłaby bardzo cenna. Krytyka planów wydawniczych przez Stowarzyszenie była niewystarczająca z winy częściowo wydawcy, gdyż plany dostarczano zbyt późno. W przyszłości sprawa ta musi ulec poprawie, aby krytykę planów wydawniczych mógł przeprowadzać również teren.

Kol. T. ZARNECKI (rektor W.S.I. w Warszawie).

W ostatnich latach cały nasz naród zespolił się i skupił na

około partii jako siły przewodniej, naokoło kierownictwa narodu i państwa.

Elektrycy w swoim patriotyzmie zatracają już swą dawną zaściankowość i czują się częścią narodu. Osiągnięcia Stowarzyszenia i jego członków dowodzą, że przemiany ogólne głęboko przeniknęły również ogół elektryków.

Mówimy, że cały naród buduje socjalizm, że w perspektywie ma komunizm, ale podstawami socjalizmu jest „produkcja na bazie najwyższej techniki”, obejmująca wszystkie dziedziny naszego przemysłu, naszej gospodarki narodowej. Mamy tam jeszcze duże trudności do pokonania, ale można chyba powiedzieć, że wśród zawodów technicznych elektrycy są najbardziej powołani do tego, żeby uważać pokonywanie trudności za swoją specjalność. Imponują nam osiągnięcia wysokiej techniki, przodującej techniki świata — techniki radzieckiej. A przecież i tam są trudności do pokonania i tam już nauczono się je pokonywać.

Jakie są podstawowe założenia do pokonywania trudności w Związku Radzieckim? Pierwsze — to ogólny pęd do podnoszenia kwalifikacji. Jeden z kolegów wspominał o konieczności wypełnienia luki w szkoleniu inżynierskim, powstałej stąd, że większość młodych inżynierów musiała być po skończeniu I stopnia inżynierskiego skierowana wprost do produkcji i tylko niewielki procent doszedł do studiów magisterskich. Na podstawie obserwacji z ostatnich miesięcy w Związku Radzieckim mogę stwierdzić, że jest tam bardzo rozwinięte szkolnictwo „zaoczne”. Delegacja polska, która te zagadnienia badała, przedstawiła wniosek Ministerstwu Szkolnictwa Wyższego i Komitetowi Centralnemu Partii o utworzenie politechniki zaocznej w Polsce.

We Wszechzwiązkowym Zaocznym Instytucie Energetycznym jest specjalny wydział podnoszenia kwalifikacji inżynierskich, gdzie się przyjmuje tylko inżynierów z ukończonymi całkowitymi studiami. Studia na tym wydziale mają na celu danie najnowszymi zdobyczami wiedzy tym, którzy dawniej ukończyli wyższe uczelnie. Studia te nie dają dyplomu, ale pozwalają na zajmowanie wyższych stanowisk wymagających lepszych kwalifikacji.

Podnoszenie kwalifikacji to pierwsza metoda pokonywania trudności. Druga metoda — to upolitycznienie pracy. Np. wprowadzenie do nauczania wytrzymałości materiałów dodatkowego zagadnienia oszczędności materiałów w myśl wskazań XIX Zjazdu Partii. Inny przykład: przestawienie w kierunku regulacji i sterowania automatyki całego zagadnienia napędu elektrycznego. Upolitycznienie pracy spowoduje przez zrozumienie jej sensu ułatwi nam i umożliwi pokonanie trudności organizacyjnych.

Kol. St. JACKOWSKI (Warszawa).

Stowarzyszenie Elektryków powinno interweniować w przemyśle elektrotechnicznym w sprawie wyrobu telefonicznych kabli miedzianych z żyłami o średn. 0,4 mm na podstawie już zatwierdzonych norm. Konieczne jest wprowadzanie tych kabli ze względu na oszczędność miedzi.

Kol. K. KOLBIŃSKI, prezes SEP.

Dzisiejsze obrady dowiodły nam, że nadzieje na przyszłość — o ile chodzi o uaktywnienie Stowarzyszenia i rozwinięcie planu pracy — są słuszne. Odważyłbym się traktować okres, w którym jesteśmy, jako przełomowy, przede wszystkim ze względu na powstawanie się z resortami. Obecność kol. ministra Jaszczuka na dzisiejszym Zjeździe i uzupełnienie przez niego programu pracy Stowarzyszenia to jeszcze jeden dowód, że program ten istnieje, że jest programem właściwym i takim, o którego wykonanie należy walczyć.

Drugi moment bardzo ważny — to obecność na dzisiejszym zjeździe młodych kolegów. To, co zauważyliśmy już na poprzednim zjeździe delegatów — że mamy coraz więcej młodych w swoich szeregach — specjalnie dzisiaj uwydatniło się w czasie dyskusji. Krytyka i dyskusja, które przeprowadzono dzisiaj, posłużyła niewątpliwie jako materiał do dalszych prac Stowarzyszenia i Zarządu Głównego. Wszystkie sprawy poruszone na dzisiejszym zjeździe dotyczą dwu zasadniczych kierunków pracy: postępu technicznego i doskonalenia naszych kadr.

W sprawach organizacyjnych należałoby wyjaśnić kilka poruszonych punktów. Była wysunięta sprawa instrukcji dla postępu technicznego, którą uznano za niedostateczną. Musimy jednak zdawać sobie sprawę z tego, że w oddziałach i w kołach zakładowych mamy kolegów, którzy sami powinni rozwijać zagadnienia, a do Zarządu Głównego należy podstawowa praca organizacyjna. Podobnie koledzy w oddziałach powinni razem z nami rozumieć, że Stowarzyszenie jest instytucją społeczną. Ten moment współpracy z resortami od strony społecznej musi być przez wszystkich zrozumiany i nie powinien wymagać instrukcji Zarządu Głównego.

Jeden z młodych kolegów podkreślił słusznie sprawę koleżeństwa we współpracy technicznej. Sprawa koleżeństwa była specjalnie podkreślona na naradzie racjonalizatorów w Krakowie.

Na koleżeństwie powinno być oparte szkolenie, pomoc dla racjonalizatorów, praca przy organizowaniu bibliotek technicznych, uczenie robotników posługiwania się książką techniczną. W sprawie szkolenia chciałbym przypomnieć, że istnieje w Stowarzyszeniu tendencja rozszerzenia kursu korespondencyjnego na kurs ogólnego kształcenia, gdyż dotychczas Ministerstwo Szkolnictwa Wyższego nie zgadzało się na utworzenie politechniki korespondencyjnej, która swego czasu była w programie naszej Komisji Szkolnictwa.

W najbliższym okresie należy zwrócić specjalną uwagę na szkolenie w energetyce na wszystkich poziomach począwszy od doszkalania obsługi nowych urządzeń, kończąc na kursie inżynierskim.

Poruszono dziś dość obszernie sprawę normalizacji. Trzeba przypomnieć, że normalizacja przeszła dziś w bardzo dużym stopniu do resortów i że tam przez koła zakładowe koledzy mają możliwość współpracy i krytyki. Należy się tą sprawą zająć jak najrychlej i jak najszerzej i dopilnować opracowywania potrzebnych norm przez podawanie do planów tematów do normalizacji.

Sprawa kontroli i brakoróbstwa była dzisiaj poruszona, choć w niedostatecznych rozmiarach. Jest to natomiast temat, na który w chwili obecnej musimy jako Stowarzyszenie zwrócić specjalną uwagę. Sprawa jakości wyrobów — walka z brakoróbstwem — jest hasłem powszechnym, które wywołało już wiele zobowiązań. Propagowanie tego hasła powinno wejść do programu prac naszych kół zakładowych, a każdy członek Stowarzyszenia — inżynier czy technik — powinien sobie zdawać sprawę, że dopilnowywanie jakości produkcji, pośrednie lub bezpośrednie, jest jednym z jego głównych obowiązków.

Podkreślona została waga naszych konferencji technicznych, jak również konieczność ogłaszania sprawozdań z nich. Referaty i sprawozdania są ogłaszane w Przeglądzie Elektrotechnicznym i to ułatwia delegatom składanie sprawozdań na zebraniach oddziałowych.

