

PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

ORGAN
MINISTERSTWA ENERGETYKI, MINISTERSTWA PRZEMYSŁU MASZYNOWEGO,
STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH

ROK XXXI

ZESZYT 6

21.VI.1955

Nadal przywiązujemy ogromną wagę do inwestycji w przemyśle ciężkim, tej kuźni potęgi gospodarczej i dobrobytu. Inwestycjom w przemyśle ciężkim w latach poprzednich zawdzięczamy wysoki poziom uprzemysłowienia kraju, stworzenie od podstaw przemysłu obronnego, wyższą bazę techniczną, która umożliwia dziś stawianie śmiałych zadań produkcji najbardziej precyzyjnych i złożonych maszyn, urządzeń i innych wyrobów.

Od energetyki oczekujemy terminowego uruchomienia nowych mocy produkcyjnych, zwiększenia w 1955 r. o ok. 11 proc. produkcji energii elektrycznej, znacznego usprawnienia eksploatacji i poprawy jakości remontów.

Produkcja przemysłowa winna wzrosnąć w 1955 roku o około 8,5 proc.

Produkcja towarów metalowych i elektrotechnicznych powszechnego użytku winna wzrosnąć w 1955 r. o około 33 proc., przy czym zadanie to traktować należy jako minimalne.

Uprzemysłowienie budownictwa wymaga masowego stosowania projektów typowych i normalizacji elementów.

B. BIERUT
(III Plenum KC PZPR)



SPIS RZECZY

- Szpor S. Zwarcioznia KWN i PR Politechniki Gdańskiej.
- Jabłoński M. Transformator zwarciowy.
- Dzierżek H. Dławik zwarciowy na 15 kV.
- Winiarski W., Dzierżek H. Urządzenia rozdzielcze, sterownicze i pomiarowe oraz organizacja pracy zwarciowni KWN i PR Politechniki Gdańskiej.
- Galotzy J. Nastawnik fazowy do prób zwarciowych.
- Winiarski W. Boczniki wielkopądowe w zwarciowni KWN i PR Politechniki Gdańskiej.
- Matuszewski T. Ferromagnetyczny rejestrator prądów zwarciowych.
- Lipski T., Gątkiewicz J., Dzierżak H., Winiarski W. Badania przelotu prądu w wyłącznikach niskiego napięcia.
- Dzierżek H., Winiarski W., Halladin J. Seria badań styków i napędów wyłączników wysokonapięciowych w zwarciowni.
- Lipski T., Bućko R. Badania wkładek bezpieczników instalacyjnych na 500 V.
- VII Zjazd delegatów SEP (Warszawa, 14.XIII.1954).
- XXIV Międzynarodowe Targi Poznańskie, 3—24 lipca 1955 r.
- Biuletyn Instytutu Elektrotechniki: Laboratoryjna metoda badania oświetlenia dziennego na modelach budynków.
- Wydawnictwa nadesłane.
- Przegląd Dokumentacyjny Elektrotechniki.

СОДЕРЖАНИЕ

- Шпор С. Станция коротких замыканий Гданского Политехнического Института.
- Яблонский М. Трансформатор для испытаний на короткое замыкание.
- Держек Х. Реактивные катушки для 15 кв в станции коротких замыканий.
- Винярский В., Держек Х. Распределительные, управляющие и измерительные устройства и организация работ в станции коротких замыканий.
- Галоцы Е. Фазокомпенсатор для испытаний на короткое замыкание.
- Винярский В. Измерительные шунты для больших токов в станции коротких замыканий Гданского Политехнического Института.
- Матушевский Т. Ферромагнитный регистратор несимметрических токов короткого замыкания.
- Липский Т., Гонткевич Я., Держек Х., Винярский В. Явления при переброске тока в выключателях низкого напряжения.
- Держек Х., Винярский В., Халдин Е. Серия исследований контактов и электрических приводов высоковольтных выключателей в станции коротких замыканий.
- Липский Т., Бутько Р. Исследование плавких предохранителей 500 в.
- VII-й съезд делегатов О.П.Э.
- XXIV Международная Ярмарка в Познани (3 — 24 июля 1955 г.).
- Бюллетень Электротехнического Института:
- Лабораторный метод исследования дневного освещения при помощи модели здания.
- Поступившие публикации.
- Библиографический обзор электротехники.

CONTENTS

- Szpor Z. Short-Circuit Testing Station of the Gdańsk Polytechnic Institute.
- Jabłoński M. Short-circuit Transformer.
- Dzierżek H. A 15 kV Short-circuit Reactor.
- Winiarski W., Dzierżek H. Switchgear Control and Measuring Equipment and the Organisation of Work in the Short-circuit Testing Station at the Gdańsk Polytechnic Institute.
- Galotzy J. Phase Adjuster for Short-circuit Tests.
- Winiarski W. Heavy-current Shunts in the Short-circuit Testing Station on the Gdańsk Polytechnic Institute.
- Matuszewski T. Ferromagnetic Instrument for Registering Short-circuit Currents.
- Lipski T., Gątkiewicz J., Dzierżek H., Winiarski W. Examination of Current Throw-over Phenomena on Contact Systems of Low-voltage Air Circuit-breaker.
- Dzierżek H., Winiarski W., Halladin J. Short-circuit Tests of Contacts and Closing Mechanisms of High-voltage Circuit-breakers.
- Lipski T., Bućko R. Investigations of Fuse Elements Rated 500 V.
- The 7-th APPE Convention.
- The 24-th International Fair at Poznań (July, 3—24, 1955)
- Bulletin of the Electrotechnical Institute:
- Laboratory Method of Daylighting Investigation on Models of Buildings.
- Publication Received.
- Electrical Bibliographic Review.

Warunki prenumeraty PRZEGLĄDU ELEKTROTECHNICZNEGO na 1955 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 miejsc i wiejszy w tym rejonie do 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 55 zł, półroczna 27 zł, kwartalna 13,50 zł.

Z prenumeraty ulgowej mogą korzystać w 1955 r. jedynie członkowie stowarzyszeń naukowo-technicznych zrzeszonych w NOT oraz członkowie klubów techniki i racjonalizacji przy zamawianiu

zbiorowym przez koła zakładowe. Członkowie stowarzyszeń nie zrzeszeni w kołach zakładowych korzystają z prenumeraty ulgowej przy zamawianiu zbiorowym przez oddziały stowarzyszeń.

Prenumeratę można zgłaszać na okres kwartalny, półroczny i roczny.

Koła zakładowe i oddziały stowarzyszeń przekazują zamówienia zbiorowe w podanych niżej terminach do PPK „Ruch”, Warszawa, Centralna Ekspedycja, ul. Srebrna 12, wpłacając jednocześnie należność do PKO na konto nr I-14000/110.

Terminy zgłaszania prenumeraty ulgowej w kołach zakładowych i oddziałach Stowarzyszeń:

na I kwartał 1955 r.	— do 30 listopada 1954 r.
„ II „ „	— do 28 lutego 1955 r.
„ III „ „	— do 31 maja 1955 r.
„ IV „ „	— do 31 sierpnia 1955 r.

Terminy powyższe powinny być ściśle przestrzegane.

Redaktor naczelny inż. Tadeusz Czaplicki. — Wydawca: Naczelna Organizacja Techniczna. — Adres Redakcji i Administracji Warszawa, Czackiego 3/5, tel. 674-61, wewn. 18.

Nakład 8.200. Ark. druk. 6. Papier ilustr. kl. V, 70 g, 86×122/16. Oddano do składania 25.IV.55. Podpisano do druku 13.VI.55 Druk. ukończ. 21.VI.55. Drukarnia im. Rewolucji Październikowej, Warszawa. Zam. 524c/55. B-6-7832.

PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

ORGAN

MINISTERSTWA ENERGETYKI, MINISTERSTWA PRZEMYSŁU MASZYNOWEGO,
STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH

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

Rok XXXI

Warszawa, 21 czerwca 1955 r.

Zeszyt 6

STANISŁAW SZPOR
Katedra Wysokich Napięć
i Przyrządów Rozdzielczych
Politechniki Gdańskiej

Zwarciownia KWN i PR Politechniki Gdańskiej

621.317.2:621.2.015.33:378.962:943.12

Treść. Omówienie zadań zwarciowni Katedry Wysokich Napięć i Przyrządów Rozdzielczych Politechniki Gdańskiej. Wybór zasilania z sieci 15-kilowoltowej. Główne właściwości transformatora zwarciownego i dławika regulacyjnego oraz możliwości probierze. Widoki dalszego rozwoju. Niebezpieczeństwa przepięć przychodzących z sieci, przepięć łączeniowych wytwarzanych przez łączniki badane oraz przepięć rezonansowych. Transformator zwarciowy suchy jako słaby punkt izolacji, problem wyładowań niezupełnych. Główne właściwości urządzeń rozdzielczych, sterowniczych i pomiarowych w zwarciowni. Przegląd pierwszych badań zwarciowych na przyrządach rozdzielczych z przemysłu krajowego i na rozwiązaniach konstrukcyjnych własnych katedry.

Станция коротких замыканий Кафедры высоких напряжений и распределительных аппаратов Гданского Политехнического Института. Задачи станции. Выбор питания из сети 15 кв. Главные свойства трансформатора коротких замыканий и регулировочного дросселя; испытательные возможности. Перспективы дальнейшего развития. Опасность перенапряжений, появляющихся со стороны сети, перенапряжений генерированных испытываемыми коммутационными аппаратами, а также резонансных перенапряжений. Сухой трансформатор коротких замыканий, как слабое место изоляции; вопросы частичного разряда. Главные свойства распределительных, управляющих и измерительных устройств станции. Обзор первых исследований по короткому замыканию распределительных аппаратов отечественного производства, в частности сконструированных работниками кафедры.

Short-Circuit Testing Station of the Gdańsk Polytechnic Institute. Scope and activity of the station. Supply from a 15 kV network. Principal properties of the short-circuit transformer and of the 15 kV reactor. Actual testing possibilities and future prospects. Dangers of overvoltages coming from the network, from the tested apparatus, or resulting from resonance. The dry-type short-circuit transformer as the weakest point of insulation. Principal properties of the switchgear, control and measuring devices. Review of the first investigations on electrical apparatus made by the home industry and by the Institute itself.

1. Zadania i możliwości zwarciowni.

W roku 1947 Katedra Wysokich Napięć Politechniki Gdańskiej włączyła do swego planu dydaktycznego dziedzinę przyrządów rozdzielczych w obszarach rozmiarach, mianowicie z łącznikami wysokiego napięcia, łącznikami niskiego napięcia, transformatorami mierniczymi i z zabezpieczeniami przekątnikowymi. Są to działy raczej konstrukcyjno-laboratoryjne, a nie konstrukcyjno-obliczeniowe.

Dlatego skierowano wysiłki ku zdobyciu nowych urządzeń laboratoryjnych. Już w pierwszych latach było czynnych kilka zespołów transformatorowych do prób nie przekraczających kilku kiloamperów. Urządzenia te służyły do ćwiczeń laboratoryjnych w programie kierunku przyrządów rozdzielczych, do pierwszych prac magisterskich i do niektórych części dwóch prac kandydackich. Prace te potwierdziły konieczność wyposażenia katedry w urządzenia na znacznie większe prądy i większe moce. Bez takich urządzeń wyniki naukowe miały charakter niewykończony, a przerzucanie niektórych prób wieloprądowych do sieci energetycznych było rozwiązaniem zastępczym bardzo uciążliwym, a zarazem niedoskonałym — wobec trudności w uzyskaniu dobrej techniki pomiarowej.

Już w roku 1947 ustalono, że główną potrzebą laboratoryjną katedry w związku z dziedziną przyrządów rozdzielczych jest zwarciownia prądu zmiennego. Opracowanie takiego urządzenia typu uczelnianego musiało być w znacznej mierze oryginalne, ponieważ znane zwarciownie należały prawie wyłącznie do przemysłu lub do instytucji obsługujących przemysł. Autor zna tylko dwa przykłady prac typu zwarciownianego prowadzonych w wyższych uczelniach: 1. prace Pugnoniiego i Smedy w Uniwersytecie Padewskim nad metodami syntetycznymi prób zwarciowych [1, 2], 2. prace Goriewa i współpracowników w Leningradzkim Instytucie Politechnicznym nad oryginalnymi układami kondensatorowymi do prób zwarciowych [3, 4]. W uczelniach technicznych zagranicznych dziedzina przyrządów rozdzielczych była do ostatnich lat obejmowana raczej tylko wykładami, rzadziej ćwiczeniami — przeważnie tylko konstrukcyjnymi. W niektórych uczelniach można było spotykać nawet bogate zbiory przyrządów rozdzielczych, służących tylko do pokazów.

Zwarciownia Politechniki Gdańskiej powstała głównie do prac nad przyrządami rozdzielczymi, a prace nad samymi metodami badań zwarciowych traktowano raczej tylko jako przygotowanie. Dążono do otwarcia możliwości dla prac w jak najliczniejszych kierunkach i w jak najszerszym zakresie. Ograniczenia natury gospodarczej nie pozwoliły jednak osiągnąć zakresu zbliżonego do

możliwości nawet tylko średniej zwarciowni przemysłowej. W pierwszej części urządzeń, wykończonej w roku 1953, zadowolono się mocami zwarciowymi do około 10 MVA. Jest to granica bardzo niska w porównaniu ze zwarciowniami przemysłowymi, które rozporządzają mocami zwarciowymi co najmniej rzędu kilkuset megawoltoamperów, a często przekraczają już znacznie poziom 1000 MVA.

Poziom około 10 MVA pozwala na wykonywanie większości prób jednofazowych wytrzymałości zwarciowej, dynamicznej i cieplnej, oraz badań pokrewnych nad zjawiskami w przyrządach rozdzielczych. Natomiast prace nad gaszeniem łuku elektrycznego są obecnie możliwe tylko w drobnych rozmiarach. Przygotowywana rozbudowa zwarciowni pozwoli wykonywać próby trójfazowe i podniesie górną granicę prób jednofazowych do kilkudziesięciu megawoltoamperów, a rozpoczęte prace nad układami do prób syntetycznych dadzą prawdopodobnie za kilka lat możliwości badań mocy wyłączalnej do 100 ... 200 MVA.

Тема тька наукоа opisywanej zwarciowni obejmuje głównie 8 dziedzin.

1. Próby wytrzymałości dynamicznej i cieplnej łuków wysokiego napięcia i niskiego napięcia oraz badania pokrewne, na przykład nad zdolnością napędu do załączania na zwarcie, nad odskokami elektrodynamicznymi styków, nad przerzutem prądu ze styków głównych na opalne w czasie wyłączania, można określić ogólnie jako próby zwarciowe wstępne. Powinny one poprzedzać w badaniach prototypu próby mocy wyłączalnej, wymagające zespołów probierczych o znacznie większych mocach zwarciowych. Takie rozbieżności badań zwarciowych dla łączników na dwie części pozwala wykrywać dokładniej przyczyny nieprawidłowego działania, związane bądź z nagrzewaniem styków lub z siłami elektrodynamicznymi, bądź z gaszeniem łuku.

2. Badania zdolności łączeniowej łączników niskiego napięcia, tj. głównie badania nad gaszeniem łuku, są możliwe w dość szerokim zakresie, gdyż moce zwarciowe rzędu kilku do kilkudziesięciu megawoltoamperów stanowią niezbyt niski poziom dla aparatury niskonapięciowej. Rozbudowa zwarciowni w kierunku prób trójfazowych i prób jednofazowych na większe moce znacznie rozszerzy zakres prac w tej dziedzinie.

3. Badania zdolności łączeniowej łączników wysokiego napięcia mają w małej zwarciowni uczelnianej zakres bardzo skromny — wobec znacznych mocy wyłączalnych, na które buduje się nowoczesne wyłączniki, przeważnie rzędu kilkuset do kilku tysięcy megawoltoamperów, a w skrajnych przypadkach nawet powyżej 10 000 MVA. Stosunkowo dobre możliwości badań będą

istniały w zakresie wyłączania małych prądów indukcyjnych, które przedstawiają niekiedy duże trudności w gaszeniu łuku oraz niebezpieczeństwa przepięciowe.

4. Badania wytrzymałości zwarciowej transformatorów prądowych stanowią ważne ogniwo w programie prac katedry nad tymi przyrządami, albowiem wytrzymałość zwarciowa jest jedną z głównych cech transformatora — obok dokładności pomiarowej i wytrzymałości elektrycznej. Obliczenia sił zwarciowych są wprawdzie — co najmniej częściowo — możliwe, ale konstrukcyjne środki zaradcze są często zupełnie nieobliczalne, tak że żąda się na ogół sprawdzenia doświadczalnego. Rozmaitość konstrukcyjna transformatorów prądowych jest wielka i dlatego ich badania zwarciowe pozostają jeszcze na szereg lat jako niewyczerpana dziedzina naukowa.

5. Badania nad wybiorczością zabezpieczeń przekąźnikowych wymagają prób zwarciowych o przebiegach prądowych niekiedy trudnych do uzyskania nawet w wielkich zwarciowniach przemysłowych. W programie katedry figurują głównie zabezpieczenia uzależnione w największym stopniu od charakterystyk transformatorów prądowych, na przykład zabezpieczenia różnicowe transformatorów i szyn zbiorczych. Niektóre szczegóły zwarciowni są opracowane z myślą o tych badaniach specjalnych.

6. Próby wytrzymałości zwarciowej dla wików przeciwzwarciowych, przeciwprzepięciowych lub innych szeregowych są możliwe w bezpośredniej postaci tylko dla mniejszych przyrządów. W niektórych przypadkach możliwe są próby zastępcze — przy wyzyskaniu niewielkiej mocy zwarciowej rozporządzalnej.

7. Badania zwarciowe odgromników w y d m u c h o w y c h i niektóre badania odgromników zaworowych, wymagające silnego źródła prądu zmiennego, rozszerzają możliwości katedry w dziedzinie ochrony odgromowej — obok istniejących urządzeń w laboratoriach wysokich napięć.

8. Badania wytrzymałości zwarciowej k a b l i, układów s z y n i przewodów są możliwe w dość szerokim zakresie.

Opisywana zwarciownia ma więc możliwości pracy niezbyt małe, ale w niektórych kierunkach dotkliwie ograniczone. Dlatego należałoby dążyć w przyszłości, ażeby następne zwarciownie uczelniane w Polsce raczej stwarzały nowe możliwości badań naukowych, a nie powtarzały zakresu zwarciowni gdańskiej.

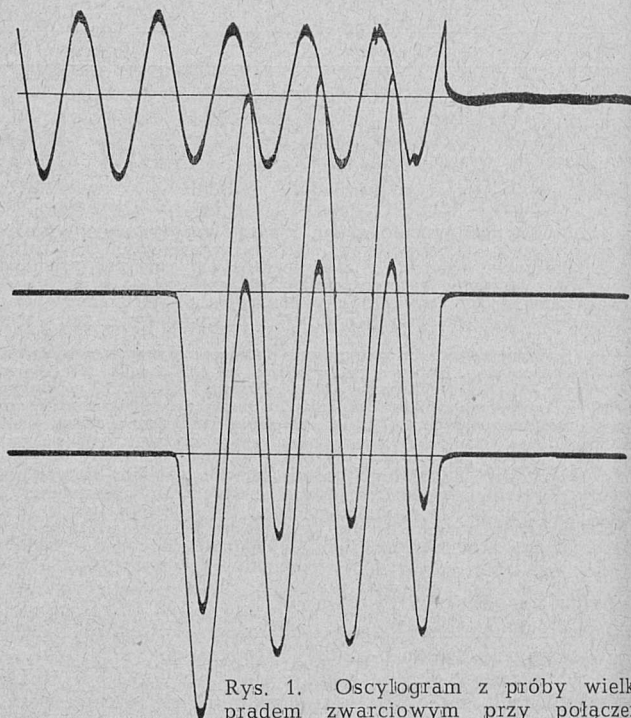
2. Problemy zasilania i warunków zwarciowych.

Z trzech możliwych rozwiązań źródła wielkopięrądogo — a) transformator zasilany wprost z sieci energetycznej, b) prądnica zwarciowa, posiadająca zasób energii pola magnetycznego i energii kinetycznej, c) kondensatory, ładowane przez dłuższy czas stosunkowo niewielkim prądem i posiadające zasób energii pola elektrycznego — wybrano najprostsze i najtańsze rozwiązanie a). Prądnica zwarciowa, rozpowszechniona w dużych zwarciowniach wskutek trudności czerpania bardzo wielkich mocy zwarciowych z sieci energetycznych, jest kosztowna, wymaga dużo miejsca, powiększa znacznie koszty eksploatacyjne i czas zużywany na jedną próbę. Dlatego w wielu zwarciowniach przemysłowych stosuje się — obok prądnic przeznaczonych na większe moce zwarciowe — również transformatory zasilane z sieci energetycznych do prób na najmniejsze moce zwarciowe; dodatkową korzyścią jest naturalna niezmiennosc składowej okresowej prądu zwarciowego w czasie próby. Układy kondensatorowe [3, 4] dają raczej tylko wąski zakres możliwości badawczych, nie wchodzą więc w rachubę do naszych celów.

Transformator zwarciowy jednofazowy jest konstrukcją suchą Zakładów Wytwórczych Transformatorów M3 specjalnie dostosowaną do potrzeb zwarciowni gdańskiej [5]. Napięcie pierwotne 15 000 V odpowiada najdogodniejszym możliwościom zasilania z sieci energetycznej w Gdańsku. Napięcia wtórne 110 V, 220 V, 440 V i 880 V są zmieniane przez przełączanie 8 cewek: równolegle, szeregowo-równolegle dwoma sposobami lub szeregowo. Dodatkowa regulacja zachępowo po stronie pierwotnej, $\pm 5\%$, $\pm 10\%$ i $\pm 15\%$, pozwala uzyskać również ważne napięcia wtórne 120 ... 127 V, 380 ... 400 V, 500 V oraz najwyższe napięcie wtórne 1000 V.

Napięcie wtórne 110 V jest przewidziane do prób na największymi prądami, o składowych okresowych do ~ 100 kA (wartość skuteczna), albowiem indukcyjność bardzo niewielkiego obwodu probierczego wielkopięrądogo oceniamy co najmniej na 3 μH ; odpowiada jej oporność bierna około 1 m Ω , a napięcie przy prądzie 100 kA wypada około

100 V. Przy większych opornościach obwodu probierczego tak wielkie prądy są nieosiągalne, górna granica wynosi części kilkadziesiąt kiloamperów. Przyrządy badane o znacznych opornościach, na przykład z uzwojeniami o wielkiej liczbie zwojów, wymagają wyższych napięć zasilających do prób na poziomie rzędu 10 kA (wartość skuteczna). Stosuje się wtedy połączenie strony wtórnej na 220 V, 440 V, a nawet 880 V.



Rys. 1. Oscylogram z próby wielkim prądem zwarciowym przy połączeniu transformatora zwarciowego na 110 V

Góra — napięcie zasilania z sieci 15-kilowoltowej
Srodek — prąd pierwotny transformatora, prąd udarowy 1490 A, składowa okresowa 745 A
Dół — prąd wtórny, prąd udarowy 151 kA, składowa okresowa 77 kA

Przy 880 V przewiduje się składowe okresowe tylko do ~ 10 kA.

Omówiona wyżej para liczb 100 kA oraz 110 V określa moc zwarciową 11 MVA. Jednakże pożądana jest większa moc zwarciowa transformatora, pozwalająca na próby wielkopięrądogo również przy mienajmniejszych opornościach układu badanego. Wybór mocy zwarciowej transformatora 15 MVA jest bardzo oszczędny i stanowi jedno z głównych ograniczeń możliwości probierczych urządzenia. Moc z n a m i o n o w a transformatora nie ma wielkiego znaczenia bezpośredniego. Po wstępnych naradach z konstruktorami Fabryki M3 zdecydowano moc znamionową około 0,5 MVA oraz napięcie zwarciowe około 3,3%, co daje moc zwarciową 15 MVA w obecnie czynnym urządzeniu jednofazowym.

Obliczenie transformatora [5] dopuszcza wielokrotne powtarzanie zwarć na zaciskach wtórnych transformatora, ze składową okresową prądu zwarciowego 138,5 kA (wartość skuteczna) i z prądem udarowym 305 kA — przy połączeniu na 110 V. Siły elektrodynamiczne i zamocowania przeciwdziałające im są obliczone dla prądu udarowego 305 kA. Jednakże warunki pracy w zwarciowni są na ogół znacznie łagodniejsze — przy dodatkowych opornościach w obwodzie probierczym wtórnym, tj. oporności przyrządu

Tablica I

Napięcie znamionowe wtórne (V)	110	220	440	880
Oporność zwarciowa transformatora na poziomie tego napięcia w przybliżeniu (m Ω)	0,8	3,2	13	52
Indukcyjność odpowiadająca tej oporności w przybliżeniu (μH)	2,5	10	40	160

badanego, szyn i przyrządów pomiarowych. Przekroczenie składowej okresowej około 75 kA i prądu udarowego około 150 kA jest mało prawdopodobne przy połączeniu na 110 V. Rys. 1 przedstawia przykład oscylogramu ze składową okresową 77 kA i z prądem udarowym 151 kA.

Przy wyższych napięciach wtórnych możliwość próby zbliżonej do pełnej mocy zwarciowej transformatora jest trochę większa, gdyż oporności dodatkowe obwodu probierczego mogą być małe w porównaniu z opornością zwarciową transformatora na poziomie wyższego napięcia wtórnego. Jednakże połączenia na 220 V, 440 V i 880 V są przeznaczone raczej do prób przyrządów o większych opornościach, które utrzymują prądy probiercze znacznie poniżej pełnych prądów zwarciowych transformatora. Zwarcie zaś w czasie próby w pobliżu zacisków transformatora nie zdarzyło się jeszcze w pracach zwarciozni gdańskiej. Mogłoby ono powstać wskutek przepięcia łączeniowego występującego na zbyt słabej izolacji lub wskutek uszkodzeń od sił elektrodynamicznych.

Wybierając najwłaściwsze napięcie wtórne do próby i określając możliwości probiercze bierzemy w rachubę trojakię względy.

1. Maksimum mocy bierniej do prób w obwodzie indukcyjnym otrzymuje się przy jednakowych indukcyjnościach (lub opornościach biernych) transformatora oraz układu probierczego poza transformatorem (przedmiotu badanego, dławika szeregowego, przyrządów pomiarowych i szyn) według jednego z podstawowych twierdzeń elektrotechniki teoretycznej. Jeżeli moc zwarciowa samego transformatora jest 15 MVA, to maksimum mocy bierniej uzyskiwanej poza transformatorem jest 3,75 MVA przy poborze z sieci 7,5 MVA. Największy prąd w przyrządzie badanym można więc uzyskać wybierając połączenie uzwojeń wtórnych transformatora na oporność zwarciową zbliżoną do oporności przyrządu badanego i rezygnując z poważnego wpływu dławika szeregowego. W tabl. I zestawiono wartości dla różnych połączeń uzwojeń wtórnych. Wobec dużych skoków oporności przy przechodzeniu przez kolejne napięcia wtórne można przyjąć, że w układach badanych o opornościach biernych od 0,2 do 200 mΩ, tj. przy indukcyjnościach od 0,6 do 600 μH, można uzyskiwać największe moce biernie od 1 do 4 MVA.

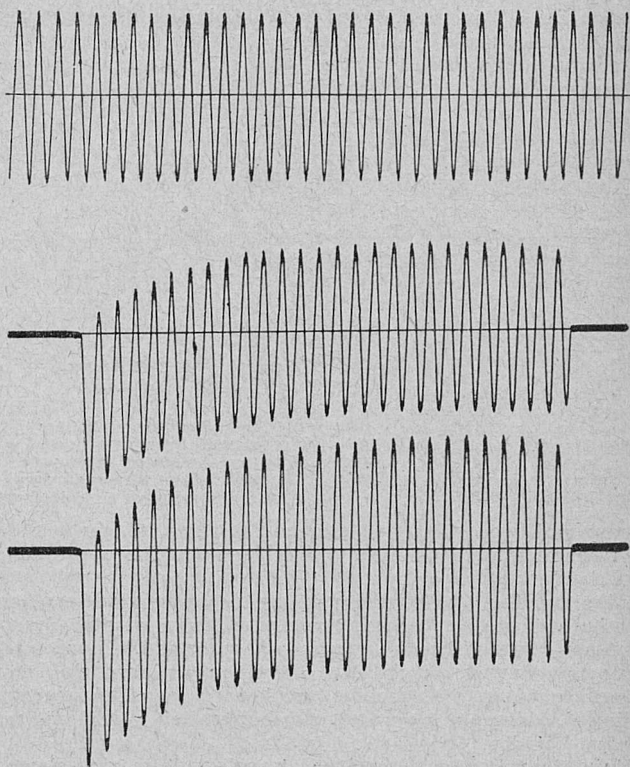
Jeżeli układ badany ma przewagę oporności czynnej, co stanowi przypadek raczej wyjątkowy, to podobnie dochodzi się do wniosku, że maksimum mocy czynnej w układzie poza transformatorem uzyskamy dobierając równość oporności indukcyjnej transformatora na poziomie napięcia wtórnego oraz oporności czynnej układu badanego. To maksimum wypada teraz 2 razy większe niż w przypadku poprzednim, tj. 7,5 MVA, przy poborze z sieci około 10,5 MVA.

2. Próby przy oporności zwarciowej transformatora znacznie większej od oporności układu badanego są niewłaściwe, gdyż wymagają większego poboru mocy z sieci. Jeżeli układ wymaga stosunkowo niewielkiej mocy, to można wykonywać próby przy oporności zwarciowej transformatora znacznie mniejszej od oporności układu badanego i pobierać z sieci moc niewiele większą od mocy wyzyskiwanej. Jednakże są to możliwości raczej bez wielkiego znaczenia praktycznego.

3. Przeważnie dodaje się do obwodu probierczego dławik szeregowy. Pozwala on uzyskać większą przewagę oporności bierniej nad czynną w całym obwodzie, mniejszy współczynnik mocy, bardziej długotrwałą składową bezokresową prądu zwarciowego, większy stosunek prądu udarowego do składowej okresowej. Ponadto dławik jest konieczny do drobnej regulacji prądu zwarciowego. Ujemną stroną dławika jest zwiększenie poboru mocy bierniej z sieci.

Zwarcioznia gdańska ma obecnie dławik regulacyjny wielozaczeowy po stronie 15 kV w jednym z dwóch przewodów zasilających transformator. W porównaniu z dławikiem po stronie niskiego napięcia uzyskuje się w ten sposób dwie korzyści: a) niewielkie i wygodne w użyciu zaciski regulacyjne na prądy zwarciowe do ~ 1 kA zamiast kilkunastu kiloamperów po stronie wtórnej; b) mniej złożoną regulację przy jednym napięciu pierwotnym niż przy 4 różnych napięciach wtórnych. Ujemnymi stronami jest bardziej kosztowna izolacja i niebezpieczeństwa przepięć łączeniowych omawiane w następnym rozdziale.

Dławik 15-kilowoltowy jest oryginalną konstrukcją katedry [6]. Stosunkowo drobna regulacja, skokami od 2 do 70%, przewyższa możliwości niektórych znacznie bogatszych zwarciozni. Drugą szczególną cechą jest duża stała

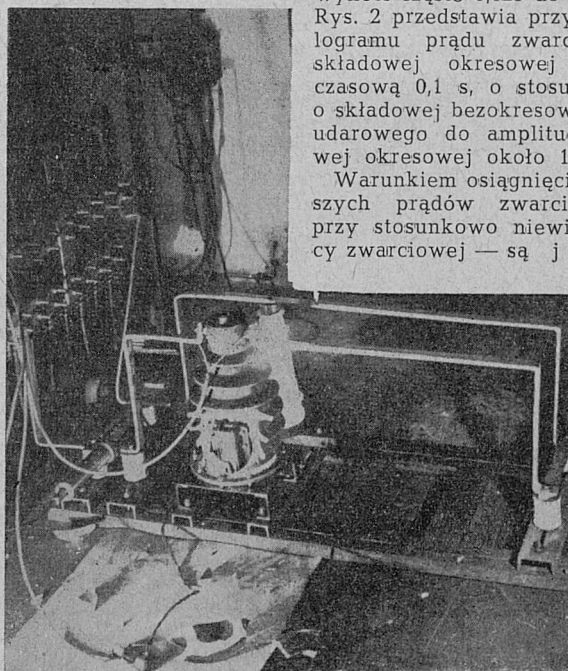


Rys. 2. Oscylogram z próby prądem zwarciowym o długotrwałej niesymetrii przy połączeniu transformatora zwarciowego na 110 V

Góra — napięcie zasilania z sieci 15-kilowoltowej
Srodek — prąd pierwotny, prąd udarowy 76 A, składowa okresowa 28 A
Dół — prąd wtórny, prąd udarowy 12,6 kA, składowa okresowa 4,7 kA; stała czasowa składowej bezokresowej 0,1 s (5 okresów)

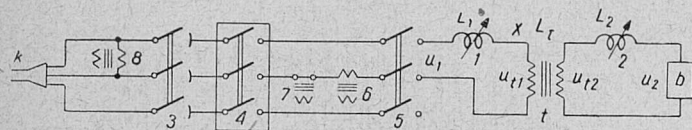
c z a s o w a L/R , dochodząca do 0,13 s (dla całego dławika). Największe wartości stałej czasowej mają duże znaczenie dla prac nad niektórymi zabezpieczeniami różnicowymi. Stała czasowa całego obwodu z transformatorem zwarciowym, który ma stosunkowo niewielki stosunek L/R , oraz z wtórnym układem probierczym, który może przedstawiać mały stosunek L/R , wynosi często 0,025 do około 0,1 s. Rys. 2 przedstawia przykład oscylogramu prądu zwarciowego o składowej okresowej 12,6 kA, czasową 0,1 s, o stosunku prądu o składowej bezokresowej ze stałą udarowego do amplitudy składowej okresowej około 1,9.

Warunkiem osiągnięcia największych prądów zwarciowych — przy stosunkowo niewielkiej mocy zwarciowej — są jak naj-



Rys. 3. Układ do próby transformatora prądowego małoolejowego w pobliżu tablicy zaciskowej wtórnej transformatora zwarciowego

krótsze przewody układu wieloprądowego. Dlatego stanowisko probiercze sąsiaduje bezpośrednio z transformatorem zwarciovym. Tablica zaciskowa strony wtórnej transformatora zajmuje wielkie okno w ogrodzeniu siatkowym urządzeń rozdzielczych 15-kilowoltowych, ustawienie więc badanego przyrządu jest możliwe w bardzo małej odległości. Rys. 3 przedstawia przykład montażu transformatora prądowego małoolejowego 30-kilowoltowego. Jeżeli za-



Rys. 4. Główny obwód probierczy w zwarciovni

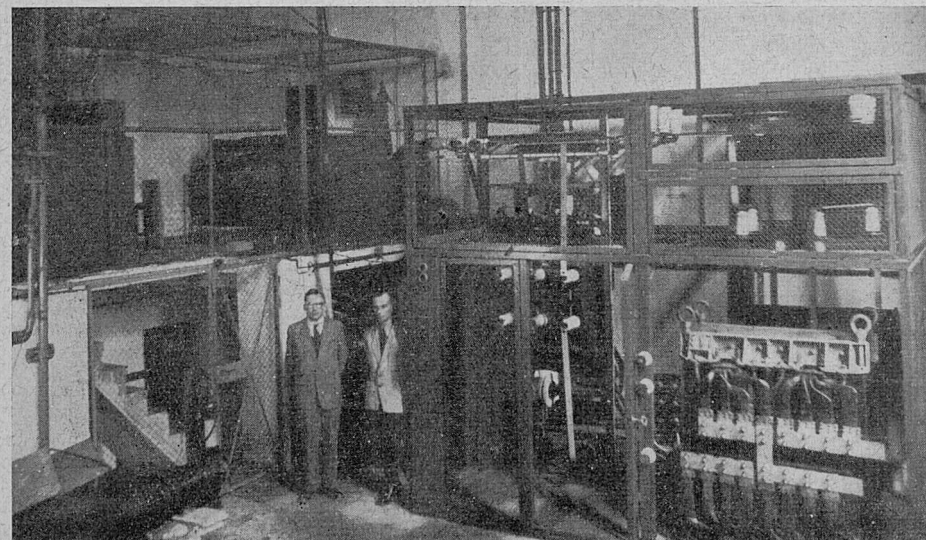
- | | |
|----------------------------------|---|
| k — przedmiot badany | 4 — wyłącznik suchy |
| b — transformator zwarciov | 5 — zalicznik |
| t — kabel zasilający na 15 kV | 6 — transformator prądowy |
| 1 — dławik po stronie pierwotnej | 7 — transformator prądowy specjalny przepustowy |
| 2 — dławik po stronie wtórnej | 8 — transformator napięciowy |
| 3 — odłącznik | |

chodzi możliwość łuku lub silnego iskrzenia, to zawieszają się na transformatorze od strony przyrządu badanego osłonę, na przykład arkusz linoleum.

W przypadku jakiegokolwiek niebezpieczeństwa zapalenia oleju ustawia się badany przyrząd olejowy na podwórzu, za otworem wielkiej bramy wjazdowej, przez który doprowadza się przewody wieloprądowe. Lepszymi urządzeniami zwarciovni gdańska nie rozporządza obecnie do badań aparatury olejowej, która nie ma wyraźnego podkreślenia w planie naukowym katedry.

Najwyższe napięcia wtórne transformatora zwarciovego 880...1000 V, wybierano z myślą o badaniach nad gaszeniem łuku. Pożądane byłyby napięcia jeszcze wyższe, na przykład 2000...3000 V, ale wartości takie nie pozwoliłyby utrzymać charakteru niskonapięciowej izolacji po stronie wtórnej i zwiększyłyby koszt transformatora. Również zastosowanie większej niż 8 liczby cewek wtórnych — przy wyborze najniższego napięcia wtórnego 110 V — prowadziłoby do większych kosztów i do bardziej uciążliwych czynności w czasie prób.

Po uzupełnieniu zwarciovni dwoma dalszymi transformatorami jednofazowymi uzyska się obok możliwości prób trójfazowych również rozszerzenie zakresu prób jednofazowych. Zasilając dwa lub trzy transformatory równolegle z sieci 15-kilowoltowej i łącząc ich uzwojenia wtórne szeregowo lub równolegle osiągnie się większe moce zwarciovne i większe prądy probiercze. Do badań nad łukiem będzie się rozporządzać napięciem do 2000 V — przy szeregowym połączeniu dwóch uzwojeń po 1000 V i przy uziemieniu ich punktu wspólnego ze względu na izolację.



Rys. 5. Widok zwarciovni w pomieszczeniu tymczasowym

Napięcia wtórne 1000 V i 2000 V mają duże znaczenie w planowanych pracach nad metodami syntetycznymi do badania zdolności łączeniowej (mocy wyłączalnej) wyłączników. Jeżeli zwarciovni gdańska uzyska na tej drodze

możliwości sprawdzania mocy wyłączalnej około 100 MVA lub nawet 200 MVA przy napięciu 6 kV lub nawet 15 kV, to zakres prac nad nowymi konstrukcjami łączników wysokonapięciowych rozszerzy się znacznie.

Prowadzenie prac naukowych nad metodami syntetycznymi jest wskazane, ponieważ metody te będą odgrywać prawdopodobnie wielką rolę — w dalszym rozwoju zwarciovni przemysłowych. Pomimo budowy i rozbudowy zwarciovni na coraz większe moce zwarciovne — osiągalne bezpośrednio — rozpiętość między tymi mocami a znacznie większymi mocami wyłączalnymi rekordowych wyłączników raczej powiększa się w ostatnich latach. Udoskonalenia metod syntetycznych nie są jeszcze zapewne wyczerpane, jeżeli nawet wszystkie główne elementy rozwiązań są już wskazane. Duże znaczenie mają również badania nad wartością prób syntetycznych jako namiastki prób bezpośrednich.

W obecnym stanie zwarciovni — z jednym transformatorem i z jednym dławikiem regulacyjnym na 15 kV — można wykonywać próby jednofazowe łączników 15-kilowoltowych do 1 kA. Istnieje też możliwość autotransformatorowego stopniowania napięcia za pomocą zaczepów pierwotnych transformatora $\pm 5\%$, $\pm 10\%$, $\pm 15\%$. Zasilając zaś transformator po stronie niskonapięciowej i wyzyskując uzwojenia bądź tylko jednej kolumny, bądź też obu kolumn, można otrzymać napięcie probiercze zbliżone do 6 kV. Po dodaniu dalszych transformatorów uzyska się dogodnie możliwości zasilania jednego transformatora z sieci 15-kilowoltowej, kaskadowego połączenia z drugim transformatorem po stronie niskiego napięcia i odbioru wysokiego napięcia probierczego z drugiego transformatora — z możliwościami regulacyjnymi.

3. Problemy izolacyjne i przepięciowe.

Zwarciovni transformatorowa zasilana z sieci energetycznej jest narażona na przepięcia występujące w sieci. Zwarciovni gdańska otrzymuje prąd z sieci kablowej 15-kilowoltowej, niebezpieczeństwo więc poważnych przepięć atmosferycznych nie wchodzi w rachubę; jednakże również przepięcia łączeniowe i ziemnozwarciowe nie powinny być lekceważone.

Wszystkie urządzenia rozdzielcze postroenie 15 kV mają izolację na 20 kV, dostosowaną do napięcia probierczego 1-minutowego 64 kV. Niektóre przyrządy wysokonapięciowe nie odpowiadają wprawdzie przepisowemu poziomowi udarowemu podstawowemu 125 kV — dla 20 kV; jednakże ich poziom wytrzymałości udarowej — około 110 kV — jest znacznie wyższy niż przepisowy poziom podstawowy dla 15 kV, tj. 95 kV lub 100 kV.

Słabym miejscem izolacji na 15 kV jest transformator zwarciov suchy. Jest on dostosowany do napięcia probierczego 1-minutowego 31 kV zgodnie z normami dla transformatorów energetycznych. Prób udarowych nie przeprowadzono. Jeżeli przyjąć według Bellaschiego i Becka [7] współczynnik udarowy transformatora suchego około 1,1...1,3, to można liczyć na poziom wytrzymałości udarowej tylko 48...57 kV, a więc około 2 razy niższy niż dla urządzeń rozdzielczych. Transformator olejowy na 15 kV miałby poziom udarowy 95 kV lub 100 kV. Pomimo tych okoliczności zdecydowano się na konstrukcję suchą transformatora zwarciovego w trzech celach: a) usunięcie niebezpieczeństwa pożarowego w prymitywnym urządzeniu, b) stała kontrola skutków sił elektrodinamicznych w uzwojeniach w czasie prób, c) łatwość wyprawowania licznych zacisków.

W zwarciovni należy liczyć się z poważnymi przepięciami wytwarzanymi przez wyłączniki lub bezpieczniki badane w próbach zdolności łączeniowej. Wprawdzie prawidłowe przyrządy rozdzielcze nie powinny dawać przepięć niebezpiecznych dla izolacji przepięciowej, ale przez badania w zwarciovni mogą przechodzić również przyrządy bardzo złe pod tym względem. W zwarciovni gdańskiej szczególnie obowiązuje w stosunku do transformatora zwarciovego.

Wielką rolę odgrywa miejsce włączenia dławika ograniczającego prąd probierczy — po stronie 15 kV lub po stronie niskonapięciowej. Rys. 4 przedstawia główny obwód probierczy zwarciołowi w obecnym stanie. Dławik regulacyjny wysokonapięciowy 1, którym zajmowaliśmy się już poprzednio, o indukcyjności L_1 , jest umieszczony po stronie 15 kV transformatora t . Po stronie niskiego napięcia można zastosować dławik 2; również przewody wielkopięciowe mogą dawać żadaną indukcyjność L_2 lub jej część. Prąd probierczy jest ograniczany przez sumę indukcyjności L_1 , L_2 oraz indukcyjności zwarciowej transformatora L_t (wszystkie indukcyjności spowodowane do wspólnego poziomu napięciowego, na przykład strony wtórnej).

Jeżeli przyrząd badany b , na przykład bezpiecznik niskonapięciowy, wytwarza przy przerywaniu prądu znaczne przepięcia, to pożądanym jest duży udział L_2 w indukcyjności całkowitej obwodu — ze względu na izolację transformatora, przepięcie bowiem u_2 występujące między zaciskami przyrządu b jest związane ze spadkami napięciowymi typu $L \frac{di}{dt}$ na indukcyjnościach L_1 , L_t , L_2 . Napięcie zasilania u_1 — przed głównymi indukcyjnościami obwodu zwarciowego — nie wykazuje wyraźnych podskoków przepięciowych w czasie takiej próby, gdyż w sieci występują tylko stosunkowo niewielkie spadki napięciowe. Zalecana przewaga indukcyjności L_2 zapewnia bardzo korzystne odgródnienie transformatora od wysokiego przepięcia, które nie przedostaje się przez dławik L_2 ; napięcie wtórne transformatora u_{t2} wykazuje wtedy tylko nieznaczny podskok w porównaniu z przepięciem u_2 ; również napięcie pierwotne u_{t1} , związane przekładnią transformatora z napięciem wtórnym u_{t2} , utrzymuje się zbliżone do bezzakłócenieowego napięcia robocznego. Jeżeli natomiast występuje przewaga indukcyjności L_1 dławika wysokonapięciowego, to przepięciu u_2 towarzyszy prawie takie samo przepięcie u_{t2} ; również przepięcie u_{t1} po stronie pierwotnej transformatora wypada znaczne — wobec roli przekładni transformatora i wobec stosunkowo niewielkich spadków napięciowych w transformatorze. Rola indukcyjności zwarciowej transformatora L_t jest tego rodzaju, że przepięcie pierwotne u_{t1} wypada mniejsze, niż wynikałoby z wartości u_{t2} i z przekładni; jest to okoliczność pożądana, gdyż obawiamy się więcej uszkodzenia izolacji transformatora po stronie 15 kV.

Ażeby nie dopuścić do uszkodzenia transformatora przez przepięcia łączeniowe, przestrzega się w zwarciołowi gdańskiej postanowienia, że w próbach zdolności łączeniowej łączników należy zapewnić przewagę indukcyjności wtórnej L_2 . W braku odpowiednich dławików niskonapięciowych wyszukuje się niekiedy indukcyjność przewodów wielkopięciowych, które układa się w tym celu specjalnie szeroko. Dławik wysokonapięciowy służy wtedy tylko do regulacji drobnej — nie biorąc wielkiego udziału w indukcyjności całkowitej.

Dławik wysokonapięciowy jest zupełnie odpowiedni — jako główny przyrząd do ograniczania prądu — w próbach w trybie małości zwarciowej. Wystąpienie poważnych przepięć jest wtedy mało prawdopodobne. Nawet w wypadku przerwania metalowej drogi wielkopięciowej przez siły elektrodynamiczne łuk palący się bez specjalnych środków gaszących i zanikający przy naturalnym przejściu prądu przez zero nie grozi zbyt wysokim przepięciem. Natomiast zalety regulacji dławikowej po stronie 15 kV są duże (rozdz. 2).

Z dławikiem wysokonapięciowym wiązałoby się jeszcze jedno niebezpieczeństwo przepięciowe, mianowicie przepięcie ziemnozwarciowych rezonansowych, jeżeliby sieć 15-kilowoltowa nie miała w czasie prób prawidłowej kompensacji ziemnozwarciowej (dławikami Petersena). Niebezpieczny byłby wypadek zwarcia z ziemią w miejscu X — przedstawionym na rys. 4, na przykład w transformatorze zwarciowym t o stosunkowo słabej izolacji. Jest to jeden z klasycznych przypadków przepięciowych, polegający na rezonansie pojemności doziemnych sieci oraz znacznej indukcyjności na drodze do miejsca zwarcia z ziemią. W zwarciołowi gdańskiej rezonans byłby możliwy raczej w próbach stosujących nienajwiększe moce zwarciowe. Kompensacja ziemnozwarciowa usuwa niebezpieczeństwo przepięć tego rodzaju.

Wielką wagę przywiązywano do niebezpieczeństwa wyładowań niezupełnych w transformatorze, którego izolacja organiczna psuła się pod ich działaniem. W porozumieniu z konstruktorami wykonano w laboratorium wysokich napięć wstępne próby na modelach izolacji międzyuzwojeniowej (rury z papieru bakelizowanego i kli-

ny) dążąc do uzyskania progu jonizacji trochę powyżej 15 kV. W pracy napięcia doziemne w transformatorze nie będą przekraczać 10 kV ($1,15 \cdot 15 \text{ kV} / \sqrt{3}$). Lekkie obstrzeżenie może wynikać z największego napięcia wtórnego 1000 V.

Po dostawie transformatora wykonano dodatkowe badania jego izolacji. Pomiary współczynnika strat mostkiem Scheringa przy uziemionym uzwojeniu wtórnym wykazały mniej więcej stałą wartość, około 3,6%, w obszarze napięć doziemnych do ~ 15 kV. Dalsze podnoszenie napięcia powodowało wyraźny wzrost współczynnika strat do 4,6% przy 22 kV. Przy 25 kV stwierdzono silne wyładowania niezupełne ze sworznymi ściskającymi uzwojenia od góry. Uzyskano znaczną poprawę dodając pod końcami sworzni podkładki z papieru bakelizowanego. Następnie podniesiono napięcie do przepisowej wartości probierczej 31 kV — tylko na czas rzędu 1 s, ażeby nie nadwerdzać izolacji przez przedłużanie próby do przepisowej 1 minuty. Nie zastosowano dokładniejszych metod (oscylograficznych) określenia progu jonizacji.

Jeżeli nawet próg jonizacji jest poniżej 15 kV, wyładowania około 15 kV są bardzo słabe, niezbyt groźne dla izolacji. Okolicznością łagodzącą jest załączanie wysokiego napięcia na transformator tylko na krótki czas próby. Starzenie się izolacji nie mogłoby być szybkie nawet przy silnych wyładowaniach niezupełnych występujących podczas takich prób.

4. Urządzenia rozdzielcze, sterownicze i pomiarowe.

W zwarciołowi gdańskiej transformator, dławik wysokonapięciowy oraz zespół łączników i transformatorów mierniczych na 15 kV są umieszczone w sali laboratoryjnej tuż obok pola probierczego. Wszystkie urządzenia 15-kilowoltowe [8] mają wspólną osłonę uziemioną z siatek. Tylko wtórna tablica zaciskowa transformatora zwarciowego pozostaje odosłonięta od strony pola probierczego. Stanowisko sterownicze o o b s e r w a c y j n o p o m i a r o w e [8], z pulpitem i z oscylografem pętlcowym, zajmuje wysoki pomost nad polem probierczym. Pracownicy na pomoście są więc w bezpiecznym kontakcie z pracownikami na polu probierczym, mogą dobrze obserwować skutki prób nie tylko w przyrządzie badanym, lecz również w transformatorze i w urządzeniu na 15 kV, mogą też upewnić się wzrokowo tuż przed próbą o prawidłowym przygotowaniu układu.

Rys. 5 przedstawia widok zwarciołowi w tym czasie, w którym pomieszczeniu od strony wielkiej bramy wjazdowej. Miejsce to stanowi część sali najwyższych napięć i jest przeznaczone na zespół probierczy wysokiego napięcia zmiennego. Sąsiedztwo w tej samej sali generatora udarowego na 1200 kV, stosowanego w licznych pracach naukowych i dydaktycznych, jest wielką bolączką katedry. Nowe pomieszczenie zwarciołowi, obecnie w budowie, będzie trochę większe, zgodnie z planami dodania dwóch transformatorów zwarciowych i urządzeń do prób syntetycznych.

Przyrządy rozdzielcze 15 kV, przedstawione po lewej stronie rys. 4, są przeważnie zwyczajnymi przyrządami pochodzenia krajowego, mianowicie odłącznik 3, transformator prądowy 6 i transformator napięciowy 8. Wyłącznik 4, który służy do przerywania prądu w próbach wytrzymałości zwarciowej, a w próbach zdolności łączeniowej odgrywa rolę wyłącznika bezpieczeństwa, jest konstrukcją niemiecką — z komorami z materiału gazującego. Całkowite usunięcie oleju z urządzeń w sali zwarciołowej jest jednym z postanowień podstawowych w zwarciołowi gdańskiej.

Załącznik zwarciowy 5 (rys. 4) służy do załączania obwodu zwarciowego probierczego w żądanym momencie fazowym napięcia sieciowego, zależnie od wymagań w sprawie symetrii lub niesymetrii prądu zwarciowego. Jest to prosta i lekka konstrukcja katedry, wyzyskująca części składowe z krajowego przemysłu. Załączanie odbywa się pod działaniem sprężyn zwalnianych przez wyzwalacz, który otrzymuje impuls prądowy we właściwym momencie fazowym. Czas załączania wynosi 60 ms, tj. 3 okresy napięcia zmiennego. Ażeby zapewnić dokładność wyboru momentu fazowego około 1 ms, tj. 0,05 okresu, należy usunąć w konstrukcji czynniki przypadkowe powodujące większe wahania czasu załączania.

Przy krótszym czasie załączania osiągnięcie pożądanej dokładności fazowej byłoby łatwiejsze. Jedną z przeszkód jest wielki odstęp powietrzny między stykami otwartego bieguna, dostosowany do niebezpieczeństwa przepięć przychodzących z sieci energetycznej. Wprawdzie prawdopodobieństwo zapalenia iskry między stykami w krótkim czasie od załączenia wyłącznika 4 do załączenia załącznika 5 jest znikomo małe, jednakże zdecydowano się usunąć wszelkie niebezpieczeństwo tego rodzaju. Umieszczenie załącznika zwarciowego po stronie

niskonapięciowej pozwoliłoby przyjąć bardzo mały odstęp między stykami otwartego bieguna, ale styki musiałyby być bardzo ciężkie, a więc nie byłoby wyraźnych korzyści.

W urządzeniach sterowniczych ważne funkcje przypadają nastawnikom czasowemu i fazowemu. **N a s t a w n i k c z a s o w y** zapewnia żadaną kolejność załączania lub wyłączania

poszczególnych łączników, uruchomienia i zatrzymywania przyrządów pomiarowych lub innych. Rozwiązanie opracowane w katedrze jest napędzane silnikiem elektrycznym; liczne styki są otwierane i zamykane w regulowanych odstępach czasowych [8]. **N a s t a w n i k f a z o w y** daje impuls sterowniczy do załącznika w żdanym momencie fazowym napięcia zmiennego. Przyrząd opracowany w katedrze zawiera układ elektroniczny do wytwarzania krótkotrwałych impulsów napięciowych w regulowanych momentach fazowych, a zasilanie wyzwalacza załącznikowego odbywa się z kondensatora przez lampę tyratronową [9].

Do pomiarów prądów zwarciovych stosuje się w zwarciozni gdańskiej klasyczną metodę bocznika bezindukcyjnego i oscylografu pętlicowego.

Rys. 6. Przykład zmiażdżenia cewki wtórnej transformatora prądowego małoolejowego przez siły zwarciove promieniowe ściskające

B o c z n i k i zbudowane i zbadane w katedrze są częściowo oryginalnymi rozwiązaniami konstrukcyjnymi, z udoskonaleniem metod usunięcia spadków napięciowych indukcyjnych [10]. Zastosowanie bocznika w obwodzie probierczym wymaga uziemienia tego miejsca obwodu. Nie przedstawia to trudności po stronie niskiego napięcia, natomiast jest niemożliwe po stronie 15 kV, przed transformatorem zwarciowym.

Dlatego dodano do układu rozdzielczego 15-kilowoltowego, przedstawionego na rys. 4, transformator prądowy 7, dostosowany specjalnie do prawidłowego pomiaru prądów zwarciovych. Największe trudności są związane z transformacją prądów silnie niesymetrycznych, o długotrwałej składowej bezokresowej [11]. Niektóre zwarcioznie przemysłowe rozporządzają transformatorami prądowymi specjalnie skonstruowanymi. W zwarciozni gdańskiej poprzestaje się na razie na jednym z typów normalnej produkcji krajowej — ze zmianami w kierunku poprawy transformacji prądów niesymetrycznych. Transformator ten (JPK) odznacza się wielkim przekrojem rdzenia i znacznie powiększonym przekrojem uzwojenia wtórnego.

Transformatory prądowe są stosowane w zwarciozni gdańskiej również do zasilania rejestratora ferromagnetycznego prądów zwarciovych [12]. W przyrządzie tym wyzyskuje się pręciaki magnetyczne, których katedra używa od kilku lat w badaniach piorunowych. Rejestracja ferromagnetyczna prądów zwarciovych bywa stosowana w badaniach zakłóceń w sieciach energetycznych. Wprowadzenie przyrządu tego rodzaju do zwarciozni gdańskiej ma na celu przyspieszenie niektórych badań, oszczędności na materiałach fotograficznych zużywanych w oscylografie oraz uzupełnienie pomiarów oscylograficznych, które mogą zawodzić w rzadkich wypadkach. Przyrząd ferromagnetyczny opracowany w katedrze odznacza się dużą dokładnością.

W dziedzinie pomiarów napięciowych są jeszcze duże braki w zwarciozni gdańskiej. Nie ma zwłaszcza odpowiedniego oscylografu elektronicznego szybkoopiszącego do rejestracji przebiegów napięcia powrotnego. Również pomiary oscylograficzne wielkości nieelektrycznych nie są jeszcze czynne. Na ukończeniu są prace nad rejestracją drgań i odkształceń mechanicznych. Pomiary zmian ciśnienia, opracowane do badań materiałów gazujących [13], nie są jeszcze wprowadzone do zwarciozni.

5. Przegląd dotychczasowych prac i widoki rozwoju.

W okresie od stycznia 1954 do marca 1955 wykonano w zwarciozni KWN i PR Politechniki Gdańskiej około 50 prób zwarciovych. Znaczna ich część była poświęcona badaniom nowych urządzeń, ich regulacji i usuwaniu usterek konstrukcji, które jeszcze nie były badane lub przeszkodzą do bieżących potrzeb przemysłu. Chodziło najczęściej o sprawdzenie wytrzymałości zwarciovej lub krewnych właściwości prototypów lub przyrządów dawniejszej konstrukcji, które jeszcze nie były badane lub przeszkadzały przez próby w zwarciozniach zagranicznych z wynikami ujemnymi. Ostatecznym zadaniem zwarciozni było opracowanie i próbowanie wzmocnień konstrukcyjnych prowadzących do żdanego poziomu wytrzymałości zwarciovej. Zbadano w ten sposób 3 łączniki wysokonapięciowe, 5 łączników niskonapięciowych, 16 transformatorów prądowych, 1 dławik przeciwwzarciowy niskonapięciowy, powtarzając w niektórych przypadkach próby wielokrotnie na kolejno poprawianych wariantach konstrukcyjnych.

Prace nad prototypami konstrukcji przemysłowych mają — obok charakteru użytkowego dla gospodarki — wielkie możliwości naukowe: a) badania nad właściwościami zwarcioowymi w aparatach, b) sprawdzanie przydatności metod obliczeniowych oraz ich udoskonalanie, c) formułowanie zasad konstrukcyjnych i wynajdywanie najwłaściwszych rozwiązań konstrukcyjnych, d) opracowywanie założeń technologicznych i prób wyrobu, zapewniających powtarzalność wyników osiągniętych na prototypach. Niektóre wyniki są zapewne tylko powtórzeniem rzeczy znanych konstruktorom zagranicznym, ale nie opublikowanych. Na szczególne podkreślenie zasługują obecnie zadania wymienione w punkcie d) — w związku z koniecznością poprawy jakości produkcji. Sformułowanie warunków technologicznych i wybór właściwszych, a nie zbyt kosztownych, prób wyrobu w celu pewnienia żdanych właściwości zwarciovych wymaga gromadzenia wiadomości naukowych, pomysłowości i wnikliwych prac badawczych. Jesteśmy dopiero w fazie początkowej tego rodzaju.

Pierwszy referat o pracach w zwarciozni gdańskiej, na Konferencji Transformatorowej PAN w roku 1955 [14], zawierał wstępne wnioski z badań szeregu transformatorów prądowych. Obok klasycznych sił zwarciovych modyfikacji referat ten podkreśla rolę dodatkowych sił wywieranych przez przewody układu pierwotnego. Proponowane udoskonalenia konstrukcyjne doprowadzają w każdym przypadku do wymaganej wytrzymałości zwarciovej. Sformułowane zasady konstrukcyjne i technologiczne (sztywne mocowanie cewek pierwotnych i wtórnych, dostosowanie konstrukcji mocujących do charakteru i do wielkości sił zwarciovych, ograniczenie niesymetrii osiowej uzwojeń w nawinięciu i montażu, dobre sklejenie uzwojenia wtórnego lakiem z rurką izolacyjną, zastosowanie niezbyt miękkiej rurki



Rys. 7. Przykład rozerwania uzwojenia wtórnego w transformatorze prądowym suchym talerzowym przez siły osiowe ściskające

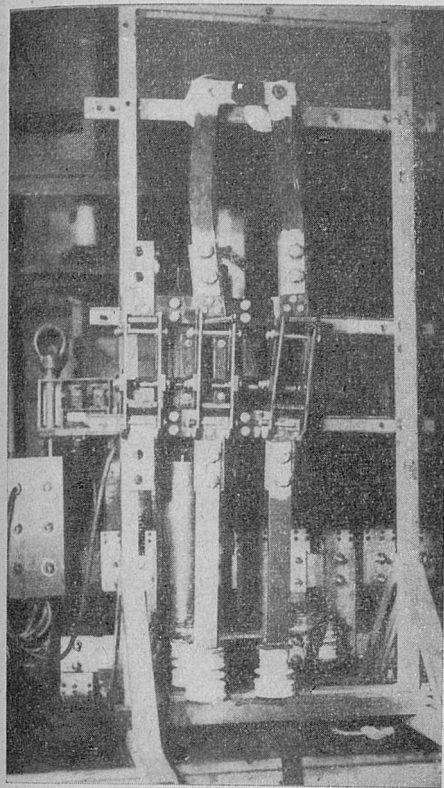
lacyjnej dla cewki wtórnej, wytrzymałość mechaniczna cisków pierwotnych) pozwalają konstruktorom przygotować lepsze prototypy do prób zwarciovych i skrócić cykl kolejnych prób i udoskonalenia konstrukcyjnych.