Mamy obecnie zupełnie wyraźnie określoną współpracę z Ministerstwem Energetyki. Naszych kolegów nie powinno zabraknąć na żadnym ze stanowisk, na których resort będzie uznawał, że współpraca od strohy społecznej jest potrzebna. Do stworzenia analogicznej sytuacji przyszedł zarząd Stowarzyszenia musi doprowadzić w innych resortach; będzie to równoznaczne z właściwym wypełnianiem naszego programu.

Na zakończenie chciałbym podkreślić, że dzisiejszy Zjazd zgromadził 75% delegatów. Jest to liczba nieco większa niż w roku ubiegłym, ale mam nadzieję, że w roku przyszłym, kiedy starsi koledzy oddadzą inicjatywę w ręce młodszych, którzy naprawdę już rozumieją, jak powinna wyglądać praca stowarzyszeniowa, a nasza współpraca z resortami będzie już na właściwym poziomie, na Zjeździe powinno być przynajmniej 95% delegatów. Będzie to dowodem, że Stowarzyszenie pracuje i w sposób właściwy wypełnia zadania, które mu stawiają Partia, Państwo i Naród.

Przewodniczący — kol. prof. I. MAŁECKI.

Poruszono dziś duży zakres zagadnień technicznych i społecznych, które stoją przed nami. Przed każdym z nas w jego specjalności, w jego zakładzie pracy istnieje doniosłe zagadnienie w budowie socjalizmu w Polsce. Są jednak wśród nich takie, które wysuwają się na plan pierwszy, które mobilizują pracowników technicznych wszystkich specjalności. Jednym z takich zagadnień jest obecnie budowa kombinatu Nowej Huty. W związku z tym prezydium Zjazdu stawia pod obrady projekt uchwały, będącej niejako zamknięciem i skonkretyzowaniem tych poglądów, które w ciągu dyskusji były wypowiedzane. Projekt uchwały brzmi jak następuje:

„VI Zjazd Delegatów SEP odbywa się w momencie, kiedy uchwała Prezydium Rządu wysunęła na pierwszy plan w działalności techniczno-gospodarczej prace na rzecz kombinatu Nowa Huta, czołowej inwestycji Planu 6-letniego, podstawy socjalistycznego uprzemysłowienia Polski.

Zebrani na Zjeździe delegaci, zdając sobie sprawę z ważności terminowego uruchomienia poszczególnych obiektów kombinatu i świadomi głębokiego oddźwięku uchwały Prezydium Rządu wśród inżynierów i techników elektryków, członków Stowarzyszenia, zobowiązują się dołożyć wszelkich starań, aby elektrycy, pracujący w budownictwie, przemyśle, biurach projektowych i instytutach, swoją pracą i wysiłkiem przyspieszyli wykonanie dokumentacji i dostawę oraz montaż i uruchomienie wyposażenia elektro-energetycznego dla Nowej Huty.

Zjazd Delegatów zobowiązuje wszystkie Zarządy Oddziałów do przeprowadzenia prac organizacyjnych i propagandowych dla przyciągnięcia do tej akcji członków, nawet tych, którzy byli dotychczas bierni.

Zjazd poleca Zarządowi Oddziałów zorganizowanie systematycznej kontroli zobowiązań produkcyjnych, podejmowanych przez koła zakładowe, względnie poszczególnych członków i udzielenie im pomocy w ich realizacji.

Praca na rzecz Nowej Huty, sprawa bezbłędnej i przedterminowego wykonania dostaw dla kombinatu niech będzie

VI. Absolutorium dla Zarządu Głównego, sprawy budżetowe, zmiana statutu, wybory, obrady techniczne

ABSOLUTORIUM DLA ZARZĄDU GŁÓWNEGO

Przewodniczący kol. prof. I. MAŁECKI.

Przystępujemy do głosowania nad wnioskiem Komisji Rewizyjnej o udzielenie absolutorium ustępującemu Zarządowi.

(Głosowanie)

Stwierdzam, że wniosek Komisji Rewizyjnej przeszedł jednomyślnie.

SPRAWY BUDŻETOWE

Kol. Zb. KARASINSKI, Sekr. Gener. SEP.

Budżet jest układany według instrukcji ogólnych, wynikających z subsydiowania stowarzyszeń przez państwo. Budżet tegoroczny, zamykający się po stronie wydatków sumą 374 000 zł, jest mniejszy o 25% od budżetu roku ubiegłego. Jest to narazie prowizorium. Na pokrycie budżetu składają się w 40% składki członkowskie i w 60% subwencja państwowa.

Do decyzji Zjazdu pozostaje przeznaczenie sumy z likwidacji działalności wydawniczej Stowarzyszenia do roku 1949. Zarząd Główny postanowił przekazać tę sumę na ulepszenie skryptów kursów korespondencyjnych SEP-u w związku z rozszerzeniem ich zakresu i zgłasza wniosek o przyjęcie do wiadomości przez Zjazd Delegatów tej decyzji.

Wniosek Zarządu Głównego został przyjęty.

ZMIANA STATUTU SEP NA PODSTAWIE RAMOWEGO STATUTU STOWARZYSZENIOWEGO, ZATWIERDZONEGO PRZEZ WŁADZE

Kol. K. KOLBIŃSKI.

Statut ramowy stowarzyszeń został zatwierdzony przez Prezydium Rady Ministrów i przyjęty przez Zjazd Delegatów NOT, wszystkie więc ewentualne poprawki mogą być traktowane jako dezyderaty do uzgodnienia ich z Prezydium NOT i władzami. Szereg poprawek zgłosił już Zarząd Główny i podał je również do wiadomości oddziałów.

Zarząd Główny zgłasza wniosek o przyjęcie statutu ramowego z poprawkami zgłoszonymi przezeń i upoważnienie Zarządu Głównego do ostatecznego załatwienia sprawy statutu z Prezydium NOT.

sprawą ambicji i honoru każdego elektryka, wszystkich kół zakładowych, ogółu członków Stowarzyszenia, niech będzie dowodem twórczego stosunku do budowy socjalizmu w naszym kraju". (Okłaski).

Okłaski uważam za jednomyślne przyjęcie powyższego wniosku. Proponujemy przesłanie tej uchwały do Prezesa Rady Ministrów Bolesława Bieruta. (Okłaski).

WYBORY

Na Przewodniczącego SEP-u wybrano jednomyślnie kol. Kazimierza Kolbińskiego.

W wyniku głosowania do Zarządu Głównego weszli koledzy: W. Fischer, J. Lando, J. Latour, J. Łaskow, A. Kopystiański, W. Ney, M. Rajewski, W. Smoluchowski, R. Ustynowicz, L. Zienkowski, T. Żarnecki. Na zastępców koledzy: St. Kielan, J. Kobyliński, J. Lippman, J. Statkiewicz.

Do Komisji Rewizyjnej zostali wybrani koledzy: St. Andrzejewski, J. Konopacka, I. Małecki, W. Piróg, K. Straszewski. Na zastępców koledzy T. Skrzypek i R. Wiśniewski.

Do Sądu Koleżeńskiego weszli koledzy: R. Calka, K. Chwała, J. Czarnowski, B. Jabłoński, T. Lubradzka, K. Morsztyn, St. Samoggy.

Wybrani delegaci na Zjazd Delegatów NOT: St. Andrzejewski, R. Asler, R. Calka, K. Chwała, L. Czubczenko, J. Dobrucki, A. Drewniak, W. Fischer, Zb. Hryniewiecki, Cz. Jakóbkiewicz, J. L. Jakubowski, K. Kolbiński, J. Konopacka, A. Kopystiański, J. Kostecki, J. Lando, J. Latour, M. Lech, J. Łaskow, H. Marciniowski, W. Milewicz, W. Ney, A. Oszkodar, St. Pawłowski, J. Patalas, J. Piasecki, J. Prószyński, J. Raciborski, M. Rajewski, J. Raszba, St. Samoggy, J. Skowroński, T. Skrzypek, W. Smoluchowski, D. Sosnowski, W. Szymański, St. Tyndiuk, R. Ustynowicz, J. Włodarski, G. Zakrzewski, L. Zienkowski, T. Żarnecki.