Rys. 6 przedstawia przykład zmiżdżenia cewki wtórnej na zbyt miękkiej rurce izolacyjnej w transformatorze małoolejowym, rys. 7 zaś daje ciekawy przykład skutków

osiowych symetrycznych w transformatorze suchym o uzwojeniu wtórnym znacznie dłuższym od pierwotnego. Widoczne jest rozerwanie cewki wtórnej mniej więcej w środku, przesunięcie zwojów w obydwie strony po rurce izolacyjnej i odsłonięcie jasnej izolacji bawełnianej — bez należytego nasycenia lakierem. Jest to potwierdzenie laboratoryjne niebezpieczeństwa sił osiowych symetrycznych, opracowanych przez

autora teoretycznie przed prawie 20 laty [15]. Najbardziej pospolite są uszkodzenia wskutek sił osiowych niesymetrycznych, a często można też stwierdzić poważną rolę sił odprzewodów doprowadzających.

Wspomniany referat o transformatorach prądowych zawiera też charakterystyki prądu wtórnego i napięcia wzbudzonego przez prąd zwarcia, wskazujące na możliwość nadspodziewanie małego wpływu nasycenia. Wyniki te mają duże znaczenie dla obliczeń sił zwarcia. Dalsze prace nad transformatorami prądowymi powinny doprowadzić do szerszych uogólnień i do udoskonalenia



Rys. 8. Odłącznik niskonapięciowy po próbie prądem udarowym 125 kA; montaż tuż przed tablicą zaciskową transformatora zwarciaowego

metod obliczania sił zwarciaowych i środków zaradczych. W stanie początkowym są prace nad najważniejszymi metodami prób wyrobu, które zapewniłyby pożądaną wytrzymałość zwarcia. Dąży się zwłaszcza do udoskonalenia próby przy otwartym obwodzie wtórnym i do sformułowania ściślejszych postanowień normalizacyjnych w tej dziedzinie [14].

Dotychczasowe badania wyłączników wysokiego napięcia potwierdzają celowość wstępnych prób zwarciaowych, które przeprowadza się przed próbami mocy wyłączalnej, wymagającymi przeważnie większych urządzeń zwarciaowych. W badaniach wstępnych usuwa się usterki styków natury elektrodynamicznej lub cieplnej, sprawdza się napędy mechaniczne przy załączaniu na zwarcie. W ten sposób zmniejsza się prawdopodobieństwo ujemnych wyników prób późniejszych mocy wyłączalnej i ułatwia się wyciągnięcie właściwych wniosków konstrukcyjnych w dziedzinie dość złożonej. Ukazują się obecnie dwa artykuły poświęcone badaniom nad przerzutem prądu w wyłącznikach niskonapięciowych [16] oraz nad stykami i napędami wyłączników olejowych i małoolejowych [17]. Obydwie publikacje podkreślają wielką rolę odskoków elektrodynamicznych. Dalsze prace powinny prowadzić do wniosków bardziej uogólnionych.

Badania wytrzymałości zwarciaowej odłączników należy do łatwiejszych możliwości zwarciaowni gdańskiej. Rys. 8. przedstawia przykład odłącznika niskonapięciowego po próbie prądem udarowym około 125 kA. Na podkreślenie zasługuje tutaj montaż bardzo blisko transformatora zwarciaowego i rozmieszczenie najbliższych wsporników szyn.

Zwarciaownia gdańska nie nadąża za licznymi potrzebami przemysłu wobec wielkich zaległości w dziedzinie wypróbowania wyrabianych aparatów, wobec powstawania nowych

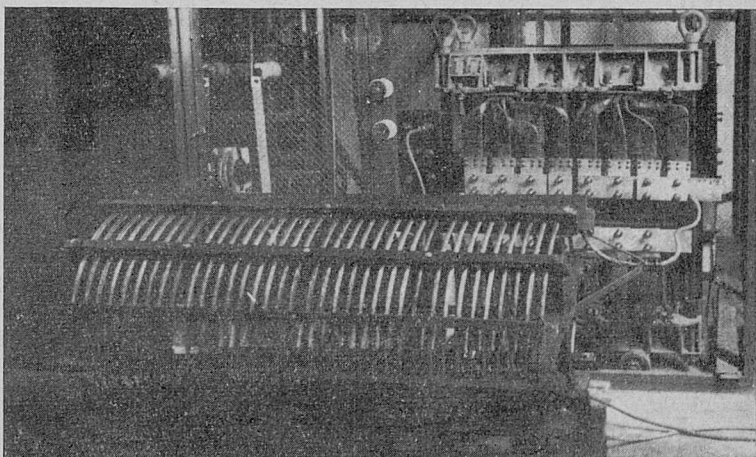
rozwiązań i udoskonań konstrukcyjnych. Dlatego w roku 1954 katedra musiała zahamować niektóre prace naukowe własne, rozpoczęte a nawet dość daleko posunięte w latach poprzednich.

Wyjątkiem są dwie konstrukcje własne dla wózków przeciwprzepięciowych, na 60 kV i na 30 kV, około 400 μ H. Są one przeznaczone do nowych układów ochrony odgromowej stacyjnej, w których dławik szeregowy na wejściu linii napowietrznej zastępuje klasyczne podejście osłonięte kosztownym przewodem odgromowym. Dławiki przeciwprzepięciowe nastroją dwa główne problemy: wytrzymałości udarowej na wysokie przebiegi atmosferyczne i wytrzymałości zwarciaowej. Wszystkie potrzebne próby można wykonać w laboratoriach katedry. Rys. 9 przedstawia dławik na 60 kV, 400 μ H w próbach w zwarciaowni gdańskiej. W świetle rozważań w rozdz. 2 nie ma w tym przypadku możliwości dobrego dostosowania indukcyjności transformatora do dławika. Najwłaściwsze jest połączenie transformatora na najwyższe napięcie wtórne, ale przydałoby się napięcie jeszcze wyższe. Dlatego próby zwarciaowe bezpośrednie nie osiągnęły żądanego poziomu prądów zwarciaowych. Przeprowadzono więc dodatkowe próby pośrednie — na niewielkiej liczbie zwojów — znacznie większymi prądami.

Po zaspokojeniu najpilniejszych potrzeb przemysłu i po uruchomieniu zwarciaowni należących do przemysłu zmieni się zapewne charakter prac naukowych w zwarciaowni WKN i PR Politechniki Gdańskiej. Przewiduje się więcej prac nad własnymi rozwiązaniami konstrukcyjnymi i nad zjawiskami zwarciaowymi.

6. Zakończenie.

Prace, które doprowadziły do opisanego stanu zwarciaowni WKN i PR Politechniki Gdańskiej, ciągnęły się od roku 1948 do roku 1953. W związku z zasilaniem spotkaliśmy się z życzliwą pomocą Okręgowej Dystrykcyjnej Mocy i Rejonowej Dystrykcyjnej Ruchu w Gdańsku. Trudności wyposażeniowe były duże, gdyż tylko oscylograf pętlicowy i wyłącznik suchy otrzymaliśmy z zagranicy. Z pomocą przyszły fabryki krajowe: Zakłady Wytwórcze Transformatorów M 3 projektując i wykonując transformator zwarciaowy i cewki do dławika regulacyjnego, Zakłady Wytwórcze Łączników Wysokiego Napięcia A 10 budując urządzenie rozdzielcze 15-kilowoltowe, Zakłady Wytwórcze Aparatów Wysokiego Napięcia A 1 dostarczając niektóre części. Większość opracowań wyszła z rąk pracowników naukowych katedry i magistrantów. W latach od 1949 do 1951 prace magisterskie dały kilka podstawowych rozwiązań: łącznik na 15 kV mgra Borka, nastawniki czasowy i fazowy mgra Galotzego, dławik na 15 kV mgra Dzierżka. W następnych latach biegły prace — głównie mgra Winiarskiego z udziałem mgra Dzierżka — nad urządzeniami rozdzielczymi,



Rys. 9. Dławik przeciwprzepięciowy na 60 kV, 400 μ H w próbie zwarciaowej

sterowniczymi i pomiarowymi. W roku 1953/54 prace magisterskie mgra Matuszewskiego i mgra Halladina wzbogaciły technikę pomiarów zwarciaowych. Najświeższa praca mgra Renigera — pod kierunkiem prof. Grudzieckiego — jest dopiero w trakcie realizacji. Warsztat katedry był bardzo ważnym ogniwem w urządzaniu zwarciaowni. Szczególnie owocny był udział mechaników Woroneckiego i Szymańskiego oraz laborantów Bylickiego i Nowaka.

LITERATURA

- [1] Pugno-Vanoni E., Someda G. Conf. Int. Grands Réseaux El., 1937, r. 130.
 [2] Pugno-Vanoni E., Someda G. Conf. Int. Grands Réseaux El., 1939, r. 118.
 [3] Goriew A. A., Kapłan W. W., Naszaty M. W. Elektrizestwo, 1951, z. 6, s. 5.
 [4] Kapłan W. W., Naszaty W. M. Elektrizestwo, 1953, z. 5, s. 13.
 [5] Jabłoński M. Przegl. Elektr., 1955, z. 6, s. 376.
 [6] Dzierżek H. Przegl. Elektr., 1955, z. 6, s. 380.
 [7] Bellaschi P. L., Beck E. Transactions AIEE, 1945, s. 759.
 [8] Winiarski W., Dzierżek H., Przegl. Elektr., 1955, z. 6, s. 383.
 [9] Galotzy J. Przegl. Elektr., 1955, z. 6, s. 388.
 [10] Winiarski W. Przegl. Elektr., 1955, z. 6, s. 391.
 [11] Szpor S. Recueil de travaux scientifiques des Polonais internés en Suisse, 1943, t. I/4, s. 126.
 [12] Matuszewski T. Przegl. Elektr., 1955, z. 6, s. 397.
 [13] Grudziecki S. Przegl. Elektr., 1953, z. 11/12, s. 554.
 [14] Szpor S., Dzierżek H., Winiarski W., Dytkowski E., Suchocki J. Przegl. Elektr., 1955, z. 2/3, s. 273.
 [15] Szpor S. Archiv für Elektrotechnik, 1938, s. 181.
 [16] Lipski T., Gatkiewicz J., Dzierżek H., Winiarski W. Przegl. Elektr., 1955, z. 6, s. 400.
 [17] Dzierżek H., Winiarski W., Halladin J. Przegl. Elektr., 1955, z. 6, s. 403.

K.n.t. Inż. MICHAŁ JABŁOŃSKI

Zakt. Wytw. Transformatörów M3 (Łódź)

Transformator zwarciový

15000 V $\pm 5 \pm 10 \pm 15\%$ /110 - 220 - 440 - 880 V, 0,5 MVA/15 MVA

621.314.21.015.5:621.3.026.6

Treść. Opis transformatora do prób zwarciových na 15000 V $\pm 5 \pm 10 \pm 15\%$ /110-220-440-880 V, 0,5 MVA/15 MVA. Izolacja sucha z uniknięciem wyładowań niezupełnych. Środki zmniejszenia rozprożeń magnetycznych przy napięciu zwarcia 3,28%. Obliczenia sił elektrodynamicznych i omówienie środków konstrukcyjnych zapewniających wytrzymałość mechaniczną. Rozważania nad grzaniem się uzwojeń w próbach zwarciových.

Трансформатор для испытаний на короткое замыкание (15000 в $\pm 5 \pm 10 \pm 15\%$ /110-220-440-880 в, 0,5 мва/15 мва). Описание трансформатора. Сухая изоляция при избегании неполных разрядов. Средства уменьшения магнитного рассеяния при напряжении короткого замыкания 3,28%. Расчет электродинамических сил и конструкционные мероприятия, гарантирующие механическую сопротивляемость трансформатора. Рассмотрение нагрева обмоток при испытаниях на короткое замыкание.

Short-circuit Transformer — 15000 V $\pm 5 \pm 10 \pm 15\%$ /110-220-440-880 V, 0,5 MVA/15 MVA. Description of a transformer for short-circuit tests. Dry insulation means avoiding glow discharges. Means of reducing magnetic leakage at a short-circuit voltage of 3,28%. Calculation of electrodynamic forces and discussion of construction means ensuring mechanical strength. Considerations on heating of windings in short circuit tests.

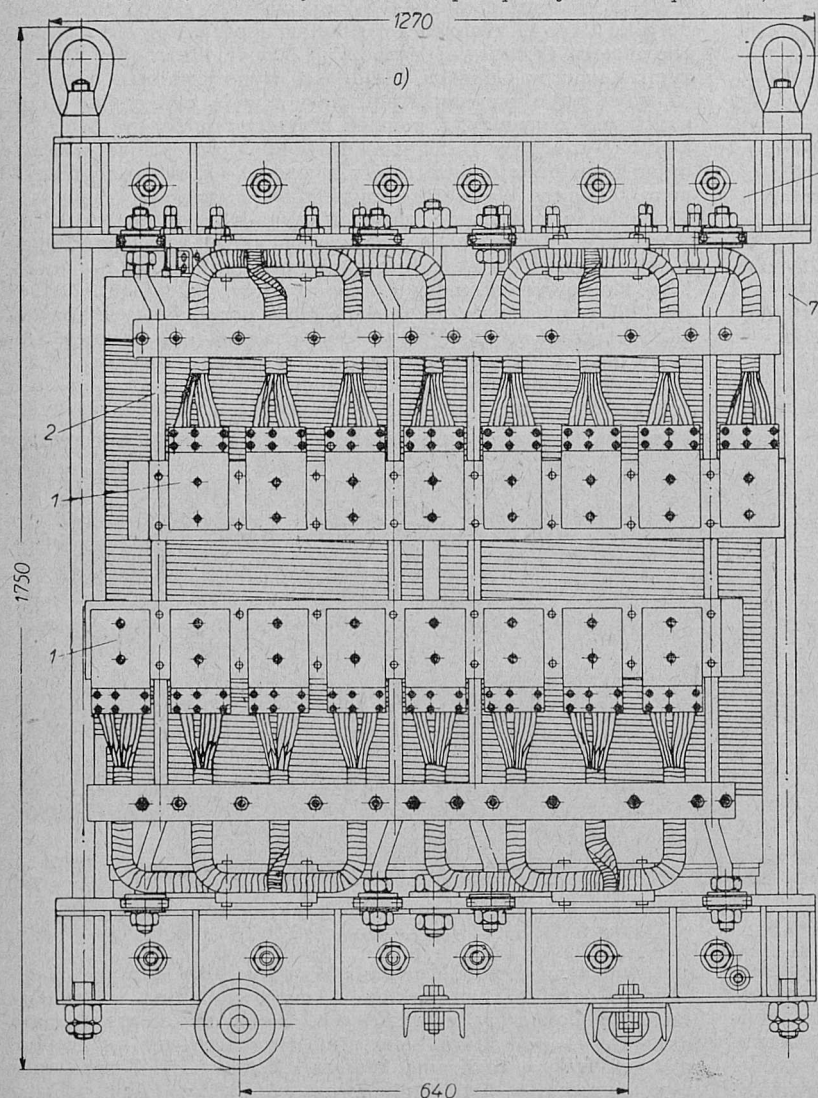
1. Dane ogólne.

Transformator probierczy służący do prób zwarciových, czyli „transformator zwarciový”, został rozwiązany dla Politechniki Gdańskiej jako jednostka jednofazowa, próby trójfazowe wy-

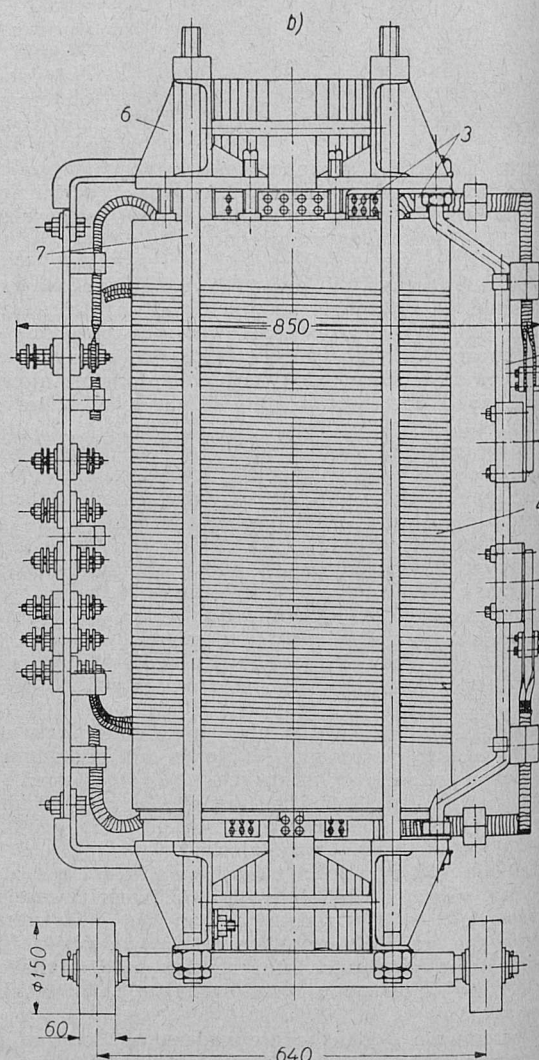
magają więc trzech takich jednostek albo co najmniej dwóch w układzie V.

Konstruktorowi postawiono następujące wymagania:

a) rozwiązanie wewnętrzne suche (w celu zmniejszenia nie-



(a) Widok od strony tablicy łączeniowej DN



(b) Widok z boku

bezpieczeństwa pożaru), całkowicie pewna wytrzymałość mechaniczna i cieplna na zwarcia;

- b) moc znamionowa 500 kVA;
- c) napięcie górne $15\,000\text{ V} \pm 3 \times 5\%$; prąd 33,3 A;
- d) napięcie dolne 110 — 220 — 440 — 880 V; prądy 4545 — 2273 — 1136 — 568 A;
- e) napięcie zwarcia ok. 3%.

Warunki te wymagały opracowania zagadnień izolacji, rozproszenia, regulacji napięcia po obu stronach transformatora oraz wytrzymałości mechanicznej i cieplnej na częste zwarcia. Omówimy kolejno wszystkie te zagadnienia.

2. Rozwiązanie koncepcyjne transformatora.

Transformator rozwiązano jako rdzeniowy z uzwojeniami podzielonymi na obie kolumny (rys. 1 a, b, c).

W uzwojeniu DN zastosowano gęstość prądu $1,46\text{ A/mm}^2$ i podział na 8 gałęzi równoległych, każda na 110 V. Sumaryczny przekrój miedzi jednej gałęzi wynosił ok. 390 mm^2 . Na każdej kolumnie nawinięto po 4 gałęzie wykonane podwójnymi spiralami (14 drutów równoległych) zaplecionymi sposobem Hobarta. Wszystkie 4 gałęzie jednej kolumny, czyli 56 drutów, nawinięto równolegle obok siebie (rys. 2). Aby umożliwić wyprowadzenie wszystkich początków na górną, a wszystkich końców 8 gałęzi równoległych na dolną część tablicy łączeniowej, uzwojenia DN na obu kolumnach nawinięto w przeciwnych kierunkach.

Tablica łączeniowa DN umożliwia 4 kombinacje łączenia gałęzi: 8 gałęzi w szereg — na 880 V; szeregowy układ 4 grup po 2 gałęzie równoległe — na 440 V; szeregowy układ 2 grup po 4 gałęzie równoległe — na 220 V; 8 gałęzi połączonych równoległe — na 110 V. Tablica łączeniowa jest widoczna na rys. 1a, b, sposoby zaś łączenia na rys. 3a.

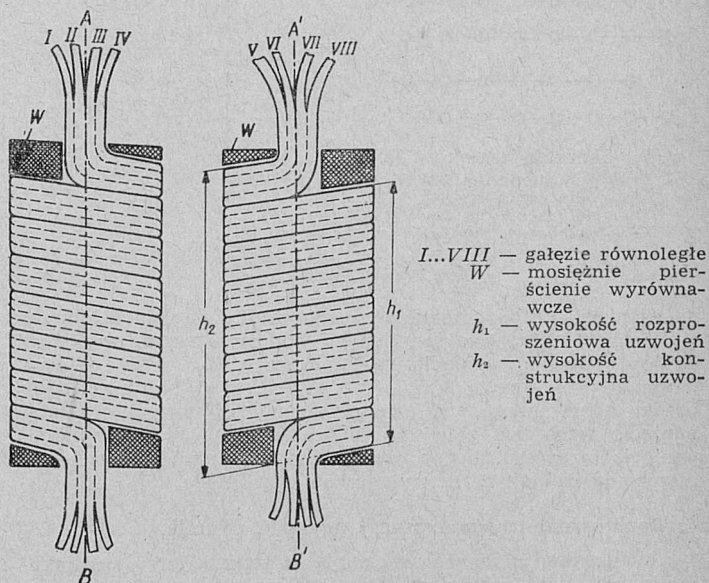
W uzwojeniach GN zastosowano gęstość $1,56\text{ A/mm}^2$ i wykonano je jednym przewodem łącząc w szereg uzwojenia obu

kolumn, nawinięte w tych samych kierunkach. Regulację napięcia po stronie GN rozwiązano dodając zewnętrzne uzwojenie regulacyjne nawinięte w 3 szeregowych częściach, każda na całej wysokości kolumny. Uzwojenie regulacyjne może być połączone zgodnie (+) lub przeciwnie (—) w stosunku do uzwojenia podstawowego. Tablica łączeniowa GN jest widoczna na rys. 1b, c, sposoby zaś łączenia na rys. 3b. Złączki zakładane między zaciski na tablicy łączeniowej umożliwiają włączenie w obwód 1/3, 2/3 i 3/3 uzwojenia regulacyjnego.

3. Układ izolacyjny.

Przy napięciu 15 kV rozwiązanie suche przedstawia już znaczne niebezpieczeństwo wyładowań świetlanych w powietrzu szczeliny międzyuzwojeniowej. Zwiększenie grubości tej szczeliny powoduje wzrost napięcia zwarcia. Należy więc ograniczyć szczelinę do takiego minimalnego wymiaru, który jeszcze nie spowoduje jarzenia między GN i DN.

Jeśli odległość między GN i DN w miejscach ustawienia klinów jest wypełniona papierem bakelizowanym (tuleje i kliny), to natężenie pola elektrycznego w drobnych szczelinach powietrznych między klinami a tulejami jest ϵ razy większe niż natężenie pola w papierze bakelizowanym (dla papieru bakelizowanego $\epsilon = 4 \dots 5$). Natężenie pola w powietrzu ok. 60 kV/cm powoduje już przebicie warstewki powietrza o grubości ok. $0,1\text{ mm}$. Ponieważ nierówności klinów i uzwojeń powodują zapewne znaczną nieregularność pola w warstewkach powietrza, przyjmujemy — jako ocenę niedoskonałą — natężenie dopuszczalne ok. 3 razy mniejsze, tj. 20 kV/cm ,



do obliczenia opartego na założeniu, że warstewka powietrza jest regularna. Aby uniemożliwić przebicie przy napięciu $U = 15\text{ kV}$, należałoby zastosować odległość GN — DN

$$\delta > \frac{U \cdot \epsilon}{20} = \frac{15 \cdot 5}{20} = 3,7\text{ cm}.$$

Pożądane małe napięcie zwarcia przy tak dużej szczelinie międzyuzwojeniowej byłoby nieosiągalne. Wobec tego zastosowano między uzwojeniami układ 2 tulei izolacyjnych oraz klinów tak ustawionych, iż zawsze między GN i DN występuje przynajmniej jeden odstęp powietrzny wynoszący 5 mm . Wobec ugięcia tulei należy liczyć się ze zmniejszeniem tego odstępu do 4 mm . Teraz natężenie pola w powietrzu wyniesie

$$K = \frac{U}{\frac{\delta - 0,4}{\epsilon} + 0,4}.$$

Ażeby ograniczyć K do 20 kV/cm , należy zastosować przy $U = 15\text{ kV}$, $\epsilon = 5$ szczelinę $\delta > 2\text{ cm}$.

Rys. 1. Rysunek zestawieniowy transformatora zwarcowego

- 1 — płyty łączeniowe DN
- 2 — miedziane drągi wsporcze
- 3 — wazy łączące blachę wyrównawczą z drągami wsporczymi
- 4 — uzwojenie regulacyjne GN
- 5 — tablice łączeniowe GN
- 6 — jarmowe konstrukcje prasujące
- 7 — sworznie ściągające półki konstrukcji prasujących

(c) Widok od strony tablicy łączeniowej GN

Zdecydowano zastosować układ ze szczeliną $\delta = 2,5$ cm licząc się z niejednostajnością rozkładu pola. Pomiar wykonany w układzie zbliżonym do omawianego wykazał zjawisko świetlenia rzeczywiście dopiero przy napięciu nieco wyższym niż 15 kV.

Celem złagodzenia niejednostajności pola na brzegach zastosowano na krańcach uzwojeń rozcięte pierścienie ekranujące. Pierścienie te grają jednocześnie rolę w układzie prasującym zapewniając równomierny rozkład nacisku na uzwojenie.

Układ izolacyjny między uzwojeniem GN i uzwojeniem regulacyjnym — wobec rozdzielania uzwojeń na 2 kolumny — jest łatwiejszy, gdyż otrzymuje napięcie ok. 2 razy mniejsze niż napięcie między GN i DN.

Aby poprawić jakość izolacji oraz wypełnić drobne szczelinki powietrzne, nasycano parokrotnie lakierem uzwojenia kompletnie nawinięte, wysuszone i sprasowane. Nasycenie wykonano przez zanurzenie sprasowanych gorących uzwojeń w lakierze na przeciąg kilkunastu godzin, a następnie susze-

108 mm). Poziom ten wyrównuje się za pomocą spiralnego mosiężnego pierścienia prasującego, połączonego elektrycznie z pierwszym zwojem.

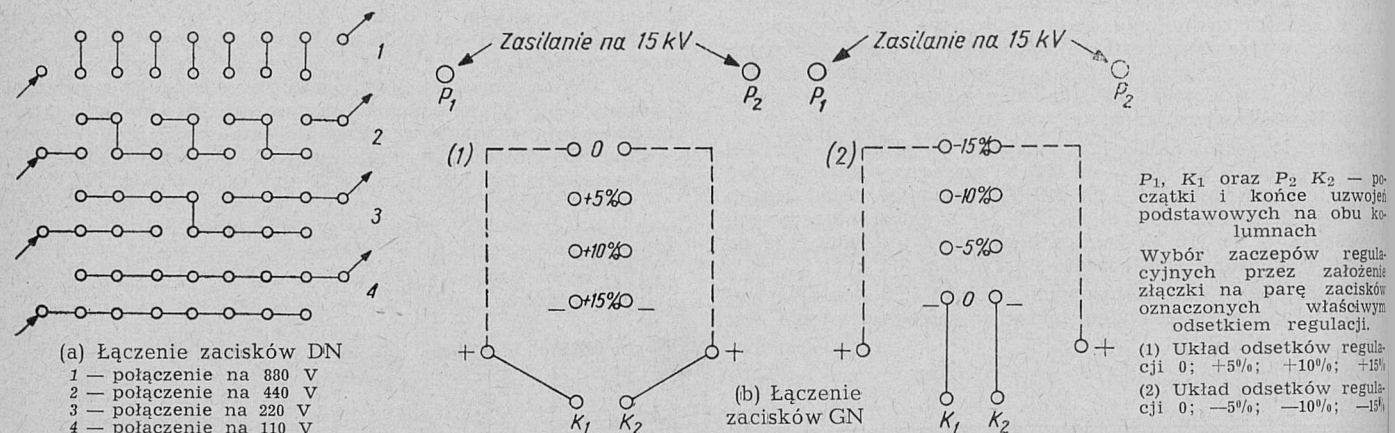
Występuje tutaj zagadnienie, jak liczyć rozproszeniową wysokość uzwojenia, gdyż wysokość spirali h_2 oraz rzeczywista wysokość 7 zwojów DN h_1 różnią się o $\sim 14\%$ (rys. 2). W takim przypadku, jak wykazują pomiary, należy uważać

h_1 — za wysokość rozproszeniową lub obliczeniową,

h_2 — za wysokość konstrukcyjną.

Aby otrzymać możliwie dobrą kompensację amperozwojów należy wysokość rozproszeniową h_1 wybrać równą wysokości uzwojenia GN. Rozcinając uzwojenia wzdłuż tworzącej AE z rys. 2 i rozwijając je w płaszczyźnie otrzymujemy obraz przedstawiony na rys. 4. Prostokąt odpowiada tu uzwojeniu GN, równoległobok uzwojeniu DN, a linią kreskową zaznaczono pierścień wyrównawczy DN.

Wobec dużego skoku spirali DN powierzchnie obu uzwojeń nie mogą pokrywać się ściśle i dlatego można oczekiwać do-



Rys. 3. Sposoby łączenia zacisków na tablicach łączeniowych

nie w piecu. Próba gotowego transformatora napięciem obcym wykazała, że zjawisko świetlenia rozpoczyna się rzeczywiście dopiero powyżej napięcia znamionowego U_n . Przy pełnym napięciu probierczym $2 U_n + 1$ kV zjawisko ulotu było już bardzo silne. Biorąc pod uwagę, że podczas normalnej pracy napięcie względem ziemi nie przekracza w żadnym punkcie napięcia fazowego, można uznać, że nie ma niebezpieczeństwa niszczenia izolacji przez wyładowania świetlne.

4. Rozproszenie magnetyczne i napięcie zwarcia.

Aby uzyskać małą wartość napięcia zwarcia przy stosunkowo dużej szczelinie międzyuzwojeniowej ($\delta = 2,5$ cm), wykorzystano następujące środki:

- dobór odpowiednio dużego napięcia zwojowego,
- podział uzwojeń na 2 kolumny rdzenia,
- możliwe zmniejszenie dodatkowych napięć rozproszenia.

Wartość $\delta = 2,5$ cm, podział uzwojenia na 2 kolumny i konieczność zachowania proporcji konstrukcyjnych oraz całkowitej liczby zwojów po stronie DN podyktowały wartość napięcia zwojowego. Wypadło ono 15,7 V/zw, co dało 7 zw po stronie DN. Liczba 6 zwojów (18,3 V/zw) powodowałaby nieproporcjonalnie duży ciężar rdzenia w stosunku do ciężaru miedzi, natomiast wybór 8 zwojów (13,75 V/zw) stwarzałby zasadnicze trudności w uzyskaniu małego napięcia zwarcia. Jednakże nawet przy wybranych wartościach stosunek strat w miedzi do strat w żelazie jest mniejszy od 1, a obliczone napięcie zwarcia wypada nieco większe od wymaganego, mianowicie 3,14%, należy więc unikać dodatkowych rozprośnień magnetycznych.

Ograniczenie dodatkowego rozproszenia magnetycznego do minimum uzyskuje się przez zapewnienie przestrzennej symetrii amperozwojów, tj. jednakowej wysokości obliczeniowej obu uzwojeń, oraz przez kompensację strumienia wywołanego amperozwojami poosiowymi uzwojeń DN. Omówimy kolejno te sposoby.

Rys. 2 pozwala zauważyć, że wyprowadzenie pęku drutów należących do 4 równoległych gałęzi jednej kolumny powoduje znaczny skok spiralny poziomu zwoju krańcowego (ok.

datkowego rozproszenia nawet w przypadku $h_1 = h_{GN}$, co nieczynie jest więc stworzenie takiego układu wyrównawczego który umożliwi stłumienie dodatkowego strumienia rozproszeniowego. Możliwość taka daje otaczająca rdzeń miedzianną blachą wyrównawczą, rozcięta wzdłuż tworzącej, aby nie powstał zwarty zwoj.

Pozostaje jeszcze dodatkowe napięcie rozproszenia powodowane przez przepływ poosiowy prądu. Rozpatrując rys. 1 możemy stwierdzić, że prąd wtórny płynie w uzwojeniu wzdłuż kolumny od jej górnego końca do dolnego końca, a zatem oprócz amperozwojów otaczających kolumnę powstają amperozwoje od zastępczego jednego zwoju jak na rys. 5b (przy prądzie znamionowym wynoszą one 4545 Az). Amperozwoje te wzbudzają dodatkowy poprzeczny strumień rozproszenia Φ_{dp} , który wytwarza w zastępczym zwoju dodatkową SEM rozproszenia. Aby stłumić co najmniej częściowo strumień dodatkowy, utworzono kompensujący zwarty zwoj, przedstawiony na rys. 5b linią przerywaną. Składa się on ze wspomnianych już blachy wyrównawczej i połączonych z nią wąsami miedzianych drągów wsporczych (rys. 1). Jak wykazał pomiar w stacji probierczej, w zwoju wyrównawczym płynie prąd ok. 1350 A (30% I_n), kompensuje on więc jedynie ok. 30% Φ_{dp} , obniżając napięcie zwarcia z 3,40% na 3,28%.

Napięcie zwarcia obliczone zwykłym sposobem, przy użyciu współczynnika 8,4 oraz współczynnika Rogowskiego, wypadło 3,14%. Różnica między obliczeniem a pomiarem wynosi więc jedynie 4,5%. Można zatem uznać, że środki przedsięwzięte celem ograniczenia dodatkowych napięć rozproszenia są dostatecznie skuteczne.

5. Siły elektrodynamiczne podczas zwarcia.

Zwarcie krótkotrwałe po stronie wtórnej jest w przypadku transformatora zwiarcia formą jego normalnej pracy. Należy więc tak zaprojektować mocowania uzwojeń, aby transformator był całkowicie odporny na częste zwarcia.

Maksymalna wartość siły występuje jednocześnie z maksymalną wartością prądu, tj. z prądem udarowym. Prąd udarowy wtórny przy zwarcu na zaciskach wtórnych 110 V można obliczyć według wzoru

$$(1) \quad i_{zu} = k_u \sqrt{2} I_{z \text{ okr}} = k_u \sqrt{2} I_n \cdot \frac{100 \%}{u_z \%} =$$

$$= k_u \sqrt{2} \cdot 138500 \quad (A),$$

gdzie k_u — stosunek prądu udarowego do amplitudy składowej okresowej prądu zwarciaowego,

$I_{z \text{ okr}}$ — wartość skuteczna składowej okresowej prądu zwarciaowego,

u_z — napięcie zwarcia w procentach,

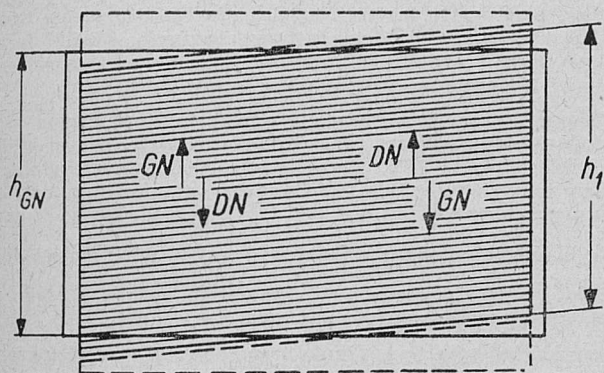
I_n — prąd znamionowy.

Maksymalna wartość k_u wynosi:

$$(2) \quad k_{u \text{ max}} = 1 + e^{-\frac{R_z}{X_z} \pi},$$

gdzie R_z , X_z — oporność czynna wypadkowa uzwojeń oraz oporność indukcyjna rozproszeniowa.

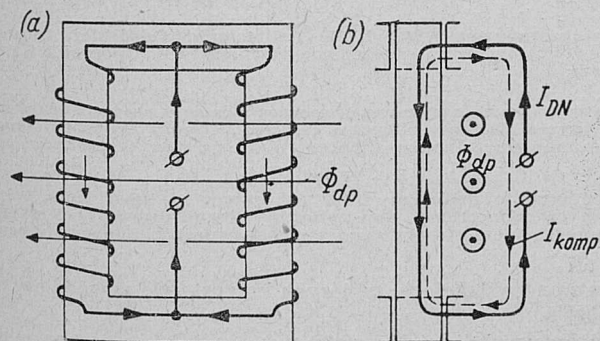
W naszym przypadku podstawienie odpowiednich wartości liczbowych daje $k_{u \text{ max}} = 1,63$, a maksymalny możliwy prąd



Rys. 4. Rozwinięcie uzwojeń na płaszczyźnie
Prostokąt o wysokości h_{GN} — uzwojenie GN
Zakreskowany równoległobok — uzwojenie DN
Linia przerywana — pierścień wyrównawczy DN

udarowy wypadka 305 kA po stronie 110 V. Wartość skuteczna ustalonego prądu zwarcia wynosi 138,5 kA. Jako podstawę do obliczeń mechanicznych przyjmujemy wartość 305 kA, jakkolwiek oporność sieci zasilającej lub oporności wewnętrzne generatora pozwalałyby może na zmniejszenie tej liczby.

Obliczeniowa wysokość uzwojenia DN jest $h_1 = 758$ mm. Obliczeniowa wysokość uzwojenia GN po uwzględnieniu rozrzedzeń końcowych (cewki z izolacją wzmocnioną) $h_{GN} = 762$ mm. Różnica tych wartości wynosi ok. 0,5%, co wobec niedokładności montażowych rzędu 2% można uznać za wynik pomijalnie mały. Do obliczenia sił osiowych przyjmujemy maksymalne powstałe przy montażu przesunięcia osiowe obu



Rys. 5. Zasada kompensacji dodatkowego rozproszenia uzwojenia DN

(a) — przebieg prądu oraz przebieg linii indukcji dodatkowego strumienia poprzecznego Φ_{dp}
(b) — dodatkowy zwoj zastępczy uzwojenia DN oraz kompensujący zwoj zwarty

uzwojeń, oceniane w najgorszym przypadku na 2,5% wysokości uzwojenia, tj. 19 mm. Takie założenie zawiera zapewne znaczną rezerwę.

Całkowite parcie promieniowe na uzwojenie można obliczyć według wzoru

$$(3) \quad F_{pr} = 6,4 \cdot 10^{-8} \cdot \frac{(i_{zu} \cdot z)^2}{h} \cdot l_{sr} \quad (kG),$$

gdzie z — liczba zwojów,

h — wysokość uzwojeń,

l_{sr} — średni obwód uzwojeń.

W naszym przypadku parcie całkowite wypadka ok. 125 ton w każdej kolumnie, a naprężenia rozciągające (dla GN) lub ściskające (dla DN) w przewodach wynoszą jedynie ok. 200 kG/cm².

Maksymalną siłę poosiową F_o można obliczyć według uproszczonego wzoru, który daje raczej znaczny zapas bezpieczeństwa

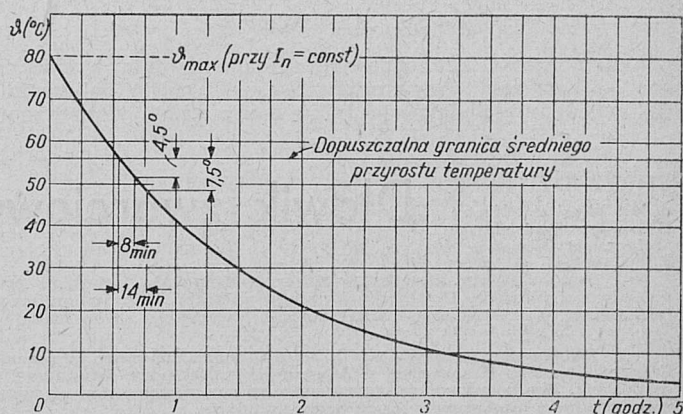
$$(4) \quad F_o = 1,7 \cdot \frac{m}{h} \cdot F_{pr},$$

gdzie h — wysokość uzwojeń równa 760 mm,

m — przesunięcie osiowe uzwojeń, przyjęte jako 19 mm.

F_o wynosi zaledwie 5,3 t, co dla obu kolumn daje ok. 10,6 t. Przy takiej sile sworznie ściągające konstrukcji prasującej nie powinny wydłużać się sprężyste w takim stopniu, by powstawały ruchy uzwojeń mogące powodować pękanie skleionej lakierem izolacji. Przyjmuje się, że wydłużenie powinno być mniejsze niż 0,1 mm, co przy sworzniach stalowych długości ok. 1 m ogranicza naprężenia do ~ 200 kG/cm². Aby spełnić ten warunek stosuje się sworznie M 36.

W obliczeniach śrub spychowych oraz przekładek izolacyjnych preszpanowych należy jednak przyjąć siłę kilkakrotnie większą. Wynika to z działania sił dodatkowych, charakterystycznych dla tego typu uzwojeń, a powodujących znaczną nierównomierność naprężeń elektrodynamicznych wzdłuż obwodu uzwojeń. Na rys. 4 są przedstawione kierunki działania tych sił dodatkowych osiowych na obie połowki uzwojenia DN oraz uzwojenia GN. Para sił w jednym uzwojeniu usiłuje skrócić to uzwojenie. Obydwie pary sił, w uzwojeniach DN i GN, dążą do zwiększenia istniejącej już naturalnej asymetrii, która wynika z wielokrotnego skoku zwoju DN. Działaniu skręcającemu przeciwstawiają się zamocowania uzwojeń na kolumnie, siły przyciągania drutów jednego uzwojenia oraz



Rys. 6. Krzywa stygnięcia uzwojeń transformatora i wyznaczanie najkrótszych czasów stygnięcia

konstrukcje prasujące, w których wynika stąd nierównomierność rozkładu naprężeń wzdłuż obwodu.

Składową takiej pary sił można obliczyć według wzoru (4) podstawiając zamiast wymiaru m połowę całkowitego skoku spirali h_2 — h_1 (rys. 2), czyli średnią wartość przesunięcia osiowego między uzwojeniami dla połowy obwodu, a zamiast F_{pr} połowę całkowitego parcia promieniowego. Otrzymuje się w ten sposób parę sił 7,6 t w jednej kolumnie. Biorąc pod uwagę sztywność zamocowania uzwojeń na kolumnie oraz wyrównujące działanie pierścieni krańcowych, umieszczonych na uzwojeniach pod urządzeniem spychowym, przyjmuje się w obliczeniu śrub spychowych siły dwukrotnie większe, niż wynikałoby z równomiernego rozłożenia siły osiowej F_o .

6. Nagrzewanie transformatora w próbach zwarciovych.

Podczas próby zwarciovej przepływ prądu trwa bardzo krótko. Znacznie dłuższa jest przerwa bezprądowa, a przeważnie zarazem i beznapięciowa, między zwarciami. Dlatego w cyklach nagrzewania i stygnięcia główną rolę odgrywa miedź uzwojeń. Nagrzewania rdzenia można tu nie brać pod uwagę. Problem cieplny transformatora zwarciowego rozpatruje się w sposób uproszczony, oświetlający jednak dostatecznie istotę zjawiska.

Charakterystyki nagrzewania się i stygnięcia uzwojeń można wyznaczyć korzystając ze wzorów:

$$(5) \quad T = \frac{G \cdot c}{S \cdot \alpha},$$

na ustalony przyrost temperatury (w °C)

$$(6) \quad \vartheta_{\max} = \frac{\Delta P_{\text{Cu}}}{S \cdot \alpha} = \frac{\Delta P_{\text{Cu}}}{G \cdot c} \cdot T,$$

na charakterystykę wartości chwilowej przyrostu temperatury przy nagrzewaniu

$$(7) \quad \vartheta = \vartheta_{\max} (1 - e^{-\frac{t}{T}}),$$

lub w przybliżeniu dla bardzo małych czasów w porównaniu ze stałą T

$$(8) \quad \vartheta = \vartheta_{\max} \cdot \frac{t}{T} = \frac{\Delta P_{\text{Cu}}}{G \cdot c} \cdot t,$$

oraz na charakterystykę wartości chwilowej przyrostu temperatury przy stygnięciu od wartości początkowej ϑ_0

$$(9) \quad \vartheta = \vartheta_0 e^{-\frac{t}{T}},$$

gdzie G — ciężar miedzi uzwojeń (kg),
 c — ciepło właściwe miedzi (W·s/kg·°C),
 S — zastępcza powierzchnia chłodzenia uzwojeń (m²),
 α — zastępczy współczynnik oddawania ciepła (W/m²·°C),

ΔP_{Cu} — straty w uzwojeniach (W),
 t — czas (s)

W naszym przypadku same uzwojenia (bez wyprowadzeń) mają $G = 570$ kg, $c = 390$ Ws/kg·°C. Iloczyn

$$S \cdot \alpha = S_{\text{pr}} \cdot \alpha_{\text{pr}} + S_{\text{kon}} \cdot \alpha_{\text{kon}},$$

przy czym indeks „pr” odpowiada promieniowaniu, a indeks „kon” — konwencji. Powierzchnia $S_{\text{pr}} = 2,2$ m². W obliczeniu S_{kon} należy uwzględnić nie tylko powierzchnię zewnętrzną

uzwojeń, lecz również działanie chłodzące szczelin między uzwojeniami i rdzenia, który sam nie nagrzewa się, działa natomiast jak radiator wyprowadzający ciepło, z uzwojeń na zewnątrz. Całość dodatkowego działania chłodzącego można ocenić jako równoważnik 50% zasadniczej powierzchni konwekcyjnej, która wynosi ok. 2,7 m². Cała zastępcza powierzchnia konwekcyjna wynosi więc ok. 4,05 m². Dla transformatora suchego pokrytego czarnym lakierem można przyjąć $\alpha_{\text{pr}} = 6$ W/m²·°C oraz $\alpha_{\text{kon}} = 7$ W/m²·°C, co daje ostatecznie $S \cdot \alpha = 41,6$ W/°C. Ciepła stała czasowa uzwojeń wypada według wzoru (5) $T = 5350$ s $\approx 1,5$ godz.

Rys. 6 przedstawia krzywą stygnięcia uzwojeń począwszy od $\vartheta_0 = 80^\circ\text{C}$. Ta wartość początkowa odpowiada przyrostowi ustalonymu $\vartheta_{\max}$ według wzoru (6) przy obciążeniu prądem znamionowym. Nagrzewanie krótkotrwałe prądem zwarciovym obliczamy według wzoru (8). Biorąc w rachubę największy możliwy prąd zwarciovy występujący przy zwarciu w zaciskach wtórnych transformatora i sztywnym napięciu pierwotnym, otrzymujemy zależność powiększającego się przyrostu temperatury

$$(10) \quad \vartheta \approx 15 t.$$

Według tego wzoru można określać nie tylko przyrost temperatury w stosunku do temperatury otoczenia, równej temperaturze początkowej transformatora, lecz również w stosunku do innej temperatury początkowej uzwojeń.

Temperatura punktu gorącego uzwojeń, którą można uznać za dopuszczalną podczas pracy transformatora, wynosi według teorii Montsingera 95°C . Przy średniej temperaturze otoczenia w hali laboratoryjnej ok. 20°C można przyjąć przyrost temperatury punktu gorącego $\vartheta_{\text{pg}} = 75^\circ\text{C}$. Zakładając, że w uzwojeniu chłodzonym przez powietrze $\frac{\vartheta_{\text{sr}}}{\vartheta_{\text{pg}}} = 0,75$, można dopuścić $\vartheta_{\text{sr}} = 56^\circ\text{C}$; wartość tę zaznaczono na rys. 6, jako poziom, którego nie należy przekraczać.

Przy krańcowym wyzyskaniu transformatora w wielokrotnych powtarzanych próbach zwarciovych wzrost temperatury w czasie zwarcia i spadek w okresie stygnięcia powinny być równoważne. Twierdzenie to pozwala znaleźć minimalny okres stygnięcia t_{st} , odpowiadający czasowi zwarcia t_z . Na przykład podczas zwarcia trwającego $t_z = 0,3$ s przyrost temperatury wynosi $\Delta\vartheta \approx 4,5^\circ\text{C}$; czas stygnięcia o $4,5^\circ\text{C}$ od stanu początkowego 56°C wynosi według rys. 6 $t_{\text{st}} = 8$ minut. Dla $t_z = 0,5$ s, czas t_{st} wypada 14 minut. Są to minimalne przerwy przy wielokrotnym powtarzaniu zważyć — po licznych próbach. Natomiast na początku serii prób można powtarzać zwarcia bez przerwy. Na przykład czas $t_z = 0,3$ s pozwala na wykonanie pierwszych 12 zważyć bezpośrednio jedno po drugim, gdyż wtedy osiągnięta temperatura ok. 55°C , uznana wyżej za dopuszczalną. Dalejsze zwarcia muszą już następować z właściwymi przerwami.

HENRYK DZIERŻEK

Katedra Wysokich Napięć
i Przyrządów Rozdzielczych
Politechniki Gdańskiej

Dławik zwarciovy na 15 kV

621.316.935:621.3.027.6:378.962:943.

Treść. Opis dławika wielozaczepowego do regulacji prądów w zwarciowni KWN i PR Politechniki Gdańskiej. Główne właściwości dławika. Uzwojenie i układy połączeń. Nierównomierny rozpył prądów przy połączeniach równoległych. Oporności i stałe czasowe L/R . Izolacja. Wytrzymałość zwarciova. Konstrukcja wsporcza.

Реактивные катушки для 15 кв в станции коротких замыканий. Описание катушек для регулировки токов в станции коротких замыканий. Кафедры Высших Напряжений и Электрических Аппаратов Гданского Политехнического Института. Главные свойства катушек. Обмотка и схема соединений. Неравномерное распределение тока при параллельном соединении. Сопротивления и постоянные времени L/R . Изоляция. Устойчивость при токах короткого замыкания. Конструкция крепления.

A 15 kV Short-circuit Reactor. A multitap reactor for current control used in the short-circuit laboratory of the Gdańsk Polytechnic Institute. Principal features of the reactor. Windings and diagram of connections. Non-uniform current distribution in parallel connections. Reactances and time constants L/R . Insulation. Electromechanical strength and thermal capacity. Supporting construction.

1. Główne właściwości.

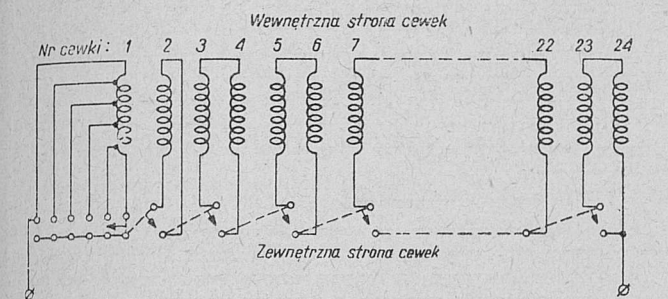
Jedną z głównych i najbardziej charakterystycznych części zwarciowni Katedry Wysokich Napięć i Przyrządów Rozdzielczych Politechniki Gdańskiej jest dławik zwarciovy jednofazowy wielozaczepowy na napięcie 15 kV. Pracuje on po stronie pierwotnej transformatora zwarciowego i służy do regulacji prądów zwarciovych przez przełączanie zaczepów.

Dławik ma 12 zaczepów do regulacji grubej oraz 5 zaczepów do regulacji drobnej. Dają one 144 stopnie regulacyjne, które wypełniają dość równomiernie wymagany obszar prób zwarciovych. Regulacja prądów po stronie 15 kV może odbywać się od 30 A do około 750 A średnio co 5%; przy większych prądach skoki wypadają większe. Wszystkie możliwości są

zestawione w tabelach, z których korzysta się wygodnie w czasie prób.

Ażeby uzyskać wielką stałą czasową L/R , wymaganą w niektórych badaniach zwarciovych, i pomimo to pozostać przy niezbyt wielkich wymiarach dławika, stosuje się w opisanej konstrukcji izolację międzycewkową z papieru bakelizowanego. W porównaniu z większością rozwiązań dławików przeciwzwarciovych o izolacji międzycewkowej powietrznej uzyskuje się w ten sposób znacznie mniejsze odstępstwa między cewkami, silniejsze sprzężenie między cewkami i dzięki temu większą indukcyjność wypadkową przy tej samej liczbie cewek i przy podobnej oporności czynnej, a zarazem mniejszą długość osiową.

Krażki międzycewkowe z papieru bakelizowanego utrudniałyby znacznie chłodzenie, gdyby oś uzwojenia była pionowa, jak w przeważających rozwiązaniach dławików przeciw-

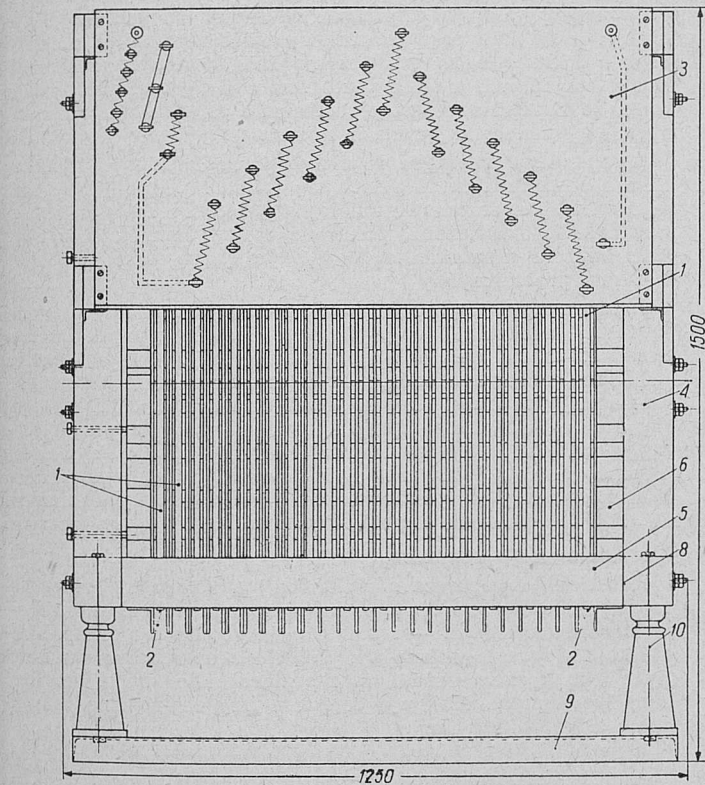


Rys. 1. Schemat dławika wielozaczepowego na 15 kV do zespołu zwarciovego

zwarciovych. Dlatego stosuje się w dławiku gdańskim układ z osią poziomą, znacznie lepszy do chłodzenia, ale przedstawiający większe trudności konstrukcyjne.

2. Uzwojenie i układy połączeń.

Uzwojenie składa się z 24 cewek płaskich po 100 zwojów z płaskiej miedzi o przekroju 1,2 mm × 12 mm. Średnica wewnętrzna cewki wynosi 400 mm, zewnętrzna średnio 850 mm.



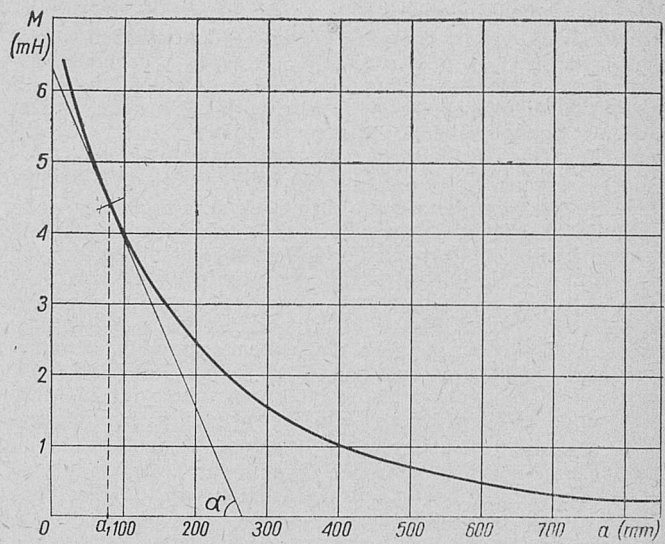
Rys. 2. Rysunek dławika wielozaczepowego na 15 kV

1 — cewki	5 — rura z papieru bakelizowanego	8 — połączenie cierne
2 — płyty izolacyjne międzycewkowe	6 — podkład dystansowy	9 — podstawa z ceownika
3 — tablica zaciskowa	7 — śruby ściskające uzwojenie	10 — izolator R 20
4 — rama drewniana		

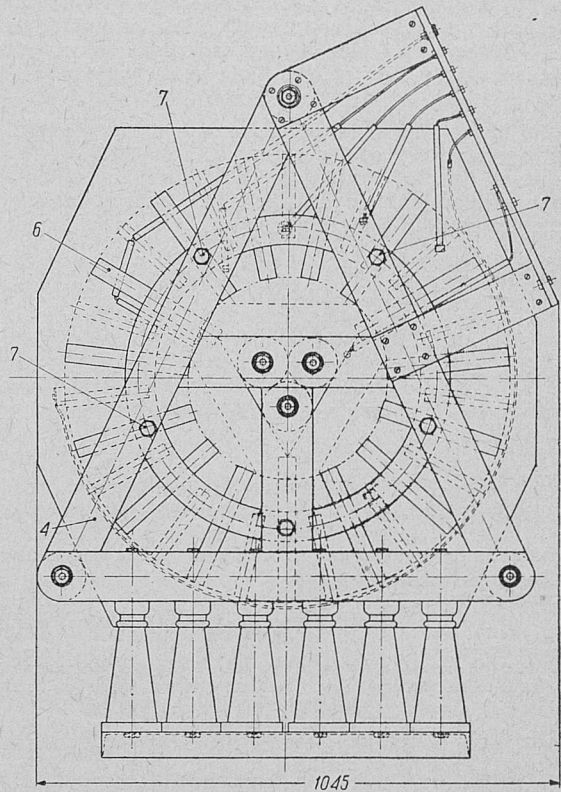
Izolację międzyzwojową stanowi pas azbestu o grubości 1 mm. Całość jest obficie sklejana lakierem piecowym. Końce cewki są mocno uchwycone w zaciskach krańcowych.

Większość cewek, mianowicie 22, tworzy 11 par; połączenie szeregowo pary jest wykonane wewnątrz dławika. Pozostałe 2 cewki na jednym końcu uzwojenia nie mają takiego połączenia. Skrajna z nich ma 4 zacze- py pośrednie do regulacji drobnej.

Kolejne cewki są ułożone z przeciwnymi kierunkami nawinięcia (rys. 1). Sposób ten pozwala dogodnie łączyć cewki w pary na końcach wewnętrznych i wykonywać odejścia zacze- powe z zewnętrznych zakończeń. Jedyne cewki druga i trzecia — następujące po pierwszej cewce z drobnymi zacze-



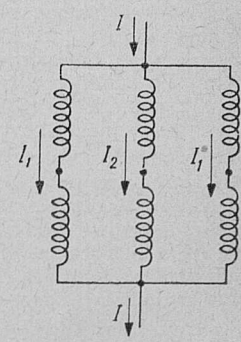
Rys. 3. Charakterystyka indukcyjności wzajemnej M w funkcji odległości między dwiema cewkami a (kąt $\alpha = \frac{dM}{da}$ dla odległości a_1)



pami — mają zgodne kierunki nawinięcia (rys. 1), co ułatwia rozwiązanie tablicy zaciskowej.

Wyprowadzenia cewek są zebrane na tablicy zaciskowej, na której dokonuje się przełączeń regulacyjnych. Przewody biegnące od cewek do tablicy są prowadzone w taki sposób, że siły elektrodynamiczne przyciągają przewody do uzwojenia (rys. 2).

Układ tablicy pozwala łączyć pary cewek w zespoły szeregowo, równoległe lub mieszane. Ażeby oświetlić kwestię oporności oraz rozplywu prą-



Rys. 4. Połączenie równoległe trzech par cewek dławikowych

$I_1 = 0,47 I$
 $I_2 = 0,06 I$

dów przy różnych systemach łączenia, określono drogą pomiarów mostkowych charakterystykę indukcyjności wzajemnej M między dwiema cewkami, którymi rozporządzano już w czasie projektowania, w funkcji ich odległości a . Rys. 3 przedstawia tę charakterystykę. Posługując się tymi wartościami M przeprowadzono obliczenia indukcyjności wypadkowej i rozprawy prądu w różnych układach połączeń.

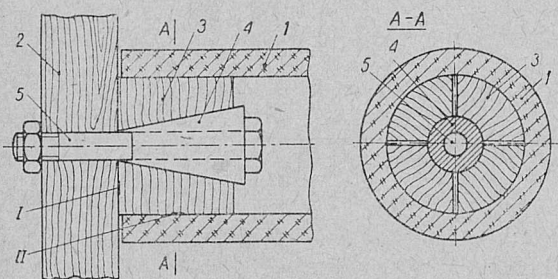
Okazało się, że przy połączeniach równoległych prąd jest wypierany w znacznym stopniu do cewek skrajnych z powodu większych indukcyjności wzajemnych sumarycznych dla cewek środkowych. Na przykład w układzie równoległym trzech par cewek (rys. 4) parami skrajnymi płynie po 47%, a parą środkową tylko 6% całkowitego prądu. Połączenia mieszane dają podobne wyniki. Natomiast w układzie szeregowym różnice sprężen powodują tylko nierównomierny podział napięcia między cewki. Niemniej jednak cenna jest możliwość wykonywania różnych rodzajów połączeń, ponieważ niektóre układy mogą dawać większe stałe czasowe L/R niż układ szeregowy przy tej samej oporności pozornej.

Największą wartość oporności indukcyjnej otrzymuje się przy połączeniu szeregowym wszystkich cewek. Wynosi ona 500 omów, gdy oporność czynna wynosi przy prądzie zmiennym 11,8 oma, a przy prądzie stałym — 6 omów. Zwiększenie oporności przy prądzie zmiennym jest spowodowane dodatkowymi stratami w miedzi. Stała czasowa L/R wypada dla całego dławika 0,135 s.

Kiedy wyłącza się kolejne cewki, ażeby uzyskać zwiększenie prądu zwarcia, stała L/R maleje. Najmniejsza stosowana oporność indukcyjna — przy 2 cewkach połączonych w szereg — wynosi 8,63 oma, oporność czynna przy prądzie zmiennym jest wtedy 0,63 oma, a stała czasu 0,044 s.