OBRADY TECHNICZNE

Kol. W. Fischer wygłosił referat pod tyt.

W s z e c h s t r o n n e w y z y s k a n i e z a s o b ó w w o d n y c h P o l s k i.

Referat będzie w całości wydrukowany w Przeglądzie Elektrotechnicznym.

VII. Wnioski i dezyderaty uchwalone przez VI Zjazd

W n i o s k i

1. VI Zjazd Delegatów SEP zaleca włączenie się Zarządu Głównego SEP i szerokiego aktywu elektryków do prac związanych z pracami Akademii Nauk na odcinku wyzyskania zasobów wodnych Polski.

2. VI Zjazd Delegatów SEP nakłada na Zarząd Główny obowiązek troski o należyte tempo rozwoju automatyzacji procesów wytwórczych, a przez to osiągnięcie minimum zbędnych wysiłków fizycznych robotnika, maksimum zdolności produkcyjnej i optimum jakości wyrobu. W tym celu SEP powinien przedstawić właściwym instytucjom państwowym i społecznym konieczność szybkiej realizacji całokształtu zagadnienia automatyki i telemechaniki przemysłowej w powiązaniu z odpowiednią placówką gospodarczą.

3. VI Zjazd Delegatów SEP poleca Zarządowi Głównemu wystąpienie do właściwych czynników o położenie nacisku na szybsze prowadzenie sprawy typizacji urządzeń elektrycznych.

4. VI Zjazd Delegatów SEP wzywa wszystkich członków Stowarzyszenia do najaktywniejszej pracy przy organizacji metod podniesienia jakości produkcji w zakładach.

5. VI Zjazd Delegatów SEP poleca Zarządowi Głównemu złożenie władzom wniosku, uzasadniającego potrzebę jak najszybszego ukazania się ustawy o stopniu technika.

D e z y d e r a t y

1. VI Zjazd Delegatów SEP stwierdza ważność zadań Zespołu Elektroautomatyki Instytutu Elektrotechniki i wzywa człon-

ków SEP pracujących we właściwych instytucjach do zwiększenia intensywności prac w tej dziedzinie.

2. VI Zjazd Delegatów SEP stwierdza ważność zagadnień elektrotechniki morskiej i poleca członkom Stowarzyszenia zwrócenie uwagi na konieczność uaktywnienia prac na tym odcinku.

3. VI Zjazd Delegatów SEP poleca Zarządowi Głównemu zwrócenie szczególnej uwagi na sprawę organizacji i uaktywnienia kół zakładowych.

4. VI Zjazd Delegatów SEP podkreśla ważność uregulowania spraw branżowych na terenie kół zakładowych.

5. VI Zjazd Delegatów SEP poleca Zarządowi Głównemu zwrócenie uwagi odpowiednich czynników na konieczność przyspieszenia prac nad przepisami na uzimienia i zerowanie w urządzeniach elektrycznych.

6. VI Zjazd Delegatów SEP poleca Zarządowi Głównemu zwrócenie się do właściwych czynników w sprawie umożliwienia inżynierom dalszych studiów na stopniu magisterskim, np. przez utworzenie politechniki zaocznej na stopniu magisterskim.

7. VI Zjazd Delegatów SEP poleca Zarządowi Głównemu zwrócenie uwagi odpowiednich czynników na konieczność jak najszybszej nowelizacji norm specjalnie sprzecznych z zaleceniami oszczędnościowymi PKPG.

8. VI Zjazd Delegatów SEP uważa za wysoce wskazane urządzanie obazdowych wystaw racjonalizatorskich, które dają możliwość szybkiego spopularyzowania wynalazków, a jednocześnie umożliwią szerokim masom zapoznanie się z postępem technicznym Polski Ludowej.

PRZEGŁĄD DOKUMENTACYJNY ELEKTROTECHNIKI

opracowany przez OŚRODEK DOKUMENTACJI ELEKTROTECHNIKI
Dodatek do miesięcznika PRZEGŁĄD ELEKTROTECHNICZNY

Rocznik 5

Warszawa, sierpień 1953 r.

Nr 8

Gwiazdkami obok porządkowych liczb artykułów, oznaczone są publikacje znajdujące się w bibliotece Instytutu Elektrotechniki

Maszyny elektryczne

367* 621.313.041.1.003.2 D1
Postnikow I. M.: **Wyznaczanie ekonomicznych wymiarów maszyn elektrycznych.** „Opriedelenije ekonomiceskich razmierow elektriceskich maszin”. Elektricestwo, Moskwa, mies., Nr 8, sierp. 52, s. 3; A4, 6 str., 3 wyk., 6 poz. bibl. — Określenie rzeczywistego kosztu maszyny uwzględniającego oprócz kosztu materiałów także koszt strat energii przy eksploatacji maszyny. Metoda wyznaczania ekonomicznych wymiarów maszyn elektrycznych przy uwzględnieniu pożądanych wartości parametrów elektromagnetycznych. Najekonomiczniejsze wartości gęstości prądu i indukcji magnetycznej.

368* 621.313.042.3:621.3.013.1:621.3.012.3 D1
Mayer H.: **Nomogram do obliczania napięcia magnetycznego na zębach maszyn elektrycznych.** „Ein Nomogramm zur Berechnung der magnetischen Zahnspannung elektrischer Maschinen”. E. und M. Wien, dwutyg., r. 69, Nr 15/16, sierp. 52, s. 348; A4, 3,5 str., 1 rys., 3 wyk., 1 tabl., 3 poz. bibl. — Istniejące metody obliczania napięcia magnetycznego w zębach maszyn elektrycznych. Sposób wyznaczania nomogramu do obliczania napięcia magnetycznego w zębach przy uwzględnieniu przewodności magnetycznej żłobków. Posługiwanie się nomogramem.

369* 621.313.322.018.52 D1
Tichomirow I. W.: **Zwiększenie stateczności pracy ruchomych elektrowni przy rozruchu silników tego samego co one rzędu mocy.** „Powyszenie ustojczivosti raboty pieriedwiznyh elektrostancij pri puskie elektrodwigatelej soizmierimoj moszcznosti”. Elektricestwo, Moskwa, mies., Nr 7, lip. 52, s. 26; A4, 5,8 str., 2 rys., 6 wyk., 1 tabl., 6 poz. bibl. — Zmiana napięcia samotnie pracujących prądnic synchronicznych podczas rozruchu zwartych silników indukcyjnych przy różnych układach automatycznej regulacji wzbudzenia. W wyniku analizy różnych parametrów prądnic i regulatorów wzbudzenia, które mają wpływ na spadek napięcia, podano w jaki sposób można zwiększyć stateczność układu w omawianych warunkach pracy.

370* 621.313.322.1:621.3.014.3.001.4 D1
Beckwith S.: **Turbogenerator do prób zwarciovych.** „Turbogenerator for use in short-circuit testing”. Trans. amer. Inst. Electr. Eng. New York, t. 70, cz. 2, 51, s. 2016; A4, 4,3 str., 6 fot., 3 rys., 1 poz. bibl. — Osobliwości konstrukcyjne zbudowanego turbogeneratorsa do prób zwarciovych. Zamocowanie połączeń czołowych stojana i konstrukcja klatki tłumiącej. Fundamenty. Silnik napędowy. W dyskusji podkreślono zalety turbogeneratorsa w stosunku do maszyn wolnobieżnych stosowanych do prób zwarciovych.

371* 621.313.322.2:621.3.018.6 D1
Tier-Gazarian G. N.: **Pomiar drgań prądnic napędzanych turbinami wodnymi.** „Izmierienija wibracij gidrogenieratorow”. Elektricestwo, Moskwa, mies., Nr 7, lip. 52, s. 71; A4, 2,5 str., 4 fot., 5 wyk. — Wyniki pomiarów drgań pięciu prądnic o mocy 67 MVA, 60 obr./min. napędzanych turbinami wodnymi. Pomiaru przeprowadzono za pomocą wibrografów rejestrujących drgania w zakresie od 1 do 300 Hz. Celem pomiarów było określenie największej dopuszczalnej trwałej asymetrii obciążenia.