3. Izolacja.

Odległości izolacyjne w powietrzu określono przyjmując jako podstawę przepisowy odstęp na napięcie znamionowe 15 kV. Dla mniejszych napięć częściowych obliczono odległości zmniejszone proporcjonalnie do napięcia. Odstępy izolacyjne po powierzchni papieru bakelizowanego obliczono w podobny



Rys. 5. Połączenie cienne rur z ramami bocznymi dławika

- 1 — rura z papieru bakelizowanego
- 2 — rama drewniana
- 3 — pierścień dociskowy drewniany, rozcięty na 4 części
- 4 — stożek metalowy
- 5 — śruba ściskająca
- I — powierzchnia przenosząca tarciowo siłę ścinającą połączenie
- II — powierzchnia przenosząca tarciowo siłę rozrywającą połączenie

sposób, lecz nieco ostrzejszy, żądając dla całkowitego napięcia przepisowej odległości na 20 kV.

Jeżeli w dławiku pracuje tylko niewielka liczba cewek szeregowo — na stosunkowo niewielką indukcyjność, to izolacja międzycewkowa jest narażona na wyższe napięcia częściowe niż w przypadku szeregowej współpracy liczniejszych cewek. Dlatego pierwszych osiem cewek zaopatrzoneo w podwójne płyty z papieru bakelizowanego o grubości 5 mm. Następne cewki mają już tylko po jednej takiej płycie.

Płyty wystają znacznie poza cewki zapewniając większy odstęp izolacyjny w powietrzu po powierzchni papieru bakelizowanego. Między cewkami są oprócz płyt izolacyjnych również dystansowe przekładki z papieru bakelizowanego, które ułatwiają chłodzenie. Przekładki te są wyłożone od strony cewek paskami azbestu, który stanowi izolację cieplną dla papieru bakelizowanego od strony cewki. Jest on przyklejony do cewki wraz z przekładką lakierem izolacyjnym.

W czasie projektowania dławika wykonano model dwóch cewek z uwarstwionym układem izolacyjnym i poddano go próbom napięciowym. Doprowadzono napięcie 20 kVsk na czas 1 minuty. Układ wytrzymał to napięcie, ale wystąpiły silne wyładowania niezupełne w warstwach powietrza.

Już nieco powyżej 6 kVsk można było spostrzec początek lekkiego świecenia na włóknach azbestu. Drogą prób ustalono, że napięcie początkowe wyładowań niezupełnych wzrasta, jeśli zastosować paski azbestu węższe od przekładek z papieru bakelizowanego. Wobec tego zastosowano w dławiku węższe paski azbestu. Według obliczeń najwyższe napięcie między dwiema cewkami w pracy normalnej wynosi 5,5 kV, jest więc niższe od napięcia początkowego wyładowań i nie ma niebezpieczeństwa niszczenia izolacji przez wyładowania; również krótki czas trwania prób zwarciaowych łagodzi to niebezpieczeństwo.

4. Wytrzymałość zwarciaowa.

Wytrzymałość dynamiczną uzwojenia obliczono nie tylko dla najostrejszych prawidłowych warunków probierczych, tj. dla przypadku zwarcia za transformator wielokoprawowy, lecz również dla nienormalnego zwarcia za dławikiem, a przed transformatorem, przy uszkodzeniu izolacji w urządzeniu probierczym. W obliczeniach sił przyciągania między dwiema cewkami z prądem i stosowano znany wzór:

$$F = 10,2 i^2 \frac{dM}{da} \quad (\text{kG, A, H/cm}),$$

gdzie dM/da jest pochodną indukcyjności wzajemnej względem odległości między cewkami dla danej odległości a . Wartość dM/da określono z charakterystyki $M = f(a)$ przedstawionej na rys. 3.

Obliczenia wskazują, że największe siły elektrodynamiczne występują przy współpracy dwu cewek na pełne napięcie 15 kV. Wówczas prąd zwarciaowy udarowy osiąga wartość 4,8 kA, a maksymalna siła przyciągania cewek wypada około 90 000 kG. Dławik ma tak gęsto rozłożone przekładki dystansowe, że zapewnione jest przeniesienie tej siły bez nadmiernych naprężeń zginających w miedzi.

Jako końcowy stopień regulacji przed zupełnym wyłączeniem z obwodu dławika zaleca się dwie cewki połączone szeregowo. Dalsze stopniowe zmniejszanie liczby zwojów w dławiku nie jest wskazane, ponieważ dławik może nie wytrzymać zwarcia nienormalnego, występującego przed transformatorem probierczym.

Wytrzymałość cieplna jednosekundowa obliczona z przekroju taśmy miedzianej w pojedynczej cewce wynosi 2,6 kA. Czas trwania prawidłowej próby o największym prądzie 750 A nie może przekroczyć 12 s. W przypadku zwarcia nienormalnego za dławikiem, a przed transformatorem największy prąd w dławiku — przy 2 cewkach połączonych w szereg — wynosi 1,73 kA_{sk}. Aby nie przekroczyć wytrzymałości cieplnej należy ograniczać czas trwania zwarcia do 2,25 s. Warunek ten jest spełniony, ponieważ zwarcia nienormalne są usuwane przez zabezpieczenia nadprądowe bezwzględnie.

5. Konstrukcja wsporcza.

Konstrukcja wsporcza dławika nie ma większych części metalowych, które mogłyby psuć wytrzymałość elektryczną — w kierunku osiowym — i powodować dodatkowe straty. Konstrukcja wsporcza składa się głównie z dwóch ram drewnianych (rys. 2) oraz sześciu rur z papieru bakelizowanego. Trzy rury wewnętrzne dźwigają cewki, a trzy zewnętrzne usztywniają całość konstrukcji.

Rury są łączone z ramami przy pomocy uchwytów śrubowociernych. Połączenie takie przedstawione jest na rys. 5. Częścią cierną jest pierścień drewniany 3 podzielony na cztery wycinki; pierścień ten jest dociskany do rury 1 i do ramy 2 śrubą 5 za pośrednictwem stożka metalowego 4. Naciąg śruby wynosi około 900 kG.

Połączenia te pracują w rurach środkowych nie tylko na rozciąganie, lecz również na ścinanie wskutek działania ciężaru uzwojenia. Obie siły są przenoszone przez tarcie na powierzchniach I i II. Wytrzymałość na rozzerwanie jednego połączenia obliczona i sprawdzona doświadczalnie wynosi około 1000 kG.

Cały układ cewek jest ściśnięty osiowo — między opisanymi ramami drewnianymi — siłą około 1000 kG. Do tego celu służy pięć śrub oraz dwa podkłady dystansowe. Docisnięcie odbywa się kosztem rozciągania rur z papieru bakelizowanego. Zawieszenie cewek na rurach środkowych jest wykonane za pomocą belek z papieru bakelizowanego, dopasowanych do wewnętrznej średnicy cewki.

Całość jest ustawiona na 12 izolatorach wsporczych, przykręconych do wspólnej podstawy z ceownika.

WOJCIECH WINIARSKI
HENRYK DZIERŻEK
Katedra Wysokich Napięć
i Prządów Rozdzielczych
Politechniki Gdańskiej

Urządzenia rozdzielcze, sterownicze i pomiarowe oraz organizacja pracy zwarciowni KWN i PR Politechniki Gdańskiej

[621.317.2:621.3.064.1:378.962:943.12]

Treść. Warunki zasilania zwarciowni, współpraca z siecią i zabezpieczenia sieciowe. Opis układu 15-kilowoltowego w zwarciowni — omówienie aparatów ze szczególnym uwzględnieniem załącznika. Zabezpieczenia, sterowanie i sygnalizacja; obszerniejszy opis nastawnika czasowego i pulpitu sterowniczego. Pomiar prądów zwarciowych; szersze omówienie transformatora prądowego specjalnego. Organizacja prób i doświadczenia.

Распределительные, управляющие и измерительные устройства и организация работ в станции коротких замыканий Кафедры Высших Напряжений и Аппаратов Гданского Политехнического Института. Питание станции, ее совместная работа с сетью и релейной защитой. Описание станционной установки 15 кв — аппаратуры и в особенности выключающих устройств. Защита, управление и сигнализация; импультатор времени и управляющий щит. Измерение токов короткого замыкания, описание специального измерительного трансформатора тока. Организация испытаний и приобретенный донные опыт.

Switchgear, Control and Measuring Equipment and the Organisation of Work in the Short-circuit Testing Station at the Gdańsk Polytechnic Institute. Conditions of feeding the short-circuit testing station; co-operation with and protection of the network. Description of the 15 kV installation at the short-circuit testing station; description of the apparatus with particular consideration of the circuit closer. Protection, control and signal devices. Time switch and control board. Measurement of short-circuit currents; description of a special current transformer. Organisation of tests and experiments.

1. Warunki zasilania.

Ustalając warunki zasilania z sieci 15-kilowoltowej kierowano się dwiema zasadami: 1) niezależność pracy zwarciowni od pory dnia i roku, 2) uniknięcie zbyt wielkich spadków napięciowych oraz poważnych zakłóceń w sieci energetycznej w czasie pracy zwarciowni. Wymaganiom tym odpowiada wybrany układ sieci zasilającej oraz system zabezpieczeń, który jest dostosowany zarówno do prawidłowych warunków probierczych, jak i do warunków nieprawidłowych, powstających w wypadku uszkodzenia urządzeń zwarciowni.

Układ sieci opracowany wspólnie z przedstawicielami energetyki jest przedstawiony na rys. 1. Kabel i sekcja szyn w sta-

dostosowano do zwarciowni przez zmianę transformatorów prądowych na przekładnię 300 A/5 A. Przekładnik jest nastawiony na prąd $2 I_n$ i czas 3 sek., a człon bezzwłoczny na $6 I_n$.

Dotychczasowa praktyka wykazuje, że taki układ sieci i zabezpieczeń pozwala na próby zwarciowe w dowolnej porze i niezależnie od obciążenia kabla I przez innych odbiorców. Po stronie 15 kV zwarciownia może pobierać prądy 250 A przez czas 5 sek. albo 400 A przez 1 sek. Przy czasach probierczych rzędu 0,1 sek. można dochodzić do prądów udarowych około 700 A bez wyłączenia w rozdzielni 3 oraz do ~ 1800 A z wyłączeniem zasilania w rozdzielni 3, ale bez wyłączenia w elektrowni 1. Górną granicę prądów 1- i 5-sekundowych podwyższy się w przyszłości oraz uniknie się wyłączenia wyłącznika pierwszego stopnia w próbach na czas 0,1 sek. prądami udarowymi od 700 A do 1800 A zastępując wyzwalacze pierwotne lepiej dobranym przekładnikiem.

W wypadku zwarcia nieprawidłowego, na przykład przy uszkodzeniu izolacji 15-kilowoltowej w zwarciowni, nastąpi bezzwłoczne wyłączenie wyłącznika w rozdzielni 3, jak również niewybiórcze wyłączenie kabla I w elektrowni 1. Zwarciownia nie stwarza dla sieci większego zagrożenia wypadkami tego rodzaju niż jakikolwiek inny odbiorca. Raczej możliwość nieprawidłowego zwarcia jest mniejsza, ponieważ zwarciownia ma bardzo staranną konserwację i podlega częstym próbom okresowym.

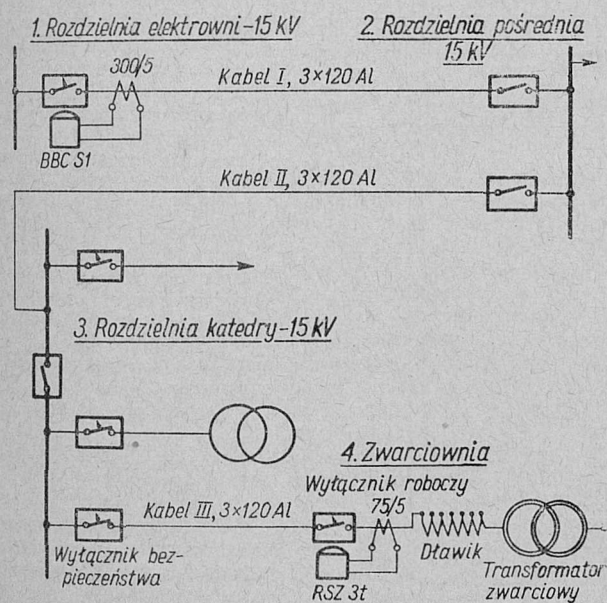
W dotychczasowej półtorarocznej pracy zwarciownia nie spowodowała ani jednego wypadku zakłócenia ruchu w sieci. Przed rozpoczęciem każdej serii prób kierownictwo zwarciowni uzyskuje zezwolenie Rejonowej Dyspozycji Ruchu i uzgadnia godzinę rozpoczęcia prób. Następnie melduje się również godzinę zakończenia prób.

2. Układ 15 kV w zwarciowni.

Wytrzymałość zwarciowa urządzeń 15-kilowoltowych w zwarciowni jest dostosowana do prądów trójfazowego zwarcia. Składowa okresowa początkowego prądu zwarciowego wynosi 6500 A, a prąd udarowy 14000 A.

Zespół zwarciowy jest zasilany z szyn rozdzielni 15-kilowoltowej (3 na rys. 1), mieszczącej się w piwnicy budynku katedry, przez odłącznik, wyłącznik olejowy i kabel $3 \times 120 \text{ mm}^2$ AKSftA. Wyłącznik jest produkcji krajowej, olejowy, na napięcie znamionowe izolacji 20 kV, z napędem silnikowym, który jest sterowany z pulpitu zwarciowni. Wyłącznik ten obsługuje tylko odejście zasilające zwarciownię i odgrywa rolę dodatkowego wyłącznika bezpieczeństwa za wyłącznikiem roboczym zwarciowni. Ponieważ wyłącznik olejowy jest dość kłopotliwy w konserwacji i niezupełnie pewny, przewiduje się jego wymianę na wyłącznik małoolejowy o większej mocy wyłączalnej.

Urządzenie 15-kilowoltowe w zwarciowni pokazane na rys. 2 mieści się w obudowie wykonanej z kształtowników stalowych i z siatki. Składa się ono obecnie z trójfazowego pola zasilania oraz z jednofazowego pola dławika i transformatora zwarciowego. W planowanej rozbudowie na zespół trójfazowy przewiduje się dodanie jeszcze dwóch pól dławikowo-transformatorowych. Wszystkie urządzenia na 15 kV w zwarciowni są bezolejowe, co przyjęto jako jeden z koniecznych warunków bezpieczeństwa. Opracowując projekt starano się uzyskać jak największą przejrzystość układu, ażeby kierownik prób



Rys. 1. Układ sieci zasilającej zwarciownię

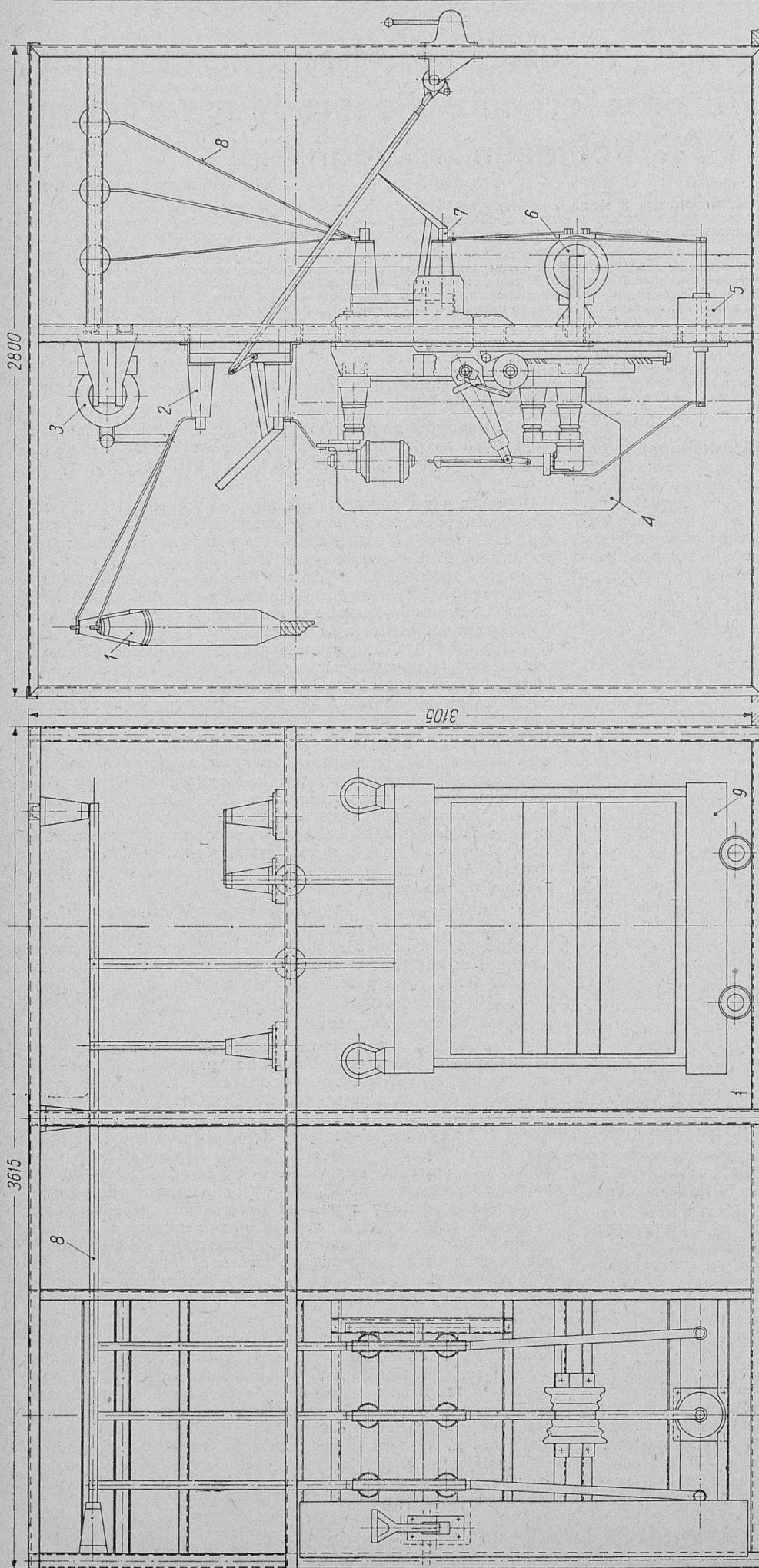
cji rozdzielczej pośredniej nie zasilają innych odbiorców wymagających szczególnej pewności ruchu. Układ ten obejmuje sieć wyłącznie kablową, a zatem nie wymaga ochrony odgromowej.

Przy stosowanych mocach zwarciowych wahania napięcia zasilania są niezbyt wielkie dzięki dwu okolicznościom:

1) moc zwarciowa na szynach zbiorczych elektrowni zasilającej przekracza co najmniej dziesięciokrotnie największą moc w próbach zwarciowych;

2) sumaryczna długość kabla zasilającego od elektrowni do zwarciowni wynosi około 5 km, jego oporność czynna jest około 1,25 omów, a oporność bierna 0,6 omów.

Układ zasilający od szyn elektrowni 1 do rozdzielni własnej 3 ma dwa stopnie zabezpieczeń nadprądowo-czasowych. Stopień pierwszy stanowią wyzwalacze pierwotne z czasem zależnym, nabadowane na wyłączniku odejściowym stacji 3. Wyzwalacze te mają prąd znamionowy 100 A, prąd nastawczy 200 A, prąd rozruchowy człon bezzwłoczny 700 A. Stopniem drugim są przekładniki nadmiarowo-czasowe z czasem niezależnym na odejściu kabla I z elektrowni 1. Zabezpieczenie to



Widok z boku (pole zasilania)

Widok z przodu (pierwszy plan)

Rys. 2. Urządzenie 15-kilowoltowe zwarciozni

1 — głowica kablowa (15 kV)
2 — odłącznik wejściowy
3 — transformator napięciowy
4 — wyłącznik roboczy
5 — transformator prądowy pomiarowy
6 — transformator prądowy zabezpieczeniowy
7 — załącznik
8 — układ szyn
9 — transformator zwarciozni (za nim dławik widoczny na rysunku)

1 — głowica kablowa (15 kV)
2 — odłącznik wejściowy
3 — transformator napięciowy
4 — wyłącznik roboczy
5 — transformator prądowy pomiarowy
6 — transformator prądowy zabezpieczeniowy
7 — załącznik
8 — układ szyn
9 — transformator zwarciozni (za nim dławik widoczny na rysunku)

mógł przeprowadzać dodatkową kontrolę wzrokową ze stanowiska przy pulpicie. Praktyka potwierdziła wielką celność tych założeń.

Głowica kabla 1 rys. jest umieszczona na ścianie i połączona z zaciskami odłącznika wejściowego 2. Jest to odłącznik normalnej produkcji krajowej na napięcie znamionowe 20 kV, na prąd znamionowy 400 A, z dobudowanym przełącznikiem sygnałowym. Przed odłącznikiem jest załączony transformator napięciowy 3 typu US 20 o przekładni 15 000 V/100 V, o mocy 100 VA w klasie 0,5.

Za odłącznikiem znajduje się wyłącznik gazujący 4 produkcji NRD na napięcie znamionowe 20 kV, na prąd znamionowy 400 A i moc wyłączalną 200 MVA przy 20 kV. Wyłącznik ten ma napęd ręczny i wyłącznik wtórny na prąd roboczy. Jest to wyłącznik roboczy w zwarciozni służący do przerywania prądów przeciążeniowych. Dodatkowym jego zadaniem jest przerywanie zwarcia nieprawidłowych i przeciążeń niebezpiecznych dla urządzeń zwarciozni. Wyłącznik dawał początkowo znaczny rozrzut czasów przedłukowych, — od 130 do 268 ms. Po wyregulowaniu mechanizmu uzyskano wartości w granicach od 108 do 116 ms.

Następnymi przyrządami w obwodzie wysokiego napięciowym są transformatory prądowe, obecnie tylko w fazie środkowej. Pierwszy transformator 5 typu przepustowego IPK jest specjalnie dostosowany do rejestracji prądów niesymetrycznych; jest on opisany niżej. Drugi transformator 6 jest typu IT 20 o przekładni 75 A/5 A. Jego wytrzymałość zwarciozna jest zwiększona kosztem zmniejszenia mocy, do 15 VA w klasie 1 i odpowiada zwyczajnej wytrzymałości transformatora o przekładni 100 A/5 A. Transformator ten zasila przekaźnik i amperomierz.

Za transformatorami prądowymi znajduje się załącznik zwarciozni 7. Przyrząd ten podany na rys. 3 — jest prostą

konstrukcją opartą na częściach wyłącznika i odłącznika produkcji krajowej^{*)}. Z odłącznika pochodzi podstawa z izolatorami wsporczymi 1 i stykami nieruchomymi 2, a z wyłącznika — zamek 3 ze sprzęgłem luźnikowym. Styki ruchome 4 mają postać noży znacznie zwężonych na końcach w celu

ciepłego. W niektórych próbach zabezpieczenia te mogłyby chronić również przedmiot badany w wypadku, kiedy nastawnik czasowy nie spowodowałby wyłączenia po upływie żadanego czasu. Jeżeliby wyłącznik roboczy gazujący nie wyłączył pod działaniem nastawnika czasowego, to otrzymałby dodatkowy impuls wyłączający z przełącznika. W dotychczasowej pracy zwarciowni wypadek tego rodzaju nie zdarzył się.

Zastosowano przełącznik typu RSZ 3t na prąd znamionowy $I_n = 5$ A z członem ciepłym oraz z członem bezzwłocznym. Jest on zasilany z opisanego już transformatora prądowego IT20 o przekładni 75A/5A. Charakterystyka prądowo-czasowa członu ciepłego przełącznika jest dobrana do wytrzymałości cieplnej dławika, który stanowi najbardziej wrażliwą na przeciążenia część zwarciowni. Rys. 4 ilustruje koordynację charakterystyk prądowo-czasowych. Człon bezzwłocznym jest nastawiony na $12 I_n$. Charakterystyka członu ciepłego oraz prąd rozruchowy członu bezzwłocznego zostały sprawdzone w laboratorium Katedry. Opóźnienie rozdzielania styków w przypadku działania członu bezzwłocznego i wyłączenia przez wyłącznik gazujący wynosi około 0,22 s. Wytrzymałość cieplna i dynamiczna przełącznika, przekraczająca największe możliwe prądy wtórne transformatora prądowego IT20, nie wymaga dodatkowych środków zapobiegających uszkodzeniu przełącznika.

W czasie prób zachodzi niebezpieczeństwo wzrostu prądu probierczego z powodu zmniejszenia się oporności przedmiotu badanego w wyniku jego uszkodzenia (na przykład zwarcie w uzwojeniu transformatora prądowego). Niepożądanych skutków

tego wzrostu można uniknąć nastawiając odpowiednio człon bezzwłocznym przełącznika. Możliwość ta jest szczególnie cenna w próbach długotrwałych, kiedy mogłoby wystąpić nadmierne zniszczenie przedmiotu badanego, co utrudniałoby analizę uszkodzenia pierwotnego.

zmniejszenia momentu bezwładności i czasu załączania. Sprzęgnięte są one lekkimi cięgnami 5 z papieru bakelizowanego z wałem napędowym 6.

Wał jest połączony z zamkiem i z napędem ręcznym oraz z sześcioma sprężynami załączającymi 7, naciąganych w czasie otwierania załącznika. Z wałem jest sprzęgnięty również tłok pneumatyczny 8, który w czasie załączania spręża powietrze w cylindrze 9 z małym otworkiem i w ten sposób daje tłumienie zapobiegające zbyt silnemu uderzeniu i zbyt szybkiemu zużyciu mechanizmów. Otwieranie styków odbywa się ręcznie przy pomocy dźwigni, a do utrzymania w stanie otwartym służy zamek. Załączenie następuje po zadziałaniu wyzwalacza elektromagnesowego, który zwalnia sprzęgło luźnikowe. Wyzwalacz otrzymuje impuls z nastawnika fazowego elektronicznego. Ażeby umożliwić dokładny wybór momentu fazowego, w którym następuje załączenie zwarcia, dąży się do jak najmniejszego rozrzutu czasów załączania. Dlatego unika się w mechanizmach luzów i stosuje się środki zmniejszające tarcie, na przykład używa się łożysk kulkowych.

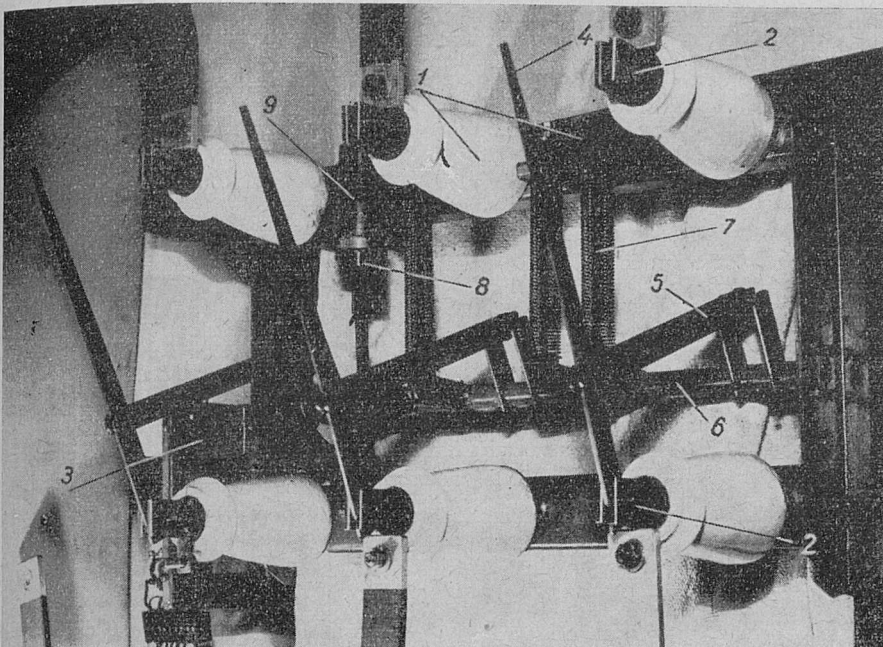
Odstęp powietrzny między stykami załącznika w stanie otwartym wynosi około 160 mm. Jest to normalny odstęp na napięcie znamionowe 15 kV, podyktowany tym, że zwarciownia jest zasilana wprost z sieci, z której mogą przychodzić przebiecia łączeniowe i ziemnozwarciowe. Przeskok między otwartymi stykami załącznika pod działaniem przebiecia powodowałby zapłon łuku i przedwczesne załączenie obwodu probierczego oraz mógłby wywołać w wyniku zwarcie międzyprzewodowe w urządzeniu 15-kilowoltowym. Z wielkim odstępem styków idzie w parze duży czas załączania około 60 ms. Staranna konserwacja zapewnia mały rozrzut czasu załączania $\pm 0,5$ ms, co przy częstotliwości 50 Hz daje rozrzut kątowy załączania $\pm 9^\circ$.

Trójfazowe pole zasilania 15-kilowoltowego jest połączone z polem dławikowo-transformatorowym szynami glinowymi o przekroju 50 mm $\times$ 10 mm, biegnącymi na górze. Istnieje możliwość wyprowadzenia obwodu 15 kV na pole probiercze. Odejście takie można wykonać za dławika i wykorzystywać do prób zwarciowych na 15 kV.

3. Zabezpieczenia, sterowanie i sygnalizacja w zwarciowni.

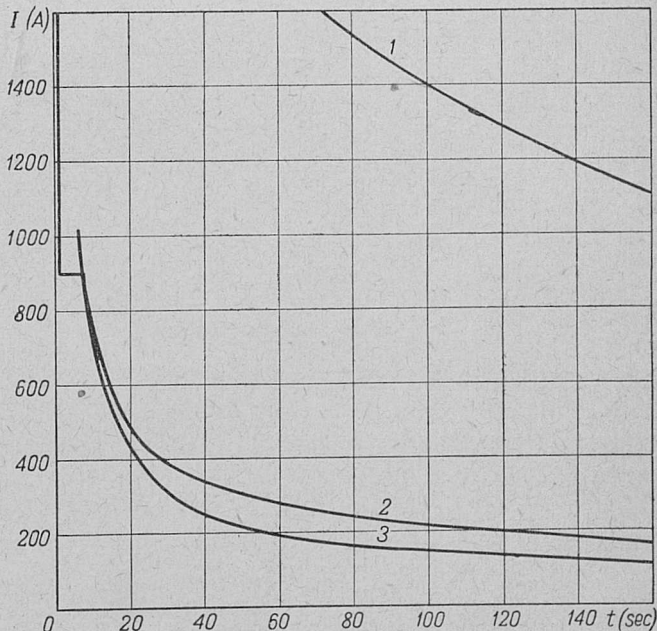
Głównym zadaniem zabezpieczeń przełącznikowych zespołu jest ochrona aparatury wysokonapięciowej od przeciążenia

^{*)} Rozwiązanie opracowane przez mgr inż. W. Borka.



Rys. 3. Załącznik zwarciowy

- | | | |
|----------------------------|-----------------------|--------------------------|
| 1 — podstawa z izolatorami | 4 — styki ruchome | 7 — sprężyny załączające |
| 2 — styki nieruchome | 5 — cięgna izolacyjne | 8 — tłok pneumatyczny |
| 3 — zamek | 6 — wał | 9 — cylinder |



Rys. 4. Charakterystyki prądowo-czasowe urządzeń zwarciowni

- | |
|--|
| 1 — wytrzymałość cieplna kabla zasilającego |
| 2 — wytrzymałość cieplna dławika zwarciowego |
| 3 — charakterystyka członu ciepłego przełącznika |

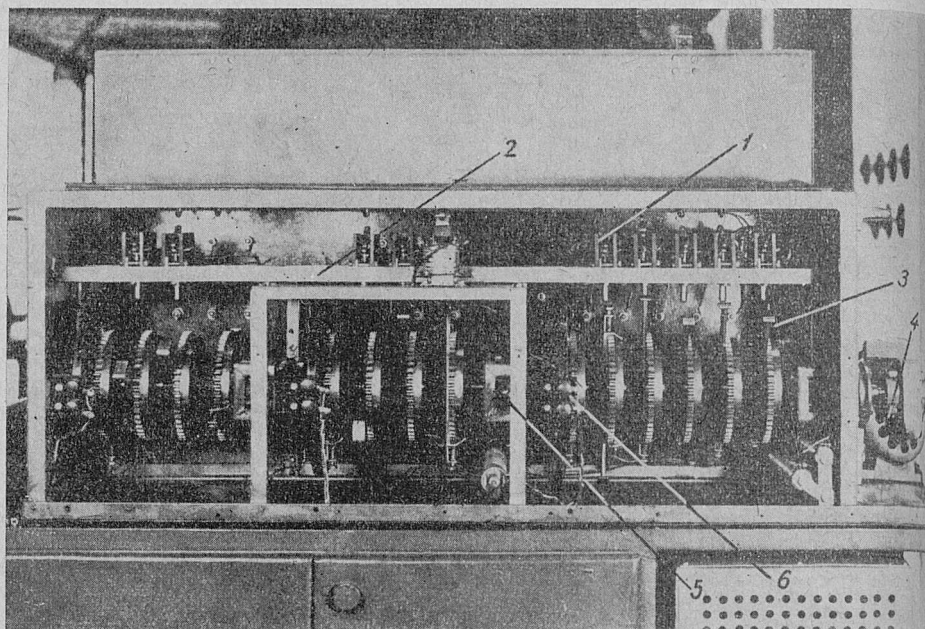
Niebezpieczny dla zespołu może być zanik napięcia sterowniczego. W tym wypadku następuje wyłączenie wyłącznika zabezpieczeń w rozdzielni przez wyzwalacz na prąd ciągły. Wyzwalacz ten jest zasilany z tej samej fazy, co wyzwalacz na prąd roboczy wyłącznika roboczego gazującego. Zanik

napięcia, grożący nie zadziałaniem wyłącznika roboczego, powoduje momentalne wyłączenie wyłącznika bezpieczeństwa. Istnieje też możliwość wyłączenia wyłącznika bezpieczeństwa przyciskiem znajdującym się na pulpicie. Również wyłącznik roboczy można wyłączyć z pulpitu sterowniczego.

Bardzo ważnymi urządzeniami sterowniczymi w zwarciozni są nastawniki — czasowy i fazowy. Nastawniki są umieszczone w bocznej części pulpitu sterowniczego. Nastawnik fazowy elektroniczny, który daje impuls załączający załącznikowi, jest opisany w innym artykule.

Nastawnik czasowy steruje czasem trwania próby zwarciowej oraz kolejność różnych czynności związanych z pomiarami oscylograficznymi. Sterowanie odbywa się przez zamykanie lub otwieranie różnych obwodów pomocniczych stykami działającymi w nastawialnych momentach czasowych. Przyrząd opracowany i zbudowany w Katedrze *) jest typu silnikowego i posiada trzy szeregi styków. Pierwszy szereg zawiera pięć styków czynnych i biernych z regulacją od 0 do 0,4 s co 0,01 s, drugi szereg — 3 styki z regulacją od 0 do 2 s co 0,05 s, trzeci również 3 styki z regulacją od 0 do 10 s, co 0,25 s. Rys. 5 przedstawia ten nastawnik. Szeregi styków 1 są umieszczone na ruchomej ramie 2 wyzwalanej elektromagnetycznie. Pod ramą wirują mimośrodowo 3, które można przestawiać kątowo w stosunku do wału napędzanego małym silnikiem 4. Każdy szereg styków ma oddzielny wał z mimośrodkami. Poszczególne wały są sprzężone przez przekładnię zębatą, czołową 5. Po opadnięciu ramy następuje kolejne przełączanie styków przez mimośrodky. Moment opadnięcia ramy jest zsynchronizowany za pomocą dodatkowych styków 6, z chwilowym położeniem wału. Przesławianie kątowe mimośrodków pozwala regulować czasy między kolejnymi czyn-

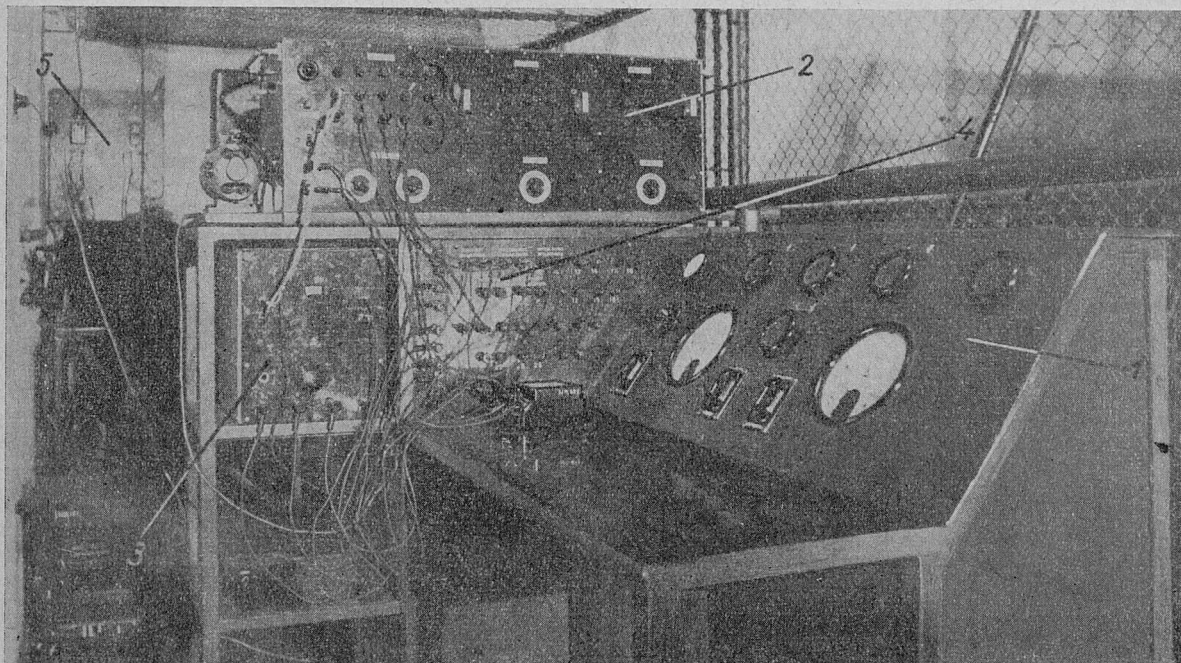
Pulpit sterowniczy jest przedstawiony na rys. 6. Jest on umieszczony na wysokim pomoście naprzeciwko pola probierczego; ma on skośnie nachyloną tablicę czołową 1, na której znajdują się lampy sygnałowe, amperomierz, woltomierz oraz przyciski do sterowania ręcznego. Poniżej tablicy czołowej



Rys. 5. Nastawnik czasowy

- | | |
|------------------------------------|---|
| 1 — styki pierwszego szeregu | 4 — silnik napędowy |
| 2 — ruchoma rama | 5 — przekładnia zębata sprzęgająca wały |
| 3 — mimośrodek przełączający styki | 6 — styki synchronizacyjne |

jest miejsce do pisania dla kierownika prób. Z lewej strony pulpitu mieszczą się nastawniki 2—3 i tablica zaciskowa. Tablica ta ma połączenia z tablicą oscylografu 5 oraz z obwodami pomocniczymi łączników. Między pulpitem i tablicą oscylografu biegnie kilka połączeń rezerwowych, które ułatwiają spełnienie dodatkowych wymagań w niektórych



Rys. 6. Pulpit sterowniczy

- | |
|-----------------------------------|
| 1 — tablica czołowa |
| 2 — nastawnik czasowy |
| 3 — nastawnik fazowy |
| 4 — tablica zaciskowa |
| 5 — tablica oscylografu (w głębi) |

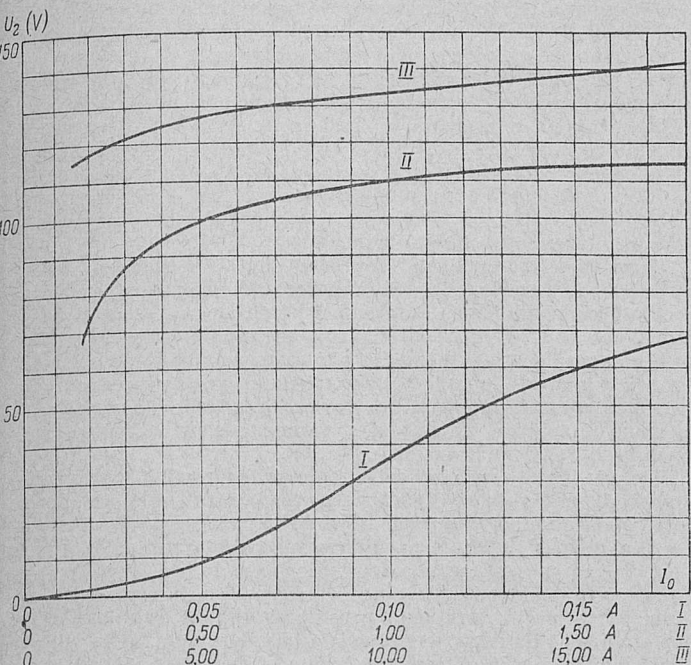
nościami. Ażeby usunąć niebezpieczeństwo znacznego przedłużenia próby w wypadku zatrzymania się nastawnika czasowego wskutek zaniku napięcia pomocniczego w czasie próby, stosuje się zasilanie nastawnika i wyzwalacza na prąd ciągły wyłącznika bezpieczeństwa z tej samej fazy, albo też zasila się nastawnik z pomocniczego źródła prądu stałego.

*) Konstrukcja mgr inż. J. Galotzego.

próbach. Do sterowania przedmiotów badanych można używać przewodów łączących tablicę oscylografu z tablicą pomiarową na polu probierczym.

Bogaty układ sygnalizacji świetlnej w zwarciozni jest skupiony na pulpicie sterowniczym, a dodatkowo jest również rozmieszczony na ścianach przedniej i bocznej rozdzielni 15-kilowoltowej obsługiwanej przez laboranta. Kiedy laborant otrzymuje polecenie od kierownika prób, ma obowiązek

sprawdzenia tych dodatkowych sygnałów świetlnych, czy zezwalają one na wykonanie polecenia. Czynności laboranta są sygnalizowane na pulpicie sterowniczym. Sygnalizacja ta obej-



Rys. 7. Charakterystyka magnesowania transformatora prądowego IPK20a

- I — część krzywej dla skali 0 ÷ 0,18 A
II — część krzywej dla skali 0 ÷ 1,8 A
III — część krzywej dla skali 0 ÷ 18 A

muje kolejno od lewej strony (rys. 6) — stan napięcia sterowniczego, stan napięcia 15 kV na głowicy kablowej w zwarciowni, położenie odłącznika, wyłącznika roboczego i załącznika. Po całkowitym przygotowaniu próby świecą się wszystkie lampy sygnałowe w górnym rzędzie na pulpicie.

4. Pomiary prądów zwarciovych.

Zwarciownia rozporządza obecnie do pomiaru prądów oscylografem 9-pętlicowym, bocznikami na 5 kA — 5 s oraz na 50 kA — 1 s, transformatorem specjalnym IPK20a 750 A/54 i rejestratorem ferromagnetycznym. Boczniki bezindukcyjne i rejestrator ferromagnetyczny są opisane w innych artykułach.

Oscylograf pętlicowy jest ustawiony na pomoście w pobliżu pulpitu sterowniczego. Na ścianie obok jest umocowana tablica rozdzielcza. Na tablicy znajdują się zaciski źródeł napięcia stałego i zmiennego do zasilania oscylografu, zaciski obwodów sterowniczych i pomiarowych. Obecnie istnieje 5 par przewodów pomiarowych między polem probierczym a tablicą oscylografu. Zastosowano kable okrętowe dwużyłowe. Żyły kabli o przekroju 2,5 mm² są skręcone. Kable mają opłot żelazny stanowiący ekran.

Tablica z zakończeniami przewodów pomiarowych na polu probierczym ma zaciski koncentryczne ekranowane. Użykuje się w ten sposób małą wrażliwość na silne pola magnetyczne. Odejścia od tablicy do przedmiotów badanych lub bocznika wykonuje się również przewodami ekranowanymi ze złączami koncentrycznymi.

Wielką wagę przywiązuje się do cechowania układów pomiarowych. Stosuje się do tego celu zwykle napięcie stałe.

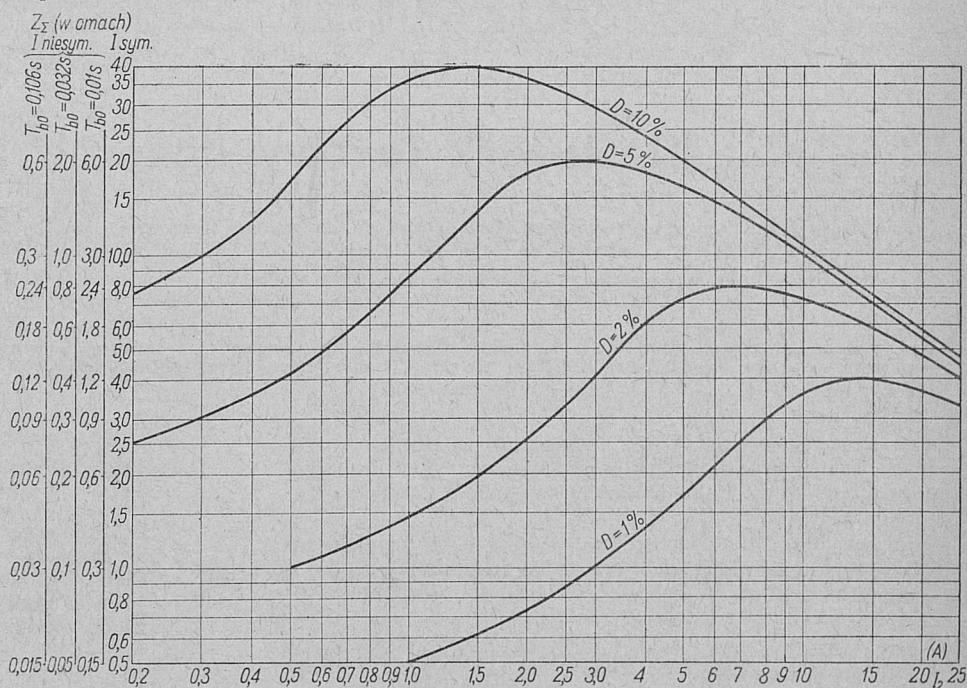
W przypadku pomiarów za pomocą bocznika i oscylografu polega się na oporności bocznika wywzorcowanej metodą mostkową, a napięcie stałe cechujące doprowadza się na końce odłączonych od bocznika przewodów prowadzących do oscylografu nie zmieniając oporników dodatkowych przy oscylografie. Napięciu cechującemu U oraz oporności bocznika R odpowiada prąd cechowany $I = U/R$. Do pomiaru napięcia stosuje się przyrząd klasy 0,5, a oporniki pomocnicze przy oscylografie są dobrymi opornikami dekadowymi o dokładności 0,2%.

Zastosowany transformator prądowy typu IPK 20a, o przekładni 750 A/5 A, przepustowy z izolatorem kondensatorowym z papieru bakelizowanego, jest modyfikacją normalnej konstrukcji krajowej. Stosunkowo wielki przekrój rdzenia i mała długość drogi strumienia magnetycznego w tym transformatorze są cennymi właściwościami do transformacji prądów niesymetrycznych. Ponadto transformator wykonany dla zwarciowni ma specjalnie zwiększony przekrój uzwojenia wtórnego z 2,5 mm² do 6 mm², dzięki czemu uzyskuje się małą oporność tego uzwojenia, około 0,1 oma, pożądaną dla prawidłowej pracy przy prądach niesymetrycznych.

Opierając się na zdjętej w laboratorium Katedry charakterystyce magnesowania transformatora $U_2 = f(I_0)$, przedstawionej na rys. 7, przeprowadzono szereg obliczeń przybliżonych i raczej obojętnych oporności wtórnej całkowitej Z_{Σ} dla różnych dokładności D % przy różnych prądach symetrycznych, stosując wzór

$$Z_{\Sigma} = \frac{D}{100} \cdot \frac{U_2}{I_0}$$

W ten sposób traktowano wartość D % jako ograniczenie prądu magnesującego (uchybu wektorowego bez kompensacji zwojowej). Wyniki obliczeń zestawiono na rys. 8. Oporność wtórnego uzwojenia transformatora wraz z przewodami doprowadzającymi wynosi 0,14 oma. Wchodzi ona w skład wartości sumarycznej Z_{Σ} .



Rys. 8. Krzywe przebiegu najwyższej oporności obwodu wtórnego Z_{Σ} w funkcji prądu wtórnego I_2 dla transformatora IPK20a przy różnych żądanych dokładnościach transformacji prądu D %

Skala dla Z_{Σ} od prawej: pierwsza — dla prądu symetrycznego, druga, trzecia i czwarta — dla prądów niesymetrycznych o różnych stałych czasowych składowej bezokresowej T_{b0}

Dla prądów niesymetrycznych zastosowano metodę przejścia od oporności sumarycznej Z_{Σ} do znacznie większej oporności umyślonej Z'_{Σ} , która daje mniej więcej taką samą dokładność transformacji przy prądzie symetrycznym równym składowej okresowej rozpatrywanego prądu niesymetrycznego.

go. Stosowano wzór przybliżony z pominięciem oporności biernych, które nie ogrywiają poważnej roli ani w transformatorze typu IPK, ani w obwodzie zewnętrznym *):

$$Z'_\Sigma = \frac{1}{1 - \frac{\Phi_o}{\Phi_m}} \cdot 2\pi \cdot \frac{T_{bo}}{T_{ok}} \cdot Z_\Sigma,$$

gdzie:

Φ_o — strumień magnetyczny szczątkowy w rdzeniu,

Φ_m — strumień magnetyczny maksymalny, decydujący o największym prądzie magnesującym i o największym uchybie,

T_{bo} — stała czasu składowej bezokresowej prądu pierwotnego,

T_{ok} — okres prądu zmiennego.

Przeliczenia takie prowadzą po prostu do innych skal oporności sumarycznej Z'_Σ na rys. 8. Obok skali dla prądów symetrycznych są umieszczone skale dla różnych stałych czasowych T_{bo} — przy założeniu $\Phi_o = 0$, tj. bez magnetyzmu szczątkowego. Magnetyzm szczątkowy prowadziłby do dalszego zmniejszenia dopuszczalnego obciążenia Z_Σ w stosunku

do $1 - \frac{\Phi_o}{\Phi_m}$. Ażeby uniknąć takiego pogorszenia, można stosować rozmagnesowywanie transformatora prądowego przed próbą.

Jako przykład zastosowania wykresu z rys. 8 można wskazać współpracę transformatora prądowego z oscylografem i z bocznikiem pośrednim, który przedstawia oporność 0,2 Ω , tak że sumaryczna oporność $Z_\Sigma \cong R_\Sigma = 0,14 + 0,2 = 0,34 \Omega$. Wykres wskazuje, że dokładność 1% może być zagwarantowana przy prądzie symetrycznym w szerokim obszarze od $\sim 0,1 I_n$ do znacznych wielokrotności $> 5 I_n$, przy prądzie niesymetrycznym o stałej $T_{bo} = 0,01$ s już tylko od $\sim 0,8 I_n$ do $> 5 I_n$. Przy $T_{bo} = 0,03 \dots 0,1$ s nie można zapewnić tak wielkiej dokładności. Przy $T_{bo} = 0,1$ s można zagwarantować dokładność 5% w obszarze od $\sim 0,25 I_n$ do $1,6 I_n$, a dokładność 10% od $\sim 0,1 I_n$.

5. Organizacja prób, doświadczenia.

Próby przeprowadza się w zespole, składającym się z 3 lub 4 osób: 1) kierownik prób ma ogólny nadzór nad montażem obwodu probierczego, opracowuje warunki prądowo-czasowe, prowadzi dziennik prób, zapewnia bezpieczeństwo, obsługuje urządzenia sterownicze i wydaje polecenia; 2) inżynier pomiarowy obsługuje oscylograf, czuwa nad prawidłowością obwodów pomiarowych, opracowuje wartości pomiarowe i dokonuje oględzin przedmiotu badanego; 3) лаборант oscylograficzny zajmuje się głównie wywoływaniem oscylogramów i pomaga inżynierowi pomiarowemu w obsłudze oscylografu; 4) лаборант nastawczy przeprowadzałączenia w urządzeniach 15-kilowoltowych i w obwodzie wieloprądowym oraz zajmuje się montażem przedmiotu badanego.

Poza tymi czynnościami zespół zajmuje się studiami wstępnymi nad warunkami prób, opracowaniem protokołów oraz wniosków o zmianach konstrukcyjnych w przyrządach badawczych i o roli różnych parametrów technologicznych, wreszcie zbieraniem i porządkowaniem ogólnych wniosków naukowych.

Ścisły podział funkcji i przestrzeganie ustalonego toku prób stwarza atmosferę porządku i spokoju, niezbędną wobec złożonego przebiegu czynności i wobec niebezpieczeństwa poważnych zakłóceń i szkód.

Doświadczenie z kilkuset przeprowadzonych prób zwarciovych wskazuje na duże znaczenie kontroli montażu obwodu wieloprądowego oraz obwodów pomiarowych. Zastosowanie zbyt słabych wsporników lub niestaranne dokręcenie śrub może spowodować rozerwanie obwodu wieloprądowego przez siły elektrodynamiczne. W wypadku takim zapala się łuk, który może uszkodzić przedmiot badany lub urządzenia zwarciovni. Usterka w obwodzie pomiarowym może zniżyć wartość niepowtarzalnej próby — z powodu braku rejestracji. Urządzenia zwarciovni wymagają starannej konserwacji i okresowych przeglądów. Szczególną opieką otacza się nastawnik fazowy i załącznik. Niedostateczna konserwacja załącznika może spowodować znaczny rozrzut czasów załączania i trudności w uzyskaniu żądanej fazy załączenia zwarcia. W związku z nastawianiem fazy załączenia zwarcia należy zwracać uwagę na zmiany w układzie zasilania napięciem sterowniczym. Zmiany takie mogą przesunąć moment zadziałania nastawnika fazowego. Obecnie sprawdza się i koryguje działanie nastawnika fazowego każdego dnia.

JERZY GALOTZY

Katedra Wysokich Napięć
i Przyrządów Rozdzielczych
Politechniki Gdańskiej

Nastawnik fazowy do prób zwarciovych

621.313.335.001.2:621.3.014.3

Treść. Opis nastawnika elektronowego, służącego do wyboru momentu fazowego na załączenie w próbie zwarcioviej. Omówienie głównych części — przesuwnika fazowego, impulsatora, przekaznika tyratronowego. Dokładność działania.

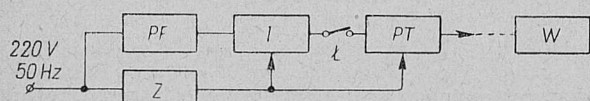
Фазокомпенсатор для испытаний на короткое замыкание. Описание электронного приспособления предназначенного для выбора фазового момента включения при испытаниях на короткое замыкание. Рассмотрение главных частей — фазового регулятора, импульсатора, тиратронного реле. Вопросы точности.

Phase Adjuster for Short-circuit Tests. Description of an electronic adjuster serving for the selection of the closing phase moment in short-circuit tests. Description of principal parts: phase regulator, pulse generator, thyatron relay. Discussion of the accuracy of operation.

1. Zasada działania.

Nastawnik fazowy służy do wyzwalania załącznika w zespole zwarciovym w dowolnie wybranym momencie fazowym napięcia zmiennego. Zadanie to można spełnić z zadowalającą dokładnością stosując układ elektronowy.

Działanie nastawnika polega na wytworzeniu impulsu napięciowego uruchamiającego przekaznik, który zasila wyzwalacz na prąd roboczy w załączniku. Istotnym warunkiem do-



Rys. 1. Schemat blokowy nastawnika fazowego

kładności wyboru momentu fazowego jest jak najmniejszy czas trwania impulsu napięciowego. Nastawnik jest przedstawiony w schemacie blokowym na rys. 1 i zawiera jako główne części:

- PF** — przesuwnik fazowy dostarczający napięcie zmienną o stałej amplitudzie i o regulowanym przesunięciu fazowym względem napięcia sieci, w granicach od 0 do 360 stopni, ze skalą kątową;
- I** — impulsator wytwarzający z napięcia sinusoidalnego krótkotrwałe impulsy do uruchomienia przekaznika w określonym momencie fazowym;
- PT** — przekaznik tyratronowy;
- W** — wyzwalacz na prąd roboczy w załączniku;
- Z** — układ zasilający napięcia stałego;
- L** — łącznik do sprzęgania przekaznika z impulsatorem w chwili wykonywania próby zwarcioviej.

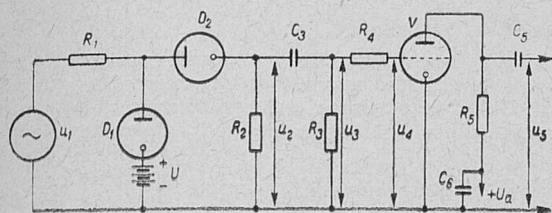
2. Przesuwnik fazowy.

Zastosowany przesuwnik fazowy powinien umożliwiać płynną regulację kąta fazowego od 0 do 360° przy zachowaniu stałej amplitudy napięcia. Dlatego odpowiedni jest przesuwnik indukcyjny z polem wirującym. Inne rozwiązania — układy oporowo-pojemnościowe oraz oporowo-indukcyjne — są mniej odpowiednie, gdyż nie dają ciągłej regulacji kąta fazowego od 0 do 360°.

Przesuwnik fazowy wykonano z silnika prądu stałego na 220 V, 25 W w ten sposób, że uzwojenie twornika rozcięto na trzy równe części i połączono ich końce razem, a początki wyprowadzono na zewnątrz do trzech dobudowanych pierścieni-

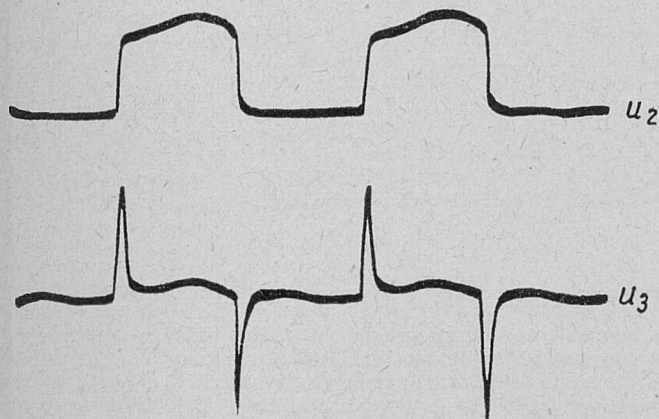
*) S z p o r S., Indice de surintensité du transformateur de courant et fonctionnement lors de courants dissymetriques. (Recueil de travaux scientifiques de Polonais internés en Suisse, vol. I, 4, 1943, str. 126—138).

ni ślizgowych. W ten sposób uzyskano przy zasilaniu trójfazowym zahamowany wirnika pole magnetyczne wirujące, oraz — w uzwojeniu stojana — siłę elektromotoryczną o stałej amplitudzie i o kącie fazowym zależnym od położenia wirnika.

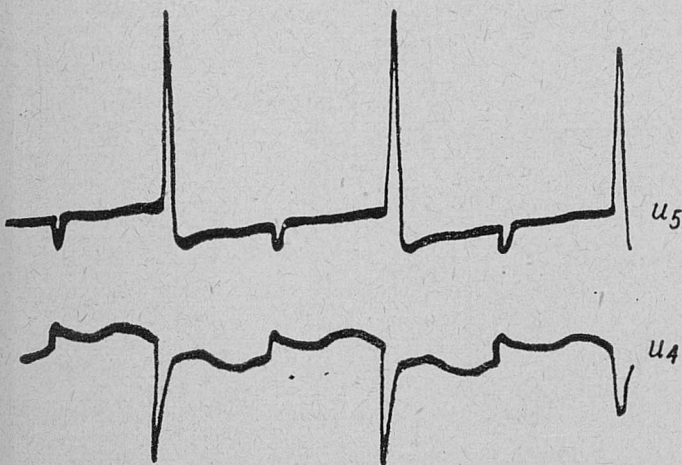


Rys. 2. Układ impulsatora

Wybrano dla przesuwnika napięcie zasilania 3×20 V, unikając zbyt silnego nasycenia, które powodowałoby zniekształcenia krzywej napięciowej (zwłaszcza trzecią harmoniczną). Przejście z napięcia sieci 380/220 V na żądane napięcie pierwotne przesuwnika rozwiązano przy pomocy trzech transfor-

Rys. 3. Przebieg napięć u_2 i u_3 w impulsatorze

matorów dzwonek. W celu eliminacji trzeciej harmonicznej w tych transformatorach zastosowano po stronie pierwotnej układ gwiazdowy z uziemionym środkiem, a po stronie wtórnej trójkąt. Napięcie wtórne przesuwnika wypadło 10 V. Na impulsator zdecydowano się doprowadzić napięcie podwyż-

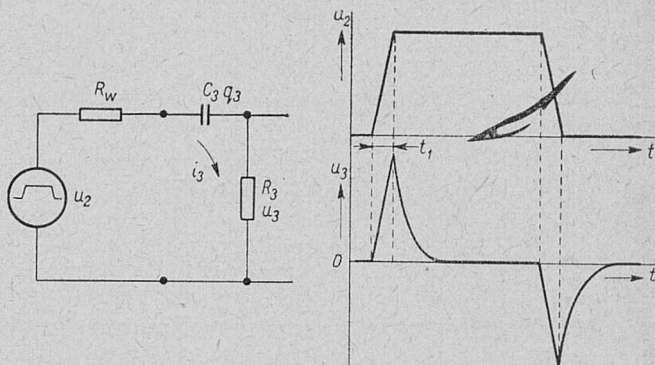
Rys. 4. Przebieg impulsów u_4 i u_5

szono 10-krotnie bardziej odpowiednie do wytwarzania żądanych impulsów; w tym celu zastosowano dodatkowy transformator.

3. Impulsator.

Zadaniem impulsatora jest wytwarzanie z napięcia sinusoidalnego o częstotliwości 50 Hz impulsów do zapłonu tyratronu. Pożądaną dokładność wyboru momentu fazowego — przy bardzo krótkotrwałym impulsie — można uzyskać w układzie przedstawionym na rys. 2. Impulsator jest sterowany napięciem zmiennym u_1 z przesuwnika fazowego.

Napięcie sinusoidalne u_1 przekształcamy najpierw na dodatnie impulsy trapezowe u_2 (rys. 3) stosując ogranicznik w układzie diody spolaryzowanej D_1 oraz diody prostowniczej D_2 . Impulsy trapezowe różniczkujemy dalej w układzie C_3 — R_3 otrzymując impulsy u_3 , pokazane w dolnej części rys. 3. Rolę dodatknych impulsów u_3 , ograniczamy w układzie R_4 — siatka—katoda lampy V, uzyskując niskie impulsy dodatnie u_4 w porównaniu z ujemnymi, jak to przedstawiono na rys. 4. Impulsy u_4 sterują prąd anodowy lampy V dając na wyjściu

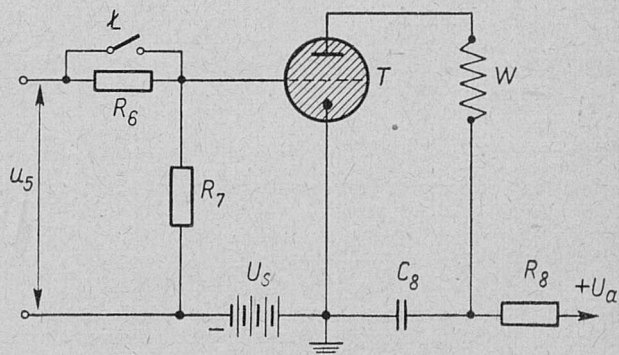


Rys. 5. Zasada różniczkowania w impulsatorze

układu wzmocnione impulsy jednokierunkowe u_5 , pokazane w górnej części rys. 4.

Działanie impulsatora zależy od jego trzech zasadniczych członów, tzn. od obwodu kształtowania impulsów trapezowych, od układu różniczkującego oraz od obwodu lampy V. W układzie kształtowania impulsów trapezowych napięcie sinusoidalne u_1 wzrasta według krzywej sinusoidalnej

$$u_1 = U_{im} \sin \omega t$$



Rys. 6. Układ przekazywnika tyratronowego

do wartości U , przy której dioda D_1 zaczyna przewodzić. Jeżeli układ ten spełnia warunek

$$\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \gg R_{D1},$$

gdzie R_{D1} — opór wewnętrzny diody D_1 , to dioda nie pozwala na wzrost napięcia u_2 powyżej wartości U . Wniosek ten dotyczy fazy przewodzenia w obu diodach, kiedy opór wewnętrzny diody D_2 jest do pominięcia w porównaniu z R_2 . W czasie ujemnego półokresu napięcia u_1 dioda D_2 nie przewodzi, tak że napięcie u_2 na R_2 jest równe zeru.

Napięcie trapezowe u_2 działa w układzie różniczkującym C_3 — R_3 . Proces różniczkujący można wyjaśnić rozpatrując układ zastępczy podany na rys. 5, gdzie R_w jest oporem wewnętrznym źródła napięcia u_2 . Dla obwodu takiego możemy napisać równanie

$$u_2 = (R_w + R_3) i_3 + \frac{q_3}{C_3}$$

i wziąć w rachubę zależność

$$i_3 = \frac{dq_3}{dt}.$$

Stąd wyprowadza się wzór

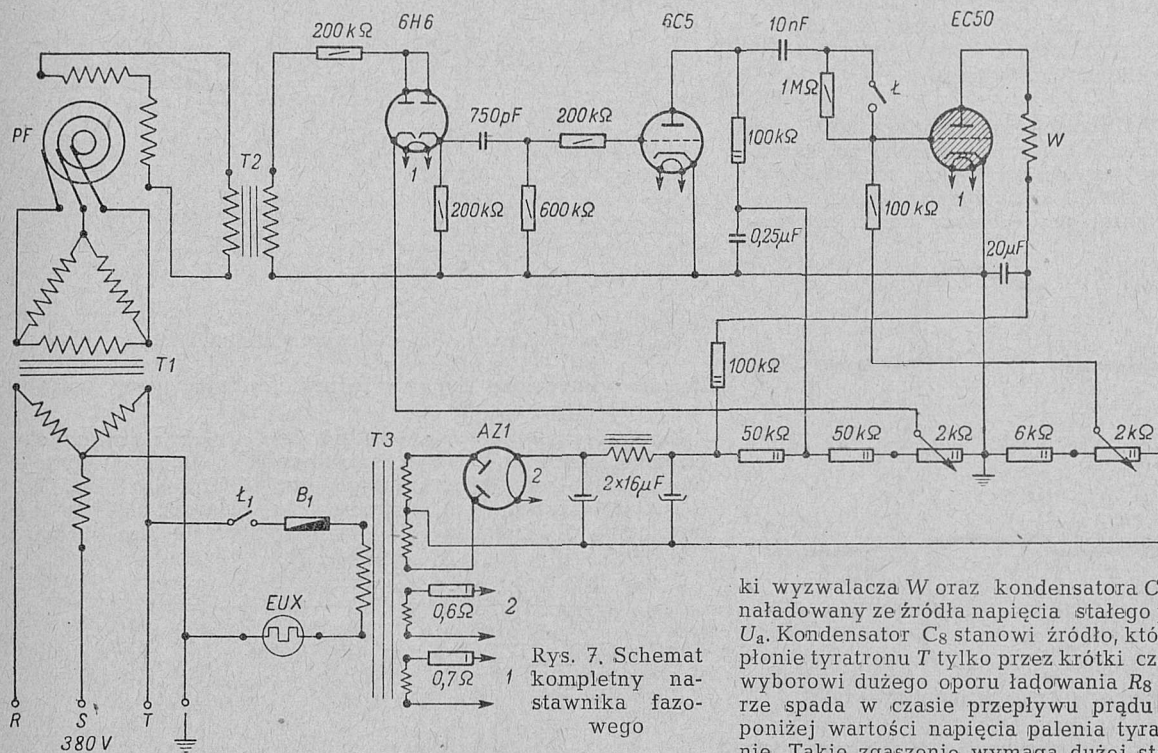
$$(1) \quad u_2 = (R_w + R_3) \frac{dq_3}{dt} + \frac{q_3}{C_3}.$$

Zakładając tytułem niedokładnego uproszczenia prostokątny skok napięcia u_2 do wartości U_{2m} znajdujemy rozwiązanie w postaci

$$(2) \quad q_3 = C_3 U_{2m} \left[1 - e^{-\frac{t}{(R_w + R_3) C_3}} \right];$$

stąd napięcie na oporze R_3

$$(3) \quad u_3 = R_3 i_3 = \frac{R_3}{R_w - R_3} U_{2m} e^{-\frac{t}{(R_w + R_3) C_3}}.$$



Rys. 7. Schemat kompletny nastawnika fazowego

Impuls napięciowy maleje wykładniczo, zgodnie ze wzorem (3), od wartości początkowej

$$(4) \quad \frac{R_3}{R_w + R_3} U_{2m}.$$

Na rys. 5 jest przedstawiony przebieg opadania u_2 tego rodzaju, ale zamiast nagłego wzrostu jest pokazany wzrost łagodniejszy w czasie t_1 trapezowego czoła napięcia u_2 . Podobnie stróme sprowadzenie do zera napięcia u_2 wytwarza impuls u_3 przeciwnego znaku.

Ażeby uzyskać czas impulsu u_3 bardzo mały w porównaniu z okresem T napięcia zmiennego 50 Hz, dążymy do jak najmniejszej wartości t_1 dla czoła. Dobieramy więc dużą amplitudę U_{1m} napięcia, dostarczanego z przesuwnika, oraz małej wartości napięcia ograniczania U diody D_1 , zgodnie z zależnością

$$(5) \quad \omega t_1 = \arcsin \frac{U}{U_{1m}}.$$

Przy $U_{1m} \approx 105$ V i $U = 3,5$ V otrzymujemy $\omega t_1 \approx 1,93^\circ$, $t_1 \approx 0,1$ ms.

Ponadto dążymy do małego czasu trwania grzbietu impulsu u_3 dobierając stałą czasową $(R_w + R_3) C_3 \ll T$. Jednakże z drugiej strony zbyt mała stała czasowa $(R_w + R_3) C_3$ w porównaniu z wartością t_1 powodowałaby stosunkowo małą amplitudę impulsów u_3 , w czasie bowiem czoła t_1 pojemność C_3 ładowałaby się już do znacznego napięcia, tak, że na oporności R_3 przypadałoby mniejsze napięcie. Dobieramy stałą czasową $(R_w + R_3) C_3$ około 0,55 ms.

Zadaniem ostatniego członu impulsatora, lampy V, jest wzmocnienie impulsów dodatnich do wartości potrzebnej dla zapłonu tyratronu. Lampa V pracuje jako ogranicznik siatkowy dla dodatnich impulsów u_3 . Gdy napięcie u_3 jest dodatnie, w gałęzi siatka-katoda płynie prąd (rys. 2) przy niewielkim oporze R_v tej gałęzi w porównaniu z oporem R_4 , na który przypada dzięki temu prawie całe napięcie u_3 ; napięcie u_4

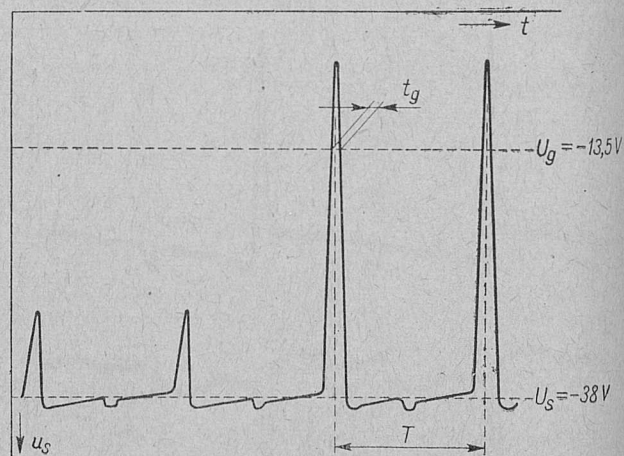
wypada wtedy bardzo małe. Natomiast ujemnym impulsom u_3 odpowiadają prawie równie wysokie ujemne impulsy u_4 , sterujące prąd anodowy lampy V. Jej warunki pracy są tak dobrane, że wzmocnienie jest rzędu 20. Przebieg otrzymywanego napięcia u_5 jest przedstawiony w górnej części rys. 4.

4. Przekaznik tyratronowy.

Zastosowany w nastawniku przekaznik tyratronowy pozwala zasilać bezpośrednio wyzwalacz na prąd roboczy dostateczną mocą. Układ przekazu jest przedstawiony na rys. 6. Zapłon w tyratronie T odbywa się pod działaniem dodatniego

impulsu napięciowego na siatce, nakładającego się na ujemne napięcie stałe U_s . Dodatnie impulsy u_5 do przewożenia się na siatkę przez zamknięcie łącznika sterowniczego $\mathcal{L}$ w żądanej chwili próby zwarcia zapłon następuje w czasie pierwszego impulsu dodatniego u_5 . Przy otwartym łączniku $\mathcal{L}$ dodatni impuls napięciowy na siatce jest tylko drobną częścią napięcia u_5 , nie wystarczającą do wywołania zapłonu, ponieważ opór R_6 jest wybrany znacznie większy od R_7 .

Po zapłonie tyratronu T zamyka obwód cewki wyzwalacza W oraz kondensatora C_8 , który poprzednio jest naładowany ze źródła napięcia stałego przez opór R_8 do wartości U_a . Kondensator C_8 stanowi źródło, które zasila cewkę W po zapłonie tyratronu T tylko przez krótki czas rozładowania. Dzięki wyborowi dużego oporu ładowania R_8 napięcie na kondensatorze spada w czasie przepływu prądu w obwodzie C_8 —T—W poniżej wartości napięcia palenia tyratronu, który wtedy gaśnie. Takie zgaszenie wymaga dużej stałej czasowej ładowania i w związku z tym znacznej przerwy między kolejnymi próbami zwarciowymi. Ograniczenie to jest do przyjęcia dla znacznej większości badań zwarciowych.



Rys. 8. Przebieg napięcia na siatce tyratronu

Pojemność C_8 oraz napięcie U_a powinny zapewniać prawidłowe działanie wyzwalacza W. Próby zastosowanego wyzwalacza wykazały, że przy napięciu stałym 250 V i prądzie 0,18 A czas działania wynosi 0,05 s, odpowiada temu ładunek 0,009 C. Ażeby uzyskać podobny ładunek z przekazu tyratronowego zastosowano dwukrotnie wyższe napięcie $U_a = +500$ V i pojemność $C_8 = 20$ μF. Uzyskano w ten sposób ładunek 0,01 C. Wyższe napięcie dało krótszy czas wyzwalania.

5. Schemat nastawnika.

Na rys. 7 jest przedstawiony schemat nastawnika fazowego W impulsatorze zastosowano duodiode typu 6H6 oraz triode typu 6C5. Rolę przekazu pełni tyratron typu EC50.

Układ zasilający nastawnika jest stabilizowany prądowo — po stronie pierwotnej transformatora T3 — za pomocą regulatora żelazo-wodorowego typu EUX (0,2 A, 35—70 V). W ten sposób uzyskano zadowalającą stabilizację napięć zasilających przy wahanach napięcia sieci w granicach około $\pm 10\%$. Napięcie stale otrzymuje się z prostownika dwupołkowego na lampie typu AZ1 z układem filtrującym typu π , zawierającym dławik o oporze 800 Ω oraz dwa kondensatory elektrolityczne o pojemności 16 μF . Napięcia U_a oraz U_g są pobierane z oporowego dzielnika napięcia.

6. Dokładność działania nastawnika.

Praca tyratronu zależy od temperatury otoczenia, od napięcia żarzenia i napięcia anodowego. Jednakże w opisywanym nastawniku wpływ tych czynników na wybór momentu fazowego jest skutecznie ograniczony przez zastosowanie impulsów siatkowych bardzo krótkotrwałych i stosunkowo wysokich. Ponadto zmiany napięcia żarzenia są w znacznej mierze łagodzone przez stabilizację omówioną w rozdz. 5. Stabilizacja pozwala też uniknąć zbyt wielkich wahań napięcia anodowego U_a i napięć siatkowych.

Poważniejsze uchyby występują raczej w związku z impulsami napięciowymi sterującymi siatkę tyratronu. Mianowicie wahania czasu t_1 wzrostu impulsu, omawianego w rozdz. 3, powodują zmiany wybieranego momentu fazowego. Opierając się na wzorze (5) i biorąc w rachubę wahania napięcia sieci (i napięcia U_{1m}) około $\pm 10\%$, a pomijając zmiany stabilizowanego napięcia U , określa się wahania czasu t_1 na $\pm 0,01$ ms. Jeżeli łącznik Σ zostaje zamknięty w przerwie między impulsami, to uchyb związany z właściwościami impulsów nie przekracza tej wartości $\pm 0,01$ ms. Do tego dodajemy jeszcze uchyb przesuwnika oceniany na $\pm 0,25^\circ$, tj. około $\pm 0,015$ ms.

Otrzymujemy w ten sposób uchyb nastawnika tylko około $\pm 0,025$ ms, tj. $\pm 0,45^\circ$.

Znacznie większy uchyb może wystąpić w przypadku, gdy zamknięcie łącznika Σ zdarza się w czasie trwania impulsu, wtedy bowiem wahania wybieranego momentu fazowego mogą rozciągać się na dużą część czasu trwania impulsu. Rys. 8 ilustruje tę możliwość na wykresie napięcia siatkowego tyratronu u_g w funkcji czasu. Czas narastania impulsu wynosi około 0,1 ms. Po przejściu przez maksimum impuls maleje wykładniczo ze stałą czasową około 0,6 ms. Na granicy zapłonu tyratronu $U_g = -13,5$ V impuls odcina czas $t_g \approx 0,24$ ms. Wynika stąd największy możliwy uchyb (przy zamknięciu łącznika Σ pod koniec czasu t_g) $-0,24$ ms, tj. $-4,3^\circ$.

Prawdopodobieństwo występowania błędu przekraczającego normalny poziom $\pm 0,025$ ms jest bardzo małe; określa je stosunek czasów

$$\frac{t_g}{T} = \frac{0,24}{20} = 0,012 = 1,2\%.$$

Jednakże również wyjątkowy uchyb $-0,24$ ms można uznać za dopuszczalny w próbach zwarciovych, gdyż stanowi on tylko 2,4% połowy okresu prądu zmiennego.

LITERATURA

- Frank E. Pulsed Linear Networks, 1943
 Maciejewski T. W. Thyratrons and Their Applications (Electr. Applic. Bull., 1949, I)
 Massachusetts Institute of Technology. Electronics Instruments, 1947
 Massachusetts Institute of Technology. Waveforms, 1947
 Say M. G. The Performance and Design of Alternating Current Machines.

WOJCIECH WINIARSKI

Katedra Wysokich Napięć
i Przyrządów Rozdzielczych
Politechniki Gdańskiej

Boczniki wieloprądowe w zwarciozni KWN i PR Politechniki Gdańskiej

621.317.716.023:621.3.064.1:378.962:943.12

Treść. Warunki pracy boczników wieloprądowych w zwarciozni P. G. i stawiane im wymagania. Obliczenia wstępne boczników. Rozwiązania konstrukcyjne. Układ mostkowy do pomiarów stałej czasowej boczników. Badania wpływów pól magnetycznych postronnych i mas magnetycznych na stałą czasową boczników jednorurowych i dwururowych. Metoda kompensacji indukcyjności boczników dwururowych.

Измерительные пункты для больших токов в станции коротких замыканий Кафедры высоких напряжений и электрических аппаратов Гданского Политехнического Института. Условия работы шунтов в станции и предъявляемые им требования. Предварительный расчет шунтов. Конструктивное выполнение шунтов. Мост для измерения постоянной времени. Исследование влияния магнитных полей и магнитных масс на постоянную времени однотрубных и двухтрубных шунтов. Метод компенсации индуктивности двухтрубных шунтов.

Heavy-current Shunts in the Short-circuit Testing Station of the Gdańsk Polytechnic Institute. Operation conditions of heavy-current shunts in the short-circuit station, and requirements put to them. Initial calculation of shunts. Constructional solutions. Bridge diagram for measuring the time constant of the shunts. Investigation of the effects of foreign magnetic fields and magnetic substances on the time constants of single- and double-pipe shunts. Method of induction compensation of double-pipe shunts.

1. Wstęp.

Nad urzędzeniami do pomiaru wielkich prądów w zwarciozni Katedry Wysokich Napięć i Przyrządów Rozdzielczych P. G. pracowano głównie w latach 1952 i 1953. Zdecydowano się na budowę w pierwszej kolejności boczników wieloprądowych, które w porównaniu z transformatorami prądowymi specjalnymi na bardzo wielkie prądy przedstawiały łatwiejsze możliwości wykonania w Katedrze. Prace w kierunku boczników były podyktowane również kilkoma innymi potrzebami. Dlatego też prowadzono je nieco szerzej niż wymagałyby potrzeby samej zwarciozni.

Początkowo opracowano i wykonano dwa boczniki na 5 kA—5s, jeden jednorurowy, drugi dwururowy, a następnie zbudowano bocznik na 50 kA—1s, dwururowy. Obliczenia boczników zostały sprawdzone w laboratorium Katedry metodą mostkową.

Większą część badań laboratoryjnych poświęcono wpływom pól magnetycznych postronnych i mas magnetycznych. Opracowano metodę kompensacji indukcyjności w boczniku dwururowym.

2. Warunki pracy i wymagania.

Warunki pracy boczników w zwarciozni gdańskiej są dość trudne, w celu bowiem maksymalnego wykorzystania urządzeń obwód wieloprądowy jest skrócony do niezbędnego minimum tak, że bocznik musi się znajdować w pobliżu szyn i uzwojeń wytwarzających silne pola magnetyczne oraz w pobliżu mas ferromagnetycznych zniekształcających pola. Rys. 1 przedstawia przykład układu do prób wytrzymałości zwarciowej transformatora prądowego małego prądu z bocznikiem

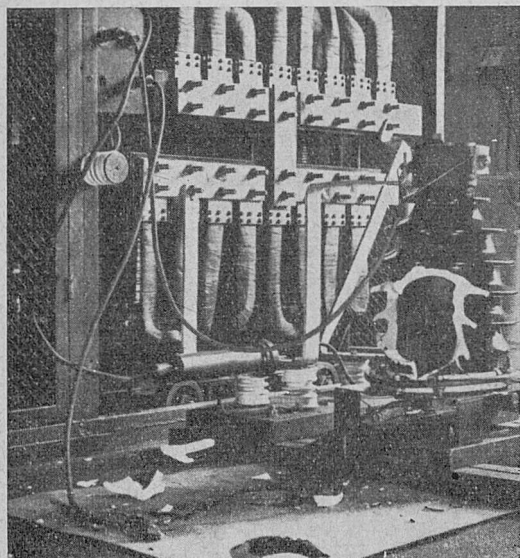
dwururowym na 5 kA—5s; bocznik jest umieszczony bardzo blisko uzwojeń transformatora zasilającego i stalowych konstrukcji wsporczych. Rys. 2. przedstawia jeszcze ciśniejszy montaż bocznika na 50 kA—1s między transformatorem zwarciowym a badanym odczynikiem.

Nie można zapewnić stałych warunków oddziaływania magnetycznego na boczniki, gdyż montaż obwodu probierczego przedstawia wielką różnorodność położeń, odstępów i kształtów, należy więc dążyć do rozwiązań konstrukcyjnych zapewniających jak najmniejszą wrażliwość bocznika na wpływy magnetyczne postronne.

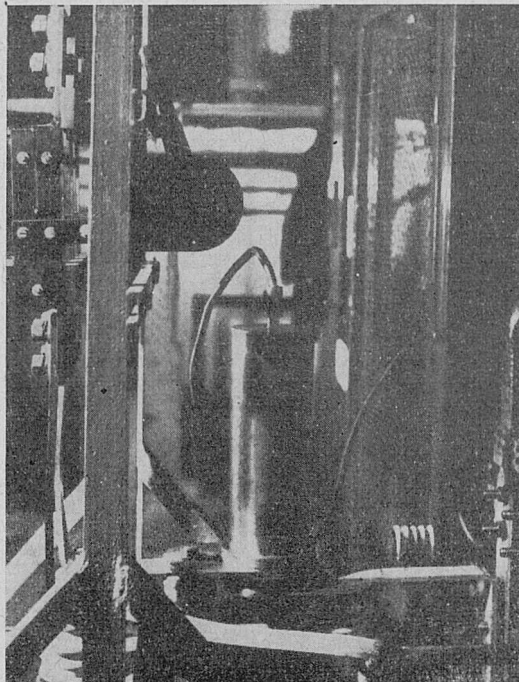
Poza tym dążąc do zmniejszenia spadków napięciowych należy ograniczyć oporność pozorną bocznika do koniecznego minimum.

Wielką wagę przywiązuje się do stałej czasowej bocznika. Zbyt wielka stała czasowa w porównaniu z okresem mierzonego prądu groziłaby zniekształceniami krzywej prądowej i przesunięciami fazowymi, wyciągnięcie więc wniosków z próby mogłoby być bardzo utrudnione. W próbach wytrzymałości dynamicznej lub cieplnej wchodzi w grę tylko prądy o częstotliwości 50 Hz i składowe bezokresowe o stosunkowo niskiej stałej czasowej tak, że wymagania pod adresem boczników nie są bardzo ostre. Trudniej przedstawiają się próby łączeniowe, na przykład próby bezpieczników wobec stosunkowo szybkich zmian prądu. Można liczyć się z potrzebą dobrych pomiarów przy częstotliwościach rzędu kilku kiloherców.

Próby zwarciowe prądami silnie niesymetrycznymi wymagają ażeby wytrzymałość dynamiczna bocznika była przynajmniej 2,5 ... 3 razy większa niż prąd znamionowy 1-se-



Rys. 1. Przykład położenia bocznika dwururowego na 5 kA w obwodzie wieloprądowym



Rys. 2. Przykład położenia bocznika dwururowego na 50 kA w obwodzie wieloprądowym

kundowy. Prąd znamionowy 1-sekundowy odróżniamy od rozpowszechnionego pojęcia wytrzymałości cieplnej 1-sekundowej. Pracy aż do wytrzymałości 1-sekundowej nie przewidyje się ze względu na dokładność pomiarów. Górną granicą pracy 1-sekundowej jest mniejszy prąd znamionowy 1-sekundowy.

3. Obliczenia boczników.

Nie rozporządzano materiałami o małym współczynniku cieplnym oporności. Zastosowano mosiądz, materiał bardziej odpowiedni, niż miedź i osiągalny w okresie budowy boczników w postaci rur o nadających się wymiarach. Założono według tablic materiałowych:

ciężar właściwy	0,07 ÷ 0,08 Ω mm ² /mm
oporność właściwa	0,07 ÷ 0,08 Ω mm ² /mm
współczynnik cieplny oporności	0,0015
ciepło właściwe	0,362 J/g°C.

Przyjęto spadki napięcia: 200 mV dla bocznika na 5 kA, 400 mV dla bocznika na 50 kA. Wielkości te odpowiadają niezłej współpracy nawet z pętlami oscylograficznymi, wymagającymi stosunkowo wielkiego napięcia około 100 mV przy pełnym wychyleniu; bocznik na 5 kA pozwala uzyskać pełne wychylenie już około 2,5 kA, a bocznik na 50 kA już około 10 kA. Czas zwarcia dla boczników na 5 kA przyjęto do 5 s, a dla bocznika na 50 kA do 1 s, ograniczając uchyb od nagrzania w tym czasie do 5%. Dążono do stałej czasowej nie większej niż rzędu 1.10⁻⁵ sek.

Bocznik dwururowy na 5 kA — 5 s jest przedstawiony na rys. 3. Do pomiarów wyzyskuje się w nim tylko rurę wewnętrzną, a rura zewnętrzna łagodzi szkodliwe sprężenia magnetyczne z otoczeniem. Rura pomiarowa ma promienie: $r_0 = 30$ mm, $r_1 = 32$ mm, a rura zewnętrzna: $r_2 = 34$ mm, $r_3 = 36$ mm. Przekrój rury pomiarowej wynosi około 390 mm², pojemność cieplna na 1 cm długości 12,2 J/°C, oporność na 1 cm przy 20°C 1,9.10⁻⁶ Ω. Ciepło wydzielone w rurze pomiarowej przy przepływie prądu 5 kA w czasie 5 s wypada, przy pominięciu chłodzenia i zmian oporności, 240 J, a wzrost temperatury 20°C. Wynika stąd zmiana oporności, tj. uchyb związany z nagrzewaniem, około 3%.

Wpływ naskórkowości jest według tablic [4] przy 50 Hz pomijalny, przy 3 kHz powoduje wzrost oporności o 2%, a przy 5 kHz o 8%. Indukcyjność związana ze strumieniem w szczelinie bocznika wynosi na 1 cm długości około 2.10⁻⁴ μH. Indukcyjność ta nie wchodzi bynajmniej do obliczenia stałej czasowej bocznika, lecz stanowi jedynie drobny składnik obciążenia transformatora zwarcowego. Pojemność między rurami na 1 cm bocznika wypada około 11,5 pF. Długość pomiarowej części rury wewnętrznej 21 cm daje oporność $R_p = 39,9 \cdot 10^{-6} \Omega$.

W obliczeniach wytrzymałości bocznika na siły elektrodynamiczne zwrócić szczególną uwagę na niebezpieczeństwo zmiężdżenia rury wewnętrznej, jak to wziął w rachubę J. H. Park [1]. Niebezpieczeństwo to jest związane ze stosunkowo niewielką grubością ścianki. Siły zmiężdżające są wynikiem pola magnetycznego, wytwarzanego przez prąd w rurze wewnętrznej bez wpływu rury zewnętrznej tak, że mała odległość powietrza między rurami nie odgrywa tu żadnej roli.

Natomiast w rurze zewnętrznej występują siły rozciągające jako wynik działania pola magnetycznego wytwarzanego przez prąd rury wewnętrznej. Siły te dają zupełnie regularne naciężenia rozciągające, są więc mniej niebezpieczne niż siły zmiężdżające w rurze wewnętrznej. Prąd zmiężdżający można obliczyć wg wzoru [1]:

$$I = 1,085 \sqrt{\frac{E}{1-m^2} \cdot \frac{(r_1-r_0)^3 \cdot (r_1+r_0)^2}{r_1^2 (r_1+2r_0)}}$$

gdzie E = moduł sprężystości (dyn/cm²),
 m = liczba Poissona.

Podstawiając $E = 0,89 \cdot 10^{12}$ dyn/cm², $m = 0,4$ otrzymuje się według tego wzoru $I = 61$ kA.

Obliczenia stałej czasowej według wzorów stosowanych przez Johnsona [2] dają wyniki bardzo znacznie różniące się od wartości zmierzonych. Obliczeń tych nie podajemy tutaj poprzestając na stwierdzeniu, że stała czasowa boczników tego typu ma charakter niejako pojemnościowy, gdyż prąd w obwodzie wieloprądowym wyprzedza prąd w obwodzie pomiarowym.

Bocznik dwururowy na 50 kA — 1 s jest przedstawiony na rys. 4; rura wewnętrzna ma promienie $r_0 = 63$ mm, $r_1 = 66$ mm, rura zewnętrzna $r_2 = 67$ mm, $r_3 = 69$ mm. Przekrój rury pomiarowej wynosi około 1300 mm², pojemność cieplna na 1 cm długości 40 J/°C, oporność rury na 1 cm wynosi 0,58.10⁻⁶ Ω. Ciepło wydzielone w rurze przy przepływie prądu 50 kA w czasie 1 s przy założonej stałej oporności i pominięciu chłodzenia wynosi 1450 J, a wzrost temperatury 36°C. Uchyb związany z nagrzewaniem bocznika jest około 5%. Indukcyjność bocznika związana ze szczeliną wynosi na 1 cm około 2.10⁻⁵ μH, pojemność 55 pF. Wpływ naskórkowości określono, jak poprzednio, na podstawie tablic; jest on przy częstotliwości 50 Hz pomijalny, przy częstotliwości 3 kHz powoduje wzrost oporności bocznika o ~ 10%, przy 5 kHz o ~ 25%. Część pomiarowa rury wewnętrznej o długości 14 cm daje oporność około 8,1.10⁻⁶ Ω. Prąd zmiężdżający rurę pomiarową, obliczony według poprzednio podanego wzoru, wynosi 157 kA.

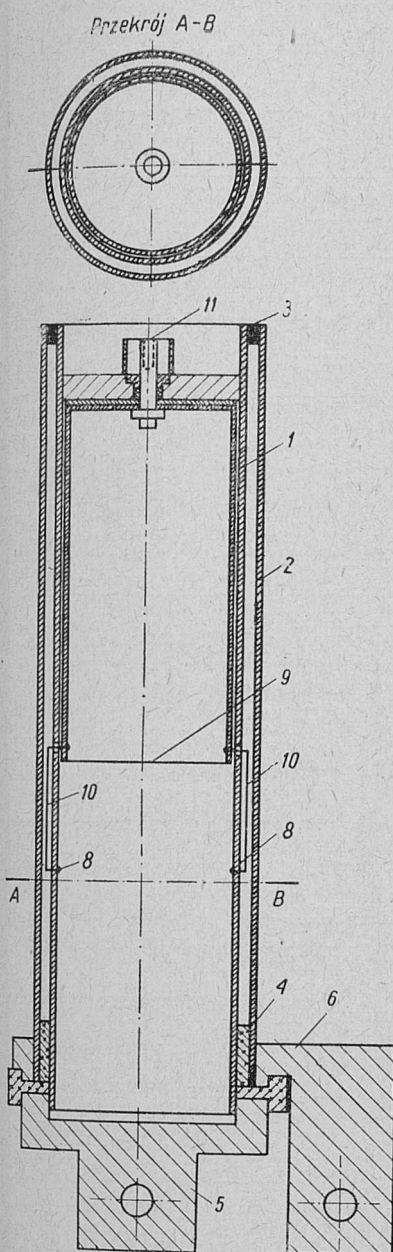
Bocznik jednorurowy 5 kA — 5 s jest przedstawiony na rys. 5. Wymiary rury bocznika są zbliżone do wymiarów rury wewnętrznej bocznika dwururowego o tych samych danych znamionowych, stąd wyniki obliczeń są zbliżone do siebie. Zbliżone wymiary dają sprzyjające warunki dla badań porównawczych obu boczników. Promienie rury wynoszą: $r_0 = 28$ mm, $r_1 = 30$ mm, przekrój rury około 370 mm², pojemność cieplna 1 cm rury 12 J/°C, a oporność rury na 1 cm jest około 2.10⁻⁶ Ω. Uchyb bocznika od nagrzewania przy prądzie znamionowym w czasie 5 s wynosi 3,5%. Prąd zmiężdżający rurę, obliczony jak poprzednio, wynosi około 65 kA.

4. Rozwiązania konstrukcyjne.

W boczniku dwururowym na 5 kA — 5 s (rys. 3) rura wewnętrzna pomiarowa 1 i rura zewnętrzna powrotna 2 są połączone na jednym końcu 3 lutem twardym. W pobliżu drugiego końca jest założony pasek preszpanowy dystansowy 4.

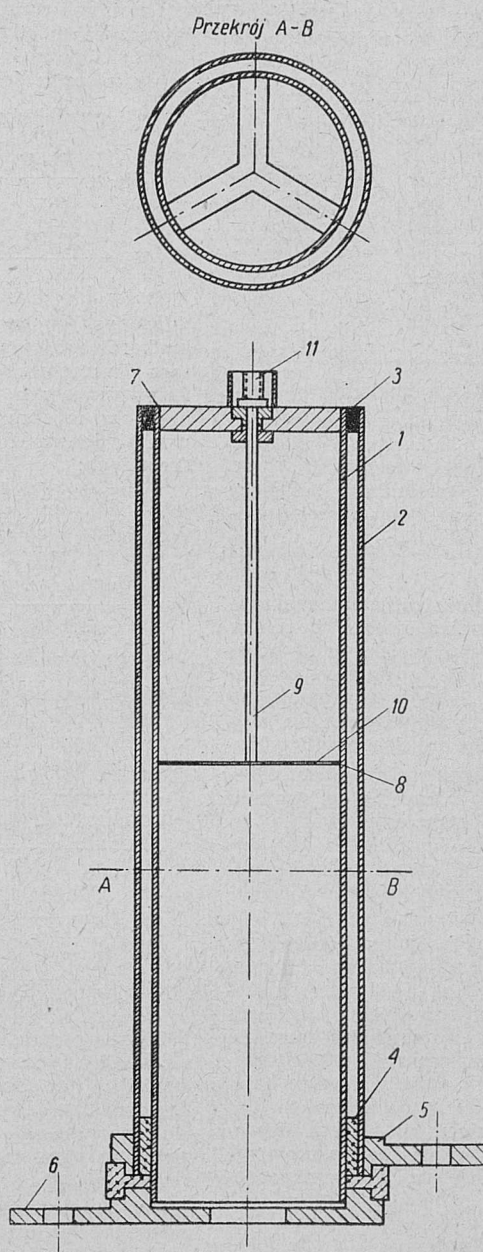
między rurami (1 mm). Poza tym rury są oddzielone tylko warstwą powietrza. Zaciski prądowe 5, 6 służą zarazem do zamocowania bocznika w układzie probierczym. Mają one znaczny przekrój, który ułatwia równomierny rozpliw prądu

wewnętrznej, stąd wyprowadza się pomocnicze połączenia napięciowe do zacisku podwójnego koncentrycznego, z którego odchodzą przewody do oscylografu. Próby opisane w rozdz. 6 wykazują, że sposób wykonania połączenia



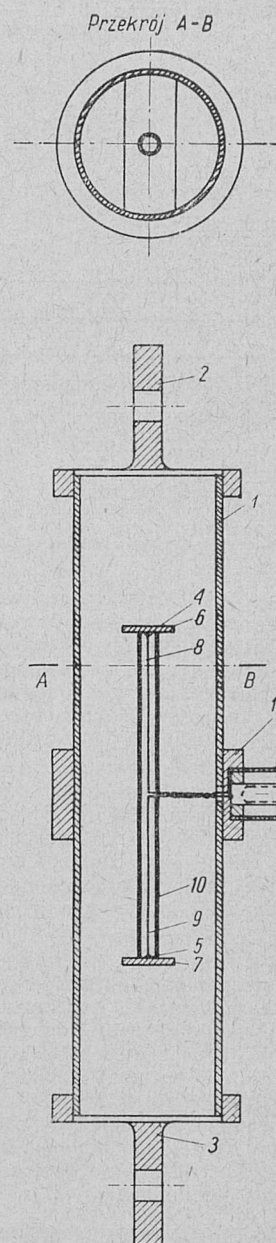
Rys. 3. Bocznik na 5 kA dwururowy w przekroju

- 1 — rura pomiarowa
- 2 — rura powrotna
- 3 — złącze
- 4 — dystansowy pasek z preszpanu
- 5, 6 — zaciski prądowe
- 7, 8 — punkty przyłączenia przewodów napięciowych
- 9 — napięciowy przewód rurowy
- 10 — przewody kompensacyjne
- 11 — podwójny zacisk napięciowy koncentryczny



Rys. 4. Bocznik na 50 kA dwururowy w przekroju

- 1 — rura pomiarowa
- 2 — rura powrotna
- 3 — złącze
- 4 — dystansowy pasek z preszpanu
- 5, 6 — zaciski prądowe
- 7, 8 — punkty przyłączenia przewodów napięciowych
- 9 — przewód napięciowy z pręta mosiężnego
- 10 — płytka poprzeczna
- 11 — zacisk napięciowy koncentryczny



Rys. 5. Bocznik 5 kA jednorurowy w przekroju

- 1 — rura pomiarowa
- 2, 3 — zaciski prądowe
- 4, 5 — punkty przyłączenia przewodów napięciowych
- 6, 7 — paski napięciowe
- 8, 9 — przewody napięciowe
- 10 — rura izolacyjna
- 11 — zacisk napięciowy koncentryczny
- 12 — pierścień izolacyjny

w rurach. Rury i zaciski mają połączenia śrubowe. Gwintowane powierzchnie są pokryte cyną przed nakręceniem zacisków, co daje lepsze złącze. Bez tego środka luzy powodowały wytapianie gwintów przy prądach zwarciovych.

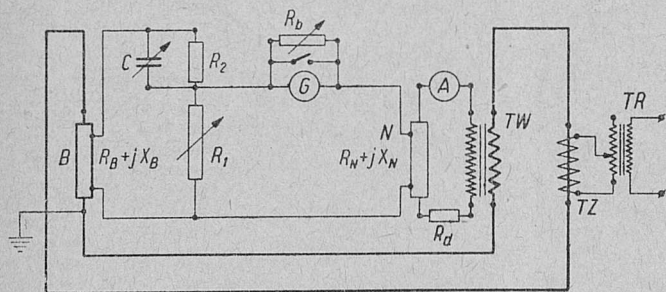
Do pomiarów wyzyskuje się oporność odcinka rury wewnętrznej, oddalonego od zacisku prądowego 5, gdzie można liczyć na dość równomierny rozkład prądu. Jeden punkt krańcowy 7 tego odcinka znajduje się nieco poniżej poziomu złącza rury wewnętrznej i zewnętrznej. Drugi punkt krańcowy 8 odcinka pomiarowego jest w miejscu pośrednim rury

napięciowego wewnątrz bocznika ma pewien wpływ na stałą czasową oraz na wrażliwość na pola magnetyczne postronne.

Proste wykonanie w postaci pręta osiowego i połączonej z nim listwy poprzecznej, przylutowanej w dwóch miejscach do rury wewnętrznej daje stosunkowo dużą stałą czasową i nieco większą wrażliwość na pola postronne. Przez zastosowanie połączenia napięciowego rurowego przedstawionego na rys. 3 — z trzeciej rury 9 — uzyskano mniejszy wpływ pól postronnych. Radykalne zmniejszenie stałej czasowej osiągnięto, wykonując końcową część połączenia napięciowego

z czterech przewodów 10 biegnących w szczelinie między rurami. Udoskonalenia te są nieodzowne w pracy zwarciowni; opracowano je raczej w związku z innymi zadaniami laboratoryjnymi.

Udoskonalen tego rodzaju nie wprowadzono na razie w boczniku dwururowym na 50 kA — 1 s, który jest przedstawiony na rys. 4. Rury 1, 2 są połączone podobnie jak w boczniku na



Rys. 6. Układ mostkowy do badania boczników

- | | |
|-------------------------------------|--|
| B — bocznik badany | R_b — bocznik galwanometru |
| TW — transformator prądowy wzorcowy | R_d — kondensator dekadowy obciążający |
| N — opornik wzorcowy | TZ — transformator zasilający |
| R_1, R_2 — oporniki dekadowe | TR — transformator regulacyjny |
| C — kondensator dekadowy mikowy | |
| G — galwanometr vibracyjny | |

5 kA — 5 s. Zaciski prądowe 5, 6 skonstruowano znacznie mocniej, ażeby uzyskać pewniejsze zamocowanie bocznika w układzie probierczym wielkoprądowym; zaciski te są odlewami mosiężnymi. Przewód napięciowy wewnątrz rury pomiarowej jest wykonany z pręta osiowego 9, który przechodzi na dolnym końcu w płytkę poprzeczną 10, przylutowaną do rury w trzech miejscach równomiernie rozłożonych na obwodzie.

Boczniki dwururowe mają w układach probierczych przeważnie położenie prostopadłe do szyny, korzystne ze względu na oddziaływanie szyn. Opisane konstrukcje pozwalają na wygodny montaż. Po kilkuset zwarciach boczniki te nie wykazują szkodliwych zmian. Bocznik na 50 kA ma za sobą kilkadziesiąt zwarć o prądach udarowych powyżej 100 kA; maksymalny prąd udarowy wynosi 150 kA.

Bocznik jednorurowy na 5 kA — 5 s (rys. 5) jest konstrukcją bardzo prostą, łatwą do wykonania i dlatego bardzo obecnie rozpowszechnioną. Zaciski prądowe 2, 3 są wykonane podobnie jak w boczniku dwururowym. Wyprowadzenia napięciowe biegną od punktów krańcowych 4, 5 wewnątrz rury. Są one wykonane z dwóch pasków mosiężnych 6, 7 przylutowanych do wewnętrznej powierzchni rury oraz z dwóch osiowych przewodów 8, 9 umieszczonych w rurce z papieru bakelizowanego 10. Podwójny zacisk napięciowy 11 jest wyprowadzony w połowie długości bocznika w pierścieniu izolacyjnym 12. Zacisk ten jest dostosowany do złącza koncentrycznego kabla napięciowego.

5. Układ mostkowy do badania boczników.

Dokładne pomiary oporności i stosunkowo bardzo małych indukcyjności boczników były konieczne, ponieważ niedostateczna znajomość zastosowanych materiałów nie pozwalała na dokładne obliczenie oporności, a podstawy obliczeniowe indukcyjności i sprzężeń z polami postronnymi były niezbyt pewne lub zbyt złożone. Badania oscylograficzne nie czyniłyby zadość wymaganiom sprawie dokładności i czułości.

Zdecydowano się na modyfikację mostka Scheringa i Albertiego przedstawioną na rys. 6. Mostek Scheringa i Albertiego służy do określania uchybów transformatorów prądowych przy użyciu bardzo dobrych boczników. W naszym wypadku natomiast bada się bocznik przy pomocy bardzo dokładnego transformatora prądowego wzorcowego TW. Transformator ten dostarczony przez fabrykę Everett-Edgumbe ma w warunkach pracy w naszych badaniach uchyby około $\pm 0,02\%$ i $\pm 0,5'$. Uzwojenie pierwotne tego transformatora i badany bocznik B są zasilane prądem z transformatora TZ. Mostek działa na zasadzie porównywania napięcia pomiarowego na boczniku oraz napięcia wytwarzanego przez prąd wtórny transformatora wzorcowego TZ na oporniku wzorcowym N, którego oporność $R_N = 0,01 \Omega$, a stała czasowa wynosi $6,7 \mu s$. Do zrównoważenia napięć w mostku służą oporniki dekadowe R_1, R_2 o dokładności $0,1\%$ i o pomijalnych stałych czasowych

oraz kondensator dekadowy mikowy C o dokładności równie $0,1\%$. Galwanometr vibracyjny G ma czułość $4 \cdot 10^{-4} A/mm$.

Ażeby uniknąć szkodliwego działania obwodu wielkoprądowego na układ małoprądowy w mostku, rozsunięto te dwie części na odległość około 10 m. Nie stwierdzono wtedy dostrzegalnych wpływów szkodliwych. Wszelkie połączenia małoprądowe mostka wykonano ze starannie splecionych przewodów. Oporności tych przewodów były pomijalne w porównaniu z opornościami R_1, R_2 .

Dla tego układu mostkowego wyprowadza się wzory ogólne

$$R_B = \frac{R_N R_2 + R_N R_1 + R_1 R_N R_2^2 \omega^2 C^2 + R_2^2 \omega C X_N}{p R_1 (R_2^2 \omega^2 C^2 + 1)}$$

$$X_B = \frac{X_N R_1 + R_1 \omega^2 R_2^2 C^2 X_N - R_2^2 \omega C R_N + X_N R_2}{p R_1 (R_2^2 \omega^2 C^2 + 1)}$$

w których oporność bierna X_N zawiera również wpływ uchybu kątownego transformatora wzorcowego TW. Przy przyjętych założeniach w mostku można przejść do wzorów uproszczonych:

$$R_B \approx \frac{R_N R}{p R_1}$$

$$i \quad X_B \approx \frac{X_N R - R_N R_2^2 \omega C}{p R_1}$$

$$\text{gdzie } R = R_1 + R_2,$$

skąd otrzymuje się wzory na kąt charakterystyczny bocznika i na stałą czasową:

$$\text{tg } \varphi_B \approx \frac{X_N R - R_N R_2^2 \omega C}{R_N R}$$

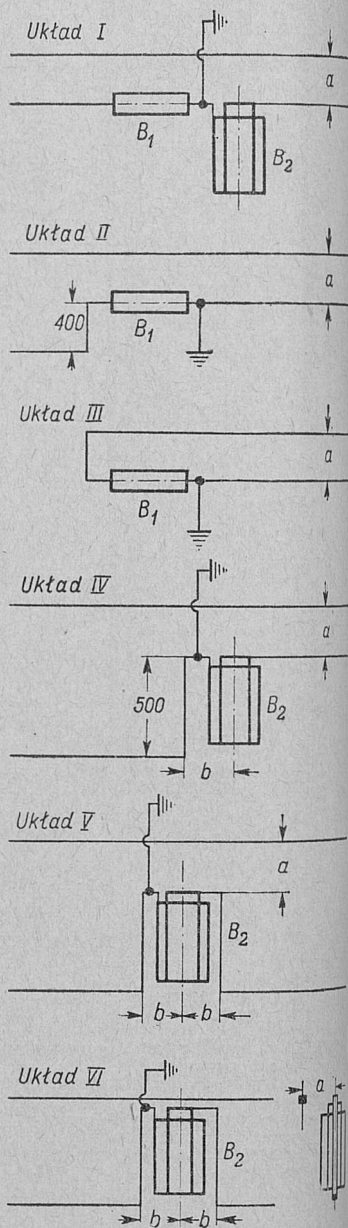
$$T_B = \frac{L_B}{R_B} \approx \frac{L_N}{R_N} - \frac{R_2^2 C}{R}$$

Zakres pomiarów można powiększyć, zwiększając T_N lub dołączając kondensator równoległy do opornika R_1 . Układu tego nie stosowano.

Rozpatrzenie dokładności wykonanych pomiarów prowadzi do wniosku, że całkowity uchyb oporności R_B wynosi $0,23\%$, a uchyby oporności biernej X_B oraz stałej czasowej T_B — około $3,5\%$.

6. Badania laboratoryjne boczników i kompensacja indukcyjności.

Badania mostkowe boczników przeprowadzano w taki sposób, ażeby nagrzewanie nie powodowało wyraźnych zmian oporności. Dlatego stosowano prąd tylko około 10% znamionowego prądu 5-sekundowego i ograniczano czas przepływu prądu do niezbędnego minimum. Po pomiarze wstępnym trwającym nieco dłużej następne pomiary mogą być ograniczone do ~ 10 s. W warunkach takich



Rys. 7. Niektóre układy w których określono zależność stałej czasowej bocznika jednorurowego B_1 i dwururowego B_2 od wpływu pól magnetycznych i zbieżności żelaza

Tablica I. Stałe czasowe T boczników na 5 kA — 5 s w układach szyn I, II, III, przedstawionych na rys. 7

Bocznik	Układ szyn wg. rys. 7	Położenie przewodów napięciowych boczników	Masy żelazne	$T(\mu s)$ przy $a(mm)$					
				80	150	200	500	1000	1500
Jednorurowy	I	X	O	- 22	- 12,5	- 5	- 0,8	- 2,2	- 3,3
	I	X	Ż	- 40	- 31	- 29	- 25	- 30	- 33
	I	Y	O	>+ 7,5	—	—	—	+ 7,0	—
	II	X	O	- 19	—	- 6,6	- 3,3	+ 3,0	—
	II	X	Ż	- 40	—	- 32	- 34	- 29	—
	II	Y	O	+ 7,5	—	—	—	+ 6,0	—
	III	X	O	- 23	—	- 10	- 7,5	- 0,8	—
	III	Y	O	>+ 7,5	—	—	—	+ 7,0	—
Dwururowy bez ekranu	I		O	- 2,2	- 2,2	- 2,2	- 2,2	- 2,2	- 2,2
	I		Ż	- 2,5	- 2,5	- 2,5	- 2,5	- 2,2	- 2,4
Dwururowy z ekranem	I		O	- 2,4	- 2,4	- 2,4	- 2,4	- 2,4	- 2,4
	I		Ż	- 2,4	- 2,4	- 2,4	- 2,4	- 2,4	- 2,4

X — paski napięciowe w boczniku prostopadle do płaszczyzny szyn
 Y — paski napięciowe w płaszczyźnie szyn

O — bez bliskich mas żelaznych
 Ż — z bliskim rdzeniem żelaznym

Tablica III. Stałe czasowe T bocznika dwururowego na 5 kA — 5 s w układach szyn IV, V, VI, przedstawionych na rys. 7

Bocznik	Układ szyn wg. rys. 7	Położenie zacisków bocznika	Odległość a (mm)	Masy żelazne	T (μs) przy b (mm)				
					80	120	200	300	500
Dwururowy bez ekranu	IV	X	80	O	+ 2,2	—	- 2,2	—	- 2,2
	IV	X	80	Ż	+ 5,0	—	- 2,2	—	- 2,3
	IV	Y	80	O	- 6,0	—	- 2,2	—	- 2,2
	IV	Y	80	Ż	- 8,0	—	- 2,6	—	- 2,2
	V	—	100	O	—	+ 0,1	- 1,4	- 2,2	—
	V	—	100	Ż	—	- 0,5	- 1,4	- 2,3	—
	V	—	500	O	—	- 0,5	- 1,4	- 2,2	—
	V	—	500	Ż	—	- 0,5	- 1,4	- 2,3	—
	VI	—	100	O	—	+ 0,2	- 2,2	—	—
	VI	—	100	Ż	—	+ 0,7	- 2,2	—	—
	VI	—	200	O	—	+ 0,7	- 2,2	—	—
	VI	—	200	Ż	—	+ 0,3	- 2,2	—	—
Dwururowy z ekranem	IV	X, Y	80	O, Ż	- 2,45	—	- 2,45	—	- 2,45
	V	—	100, 500	O, Ż	—	- 2,4	- 2,4	- 2,4	—
	VI	—	100, 200	O, Ż	—	- 2,4	- 2,4	—	—

X — przy zgodnych kierunkach prądów w rurze pomiarowej i w szynie równoległej
 Y — przy przeciwnych kierunkach prądów w rurze pomiarowej i w szynie równoległej
 O — bez bliskich mas żelaznych
 Ż — z bliskim rdzeniem żelaznym

przyrost temperatury na przykład bocznika na 5 kA — 5 s wynosi tylko około 0,5°C, a zmiana oporności około 0,05%.

Pomiary mostkowe były podstawą udoskonalenia bocznika dwururowego. W pierwszej kolejności opracowano nowe rozwiązanie przewodu napięciowego wewnątrz bocznika. Zastosowanie rury zamiast przewodu osiowego i poprzecznego paska pozwoliło zmniejszyć wpływy magnetyczne postronne, odcinki zaś przewodów biegnące między rurami wewnętrzną i zewnętrzną pozwoliły ograniczyć stałą czasową. Zasada tej kompensacji polega na tym, że taki odcinek przewodu na zewnątrz rury pomiarowej wprowadza do obwodu napięciowego dodatkowy spadek napięciowy pochodzący od strumienia magnetycznego wytworzonego przez rurę wewnętrzną. Spadek ten ma charakter indukcyjny i znak przeciwny niż składowa występująca dla przewodu napięciowego biegnącego wewnątrz rury.

Pomiary oporności w temperaturze 20°C, stałych czasowych i kątów charakterystycznych dają dla poszczególnych boczników:

1) dla bocznika dwururowego na

50 kA — 1 s:

$7,9 \cdot 10^{-6} \Omega$, —15 μs , —16',

2) dla bocznika dwururowego na

5 kA — 5 s:

a) z wyprowadzeniem napięciowym osiowym:

$36,5 \cdot 10^{-6} \Omega$, —10 μs , —11',

b) z wyprowadzeniem napięciowym rurowym i z kompensacją indukcyjności (przekonstruowany):

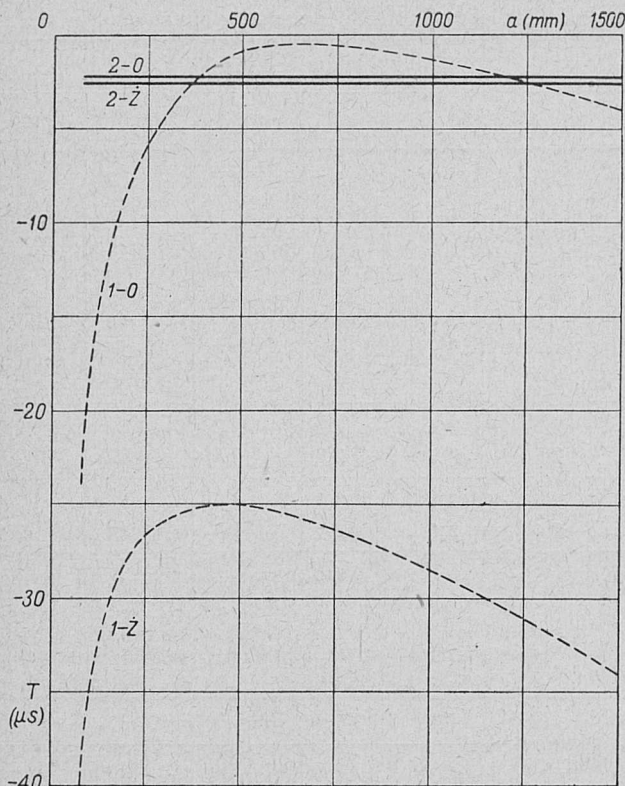
$41,0 \cdot 10^{-6} \Omega$, —2,2 μs , —2,4',

3) dla bocznika jednorurowego na 5 kA — 5 s w odległości

800 mm od szyny powrotnej:

$38,5 \cdot 10^{-6} \Omega$, —1 μs , —1,1'.

Najwięcej badań mostkowych poświęcono wpływom szyn obwodu wielkoprądowego i bliskich mas żelaznych. Rys. 7 przedstawia 6 różnych układów szyn. Jako parametr geometryczny występuje często odstęp a między dwiema szynami, a w układach dalszych również odległość b między osią bocznika dwururowego a równoległym odcinkiem szyn. Przypadki te obejmują znaczną część warunków montażowych zdarzających się w zwarciozni gdańskiej. W niektórych układach dodatkowym parametrem jest położenie przewodów napięcio-



Rys. 8. Zależność stałej czasowej bocznika dwururowego i jednorurowego od odległości a szyny powrotnej i od zbliżenia rdzenia żelaznego w układzie I z rys. 7

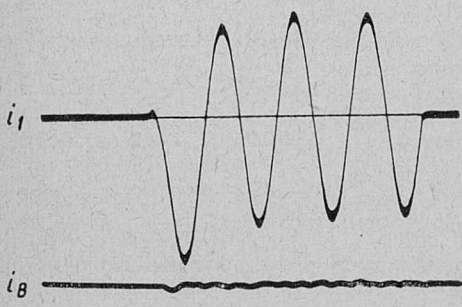
1-0 — bocznik jednorurowy bez wpływu żelaza
1-Z — to samo z wpływem żelaza
2-0 — bocznik dwururowy bez wpływu żelaza
2-Z — to samo z wpływem żelaza

wych bocznika jednorurowego lub położenie zacisków prądowych bocznika dwururowego w stosunku do szyn. Szyny miały przekrój 40 mm × 8 mm.

Do badań wpływu mas żelaznych użyto rdzenia półpięściennego z transformatora prądowego (na składową zerową) o ciężarze rzędu 1 kg. Rdzeń ten zbliżano do bocznika na ~ 10 mm i zmieniano położenie, a jako wynik notowano wartość mniej więcej najbardziej odbiegającą od poprzednio określonej wartości bez wpływu żelaza.

Oprócz bocznika dwururowego opisanego w rozdz. 4 podano badaniom również rozwiązanie udoskonalone przez dodanie ekranu zewnętrznego w postaci rury stalowej o średnicy wewnętrznej 80 mm, zewnętrznej 84 mm i długości około 280 mm. Ekran był izolowany od rury prądowej bocznika. Możliwość zastosowania takiego ekranu jest zaletą konstrukcji dwururowej, w której prądy obu rur mosiężnych kompensują się i nie wytwarzają strumienia magnetycznego w ekranie żelaznym.

Niektóre wyniki badań boczników na 5 kA — 5 s są przedstawione w tabl. I dla boczników jednorurowego i dwururowego.



Rys. 9. Oscylogram prądu i_1 w obwodzie wieloprądowym oraz prądu i_B indukowanego w boczniku 50 kA umieszczonym przy szybie
Stała obwodu bocznika na 50 kA — 2,51 kA/mm, bocznika pomiarowego — 5,06 kA/mm

wego w układach I, II i III oraz w tabl. II tylko dla bocznika dwururowego w układach IV, V, VI.

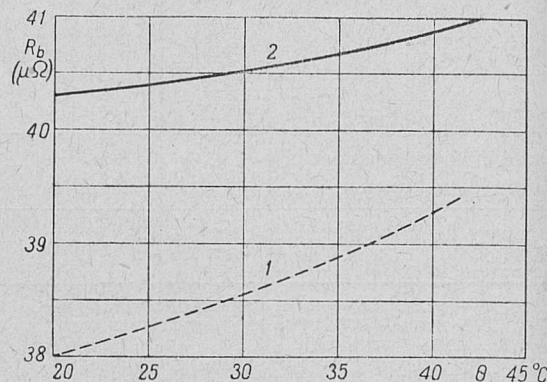
Można z nich wyciągnąć szereg wniosków.

1) Bocznik dwururowy jest na ogół znacznie mniej wrażliwy na wpływy szyn i mas żelaznych niż bocznik jednorurowy.

Rys. 8 przedstawia wykreślenie wyraźną zależność stałej czasowej bocznika jednorurowego od odległości a szyny powrotnej w układzie I oraz od zbliżenia rdzenia transformatorowego, natomiast prawie niezmienną stałą czasową bocznika dwururowego.

2) Bocznik dwururowy bez ekranu przedstawia wyraźne gorsze właściwości w układach IV, V i VI — z bliskimi oddziaływaniami szyn równoległych do osi bocznika. Jednakże do pracy w zwarciowni wyniki te są zadowalające.

3) Dodanie ekranu żelaznego na boczniku dwururowym usuwa prawie całkowicie wrażliwość na wpływy postronne.

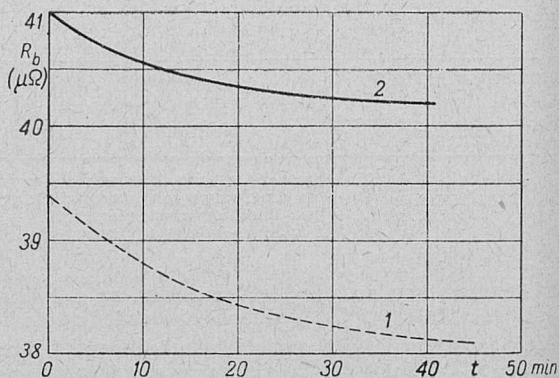


Rys. 10. Zależność oporności boczników na 5 kA — 5 s od temperatury

1 — bocznik jednorurowy 2 — bocznik dwururowy

Wykonano również szereg badań oscylograficznych na wpływy postronne na bocznik. Rys. 9 przedstawia przykładowy oscylogram z próby o prądzie udarowym 96 kA i składowej okresowej 47 kA. W próbie tej bocznik dwururowy na 50 kA — 1 s był umieszczony tuż obok szyny wieloprądowej równoległe do niej, oddzielony tylko warstwą preszpanu. Górna krzywa przedstawia prąd zmierzony za pomocą innego bocznika, a dolna krzywa — prąd indukowany w boczniku b danym przy obwodzie bocznik-pętlica oscylografu w takim samym stanie jak do rejestracji tego prądu. Widać, że nawet w tak skrajnie niekorzystnych warunkach geometrycznych działanie indukujące pola postronne jest do pominięcia.

Badania nad wpływem temperatury na oporność boczników wykonano przy użyciu termostatu i opisanego mostka. Rys. 11 przedstawia charakterystyki boczników na 5 kA — 5 s jedno-



Rys. 11. Zależność oporności bocznika od czasu stygnięcia w temperaturze otoczenia 20°C

1 — bocznik jednorurowy 2 — bocznik dwururowy

rurowego i dwururowego. Rys. 11 zaś ilustruje chłodzenie boczników na 5 kA — 5 s w stanie bezprądowym od temperatury początkowej około 40°C. Można stwierdzić nieco gorsze chłodzenie bocznika dwururowego.