372* 621.313.323:621.316.717 D1
Thomas W. A., Whitwell O. D.: **Dobór oporności w obwodzie wzbudzenia dla silników synchronicznych.** „The selection of field circuit resistance for synchronous motors”. Trans. amer. Inst. Electr. Eng. New York, t. 70, cz. 2, 51, s. 2035; A4, 3,5 str., 1 rys., 3 wyk., 3 tabl., 6 poz. bibl. — Rozruch silników synchronicznych. Ograniczanie wartości napięcia indukowanego w uzwojeniu wzbudzenia przez włączanie opornika szeregowego. Wpływ oporności obwodu wzbudzenia na rozruch, a w szczególności na moment obrotowy silnika. Przykłady.

373* 621.313.333.025.1:621.3.012.6:621.316.717 D1
Kamień I. M.: **Wyznaczanie charakterystyk rozruchowych jednofazowych silników asynchronicznych z fazą rozruchową.** „Opriedelenije puskowych charakteristik odnofaznyh asynchronnyh dwigatelej s puskowoj obmotkoj”. Elektricestwo, Moskwa, mies., Nr 8, sierp. 52, s. 15; A4, 6,6 str., 7 rys., 1 wyk., 1 tabl., 11 poz. bibl. — Obliczanie charakterystyk rozruchowych trójfazowych silników asynchronicznych przy zasilaniu z sieci jednofazowej

w przypadku włączenia w fazę rozruchową oporu indukcyjnego, oporu czynnego i kondensatora. Porównanie układów połączeń jakie stosuje się przy rozruchu. Przykład obliczania.

374* 621.313.333.045.53 D1
Gorbań A. P.: **O wyborze optymalnej liczby zwojów w stojanie przy przewijaniu silników asynchronicznych.** „O wyborie optimalnowo czisla wtkow statora pri pieriemotkie asinchronnyh dwigatelej”. Promyszl, Energ., Moskwa, mies., Nr 8, sierp. 52, s. 9; A4, 3,2 str., 2 rys., 3 wyk., 5 tabl. — Metoda określania optymalnej liczby zwojów stojana silnika asynchronicznego w oparciu o schemat zastępczy przy uwzględnieniu rzeczywistego przebiegu charakterystyki magnesowania. Obliczenie przeprowadza się przy pewnej założonej liczbie zwojów dla kilku wartości napięć, wyznaczając przebieg momentu obrotowego, sprawności i współczynnika mocy. Następnie biera się najkorzystniejszą wartość napięcia, a stąd określa się liczbę zwojów przy napięciu znamionowym. Przykład obliczenia.

Transformatory elektryczne

375* 621.314.2.012.8 D1
Woldek A. I.: **O schemacie zastępczym transformatora i jego parametrach.** „O schiemie zamieszczenja transformatora i jejo paramietrach”. Elektricestwo, Moskwa, mies., Nr 8, sierp. 52, s. 21; A4, 4,2 str., 5 rys., 11 poz. bibl. — Analiza schematu zastępczego transformatora z uwzględnieniem strat w żelazie w przypadku, kiedy przekładnia nie jest równa stosunkowi liczb zwojów. Ujemne wartości oporności czynnych i biernych. Sposób kompensacji uchybów przekładników prądowych.

376* 621.314.21:621.316.9 D1
Prąd magnesujący w transformatorach oraz jego wpływ na układ przekątnikowy i prace wyłączników różnkowych. „Report on transformer magnetising current and its effect on relaying and air switch operation”. Trans. amer. Inst. El. Eng., New York, t. 70, cz. 2, 51, str. 1733; A4, 6,5 str., 9 poz. bibl. — Ilościowa analiza normalnego i uderzeniowego prądu magnesującego przy włączaniu dla blach transformatorowych walcowanych na zimno i na gorąco oraz dla różnego typu transformatorów. Dobór poziomu zabezpieczenia oraz typu przekątników dla uniemożliwienia zadziałania układu przekątnikowego przy uderzeniowym prądzie magnesującym. Praca wyłączników różnkowych i zakres ich stosowności.

377* 621.3.014.3.025.2:621.314.214 D1
Rösch H.: **Wpływ uzwojenia wyrównawczego na napięcie punktu zerowego dodatkowych transformatorów regulacyjnych przy niesymetrycznym zwarciu dwubiegunowym.** „Einfluss der Ausgleichswicklung auf die Verlagerungsspannung am Sternpunkt von Zusatzregeltransformatoren beim unsymmetrischen zweipoligen Kurzschluss”. E. und M. Wien, dwutyg., r. 69, Nr 15/16, sierp. 52, s. 343; A4, 5,7 str., 1 rys. — Analiza przebiegów napięciowych i prądowych w transformatorze regulacyjnym przy zwarciu dwufazowym między zaciskiem zasilającym i odbiorczym. Analityczne określenie wpływu uzwojenia tłumiącego na wielkość przepięcia w punkcie zerowym transformatora. Przykład obliczenia wartości przepięcia.

378* 621.314.224:621.316.35.022:621.3.013.5 D1
R. A. Pfunter.: **Dokładność przekładników prądowych znajdujących się w sąsiedztwie szyn zbiorczych o dużym prądzie.** „The accuracy of current transformers adjacent to high-current busses”. Trans. amer. Inst. El. Eng., New York, t. 70, cz. 2, 51, s. 1656; A4, 5,5 str., 2 rys., 9 wyk., 3 poz. bibl. — Ilościowy wpływ szyn zbiorczych przewodzących duże prądy (szczególnie przy zwarciach) na dokładność przekładnika prądowego znajdującego się w sąsiedztwie. Analiza teoretyczna zjawiska wpływu strumienia rozproszenia szyn zbiorczych na obwód magnetyczny przekładnika. Dane empiryczne z wykonanych pomiarów. Metoda obliczenia wpływu sąsiadujących szyn zbiorczych na dokładność przekładnika poparta próbami doświadczalnymi. Niebezpieczeństwo wadliwego działania układu przekątnikowego przy zaniedbaniu znaczenia wpływu sąsiadujących z przekątnikiem szyn zbiorczych o dużym prądzie na jego dokładność.

Linie napowietrzne

379* 621.3.054.42:621.315.027.3 D1
R. E. Marbury, F. D. Johnson: **Kondensator szeregowy 24 000**

kVAr w linii przesyłowej 230 kV. „A 24 000 kVAr series capacitor in a 230 kV transmission line”. Trans. amer. Inst. El. Eng., New York, t. 70, cz. 2, 51, s. 1621; A4, 5,5 str., 10 rys., 1 osc., 1 poz. bibl. — Dobór mocy kondensatora włączonego szeregowo do linii 230 kV. Zabezpieczenia kondensatora: 1) przed prądami zwarciowymi, 2) przed przeciążeniem, 3) przy wewnętrznych uszkodzeniach baterii kondensatorów. Opis konstrukcji kondensatora oraz poszczególnych części wyposażenia stacji kondensatorowej (iskierniki zabezpieczające, urządzenia do sprężonego powietrza itp.).

621.3.054.42:621.315.027.3.003

380* D1
R. S. Seymour, E. C. Starr: **Względy ekonomiczne stosowania kondensatorów szeregowych w przesyłach wysokonapięciowych**. „Economic aspects of series capacitors in high-voltage transmission”. Trans. amer. Inst. El. Eng., New York, t. 70, cz. 2, 51, s. 1663; A4, 7 str., 20 wyk., 10 poz. bibl. — Rozważania nad opłacalnością stosowania kompensacji linii przy pomocy kondensatorów szeregowych. Określenie rodzajów linii wysokiego napięcia co do napięcia, długości i charakteru linii, w których instalacja kondensatorów szeregowych jest wskazana ze względów ekonomicznych.