LITERATURA

- [1] Park J. H. Shunts and Inductors for Surge Current Measurements (Journ. of Res. of the Nat. Bureau of Standards, 1947)
- [2] Johnson A. C. The Measurement of Large Varying Currents (Transactions of AIEE, 1946)
- [3] Silsbee F. B. Precautions against stray Field Errors in Measurements with Large Alternating Currents (AIEE, 1929)
- [4] Бу́ллов А. Основы электроапаратостроения (Gosnieniergoizdat, 1946)
- [5] Говорков В. А. Электрические и магнитные поля (Gosnieniergoizdat, 1951)

TEOFIL MATUSZEWSKI
Katedra Wysokich Napięć
i Przyrządów Rozdzielczych
Politechniki Gdańskiej

Ferromagnetyczny rejestrator prądów zwarciowych

621.317.351:621.3.014.33

Treść. Opis przyrządu do rejestracji prądów zwarciowych niesymetrycznych. Zastosowanie dwóch prostowników, dwóch cewek i dwóch pręcików magnetycznych do pomiaru prądu udarowego i składowej okresowej. Współpraca rejestratora z transformatorem prądowym. Inne zastosowania przyrządu. Omówienie niektórych własności pręcików magnetycznych.

Ферромагнитный регистратор несимметричных токов короткого замыкания. Описание прибора. Применение двух сухих выпрямителей и двух соленоидов с сердечниками из ферромагнитного материала со значительной коэрцитивной силой для измерения амплитуд токов короткого замыкания. Работа регистратора во вторичной цепи трансформатора тока. Иные возможности использования регистратора. Рассмотрение некоторых свойств сердечников из ферромагнитного материала.

Ferromagnetic Instrument for Registering Short-circuit Currents. Description of the device with two magnetic links, two crest value and of the symmetrical component of the short-circuit current. Different applications. Discussion of some properties of magnetic links.

1. Zasada działania i szczegóły wykonania.

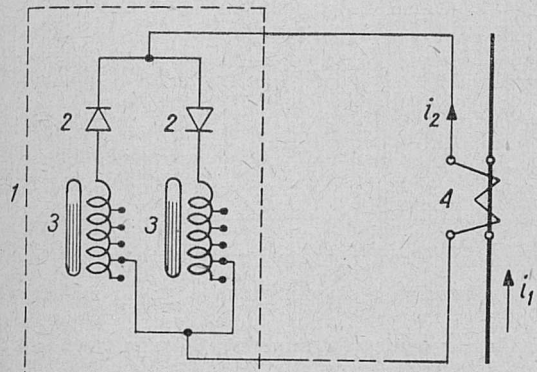
Od dawna stosuje się pręciki magnetyczne do pomiaru prądu pioruna [1, 2]. Ostatnio wprowadzono również pręciki do rejestracji prądów zwarciowych w sieciach i w laboratoriach [3, 4]. Na zasadzie ferromagnetycznej są oparte także przyrządy odchyłowe do pomiaru prądu zwarciowego w sieciach [5].

W celu oszczędzenia papieru oscylograficznego i przyspieszenia wstępnych prób w zwarciozni Katedry Wysokich Na-

3-sekundowa wynosi 40 A przy powtarzaniu co 3 minuty. Cewka ma zaczepty na 5 zakresów do 2,5, 5, 10, 20 i 40 A. Oporności rejestratora na różnych zakresach i przy różnych wartościach prądu symetrycznego są podane w tabl. I. Zależność oporności rejestratora od prądu wynika z nieliniowej charakterystyki prostowników, prostowniki zaś stanowią znaczną część obciążenia w rejestratorze, zwłaszcza w zakresach na większe prądy. Mały udział cewek w obciążeniu wyraża się w tablicy w ten sposób, że oporności w różnych zakresach, ale przy jednakowych prądach są jednakowe (w większych zakresach) lub co najmniej zbliżone (w mniejszych zakresach). Jest to właściwość osobliwa w porównaniu z innymi przyrządami pomiarowymi wielozakresowymi.

2. Właściwości pręcików i prostowników.

W czasie szczegółowego badania magnetycznych własności pręcików stwierdzono, że powtórne magnesowanie pręcika takim samym prądem powiększa jego strumień szczątkowy



Rys. 1. Układ do rejestracji magnetycznej

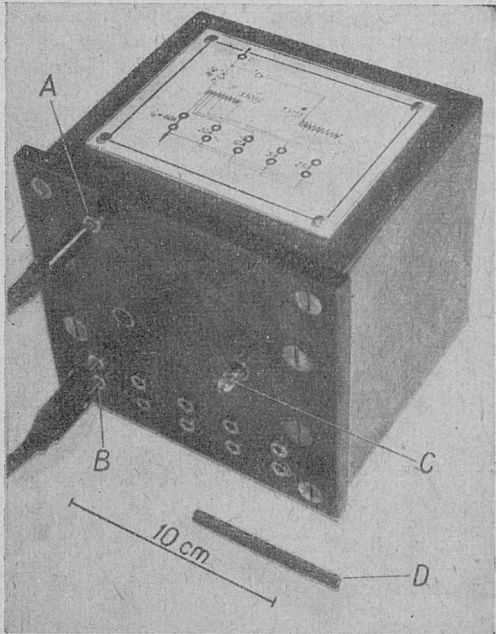
- 1 — rejestrator
- 2 — prostownik suchy
- 3 — pręcik magnetyczny w cewce z 5 zaczeptami
- 4 — transformator prądowy

pięć i Przyrządów Rozdzielczych Politechniki Gdańskiej opracowano i zbudowano przyrząd według schematu napotkanego w literaturze radzieckiej [4].

Rys. 1 przedstawia układ rejestratora, a rys. 2 — jego widok zewnętrzny. Rejestrator 1, zasilany przez transformator prądowy 4 lub bezpośrednio, ma dwie równoległe połączone gąłęzie, z których każda zawiera prostownik 2 i cewkę z pręcikiem magnetycznym 3. Prostownik 2 jest selenowy, pojedynczy o trwałej obciążalności 4 A. Jego wytrzymałość cieplna

Tablica I. Oporności rejestratora przy różnych prądach w poszczególnych zakresach

Zakres prądów rejestratora (A)	Prąd symetryczny (wartość skuteczna) (A)	Oporność	
		czynna	pozorna
2,5	0,5	1,22	1,36
	1	0,92	1,12
	2	0,62	0,89
5	1	0,78	0,79
	2	0,48	0,49
	4	0,33	0,35
10	2	0,43	
	4	0,28	
	8	0,19	
20	4	0,25	
	8	0,16	
	16	0,10	
40	8	0,16	
	16	0,10	
	32	0,065	



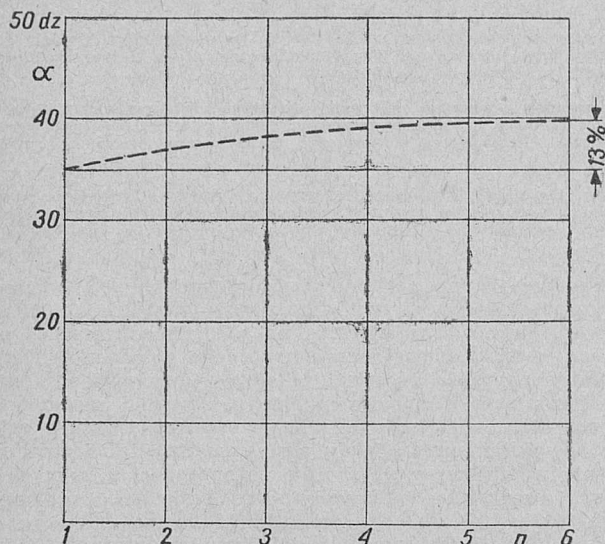
Rys. 2. Rejestrator magnetyczny

- A — wejście na prostowniki
- B — wyjście z cewki na zaczepte 40 A
- C — pręcik magnetyczny w cewce
- D — pręcik magnetyczny wyjęty

o około 4%. Wzrost strumienia przy powtarzaniu magnesowania tym samym prądem jest przedstawiony na rys. 3 dla pręcika Nr 74030 przy $H = 35$ A/cm. Wzrost ten zależy od wielkości prądu magnesującego i kończy się prawie całkowicie po piątym magnesowaniu.

Również magnesowanie powtórne prądem większym do 1,25 razy daje nieco większy strumień szczątkowy, niż magnesowanie jednorazowe takim większym prądem, przepuszczenie zaś drugiego prądu w kierunku przeciwnym powoduje dostrzegalne zmniejszenie strumienia szczątkowego tylko przy wielkości prądu nie mniejszej niż 1% prądu pierwotnego. Dlatego stosuje się dwie charakterystyki rejestratora przedstawione na

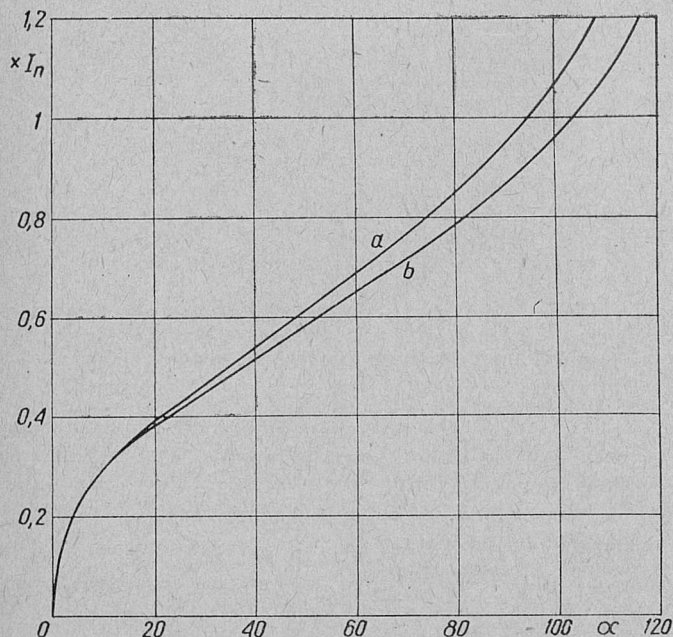
rys. 4: a) przy pojedynczym magnesowaniu — dla pomiaru prądu uderowego, b) przy wielokrotnym magnesowaniu — dla pomiaru amplitudy składowej okresowej. Dobiera się jednakowe pręciki oraz jednakowe cewki, ażeby używać wspólnych



Rys. 3. Wzrost strumienia szczątkowego α przy powtarzaniu magnesowania tym samym prądem n razy

charakterystyk dla obu połówek przyrządu rejestrującego. Również na wszystkich zaczepek muszą cewki wytwarzać jednakowe pola przy swoich prądach znamionowych.

Pręcik rejestrujący wartość maksymalną składowej okresowej prądu powinien być magnesowany kilkakrotnie (możliwie nie mniej niż 5 razy), ażeby stosowanie charakterystyki wielokrotnie powtarzanego magnesowania zapewniało pożądaną dokładność. Jeżeli przyjąć, że przy stałej czasowej T_{bo} składowej bezokresowej czas prawie całkowitego zaniku tej składowej jest $5T_{bo}$, jak pokazano na rys. 5, to dochodzi się



Rys. 4. Charakterystyki rejestratora (prąd w funkcji strumienia szczątkowego α)

a — dla prądu uderowego
b — dla amplitudy składowej okresowej

do wniosku, że dokładne pomiary składowej okresowej prądu wymagają czasu trwania zwarcia:

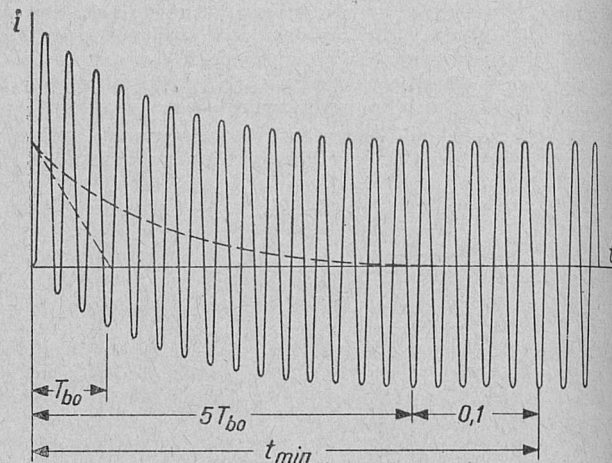
$$t_{zw} \geq t_{min} = 5T_{bo} + 0,1 \text{ (s)},$$

na przykład przy $T_{bo} = 0,05 \dots 0,1$ s wypada $t_{min} = 0,35 \dots 0,6$ s.

Niedoskonałe prostowanie w układzie rejestratora nie grozi zbyt wielkimi uchybami rozmagnesowywania. Mianowicie prąd wsteczny prostowników przy napięciu stałym nie przekracza 1% prądu prostowanego. Poza tym spadek napięcia (do ~ 2 V) na prostowniku przewodzącym prąd narasta stromo przy wzroście prądu od zera. Napięcie to ładuje pojemność około 2 μ F drugiego prostownika, połączonego równolegle, powodując przepływ prądu w kierunku przeciwnym do prądu prostowanego. Maksymalna wartość tego przeciwnego prądu wynosi około 2% prądu prostowanego, a działanie od magnesowujące jest rzędu 1%.

3. Technika pomiarów.

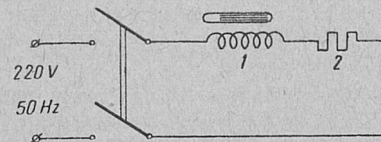
Przed każdym pomiarem rozmagnesowuje się pręcik prądem zmiennym w układzie przedstawionym na rys. 6. Pręcik wkłada się do cewki 1, w której płynie prąd zmienny, i wyjmuje się bez przerywania prądu. Stosuje się cewkę o liczbie zwojów



Rys. 5. Przebieg niesymetrycznego prądu zwarciego

2500 nawiniętą drutem o średnicy 0,5 mm, napięcie 220 V 50 Hz, opornik szeregowy 800 Ω .

Pręciki można rozmagnesować zupełnie tylko w cewce nieskojarzonej z obcym polem magnetycznym. Pole magnetyczne ziemskie lub pole rozproszeniowe miernika magnetycznego powoduje niesymetrię pętli histerezy podczas rozmagnesowywania i uniemożliwia całkowite rozmagnesowanie. Dlatego należy cewkę 1 ustawić osią w kierunku równoleżnika magnetycznego ziemskiego a przyrządy magnetyczne odsunąć na odległość co najmniej 0,5 m. Jeżeli przyrządy te muszą stać bliżej, można określić busołą kierunku składowej poziomej wypadkowego pola magnetycznego a następnie ustawić oś cewki 1 poziomo i prostopadle do linii magnetycznej.



Rys. 6. Prosty układ do rozmagnesowywania pręcików magnetycznych

Prąd mierzony magnesuje pręcik w rejestratorze. Strumień szczątkowy pręcika określa się za pomocą fluksometra o czułości 10 000 makswele-zwojów oraz cewki o liczbie zwojów 5000.

Ustawiając cewkę zasilającą fluksometr należy unikać obcych pól magnetycznych, także od fluksometra, podobnie jak dla cewki rozmagnesowującej. Również ustawianie rejestratora wymaga tych środków ostrożności. Nieprzestrzeganie tych wskazań może być źródłem nawet kilkoprocentowych uchybów.

Obsługa całego urządzenia jest bardzo prosta i przy dobrej organizacji czas pomiaru nie przekracza 1 minuty. Całość rejestratora, fluksometr wskazówkowy oraz układ rozmagnesowujący, daje się ułożyć w małym pulpicie; można je również przenosić. Rejestrator i fluksomierz z cewką ważą 3,5 kg, a cewka rozmagnesowująca z opornikiem — 4 kg.

4. Współpraca rejestratora z transformatorami prądowymi.

W zwarciowni Politechniki Gdańskiej stosuje się opisany rejestrator w połączeniu z transformatorem prądowym. Na razie nie rozporządza się specjalnymi transformatorami, które pozwalałyby na dokładne pomiary największych prądów niesymetrycznych.

Tymczasem wyszukuje się transformator prądowy po stronie pierwotnej transformatora zwarcowego. Jest to transformator przepustowy, wykonany przez Zakłady A-1 jako trochę specjalna odmiana [7] typu IPK 20a o przekładni 750/5 A. Połączenia od tego transformatora do rejestratora mają długość 2×6 m i oporność czynną $0,04 \Omega$, a indukcyjność jest pomijalna (przewody skręcone).

W tabl. II są zestawione maksymalne uchyby tego transformatora, obciążonego rejestratorem, przy transformacji prądu zwarcowego niesymetrycznego z różnymi stałymi czasowymi składowej bezokresowej, a w ostatnim wierszu również dla prądu symetrycznego.

Tablica II. Zestawienie obliczonych maksymalnych uchybów transformatora prądowego 750/5 A, obciążonego rejestratorem

Zakres rejestratora (A)	2,5		5		10		20	
Prąd udarowy wtórny transformatora (A)	1,25	2,5	2,5	5	5	10	10	20
Składowa bezokresowa T_{bo} (s)	Uchyb maksymalny (%)							
0,1	13	9	8	<6	5	4	4	
0,05	6	5	4	<3	<2	<2	<2	
0,02	<3	2	<2		<2	<1	<1	
0,01	<2	1	<1		<1		<1	
Prąd symetryczny	0,5<0,2		<0,2		<0,2		<0,2	

Maksymalny uchyb przy transformacji prądu zwarcowego niesymetrycznego jest określony metodą pośrednią. Mianowicie przechodzi się do zastępczej oporności obciążeniowej, która daje podobny uchyb przy prądzie symetrycznym, równym składowej okresowej rozpatrywanego prądu niesymetrycznego (6).

$$Z'_z = \frac{1}{1 - \frac{\Phi_o}{\Phi_m}} \left(2 \pi \frac{T_{bo}}{T} + 1,25 \right) \cdot (R_z + R_2),$$

gdzie R_2 — oporność czynna uzwojenia wtórnego,

R_z — oporność czynna zewnętrzna,

T — okres prądu zmiennego,

T_{bo} — stała czasowa składowej bezokresowej,

$\frac{\Phi_o}{\Phi_m}$ — stosunek strumieni szczytkowego do maksymalnego w rdzeniu transformatora prądowego.

W obliczeniach przyjęto bez dokładniejszych badań $\Phi_o/\Phi_m = 0,2$ — tytułem niedokładnej oceny.

Uchyb składowej okresowej prądu zwarcowego ma często znak dodatni i wtedy wobec zjawiska domagnesowania (rozdz. 2) dokładność wypadkowa pomiarów jest większa. Uchyb transformatora przy rejestracji prądu udarowego ma znak ujemny i jest mniejszy od uchybu maksymalnego w tabl. II, zwłaszcza przy dłuższych składowych bezokresowych.

Transformator prądowy po stronie pierwotnej mierzy prąd z dodatkiem magnesującego prądu transformatora zwarcowego. Wynika stąd dodatni uchyb rejestracji, większy przy pracy transformatora zwarcowego z większą indukcją, tj. przy mniejszej liczbie zwojów pierwotnych.

W braku specjalnych transformatorów prądowych na wielkie prądy probiercze po stronie wtórnej transformatora zwarcowego stosuje się do rejestracji prądów do 12 kA transformator szynowy niskonapięciowy o przekładni 3000/5 A i mocy

15 VA w klasie 0,2. Uchyby tego transformatora — według obliczeń podobnych do omówionych poprzednio — są podane w tabl. III.

Tablica III. Zestawienie obliczonych maksymalnych uchybów transformatora prądowego na 3000/5 A obciążonego rejestratorem

Zakres rejestratora (A)	5		10		20		40	
Prąd udarowy wtórny transformatora (A)	2,5	5	5	10	10	20	20	40
Składowa bezokresowa T_{bo} (s)	Uchyb maksymalny (%)							
0,1	8	10	10	22	22	>30	>30	
0,05	4	4	4	5	5	10	10	>30
0,02	<3	<2	<2	<2	<2	2	2	4
0,01	<2	<2	<2	<1	<1	<1	<1	1
Prąd symetryczny	<0,2							

5. Dokładność pomiarów.

Na podstawie licznych pomiarów w różnych próbach zwarciovych można stwierdzić, że różnica między wynikami rejestracji oscylograficznej i magnetycznej zarówno prądu udarowego, jak i składowej okresowej, dochodzą do $\pm 6\%$, a przeważnie nie przekraczają $\pm 4\%$.

Dokładność rejestracji magnetycznej małych prądów bez transformatora prądowego można ocenić na 3%, jeżeli spełnione są wymagania omówione w rozdziałach 2 i 3. Przy zastosowaniu dobrze dobranych transformatorów prądowych, na większe prądy, uchyby rejestracji można ograniczyć do 5%, ale praca w obszarze liczby przełączeniowej transformatora prądowego mogłaby być związana z uchybami nawet 10%.

Osiągalna dokładność rejestracji magnetycznej jest więc nie gorsza niż rejestracji oscylograficznej przy średniej jakości oscylografu.

6. Wnioski i widoki zastosowań.

Ferromagnetyczny rejestrator prądów zwarciovych niesymetrycznych o dwóch przeciekach magnetycznych, dwóch cewkach oraz dwóch prostownikach selenowych umożliwia rejestrację prądu udarowego i składowej okresowej prądu zwarciovego. Zakres bezpośrednich pomiarów obejmuje prądy 1...50 A. Za pośrednictwem transformatorów prądowych można mierzyć wielkie prądy zwarciovie.

Dokładność rejestracji bezpośredniej jest 3%, a przy użyciu dobrych transformatorów prądowych 5%. Metoda ma poważne zalety: niska cena, małe koszty pomiarów brak części ruchomych, ciągła gotowość do rejestracji, prostota obsługi, niewielki ciężar.

Rejestrator jest opracowany w celu przyspieszenia badań w zwarciowni. Poza tym można stosować ten przyrząd do rejestracji prądów nieustalonych elektromagnesów, silników, napędów, jak również prądów zwarciovych w sieciach.

LITERATURA

- [1] Szpor St. Ochrona odgromowa, t. I, Warszawa, 1953 (str. 150)
- [2] Szpor St., Grudziecki St., Kuźniar Wł. Urządzenia do badań nad piorunem w Szklarskiej Porębie (Przegl. Elektr., 1951, z. 4/5/6)
- [3] Lantz M. J. Fault-Current Measuring Device (Trans. AIEE, 1946, 839)
- [4] Gusię W. W. Ferromagnitnyje izmeriteli amplitud tokow korotkowo zamykanja (Elektr. Stancji, 1951, nr 3, str. 60)
- [5] Angeli A. M. Un instrument simple pour la détermination de la valeur maximum des surintensités et des surtensions d'origine interne, dans les réseaux électriques (CIGRE, 1952, r. 326)
- [6] Szpor St. Indice de surintensité de transformateur de courant et fonctionnement, tors de courants dissymétriques (Recueil de travaux scientifiques des Polonais internés en Suisse, vol. I, 4, 1943)
- [7] Winarski W., Dzierżek H. Urządzenia rozdzielcze, sterownicze i pomiarowe oraz organizacja pracy zwarciowni KWN i PR Politechniki Gdańskiej (Przegl. Elektr., 1955, z. 6, str. 383).

TADEUSZ LIPSKI
JANUSZ GĄTKIEWICZ
HENRYK DZIERŻEK
WOJCIECH WINIARSKI

Katedra Wysokich Napięć
i Przyrządów Rozdzielczych
Politechniki Gdańskiej
Śląskie Zakłady Wytwórcze
Aparatury Elektrycznej

Badania przerzutu prądu w wyłącznikach niskiego napięcia

621.3.015.52.001.2:621.3.066.002

Treść. Metoda rejestracji zjawisk w stykach pośrednich i opalnych. Konstrukcja badanych układów przewodzących prąd typu wyłącznika APU-30. Analiza oscylogramów przerzutu prądu ze styków głównych na opalne oraz oscylogramów z prób wytrzymałości dynamicznej.

Явления при переброске тока в выключателях низкого напряжения. Метод записи этих явлений во вспомогательных и дуговых контактах. Конструкция исследованных вариантов выключателя АПУ-30. Осциллограммы переброски тока с главных контактов на дуговые и осциллограммы динамической устойчивости.

Examination of Current Throw-over Phenomena on Contact Systems of Low-voltage Air Circuit-breaker. A method of recording these phenomena. Construction of conducting parts of the APU-30 circuit-breaker. Analysis of oscillograms. Relationship between the rated peak current and a correct current throw-over performance.

1. Wstęp.

Zjawiska towarzyszące przerzutowi prądu zwarcowego ze styków głównych na styki opalne są niejednokrotnie przyczyną zmniejszenia zdolności wyłączalnej wyłączników zwarcowych niskiego napięcia. Szczególnie szkodliwe jest silne wytopienie styków głównych, które nie pozwala na dalsze użytkowanie wyłącznika bez gruntownej naprawy układu stykowego.

Rachunkowe ujęcie tych zjawisk nastręcza poważne trudności nawet przy daleko idących uproszczeniach. W literaturze można spotkać rozważania z uwzględnieniem bezwładności

łączenia nieruchome między zestykami na stałej części bieguna są oznaczone literami Z_{gp1} , Z_{po1} i Z_{go1} , a na ruchomej części bieguna — Z_{gp2} , Z_{po2} i Z_{go2} . Oporność styku pośredniego na stałej części bieguna jest Z_{p1} . Oporności pozostałych części bieguna są oznaczone literami Z_1 i Z_2 .

W roli boczników wyszukuje się oporności połączeń nieruchomych Z_{po1} i Z_{go1} oraz oporność styku pośredniego stałego Z_{p1} . Wykonane w ten sposób badania pozwalają na dość dokładne uchwycenie początku przepływu prądu w styku pośrednim lub opalnym, nie dają natomiast wartości prądów. Na rys. 2 jest pokazane rozmieszczenie przewodów pomiarowych na stykach dwóch rozwiązań wyłącznika APU-30.

Poza tym rejestruje się bezindukcyjnym bocznikiem na 50 kA, 1 s całkowity prąd i w obwodzie oraz napięcie na biegunie przy pomocy pętlicy zabezpieczonej prostownikiem i przy pomocy pętlicy bez zabezpieczeń. Na rys. 3 jest podany układ pętlicy zabezpieczonej. Oporność zespołu prostowników stykowych p_1 i p_2 przy napięciach rzędu kilkudziesięciu miliwoltów, które występują w prawidłowych pomiarach, jest znacznie większa od oporności pętlicy wraz z członem R_2 . Przy napięciach wyższych, które pojawiają się przy otwieraniu bieguna, oporność prostowników maleje i dalszy wzrost prądu w gałęzi R_2 — pętlica jest bezpiecznie ograniczony. Zabezpieczona pętlica umożliwia więc czułą rejestrację małych spadków napięcia na biegunie w czasie przerzutu bez obawy uszkodzenia po przerwaniu obwodu wieloprądowego. Przebieg ten jest oznaczony na oscylogramach literą u bez gwiazdki. Pętlica bez zabezpieczeń jest dostosowana do rejestracji napięcia po przerwaniu obwodu. Przebieg ten jest oznaczony na oscylogramach literą u z gwiazdką.

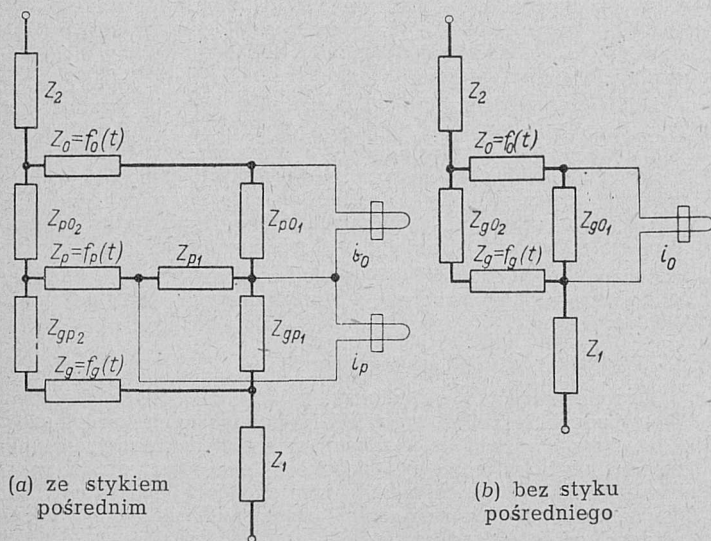
Układy przewodzące dwóch badanych konstrukcji, przeznaczonych na napięcie znamionowe 500 V, prąd znamionowy 400 A i prąd wyłączalny 25 kA, są przedstawione na rys. 1. Układ (a) — ze stykami pośrednimi i ze stykiem głównym rozdzielonym na dwie części — ma docisk roboczy w każdej połowie po ~ 20 kg. Układ (b) — bez styków pośrednich, ze stykiem głównym niezdziałnym — ma docisk roboczy styków głównych ok. 80 kg. W stanie zamkniętym obydwa wyłączniki przewodzą prąd jedynie przez styki główne. Przy wyłączaniu następuje przerzut prądu na styki opalne, w wykonaniu zaś o w przerzucie biorą udział również styki pośrednie.

Dane geometryczne obwodu wieloprądowego są przedstawione na rys. 4. Odległość najbliższego wspornika jest stosunkowo wielka. Połączenia są wykonane z szyn aluminiowych o przekroju 10 mm $\times$ 50 mm ułożonych płasko. Układ probierczy odtwarza zwarcie dwufazowe.

3. Zjawiska towarzyszące przerzutowi prądu.

Oscylogram (a) podany na rys. 5 wykonano przed próbą przerzutu w wyłączniku a (rys. 2a). Można stąd zorientować się w wielkościach napięć, indukowanych w obwodach rejestrujących prądy i_p , i_o . Wartość prądu udarowego w tej próbie wynosi 22 kA.

Dalsze oscylogramy na rys. 5 przedstawiają przerzut. Moment fazowy załączenia jest w każdym przypadku tak dobrany, aby prąd udarowy wystąpił przed rozpoczęciem przerzutu. Uzyskano w ten sposób ostre warunki pracy styków. Napięcie transformatora zasilającego jest 110 V. Wartość prądu udarowego w próbie (b) wynosi 20 kA, w próbie (c) — 50,4 kA, w próbie (d) — 77 kA. Czas od załączenia prądu zwarcowego do początku przerzutu t_p waha się w granicach od 15 do 20 ms. Czas przepływu prądu przez styki pośrednie wynosi ok.



Rys. 1. Układ opornościowy bieguna wyłącznika

Z_g — zestyk główny Z_p — zestyk pośredni Z_o — zestyk opalny
 Z_{gp1} , Z_{gp2} — połączenia między zestykiem głównym i pośrednim
 Z_{po1} , Z_{po2} — połączenia między zestykiem pośrednim i opalnym
 Z_{go1} , Z_{go2} — połączenia między zestykiem głównym i opalnym
 Z_{p1} — styk pośredni nieruchomy
 Z_1 , Z_2 — pozostałe części bieguna

Zasada rejestracji oscylograficznej prądów: i_o — w styku opalnym, i_p — w styku pośrednim

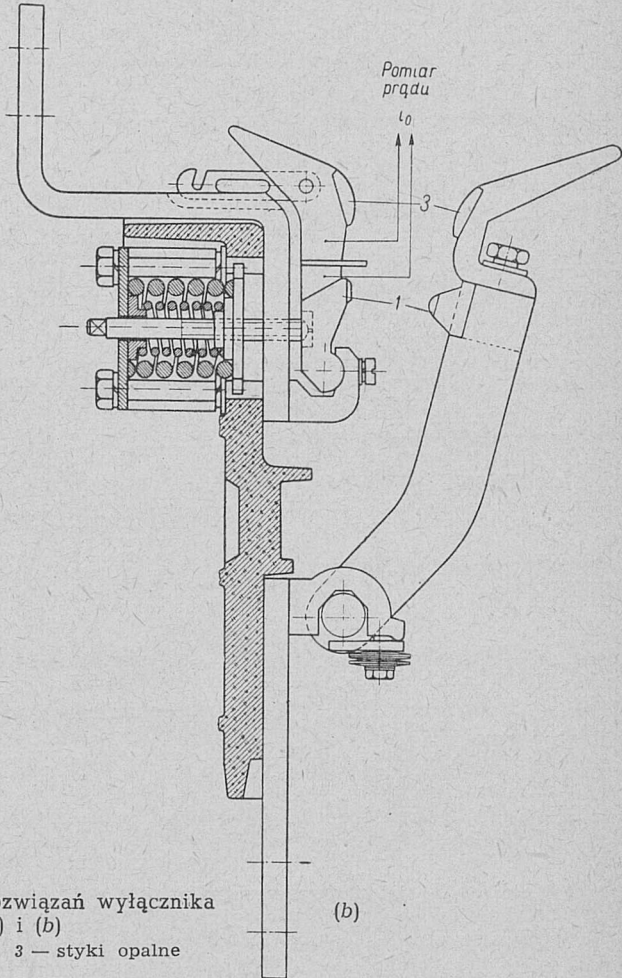
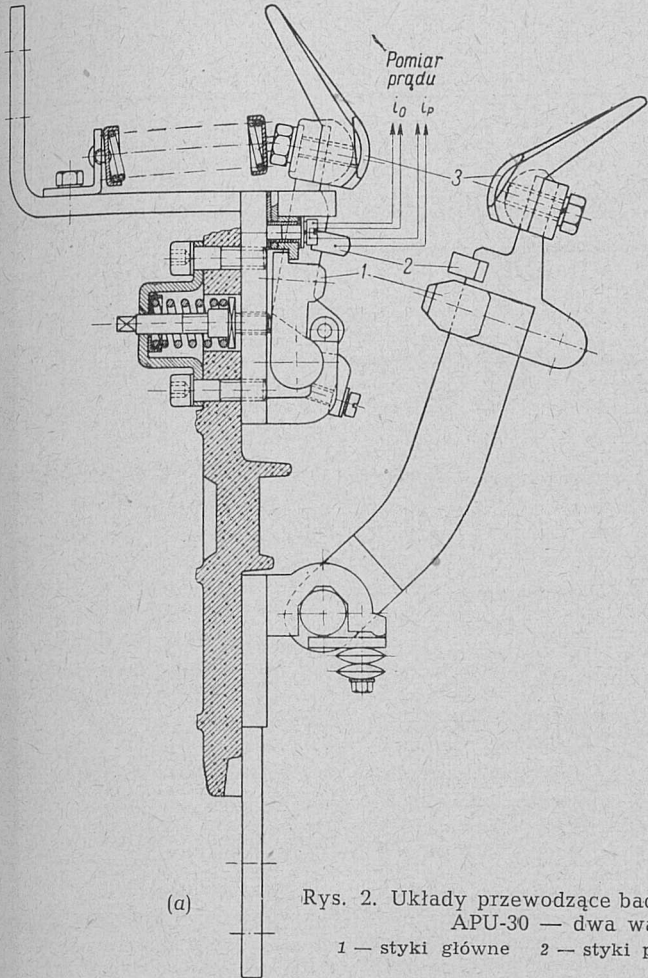
części ruchomych [1]. Rozważania te nie uwzględniają elektrodynamicznego działania prądu w stykach i w sąsiednich częściach. Również działanie ciepłe prądu i wynikające stąd zmiany oporności styków są pomijane.

Badając prototyp wyłącznika APU-30 w Związku Katedry Wysokich Napięć i Przyrządów Rozdzielczych Politechniki Gdańskiej przeprowadzono pomiary i zrobiono spostrzeżenia, które oświetlają zjawiska w czasie przerzutu prądu zwarcowego.

2. Aparaty badane, sposoby prób i pomiarów.

Na rys. 1 jest przedstawiony układ opornościowy bieguna podczas przerzutu prądu oraz sposób rejestracji prądów w stykach opalnych i pośrednich. Z_g , Z_p i Z_o przedstawiają oporności zestyków (przejść) między stykami głównymi, pośrednimi i opalnymi. Oporności te są zmienne podczas wyłączania. Po-

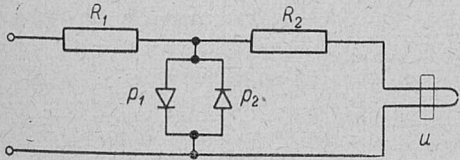
~ 2 do 4 ms. Na oscylogramach pokazane są momenty: t_0 — początek przerzutu na styki opalne oraz t — zapalenie łuku. Po próbie (b) nie stwierdzono uszkodzeń styków głównych, a na oscylogramie prądów i_p oraz i_0 przed przerzutem na styki



Rys. 2. Układy przewodzące badanych rozwiązań wyłącznika APU-30 — dwa warianty (a) i (b)
1 — styki główne 2 — styki pośrednie 3 — styki opalne

pośrednie, tj. do chwili t_p , nie dostrzeżono zniekształceń sinusoid indukowanych. Dalszy przerzut prądu na styki opalne następuje w chwili t_0 . W chwili t zapala się łuk i rozpoczyna się ograniczanie całkowitego prądu i aż do przerwania. Ograniczanie prądu byłoby słabsze przy napięciu probierczym 500 V.

Po próbie (c) stwierdzono nieznaczne ślady nadtopień na stykach głównych. Na oscylogramie prądów i_p oraz i_0 przed



Rys. 3. Układ pętlicy do pomiaru napięcia z zabezpieczeniami
 u — pętlica R_1, R_2 — oporniki p_1, p_2 — prostowniki stykowe

przerzutem na styki pośrednie widać drobne zniekształcenia sinusoid indukowanych, które świadczą o przepływie prądów w stykach pośrednich i opalnych wskutek wzrostu oporności zestyku głównego przy odskoku.

Po próbie (d) stwierdzono silne wytopienia styków głównych, a na oscylogramie prądów i_p oraz i_0 widać przepływ prądu przez styki pośrednie i opalne przed wystąpieniem właściwego przerzutu w chwili t_0 . Obydwie krzywe napięcia u są zniekształcone odskokami — silniejszymi niż w próbie (c).

Oscylogram (a) na rys. 6 wykonano przed próbami przerzutu w wyłączniku (b) (rys. 2b), ażeby zorientować się w wielkości napięcia indukowanego w obwodzie rejestrującym prąd i_0 . Wartość prądu udarowego w tej próbie wynosi 40 kA. Napięcie transformatora zasilającego jest 110 V. Wartość prądu

udarowego w próbie (b) wynosi 40 kA, a w próbie (c) — 42 kA.

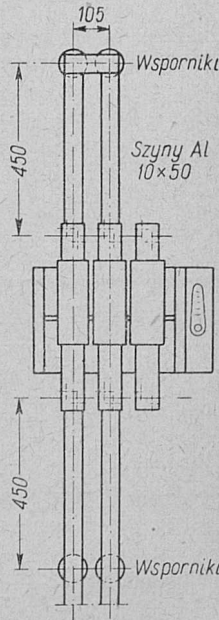
Po próbie (b) stwierdzono nieznaczne ślady na stykach głównych. Na oscylogramie prądu i_0 widoczne są przed przerzutem

nieznaczne zniekształcenia sinusoidy indukowanej. W chwili t_0 następuje przerzut, a w chwili t zapłon łuku.

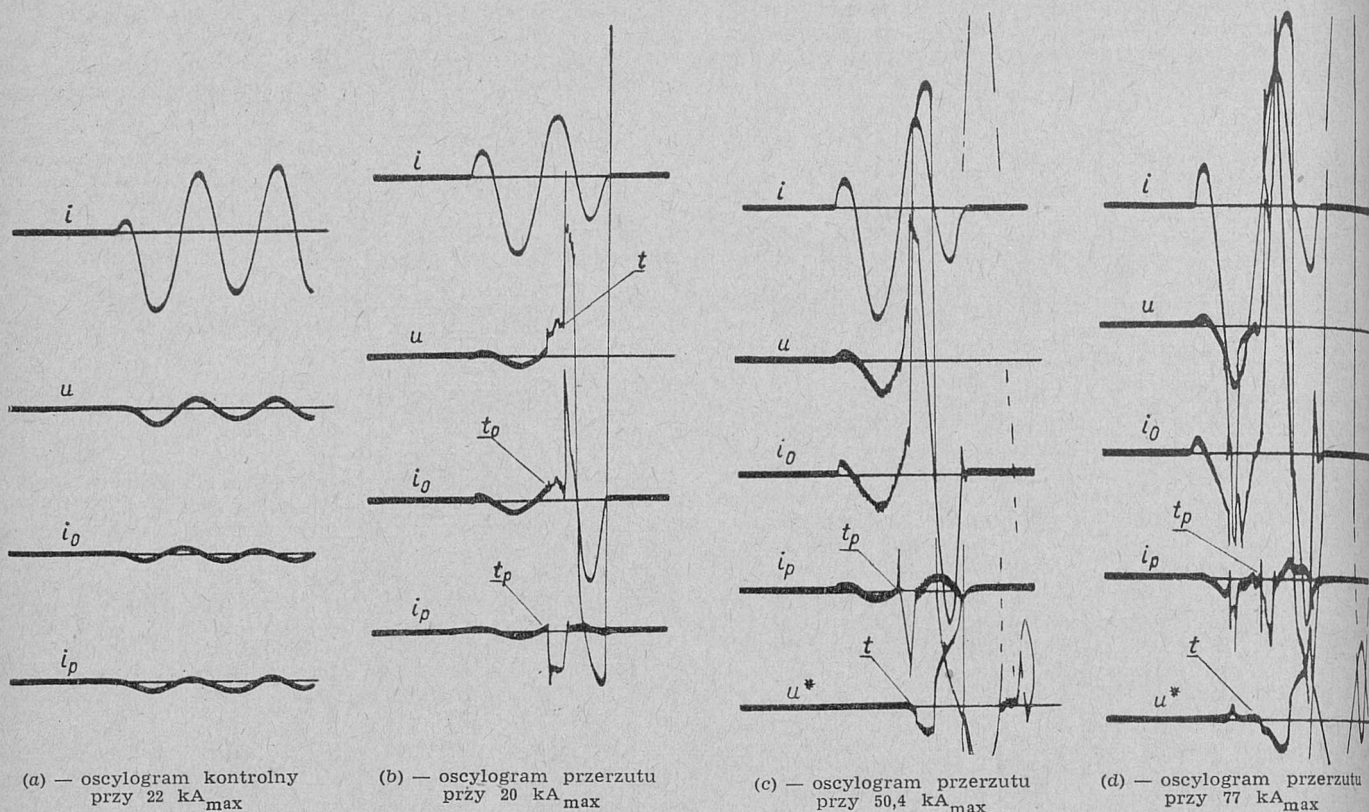
Po próbie (c) stwierdzono znaczne ślady na stykach głównych. Na oscylogramie prądu i_0 widać przed przerzutem zniekształcenia sinusoidy indukowanej. Jednocześnie pętlica napięciowa bez zabezpieczeń zarejestrowała znaczne napięcie świadczące o silnych odskokach styków głównych.

Można więc wnioskować, że wytapianie styków głównych wyłącznika przy wyłączaniu prądu może być związane z odskokami elektrodynamicznymi występującymi przed przerzutem. Celem sprawdzenia tego wniosku wykonano próby wytrzymałości dynamicznej (bez wyłączania biegun) obu rozwiązań. Sposób montażu oraz odległość najbliższego wspornika pozostawiono bez zmian.

Oscylogramy na rys. 7 wykonano podczas prób wyłącznika (b). Po próbie (a) — z prądem udarowym 41 kA — nie stwierdzono spiecen i wytopień styków głównych. Przebiegi napięcia u i prądu i_0 nie mają zniekształceń. Po próbie (b) — z prądem udarowym 46 kA — stwierdzono wytopienia i spiecenia styków głównych. Na oscylogramie prądu i_0 sinusoida indukowana jest zniekształcona ostrzami świadczącymi o przepływie prądu przez styki opalne w pobliżu wystąpienia prądu udarowego. Również pętlica napięciowa zarejestrowała odskoki



Rys. 4. Dane geometryczne obwodu wieloprądowego



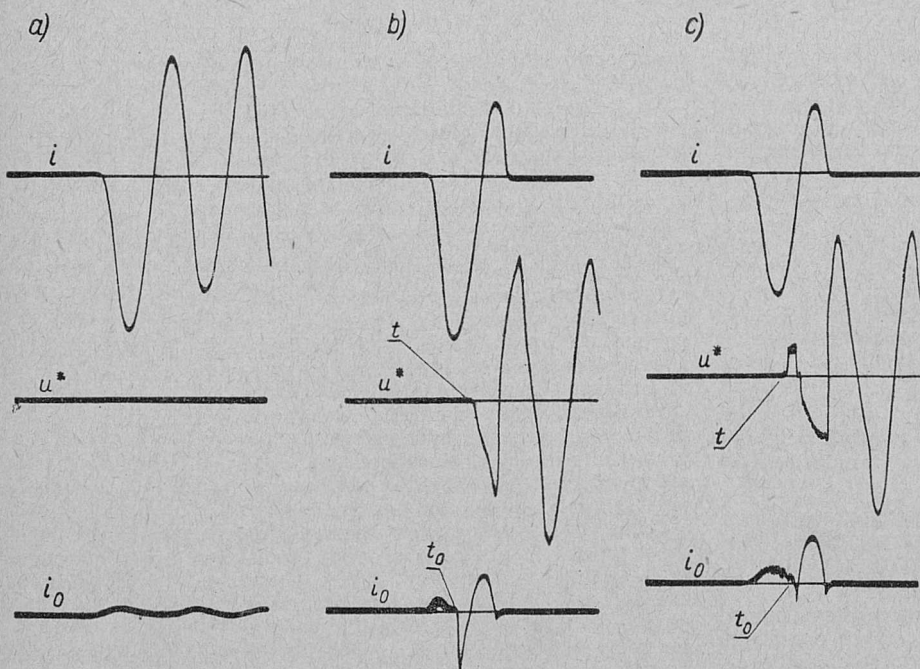
Rys. 5. Oscylogramy z prób przerzutu w wyłączniku (a) na rys. 2a

i — prąd całkowity
 i_p — prąd w styku pośrednim
 i_o — prąd w styku opalnym
 u, u^* — napięcie na biegunie, rejestrowane pętlą z zabezpieczeniem oraz pętlą bez zabezpieczenia

t_p — początek przerzutu
 t_o — początek przerzutu ze styków pośrednich na opalne
 t — zapłon łuku

styków głównych. Potwierdzono w ten sposób rolę mechanizmu odskokowego w stykach głównych w próbach wytrzymałości dynamicznej.

dla rozwiązania (b)
 — graniczny prąd udarowy poprawnego przerzutu 42 kA
 — wytrzymałość dynamiczna 46 kA



Rys. 6. Oscylogramy z prób przerzutu w wyłączniku (b) na rys. 2b

a) — oscylogram kontrolny przy 40 kA_{max}
 b) — oscylogram przerzutu przy 40 kA_{max}
 c) — oscylogram przerzutu przy 42 kA_{max}
 i — prąd całkowity
 i_o — prąd w styku opalnym
 u^* — napięcie na biegunie, rejestrowane pętlą bez zabezpieczenia
 t_o — początek przerzutu zestyków głównych na opalne
 t — zapłon łuku

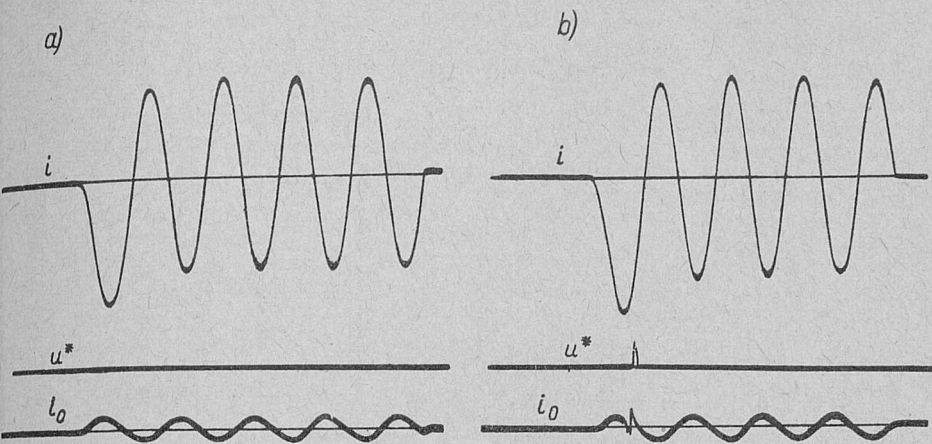
Opisane próby przerzutu i wytrzymałości dynamicznej obu rozwiązań APU-30 pozwoliły określić następujące dane zwarcio-
 ciowe:

dla rozwiązania (a)
 — graniczny prąd udarowy poprawnego przerzutu 50,4 kA,
 — wytrzymałość dynamiczna 50 kA;

Wartości te wykazują tylko niewielkie różnice między granicznym prądem udarowym poprawnego przerzutu, a wytrzymałością dynamiczną.

4. Wnioski końcowe.

Omówione badania pozwalają ustalić następujące wnioski dotyczące metod pomiarowych oraz zjawisk towarzyszących przerzutowi prądu w wyłącznikach:



Rys. 7. Oscylogramy z prób dynamicznych wyłącznika (b) na rys. 2b
a) — oscylogram przy 41 kA_{max}
b) — oscylogram przy 46 kA_{max}
i — prąd całkowity
i₀ — prąd w styku opalnym
u* — napięcie na biegunie, rejestrowane pętlą bez zabezpieczenia

1) metoda pomiaru prądów w stykach pośrednich i opalnych przez pomiary spadków napięcia na odcinkach układu prądowego pozwala badać mechanizm przerzutu i wyciągać wnioski konstrukcyjne;

2) w czasie wyłączania prądu zwarciovego wyłącznikiem zachodzi niebezpieczeństwo uszkodzenia styków głównych przez wytopienie i spiecenie wskutek odskoków; jest to jedno z ograniczeń zdolności wyłączalnej;

3) graniczny prąd udarowy poprawnego przerzutu oraz wytrzymałość dynamiczna okazują się w opisanych badaniach prototypu wyłącznika APU-30 bardzo zbliżone.

LITERATURA

[1] Laig-Hörstebroek W. Die Kontaktkraft bei der Abschaltung elektrischer Niederspannungsschaltgeräte, Elektrotechnik, 1950, 6, 226—228

HENRYK DZIERŻEK
WOJCIECH WINIARSKI
Katedra Wysokich Napięć
i Przyrządów Rozdzielczych
Politechniki Gdańskiej
JERZY HALLADIN
Zakłady Wytwórcze Wyłączników
Wysokiego Napięcia A-10

Seria badań styków i napędów wyłączników wysokonapięciowych w zwarciozni

621.316.541.2.001.2:621.3.064.027.3:621.317.2

Treść. Omówienie wyników badań styków i napędów przy załączaniu na zwarcie dwóch wyłączników olejowych i jedno-małoolejowego z jednakowymi napędami silnikowymi. Zastępuje próba prądem jednofazowym. Znaczenie wyregulowania momentu przerywania prądu silnika napędowego przez przełącznik krańcowy. Rola oporników szeregowych silnika. Odskoki elektrodynamicz-ne i mechaniczne styków przy załączaniu. Wpływ oleju na pracę styków przy prądach zwarciovych.

Серия исследований контактов и электрических приводов высоковольтных выключателей в станции коротких замыканий. Обсуж-дение результатов исследований контактов и электрических приводов при включении на короткое замыкание двух масляных выключателей и одного маломаляного с одинаковыми двигателями. Испытание однофазным током. Значение регулировки момента перерыва тока двигателя при помощи крайнего переключателя. Роль последовательно включенных реостатов двигателя. Электродинамический и механический отскок контактов при включении. Влияние масла на работу контактов при токах короткого замыкания.

Short-circuit Tests of Contacts and Closing Mechanisms of High-voltage Circuit-breakers. Results of tests on two oil circuit-breakers and one small-volume oil circuit-breaker with similar motor closing mechanisms. Substitution test with single-phase current. Significance of the motor series resistor and setting of the time moment for motor circuit opening. Electrodynamic and mechanical repelling of contacts at closing. Influence of oil on the operation of contacts under short-circuit currents.

1. Przyrządy badane.

W czerwcu 1954 roku wykonano w zwarciozni Politechniki Gdańskiej pewne badania styków i napędów wyłączników wysokonapięciowych olejowych i małoolejowych. W pierw-szej części prób zwracano szczególną uwagę na pracę na-pędów, w drugiej — na pracę styków.

Próbowano wyłączniki z jednakowymi napędami typu NS1. Napęd silnikowy NS1, skonstruowany i wykonany w kraju, ma silnik komutatorowy szeregowy, przerobiony z prądnicy 24-woltowej. Przez zastosowanie różnych oporników szerego-wych umożliwiona jest praca napędu przy zasilaniu napię-ciem zmiennym 220 V albo napięciem stałym 110 lub 220 V. Napędy użyte w próbach były nastawione na napięcie zmienne 220 V.

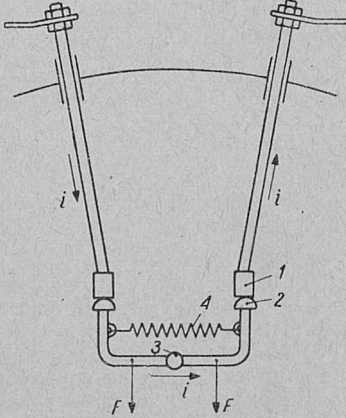
Badano trzy rodzaje wyłączników:

- 1) wyłącznik typu WOW 10/4/1 — olejowy, wewnętrzny, na napięcie 10 kV, prąd znamionowy 400 A, moc wyłączalną 100 MVA, jednokotłowy, dwuprzerwowy, o stykach punkto-wych, narażonych na znaczne siły zwarciove, dociskanych sprężynami (rys. 1);
- 2) wyłącznik typu WOW 30/6/3 — olejowy, wewnętrzny, na napięcie 30 kV, prąd znamionowy 600 A, moc wyłączalną 300 MVA, jednokotłowy, dwuprzerwowy, o stykach punkto-wych, narażonych na wielkie siły zwarciove, dociskanych sprężynami, z dwuprzegubowym członem pośrednim między stykami ruchowymi mostka we wszystkich biegunach (rys. 2);
- 3) wyłącznik typu WMG 6/6/2 — małoolejowy, wewnętrzny, na napięcie 6 kV, prąd znamionowy 600 A, moc wyłączalną

200 MVA, trójfazowy, jednoprzerwowy, ze stykami wycinko-wymi (rys. 3).

2. Sposób wykonywania prób.

Tematem badań było działanie napędu przy prądzie załą-czalnym oraz praca styków wyłączników olejowych przy za-łączaniu na zwarcie. Próby starano się przeprowadzić przy

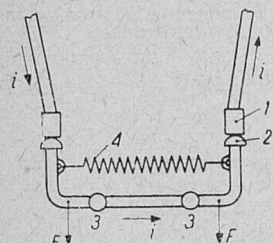


Rys. 1. Szkic skrajnego bie-guna wyłącznika WOW 10/4/1
1 — styki nieruchome
2 — styki ruchome
3 — przegub styków rucho-mych
4 — sprężyna dociskająca styki
i — prąd
F — siły elektrodynamiczne

najniższym dopuszczalnym napięciu zasilania napędu, które według normy PN/E-06100 wynosi 85% napięcia znamionowe-go. Dążono do utrzymania tej wartości napięcia w czasie pracy silnika — pomimo spadków napięcia w sieci labora-

toryjnej. Wobec wahań napięcia sieci nie spełniono dokładnie tego warunku; uzyskiwano napięcie w granicach od 83 do 89% napięcia znamionowego.

W obecnym stanie zwarciowni można było wykonywać tylko jednofazowe próby. Aby wytworzyć warunki co najmniej równie ostre jak w próbie trójfazowej, łączono bieguny wyłącznika w szereg według rys. 4 i 5. Układ pokazany na rys. 4 dawał prądy zgodne co do kierunku w biegunie środkowym i jednym ze skrajnych oraz prąd o kierunku przeciwnym w pozostałym biegunie skrajnym. Największe siły zwarciowe w kierunku przeciwnym do załączania (rys. 1 i rys. 2)

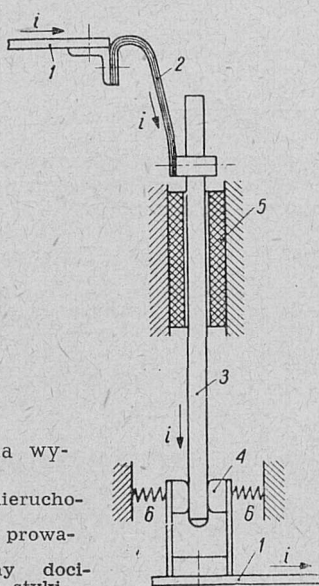


Rys. 2. Szkic jednego bieguna wyłącznika WOW 30/6/3

Oznaczenia jak na rys. 1

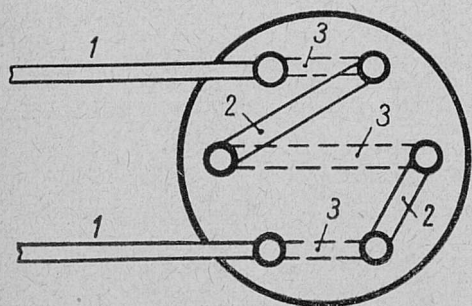
Rys. 3. Szkic jednego bieguna wyłącznika WMG 6/6/2

- | | |
|--------------------------|--------------------------------|
| 1 — szyny doprowadzające | 4 — styk nieruchomy |
| 2 — przewód elastyczny | 5 — tuleja prowadząca |
| 3 — styk ruchomy | 6 — sprężyny dociskające styki |



wypadały dla mostka skrajnego, w którym prąd ma kierunek zgodny z prądem bieguna środkowego. Były to warunki obciążone dla styków i napędu w porównaniu z próbą trójfazową — wobec jednakowych wartości chwilowych prądu we wszystkich biegunach. Przybliżone obliczenia sił elektrodynamicznych, wykonane na podstawie pracy Cholewskiego [1] wykazały, że zwiększenie siły w mostku wynosiło około 20% w porównaniu z próbą trójfazową o tym samym największym prądzie udarowym.

Układ badania wyłącznika małosilowego (rys. 5) dawał jednakowe kierunki prądów we wszystkich biegunach. Siły

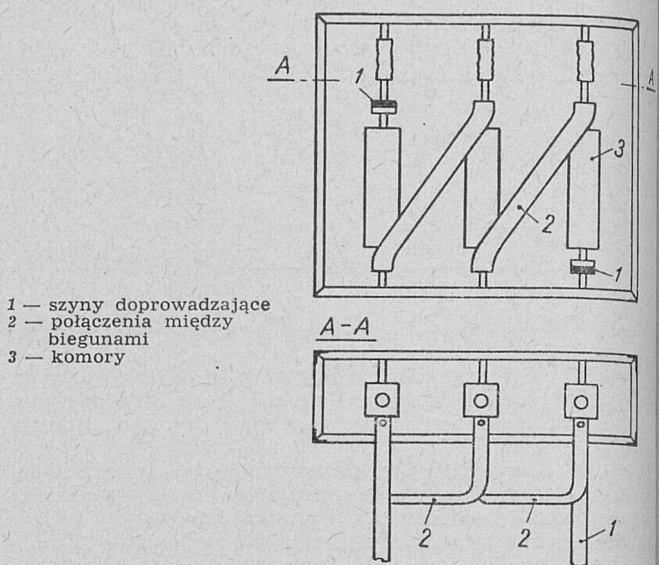


Rys. 4. Sposób łączenia biegunów wyłączników olejowych do próby zwarciowej jednofazowej (widok z góry)

elektrodynamiczne wywierane na styki ruchome przez szyny łączące bieguny miały charakter zbliżony do sił wytwarzanych przez doprowadzenia w normalnych warunkach montażowych. Jednakże w porównaniu z próbą trójfazową występowało raczej obojętne w postaci jednakowych wartości chwilowych prądów i jednakowych kierunków we wszystkich biegunach.

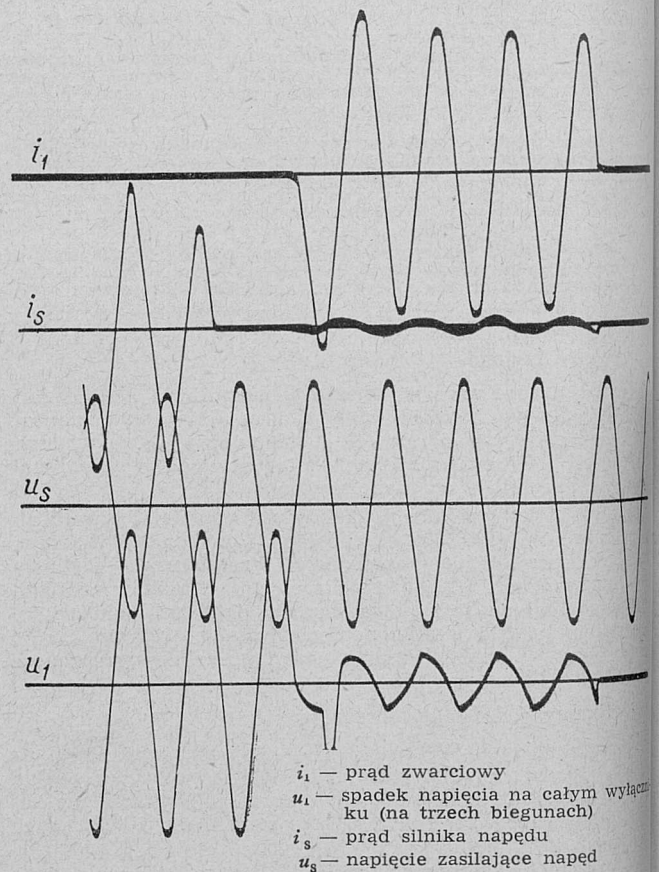
Próby zaczynano od małych prądów rzędu 50% prądu załączalnego. Prądy w kolejnych próbach powiększano stopniowo skokami rzędu 10% prądu załączalnego. W czasie prób popra-

wiano w niektórych przypadkach oporność szeregową silnika napędowego oraz chwilę wyłączania silnika przez przełącznik krańcowy. Próby wykonywano przeważnie bez oleju; w ko-



Rys. 5. Sposób łączenia biegunów wyłącznika małosilowego do próby zwarciowej jednofazowej

cowej serii przeprowadzono w celu porównania kilka załączeń na zwarcie wyłącznika wypełnionego olejem. Po każdej próbie sprawdzano stan styków, a w przypadku silnego wy-



Rys. 6. Oscylogram próby wyłącznika WOW 10/4/1 z prądem załączalnym 22,5 kA (na krzywej u_1 widoczny odskok elektrodynamiczny)

pienia wymieniano styki. Pomiary prądu zwarciowego wykonywano dwiema metodami: oscylografem pętlicowym z bocznikiem oraz przy użyciu rejestratora magnetycznego. Oprócz

prądu zwarciovego oscylografowano spadek napięcia na całym wyłączniku (na trzech biegunach) oraz prąd i napięcie na silniku napędowym łącznie z opornikiem szeregowym.

3. Wyniki prób napędów.

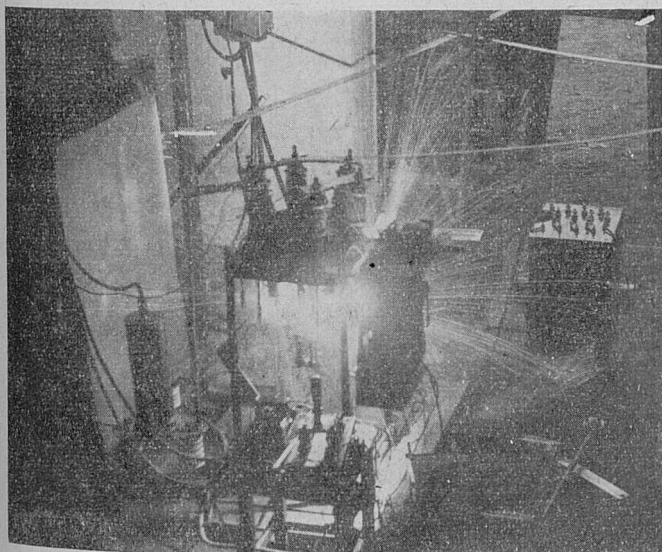
Napędy zasilane z sieci laboratoryjnej o napięciu 220 V/380 V powodowały w czasie pracy znaczne obniżenie napięcia sieciowego. Przed załączeniem napędu napięcie wynosiło średnio około 210 V, a podczas pracy silnika spadało do ~ 190 V przy załączaniu wyłączników olejowych i do ~ 180 V przy załączaniu wyłącznika małoolejowego. W pierwszym przypadku prąd pobierany z sieci wynosił około 70 A, w drugim — około 100 A (średnia wartość w A_{sk}). Czasy załączania wypadły nieco poniżej 0,2 sek.

Na wyłącznikach olejowych przeprowadzono serie załączeń prądów udarowych od 15 kA do 30 kA. Otrzymano ostatecznie wyniki pozytywne, ale kilka załączeń nie udało się wskutek przerwanie prądu silnika następowało mniej więcej w chwili zetknięcia się styków głównych wyłącznika; osiągnięto to przez właściwe odgięcie cięgna sprzęgającego przełącznik krańcowy z napędem.

Na wyłączniku małoolejowym przeprowadzono kilkanaście załączeń na prądy od 30 kA do 50 kA. Opierając się na doświadczeniach z poprzednimi wyłącznikami, ustawiono jeszcze przed próbami przełącznik krańcowy w taki sposób, ażeby przerwanie prądu silnika następowało mniej więcej w chwili zetknięcia się styków głównych wyłącznika. W obszarze prądów załączeniowych od 30 kA do 40 kA uzyskiwano załączenia poprawne. Powyżej 40 kA zdarzało się natychmiastowe wyłączenie albo też styki główne nie dochodziły do końcowego położenia, brakowało kilku milimetrów. Ażeby zwiększyć moment załączający zwarto opornik szeregowy silnika napędu. Otrzymano wtedy poprawne załączenia na prądy do 50 kA, lecz nie za każdym razem.

Wobec tych niepewnych wyników przeprowadzono dodatkowe próby załączania z trzema egzemplarzami napędu. Wykonano 8 załączeń na prądy około 50 kA; 6 załączeń było poprawnych, w jednym wypadku nastąpiło natychmiastowe wyłączenie i stwierdzono zbyt wczesne przerwanie prądu przez przełącznik krańcowy, w jednym wypadku wyłącznik zaciął się po załączeniu. Prąd załączeniowy 50 kA okazał się więc dla wyłącznika WMG 6/6/2 z napędem NS1 w obecnym wykonaniu granicą, przy której występują załączenia poprawne nie za każdym razem. Postanowiono wprowadzić drobne udoskonalenia technologiczne, ażeby powiększyć moment użyteczny napędu.

Podczas prób wyciągnięto szereg wniosków o poszczególne części napędu NS1. Na podkreślenie zasługuje konieczność stosowania sztywnych cięgien łączących przełącznik



Rys. 7. Próba wyłącznika WOW 10/4/1 prądem załączeniowym 30 kA (tryskanie roztopionej miedzi wskutek odskoków elektrodynamicznych)

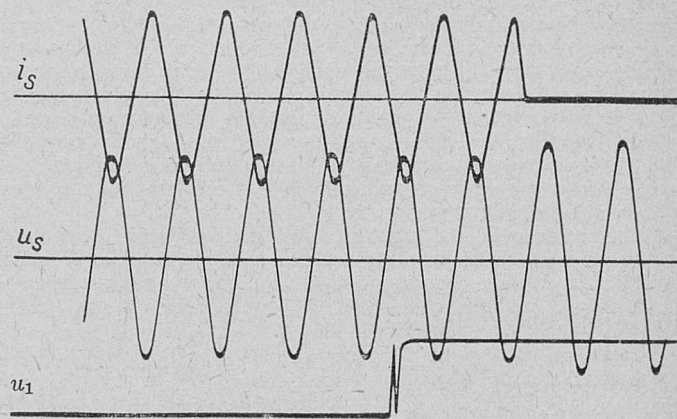
krańcowy z wałem. Cięgna w wykonaniu poddanym próbom wyginały się trwale w miarę powtarzania załączeń, powodując zbyt wczesne przerywanie prądu silnika.

Próby przeprowadzono tylko przy dolnej granicy napięcia zasilającego napęd. Należałoby wykonać również próby załączania przy górnej granicy, tj. przy 110% napięcia znamionowego. Przy wyższym napięciu możliwe są silniejsze odbicia mechaniczne układu ruchomego przed zaskoczeniem haka w zamku. Prawdopodobnie wystarczy wykonać takie próby bez prądu zwarciovego.

4. Wyniki badań styków.

Drugą część badań poświęcono głównie stykom wyłącznika WOW 10/4/1. Wykonane próby pozwoliły określić dość wyraźną granicę prądów prawidłowego załączania. Poniżej tej granicy styki nie ulegały poważniejszym uszkodzeniom, a oscylogramy nie wykazywały odskoków.

Nieco powyżej granicy prądowej występowały silne wytopienia styków, a oscylogramy wykazywały odskoki. Średnice wytopień powierzchni stykowych wynosiły średnio około 8 mm,



Rys. 8. Oscylogram bezprądowego załączania wyłącznika WOW 10/4/1 (na krzywej u_1 odskok mechaniczny widoczny zaraz po zetknięciu się styków)

u_1 — napięcie kontrolne (4 V $\Rightarrow$) załączane przez styki wyłącznika na pętlicę oscylografu
 i_s, u_s — prąd i napięcie silnika napędowego

a głębokości dochodziły do ~ 1 mm. Następne próbne załączenia często nie udawały się, ponieważ poślizg powierzchni stykowych, niezbędny do załączenia, był znacznie utrudniony. Można stwierdzić, że w badanym wyłączniku odskok styku powodował takie wytopienie, które uniemożliwiało dalszą poprawną pracę wyłącznika. W całej serii prób nie stwierdzono ani jednego wypadku przeczącego zależności silnych wytopień od odskoków.

Oscylogram przedstawiony na rys. 6 ilustruje elektrodynamiczny odskok styków. Krzywa spadku napięcia u_1 na trzech biegunach wyłącznika wykazuje trochę po chwili wystąpienia prądu udarowego znaczny wyskok napięciowy i zanik po ponownym zetknięciu się styków. Na rys. 7 pokazany jest wygląd próby załączania na zwarcie wyłącznika WOW 10/4/1 na prąd załączeniowy 30 kA; odskoki styków powodują zapalenie się łuku i tryskanie roztopionej miedzi.

Próby styków wyłącznika małoolejowego WMG 6/6/2 wypadły pozytywnie. Przy żądanym prądzie załączalnym, równym 50 kA, nie następowały wytopienia, ani silniejsze spiekania styków, a oscylogramy nie wykazywały odskoków. Styki zastosowane w tym wyłączniku można uważać za adynamiczne, ponieważ jedyne niebezpieczne siły, związane z przewężeniami dróg prądowych w zestykach i działające w kierunku rozerwania zestyków, są kompensowane przez siły przyciągania między wycinkami styku nieruchomego.

Styki wyłącznika olejowego WOW 30/6/3 wytrzymały bez wyraźnych zmian prąd załączeniowy 15 kA. Przy prądzie 19 kA wystąpiły odskoki i wytopienia pojedynczych styków środkowych, a przy prądzie 23,5 kA — wszystkich styków. Siła docisku styków wynosiła 18 kG.

Układ stykowy wyłącznika olejowego WOW 10/4/1 poddano dodatkowym badaniom wpływu siły docisku w stykach na wytrzymałość dynamiczną, wpływu sposobu połączeń oraz wpływu oleju. W końcowej części przeprowadzono kilka prób wytrzymałości dynamicznej w stanie zamkniętym wyłącznika.

Zastosowano 4 rodzaje sprężyn dociskających styki z siłami: 16 — 18 kG, 25 kG, 30 kG i 32 kG. Przy użyciu sprężyn 16—18-kilogramowych styki wytrzymały prąd ok. 17 kA, nie wytrzymały 29 kA; dokładniejszych granic nie określono z powodu wadliwego działania napędu w tej części prób. Przy docisku 25 kG nie obserwowano wyraźnych zmian w stykach do 20 kA; wypalenia i odskoki wystąpiły przy 22 kA. Przy docisku 30 kG styki wytrzymały bez zmian 22 kA, a opalenia i odskoki wystąpiły przy 26 kA. Zastosowanie sprężyn 32-kilogramowych nie dało już wyraźniejszej poprawy.

W badanych wyłącznikach olejowych odskoki występowały w pierwszej kolejności w stykach tego mostka skrajnego, w którym kierunek prądu był taki sam, jak w mostku środkowym. Jak wynika z analizy oddziaływań elektrodynamicznych między biegunami, ten mostek skrajny był narażony na największe siły w kierunku ruchu styków. Drugi mostek skrajny natomiast był narażony na największe siły prostopadłe do kierunku ruchu styków. Z wyników prób można więc wysnuć wniosek, że o odskokach w takim układzie stykowym decydują siły odpychania w kierunku ruchu mostka, a nie siły prostopadłe do ruchu — szarpiące stykami na boki. Ażeby sprawdzić, czy wniosek ten jest słuszny i czy w grę nie wchodzi przyczyny związane z przypadkowością produkcyjną, zmieniono rolę biegunów skrajnych i powtórzono próby zwarcio-we. Otrzymano odskoki i wytopienia styków drugiego bieguna skrajnego, który tym razem miał kierunek prądu zgodny z biegunem środkowym.

Wpływ oleju w porównaniu z próbami w powietrzu polega tylko na tym, że zespawanie styków jest trudniejsze. W kilku próbach z olejem otrzymano tylko jeden wypadek zespawa-

nia się styków. Nie stwierdzono wyraźnego wpływu oleju na odskoki styków i na wytapianie.

Dodatkowe badania poświęcono odskokom mechanicznym styków przy załączaniu. Badanym wyłącznikiem załączano napięcie stałe kilku woltów w obwodzie pętlicy oscylografu. Odskoki występowały po czasie około 2 ms od chwili zetknięcia się styków i kończyły się po 4 ms. Oscylogram przedstawiony na rys. 8 ilustruje odskok mechaniczny zębkiem napięcia u_1 na biegunach wyłącznika. W próbach zwarciowych odskoki tego rodzaju kończą się przed wystąpieniem prądu udarowego i nie mają większego wpływu na wyniki prób.

W próbach wytrzymałości dynamicznej w stanie zamkniętym otrzymano wyniki nieco mniejsze od prądu załączalnego wynikającego z poprzednich prób. Przyczyny nie określono w sposób pewny. W grę mogło wchodzić trwałe rozciąganie sprężyn w poprzednich próbach lub korzystne zjawiska dynamiczne w próbach załączeniowych.

5. Wnioski.

Z prób napędów wynika, że prawidłowe działanie zależy w znacznej mierze od regulacji opornika szeregowego i przełącznika krańcowego. Należy usunąć możliwości rozregulowania przy kolejnych załączeniach.

Badania styków wskazują na wielką rolę odskoków elektrodynamicznych. Odskoki mechaniczne w niskonapięciowych próbach załączania na zwarcie nie mają poważnego wpływu na pracę styków, ponieważ są krótkotrwałe i wyprzedzają znacznie prąd udarowy. W próbach wysokonapięciowych wpływ może być wyraźny, jeżeli na skutek wcześniejszego powstawania prądu zwarcioowego odskok mechaniczny wypada w pobliżu prądu udarowego; wtedy działanie jego może dochodzić do oddziaływania elektrodynamicznego.

LITERATURA

[1] Cholański G. B. Elektryczestwo, 1950, 6, 58

TADEUSZ LIPSKI
RYSZARD BUĆKO

Zakł. Elektrotechn. Morskiej Inst. Elektr.
Katedra Wys. Napięć i Przysz. Rozdz.
Politechniki Gdańskiej

Badania wkładek bezpieczników instalacyjnych na 500 V

621.316.923.024.4:621.316.541.12.001

Treść. Analiza doświadczalna wadliwego działania wkładek topikowych bezpieczników instalacyjnych. Wyniki statystyczne pomiarów oporności wkładek produkowanych. Próby przerywania prądów przeciążeniowych. Próby przerywania prądów zwarcioowych. Badania piasku. Wnioski dla zakładów produkujących wkładki topikowe.

Исследование плавких предохранителей 500 в. Экспериментальный анализ неудовлетворительного действия плавких предохранителей с неполнителем. Статистические результаты измерения сопротивления плавких вставок. Действие при перегрузке. Действие при коротком замыкании. Исследования наполнителя. Выводы для изготовителей плавких вставок.

Investigations of Fuse Elements Rated 500 V. Experimental analysis of defective operation. Statistical results of resistance measurements of fuse elements. Experiments on the interruption of overload currents and on the interruption of short-circuit currents. Investigation of filler grain. Suggestions for manufacturers of fuse elements.

1. Wstęp.

Produkowane obecnie wkładki topikowe bezpieczników instalacyjnych działają często wadliwie. Nie zapewniają one wyborczych przerwy obwodów zabezpieczanych. Poza tym wyłączaniu prądu przeciążeniowego nieraz towarzyszy wydmuch łuku na zewnątrz wkładki, co może powodować zwarcia międzybiegunowe oraz przedstawia niebezpieczeństwo dla obsługi. Wypadki te są niedopuszczalne zwłaszcza w instalacjach na statkach, gdzie wymagania prawidłowości działania są szczególnie wysokie. Dlatego przeprowadzono w Gdańsku badania wkładek krajowych.

2. Wyniki statystyczne pomiarów oporności wkładek.

Wstępne badania charakterystyk prądowo-czasowych na drutach topikowych miedzianych, zamocowanych między zaciskami w powietrzu, potwierdziły przewidywaną zależność tych charakterystyk od średnicy lub od oporności drutu. Dlatego dalsze badania statystyczne wkładek oparto na pomiarach oporności. Wybór tego kierunku studiów odpowiada wymaganiom projektu międzynarodowej normy na bezpieczniki z 1952 r. [1]. W normie tej oporność wkładki jest uzależniona od prądu znamionowego.

Konstrukcja badanych wkładek jest przedstawiona schematycznie na rys. 1. Miedziany drut topikowy na 2, 4, 6 i 10 A jest połączony z okuciami przez docięnięcie przy montażu wkładki (rys. 1a). Przy wyższych prądach znamionowych po-

łączenia uzyskuje się przez przylutowanie drutu lutem miękim do okucia pośredniego, które łączy się z okuciem z wewnętrznym przez docięnięcie przy montażu (rys. 1b). Wkładki do 10 A włącznie nie zawierają środków gaszących łuku. Wkładki na 15, 20 i 25 A są wypełniane piaskiem tylko przez niektóre wytwórnie, we wkładkach powyżej 25 A wszystkie wytwórnie stosują piasek.

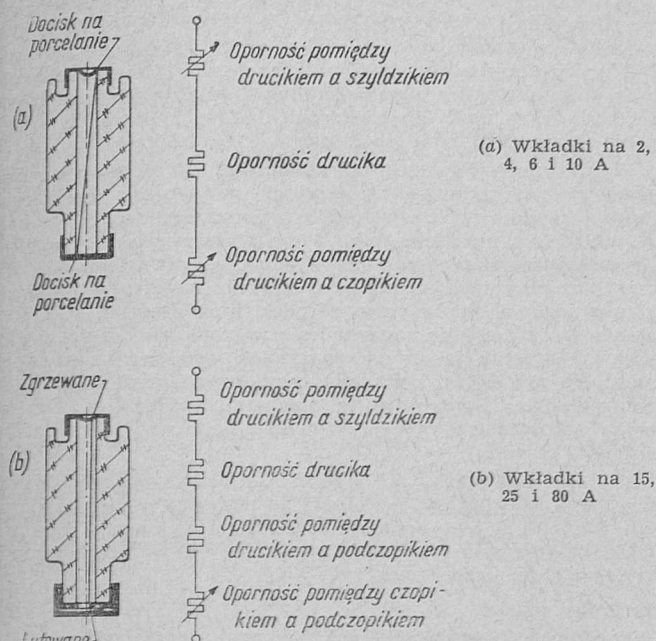
Oporności mierzono metodą techniczną przy prądzie znamionowym wkładki. Czas przepływu prądu przez wkładkę nie przekraczał 5 sek. Łącznie zbadano ponad 13 000 wkładek o prądach znamionowe 2, 4, 6, 10, 15, 25 i 80 A.

Na rys. 2 są podane rozkłady statystyczne oporności wkładek na 6 i 25 A. Szczególnie wielki rozrzut występuje dla wkładek z drutem topikowym, łączonym na docisk (rys. 1a). Stosunek wartości granicznych wynosi na przykład 8. Produkcja wkładek tego typu daje bardzo rozbieżne oporności styków między drutem a okuciami. Często zdarza się przy pomiarze oporności, że drut topikowy tych wkładek ulega przetopieniu np. około 20% wkładki 4-ampereowych wykazuje tę nieprawidłowość.

Nasze pomiary wykazują silny wpływ docisku szczęk uchwytu kontrolnego na oporność wkładek przedstawionych na rys. 1a. Dlatego oporność wkładek wmontowanych do gniazda zależy od stopnia dokręcenia główki bezpiecznika. Z tego też względu otrzymane rozkłady statystyczne oporności wkładek należy uważać za przybliżone.

3. Charakterystyki prądowo-czasowe.

Polska norma PN/E-40.1 z roku 1949 na bezpieczniki instalacyjne wymaga, ażeby wkładka topikowa działała niezawodnie „przy wszelkich przeciążeniach lub zwarciach”. Wymaganie



Tablica I. Czas przepalania się drucika wkładek

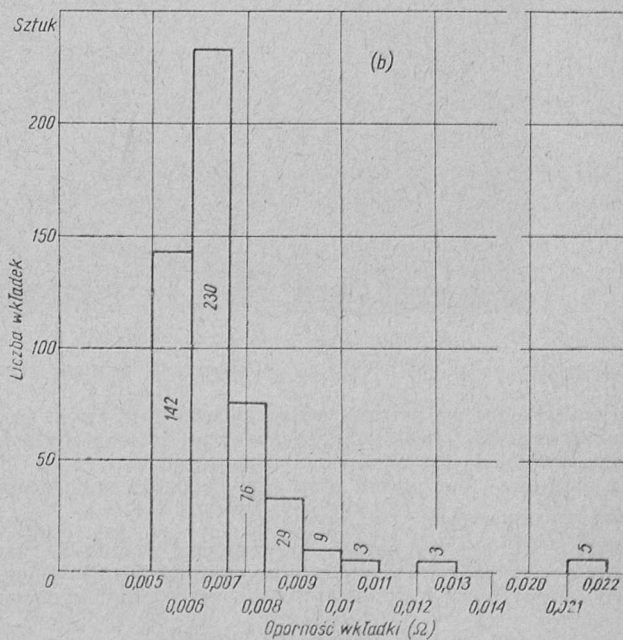
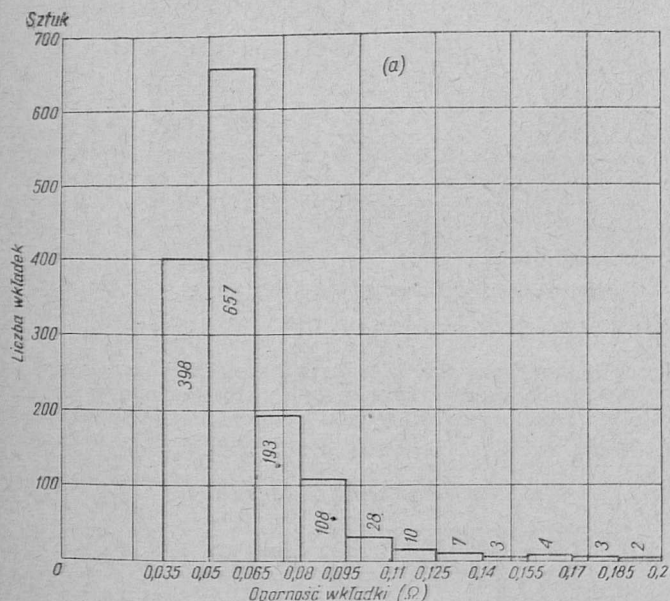
Wkładki z piaskiem					Wkładki bez piasku				
Lp.	I(A)	Poło- żenie	t(sec)	Uwagi	Lp.	I(A)	Poło- żenie	t(sec)	Uwagi
1	6,5	1	253		1	4	1	95,31	
2	"	"	8		2	"	"	109,10	
3	"	"	264		3	"	"	66,52	
4	"	"	264		4	"	"	80,23	
5	"	"	740		5	"	"	76,22	
6	"	"	520		6	"	2	161,46	
7	"	"	128		7	"	"	218,31	
8	"	"	1200		8	"	"	144,29	
9	"	3	780		9	"	"	243,68	
10	"	"	1800	Nie prze- palił się	10	"	"	162,63	
11	"	"	1800	"	11	"	3	3600	Nie prze- palił się
12	"	"	1800	"	12	"	"	3600	"
13	"	"	1800	"	13	"	"	3600	"
14	"	"	11640	Przepalił się	14	"	"	5400	"

wkładki zaś z piaskiem nie dawały prawidłowego gaszenia łuku nawet i przy tym napięciu.

Dalsze badania pozwoliły wskazać przyczyny powodujące usterki w gaszeniu łuku we wkładkach z piaskiem. Mianowicie, nasypywanie piasku w fabryce odbywa się bez wstrząsania wkładek. Po transporcie wewnątrz wkładki jest wypełniona piaskiem już tylko do 60...80%. Przetopienie drucika następuje w przestrzeni powietrznej w pobliżu okucia, gdzie chłodzenie jest gorsze. Łuk wypala otwór w okuciu i utrzymuje się na zewnątrz gniazda. Na rys. 3 są pokazane bezpieczniki na 25 i 80 A podczas prób prądami przeciążeniowymi przy napięciu około 550 V. Podobne wyniki uzyskiwano przy montażu na ścianie pionowej i poziomej. Badania te potwierdzają słuszność zaleceń N. Franza w sprawie technologii wypełniania wkładki piaskiem [2].

to jest bardzo ogólne, a w rozdziale o próbach nie ma dokładniejszego wyjaśnienia. Norma ta zawiera jedynie wskazówki co do czasów przepalania przy przeciążeniach długotrwałych i przy prądzie $2,75 \cdot I_n$.

Natomiast wymagania nowej niemieckiej normy VDE 0635/4.52 w sprawie czasów przerywania prądów przeciążeniowych są dość wyraźne. Granice czasów dla prądów 2,5 — 3 i $4 \cdot I_n$ są tam dokładnie określone. Czas mierzy się do



Rys. 2. Rozkład statystyczny oporności wkładek

chwili zgaszenia łuku we wkładce przy napięciu stałym $1,1 \cdot U_n = 550$ V.

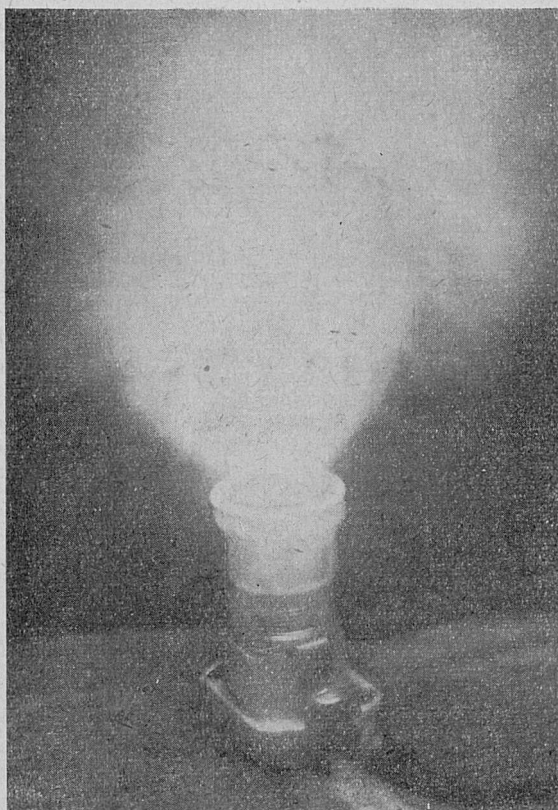
W naszych badaniach charakterystyk prądowo-czasowych według tej normy okazało się, że wkładki wszystkich badanych wielkości nie przerywają prądów przeciążeniowych. Po przetopieniu drucika następował wydmuch łuku na zewnątrz, a wyłączenie uzyskiwano dopiero przy pomocy dodatkowego wyłącznika. Poprawne gaszenie łuku we wkładkach bez piasku było możliwe po obniżeniu napięcia do $1,1 \cdot 220 = 242$ V,

Wobec wadliwego przerywania łuku, sprawdzenie prądowo-czasowych charakterystyk wkładek bez piasku wykonano przy napięciu stałym 242 V, a wkładek z piaskiem przy napięciu zmiennym około 30 V. Zmierzone czasy wkładek na ten sam prąd znamionowy wykazują znaczny rozrzut. Wkładki z dociskającym drutem niejednokrotnie trafiają do obszaru wymagań dla sąsiednich prądów znamionowych. Jest to zrozumiały skutek — co najmniej częściowo — rozrzutu oporności. Jednakże w dalszych próbach okazało się, że również

Tablica II. Analiza sitowa piasków

Piasek nr 1		Piasek nr 2	
grubość (mm)	zawartość (%)	grubość (mm)	zawartość (%)
> 1,0	0,50	> 0,75	0,03
1,0 — 0,75	0,58	0,75 — 0,5	0,19
0,75 — 0,5	3,40	0,5 — 0,3	6,52
0,5 — 0,3	21,13	0,3 — 0,2	31,48
0,3 — 0,2	38,97	0,2 — 0,1	50,77
0,2 — 0,1	34,05	0,1 — 0,06	9,61
0,1 — 0,06	1,14	< 0,06	1,40
< 0,06	0,23	—	—

wkładki o zbliżonych opornościach wykazują często różny czas przepalania się. Spostrzeżenie to dotyczy zwłaszcza wkładek bez piasku. Badania wykazały, że sposób ułożenia



(a) bezpiecznik na 25 A, prąd ok. 62,5 A

normy VDE 0635/4.52. Przepisy te zalecają próby w obwodzie prądu stałego o napięciu źródła przed zwarcie 1,1 U_n . Wartość prądu wyłączeniowego powinna wynosić 1,5 kA dla wkładek do 25 A włącznie i 5 kA dla wkładek na większe prądy znamionowe. Indukcyjność obwodu probierczego powinna wynosić $1 \pm 0,15$ mH.

Próby wykonano w obwodzie prądu stałego o napięciu 242 V. Przyjęcie tej wartości było konieczne wobec wadliwego przerywania prądów przeciążeniowych przy wyższych napięciach. Indukcyjność obwodu wynosiła 3 mH. Pozostałe wymagania normy VDE były spełnione.

Wyniki prób zwarciovych wskazują, że wpływ warstwy powietrza we wkładkach z piaskiem na miejsce przetopienia drutu jest mniejszy niż w próbach przeciążeniowych. Spośród 33 wkładek z piaskiem tylko 2 nie wyłączyły prądu probierczego. Lepszą pracę wkładek z piaskiem przy zwiarcach niż przy przeciążeniach można wytłumaczyć mniejszym wpływem odprowadzania ciepła przez ośrodek (powietrze, piasek). Stopienie drutu powinno zaczynać się w środkowej części, ponieważ końce stykają się ze znacznymi masami mosiężnymi okuć. Na rys. 5 jest pokazany oscylogram przerywania zwiarcia wkładką 25-amporową z piaskiem. Wkładki z piaskiem mogą wytwarzać wysokie przepięcia na skutek dużej indukcyjności obwodu.

Wkładki bez piasku nie przerywają zwarciovego prądu probierczego, chociaż są to wkładki na mniejsze prądy znamionowe. Na rys. 6 jest podany oscylogram wykonany w próbie wkładki 10-amporowej oraz fotografia po wyłączeniu prądu wyłącznikiem bezpieczeństwa.

5. Próby piasku.

Polskie wytwórnie wkładek niskiego napięcia stosują gatunki piasku pochodzące z dwóch różnych kopalń. Wyniki analizy sitowej tych gatunków są podane w tabl. III. Piasek



(b) bezpiecznik na 80 A, prąd ok. 300 A

Rys. 3. Wyłączanie prądów przeciążeniowych przy napięciu ok. 550 V

drutu we wkładce ma znaczny wpływ na charakterystykę prądowo-czasową. Na rys. 4 są pokazane trzy sposoby ułożenia drutu, a w tabl. I jest zestawiony czas przepalania się wkładek z piaskiem i bez piasku przy różnych położeniach drutu.

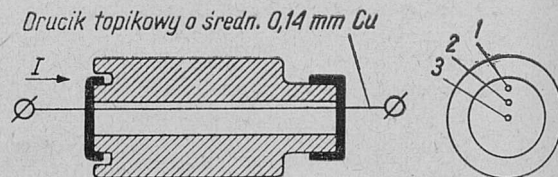
4. Przerywanie zwarć.

Norma PN/E 40.1 nie zawiera postanowień o sposobie wykonywania badań zwarciovych bezpiecznika instalacyjnego. Dlatego próby zwarciovie przeprowadzono według wymagań

Tablica III. Analiza piasków

Oznaczenie	Piasek nr 1	Piasek nr 2
Zawartość wilgoci, oznaczona przy temp. 105°C	0,02%	0,01%
Strata ciężaru przy prażeniu do 950°C	0,10%	0,10%
Pozostałość po usunięciu krzemionki kwasem fluorowodorowym	0,52%	0,61%
Zawartość krzemionki SiO_2 z wyliczenia	99,46%	99,38%
Sumaryczna zawartość tlenków $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2$	0,40%	0,44%

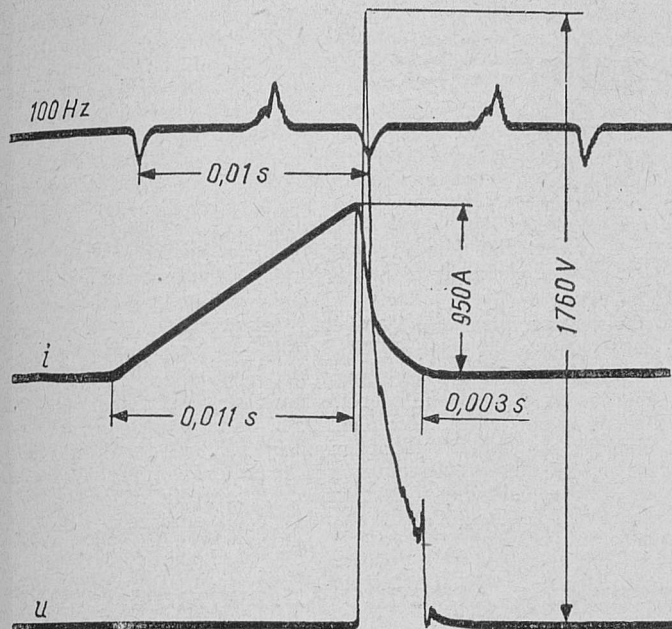
nr 1, stosowany we wkładkach bezpieczników wielkiej mocy, jest drobniejszy od piasku nr 2, stosowanego w bezpiecznikach instalacyjnych. Wyniki analizy chemicznej są przedstawione w tabl. III. Zawartość krzemionki SiO_2 w obu gatunkach



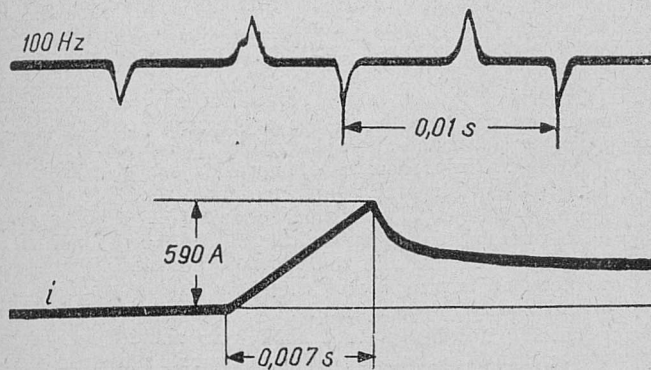
Rys. 4. Wkładka na 2 A użyta do badania wpływu położenia drucika

jest prawie jednakowa i wynosi ponad 99%. Zawartość tlenków Fe_2O_3 , Al_2O_3 , TiO_2 jest niewielka.

Porównanie zdolności gaszącej piasków przeprowadzono we wkładkach 2 A, stosując do prób urządzenie średnioprądowe (do 10 kA) Katedry Wysokich Napięć i Przyrządów Rozdzielczych Politechniki Gdańskiej. Wyzyskano nastawnik fazowy elektroniczny i załącznik zwarciovym sprężynowy o stałym

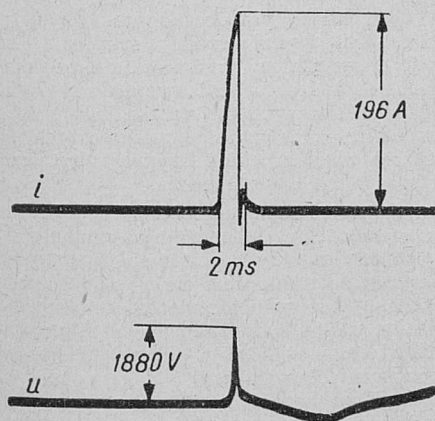


Rys. 5. Oscylogram przerywania zwarcia wkładką 25-ampierową z piaskiem



Rys. 6. Bezpiecznik z wkładką 10-ampierową po zwarcu i oscylogram otrzymany w tej próbie

opóźnieniu. Stromość narastania prądu dobrano w taki sposób, aby była zgodna z wymaganiami normy VDE w sprawie prób zwarciovych. Przepalanie się drutu następowało w pobliżu wierzchołka sinusoidy podstawowej napięcia powrotnego (wartość maksymalna 385 V). Indukcyjność obwodu wynosiła około 4 mH. Jeden z oscylogramów otrzymanych podczas



Rys. 7. Oscylogram przerywania zwarcia wkładką 2-ampierową z piaskiem nr 1

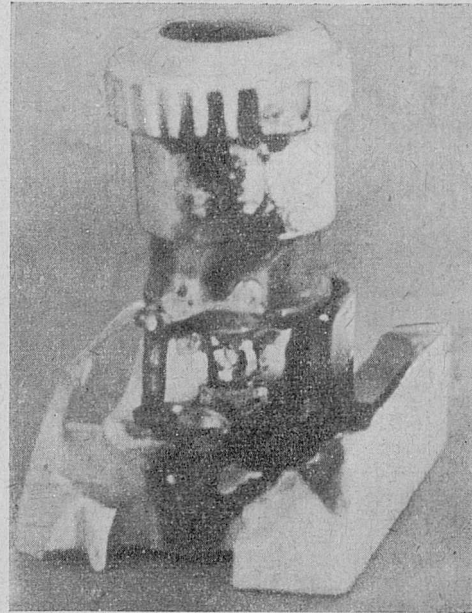
tych prób jest przedstawiony na rys. 7. W wyniku serii prób określono zależności przepięcia od grubości ziaren piasku, pokazane na rys. 8. Zależności te są podobne do otrzymanych przez H. W. Baxtera[3].

6. Wnioski.

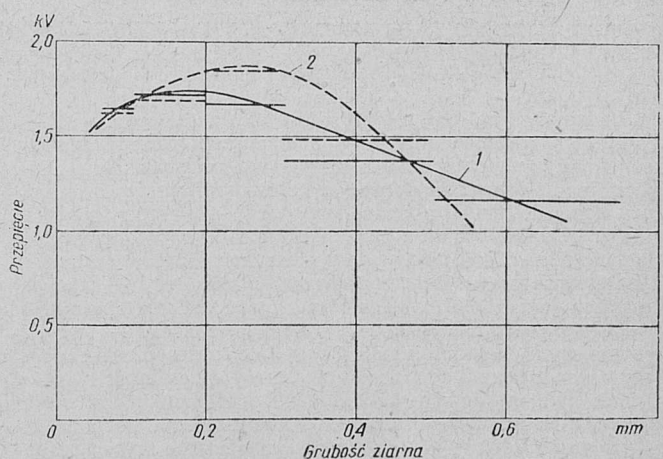
Poprawienie jakości topikowych wkładek bezpieczników instalacyjnych jest możliwe na drodze zmian technologicznych i konstrukcyjnych dwóch rodzajów:

1) usunięcie wahań oporności połączeń z okuciami, na przykład przez zastosowanie obustronnego zgrzewania, oraz przestrzegania określonego sposobu umieszczenia drutu we wkładce, według dokumentacji, zmniejszy rozrzut charakterystyk prądowo-czasowych;

2) stosowanie wstrząsów przy wypełnianiu wkładek piaskiem w celu starannego ubicia uniemożliwi powstawanie przestrzeni powietrznych wewnątrz wkładek w czasie transportu i zapewni prawidłowe przerywanie prądów przeciążeniowych.



Słuszność tych zaleceń potwierdzono w dalszych pracach nad konstrukcją bezpieczników instalacyjnych zwłocznych.



Rys. 8. Zależność przepięć od grubości ziarna piasku
1 — dla piasku nr 1 2 — dla piasku nr 2

LITERATURA

- [1] International Commission on Rules for the Approval of Electrical Equipment (C. E. E.). First G. B. Draft of C. E. E. Specification for Fuses (26.III.1952, str. 16, p. 14)
- [2] Franz N. Grundsätzliche Untersuchungen von Leitungsschutzsicherungen mit geschlossenem Schmelzeinsatz bis 500 V und 60 A. Siemens Zeitschrift (Austria, 1950, nr 1, str. 24–26)
- [3] Baxter H. W. Electric Fuses (1950, 96–99)

VII Zjazd delegatów SEP

(Warszawa, 14.XII.1954)

I. Otwarcie Zjazdu

1. Zagajenie, wybór przewodniczącego zjazdu, asesorów i komisji wnioskowej.

Zjazd otworzył wiceprezes Zarządu Głównego kol. M. Rajewski witając przybyłych delegatów. Na przewodniczącego Zjazdu powołano jednomyślnie kol. M. Szymonowicza, na asesorów kolegów Cz. Ruksztó i M. Zdziecha, na sekretarzy kolegów J. Rogowskiego i S. Samoggy'ego. Do komisji wnioskowej weszli koledzy: W. Fischer, H. Joniewicz, W. Smoluchowski, J. Kostecki i Z. Neuman.

2. Uczczenie pamięci członka honorowego SEP prof. R. Podolskiego.

Po przemówieniu rektora kol. T. Zarneckiego, poświęconym

pamięci zmarłego członka honorowego SEP-u profesora Romana Podolskiego, zebrani powstawszy uczcili pamięć zmarłego chwila ciszy.

3. Odczytanie pism powitalnych i telegramów.

Przewodniczący odczytał pisma powitalne otrzymane z okazji Zjazdu: a) Wiceministra Szkolnictwa Wyższego kol. H. Gołańskiego oraz przewodniczącego Komitetu Elektrotechniki Polskiej Akademii Nauk kol. prof. J. L. Jakubowskiego.

Następnie odczytano telegramy z życzeniami dla Zjazdu Stowarzyszeń Naukowo-Technicznych Inżynierów i Techników — Mechaników Polskich, Górnictwa, Przemysłu Chemicznego, Leśnictwa i Drzewnictwa, Przemysłu Włókienniczego i innych

II. Referat programowo-sprawozdawczy Zarządu Głównego

(Wygłoszony przez wiceprezesa SEP kol. M. Rajewskiego)

Najważniejszym wydarzeniem w życiu naszego Stowarzyszenia, a jednocześnie i wszystkich stowarzyszeń NOT w ciągu roku 1953/54 była Uchwała Rządu z dnia 30 maja 1953 roku o współpracy resortów ze stowarzyszeniami technicznymi. Uchwała ta była oparta na opinii tow. Bieruta, wypowiedzianej na II Kongresie Inżynierów i Techników Polskich o wartości i aktualności pracy zrzeszonych techników w przełomowym okresie budowy i przebudowy polskiej gospodarki narodowej.

W chwili obecnej zbliżamy się do końca Planu sześcioletniego i miesiące tylko dzielą nas od rozpoczęcia Planu 5-letniego. Obowiązkiem naszym jest przeanalizowanie dotychczasowych naszych metod pracy i osiągniętych wyników oraz wytyczenie i poprawienie tych metod na przyszłość, kiedy będziemy musieli jeszcze bardziej wyżyć swe siły do pracy przy wykonaniu Planu 5-letniego, aby nie zawieść zaufania, które ma do nas Rząd Polski-Ludowej.

Słowa zawarte w Uchwale Rządu — „Stowarzyszenia prowadzą coraz bardziej szeroką działalność w dziedzinie podnoszenia poziomu zawodowego kadr technicznych i organizowaniu inżyniera i technika do walki o postęp techniczny w dobie budownictwa Polski Ludowej” — muszą odpowiadać rzeczywistości i prace w tych kierunkach prowadzone przez Stowarzyszenie Elektryków Polskich należy stale rozszerzać i pogłębiać.

...

Nie będziemy już dziś mówić dużo o przełomowych zmianach, które przeprowadziliśmy w założeniach naszego Stowarzyszenia, gdyż było to omawiane już wielokrotnie. Dziś zdajemy sobie już wyraźnie sprawę z celów swej pracy i metod, które z dnia na dzień poprawiamy dążąc do coraz lepszych wyników. Uchwała Rządu z dnia 30 maja 1953 r. powołała nas jeszcze mocniej z codzienną pracą naszych resortów i umożliwiła nam wnikięcie jeszcze głębsze do komórek, w których praca nasza jest najbardziej celowa i może dać najlepsze wyniki. Współpraca z resortami i ustalenie jej zakresu — to było najważniejszym zagadnieniem, które dało następnie możliwość dalszego konsekwentnego rozwoju naszej działalności. Praca ta jednak nie jest jeszcze całkowicie zakończona, gdyż prócz Ministerstw Energetyki, Przemysłu Maszynowego, Poczty i Telegrafów oraz Drobnej Wytwórczości jest jeszcze szereg resortów, w których pracują nasi koledzy, a porozumienie z tymi resortami nie mogło być jeszcze przeprowadzone.

...

Dotychczasowe nasze doświadczenie w świetle Uchwały Rządu daje nam wyraźne wskazania, jak powinna kształtować się praca Stowarzyszenia.

Zarząd Główny i jego komisje przy pomocy wykonawczej Sekretariatu Generalnego ustalają główne wytyczne i podstawowe materiały dla pracy terenu i współpracują przy organizowaniu centralnych imprez z resortami, Polską Akademią

Nauk, instytutami, CRZZ oraz innymi instytucjami centralnymi. Jako przykłady takich prac można podać konferencje naukowo-techniczne, kursy korespondencyjne, konkurs dla racjonalizatorów, biuletyny, centralną akcję odczytową, kursy specjalizacyjne itd.

Oddziały Stowarzyszenia przeprowadzają akcje centralne na swym terenie, a jednocześnie organizują podobne własne imprezy w porozumieniu z Zarządem Głównym i miejscowymi władzami. Przykładem takiej imprezy jest Konferencja Małej Energetyki w Krynicy, zorganizowana przez Oddział Krakowski. Ale najważniejszym zadaniem oddziałów w chwili obecnej jest uaktywnienie działalności kół zakładowych i kierowanie nimi. Musimy tu sprawie koła zakładowego poświęcić więcej uwagi ze względu na bardzo wielką rolę koła zakładowego w wykonywaniu zadań Stowarzyszenia.

Według nowego statutu NOT koło zakładowe jest podstawową jednostką, na której opiera się cała najistotniejsza praca Stowarzyszenia. Uchwała Rządu z dnia 30.5.1953 r. również podkreśla rolę stowarzyszeniowego koła zakładowego, koło zakładowe jest bowiem komórką, która ma największą możliwość współżycia z zakładem pracy — z jego pracownikami. Koło zakładowe powinno być niewątpliwie aktywnym inżynierów i techników, przodowników, racjonalizatorów, który wysoko dzierżąc godło Stowarzyszenia przoduje w codziennej walce o postęp techniczny, o wykonanie planu, o dokształcanie kadr.

Członkowie koła muszą przodować we wszystkich komórkach racjonalizacji i wynalazczości, szkolenia, bezpieczeństwa pracy. Ich obowiązkiem jest niesienie pomocy racjonalizatorom, doszkalanie ich, organizowanie kursów specjalizacyjnych, cykliów odczytowych dla robotników i brygadzystów, organizowanie bibliotek i czytelników zakładowych i czuwanie nad nimi, wreszcie organizowanie brygad robotniczo-inżynierskich do prac specjalnych w zakładzie.

Członek Stowarzyszenia zorganizowany w kole zakładowym musi pamiętać stale o tym, że naczelnym zadaniem Stowarzyszenia jest współdziałanie w rozbudowie gospodarki narodowej i że właściwym zrozumieniem obowiązków każdego członka Stowarzyszenia jest współdziałanie ze Stowarzyszeniem w tym naczelnym zadaniu niezależnie od stanowiska, które zajmuje, i pracy, którą wykonuje. Obowiązkiem jest przodowanie w wykonywaniu swej pracy.

Trudno tu poza tym wyliczać wszystkie możliwości zasięgu prac kół zakładowych. Wszyscy zdajemy sobie sprawę, że jest ich bardzo dużo i że każdy zakład pracy daje inne możliwości. Mówiąc o pracy oddziałów Stowarzyszenia i o kierowaniu przez nie pracą kół zakładowych mamy na myśli ten właśnie moment naprowadzania na własne drogi pracy kół zakładowych w zależności od miejscowych warunków.

Zarząd Główny ma bardzo ograniczone możliwości bezpośredniej współpracy z terenem. Wysiłki w tym kierunku spracowują się do obecności na szeregu walnych zebraniach w oddziałach i egzaminach na kursie korespondencyjnym, a naj

lepszym kontaktem, który poza tym daje się osiągnąć, są zebra-
brania władz oddziałów i przedstawicieli Zarządu Głównego.
Personel Sekretariatu Generalnego jest bezwzględnie niewy-
starczający do prowadzenia prac dnia bieżącego w centrum,
nie ma więc mowy o tym, by Zarząd Główny mógł bezpośrednio
kierować choć częściowo kołami zakładowymi. Z tego też
względem konieczne jest, by zarządy oddziałów poświęcały jak
najwięcej uwagi kierowaniu kołami zakładowymi, wnosząc
do nich ducha stowarzyszeniowego i szkoląc najmłodszych
kolegów na aktywistów stowarzyszeniowych, a następnie
wprowadzając ich do zarządów oddziałów.

W sprawach organizacyjnych Stowarzyszenia mamy do za-
notowania fakt, który dowodzi właściwej linii rozwojowej na-
szego Stowarzyszenia, a jednocześnie świadczy o pogłębieniu
uswiadomienia wśród naszych członków, których łączy coraz
bardziej wspólny cel. W ostatnich latach zniknęły ostatecznie
tendencje separatystyczne Sekcji Telekomunikacyjnej, które
przetrwały z dawnych czasów, a powodowane były przeważ-
nie względami ambicjonalnymi. W roku bieżącym ustalono, że
Sekcje Telekomunikacyjna i Energetyczna, a w przyszłości mo-
że jeszcze przemysłowa, będą organicznie związane z Zarzą-
dem Głównym, a kierować sekcjami będą wiceprzewodniczący
Zarządu Głównego, pochodzący z odpowiednich resortów. Łą-
czyć nas więc będzie ogólna linia rozwojowa, ogólny plan
pracy, a sekcje będą miały możliwość — przez bezpośrednią
łączność z resortami — lepszej współpracy i lepszego kie-
rownictwa w kołach zakładowych odpowiednich resortów.

Podstawowym zadaniem Stowarzyszenia jest postęp tech-
niczny i wszystkie komisje nasze pracują w tym kierunku.
O podnoszeniu poziomu zawodowego kadr technicznych i orga-
nizowaniu inżynierów i techników do walki o postęp techniczny
mówi Uchwała Rządu z 30 maja 1953 r. Podnoszenie pozio-
mu zawodowego kadr technicznych jest to pole, na którym
Stowarzyszenie bodaj najczęściej może zdziałać, jeżeli weźmie-
my pod uwagę coraz bardziej poszerzany zasięg i zakres pra-
cy doszkalania zawodowego. Mamy w swym dorobku kurs
korespondencyjny przygotowawczy do egzaminu na stopień
inżyniera — kurs, przez który przeszły setki słuchaczy i któ-
ry w miarę zmiany warunków staje się kursem tylko podno-
żącym poziom zawodowy. Kurs ten uzyskał uznanie resortów
i uczynił to, że w roku przyszłym SEP prowadzić będzie kurs
energetyczny dla ośmiuset słuchaczy. Decyzja w tej sprawie
będzie podjęta w dniach najbliższych przez Prezydium Rządu.
Stale wzrasta liczba naszych kursów specjalizacyjnych, które
dają niewątpliwie bardzo duże korzyści, przede wszystkim
w dziedzinie postępu technicznego. W akcji kursów specja-
lizacyjnych bardzo duży udział biorą nasze oddziały, które
bardzo często występują z własną inicjatywą (Stalinogród, Kra-
ków). Akcję tę należy stale rozwijać, wykorzystując pomoc
resortów, dla których te kursy mają wielką wartość.

W ostatnim czasie, pamiętając o konieczności dania mate-
riałów do pracy szkoleniowej kołom zakładowym, Centralna
Komisja Szkolnictwa zainicjowała cykle odczytowe o cha-
akterze szkoleniowym na poziomie robotnika, brygadzysty,
montera. Sprawa ta uległa pewnemu opóźnieniu, ale już w na-
jbliższym czasie oddziały i koła zakładowe otrzymają kilka od-
czytów, które w każdej chwili będą mogły być wygłoszone
w odpowiednich zakładach pracy i przyczynią się do podnie-
sienia poziomu technicznego pracowników, poczynając nawet
od przyuczonych. Bardzo chcielibyśmy, aby praca ta dała jak
najlepsze rezultaty i prosimy aby koledzy poparli ją i z kolei
wystąpili z własną inicjatywą, organizując cykle odczytowe
na podstawie własnego doświadczenia w oddziałach i zakła-
dach pracy. Nie trzeba już chyba tu przypominać, że obo-
wiązkiem każdego koła zakładowego jest branie udziału
w pracach referatu szkoleniowego każdego zakładu pracy.

Nie jest wykluczone, że w pewnych warunkach z materia-
łów cykli odczytowych można by zorganizować małe kursy,
podnoszące poziom techniczny robotników, co dałoby nie-
zmiernie korzyści, obejmując swym zasięgiem setki i tysiące
pracowników zakładów.

W zakresie akcji odczytowej Zarząd Główny wkłada jak
najwięcej starań w to, żeby ona rzeczywiście odpowiadała
potrzebom szkolnictwa i postępu technicznego. Sytuacja po-
prawia się już znacznie i nadal będziemy dbali o to, by nie
pomijać pewnych zagadnień na wyższym poziomie, obsługi-
wać przede wszystkim poziom techniczno-inżynierski, dając
materiał w formie możliwie przystępnej, obejmujący najbar-
dziej aktualne dla nas zagadnienia postępu technicznego, co
pozwoli na doszkalanie dużych zastępów naszych kolegów.

Z kolei należy omówić sprawę konferencji naukowo-tech-
nicznych organizowanych z udziałem SEP. Zarząd Główny wy-

korzystuje wszystkie możliwości brania na siebie ciężaru
organizacyjnego konferencji Polskiej Akademii Nauk, Instytu-
tu Elektrotechniki, względnie organizuje konferencje z inicja-
tywą i w uzgodnieniu z resortami. Uważamy, że konferencje
naukowo-techniczne są jednym z najważniejszych środków
rozwoju postępu technicznego. Szereg konferencji, które od-
były się w roku sprawozdawczym, dały bardzo dobre wyniki.
Konferencje organizowane obecnie dadzą być może również
materiał do planu 5-letniego. Byłoby pożądane, żeby nasze
oddziały częściej występowały z inicjatywą konferencji o zna-
czeniu może nawet lokalnym, jak na przykład wspomnianej
już Konferencji Małej Energetyki w Krynicy lub Konferencji
Morskiej w Gdańsku; można byłoby wówczas przy pomocy
władz miejscowych bardziej rozwinąć tę niewątpliwie pozy-
teczną dziedzinę naszej pracy stowarzyszeniowej.

Nasze pisma elektrotechniczne całkowi-
cie muszą służyć również sprawie postępu technicznego. Cza-
sopisma „Przegląd Elektrotechniczny”, „Wiadomości Elektro-
techniczne”, „Przegląd Telekomunikacyjny” i „Wiadomości Te-
lekomunikacyjne” są organami Stowarzyszenia i resortu. Mo-
żemy sobie powiedzieć, że chociaż nie można tym czasopis-
mom robić specjalnych zarzutów, są jednak jeszcze pewne
rzeczy do poprawienia.

Zarząd Główny od przeszło roku prowadzi starania co do
uzyskania opinii członków Stowarzyszenia z terenu; przepro-
wadzono nawet specjalną ankietę, a po jej bardzo niewystar-
czającym wyniku postanowiono zwołać specjalne zebranie de-
legatów oddziałów. Zebranie to jednak nie doszło z pewnych
powodów do skutku. Chcemy w najbliższym czasie uporząd-
kować sprawę czasopism przez: 1) powołanie nowej Rady Pro-
gramowej, która będzie właściwym przedstawicielem Zarządu
Głównego, jak i zainteresowanych resortów i instytucji; 2)
ustalenie właściwego profilu czasopism i dążenie do wypełnie-
nia ew. luk w czasopismach elektrotechnicznych; 3) zwołanie
specjalnego zebrania oddziałów w sprawie czasopism elektro-
technicznych; 4) wprowadzenie do czasopism rubryki „Życie
Stowarzyszenia”, która może nawet w niewielkim zakresie
informowałaby członków o pracach Zarządu Głównego i od-
działów; 5) wprowadzenie członków korespondentów przede
wszystkim kół zakładowych, np. w „Wiadomościach”. Koniecz-
ne jest również wzmocnienie działu krytyki książek, która
jakoś od dłuższego czasu nie może się kryć oczekiwać postawienia
na właściwym poziomie.

Słownictwo elektrotechniczne. Trudno
pogodzić się z tym, że sprawa tej wagi co słownictwo, którego
domagają się autorzy książek, tysiące studentów i uczniów
szkół technicznych, tak długo nie może doczekać się rozwią-
zania. Dążeniem Zarządu Głównego było oddanie kilkudziesię-
cioletniego dorobku SEP w zakresie słownictwa w ręce
Polskiej Akademii Nauk, gdy jednak Akademia zdecydowała,
że nie może słownictwa przejąć, zmuszeni byliśmy rozpocząć
pertraktacje z Państwowymi Wydawnictwami Technicznymi,
które do dziś czekają na decyzję Centralnego Urzędu Wy-
dawnictw. Trudno twierdzić, że Zarząd Główny wyczerpał
w dostatecznym stopniu wszystkie możliwe środki, ale można
powiedzieć, że nie otrzymał właściwie żadnej pomocy przy
załatwianiu tej sprawy. W najbliższym czasie konieczne jest
wzmocnienie intensywnych starań o skuteczne załatwienie spra-
wy słownictwa we właściwy sposób.

Polski Komitet Oświatleniowy, istnie-
jący przy Stowarzyszeniu Elektryków, ma niewątpliwie pewne
zasługi na polu działalności naukowej. Ale Zarząd Główny
chciałby wciągnąć PKOów do ogólnego planu prac, a więc
tym samym upowszechnienia działalności PKOów przez roz-
szerzenie programu prac i podawanie ich do wiadomości szers-
szego grona kolegów. Akcja odczytowa, kursy — oto duże
pole działalności PKOów w kierunku popularyzacji zagadnień
oświatleniowych, które w praktyce nie są jeszcze we właści-
wy sposób traktowane. Na pierwszy plan wysuwają się tu np.
zagadnienia ekonomiczne w dziedzinie oświatlenia.

Komisja Remontowa, zorganizowana w roku
sprawozdawczym, jest odpowiednikiem Komisji Remontowej
NOT, nie otrzymała jeszcze materiałów, na których mogłaby
oprzeć swą działalność. Dotychczasowe rozważania doprowa-
dziły do ustalenia pierwszych prac, które będą polegały na
szeregu krótkich referatów instruktażowych dla kół zakłado-
wych wszystkich resortów. Prosimy kolegów o nadsyłanie
uwag, które mogłyby posłużyć jako materiał do rozwoju prac
Komisji.

Komisja Postępu Technicznego. Prace jej polegają na inicjowaniu tematów, które częściowo przesyłane są do wykonania do innych komisji, a częściowo są opracowywane przez nią samą. Do ostatnich należą biuletyny racjonalizatorskie poszczególnych resortów, konkursy dla racjonalizatorów, wreszcie szereg referatów instrukcyjnych dla terenu. Konieczne jest w przyszłości opracowywanie bardziej konkretnych tematów, a najbardziej może słusze byłoby rozszerzenie szerszej opieki nad działalnością kół zakładowych w kierunku racjonalizacji.

Komitet Technicznej Ochrony Pracy. Komitet ten pracuje dobrze w ścisłym kontakcie z resortami i wyniki jego pracy, jak opracowanie wzorcowego gabinetu BHP dla Jaworzna II, są na wysokim poziomie.

Oceniając ogólnie prace Stowarzyszenia w ostatnim okresie, można powiedzieć, że przy ustalonym już typie zagadnień

Stowarzyszenie rozszerza swoją działalność. Istnieje jednak ciągle jeszcze poszukiwanie prac w terenie, które moglibyśmy prowadzić, a to przede wszystkim w związku z Ustawą Rozdową. Mamy jeszcze do przełamania pewne opory w resortach, gdyż nie wszyscy zdają sobie sprawę, nawet mimo wykonanych zarządzeń ministerstw, na czym polegają możliwości współpracy resortu ze Stowarzyszeniem.

Robimy jeszcze wiele błędów w swej pracy. Spotykamy się też często z niezrozumieniem naszych potrzeb i możliwości z strony tych, od których powinniśmy się spodziewać najbardziej idącej pomocy. Za zasadę pracy na przyszłość musimy przyjąć przede wszystkim opieranie się na własnych siłach i własnej inicjatywie; tylko na tej drodze możemy liczyć na rozwój Stowarzyszenia.

Jednym z najważniejszych zadań jest rozwój kół zakładowych, które nie tylko umożliwią nam osiągnięcie właściwych wyników naszych prac, ale mogą dać nowych aktywistów Stowarzyszenia, których zdecydowanie brak mimo dużych starań

III. Sprawozdanie Sekretarza Generalnego SEP

Prace Sekretariatu Generalnego rozwijały się głównie w kierunku pogłębienia zapoczątkowanej w latach poprzednich zmiany w metodach pracy stowarzyszeniowej, polegającej na przerzuceniu punktu ciężkości prac na koła zakładowe i wciągnięciu tą drogą do pracy stowarzyszeniowej szerokich rzesz kolegów z zakładów produkcyjnych. Uaktywnienie kół zakładowych i powiązanie ich prac bezpośrednio z produkcją uwielokrotniło znaczenie działalności Stowarzyszenia dla gospodarki narodowej.

Wyniki starań Stowarzyszenia o rozwój sieci kół zakładowych są następujące: w końcu kadencji jest ich 310 (na początku było ich 180). Koła zakładowe obejmują dziś 70% członków Stowarzyszenia.

Jednocześnie wzrosła ogromnie liczba członków Stowarzyszenia, dochodząca dziś do 12000, co stanowi 50% przyrostu od marca 1953 roku, kiedy liczba ta wynosiła 8000.

W sprawach organizacyjnych najważniejsza jest reorganizacja sekcji, mająca na celu stworzenie właściwego organu, który mógłby kierować pracą kół zakładowych posługując się częściowo drogą służbową.