381* 621.3.054.41:621.315.1.027.3

E. T. B. Gross, A. H. Weston: **Przeplatanie w wysokonapięciowych liniach napowietrznych oraz eliminacja asymetrii elektrostatycznej względem ziemi**. „Transposition of high-voltage overhead lines and elimination of electrostatic unbalance to ground”. Trans. amer. Inst. El. Eng., New York, t. 70, cz. 2, 1951, s. 1837; A4, 4,5 str., 7 rys., 6 poz. bibl. — Rozważanie nad asymetriami występującymi w liniach przesyłowych na skutek niestosowania przepleceń dla linii krótkich oraz ograniczenia liczby przepleceń tylko do stacji i rozdzielni w liniach długich. Analiza matematyczna asymetrii elektrostatycznych względem ziemi w układach o bezpośrednio uziemionym punkcie zerowym. Wpływ linek odgromowych na pojemności doziemne linii. Metody zmniejszenia wielkości asymetrii w liniach przez odpowiednie rozmieszczenia przewodów fazowych i linek odgromowych.

382* 621.315.1.051.2(47.881+31)

Mirolubow A. W., Rokotjan S. S.: **Elektryczna linia przesyłowa 400 kV Kujbyszew-Moskwa**. „Linia elektropieredaczi 400 kV Kujbyszew-Moskwa”. Elektr. Stancji, Moskwa, mies., r. 23, Nr 7, lip. 52, s. 29; A4, 5,5 str., 4 rys., 5 wyk., 1 tabl. — Wybór napięcia i ilości torów linii. Środki zwiększenia mocy granicznej linii. Stacje 400(115)220 kV. Prace nad opracowaniem aparatury i linii 400 kV. Poziomy izolacji. Charakterystyka konstrukcji linii.

383* 621.315.14.016.3:621.3.017.7

Waghorne J. H.: **Dopuszczalne obciążenie przewodów ACSR**. „Current carrying capacity of ACSR conductors”. Trans. amer. Inst. El. Eng., New York, t. 70, cz. 2, 51, s. 1159; A4, 3 str., 4 wyk., 4 poz. bibl. — Obliczanie maksymalnego obciążenia przewodów linii napowietrznych dla pracy w wyjątkowych wypadkach. Rozwiązanie wpływu czynników zewnętrznych jak: temperatura otoczenia, zdolność oddawania ciepła oraz absorpcji ciepła słonecznego przewodów, szybkość wiatru, wpływ uchwyty. Wyprowadzenie wzoru empirycznego na maksymalne dopuszczalne obciążenie. Nomogramy dla różnego rodzaju przewodów.

384* 621.315.145.056.7:539.412.012.1

Hudler S.: **Rozkład napiężeń w linkach złożonych**. „Die Belastungsverteilung im Verbundseil”. E. und M., Wien, dwutyg., r. 69, Nr 4, luty 52, s. 85; A4, 2,3 str., 2 wyk. — Podstawy analityczne obliczeń napiężeń w poszczególnych drutach linek dwumetalowych. Przykład obliczenia napiężeń w poszczególnych metalach linki AFL 300 mm² przy temperaturze jej wykonania oraz przy ogrzaniu i oziębieniu o 60°C.

Kable

385* 621.317.333:621.315.2

F. Pohnan: **Pęcherze i wosk w wysokonapięciowych kablach o izolacji stałej**. „Voids and wax in solid high-voltage cables”. Trans. amer. Inst. El. Eng., New York, t. 70, cz. 2, 51, s. 1372; A4, 3 str., 11 rys., 3 poz. bibl. — Nowa metoda sprawdzenia impregnacji kabli wysokonapięciowych o izolacji papierowej oparta na zjawisku fluorescencji oleju i wosków przy naświetlaniu promieniami pozafioletowymi. Wykrywanie błędów impregnacji w kablach nowych oraz nagromadzeń wosku w kablach starych. Opis i wyniki prób przeprowadzonych nową metodą.

386* 621.3.017.7:621.315.2:621.316.313

J. H. Neher: **Określenie temperatur przejściowych w układach kablowych przy pomocy analizatora**. „The determination of temperature transients in cable systems by means of an analogue computer”. Trans. amer. Inst. El. Eng., New York, t. 70, cz. 2, 51, s. 1361; A4, 8,5 str., 5 rys., 6 wyk., 8 poz. bibl. — Analizator odtwarzający schemat termiczny linii kablowej. Opis kon-

strukcji analizatora. Obliczenie i dobranie części składowych analizatora. Zastosowanie: 1) dla określenia grzania kabli przede wszystkim o pracy przerywanej, 2) rozkładu temperatur na linii kablowej.

387* 621.315.2-712

R. W. Burrell, A. J. Falcone, W. J. Roberts: **Chłodzenie kabli w stacjach powietrzem pod ciśnieniem**. „Forced-air cooling for station cables”. Trans. amer. Inst. El. Eng., New York, t. 70, cz. 2, 51, s. 1798; A4, 6 str., 3 rys., 3 wyk., 14 poz. bibl. — Powietrzny system chłodzenia dla kabli w starych stacjach lub silowniach pracujących stale w stanie przeciążenia na skutek wzrostu zużycia energii elektrycznej przy równoczesnej nieopłacalności przebudowy stacji. Opis i działanie instalacji chłodzącej. Parametry powietrza chłodzącego. Metoda obliczenia oddawania ciepła przy chłodzeniu powietrzem pod ciśnieniem.

388* 621.315.22

L. F. Hiekernell, A. A. Jones, C. J. Snyder: **Pancerz kablowy ze stopu ołowiu F-3. Wpływ zginania i płynięcia metalu na trwałość kabla**. „F-3 lead alloy cable sheath — effect of bending and creep on line”. Trans. amer. Inst. El. Eng., New York, t. 70, cz. 2, 51, s. 1273; A4, 7 str., 5 rys., 9 wyk., 10 poz. bibl. — Próby wytrzymałościowe kabli (opis aparatury służącej do prób, próby i ich wyniki). Porównanie wytrzymałości kabli o pancerzu ze stopu F-3 z kablami normalnymi. Wytyczne do konstrukcji pancerzy kabli (grubość pancerza itd.).

389* 621.315.24

W. T. Peirce: **Pionowe instalacje kablowe**. „Cables for vertical risers”. Trans. amer. Inst. El. Eng., New York, t. 70, cz. 2, s. 1286; A4, 5 str., 7 rys., 5 poz. bibl. — Konstrukcja kabli umocowanych pionowo. Sposoby podwieszenia (różne typy uchwyty). Metody zakładania kabli dla różnych warunków i wymagań stawianych instalacji (wysokie budynki, szyby kopalniane, otwory wiertnicze, pionowe zejścia do tuneli).

Oleje transformatorowe

390* 621.315.615.2.001.4

H. Halperin, H. A. Adler: **Uodpornione oleje transformatorowe**. „Inhibited oils for transformers”. Trans. amer. Inst. El. Eng., New York, t. 70, cz. 2, 51, s. 1205; A4, 8 str., 3 rys., 6 wyk., 7 poz. bibl. — Opis prób wykonanych równolegle w różnych transformatorach i dla różnych warunków dla oleju normalnego i oleju uodpornionego. Zestawienie i porównanie wyników. Stosowanie oleju uodpornionego w wyłącznikach.

Izolatory

391* 621.315.626.1:621.315.615.2

W. R. Wilson, L. Wetherill: **Praca izolatorów przepustowych w nawęglonym oleju**. „Operation of bushings in carbonized oil”. Trans. amer. Inst. El. Eng., New York, t. 70, cz. 2, 51, s. 1398; A4, 9 str., 11 rys., 3 poz. bibl. — Zjawisko osadzania się cząsteczek węgla na zanurzonej w oleju powierzchni izolatora przepustowego — obserwacje i próby. Teoretyczna analiza zachowania się cząsteczek węgla w oleju. Sposoby zapobiegania osadzaniu się węgla na izolatorach przepustowych.

Stupy

392* 621.315.668.3

Procházka Z.: **Graficzny sposób określenia głównych wymiarów betonowych fundamentów kratowych słupów linii napowietrznych**. „Grafické určení hlavního rozměru betonových základů mřížových stožárů venkovních vedení”. Elektrotechn. Obz., Praha, mies., Nr 4, kw. 52, s. 172; A4, 6 str., 2 rys., 2 wyk., 2 tabl. — Równanie określające zależność obciążenia gruntu od wymiarów fundamentów słupów betonowych i jego analiza. Graficzne sposoby określenia wymiarów fundamentów o przekroju kwadratowym i prostokątnym z równania na dopuszczalne obciążenie gruntu. Przykład obliczenia i sprawdzenia otrzymanych wyników.

Sieci elektryczne

393* 621.3.014.3.001.2:621.316.1.027.3

J. Zaborszky, C. F. Cromer: **Prosta metoda przybliżonego obliczenia prądów zwarciowych dla sieci rozdzielczych niskiego napięcia**. „Fast, approximate short circuit calculation on secondary networks”. Trans. amer. Inst. El. Eng., New York, t. 70, cz. 2, 51, s. 1829; A4, 3 str., 4 rys., 3 wyk., 4 poz. bibl. — Przybliżona metoda obliczania prądów zwarciowych w sieci rozdzielczej niskiego napięcia oparta na zastąpieniu siatki linii rozdzielczych przez płaszczyznę przewodzącą o odpowiednio dobranej oporności jednostkowej. Wyprowadzenie wzoru na prąd zwarciowy. Przykład obliczenia.

394* 621.316.13.052.4(431.55)

Weber H.: **Doświadczenia eksploatacji trójfazowych wielowoltowych sieci niskiego napięcia Berlina**. „Erfahrungen mit Drehstrom-Niederspannungs-Maschennetzen in Berlin”. ETZ, Wup-

pertal, dwutyg., r. 73, Nr 6, marz. 52, s. 162; A4, 4 str., 1 fot., 4 rys., 10 poz. bibl. — Zasilająca sieć wielowęzłowa niskiego i wysokiego napięcia Berlina i jej rozwój od 1923 r. Doświadczenia wypalania kabli niskiego napięcia. Zalety gospodarcze i ruchowe sieci wielowęzłowej. Włączniki sieciowe. Wypalanie kabli a stosowanie bezpieczników w miejskiej sieci rozdzielczej. Analiza doświadczeń dotychczasowej eksploatacji wielowęzłowej sieci rozdzielczej Berlina.

Analizatory sieciowe

395* 621.316.313 D1
Babb D. S., Williams J. E.: **Analiza przewodów maszyny prądu zmiennego za pomocą analizatora sieciowego**. „Network analysis of A—C machine conductors”. Trans. amer. Inst. Electr. Eng., New York, t. 70, cz. 2, 51, s. 2001; A4, 5 str., 2 rys., 7 wyk., 2 tabl., 7 poz. bibl. — Wyznaczanie za pomocą analizatora oporności czynnej i biernej przewodów różnych kształtów w zależności od częstotliwości. Przykłady porównania wartości obliczonych i pomierzonych dla przewodów o kształcie prostokątnym oraz o kształcie „T” i „I”. Zależność oporności przewodów o przekroju trapezowym od ich kształtu. Zmodyfikowana sieć zastępcza złożona z elementów „R” i „C”. W dyskusji nad artykułem podkreślono doskonale właściwości pręta „I” w zastosowaniu do wirników silników zwartych.

Rozdzielnie

396* 621.316.37.027 D1
Sommerlette F.: **Budowa rozdzielni średnich napięć**. „Über den Bau von Mittelspannungs-Anlagen”. Elektrotechnik, Berlin, mies., Nr 8, sierp. 52, s. 379; A4, 2,5 str., 8 rys. — Zarys rozwoju rozdzielni 10—30 kV. Przegląd konstrukcji rozdzielni z pojedynczym układem szyn zbiorczych. Rozwiązanie konstrukcyjne rozdzielni z podwójnym układem szyn zbiorczych. Nowe, typowe celki rozdzielni 10 kV.

Włączniki

397* 621.3.064.4:621.316.5.027.3 D1
Zühlke A.: **Gaszenie łuku w wyłącznikach prądu zmiennego wysokiego napięcia**. „Die Lichtbogenlöschung der Wechselstrom-Hochspannungsschalter”. ETZ, Wuppertal, dwutyg., Nr 6, 15 marz. 52, s. 166; A4, 7 str., 9 rys., 7 wyk. — Wymagania stawiane wyłącznikom wysokiego napięcia. Analiza stanów nieustalonych przy procesach łączeniowych. Przegląd współczesnych metod gaszenia łuku w wyłącznikach. Rozwiązania konstrukcyjne omów gasikowych. Obecne kierunki rozwoju wyłączników mocy.

398* 621.316.53.027.3 D1
L. J. Goldberg: **Nowy stycznik powietrzny na 5000 V dla pracy w przemyśle**. „A new 5000-volt air-break contactor for industrial service”. Trans. amer. Inst. El. Eng., New York, t. 70, cz. 2, 1951, s. 2030; A4, 4,5 str., 8 rys., 1 wyk., 3 poz. bibl. — Seria styczników powietrznych o magnetycznym wydmuchu łuku stosowanych do zabezpieczenia silników o mocy od 100 do 3000 KM dla napięć od 2400 V do 5000 V. Wymagania stawiane zabezpieczeniom silników. Opis konstrukcji i działania poszczególnych elementów. Teoria wyłączania. Dane znamionowe.

399* 621.316.54.004.6 D1
Safrazbiekjan G. S., Babulewicz W. M., Czerawa G. K.: **Częstotliwość remontów wyłączników**. „O периодичности ремонтных выключателей”. Elektr. Stancji, Moskwa, mies., r. 23, Nr 8, sierp. 52, s. 43; A4, 5,5 str., 1 tabl. — Wypowiedzi przedstawicieli energetyki radzieckiej na temat koniecznej częstotliwości przeprowadzania remontu wyłączników wysokiego napięcia. Przepisy wykonywania remontów a praktyka eksploatacji. Projekty zmiany obowiązujących przepisów dotyczących rewizji wyłączników. Podział wyłączników w zależności od konstrukcji i warunków pracy. Kryteria konieczności wykonania remontu wyłączników.

400* 621.316.54.064.24:621.319.44 D1
B. P. Baker: **Włączanie i wyłączanie przy pomocy wyłączników powietrznych dużych baterii kondensatorów bocznikowych pracujących przy 15 kV**. „Switching of large shunt capacitor banks for 15 kV service by compressed air circuit breakers”. Trans. amer. Inst. El. Eng., New York, t. 70, cz. 2, 51, s. 1697; A4, 6 str., 3 rys., 12 wyk., 4 poz. bibl. — Zarys teoretyczny zjawisk występujących przy włączaniu i wyłączaniu baterii kondensatorów bocznikowych kompensujących sieć niskiego lub wysokiego napięcia. Wymagania stawiane wyłącznikom pracującym przy bateriach kondensatorów. Opis konstrukcji wyłącznika powietrznego 15 kV, 1000 MVA, 1200 A włączającego i wyłączającego baterię kondensatorów. Próby wyłącznika. (Opis i wyniki).

Zabezpieczenie przełącznikowe

401* 621.316.925:621.315.1.051.24 D1
Filinow A. P.: **Zabezpieczenie dwóch linii jednym zespołem przełącznikowym**. „Zaschita двух линий одним комплектом релей”. Elektr. Stancji, Moskwa, mies., Nr 7, lip. 52, s. 61; A4, 0,7 str.,

1 rys. — Schemat układu zabezpieczenia 2 linii pierścienia 35 kV jednym zespołem przełączników nadprądowych z organami kierunkowymi. Prace zabezpieczenia przy zwarciu na linii. Rola organów kierunkowych i zwłocznych.