Jedną z najpoważniejszych akcji Zarządu Głównego są konferencje naukowo-techniczne, organizowane przez Stowarzyszenie w ramach współpracy z Polską Akademią Nauk, ministerstwami i instytucjami. Wymienić tu należy:

- 1) Krajową konferencję oszczędności węgla (VII—1954),
- 2) Krajową konferencję oszczędności energii elektrycznej (X—1954),
- 3) Krajową konferencję wyłączników wielkiej mocy (PAN i IEL, II—1954),
- 4) Krajową konferencję w sprawie urządzeń zasilających telekomunikacji przewodowej (VII—1953),
- 5) Ogólnopolską naradę racjonalizatorów energetyki (Min. Energetyki i Zw. Zaw. Prac. En., X—1953),
- 6) Krajową konferencję napędów elektrycznych (IEL, III—1954),
- 7) Krajową konferencję w sprawie międzymiastowych linii telekomunikacyjnych (IV—1954),
- 8) Krajową konferencję w sprawie specjalizacji studiów inżynierskich według potrzeb energetyki (VI—1954),
- 9) Krajową konferencję poświęconą systemom radiofonizacji (X—1954),
- 10) udział w Krajowej naradzie normalizacyjnej (VI—1954).

Poza konferencjami krajowymi odbyły się konferencje, organizowane przez oddziały SEP:

- 1) Konferencja w sprawie elektryfikacji statków (Gdańsk, 1953),

- 2) Konferencja w sprawie jednostek elektrycznych (Kraków (1953),

- 3) Konferencja Małej Energetyki — łącznie z Wojewódzką Radą Narodową (Kraków, 1954).

W ramach akcji pomocy racjonalizacji i w planach działalności pracowniczej SEP — wspólnie z Ministerstwem Energetyki i Z. Z. Prac. Energetyki — opracował i ogłosił konkurs dla racjonalizatorów w dziedzinie energetyki.

Przy współpracy MPM wydawany jest wspólnie z SLM i STOP kwartalnik „Centralny Biuletyn tematyczny dla racjonalizatorów”, a przy współpracy z Ministerstwem Energetyki kwartalnik „Biuletyn racjonalizatorów energetyki”.

Szkolnictwo — akcja doszkalania zawodowego największej liczby członków Stowarzyszenia — jest jak w latach ubiegłych otoczona specjalną opieką Zarządu Głównego Stowarzyszenia. Równolegle rozwija się praca Referatu odczytowego, który został ściśle związany z Komisją Szkolnictwa i pomaga jej w dokształcaniu i podnoszeniu poziomu technicznego członków Stowarzyszenia. Wynikiem pracy Komisji Szkolnictwa było w roku sprawozdawczym 26 kursów specjalizacyjnych, prowadzonych przez oddziały SEP.

Kurs przygotowawczy do egzaminu na stopień inżyniera kończy IV turnus i rozpoczyna z kolei V turnus dla ~ 700 słuchaczy.

Dobiega końca organizacja kursu dla energetyków prowadzonego na podstawie Uchwały Prezydium Rady Ministrów. Kurs ten ma wielkie znaczenie dla gospodarki narodowej i jest jedną z poważniejszych akcji SEP.

W roku sprawozdawczym ukonstytuowano dwie nowe komisje: Komisję remontową i Komisję wyzyskania energii wiatru. Komisje te opracowują zakresy i plany swego działania.

Komitet Technicznej Ochrony Pracy opracował gabinet wzorcowy BHP w Jaworznie II oraz brał udział w organizacji konkursu energetyki.

Polski Komitet Oświatleniowy ogłosił szereg publikacji i organizował narady o charakterze przemysłowym, oraz opracował memoriał w sprawie reorganizacji zagadnień przemysłowych, dotyczących oświetlenia.

Oddziały Stowarzyszenia na ogół rozwijają wszelką akcję inicjowaną przez komisje Stowarzyszenia i nadal podejmują wysiłki nad organizacją kół zakładowych i rozwojem ich prac.

We wszystkich dziedzinach naszej pracy należy poprawiać sprawozdawczość, bez której nie mamy właściwego poglądu na rozwój i działalność Stowarzyszenia.

IV. Sprawozdanie Komisji Rewizyjnej

(odczytał kol. K. Straszewski)

Komisja skontrolowała bilanse Sekretariatu Generalnego na dzień 31.12.1953. Bilans zbiorczy Stowarzyszenia na 31.12.1953 zamyka się sumą zł 591.949 zł 67 gr., rachunek działalności sumą zł 998.550 zł 51 gr.

Komisja postawiła wniosek o udzielenie Zarządowi Głównemu Stowarzyszenia absolutorium z działalności w roku 1953.

V. Plan prac Stowarzyszenia Elektryków Polskich na rok 1955

(referuje kol. W. Smoluchowski)

Plan pracy Stowarzyszenia jest oparty na planie NOT i na budżecie przyznanym SEPowi w ramach ogólnego budżetu NOT. Przewidziano jednak szereg prac, na które nie ma pokrycia w budżecie, a które należy prowadzić na zasadach samowystarczalności.

Przedstawiony plan opiera się na wynikach okresów poprzednich i jest uzgodniony z resortami.

Plan można niewątpliwie przekroczyć, jeżeli w dalszym ciągu wzrastać będzie liczba kół zakładowych, a nawet już przy ożywieniu działalności kół istniejących. Niewątpliwie w dużym stopniu może tu być pomocne wprowadzenie między kołami zakładowymi współzawodnictwa; projekt regulowania takiego współzawodnictwa przedstawił Oddział Lubelski, a inne oddziały już zainteresowały się nim.

Koła zakładowe koniecznie powinny obok akcji kierowanej centralnie rozwijać prace własne, uwzględniając lokalne potrzeby zakładów pracy.

Do akcji kierowanych będą należały w roku 1955 cykle odczytów popularnych dla kół zakładowych, przeznaczone dla

niefachowców, a omawiające podstawowe wyroby elektrotechniki i ich zastosowania. Odczytów zaplanowano na rok 1955 łącznie 1000. Drugą bardzo ważną akcją będzie kurs energetyczny, który w I turnusie obejmie 800 osób. Kursów łącznie w roku 1955 zaplanowano 124.

Konferencji krajowych naukowo-technicznych zaplanowano 7, w tym dwie ogólnokrajowe — transformatorowa i materiałoznawstwa elektrotechnicznego — pod egidą Polskiej Akademii Nauk. Konferencji i narad lokalnych przewidziano 453. Na lipiec 1955 r. przewidziano Zjazd delegatów SEP, który podsumuje wyniki pracy Stowarzyszenia w ubiegłym X-leciu i omówi również założenia państwowego Planu 5-letniego.

W ramach akcji wyznaczności pracowniczej i zobowiązań przewiduje się 250 brygad robotniczo-inżynierskich, 2000 projektów racjonalizatorskich i 6000 zobowiązań indywidualnych i zespołowych.

W końcu roku 1955 Stowarzyszenie Elektryków Polskich powinno mieć 13 700 członków, 25 oddziałów oraz 360 kół zakładowych, które obejmą 10 000 członków.

VI. Dyskusja nad sprawozdaniem i planem prac

Kol. J. Rogowski (Lublin).

Oddział Lubelski zorganizował akcję współzawodnictwa między kołami zakładowymi i opracował regulamin tego współzawodnictwa. Wynikiem tej akcji było uaktywnienie 80% kół zakładowych w ciągu pół roku. Konieczna jest przy tym dobra sprawozdawczość kół zakładowych i oddziałów, która da Zarządowi Głównemu prawdziwy obraz pracy terenu. W sprawozdaniach sprawa ta została za słabo podkreślona, należałoby opublikować tabele i wykresy porównawcze, które zobrazowałyby akcję współzawodnictwa. Mówca wzywa wszystkie oddziały SEP i koła zakładowe do jak najszybszego rozpoczęcia współzawodnictwa.

Kol. H. Łubieński (Bydgoszcz).

Praca w terenie jest trudna ze względu na brak organów centralizujących pracę kół zakładowych; dotyczy to zarówno NOTu jak i SEP. Należałoby w roku 1955 utworzyć pododdziały w Toruniu i Grudziądzu. Instytucje wydawnicze powinny dostarczać bezpłatnych egzemplarzy wydawnictw technicznych do bibliotek państwowych. Należy wystąpić przez NOT do międzynarodowych czynników w tej sprawie.

Kol. H. Łączyński (Gdańsk).

Elektrycy i technicy okrętowi nie mają żadnego kontaktu z organizacjami branżowymi i są pozbawieni prasy technicznej. Konieczne jest otoczenie ich opieką przez Stowarzyszenie. W Gdańsku przyjęto do Oddziału SEP-u jako członków nadzwyczajnych 60 chłopców, którzy za dwa lata wejdą do służby na morzu.

Kol. F. Żabka (Kraków).

W sprawozdaniach za mało powiedziano o sprawach, które nie zostały wykonane, i o przyczynach, które nie pozwoliły na ich wykonanie. Konieczna jest pomoc dla słabych oddziałów, należy natomiast wyróżniać, np. przez przyznawanie specjalnych dyplomów, oddziały dobrze pracujące.

Na Zjeździe nie poruszano sprawy X-lecia Polski Ludowej i w związku z tym wyników pracy Stowarzyszenia.

Kol. J. Skowroński (Wrocław).

W związku z przedłużeniem czasu studiów na politechnikach do 5 lat konieczna jest rewizja programów szkolenia. Oddział Wrocławski zwołał w tej sprawie naradę z udziałem zainteresowanych, a więc przedstawicieli przemysłu, energetyki i absolwentów wydziału elektrycznego z kilku ostatnich lat. Wciąż brak jest technologów. Końcowe lata studiów muszą być powiązane z zagadnieniami przemysłu najlepiej przez pracę dyplomową.

Kol. S. Ignatowicz (Warszawa).

Koła zakładowe powinny pracować nad poprawą jakości wytworów przemysłowych, a przede wszystkim wyrobów masowej produkcji i eksportowych.

Kol. W. Łuczyński (Białystok).

Wskazania Zjazdu Partii i Kongresu Związków Zawodowych w sprawie podnoszenia stopy życiowej mas pracujących wymagają nieustannego podnoszenia kwalifikacji zawodowych Stowarzyszenia mają wielkie pole do popisu w tej dziedzinie. Najlepsze wyniki może dać tu szkolenie indywidualne. Dobrze będzie, jeżeli członkowie stowarzyszeń w porozumieniu z radą zakładową i lokalną komórką POP wybiorą sobie podopiecznego pracownika o niższej grupie kwalifikacyjnej i będą starali się podnieść w możliwie krótkim czasie jego kwalifikacje zawodowe. Pracę tę można wykonywać w ramach zobowiązań długofalowych i współzawodnictwa. Należałoby rozszerzyć takie szkolenie na inne stowarzyszenia.

Kol. M. Kibiński (Kraków).

Konieczne jest urządzenie konferencji w sprawie telewizji z udziałem przedstawicieli przemysłu radiotechnicznego, Polskiego Radia i radioamatorów. Celem konferencji byłoby omówienie takich spraw, jak utworzenie ośrodków telewizji, pomoc przy budowie amatorskich radiostacji nadawczych, szkolenie kadr, sposobów propagowania telewizji.

Kol. T. Rutkowski (Wrocław).

Konieczne jest jak najszybsze zorganizowanie kolegów elektryków z innych resortów, a przede wszystkim budowy miast i osiedli, którzy nie mają możliwości wymiany doświadczenia, gdyż są w innych stowarzyszeniach odosobnieni.

Kol. T. Żarnecki (Warszawa).

Wobec utworzenia zaocznych kursów inżynierskich, a w przyszłości magisterskich, należy skończyć z namiastką, którą stworzono po wojnie wobec konieczności zwiększenia liczby sił fachowych, a mianowicie z inżynierami niedoszkolonymi, a zasłużonymi przez swą pracę. Koła zakładowe powinny zająć się sprawami kwalifikowania właściwych kandydatów do Wieczorowych Szkół Inżynierskich i Studiów zaocznych i organizować dla nich kursy przygotowawcze do egzaminu konkursowego oraz punkty konsultacyjne w zakładach pracy.

Kol. A. Chudzyński (Radom).

Konieczne jest zajęcie się elektrykami, pracującymi w budownictwach — przemysłowym, mieszkaniowym i elektromontażowym. Brak jest zupełnie literatury technicznej z tych dziedzin. Również źle stoi szkolenie na poziomie monterskim z powodu braku właściwych programów i skryptów. Wielka ilość odrębnych zagadnień, stojących przed elektrykami z budownictwa wymaga utworzenia sekcji budownictwa przy SEPie.

Kol. J. Prószyński (Wrocław).

Mimo wydania przez ministerstwa zarządzeń wykonawczych do uchwały rządu o współpracy stowarzyszeń z resortami istnieją ciągle bardzo duże trudności w realizacji pracy stowarzyszeń. Praca ta bardzo często nie jest rozumiana przez wielu jako praca społeczna, wymagająca pewnej ofiarności,

gdyż nie wpływa ona z obowiązków służbowych. Konieczne jest uświadamianie młodych, którzy pracę społeczną uważają za zbędną i nie dającą korzyści materialnych, i wytłumaczenie im, że jest to spłacanie długu wobec ojczyzny, którałożyła na ich wykształcenie.

Należy również bardziej koordynować plany stowarzyszeń i NOT, gdyż oddziały NOT obciążają często oddziały stowarzyszeniowe, nie biorąc pod uwagę planów zarządu głównego danego stowarzyszenia.

Kol. M. Skonieczny (Poznań).

W zakresie pracy stowarzyszenia musi znaleźć się przede wszystkim nadzór nad normami, kontrolą produkcji i wszelkich zadań związanych z postępowaniem technicznym w myśl wskazań III Zjazdu PZPR. Stowarzyszenie współpracując z klubami techniki i racjonalizacji powinno ożywiać ich działalność. Można to osiągnąć przez dobrą akcję odczytową i film, który dotychczas nie był we właściwy sposób wykorzystany. Należy nawiązać łączność z Państwowymi Zakładami Fotoprzezroczy i ogłosić konkurs na tematykę.

Kol. B. Borek (Stalinogród).

Brak ciągłej współpracy Stowarzyszenia z zakładami pracy. Na naradach produkcyjnych i fabrycznych należy wygłaszać referaty. Przeszkodą w tym jest brak funduszy, czemu należy zaradzić.

Wobec nieaktualności PNE-10 należy przyspieszyć nowelizację tej normy.

Kol. S. Kielan (Warszawa).

Stowarzyszenie jako zespół o dużym potencjale technicznym powinno brać udział w omawianiu i opracowywaniu planów technicznych na wszystkich szczeblach (z PKPG włącznie). Plan Stowarzyszenia nie jest dobrze opracowany, gdyż brak w nim wyraźnych zadań, które przed sobą powinny postawić poszczególne komisje.

Nie można pogodzić się z tym, żeby młodzież była pozbawiona poczucia konieczności brania udziału w pracy społecznej. Wszak spotyka się bardzo często młodych entuzjastów, którzy wysuwają bardzo ciekawe problemy. Należy tylko stworzyć większą atrakcyjność stowarzyszeń, która by ich bardziej pociągała, nie wyłączając przy tym elementów życia towarzyskiego.

Kol. S. Otocky (Radom).

Należy zwrócić uwagę na zupełny brak filmów z telekomunikacji. Brak norm telekomunikacyjnych (np. łącznice i aparaty), a te, które wychodzą, są trudne do osiągnięcia. Odczuwa się brak odczytów z dziedziny telekomunikacji do wygłaszania w zakładach pracy.

Kol. J. Geisler (Poznań).

Stosunek większości członków do Stowarzyszenia jest zupełnie obojętny i przeważnie sprowadza się do płacenia składek. Powodem tego jest nie tylko niski poziom uświadamienia politycznego i wyrobienia społecznego, ale i to, że członkowie ci nie zawsze odczuwają istnienie i pracę Stowarzyszenia.

Jedną ze spraw, którymi winno zająć się Stowarzyszenie jest to, że książka techniczna jest dziś stosunkowo bardzo droga. Stowarzyszenia powinny postarać się o zwiększenie nakładów i umożliwienie nabywania książek członkom Stowarzyszeń. Zbyt mało jest popularnych książek technicznych, należy ogłosić konkurs na takie książki, dostępne przede wszystkim dla młodzieży. Podobnie należy spowodować wyrobienie przez przemysł elementów do eksperymentów amatorskich.

W zakresie szkolenia bardzo jest potrzebny kurs na stopień technika w jakiegokolwiek postaci. SEP powinien zająć się sprawą wydawnictw zagranicznych, które normalną drogą są nieosiągalne ze względu na małe ilości.

Odrębną sprawą, gdzie SEP może pomóc, jest sprawa właściwego podejścia do pracowników technicznych w instytucjach, w których stanowią oni mniejszość, jak np. w Polskim Radiu, Filmie Polskim itp. Chodzi tu o wskaźniki techniczne i regulację premiowania. Należałoby stworzyć komisję SEP, która miałaby za zadanie uregulowanie tej sprawy.

Kol. W. Hering (Stalinogród).

Plan pracy na rok 1955 nadszedł zbyt późno do oddziałów i nie dotarł do kół zakładowych, wobec czego nie mógł być tam dyskutowany. Planowanie w oddziałach i kółach musi ulec zmianie, gdyż są koła specjalnego charakteru (np. biura konstrukcyjne), dla których plany o charakterze ogólnym nie nadają się. Dotyczy to np. projektów racjonalizatorskich, a także

akcji odczytowej, która tam musi być na specjalnym poziomie.

Poza tym koła w biurach konstrukcyjnych napotykają duże trudności finansowe. Zarząd Główny SEP powinien zapewnić kołom przy zakładach, które nie są typu produkcyjnego, możliwość finansowania odczytów. Również w sprawie współpracy z kółami zakładowymi koła przyfabryczne mają większe możliwości niż koła przy biurach konstrukcyjnych.

Obecny system ściągania składek jest bardzo uciążliwy dla koła zakładowego.

W sprawie norm mamy prawo domagać się od PKN szybszego wydania norm na maszyny i transformatory.

Kol. K. Chwała (Kraków).

Wobec przewidzianego wygaśnięcia ustawy z 1948 r. o stopniu inżyniera należy zatroszczyć się o to, żeby mogli jeszcze składać egzamin wszyscy ci, którzy będą uczestnikami ostatniego kursu SEP.

Konieczne jest, żeby Zarząd Główny SEP podjął starania o uprzywilejowanie członkom Stowarzyszenia zbiorowego zwiedzania zakładów pracy.

Konieczne jest zorganizowanie konferencji na temat central automatycznych i międzymiastowych. Potrzebne jest utworzenie studium zaocznego na stopień technika i inżyniera BHP w energetyce.

Oddział Krakowski SEP podjął zobowiązanie następującej treści: „Dla dalszego rozwiązywania zadań, wynikających z naraady małej energetyki członkowie, zarząd i inicjatorzy naraady postanowili wspólnie z wojewódzką komisją planowania gospodarczego w Krakowie utworzyć stałą komisję dla sprawy małej energetyki w Krakowie i uruchomić wzorcową elektrownię wietrzną”.

Kol. M. Pasternski (Rzeszów).

Oddział Krakowski nie interesuje się terenem Rzeszowa i nie przekazał opieki innemu oddziałowi. Opiekę nad Rzeszowem rozłożył oddział w Lublinie i zorganizował kilka kół, które obecnie już dobrze pracują. Ze względu na dużą odległość od Lublina i trudności z tym związane należy założyć oddział w Rzeszowie.

Kol. J. Kapłon (Zielona Góra).

Spotykamy się z wielkimi trudnościami ze strony zakładów przy wysyłaniu delegacji na konferencje naukowo-techniczne.

Koła zakładowe nie wywiązują się ze swych obowiązków co do sprawozdawczości.

Należy rozszerzyć zakres odczytów tam, gdzie koła są w różnych resortach (przemysł maszynowy, koleje, gospodarka komunalna, przemysł drobny i rzemiosła) i zwiększyć ilość filmów technicznych.

Kol. M. Wajntraub (Dzierżoniów).

Konieczna jest współpraca z zagranicą dla wykorzystania doświadczenia w sprawach przez przemysł zagraniczny już rozwiązanych. Należy tu rozumieć przede wszystkim państwa demokracji ludowej.

Kol. T. Zwoliński (Lublin).

Konieczne jest organizowanie wycieczek do naszych zakładów pracy, a również do krajów demokracji ludowej i ZSRR.

Kol. A. Grabowski (Wałbrzych).

W sprawozdaniach należałoby powiedzieć o pracy poszczególnych członków zarządu. Nie powiedziano nam nic o współpracy z NOT.

Zaniechano pracy w komisjach na naszym zjeździe, co było projektowane na zjeździe prezesów we Wrocławiu.

Na terenie wałbrzyskim koła zakładowe pracują dobrze. Sekcja energetyczna miała 4 konferencje, z których opublikowano biuletyn. Liczba wniosków zgłoszonych wyniosła 3116, z czego 45% złożyli członkowie SEP, tzn. 5 wniosków na jednego członka.

Do zajęcia przez elektrownię „Victoria” pierwszego miejsca w skali ogólnopolskiej przyczyniło się w dużym stopniu koło zakładowe, wyróżnione dyplomem uznania jako najlepsze koło oddziału NOT. Koła będą pracować dobrze, jeżeli postawi się przed nimi konkretne zadania.

Oddział Wałbrzyski nie jest zadowolony z referatów przysyłanych przez Zarząd Główny. Nie zawierają one materiałów oryginalnych. Oddział Wałbrzyski organizował wobec tego odczyty własne, oparte na tematach dla siebie aktualnych.

Zarząd Główny za słabo interweniował w NOT w sprawie lokalu i książek dla bibliotek. Przedsiębiorstwa wydawnicze

jak PWT powinny przysyłać gratisowe egzemplarze do bibliotek.

Jest obawa, że w przypadku skasowania obecnych kursów korespondencyjnych powstanie luka bardzo niekorzystna dla szkolenia kadr.

Przewodniczący kol. M. Szymonowicz.

Zjazd musi odbyć się w ciągu jednego dnia, wobec czego nie można było powołać komisji. Odpowiedzialność Zarządu jest kolegialna, wobec czego nieistotne jest prowadzenie dyskusji nad pracą poszczególnych członków Zarządu.

Kol. W. Kryściński (Radom).

Plan ogranicza się do typowych pozycji. Atrakcyjna praca wymaga środków finansowych. 100 zł na członka, przewidziane w budżecie na rok 1955, nie wystarczy; konieczne jest uzyskanie pomocy z zakładów pracy tym bardziej, że sumy potrzebne nie są zbyt duże.

Pieniądze są potrzebne na urządzenie wycieczek, pokrywanie kosztów delegacji itp.

Kol. J. Rogowski (Lublin).

Do dobrej pracy koła zakładowego konieczna jest ścisła współpraca z administracją. W Lasach państwowych dyrektor rejonu co kwartał ocenia pracę koła zakładowego, bo żąda tego od niego dyrektor okręgu.

Regulamin współzawodnictwa proponowany przez Oddział Lubelski nadaje się dla dużych kół i musi być zmodyfikowany dla kół małych oraz biur projektowych. Plan przesłano do oddziałów w terminie, który pozwolił poddać go analizie i Oddział Lubelski przesłał już swe uwagi. Plan powinien być

oparty na liczbach, które należy uważać za pewne minimum; jest on zupełnie realny.

Z terenu lubelskiego oddziału NOT 10% członków weszło do Rad Narodowych.

Wniosek o utworzenie Oddziału Rzeszowskiego SEP zasługuje na poparcie.

Kol. W. Smoluchowski (Zarząd Główny).

Przedstawiony przez Zarząd Główny plan pracy został przedyskutowany i zgłoszono 9 wniosków, które mają bezpośredni związek z tym planem w sensie uzupełnienia go. W dwóch przypadkach mieliśmy przemówienia, które dotyczyły całości planu, lecz nie były poparte wnioskami. Były to przemówienia kolegów Kielana i Grabowskiego, mające punkt wspólny, a mianowicie obaj mówcy zaznaczyli, że plan pracy na rok 1955 nie ma — prócz zestawienia szeregu suchych liczb — żadnego hasła przewodniego i nie podaje jakie jest główne zadanie w pracy SEP.

Oczywiście, wskazanie takich centralnych zagadnień byłoby bardzo dobre, wiele nad tym dyskutowano zarówno w komisjach, jak i na Zarządzie Głównym, jednak byłoby to trudno uczynić m. inn. dlatego, że — jak wykazała zeszlorna ankieta — mamy członków w 18 resortach i tematy dobre dla jednego oddziału mogą nie interesować nawet całego szeregu oddziałów.

Mówiono o współzawodnictwie kół zakładowych. Wkrótce podamy ramowe wytyczne w tej sprawie i chcielibyśmy otrzymać opinie od oddziałów. Współzawodnictwo powinno pójść dobrze przy właściwym powiązaniu koła SEP ze swoim zakładem. Współzawodnictwo powinno wypełniać prawdziwą treścią to, co przychodzi do nas w formie planu ogólnego.

VII. Absolutorium dla Zarządu Głównego, sprawy statutu, termin następnego Zjazdu Delegatów i wybory

ABSOLUTORIUM DLA ZARZĄDU GŁÓWNEGO

Przewodniczący kol. M. Szymonowicz.

Wobec zakończenia dyskusji nad sprawozdaniami i planem pracy przystępujemy do głosowania nad wnioskiem Komisji Rewizyjnej o udzielenie absolutorium ustępującemu Zarządowi.

(Głosowanie)

Stwierdzam, że wniosek Komisji Rewizyjnej został przyjęty jednomyślnie.

SPRAWY STATUTU

Kol. Z. Karasiński, Sekr. Gen. SEP.

Poprzedni Zjazd Delegatów upoważnił Zarząd Główny do opracowania projektu nowego statutu SEP, opartego na ramowym statucie stowarzyszeń, zatwierdzonym przez władzę. Projekt ten został wykonany i złożony do zatwierdzenia.

Statut umożliwia należenie do Stowarzyszenia Elektryków Polskich również kolegom, którzy pracują w innych instytucjach poza przemysłem elektrotechnicznym, energetyką i łącznością.

Członkowie Zarządów Oddziałów są wybierani na dwa lata, przy czym połowa ustępuje co rok; zabezpiecza to ciągłość pracy.

W NOT dyskutuje się obecnie sprawa, czy walnych zebrań oddziałów nie zastąpić zebraniem delegatów kół zakładowych z tego względu, że liczebność niektórych oddziałów wynosi ponad 1000 członków. Pożądane jest nadsyłanie opinii oddziałów w tej sprawie.

TERMIN NASTĘPNEGO ZJAZDU DELEGATÓW

Kol. Z. Karasiński, Sekr. Gen. SEP.

Zjazd dzisiejszy jest opóźniony o pół roku ze względów niezależnych od Zarządu i Zarząd Główny występuje z wnioskiem o przedłużenie kadencji nowoobranego Zarządu do maja 1956 roku.

Zjazd w roku 1955 powinien podsumować 10-letnią pracę Stowarzyszenia w Polsce Ludowej i także omówić rolę SEP w Planie 5-letnim na tle planów poszczególnych resortów.

Wniosek o przedłużenie kadencji przyjęto jednomyślnie.

KOMUNIKAT ZARZĄDU GŁÓWNEGO W SPRAWIE SEKCJI TELEKOMUNIKACYJNEJ

Komunikat załączony w materiałach zjazdowych informuje o włączeniu sekcji organicznie do Zarządu Głównego, wobec czego zarząd sekcji nie jest wybierany, lecz kooptowany przez Zarząd Główny.

Komunikat został przyjęty do zatwierdzających wiadomości przy 10 wstrzymujących się.

WYBORY

Zgodnie ze statutem przewodniczący SEP kol. K. Kolbiński pozostaje na swym stanowisku na rok 1955.

Na miejsce ustępujących członków Zarządu Głównego wybrano kolegów: Lando J., Łazarewicz J., Ruksztę Cz., Szymonowicz M., Zdziecha H., Żarneckiego T. Pozostali z poprzedniej kadencji koledzy: Fischer W., Latour J., Rajewski M., Smoluchowski W., Zienkowski L.

Na zastępców członków Zarządu wybrano kolegów Neya W. i Wiśniewskiego R.

Do Komisji Rewizyjnej wybrani koledzy: Konopacka J., Malecki I., Piróg W., Straszewski K., Torbus W.; na zastępców koledzy: Jędrzycko K., Skrzypek K.

Do Sądu Koleżeńskiego wybrani koledzy: Andrzejewski S., Chwała K., Czarnowski J., Jabłoński B., Luberadзка T., Samoggy S.

Lista delegatów na Zjazd NOT pozostaje z roku ubiegłego z uzupełnieniem 17 delegatów, których powołał Zarząd Główny spośród przewodniczących oddziałów SEP w kolejności według liczebności oddziałów.

VIII. Uchwalone wnioski i zamknięcie Zjazdu

WNIOSKI

- 1) W sprawie przyspieszenia wydania Zarządzenia Wykonawczego do uchwały Rządu 394/53 przez M. Poczt i Tel.
- 2) W sprawie nowelizacji Ustawy o stopniu inżyniera.
- 3) W sprawie konferencji na temat telewizji.
- 4) W sprawie zmiany kursów korespondencyjnych przygotowujących do egzaminu na stopień inżyniera na kursy do-

skonalące dla techników i kursy doskonalące dla inżynierów o nazwach i programach dostosowanych do zadań doskonalenia kadr.

5) W sprawie organizowania wycieczek technicznych — zagranicznych i krajowych.

6) W sprawie brania stałego udziału przez członków kół zakładowych w realizacji wszelkich przedsięwzięć, mających

na celu podniesienie jakości produkcji ze szczególnym uwzględnieniem wyrobów powszechnego użytku i sprzętu eksportowego.

7) W sprawie przyjęcia przez członków kół zakładowych obowiązku podnoszenia kwalifikacji robotników — członków załóg fabrycznych.

8) W sprawie włączenia się oddziałów i kół zakładowych do akcji kwalifikowania kandydatów do Wieczorowych Szkół Inżynierskich oraz zaocznych studiów politechnicznych.

9) W sprawie wystąpienia do C. U. W. o przydzielanie bezpłatnych egzemplarzy książek technicznych bibliotekom uniwersyteckim i NOT.

10) W sprawie wydawania Kalendarzyka Radiotechnicznego i Kalendarzyka Teletechnicznego.

11) W sprawie filmów i urządzania konkursów na scenariusze o tematyce elektrotechnicznej — elektroenergetycznej i telekomunikacyjnej.



XXIV Międzynarodowe Targi Poznańskie, 3 – 24.VII.55 r.

W uzupełnieniu informacji, podanych już na łamach Przeglądu Elektrotechnicznego o udziale naszego przemysłu w tegorocznych Targach Poznańskich, należy tu przedstawić zamierzenia dwu ważnych gałęzi przemysłu polskiego — przemysłu motoryzacyjnego i przemysłu chemicznego.

Przemysł motoryzacyjny wystawi na MTP 3,5-tonowe samochody ciężarowe „Star 20” i nieco mniejsze ciężarówki „Lublin”, a także samochody osobowe „Warszawa” i autobusy „Star 52”. Będą wystawione również samochody gaśnicze, pożarnicze, beczkowsy — wszystkie na podwoziu „Star 20” oraz motopompy o wydajności 800 l/min, mające szerokie zastosowanie w służbie straży pożarnej. Pokazane będą również ciągniki oraz samochody samowyladowcze (tzw. wywrotki), przyczepy D3 o ładowności 3 t, ciągniki kołowe „Ursus” C45 oraz różne rodzaje silników, a dalej motocykl WFM — MO6, który jest zmodernizowanym typem dotychczas produkowanego motocykla SHL (zawieszenie z przodu na teleskopach o skoku 150 mm, z tyłu na wahaczu amortyzatorami olejowymi o skoku 80 mm; siedzenie 2-osobowe), rowery różnych typów, między innymi męskie i damskie rowery turystyczne, sportowe oraz specjalne rowery dla młodzieży w różnym wieku, nie wyłączając rowerów dla dzieci.

Wartość produkcji chemicznej w Polsce Ludowej wzrosła w ciągu 10-lecia przeszło pięciokrotnie, powiększając swój udział w światowej produkcji chemicznej z 1,0 — 1,5% do 2,0 — 2,5%.

Za najważniejszy odcinek w polskim przemyśle chemicznym uważa się obecnie produkcję nawozów sztucznych i środków ochrony roślin. Zużycie nawozów wzrosło po wojnie przeszło pięciokrotnie, a środków ochrony roślin — przeszło dwudziestokrotnie. O dalszym wzroście produkcji nawozów sztucznych fosforowych decydować będą surowce — siarka i fosfor — oraz dalsza intensyfikacja fabryk kwasu siarkowego. Odkrycie w południowych rejonach Polski złóż siarki stwarza zupełnie nowe perspektywy. Dotychczasowe badania geologiczne pozwalają na stwierdzenie, że nowoodkryte złoża starczą nie tylko na pełne pokrycie zapotrzebowania Polski w dziedzinie nawozów fosforowych, ale również będą stanowić poważną podstawę dla rozwoju innych gałęzi produkcji i eksportu. Niezależnie od tego krajowe złoża gipsu i anhydrytu stanowią nadal wysokowartościowe źródło surowców do produkcji kwasu siarkowego. Przewiduje się, że w ciągu najbliższych 5 lat Polska osiągnie 60 kg nawozów na hektar (w czystym składniku), co postawi ją w rzędzie państw przodujących.

Polski przemysł chemiczny wytwarza obecnie benzynę syntetyczną, fenol i metanol syntetyczny, pochodne winylowe i polichlorek winylu, penicylinę i steelon, kwas siarkowy z anhydrytu i precypitat, kwasy tłuszczowe i przyspieszacze, sulfamidy, dziesiątki nowych barwników, artykułów farmaceutycznych, odczynników chemicznych — w sumie około 500 nowych artykułów.

Szybko rosną kadry fachowców polskiej chemii — dziś w przemyśle chemicznym pracuje przeszło trzy razy więcej

12) W sprawie interwencji u władz o szybsze wydawanie norm na transformatory i maszyny elektryczne.

Poza tym Zjazd przyjął szereg dezyderatów, które przekazano Zarządowi Głównemu.

ZAMKNIĘCIE ZJAZDU

Na zakończenie Zjazdu przewodniczący kol. M. Szymonowicz podkreślił, że cały przebieg dyskusji wykazał wielką troskę o rozwój kół zakładowych. Brak jest jeszcze ścisłego powiązania życia koła zakładowego z życiem zakładu pracy.

Drugą bardzo poważną sprawą, która nie pozwala podnieść Stowarzyszeniu na właściwy poziom, jest brak dyscypliny stowarzyszeniowej.

W omawianych tematach pracy pominięto zupełnie sprawy planowych remontów zapobiegawczych, co dowodzi, że szereg bardzo ważnych tematów Stowarzyszenie zaniedbało.

inżynierów i techników, niż w roku 1950, 12 instytutów chemii przemysłowej zatrudnia blisko 2 tysiące pracowników naukowych, których inwencja i rozmach pracy twórczej gwałtownie przybiera na sile. Przykładem może być praca prof. Świątowskiego, dzięki której w Polsce uzyskuje się 70% masy lenu ze smoły węglowej, gdy w innych krajach nie więcej niż 4 lub 4,5%.

Fakt, że Polska wydobywa 50% światowego węgla, że rozwija wielkie kombinaty chemiczne i kadry fachowców, każe wierzyć, że przemysł chemiczny stanie się drugim (po węglu) przemysłem narodowym Polski i zajmie w światowej chemii takie miejsce, jakie w górnictwie świata zajmuje polskie węgiel.

Znaczenie Targów Poznańskich, jak wszelkich targów międzynarodowych, będących pokazem towarów eksportowych — prób i wzorów, polega w ustroju socjalistycznym nie tylko na efektach handlowych bezpośrednich (sprzedaż eksponatów na miejscu, kontrakty i zamówienia) oraz pośrednich (zapoznanie się ewentualnych obcych nabywców z naszymi towarami i warunkami dostaw). Targi są tu również bodźcem do polepszenia własnej produkcji, do jej unowocześnienia — są motorem postępu w produkcji (podniesienie jakości, wzbogacenie asortymentu, unowocześnienie techniki) i sprawdzianem konkurencyjności naszego przemysłu z przemysłami innych państw.

W ustroju socjalistycznym Targi międzynarodowe są jednym z instrumentów handlu zagranicznego, który przeobraża ma określone zadania: współdziała on w zaspokajaniu potrzeb społeczeństwa jako dostawca surowców niezbędnych dla przemysłu oraz tych towarów, których przemysł krajowy albo wcale nie produkuje, albo produkuje w niedostatecznych ilościach.

Dla tak pojętej działalności handlowej — targi międzynarodowe są jakby przedłużeniem czy ilustracją rokowań handlowych, są rewią zarówno możliwości eksportowych, jak i zestawieniem potrzeb importowych. Jest to druga grupa „korzyści”, które daje zorganizowanie Targów.

Udział w XXIV Targach Poznańskich zgłosiły oficjalnie następujące państwa: ZSRR, Bułgaria, Chińska Republika Ludowa, Czechosłowacja, Niemiecka Republika Demokratyczna, Węgry, Wietnamska Republika Ludowa oraz firmy z następujących krajów: Austria, Belgia (44 firmy), Brazylia, Dania, Finlandia, Francja (53 firmy), Grecja, Holandia, Izrael, Liechtenstein, Niemiecka Republika Federalna (40 firm), Szwajcaria, Szwecja, USA, Wielka Brytania (9 firm), Włochy (12 firm).

Do tej pory ponad pół miliona osób zapisało się do w oddziałach Orbisu na wycieczki do Poznania na MTP.

Na 250 000 m² powierzchni targowej wre praca przegrywana — buduje się nawierzchnie, hale wystawowe, kioski itd.

Już od marca odbywa się montaż eksponatów, nadeszły ze Związku Radzieckiego i Węgierskiej Republiki Ludowej ostatnio nadeszły eksponaty z Chin. Architekci i monterzy przystąpili do prac. Szczególnie ciężkie maszyny, które będą pokazywane w ruchu, wymagają dłuższego czasu na ustawienie.

Aby stworzyć wygodne warunki mieszkaniowe buduje się na Placu Wolności nowy wielki hotel, który w części rozwiąże ważny problem zakwaterowania gości zagranicznych.

BIULETYN INSTYTUTU ELEKTROTECHNIKI

Rok IX — nr 3

Warszawa, Piękna 68

Czerwiec 1955 r.

Instytut Elektrotechniki

LABORATORYJNA METODA BADANIA OŚWIETLЕНИЯ DZIENNEGO NA MODE- LACH BUDYNKÓW

Obliczenia projektowe oświetlenia dziennego opierają się na określeniu dla szeregu punktów wnętrza współczynnika oświetlenia dziennego, wyrażającego w procentach stosunek natężenia oświetlenia w danym punkcie pomieszczenia do natężenia oświetlenia, które w tym samym czasie panuje w płaszczyźnie poziomej pod otwartym niebem w miejscu niczym nieosłoniętym. Jaskrawość powierzchni półkuli niebieskiej zakłada się przy tym równomierną we wszystkich punktach, choć w rzeczywistości jaskrawość ta nie jest równomierna nawet przy niebie całkowicie pokrytym grubą jednorodną warstwą chmur rodzaju Stratus. To upraszczające założenie może zatem prowadzić do błędnych wyników obliczeń, szczególnie w przypadku oświetlenia bocznego.

Nadto przyjmowane do obliczeń współczynniki zaciemnienia wyznaczone empirycznie za granicą, a więc w odmiennych wa-

otworów trójkątnych lub otworów ograniczonych liniami krzywymi trzecie źródło błędów.

W rezultacie wymienione źródła błędów prowadzą często do rozwiązań oświetlenia dziennego, które po wykonaniu projektowanego obiektu okazuje się wadliwe. Powoduje to trwałe obniżenie wartości użytkowej obiektów, gdyż niedostateczne oświetlenie dzienne musi być uzupełniane w pewnych godzinach lub stale oświetleniem sztucznym, co pociąga dodatkowe koszty i pogarsza zarazem jakość oświetlenia.

Laboratoryjne badania fotometryczne przeprowadzone na modelu projektowanego obiektu, wykonanego według ustalonych wytycznych, umożliwiają dokonanie krytycznej oceny konstrukcji z punktu widzenia oświetlenia dziennego. Pozwala to na wprowadzenie w toku projektowania potrzebnych zmian i poprawek, które zapewnią uzyskanie rozwiązania oświetlenia dziennego odpowiadającego w pełni przeznaczeniu obiektu.

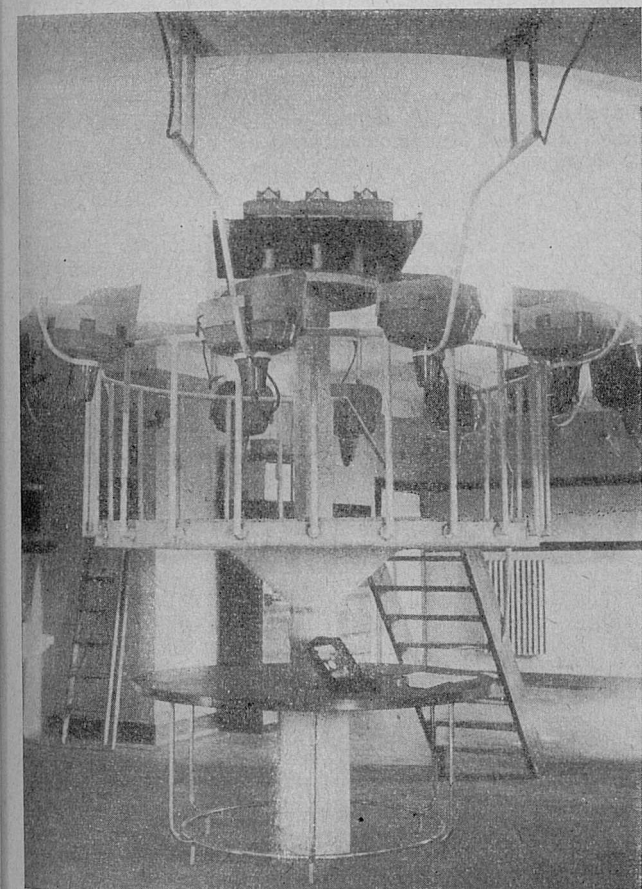
Do badań służy oryginalne urządzenie pomiarowe, stanowiące jedno z nielicznych tego rodzaju urządzeń, opracowane przez Zakład Techniki Świetlnej IEL według koncepcji mgra T. Oleszyńskiego i zainstalowane w pomieszczeniu specjalnie do tego celu zbudowanym i wyposażonym (rys. 1). Zasadniczym elementem urządzenia jest sztuczne sklepienie niebieskie N w postaci półkuli o średnicy 5 m (rys. 2) gładko wyprawionej i pomalowanej białą farbą rozpraszającą. Na obwodzie sklepienia poniżej horyzontu jest umocowanych 16 sztuk opraw oświetleniowych L z odbłyśnikiem emaliowanym otwartym, zaopatrzonych w dodatkowe przesłony o specjalnym kształcie, zapewniające odpowiedni rozsył światła. Oprawy wyposażone w żarówki głównego szeregu 220 V — 500 W są podzielone na cztery grupy odpowiadające kierunkom N , E , S i W , z których każda jest zasilana z osobnego obwodu przez transformator pozwalający na ciągłą regulację napięcia na żarówkach. W ten sposób można uzyskać w zależności od potrzeby równomierną jaskrawość całej powierzchni sztucznego niebosłonu ($L \approx 0,6$ sb) lub jaskrawość nierównomierną, z którą spotykamy się w warunkach naturalnych.

W płaszczyźnie horyzontu niebosłonu umocowany jest na specjalnej konstrukcji stół pomiarowy S o wymiarach 100 cm $\times$ 100 cm służący do nieruchomego ustawienia badanego modelu M . Płyta stołu, stanowiąca podłogę modelu, wykonana jest z drzewa o barwie jasnego orzecha. Na płycie oznaczona jest podziałka prostokątna pozwalająca na określenie położenia odbiornika światła wewnątrz badanego modelu.

Odbiornik światła O w postaci małego ogniwa fotoelektrycznego selenowego, o wymiarach 20 mm $\times$ 20 mm, jest przymocowany do podstawki spoczywającej na płycie stołu. Podstawa ma zmienną wysokość taką, żeby niezależnie od podziałki, w jakiej wykonany jest model (1:10, 1:20 lub 1:50) warstwa światłoczuła ogniwa znajdowała się w czasie pomiarów zawsze w polu pracy (0,8 m nad podłogą). Podstawa wraz z ogniwnem może być dowolnie przesuwana po powierzchni stołu w kwadracie 90 cm $\times$ 90 cm (wymiaru te ograniczają wymiary badanego modelu).

Przesuwanie ogniwa wewnątrz modelu odbywa się z zewnątrz modelu w taki sposób, żeby operator P_1 nie zmieniał swojej osoby warunków oświetlenia panujących wewnątrz modelu. Ogniwo połączone jest przewodami z galvanometrem G obsługiwanym przez operatora P_2 . Wskazania galvanometru odpowiednio przeliczone dają wartości poszukiwanych współczynników.

Wyznaczenie wartości współczynnika oświetlenia dziennego w dowolnym punkcie P określonej jako stosunek E_p/E_n (rys. 3) może być łatwo dokonane przez zmierzenie wartości E_p w punkcie P na polu pracy wewnątrz badanego modelu i podzielenie tej wartości przez E_n , która jest wielkością stałą. Mierzac E_p w wielu punktach charakterystycznych przekrojów badanego pomieszczenia otrzymuje się szereg krzywych, obrazujących rozkład wartości współczynnika oświetlenia dziennego, które określają warunki oświetlenia danej płaszczyzny.

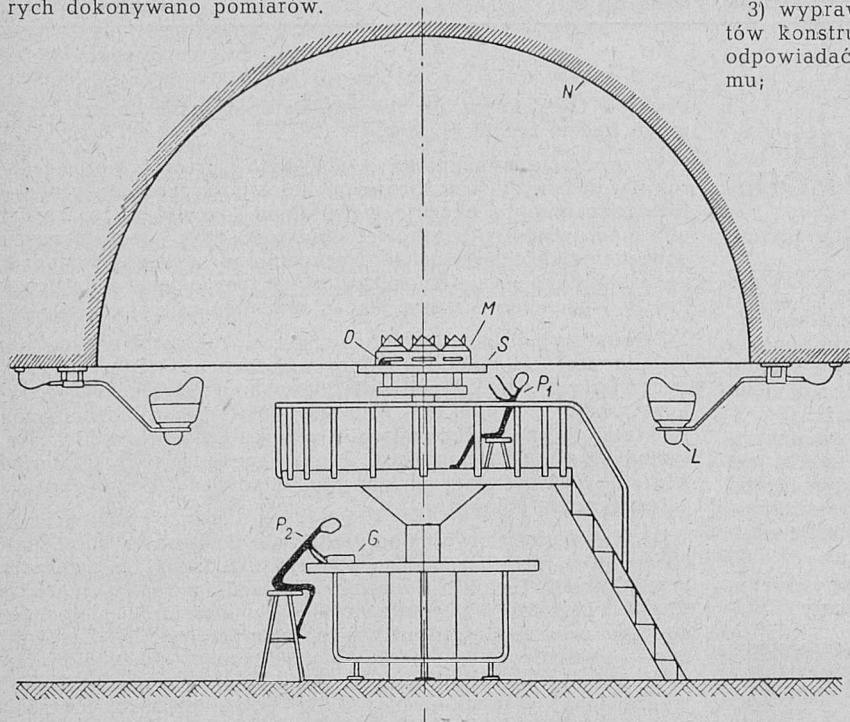


Rys. 1. Pracownia oświetlenia dziennego Zakładu Techniki Świetlnej Instytutu Elektrotechniki

runkach niż warunki panujące w Polsce, jak również przyjmowane wartości współczynników wyrażających wpływ światła odbitego od ścian i sufitu na oświetlenie wnętrza, oparte na założeniach upraszczających, mogą stanowić drugie źródło błędów w obliczeniach projektowych.

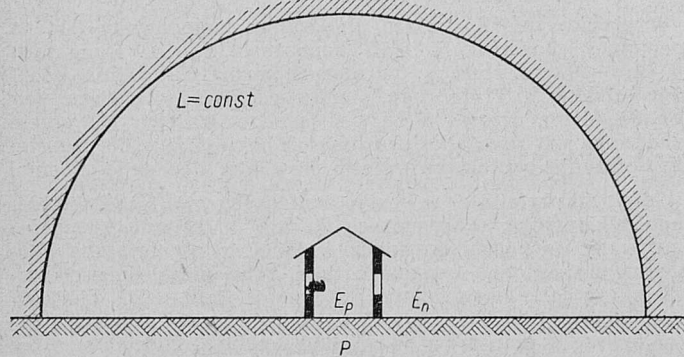
Wreszcie metody obliczeń, a więc stosowana zazwyczaj w praktyce projektowej metoda wykresna inż. Daniluka, mająca właściwe zastosowanie tylko do otworów świetlnych o dwóch krawędziach poziomych, mogą stanowić w przypadku

Otrzymane wartości współczynnika oświetlenia dziennego mają różne znaczenie w zależności od sposobu wykonania i wykończenia modelu oraz w zależności od warunków, w których dokonywano pomiarów.



Rys. 2. Urządzenie do badania oświetlenia dziennego na modelach budynków
 N — sztuczne sklepienie niebieskie O — odbiornik światła ruchomy wewnętrzny modelu połączony z galwanometrem G
 L — oprawy specjalnej budowy z żarówkami 500-watowymi (16 szt. na obwodzie) M — model hali badanej
 S — stół pomiarowy z podziałką prostokątną (wymiar 90 cm × 90 cm) P₁, P₂ — operatorzy

Poszukując rzeczywistych wartości współczynnika oświetlenia dziennego z uwzględnieniem współczynników zaciemnienia oraz udziału światła odbitego od ścian i sufitu — przy za-



Rys. 3

łożeniu równomiernej jasności sklepienia niebieskiego, należy posługiwać się modelem wykonanym ściśle według następujących wytycznych:

1) budowa modelu powinna być oparta na założeniu, że ma on służyć do badań oświetleniowych, a więc wszystkie elementy konstrukcyjne nie mające wpływu na przenikanie światła dziennego do wnętrza modelu mogą być pominięte; natomiast otwory świetlne, powierzchnie wewnętrzne lub zewnętrzne odbijające światło oraz elementy i szczegóły konstrukcyjne, mające wpływ na oświetlenie wnętrza, powinny być odwzorowane w sposób jak najbardziej dokładny;

2) szczególna uwaga powinna być zwrócona na odwzorowanie otworów świetlnych, których oszklenie, oprawa oszklenia

oraz szczegóły konstrukcyjne, mające wpływ na przenikanie światła do wnętrza modelu, powinny być wykonane zgodnie z projektem;

3) wyprawy, farby oraz inne pokrycia powierzchni i elementów konstrukcyjnych wewnętrznych i zewnętrznych powinny odpowiadać barwą i gatunkiem wykończeniu projektowanemu;

4) gabarytowe wymiary rzutu poziomego modelu muszą się mieścić w kwadracie 90 cm × 90 cm;

5) model powinien być wykonany w jednym z następujących podziałek: 1:10, 1:20 lub 1:50;

6) modele obiektów składających się z szeregu powtarzalnych elementów mogą obejmować tylko pewną liczbę tych elementów, wystarczającą jednak do odtworzenia rzeczywistych warunków oświetlenia dziennego;

7) model nie powinien mieć podłogi, którą stanowiłaby powierzchnia stołu pomiarowego;

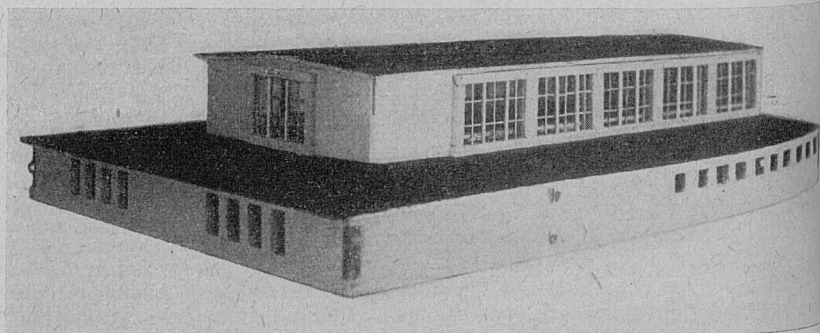
8) dach lub sufit modelu powinien być odejmowany dla umożliwienia wprowadzenia do wnętrza modelu odbiornika światła lub do innych celów;

9) konstrukcja modelu powinna umożliwiać nieruchome umieszczenie go na stole pomiarowym przy pomocy cięgien zamocowanych do czterech narożników modelu i połączonych ze stołem;

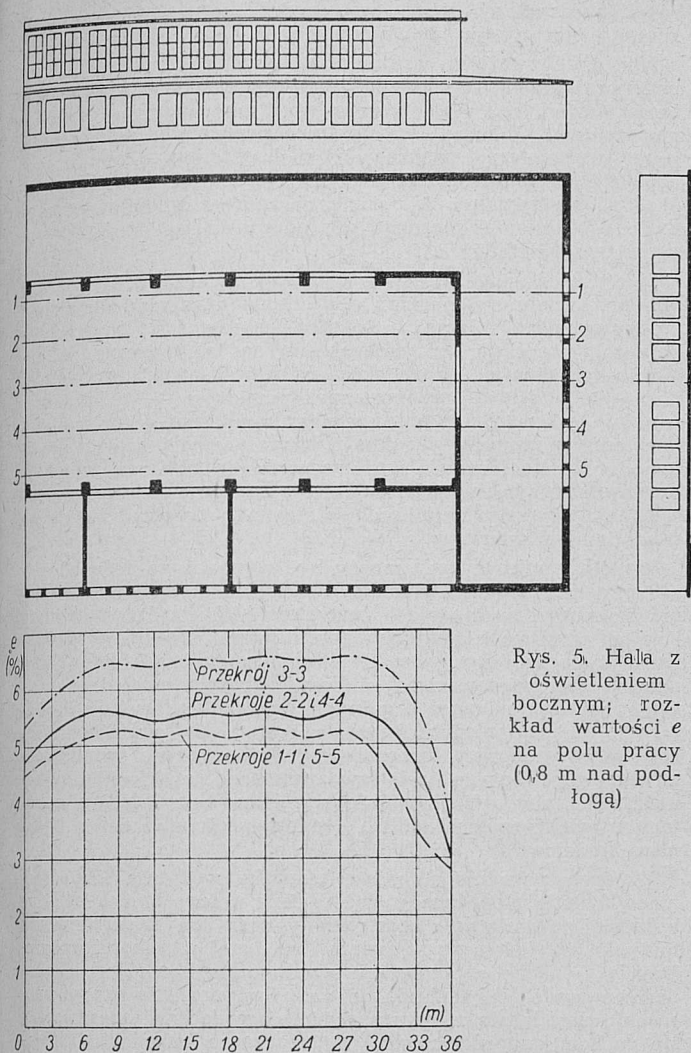
10) materiały użyte do budowy modelu (drewno, sklejka, tektura, gips itp.) powinny być tak dobrane, żeby zapewnić dostateczną wytrzymałość mechaniczną modelu dla spełnienia wymagania oraz żeby same te materiały nie ulegały szkodliwym zniekształceniom pod wpływem wilgoci i zmian temperatury.

Na rys. 4 przedstawiony jest model hali przemysłowej z oświetleniem bocznym, wykonany zgodnie z wymienionymi powyżej wymaganiami, w podziałce 1:50. Na modelu wykonano pomiary rzeczywistego współczynnika oświetlenia dziennego e na polu pracy nawy głównej (0,8 m nad podłogą). Zmierzone wartości e , uwzględniające współczynniki zaciemnienia oraz wpływ światła odbitego od ścian i sufitu, okazały się warunki oświetlenia hali w przypadku równomiernej jasności nieboskłonu. Wyniki pomiarów przedstawione na rys. 5 w postaci krzywych, podających rozkład wartości e wzdłuż charakterystycznych przekrojów, wykazały dużą zgodność z wynikami obliczeń projektowych, które w tym przypadku nie nastęrczały zresztą żadnych trudności.

Inaczej natomiast przedstawia się zagadnienie w przypadku hali przemysłowej określonej jako „hala z przekryciem kryształowym” (rys. 6). Zastosowanie do obliczeń projektowych metody wykreślnej inż. Daniłuka wymagało w tym przypadku zastąpienia trójkątnych otworów świetlików przez otwory prostokątne, co ze względu na konstrukcję świetlików mogło spowodować źródło błędów wymagających sprawdzenia. Sprawdzenia dokonano na modelu wykonanym zgodnie z wymienionymi powyżej wymaganiami w podziałce 1:50, lecz dla oszczędności bez oszklenia i oprawy oszklenia. Pomiary dotyczyły zatem współczynnika $e'_0 = e_0 \cdot r$, gdzie e_0 jest współczynnikiem oświetlenia dziennego brutto, a r — współczynnikiem uwzględniającym wpływ światła odbitego od ścian i stropu. Zmierzane wartości e'_0 na polu pracy dotyczyły kilku wariantów



Rys. 4. Model hali z oświetleniem bocznym



Rys. 5. Hala z oświetleniem bocznym; rozkład wartości e' na polu pracy (0,8 m nad podłogą)

z których dwa są przedstawione w postaci wykresów na rysunkach 7 i 8. Pierwszy z nich podaje rozkład wartości e'_0 w hali o wymiarach 36 m $\times$ 36 m z oświetleniem górnym i bocznym, drugi zaś rozkład wartości e'_0 w tej samej hali, lecz oświetlonej tylko świetlikami (okna boczne zasłonięte).

Analiza wyników pomiarów pozwala na sformułowanie następujących uwag:

a) przy oświetleniu górnym równomierność oświetlenia b. dobra. Okna boczne o wymiarach projektowanych pogarszają równomierność oświetlenia, a zatem w przypadkach, w których nie zależy na uzyskaniu większych wartości e'_0 wzdłuż okien, a zależy tylko na utrzymaniu równomierności oświetlenia, należałoby zmniejszyć wymiary okien, względnie zwiększyć wartość współczynnika zaciemnienia przez oszklenie okien szkłem katedralnym, matowym lub tym podobnym;

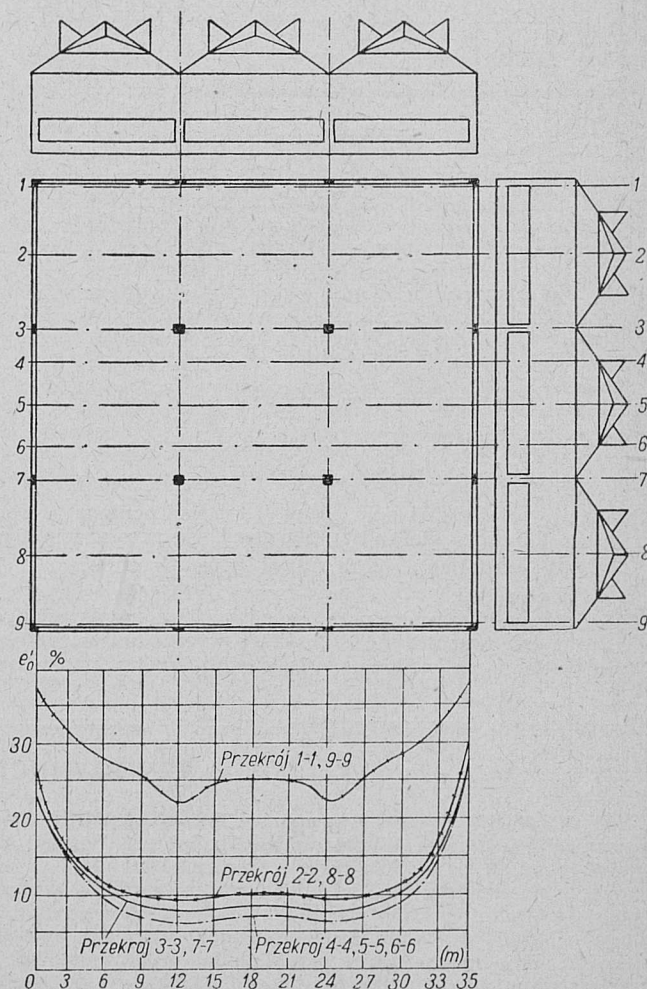
b) uzyskana wartość średnia $e'_0 \approx 6\%$ okaże się prawdopodobnie za mała dla prac dokładnych, gdyż po uwzględnieniu współczynników zaciemnienia wynoszących w rozważa-

nym przypadku około 50%, e_{sr} wyniesie $\sim 3\%$ (zamiast 5% wymaganych przez GOST 3291 — 41); w tym przypadku należałoby zatem powiększyć świetliki lub dążyć do zmniejszenia wartości współczynników zaciemnienia, względnie rozmieścić stanowiska prac dokładnych wzdłuż okien.

Powyższe ogólne wnioski oraz ewentualnie inne — bardziej szczegółowe wskazania dotyczące uzyskanego rozwiązania oświetlenia dziennego, które projektant lub użytkownik mogą znaleźć w wyniku pomiarów, stanowią cenny materiał do ścisłej krytycznej oceny projektowanego obiektu z punktu widzenia oświetlenia dziennego. Ma to szczególnie duże znaczenie w przypadku wszelkich konstrukcji typowych oraz obiektów przeznaczonych dla przemysłów precyzyjnych.

Omówione pomiary nie wyczerpują, oczywiście, zakresu zamierzonych badań.