402* 621.318.5:621.316.925 D1
C. M. Lathrop, C. E. Schleckser: **Przełączniki zabezpieczające w przemysłowych układach energetycznych**. „Protective relaying on industrial power systems”. Trans. amer. Inst. El. Eng., New York, t. 70, cz. 2, 51, s. 1341; A4, 4 str., 1 wyk., 1 poz. bibl. — Zabezpieczenia w przemysłowych układach energetycznych, w których wymagana jest duża pewność ruchu (fabryki chemiczne o stałej pracy, zakłady metalurgiczne itp.). Właściwe zabezpieczenie dla różnych urządzeń elektrycznych. Koordynacja zabezpieczeń. Przykład instalacji dobrze zabezpieczonej.

403* 621.398.1:621.318.5:621.316.925 D1
J. F. Atkinson, J. D. Cooke: **Zastosowanie przełącznika kontrolnego dla wyłączeń w liniach elektrycznych**. „Application of power line ontage monitor”. Trans. amer. Inst. El. Eng., New York, t. 70, cz. 2, 51, s. 1292; A4, 4 str., 8 rys., 2 wyk., 4 poz. bibl. — Urządzenie sygnalizujące wyłączenia w odległych wiejskich sieciach rozdzielczych. Instalacja — rozmieszczenie poszczególnych części składowych tzn. nadajnika, odbiornika, indykatora i modulatora na linii. Sposób działania urządzenia. Czynniki zewnętrzne utrudniające działanie (np. szumy o częstotliwości radiowej na skutek ulotu itp.).

404* 621.316.925.002 D1
M. P. Osburn, P. L. Dandeno: **Dane z eksploatacji odległościowych przełączników ziemnozwarciowych**. „Operating experience with ground distance relays”. Trans. amer. Inst. El. Eng., New York, t. 70, cz. 2, s. 1508; A4, 7,5 str., 6 rys., 1 wyk., 4 poz. bibl. — Wyniki piętnastoletnich obserwacji pracy przełączników zdalnych ziemnozwarciowych zabezpieczających układ przesyłowy 230 i 115 kV okręgu energetycznego Ontario, o punkcie zerowym uziemionym bezpośrednio, lub pośrednio przez oporność rzeczywistą.

405* 621.316.925.025 D1
Sinkow W. M., Jegorow J. W., Polakowa: **Schematy zabezpieczeń na prąd roboczy, zmienny**. „О схематах защиты на рабочем оперативном токе”. Elektr. Stancji, Moskwa, mies., r. 23, Nr 8, sierp. 52, s. 41; A4, 2 str., 1 rys. — Zabezpieczenia nadprądowe z charakterystyką uciętą, zasilane bezpośrednio z przekładników, zalecane przez przepisy radzieckie. Nowy wariant zabezpieczenia nadprądowego bez pomocniczego źródła prądu, opracowany przez autorów artykułu. Analiza pracy nowego zabezpieczenia i dobór poszczególnych elementów.

Odgromniki

406* 621.316.933.001.4:621.3.015.33 D1
S. B. Howard, T. J. Carpenter, H. Schwartz: **Próba odgromnika udarami długotrwałymi**. „Long-duration surge testing of lightning arresters”. Trans. amer. Inst. El. Eng., New York, t. 70, cz. 2, 51, s. 1487; A4, 4 str., 2 rys., 5 wyk., 8 poz. bibl. — Konieczność przeprowadzania próby udarowej odgromników udarami długotrwałymi (rzędu tysięcy mikrosekund) wynikająca z danych eksploatacyjnych (przepięcia łączeniowe i inne). Wskazanie metody próby odgromników udarami długotrwałymi.

407* 621.316.933.025.002 D1
Beck E.: **Wymagania stawiane odgromnikom dla sieci prądu zmiennego**. „The duty on lightning arresters for A. C. systems”. Trans. amer. Inst. El. Eng., New York, t. 70, cz. 2, 51, s. 1134; A4, 8,5 str., 14 wyk., 26 poz. bibl. — Wymagania, jakie winny być stawiane odgromnikom, wynikające z danych statystycznych dla sieci amerykańskich. Statystyki i wykresy dla: 1) prądów w odgromniku (wielkość, stromość czoła, czas do półszczytu), 2) zagadnienia częstotliwości działania, 3) niebezpieczeństwa prądu następczego, 4) działanie przy przepięciach łączeniowych. Próby laboratoryjne odgromników przewidywane przez normę oraz poprawki, proponowane przez autora.

Prądy błądzące

408* 621.316.973 (083.74) D1
Lortkipanidze B. G.: **O przepisach ochrony podziemnych urządzeń metalowych przed korozją, spowodowaną prądami błądzącymi** (artykuł dyskusyjny). „О правилах защиты подземных металлических сооружений от коррозии блуждающими токами. (В порядке обсуждения)”. Elektr. Stancji, Moskwa, Nr 9, wrzes. 52, s. 76; A4, 3,8 str., 4 poz. bibl. — Sprawa nowelizacji, opracowanych w 1940 „Przepisów ochrony podziemnych urządzeń metalowych przed korozją prądami błądzącymi”. Propozycje o charakterze zasadniczym i redakcyjnym, dotyczące zmian i uzupełnień postanowień i sformułowań poszczególnych paragrafów „Przepisów”, zgodne z nowoczesnymi poglądami na zagadnienie prądów błądzących.

Uziemienia

- 409* 621.316.99:621.3.052.32:621.316.57 D1
Peters W.: **Uziemienie, zerowanie, połączenie ochronne.** „Erdung, Nullung, Schutzschaltung“. Elektrotechnik, Berlin, mies., Nr 8, sierp. 52, s. 382; A4, 3 str., 1 rys., 1 wyk. — Uziemienia robocze w urządzeniach prądu silnego. Zasady stosowania uziemień ochronnych. Wytyczne zerowania. Prowadzenie przewodu zerowego. Wymagania stawiane sieci zasilającej przy zerowaniu. Samoczynne wyłączanie aparatów elektrycznych przy wzroście potencjału na obudowie.

Cewki

- 410* 621.3.013.1:621.318.42 D1
A. Boyajian, G. Camilli: **Przepięcia występujące w szeregowo połączonych urządzeniach nasyconych magnetycznie.** „Overvoltages in saturable series devices“. Trans. amer. Inst. El. Eng., New York, t. 70, cz. 2, 1951, s. 1845; A4, 7 str., 9 wyk., 4 poz. bibl. — Zjawisko przetężeń i przepięć występujące w dławikach o rdzeniu żelaznym połączonych odpowiednio bocznikowo lub szeregowo przy nasyceniu magnetycznym rdzenia. Wyprowadzenie wzorów na wartość przepięć występujących na cewce. Zastosowanie rozważań do układu przekładnik prądowy — wysoko-indukcyjna cewka przekładnika. Metoda pomiaru wartości przepięć. Środki zaradcze.

Kondensatory

- 411* 621.319.4.027.3:621.3.054.42 (52) D1
K. Kitagawa, T. Omori: **Kondensatory statyczne wysokonapięciowe. Zastosowanie w Japonii.** „Static capacitors for high-voltage use in Japan“. Trans. amer. Inst. El. Eng., New York, t. 70, cz. 2, 51, s. 1233; A4, 4,5 str., 9 rys., 6 poz. bibl. — Konstrukcja kondensatorów statycznych (od 500 kVAr). Sposób przyłączenia, dławiki poprawiające kształt napięcia. Wyłączniki do baterii kondensatorów. Kondensatory szeregowo. Zastosowanie kondensatorów równoległych i szeregowych w sieciach japońskich.

Napędy elektryczne

- 412* 621.337.64:621.318.4 D1
Galonien JU. M.: **Eksperymentalne badania solenoidów napędu elektrycznego zwrotnic tramwajowych.** „Ekspierimentalnoje issledowanie solenoidow elektropriwoda strielok tramwaja“. Elektrizestwo, Moskwa, Nr 9, wrzes. 52, s. 70; A4, 2,7 str., 2 rys., 1 wyk., 1 tabl. — Sposób i wyniki eksperymentalnych badań solenoidowego napędu dla zwrotnic tramwajowych, stosowanych w tramwajach moskiewskich. Zasada działania napędu zwrotnicy. Przepięcia przy dołączaniu solenoidu, nagrzewanie przy różnych stanach pracy. Przyczyny uszkodzeń solenoidów w eksploatacji, środki zaradcze. Ogólne wnioski o konieczności badań aparatury trakcyjnej w awaryjnych stanach pracy.

- 413* 621.34:665.5:625.65 D1
Halderson M. H.: **Dobór silników prądu zmiennego do napędu zespołów pompowych w szybach naftowych.** „Selection of A C motors for driving oil well pumping units“. Trans. amer. Inst. Electr. Eng., New York, t. 70, cz. 2, 51, s. 2078; A4, 4,2 str., 7 fot., 2 wyk., 2 tabl., 1 poz. bibl. — Pożądane własności silników zwartych do napędu zespołów pompowych w szybach naftowych: parametry rozruchowe, sprawność, współczynnik mocy. Przebieg obciążenia silników. Stosowanie silników jednofazowych. Napięcia znamionowe.

- 414* 621.365.2:621.3.035.6 D1
Elektrody Söderberga i ich wpływ na konstrukcję elektrycznych pieców do topienia. „Les électrodes Söderberg et leur influence sur la construction des fours électriques de fusion“. Jour. du Four El., Paris, dwumies., t. 61, Nr 2, marz.-kw. 52, s. 39, Nr 3, maj-czerw. 52, s. 72; A4, 11 str., 6 fot., 8 rys., — Analiza czynników, wpływających na zużycie elektrod w piecu lukowym: rodzaj wsadu, skład chemiczny masy elektrodowej, sposób prowadzenia pieca. Elektrody Söderberga, ich zalety w porównaniu z normalnymi elektrodami węglowymi. Opis ulepszonej konstrukcji uchwytu do zamocowania elektrod w piecu. Wpływ własności elektrod Söderberga na konstrukcję pieców lukowych typu półzamkniętego i zamkniętego. Niektóre dane eksploatacyjne tych pieców. Perspektywy na przyszłość.

- 415* 621.365.4:669.14.73 D1
Topienie stali systemem ciągłym w U.S.A. „La coulée continue de l'acier aux Etats-Unis“. Jour du Four El., Paris, dwumies., t. 61, Nr 2, marz.-kw. 52, s. 51; A4, 3,5 str., 1 fot., 2 rys. — Wia-

domości wstępne. Opis pieca do topienia ciągłego stali pracującego w Zakładach Baever Fallors z podaniem zasady działania, przekroju pieca i niektórych danych eksploatacyjnych i technologicznych urządzenia. Wnioski.

- 416* 621.34:622:621.313.333 D1
Cadił F.: **Napędy silników indukcyjnymi w górnictwie.** „Pohony asynchronnimi motory v báňském průmyslu“. Elektrotechn. Obz., Praha, mies., t. 41, Nr 1, stycz. 52, s. 8; A4, 5,2 str. — Ogólne wymagania jakim odpowiadać powinny silniki indukcyjne stosowane do napędów górniczych. Napędy maszyn dołowych i wózków, kombajnów, rylni, taśmowców, wentylatorów itd. Maszyny wyciągowe. Napęd sprężarek odśrodkowych i tłokowych oraz wentylatorów głównych.

- 417* 621.313.334:621.34:621.926.34 D1
Orzechowski A. M., Emma S. G., Rabinowicz I. M.: **Powiększenie współczynnika mocy w zakładach przemysłu młynarskiego.** „Powyszenie koeficienta moszczności na przedpriatjach mukomolnoj promyszlennosti“. Elektrizestwo, Moskwa, mies., Nr 5, maj 52, s. 57; A4, 2 str., 6 tabl. — Doświadczenia z zastosowania synchronizowania silników asynchronicznych napędzających zespołowo walce i inne maszyny młynarskie. Korzyści ekonomiczne uzyskane dzięki zastosowaniu synchronizowania.

Korozja elektrochemiczna

- 418* 621.352:620.191.2:620.197.5 D1
Holler H. D.: **Elektryczny charakter korozji oraz ochrona katodowa.** „The electrical nature of corrosion and cathodic protection“. Electr. Engng., New-York, mies., t. 71, Nr 4, kw. 52, s. 367; A4, 5,5 str., 1 rys., 7 wyk., 16 poz. bibl. — Przyczyną powstawania korozji jest różnica sił elektromotorycznych zjonizowanej przez ośrodki powierzchni metalu i powierzchni metalu pokrytej atomami wodoru, wywołująca prąd. Teoria obrotu zastępczego, odtwarzającego układ korozyjny. Wpływ polaryzacji. Zasada ochrony katodowej, przykładanie zewnętrznej SEM powstrzymującej prąd korozyjny. Ustalenie wysokości napięcia powstrzymującego korozję żelaza, na podstawie stężenia jonów wodoru w roztworze otaczającym to żelazo. Graficzne metody rozwiązywania obwodów korozyjnych.

Elektronika

- 419* 537.533.3.001.8:621.385.833 (045) D1
Glaser W.: **Znaczenie optyki elektronowej w technice i nauce.** „Die Bedeutung der Elektronenoptik in Technik und Wissenschaft“. E und M, Wien, dwutyg., r. 69, Nr 19, 1 paźdz. 52, s. 431; Nr 20, 15 paźdz. 52, s. 465; A4, 10 str., 6 fot., 12 rys., 1 wyk. — Techniczne zastosowanie zdobyczy naukowych w dziedzinie elektroniki. Zasady budowy aparatury elektronowej (katody zimne lub żarzone). Rudy Brauna. Zagadnienia elektronowo-optyczne. Lampy telewizyjne. Układy do odwracania obrazu. Mikroskop elektronowy. Obrazy uzyskane przez mikroskop elektronowy (porównanie ze zwykłym mikroskopem). Niektóre elementy mikroskopu elektronowego. Najnowszy model mikroskopu elektronowego firmy Siemens Halske; mikroskop firmy AEG-Zeiss. Elektrony aparat do powiększeń. Specjalna aparatura elektronowa (lampy radiowe, rentgenowskie, betatrony).

- 420* 621.385:621.318:622.777 D1
Zandra W.: **Nowy przyrząd do wykrywania metalu.** „Ein neues Metallmeldegerät“. ETZ-A, Wuppertal, dwutyg., r. 73, Nr 15, 1 sierp. 52, s. 487; A4, 2,5 str., 2 rys., 3 wyk., 8 poz. bibl. — Ogólna charakterystyka metod wykrywania metali magnetycznych i niemagnetycznych. Podstawy fizyczne metod. Wykonanie sond (poszukiwaczy). Elektryczny układ oscylatora, wzmacniacza, elementów stabilizujących przyrządu do wykrywania metali. Budowa przyrządu, charakterystyka czułości w funkcji odległości sondy od metalu. Zastosowania przyrządu.

Telefonia nośna

- 421* 621.395.4:621.315.052.63 D1
G. E. Burrige, A. S. G. Jong: **Zagadnienie teletransmisji.** „Transmission considerations“. Trans. amer. Inst. El. Eng., New York, t. 70, cz. 2, 51, s. 1335; A4, 5,5 str., 12 wyk., 6 rys., 10 poz. bibl. — Systemy telekomunikacyjne w sieciach energetycznych o wielu kanałach telekomunikacyjnych (telefonie, sterowanie zdalne, kontrola itp.). Dobór zakresów częstotliwości. Czynniki wpływające na jakość teletransmisji — metoda pomiaru oraz wyniki ilościowe.

Niniejszy Przegląd Bibliograficzny zawiera jedynie część analiz dokumentacyjnych publikacji z zakresu elektrotechniki. Pełna dokumentacja ukazuje się w postaci kart dokumentacyjnych, wydawanych przez Centralny Instytut Dokumentacji Naukowo-Technicznej (Warszawa, Al. Niepodległości 188). CIDNT przyjmuje prenumeratę kart dokumentacyjnych, która może obejmować zarówno całą dokumentację naukowo-techniczną, jak i dział lub poszczególne zagadnienia i tematy techniczne.

CINDT wykonuje za zwrotem kosztów fotokopie i mikrofilmowe publikacji objętych Przeglądem Dokumentacyjnym jak i kartami dokumentacyjnymi.