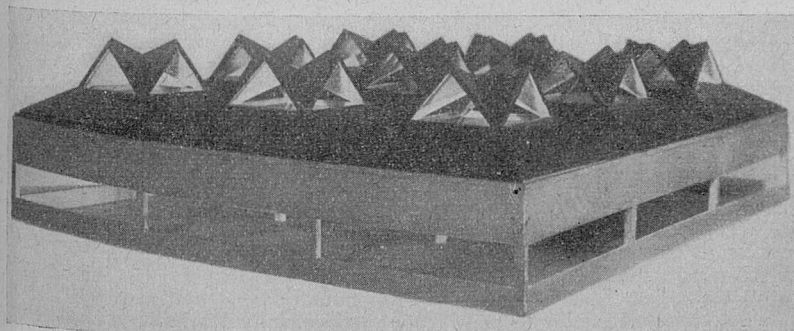
Ogólny współczynnik zaciemnienia, przyjmowany przez projektanta na podstawie materiałów zagranicznych, oparty na szeregu przybliżonych danych, nie określa ściśle wszystkich strat światła, które można dokładnie wyznaczyć drogą bezpośrednich pomiarów na odpowiednio wykonanych modelach. Pomiary te



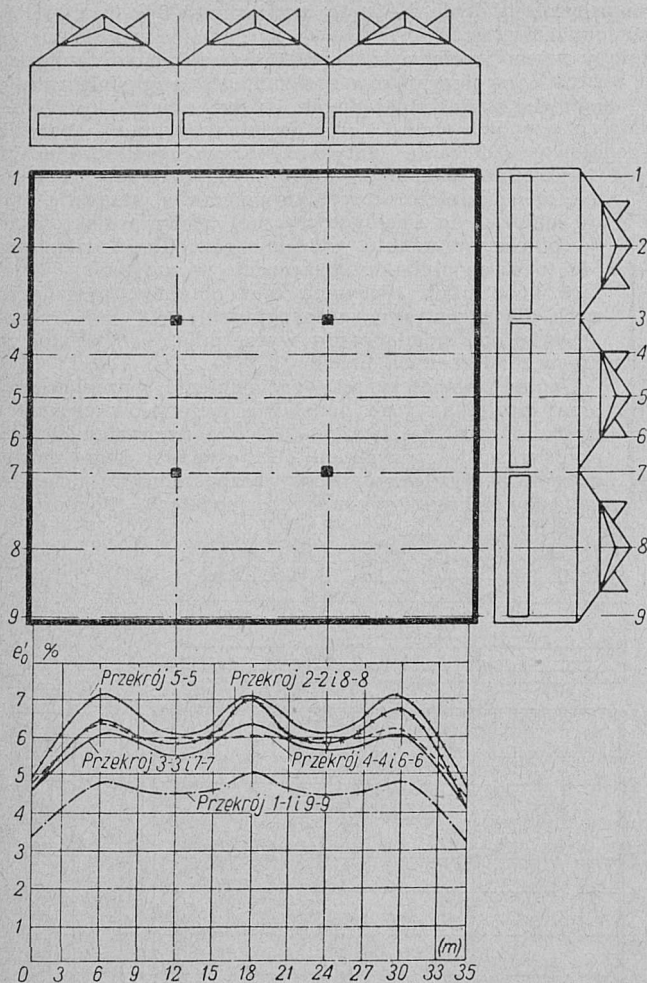
Rys. 7. Hala z przekryciem „kryształowym” Rozkład wartości e'_0 na polu pracy (0,8 m nad podłogą) w hali o wymiarach 36 m $\times$ 36 m. W oświetleniu biorą udział wszystkie świetliki i okna boczne.

mogą dotyczyć zarówno ogólnej wartości współczynnika zaciemnienia, jak i wartości poszczególnych współczynników zmniejszających przepuszczany do wnętrza strumień świetlny dla rodzimych konstrukcji obiektów i otworów świetlnych, z uwzględnieniem własności krajowych materiałów budowlanych oraz typowych dla naszego kraju warunków klimatycznych.

Nadto wpływ światła odbitego, które odgrywa dużą rolę zwłaszcza przy oświetleniu bocznym,



Rys. 6. Model hali z przekryciem „kryształowym”



Rys. 8. Hala z przekryciem „kryształowym”

Rozkład wartości e'_0 na polu pracy (0,8 m nad podłogą) w środku hali o długości i szerokości, będących wielokrotnością 36 m.

W oświetleniu biorą udział tylko świetliki.

uwzględniany dotychczas przez wprowadzenie upraszczającego zagadnienia współczynnika r , który wyraża wzrost natężenia oświetlenia spowodowany światłem odbitym, może być

również określony drogą bezpośrednich pomiarów na odpowiednio przystosowanych modelach.

Nie mniej ważnym czynnikiem, choć nie uwzględnianym przy projektowaniu oświetlenia dziennego, jest wpływ usytuowania budynków w stosunku do stron świata na oświetlenie wnętrza. Obliczenia projektowe przeprowadzane w założeniu równomiernej jasności nieboskłonu — choć w rzeczywistości jasność ta nie jest równomierna w przestrzeni — prowadzą zatem do rozwiązań, które szczególnie w przypadku oświetlenia bocznego nie odpowiadają rzeczywistości warunkom oświetlenia.

Dokonywane przez Zakład Techniki Świetlnej IEL bieżące pomiary zmienności natężeń oświetlenia dziennego dla Polski środkowej potwierdzają, że różnice jasności pomiędzy poszczególnymi częściami nieboskłonu są tak znaczne, iż nie można ich pomijać w obliczeniach projektowych. Po ustaleniu — na podstawie wspomnianych pomiarów — średnich stosunków jasności pomiędzy poszczególnymi częściami nieboskłonu w naszych warunkach klimatycznych zajdzie prawdopodobnie konieczność wprowadzenia do obliczeń projektowych odpowiednich współczynników korygujących wpływ usytuowania otworów świetlnych w stosunku do stron świata na oświetlenie wnętrza.

Współczynniki te będą mogły być wyznaczone doświadczalnie przy pomocy omawianego urządzenia do badań oświetlenia dziennego na modelach budynków. W urządzeniu istnieją bowiem możliwości dowolnego regulowania stosunków jasności poszczególnych części sztucznego nieboskłonu, odpowiadających czterem stronom świata, przez odpowiednie obniżanie napięcia na poszczególnych grupach żarówek oświetlających nieboskłon. Projektowane zastąpienie oświetlenia żarowego oświetleniem fluorescencyjnym o barwie światła, odpowiadającej barwie światła naturalnego, zwiększy dokładność pomiarów, gdyż zostanie wyeliminowany błąd, wynikający z selektywności odbicia światła od ścian i sufitu badanego modelu.

Wreszcie poznanie stopnia i kierunku wnikania bezpośredniego światła słonecznego do wnętrza przez otwory świetlne w każdej godzinie dnia oraz roku — przy danym usytuowaniu budynku względem stron świata i w danej szerokości geograficznej — może być również przedmiotem bezpośrednich badań na modelach. Badania te umożliwi projektowane wyposażenie urządzenia w sztuczną tarczę słoneczną przesuwającą się ruchem geocentrycznym po sztucznym sklepieniu niebieskim.

Tak wyposażone urządzenie pomiarowe pozwoli na przeprowadzenie całokształtu badań związanych z oświetleniem dziennym budynków. Badania te dadzą wielkie korzyści i powinny być jak najszerzej wykonywane przez Biura Projektowe.

Inż. Tadeusz Dobrowolski

Wydawnictwa nadesłane

STARCAKOW WALENTY, mgr inż. PRZEKŁADNIKI. 1954, Warszawa, Państwowe Wydawnictwa Techniczne, Format A5, str. 240, cena 19 zł. — Spis rzeczy: Przekładniki prądowe. Wiadomości ogólne. Schemat zastępczy i wykres wskazowy. Definicja uchybów przekładnika prądowego. Obliczanie uchybów przekładnika prądowego. Oporności obwodu wtórnego. Prąd magnesujący przekładnika prądowego. Zależność uchybów przekładnika prądowego od prądu i od obciążenia. Klasy dokładności i moc znamionowa. Przykład obliczenia uchybów przekładnika prądowego. Moc graniczna przekładnika prądowego. Otwarcie obwodu wtórnego. Uchyby przy przetężeniach. Przykład obliczenia liczby przetężeń. Wyprowadzenie wzoru podstawowego przekładnika prądowego. Przekładniki prądowe prętowe i zwojnicowe. Wytrzymałość zwarciova przekładników prądowych. Kompensacja uchybów przekładników prądowych. Wytrzymałość izolacji przekładników prądowych. Ogólna klasyfikacja przekładników prądowych. Przekładniki prądowe sieciowe niskiego napięcia. Przekładniki prądowe wewnętrzne wysokiego napięcia — typ wsporczy. Przekładniki prądowe wewnętrzne wysokiego napięcia — typ przepustowy. Przekładniki prądowe napowietrzne. Przekładniki prądowe laboratoryjne. Przekładniki prądowe specjalne. Układy połączeń przekładników prądowych w sieciach trójfazowych. Wytyczne do wyboru przekładników prądowych sieciowych. Pomiar uchybów przekładników prądowych.

Wych. — Przekładniki napięciowe. Wiadomości ogólne. Schemat zastępczy i wykres wskazowy. Definicja uchybów przekładnika napięciowego. Obliczanie uchybów przekładnika napięciowego. Oporności obwodu wtórnego. Prąd magnesujący przekładnika napięciowego. Zależność uchybów przekładnika napięciowego od napięcia i od obciążenia. Klasy dokładności i moc znamionowa. Przykład obliczenia uchybów przekładnika napięciowego. Moc graniczna przekładnika napięciowego. Kompensacja uchybów przekładników napięciowych. Układy połączeń przekładników napięciowych. Przekładniki napięciowe trójfazowe. Wytrzymałość izolacji przekładników napięciowych. Ogólna klasyfikacja przekładników napięciowych. Przekładniki napięciowe wewnętrzne. Przekładniki napięciowe napowietrzne. Przekładniki napięciowe laboratoryjne. Wytyczne do wyboru przekładników napięciowych sieciowych. Pomiar uchybów przekładników napięciowych. Wykaz piśmiennictwa. Skorowidz. — Informacje wydawcy: W książce omówiono podstawy teoretyczne przekładników prądowych i napięciowych, podano przykłady ich obliczania oraz opisano typowe konstrukcje. Książka jest przeznaczona dla techników i inżynierów zatrudnionych przy projektowaniu, budowie i eksploatacji urządzeń rozdzielczych oraz w zakładach produkujących przekładniki, a także dla słuchaczy średnich i wyższych szkół technicznych.

PRZEGLĄD DOKUMENTACYJNY ELEKTROTECHNIKI

opracowany przez OŚRODEK DOKUMENTACJI ELEKTROTECHNIKI

Dodatek do miesięcznika PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

Rocznik 7

Warszawa, czerwiec 1955 r.

Nr 6

Gwiazdkami obok porządkowych liczb artykułów, oznaczone są publikacje znajdujące się w bibliotece Instytutu Elektrotechniki

Wiadomości ogólne

256* 620.179.152:620.179.14:669—418 D1

de Ball N.: **Przyrządy do pomiaru grubości blach głównie do pomiaru grubości taśm walcowanych. Przyrządy indukcyjne i rentgenowskie.** „Blehdicken- Messgeräte vornehmlich zum Messen der Banddicke beim Walzen. Induktions- und Röntgen-Strahlen-Messgeräte”. Arch. techn. Messen, München, mies., Nr 213, paźdz. 53, s. 219; A4, 4 str., 6 fot., 5 rys.— Zamiast stosowanego dotychczas sposobu pomiaru grubości taśm walcowanych przy pomocy mikromierza wprowadza się obecnie bezstykowe, ciągłe metody pomiarowe: indukcyjne, rentgenowskie, promieniami beta oraz sprężonym powietrzem. Opisano metodę indukcyjną i rentgenowską, omawiając rozwiązania techniczne stosowane przez poszczególne fabryki aparatury pomiarowej.

257* 621—523:621.1 D1

Wyniki eksploatacji i perspektywy stosowania elektromechanicznych i elektronowych systemów samoczynnej regulacji procesów cieplnych. „Ob itogach eksploatacji i pierspektiwach primienienja elektromiechaniczeskoi i elektronnoj sistiem awtomatyczeskowo riegulirowanja tiepłowych procesow”. Elektr. Stancji, Moskwa, mies., Nr 1, stycz. 54, s. 59; A4, 1 str.— Wyniki narady sekcji techniki cieplnej Rady Technicznej Ministerstwa Elektrowni i Przemysłu Elektrycznego Związku Radzieckiego, poświęconej rozpatrzeniu wyników eksploatacji i perspektyw rozwoju elektromechanicznych i elektronowych systemów regulowania procesów cieplnych w elektrowniach. Wnioski i postanowienia narady. Perspektywy dla biur konstruktorskich i projektowych.

258* 621.3.047.2 D1

Ordán J.: **Moduł elastyczności mikanitu i płytek komutatora.** „Modul pružnoski mikanitu a lamelového svazku”. Elektro-techn. Obz., Praha, mies., Nr 1, stycz. 53, s. 27; A4, 4 str., 10 rys., 4 poz. bibl.— Porównanie własności mechanicznych izolacji i części przewodzących komutatora. Wielokrotnie mniejsza elastyczność mikanitu w porównaniu z miedzią. Wyznaczanie modułu elastyczności mikanitu na podstawie pomiarów. Wyniki dla różnych grubości metalu i izolacji.

259* 621.3.051.2:621.3.027.8 D1

Zagadnienia przesyłania energii elektrycznej przy napięciu 380 kV. „I problemi del trasporto di energia elettrica a 380 kV”. Energia Elettrica, Milano, mies., Nr 1, stycz. 53, s. 35; A4, 1,5 str., 1 tabl.— Krótkie sprawozdanie z dyskusji zorganizowanej przez SEV (Stowarzyszenie Elektryków Szwajcarskich) w dniu 5 grudnia 1952 r. na temat zagadnień technicznych i ekonomicznych związanych z przesyłaniem energii elektrycznej przy napięciu 380 kV. Porównanie kosztów przesyłania energii elektrycznej przy napięciach 150, 225, 275 i 380 kV. Zagadnienia: koordynacji izolacji, ograniczenia prądów zwarciovych, typu przewodów i wpływu ich na koszty słupów, typu transformatorów, wyłączników, przekładników mierniczych.

260* 621.3.064.1 D1

Kaplan W. W., Naszaty M. M.: **O zastosowaniu sprężonych obwodów drgających do badania wolnodziałających wysokonapięciowych urządzeń.** „O primienieniji swiazannykh kolebatelnykh konturow dla ispytania niebystrodejstwujuščich vysokowoltnykh apparatow”. Elektriczestwo, Moskwa, mies., Nr 5, maj 53, s. 13; A4, 5 str., 6 rys., 4 poz. bibl.— Odzworowanie przebiegów zwarciovych, w których czas trwania łuku jest znaczny, jak również napięcie łuku jest duże. Zastosowanie obwodów drgających sprężonych pojemnościowo względnie indukcyjnie łącznie z generatorem, który odpowiednio dołączony zasila obwód, kompensując straty na tłumienie.

Elektrownie

261* 621.311.15 D1

Rohrlach M.: **Utrzymywanie rezerw w gospodarce elektroenergetycznej.** „Die Reservehaltung in der Elektrizitätsversor-

gungswirtschaft”. Elektrizitätswirtschaft, Frankfurt am Mein, dwutyg., t. 52, Nr 20, paźdz. 53, s. 592, Nr 22, list. 53, s. 663; A4, 6 str., 3 wykr., 15 poz. bibl.— Znaczenie rezerw w gospodarce elektroenergetycznej. Zasady wyboru rodzaju rezerwy i jej utrzymywania. Rezerwy dla pokrycia wzrostu zużycia energii w rejonie obsługiwanym przez elektrownię. Rezerwa wypadkowa i remontowa. Określenie wielkości rezerwy. Wnioski dotyczące warunków niemieckich.

262* 621.3.014.3:621.311.18 D1

Gräf W.: **Potrzeby własne elektrowni.** „Eigenbedarf in Kraftwerken”. Elektrizitätswirtschaft, Frankfurt am Mein, dwutyg., t. 52, Nr 20, paźdz. 53, s. 606; A4, 1,5 str., 2 rys., 1 wykr., 2 tabl., 5 poz. bibl.— Prądy zwarciovie sieci potrzeb własnych w elektrowniach. Stosowanie doprowadzeń szynowych jako jeden z czynników ograniczających wartość prądów zwarciovych. Porównanie połączeń szynowych z kablowymi. Ochrona transformatorów i sieci niskonapięciowej potrzeb własnych.

263* 621.311.2:620.9 D1

Jaroschek K.: **Kierunki rozwojowe wytwarzania energii.** „Wandlung in der Energieerzeugung”. Z. VDI., Düsseldorf, 3 razy w mies., t. 95, Nr 21, lip. 53, s. 725; A4, 7 str.— Analiza sytuacji w dziedzinie energetyki, wytworzonej w Europie zachodniej po wojnie. Uwagi o wykorzystaniu różnych źródeł energii w Niemczech Zachodnich. Wytwarzanie energii elektrycznej w elektrowniach parowych. Urządzenia z turbinami gazowymi lub powietrznymi. Wykorzystanie energii jądrowej.

264* 621.311.21:621.311.16.003 D1

Vogt H.: **Opłacalność elektrowni pompowych.** „Die Wirtschaftlichkeit der Pumpspeicherung”. Elektrizitätswirtschaft, Frankfurt a. Mein, dwutyg., t. 52, Nr 9, maj 53, s. 225, Nr 12, czerw. 53, s. 305; A4, 11 str., 4 wykr., 12 tabl., 23 poz. bibl.— Podstawy rachunkowe analizy opłacalności elektrowni pompowych. Dyskusja poszczególnych czynników, określających ekonomiczność elektrowni tego typu: roczny czas użytkowania, cena energii zużywanej, koszty utrzymania elektrowni itd. Zestawienie wyników obliczeń i ich analiza. Przypadek „kombinowanej” elektrowni pompowej.

265* 621.311.22.001.24:621.311.11 D1

Bantzer A.: **Planowanie i budowa elektrowni na węgiel kamienny — przyczynek do problemu węgla odpadkowego i kwestii lokalizacji nowych elektrowni w pobliżu surowca czy odbiorców.** „Planung und Bau von Steinkohlenkraftwerken, ein Beitrag zum Ballastkohlen problem und zur Frage rohstoff- oder verbauchsnahen Lage neuer Kraftwerke”. Elektrizitätswirtschaft, Frankfurt a/Mein, dwutyg., t. 52, Nr 21, list. 53, s. 629; A4, 7 str., 1 tabl., 39 poz. bibl.— Zarys historyczny rozwoju współpracy między górnictwem węglowym a energetyką w Niemczech. Stan obecny i jego ocena. Ilości węgla gorszych gatunków wytwarzane przez kopalnie i możliwości jego przerobu na energię elektryczną. Analiza opłacalności przewozu węgla w porównaniu z kosztami przesyłu energii elektrycznej i wpływ tych czynników na lokalizację elektrowni.

Maszyny elektryczne

266* 621.313.236 D1

Haier U.: **Dynamika wzmacniacza maszynowego o polu poprzecznym.** „Die Dynamik der Quersfeldverstärkermaschine”. Arch. Elektrotechn., Berlin, t. 41, Nr 3, 1953, s. 127; A4, 9 str., 4 rys., 3 wykr.— Właściwości maszyny z polem poprzecznym jako elementu obwodu regulacyjnego. Budowa i działanie wzmacniacza maszynowego z polem poprzecznym. Równania, określające związki między podstawowymi wielkościami maszyny. Analiza dynamicznej pracy maszyny z polem poprzecznym z uwzględnieniem stopnia kompensacji i sprężen zwrotnych. Wewnętrzna stateczność maszyny. Praca przy indukcyjnym obciążeniu maszyny.

267* 621.3.048.1:621.313.322

D1

Gruszwickaja O. N.: **Badania izolacji prętów stojana generatora**. „Ispytanie izolacji stierzni statora generatora”. Elektrizestwo, Moskwa, mies., Nr 1, styc. 54, s. 69, A 4, 2 str., 2 tabl. — Wyniki badań generatora 24 MW, badania profilaktyczne współczynnika absorpcji i prądu ulotu. Przyczynki do określania miejscowych uszkodzeń izolacji. Zagadnienie celowości suszenia uzwojeń i konieczności uprzednich badań profilaktycznych.

268* 621.313.322:621.317.333

D1

Alke R. J.: **Próby wysokonapięciowych generatorów napięciem stałym**. „D-C overpotential testing experience on high-voltage generators”. Trans. amer. Inst. electr. Engrs., t. 71, cz. 3, 1952, s. 567; A4, 4 str., 1 fot., 1 rys., 2 wyk., 1 tabl., 2 poz. bibl. — Próby izolacji głównej generatorów wysokiego napięcia o dużej mocy (o dużej pojemności) przeprowadzone napięciem stałym. Współczynnik przeliczenia napięcia probierczego prądu zmiennego na stały. Metoda pomiaru oraz stosowane urządzenia. Zalety prób prądem stałym przede wszystkim w eksploatacji (znaczące zmniejszenie koniecznej mocy aparatury probierczej).

Transformatory

269* 621.314.2.017.71(083.7)

D1

Norma na próby cieplne transformatorów ASAC57.22. „ASA transformer standards C57.22 temperature rise tests on transformers”. Electr. Engng., New York, mies., t. 72, Nr 1, styc. 53, s. 70; A4, 5 str., 2 tabl. — Rewizja dotychczasowej normy. Zastwierdzenie metody grzania przy zwarciu. Usunięcie z normy metody grzania przez składową zerową strumienia. Ustalanie sposobu przeprowadzania próby dla różnych typów transformatorów.

270* 621.314.211:621.315.616.96

D1

Whitman L. C.: **Ekonomiczność transformatorów suchych wytrzymałych na wysoką temperaturę**. „The economics of high temperature dry-type transformers”. Trans. amer. Inst. electr. Engrs., New York, t. 71, cz. 3, 1952, s. 377; A4, 6 str., 17 wyk., 2 tabl., 13 poz. bibl. — Rozważania nad opłacalnością stosowania transformatorów suchych o izolacji sylikonowej pozwalającej na znaczny wzrost dopuszczalnego przyrostu temperatury (ok. 200°C). Rozważania oparto na próbach wykonanych na transformatorach 1000 kVA 13,2 kV otwartych, wentylowanych i hermetycznie szczelnych.

Linie napowietrzne

271* 621.315.1.051.2:621.3.083.7

D1

Casson W.: **Zastosowanie uziemionego przewodu sygnalizacyjnego w układach przesyłowych**. „The uses of earthed signal conductors on transmission circuits”. Proc. Inst. El. Engrs, London, dwumies., t. 100, cz. 2, Nr 75, czerw. 53, s. 277; A4, 19 str., 15 rys., 2 tabl., 2 poz. bibl. — Porównanie różnego rodzaju układów sygnalizacyjnych. Zastosowanie izolowanego przewodu sygnalizacyjnego uziemionego na końcach. Warunki pracy przewodu w zależności od stanów linii przesyłowej. Zastosowanie do zabezpieczenia różnicowego, podłużnego, ustawicznego oraz do określania miejsca zwarcia.

Kable

272* 621.315.2:621.317.333

D1

Pogarski W. I.: **Metody badań profilaktycznych wysokonapięciowych linii kablowych**. „Metody profilaktycznych ispytani wysokowoltnych kablownych linii”. Elektr. Stancji, Moskwa, mies., Nr 5, maj 53, s. 39; A4, 3,5 str., 3 rys., 3 tabl., 3 poz. bibl. — Nowe wysokonapięciowe metody badania stanu izolacji kabli. Zastosowanie napięcia stałego oraz jednocześnie napięcia stałego i zmiennego. Wyniki badań. Wpływ stosowania poszczególnych metod na skuteczności wykrywania osłabionych miejsc w izolacji kabla.

273* 521.315.2.027.3:621.315.614.6:621.3.017.143

D1

Oudin J., Thévenon H.: **Wpływ grubości papierów na jonizację kabli wysokiego napięcia**. „Influence de l'épaisseur des papiers sur l'ionisation des câbles à haute tension”. Rev. gen. Electr., Paris, mies., t. 62, Nr 12, grud. 53, s. 581; A4, 6 str., 5 rys., 4 wyk., 1 poz. bibl. — Straty powstające w kablach wysokiego napięcia w wypadku pozostania pecherzyka gazu między warstwami papieru izolacyjnego. Mechanizm jonizacji.

Wzory na wielkość strat. Przyrosty temperatury. Wyniki pomiarów doświadczalnych. Straty w wypadku wypełnienia olejem przerw między warstwami papieru. Wnioski.

Materiały izolacyjne

274* 621.315.614.64:621.319.414.3

D1

Riennie W. T. (i inni): **Tworzenie się wosku w izolacji papierowo-olejowej kondensatorów**. „Woskoobrazowanie w izolacji bumażno-maslanym kondensatorów”. Elektrizestwo Moskwa, mies., Nr 12, grud. 53, s. 55; A4, 4 str., 7 wyk., 1 tabl., 9 poz. bibl. — Zagadnienie awaryjności kondensatorów stosowanych do poprawy cos φ z punktu widzenia przedwczesnego starzenia się izolacji papierowo-olejowej. Rozwijanie się jonizacji w izolacji. Dane odnośnie zmian własności elektrycznych izolacji wywołane wytworzeniem się wosku.

275* 621.315.61.001

D1

Whitehead S.: **Postęp w dziedzinie dielektryków**. „Progress in dielectrics”. Electr. Rev., London, tyg., Nr 24, grud. 53, s. 1309; A5, 5 str., 2 fot., 6 wyk. — Dielektryki dawniej i dziś. Metody badań dielektryków. Krzywe zależności tg δ od częstotliwości przy różnych temperaturach. Wytrzymałość dielektryków w zależności od temperatury.

276* 621.315.614.65:621.317.333

D1

Dakin T. W., Works C. N.: **Charakterystyki udarowej wytrzymałości dielektrycznej impregnowanego preszpanu**. „Impulse dielectric strength characteristics of liquid-impregnated pressboard”. Trans. amer. Inst. electr. Engrs., New-York, t. 71, cz. 1, 1952, s. 321; A4, 5,5 str., 3 rys., 3 wyk., 1 tabl., 9 poz. bibl. — Próby wytrzymałości dielektrycznej preszpanu impregnowanego z uwzględnieniem wpływu obróbki preszpanu, rodzaju oleju impregnującego (olej transformatorowy, Askard itd.) oraz czasu trwania przyłożonego napięcia. Metodologia przeprowadzania pomiarów oraz ich wyniki.

277* 621.315.615.2.001.573

D1

Rummel T.: **Elektryczny przyrząd do przyspieszonego starzenia olejów izolacyjnych**. „Ein elektrischen Schnellalterungsgerät für Isolieröle”. Siemens Z., Erlangen, 8 razy w ciągu roku, t. 27, Nr 8, grud. 53, s. 431; A4, 2 str., 2 fot., 1 rys., 1 wyk. — Zmiany chemiczne w oleju określające jego starzenie. Możliwości przyspieszenia tych procesów sposobami elektrycznymi. Opis działania i wyposażenia przyrządu do przyspieszonego starzenia oleju. Rezultaty osiągane przy pomocy przyrządu. Porównanie własności oleju starzonego sztucznie i naturalnie.

278* 621.3.048:621.315.616.9

D1

Wentz E. C., Colby F. B.: **Ostatnie ulepszenie w teorii i technice izolacji wypełnionej pod próżnię masami plastycznymi dla przekładników napięciowych**. „Recent improvements in theory and practice of vacuum plastic-filled insulation for voltage transformers”. Trans. amer. Inst. electr. Engrs., New York, t. 71, cz. 3, 1952, s. 358; A4, 5,5 str., 3 fot., 1 rys., 6 wyk., 1 poz. bibl. — Izolacja suchych przekładników napięciowych na napięcia do 15 kV. Stosowane metody suszenia i impregnacji oraz opis konstrukcji.

Izolatory

279* 621.315.62.001.5

D1

Schuepp P., Gion L., Debéron J.: **Przyczynki do studiów nad naprężeniami mechanicznymi, jakim podlegają izolatory liniowe w czasie pracy**. „Contribution à l'étude des efforts mécaniques subis par les isolateurs de ligne en service”. Rev. gen. Electr., Paris, mies., t. 62, Nr 10, paźdz. 53, s. 479; A4, 18 str., 4 fot., 14 rys., 2 tabl., 1 poz. bibl. — Opis urządzeń i wyników pomiarów naprężeń, którym podlegają izolatory liniowe w czasie pracy. Umiejscowienie stacji prób. Stosowane dynamometry, ich konstrukcja i sposób zamocowania. Połączenia z mostkami pomiarowymi. Aparatura rejestrująca. Pomiary czynników meteorologicznych. Wpływ temperatury, wiatru, śniegu i sadzi na obciążenie izolatorów. Wnioski.

280* 621.315.626.1.002

D1

Anderson R. N., Johnston D. L.: **Nowoczesny izolator przepustowy o poprawionej charakterystyce**. „New apparatus bushing with improved characteristics”. Trans. amer. Inst. electr. Engrs., New York, t. 71, cz. 3, 1952, s. 628; A4, 3 str., 2 fot., 2 rys., 1 poz. bibl. — Opis konstrukcji nowej serii izolatorów przepustowych na napięcia od 15 do 69 kV dla transformato-

rów i wyłączników. Zaletą nowej konstrukcji jest przede wszystkim prostota wykonania i obsługi oraz oszczędność materiałów krytycznych. Przeprowadzone próby typu i ich wyniki.

Słupy

281* 621.315.668.2 D1

Bielow J. M., Kamiński A. A., Filimonczuk I. I.: **Żelazobetonowe fundamenty na palach słupów elektroenergetycznych linii przesyłowych**. „Żelazobetonnyje swajnyje fundamenty opor linii elektropriewodaczii”. Elektr. Stancji, Moskwa, mies., Nr 1, stycz. 54, s. 19; A4, 4 str., 6 rys. — Wymagania stawiane fundamentom linii wysokiego napięcia. Charakterystyka konstrukcji fundamentów żelazobetonowych typu palowego, sposób budowy, łączenie konstrukcji stalowej słupa z fundamentem. Badania mechaniczne fundamentów typu palowego. Uwagi o oszczędnościach przy budowie tego typu fundamentów.

Sieci elektryczne

282* 621.316.11.025.3:621.3.015.2 D1

Ziewiekie G. W.: **Zastosowanie metody składowych symetrycznych do badania przebiegów niestabilnych w statycznych sieciach trójfazowych**. „Primienienie metody simmetri-czeskich sostawlajuszczich dla issledowanja pieriechodnych processow w staticzeskich triochfaznych cepiach”. Elektrizestwo, Moskwa, mies., Nr 2, luty 54, s. 54; A4, 2,5 str., 2 rys., 4 poz. bibl. — Przykłady rozłożenia prądów i sił elektromotorycznych w sieci na składowe symetryczne. Celowość stosowania rachunku liczb zespolonych do sinusoidalnych składowych symetrycznych. Dobór wartości wyjściowych do obliczeń. Modele do określania prądów i napięć.

621.3.012.8:621.316.11.025.3: D1

283* :621.3.014.3

Atabekow G. I., Mamikonjanc E. G.: **Schematy zastępcze do obliczeń przebiegów niestabilnych metodą składowych symetrycznych**. „Kompleksnyje schiemy zamieszczena dla rasczota pieriechodnych processow mietodom simietriczeskich ty 54, s. 52; A4, 2,5 str., 2 rys., 5 poz. bibl. — Układy zastępcze dla różnych przypadków zwarć w sieciach trójfazowych sostawlajuszczich”. Elektrizestwo, Moskwa, mies., Nr 2, lu-(jdnofazowe, międzyfazowe, dwufazowe z ziemią). Zastosowanie składowych symetrycznych do obliczeń prądów i napięć przy zwarciu. Przegląd dotychczasowych osiągnięć w dziedzinie obliczeń składowymi symetrycznymi.

284* 621.316.13.027.3 D1

Kozłowski W. A.: **Miejskie sieci elektryczne z samoczynnym włączaniem rezerwy na wysokim napięciu**. „Gorodskieje elektrosieti s awtomatическим wkluczeniem riezierwa na wysokom napriazhenii”. Elektrizestwo, Moskwa, mies., Nr 2, luty 54, s. 8; A4, 5 str., 7 rys., 1 tabl. — Artykuł dyskusyjny o właściwym stosowaniu rezerwy w sieciach miejskich. Schemat sieci, urządzenie sterujące samoczynnego załączania. Przykład zastosowania w konkretnej kablowej sieci zamkniętej. Dyskusja zagadnień ekonomicznych.

285* 621.3.064:621.316.313 D1

Leeds W. M., Povejsil D. J.: **Napięcia łączeniowe przy przesunięciu fazowym i ich wpływ na działanie wyłączników wysokiego napięcia**. „Out-of-phase switching voltages and their effect on high-voltage circuit breaker performance”. Trans. amer. Inst. electr. Engrs., New York, t. 71, cz. 3, 1952, s. 88; A4, 7 str., 6 rys., 16 wyk., 3 tabl., 9 poz. bibl. — Rozważania analityczne przepięć dynamicznych występujących przy przesunięciu fazowym równym 180°. Przeprowadzone na analizatorze sieciowym badania nad chwilowymi szczytowymi przepięciami dynamicznymi. Próby wykonane na wyłącznikach rzeczywistych.

Analizatory

286* 621.316.313.025 D1

Kimbark E. W., Starr J. H., van Ness J. E.: **Niewielki, tani analizator sieciowy prądu zmiennego**. „A compact, inexpensive A—C network analyzer”. Trans. amer. Inst. electr. Engrs., New York, t. 71, cz. 1, 1952, s. 122; A4, 5,5 str., 5 rys., 1 tabl., 13 poz. bibl. — Opis niewielkiego analizatora sieciowego prądu zmiennego o bardzo taniej i prostej konstrukcji. Stosowane metody dla zmniejszenia wymiarów i obniżenia kosztów konstrukcji. Praktyczne rozwiązania.

Podstacje

287* 621.316.26.002 D1

Projektowanie podstacji przesyłowych z zastosowaniem lekkich metali. „Basic structural design for transmission substations including light metal”. Trans. amer. Inst. electr. Engrs., New York, t. 71, cz. 3, 1952, s. 112; A4, 6 str., 5 rys., 1 tabl., 22 poz. bibl. — Ogólne zasady projektowania normalnych podstacji dla napięć powyżej 115 kV. Typy stacji z punktu widzenia układu i typu stosowanych materiałów. Dopuszczalne naprężenia materiałów stosowanych. Normalizacja elementów.

288* 621.316.26.003 D1

Jicka J.: **Sposoby zmniejszenia kosztów budowy i całkowitych kosztów przemysłowych rozdzielni i stacji transformatorowych**. „Cesty k snizeni stavebnich a calkowych poizovacich nakladu prumyslowych transformowen a rozvoden”. Elektrotechn. Obz., Praha, mies., Nr 1, stycz. 53, s. 44; A4, 4 str., 3 rys., 2 tabl. — Dyskusja gabarytów w rozdzielni. Przykładowe rozwiązania celek rozdzielczych. Metody zmniejszenia wymiarów, ekonomiczne zalety przekonstruowanych celek. Dotyczy rozdzielni 10 do 35 kV o mocy zwarcia nie przekraczającej 600 MVA.

289* 621.316.267:621.316.311 D1

Dwoskin Ł. I.: **Złożona konstrukcja rozdzielni wewnętrznej 110 kV**. „Sbornaja konstrukcija zakrytowo raspriedelitel'nowo ustrojstwa 110 kV”. Elektr. Stancji, Moskwa, mies., Nr 1, stycz. 54, s. 29; A4, 5,5 str., 5 rys. — Uwagi o celowości stosowania rozdzielni wewnętrznych w rejonach miejskich oraz przemysłowych. Wady rozdzielni napowietrznych. Projekt wymiarowania rozdzielni 110 kV w trójpoziomym budynku. Przypadek odejść 110 kV liniami napowietrznymi. Schemat, ochrona, urządzenia pomiarowe w rozdzielni. Szkic typowej celki. Charakterystyka ekonomiczna powyższej konstrukcji.

Wyłączniki

290* 621.3.064:621.316.5 D1

Dillow N. E., Johnson I. B. (i inni): **Wyłączanie mocy pojemnościowej przez wyłączniki mocy**. „Switching capacitive kilovoltamperes with power circuit breakers”. Trans. amer. Inst. electr. Engrs., New York, t. 71, cz. 3, 1952, s. 188; A4, 11,5 str., 2 fot., 6 rys., 16 wyk., 10 poz. bibl. — W związku ze stosunkowo dużą pojemnością nowoczesnych sieci elektrycznych (bardzo długie linie napowietrzne, długie linie kablowe, kondensatory bocznikowe) wynika konieczność zbadania zjawisk związanych z pracą wyłączników mocy przy obciążeniu pojemnościowym. Zjawiska występujące przy włączaniu i wyłączaniu mocy pojemnościowej zbadane przy pomocy analizatora sieciowego lub prób rzeczywistych.

291* 621.317.2.014.3:621.316.5.001.5 D1

Cox V. L.: **Nowoczesne zwarcionie wielkiej mocy**. „New high-capacity switchgear testing laboratory”. Trans. amer. Inst. electr. Engrs., New York, t. 71, cz. 3, 1952, s. 102; A4, 8,5 str., 17 fot., 1 rys., 11 poz. bibl. — Opis nowoczesnej zwarcionie dla badania wyłączników o bardzo dużej mocy wyłączalnej. Schemat stacji i rozmieszczenie urządzeń. Wyposażenie. Oprze-każnikowanie i oprzyrządowanie. Względny bezpieczeństwa.

292* 621.316.57:621.3.064 D1

Young A. F. B.: **Badania nad przerywaniem prądu w wysokonapięciowych wyłącznikach**. „Some researches on current chopping in high-voltage circuit-breakers”. Proc. Inst. El. Engrs., London, dwumies., t. 100, cz. 2, Nr 76, sier. 53, s. 337; A4, 24 str., 36 rys., 3 wyk., 9 tabl., 21 poz. bibl. — Zjawisko przerywania prądu przed przejściem przez zew w wyłącznikach powietrznych i olejowych. Wpływ zmian oporu łuku na przebieg prądu wyłączanego. Przepięcia związane z przerywaniem prądu. Wpływ stałych obwodu na wielkość przepięć. Zastosowanie oporów tłumiących. Celowość przeprowadzania prób wyłączania w układzie trójfazowym.

293* 621.316.57:621.3.064.4 D1

Skeats W. F.: **Wpływ asymetrii prądu na przerywanie obwodu**. „The effect of current asymmetry on circuit interruption”. Trans. amer. Inst. electr. Engrs., t. 71, cz. 3, 1952, s. 135; A4, 5 str., 2 rys., 3 tabl. — Zjawiska utrudniające gaszenie łuku przy przerywaniu obwodu, występujące przy niesymetrycznych prądach zwarcia. Próby i badania przeprowadzono dla wyłączników olejowych i z podmuchem powietrznym.

- 294* 621.316.57:621.316.93 D1
Aleksandrow I. N.: **Eksploatacja jednofazowego SPZ w jednostronnie zasilanych liniach 110 kV**. „Eksploatacja OAPW na tupikowych liniach 110 kV”. Elektr. Stancji, Moskwa, mies. Nr 1, stycz. 54, s. 35; A4, 2,5 str., 1 rys., 1 tabl., 1 poz. bibl. — Charakterystyka ochrony odgromowej omawianych linii 110 kV na słupach drewnianych. Nasilenie burz w rejonie linii. Statystyka awarii, wyniki działania urządzeń jednofazowego SPZ. Remonty jednej fazy w liniach zaopatrzonych w jednofazowe SPZ. Celowość wprowadzania urządzeń JSPZ w powszechne użycie.
- 295* 621.316.57.004 D1
Clair H. P. St., Naef O.: **Rozważania nad wartościami znamionowymi i próby wyłączników mocy**. „Considerations in the rating and testing of power circuit breakers”. Trans. amer. Inst. electr. Engrs., New York, t. 71, cz. 3, 1952, s. 144; A4, 6 str., 4 wyk., 2 tabl., 12 poz. bibl. — Rozważania nad wyborem wartości znamionowych wyłączników mocy najlepiej charakteryzujących właściwości wyłącznika. Wymagania stawiane wyłącznikom i próby sprawdzające przy różnego rodzaju pracy.
- 296* 621.316.57.064.24 D1
Sokołow W. I.: **Doświadczenia eksploatacji wyłączników powietrznych 154 kV**. „Opyt eksploatacji wozdusznych wykluczatelej 154 kV”. Elektr. Stancji, Moskwa, mies. Nr 1, stycz. 54, s. 55; A4, 2,5 str. — Charakterystyka wyłączników powietrznych zakładów „Elektroaparat”. Omówienie typowych uszkodzeń i defektów wyłączników. Przyczyny defektów: wady konstrukcyjne, niewłaściwa eksploatacja. Porównanie z konstrukcjami wykonanymi przez zakłady doświadczalne WEI. Organizacja remontów wyłączników.
- Regulacja*
- 297* 621.316.722.1:621.313.322—81 D1
Cornelius H. A., Cawson W. F., Cory H. W.: **Automatyczna regulacja napięcia w turbogeneratorze 115 MVA**. „Experience with automatic voltage regulation on a 115 megawatt turbo-generator”. Trans. amer. Inst. electr. Engrs., New York, t. 71, cz. 3, 1952, s. 184; A4, 3,5 str., 2 rys., 7 wyk. — Dobór automatycznego regulatora napięcia dla generatora o mocy 115 MVA na napięcie 18 kV. Charakterystyka generatora i wzbudnicy. Regulator napięcia — konstrukcja i działanie. Próby przeprowadzone wykazujące dobre działanie układu.
- 298* 621.316.722.4.027.3 D1
Křesadlo Z.: **Projekt wysokonapięciowego dzielnika oporowego**. „Návrh čistě ohnického dělicí vn”. Elektrotechn. Obz. Praha mies., Nr 12, grud. 53, s. 672; A4, 4,5 str., 7 rys., 4 poz. bibl. — Idealny dzielnik czysto omowy. Wpływ indukcyjności i pojemności na oporność zespoloną dzielnika, obliczenia, schematy zastępcze. Po zastosowaniu uproszczeń oddziaływanie L i C jak oporności falowej $\sqrt{L/C}$. Kompensacja odkształceń przez dobranie $R = \sqrt{L/C}$.
- 299* 621.316.727:621.3.077.8 D1
Kafka W., Reizuch H.: **Poprawianie współczynnika mocy przy pomocy kondensatorów**. „Leistungsfaktorverbesserung durch Kondensatoren”. Siemens Z., Erlangen, 8 razy w ciągu roku, t. 27, Nr 5, sierp. 53, s. 258; A4, 6,5 str., 5 fot., 1 rys., 7 wyk.; 3 poz. bibl. — Zasada kompensowania mocy biernej przez zastosowanie kondensatorów. Sposoby włączenia kondensatorów do sieci i analiza przebiegów przejściowych przy włączaniu i wyłączaniu. Charakterystyka obciążenia łączników do obsługi kondensatorów sieciowych. Zasady doboru aparatury. Obciążenie transformatorów prądami wyższych harmonicznych (szczególnie w instalacjach z prostownikami). Przykłady rozwiązań konstrukcyjnych instalacji kondensatorów.
- Urządzenia zabezpieczające i ochronne*
- 300* 621.316.99 D1
Burgsdorf W. W.: **Obliczanie uziemień w niejednorodnych gruntach**. „Rasczot zaziemlenij w nieodnorodnych gruntach”. Elektr. Stancji, Moskwa, mies. Nr 1, stycz. 54, s. 15; A4, 11 str., 9 rys., 2 tabl., 4 poz. bibl. — Metoda obliczeń oporności właściwej gleby o dwóch poziomych wartościach. Obliczenie oporności uziomów taśmowych i rurowych w glebie niejednorodnej dwuwarstwowej. Wykresy do doboru właściwego uziomu, zapewniającego oszczędne wykorzystanie stali z uwagi na lepszą przewodność głębszych warstw gleby.
- 301* 621.3.052.333:621.316.99 D1
Dorey F. M.: **Uziemienie punktu zerowego w sieciach przemysłowych**. „System grounding in industrial plants”. Electr. Engng., New-York, mies., t. 72, Nr 12, grud. 53, s. 1098; A4, 6 str., 7 rys. — Przepięcia rezonansowe przy zwarciu z ziemią sieci z izolowanym punktem zerowym. Przepięcie w takiej sieci przy przerywanym zwarciu z ziemią. Zalety uziemienia punktu zerowego i zmniejszenie przepięć, zwiększenie bezpieczeństwa i pewności ruchu, ułatwienie ochrony nadprądowej. Uziemianie sieci połączonej w trójkąt przez transformator uziemiający, przez uziemienie początku lub środka jednej z faz.
- Miernictwo elektryczne*
- 302* 621.317.2:621.316.3:614.838 D1
Masłow H.: **Laboratorium probierczo-badawcze osłon przeciw-wybuchowych**. „Die Versuch- und Prüffelder für Schlagwitterschutz”. Siemens Z., Erlangen, 8 razy w ciągu roku, t. 27, Nr 8, grud. 53, s. 420; A4, 7 str., 7 fot., 2 rys., 4 wyk. — Odbudowa laboratorium badawczego urządzeń przeciwybuchowych w Berlinie i drogi jego rozwoju. Metody przygotowywania mieszanin gazów dla komory wybuchowej i urządzenia poddawanego próbom. Wytyczne konstrukcyjne komory wybuchowej i rozwiązanie jej najbliższego otoczenia. Urządzenia pomocnicze (np. sprężarki). Urządzenia pomiarowe.
- 303* 621.317.326:621.315.624 D1
Hagenguth J. H., Rohlf A. F., Degnan W. J.: **Przeskoki przy napięciach udarowych i napięciach 60Hz przy dużych odstępach elektrod**. „Sixty-cycle and impulse sparkover of large gap spacings”. Trans. amer. Inst. electr. Engrs., New York, t. 71, cz. 3, 1952, s. 455; A4, 5,5 str., 3 fot., 10 rys., 1 tabl., 13 poz. bibl. — Przeprowadzone próby przeskoku na iskierniku kulowym o średnicy 200 cm, iskierniku sztabowym oraz na łańcuchu izolatorów przy bardzo dużych odstępach elektrod; próby zostały wykonane przy napięciach udarowych i napięciach o częstotliwości sieciowej (60Hz). Metodologia prób i ich wyniki.
- 304* 621.317.333.8 D1
Kondr M. (i inni): **Przeprowadzanie prób udarowych, w szczególności dla transformatorów**. „Provádění rázových zkoušek zvláště u transformátorů”. Elektrotechn. Obz., Praha, mies., Nr 2, luty 53, s. 64; A4, 13 str., 22 rys., 13 poz. bibl. — Metody oceny izolacji przy próbach, wykrywanie uszkodzeń (metoda subiektywna, akustyczna, metody oscylograficzne). Technologia przeprowadzania badań. Omówienie różnych typów oscylografów katodowych stosowanych przy próbach udarowych. Generatory udarowe, przybory pomocnicze przy próbach. Badania udarami modelowymi. Znaczenie właściwych prób przy produkcji pierwszych czeskich transformatorów 220 kV.
- 305* 621.317.71/72:621.314.63 D1
Kümmel F.: **Uchyb od kształtu krzywej w miernikach o prostowniku**. „Der Kurvenformfehler von Gleichrichter Messgeräten”. ETZ-A, Wuppertal, 2-tyg., Nr 23, grud. 53, s. 665; A4, 3,5 str., 8 rys., 5 wyk., 3 poz. bibl. — Zagadnienie pomiaru prądu zmiennego przyrządami prostownikowymi. Wymagania odnośnie przyrządów wielozakresowych. Uchyb przyrządu o prostowniku pod wpływem zniekształceń krzywej prądu mierzonego. Schematy przyrządów wielozakresowych. Charakterystyki uchybów przyrządów, wywołanych zniekształceniem krzywych prądu i napięcia (wyniki badań na kilku przyrządach przy różnych zakresach). Specjalny układ połączeń przyrządu o prostowniku ze zmniejszonym wpływem kształtu krzywej na uchyby wskazań.

Niniejszy Przegląd Bibliograficzny zawiera jedynie część analiz dokumentacji ukazuje się w postaci kart dokumentacyjnych, nicznej (Warszawa, Al. Niepodległości 188). CIDNT przyjmuje całą dokumentację naukowo-techniczną, jak i działy lub poszczególne zagadnienia i tematy techniczne.

CINDT wykonuje za zwrotem kosztów fotokopie i mikrofilmy dokumentacyjnych publikacji z zakresu elektrotechniki. Pełna dokumentacja wydawanych przez Centralny Instytut Dokumentacji Naukowo-Tech. pnumerate kart dokumentacyjnych, która może obejmować zarówno publikacji objętych Przeglądem Dokumentacyjnym jak i kartami do-



Wydawnictwa nadesłane

WORONOW W. T. i ŁOWCKI N. N. PROJEKTOWANIE URZĄDZEŃ ENERGEOELEKTRYCZNYCH ZAKŁADÓW PRZEMYSŁOWYCH. Tłum. mgr inż. St. Mossakowski. 1954, Warszawa, Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Format B5, str. 304, rys. 156, tabl. 94, cena zł 31. — Spis rzeczy: Ogólne zasady projektowania urządzeń energoelektrycznych. Przemysłowe odbiorniki elektryczne. Zasady dynamiki napędu elektrycznego i charakterystyki mechaniczne silników elektrycznych. Wybór silników elektrycznych. Wybór przyrządów sterowniczych i zabezpieczeniowych. Wewnątrzzakładowy rozdział energii elektrycznej. Obliczanie sieci siłowych. Uziemienia i zerowanie. — Informacje wydawcy: Książka przyswaja czytelnikowi polskiemu metody i przebieg projektowania urządzeń energoelektrycznych w zakładach przemysłowych, stosowane w Związku Radzieckim. Książka mimo nieprzystosowania przekładu do warunków polskich ma dla czytelnika polskiego duże znaczenie. Podany jest w niej zasadniczy przebieg projektowania i sformułowane są przesłanki, które przy projektowaniu zawsze powinny być brane pod uwagę. Zawarte zaś w niej dane dotyczące sprzętu radzieckiego będą pomocne tym polskim projektantom, którzy w swych pracach mają do czynienia z dokumentacją dostarczoną przez zaprzyjaźniony Związek Radziecki dla wielu budów naszego Planu 6-letniego. Książka jest przeznaczona dla inżynierów i techników zatrudnionych w biurach projektowych oraz dla studentów szkół inżynierskich.

TECHNIKA WYSOKICH NAPIĘĆ. Praca zbiorowa pod redakcją prof. L. I. SIROTINSKIEGO. Tom I. Tłum. mgr inż. Z. Hasterman i dr inż. J. L. Maksiejewski. 1954, Warszawa, Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Format A4, str. 252, cena 44 zł. — Spis rzeczy: Wyładowania w gazach. Jonizacja i czynniki jonizacyjne. Droga swobodna. Ruchliwość, dyfuzja, rekombinacja. Wyładowania w polu jednostajnym i umiarkowanie niejednostajnym. Rozwój wyładowania w postaci kanału. Opóźnienie przeskoiku. Wytrzymałość elektryczna gazów na podstawie danych doświadczalnych. Wyładowania piorunowe. Ogólna charakterystyka zagadnienia ułotu. Straty z ułotu przy napięciu stałym i okresowo-zmiennym. Ułot w liniach przesyłowych o napięciu 220 . . . 440 kV. Wyładowanie w powietrzu wzdłuż powierzchni dielektryka stałego. Łuk okresowo zmienny w urządzeniach wysokiego napięcia. — P o m i a r y w y s o k o n a p i ę c i o w e. Przyrządy i układy do pomiaru napięcia ustalonego. Pomiar wartości szczytowej napięcia za pomocą iskierników kulowych. Pomiar napięcia i prądu za pomocą klidnografu i sztabek magnetycznych. Pomiar rozkładu pola elektrycznego. Pomiar strat z ułotu. Dzielniki napięcia udarowego. Zjawiska fizyczne w oscylografach elektronowych. Budowa i układy układów oscylografów. — P o d s t a w o w e w y p o s a ż e n i e l a b o r a t o r i ó w w y s o k i e g o n a p i ę c i a. Transformatory probiercze wysokiego napięcia o małej częstotliwości. Generatory wysokiego napięcia stałego. Generatory udarowe napięciowe i prądowe. Urządzenia probiercze wielkiej częstotliwości. Transformator rezonansowy. Wykaz uzupełniających podręczników. — Informacje wydawcy: Książka jest przeznaczona przede wszystkim dla magistrów-inżynierów i studentów kursu magisterskiego, a także dla inżynierów i studentów kursu inżynierskiego.

SZALEK ROMAN, mgr inż. ŚWIETŁÓWKI. Działanie — Montaż — Eksploatacja. 1954, Warszawa, Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Format A5, str. 60, rys. 19, tabl. 3, cena zł 3,50. — Spis rzeczy: Wstęp. Działanie i budowa świetlówek. Montaż świetlówek. Eksploatacja świetlówek. Zakończenie. — Informacje wydawcy: W książce opisana jest zasada działania i budowa świetlówek, sposób włączania ich do sieci oraz warunki właściwego montażu i racjonalnej eksploatacji z podaniem typowych uszkodzeń świetlówek i sposobu ich usuwania. Książka jest przeznaczona dla monterów instalujących

i konserwujących świetlówek oraz dla szerokich kół użytkowników oświetlenia fluorescencyjnego.

WŁASOW W. F. LAMPY ELEKTRONOWE. Tłum. z rosyjskiego prof. dr inż. Janusz Groszkowski. Wyd. 2. 1954, Warszawa, Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Format B5, str. 580, rys. 455, tabl. 38, cena zł 55. — Spis rzeczy: Wiadomości ogólne o elektronowych przyrządach próżniowych. Emisja elektronowa. Katody termoelektronowe przyrządów próżniowych. Podstawy optyki elektronowej. Przebiegi fizyczne w lampie dwuelektrodowej. Lampy dwuelektrodowe. Przebiegi fizyczne w triodzie. Rozdział prądów w triodzie. Lampy trójelektrodowe wzmacniające. Lampy dwusiatkowe (tetrody). Pentody wzmacniające. Lampy elektronowe bardzo wielkich częstotliwości o małym kącie przelotu. Lampy do przemiany częstotliwości. Dodatkowe wiadomości o lampach odbiorczo-wzmacniających. Lampy generacyjne. Klustrony. Magnetrony. Elektronowe lampy promieniowe. Podstawowe wiadomości o wyładowaniach elektrycznych w gazach. Przyrządy gazowane z żarzącą się katodą. Przyrządy gazowane o wyładowaniu samodzielnym. Przyrządy fotoelektryczne. Zakończenie. — Informacje wydawcy: Książka obejmuje całość zagadnień dotyczących lamp elektronowych wysokopróżniowych i gazowanych (jonowych) stosowanych zarówno w radiotechnice jak i w wielu innych dziedzinach techniki. Omówiona została w niej budowa, teoria i działanie oraz zasada prawidłowego wykorzystywania lamp elektronowych, łącznie z lampami specjalnymi na mikrofały (klustrony, magnetrony) oraz elektronowymi przyrządami promieniowymi i fotoelektrycznymi (oscyloskopy, lampy telewizyjne, fotoelementy). Książka jest przeznaczona dla inżynierów oraz studentów wyższych szkół technicznych; mogą z niej korzystać także technicy i słuchacze średnich szkół technicznych.

DOBRAĆWIŃSKI AL. i POCHWAŁSKI J. TECHNOLOGIA PRZETWÓRSTWA TŁOCZYW TERMOUTWARDZALNYCH. Część 1. 1954, Warszawa, Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Format A5, str. 196, rys. 170, tabl. 34, cena 13 zł. — Spis rzeczy: T ł o c z y w a. Wiadomości wstępne o tłoczywach i ich produkcji. — Rodzaje tłoczyw i ich typy: Tłoczywa fenolowe nowolakowe i rezolwowe. Tłoczywa aminowe. — Badanie tłoczyw. — Proces prasowania tłoczyw termoutwardzalnych. Wiadomości podstawowe. — Prasowanie tłoczone. — Parametry prasowania tłoczonego. — Prasowanie przetłoczone. — Parametry prasowania przetłoczonego. — Kształtowanie przedmiotów prasowanych. Wiadomości ogólne. — Zasady projektowania przedmiotów prasowanych. — Formy do prasowania. Wiadomości podstawowe. — Podział form tłocznych. — Konstrukcja części prasujących. — Konstrukcja obudowy formy. — Formy przetłoczone i ich klasyfikacja. — Elementy konstrukcyjne form przetłoczonych. — Materiały na formy i ich obudowy. — Literatura. — Informacje wydawcy: Książka przeznaczona jest dla techników i inżynierów, pracujących w przemyśle tworzyw sztucznych oraz zatrudnionych w biurach konstrukcyjnych. Może również służyć pomocą młodzieży studiującej.

SIEDLANOWSKI ROMUALD. ZBIÓRKA ZŁOMU W ZAKŁADZIE PRZEMYSŁOWYM. 1954, Warszawa, Polskie Wydawnictwa Gospodarcze. Format A5, str. 166, rys. 7, cena zł 10,80. — Spis rzeczy: Kategorie surowców wtórnych i miejsca ich powstawania. Przerób złomu. Materiały wybuchowe i niebezpieczne w złomie. Wysyłka złomu. Rozliczanie dostaw z rejonowymi zbiornicami złomu. Zelastwo nadające się do wtórnego użytkowania. Specjalne rodzaje złomu. Zagadnienia organizacyjne. — Informacje wydawcy: Książka omawia zagadnienie zbiórki, przerobu, przechowywania i wysyłki złomu stali, żeliwa, metali nieżelaznych i ich stopów w zakładzie przemysłowym. Praca przeznaczona jest dla pracowników służb zaopatrzenia i personelu produkcyjnego w przemyśle.

PRZEGLĄD TECHNICZNY, organ główny NOT, nr 5/55, zawiera następujące artykuły: 1 Maja 1955 r. — Czarnowski J. O szybszy i pełniejszy rozwój piśmiennictwa technicznego. — Trzaski H. Wpływ dokumentacji projektowo-kosztorysowej na obniżenie kosztów wznoszenia i eksploatacji inwestycji. — Sitowski J. Główne kierunki rozwoju techniki w budownictwie przemysłowym. — Horbaczewski J. Zakres zadań NOT w dziedzinie ochrony pracy. — Bartosiewicz S. Rola i zadania punktów dokumentacji w produkcyjnych zakładach pracy. — Talejko

E. O zaklasyfikowaniu książek według systemu dziesiętnego. — Szokowa C. Niektóre problemy związane z organizacją bibliotek technicznych. — Ciążkowski J. Wystawa „Postęp techniczny w służbie człowieka”. — Nowiny techniczne z prasy zagranicznej. — Wolna Trybuna. — Sprawy organizacyjne NOT i stowarzyszeń. — Krytyka i bibliografia. — Kronika. — Biuletyn CIDNT. — Przegląd Dokumentacyjny Zagadnień Dokumentacji. — Przegląd Dokumentacyjny Metrologii.

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWA TECHNICZNE

Aleksandrowicz A.: **Obsługa filtrów w przemyśle chemicznym.** Seria „Będę Fachowcem”. S. 55, zł 2.—

Baranowski J.: **Bezpieczna obsługa radiowęzła.** Bibl. Radiomechanika. S. 79, zł 3.—

Chudziński J.: **Sieci ciepłne.** Budowa, obsługa, naprawa. S. 284, zł 27.50 — (opraw.)

Ciborowski J.: **Inżynieria chemiczna.** Wyd. 2 uzup. S. 915, zł 102.— (opraw.)

Dobrowolski Z.: **Podręcznik spawalnictwa.** S. 248, zł 22.—

Doliński J.: **Oszczędne używanie gazu w gospodarstwach domowych i instytucjach usługowych.** S. 44, zł 2.50

Drabarek A.: **Bezpieczeństwo i higiena pracy w laboratorium chemicznym.** Bibl. Laboranta. S. 59, zł 2.50

Fabierkiewicz W.: **Podręczny słownik włókienniczy w 5 językach polski-rosyjski-angielski-francuski-niemiecki.** S. 306, zł 71.50 (opraw.)

Groszkowski J.: **Technologia wysokiej próżni.** Wyd. 2 popraw. i uzup. S. 350, zł 37.— (opraw.)

Górski E.: **Frezy. Konstrukcja.** Wyd. 2 popraw. i uzup. S. 200, zł 21.— (opraw.)

Juffy E.: **Materiały, urządzenia i sprzęt spawalniczy.** S. 192, zł 8.50

Karasiński Z.: **Technika ochrony pracy w energetyce.** S. 91, zł 7.—

Kielkiewicz R.: **Generatory gazowe.** Wskazówki bhp. S. 67, zł 4.50

Kondaszewski W. W.: **Automatyczna kontrola wymiarów podczas obróbki.** S. 203, zł 19.—

Kuzniecowa A. I.: **Technika bezpieczeństwa pracy w urządzeniach elektrycznych.** Tłum. z ros. J. Wolski i I. Baran. S. 282, zł 29.50 (opraw.)

Lenkowski P., Stachowiak A.: **Bhp w przemyśle farmaceutycznym.** S. 154, zł 7.50

Mołoczek W. A.: **Remont turbin parowych.** Wyd. 2. Tłum. z ros. K. Smolaga. S. 368, zł 20.—

Nazarewski J.: **Racjonalizatorstwo w Zakładach Wytwórczych Aparatów Wysokiego Napięcia im. J. Dymitrowa.** S. 112, zł 5.50

Pabst F.: **Tworzywa sztuczne.** Tłum. z niem. S. Moliński. S. 535, zł 26.— (opraw.)

Różycki M.: **Ultradźwięki.** Wyd. 2 popraw. i uzup. S. 120, zł 6.50

Sekuracki F.: **O zatruciach w przemyśle.** Wyd. 3 popraw. i uzup. Bibl. Ochrony Pracy. S. 63, zł 3.—

Stapek Z.: **Dodatki uszlachetniające do produktów naftowych.** S. 118, zł 9.—

Staub F.: **Zastosowanie mikroskopu do badań stopów metali nieżelaznych.** S. 112, zł 4.—

Szcziklin I. A.: **Przyspieszenie krążenia środków obrotowych.** Tłum. z ros. W. Geritz. S. 72, zł 5.50

Zagorski F. N., Zagorska E. P.: **Szybkościowe frezowanie metali.** Tłum. z ros. Z. Zanoziński. Bibl. Ochrony Pracy. S. 90, zł 5.—

Do nabycia w księgarniach technicznych Domu Książki i u kolporterów zakładowych

