

PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

ORGAN
MINISTERSTWA ENERGETYKI, MINISTERSTWA PRZEMYSŁU MASZYNOWEGO,
STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH

ROK XXXI

ZESZYT 1

21.I.1955

Mniej więcej czwartą część dochodu narodowego przeznaczamy corocznie na inwestycje, to znaczy na rozbudowę naszej gospodarki narodowej, na rozwój naszych materialnych sił wytwórczych. Jak poważne są te nakłady inwestycyjne i jak szybki jest ich wzrost, świadczy następujące porównanie: gdy w pierwszych 4 latach naszej gospodarki, od 1946 do 1949 r., będących głównie okresem odbudowy kraju ze zniszczeń wojennych, wydawkowaliśmy na inwestycje ogółem 32 miliardy zł (w sumach porównywalnych), to w okresie ostatnich 4 lat 1950 — 1953 nakłady inwestycyjne wyniosły już ogółem 103 miliardy zł, czyli 3,2 raza więcej. W porównaniu z okresem przedwojennym nasze inwestycje obecne są 6-krotnie większe. W ciągu jednego tylko roku 1953 nakłady na inwestycje wyniosły mniej więcej tyleż, co w ciągu 4 lat odbudowy gospodarczej 1946 — 1949.

Jakże wymownie świadczą te liczby o szybkim tempie rozwoju naszej gospodarki narodowej, który jest niezawodnym miernikiem i warunkiem ogólnego wzrostu dobrobytu i kultury narodu.

W ciągu ostatnich lat ponad połowę środków inwestycyjnych przeznaczaliśmy na rozbudowę przemysłu zgodnie z zadaniem uprzemysłowienia kraju. Ale wraz z tym poważne sumy wydawkowaliśmy na rozbudowę transportu, żeglugi, środków łączności, na rozwój rolnictwa, na budownictwo mieszkaniowe.

B. BIERUT



SPIS RZECZY

Golański H. Rozwój ośrodków kształcenia kadry inżynierskiej w Polsce Ludowej.
Paszek W. Zespół Leonarda sterowany za pomocą amplitudyny.
Gottfried J. Przekształcenie wieloboku zupełnego na gwiazdę.
Myślicki A. Łączniki i rozdzielnie.
Felhorski W. Oświetlenie fluorescencyjne wagonów.
Witulska F. Sztuczne wzmoczenie spadku w elektrowni wodnej za pomocą dodatkowej turbopompy.
Kiżewski P. Nowe tendencje w projektowaniu układów rozdzielni wysokiego napięcia.
Przegląd Dokumentacyjny Elektrotechniki.

СОДЕРЖАНИЕ

Голянский Х. Развитие центров подготовки инженерных кадров в Народной Польше.
Пашек В. Агрегат Леонарда, управляемый при помощи амплитуды.
Готфрид Я. Преобразование полного многоугольника в звезду.
Мыслицкий А. Выключатели и распределительные устройства.
Фельхорский В. Люминесцентное освещение вагонов.
Кижевский П. Новые течения в проектировании распределительных устройств высокого напряжения.
Библиографический Обзор Электротехники.

CONTENTS

Golański H. Development of engineering training centres in Poland
Paszek W. Amplitude-controlled Ward-Leonard system.
Gottfried J. Transformation of complete polygon to star.
Myślicki A. Switchgear and distribution installations.
Felhorski W. Fluorescent railway carriage lighting.
Witulska F. Artificial means of increasing, by using an auxiliary turbine pump, the water head in hydro-electric power plants.
Kiżewski P. New trends in H. T. switching station design.
Electrical Bibliographic Review.

Warunki prenumeraty

PRZEGLĄDU ELEKTROTECHNICZNEGO na rok 1955

I. Prenumerata normalna

Prenumerata normalna wynosi: kwartalnie 27 zł, półrocznie 54 zł, rocznie 108 zł.

Zgłoszenia na prenumeratę normalną przyjmują urzędy pocztowe oraz listonosze miejscy i wiejscy. Można również zgłosić prenumeratę normalną do PPK Ruch, Centralna Ekspedycja, Warszawa, Srebrna 12, przez wpłacenie należności na konto PKO—I-110/14000 z dokładnym podaniem nazwiska i adresu prenumeratora, okresu prenumeraty i tytułu czasopisma „Przegląd Elektrotechniczny”.

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

II. Prenumerata ulgowa

Prenumerata ulgowa wynosi kwartalnie zł 13,50, półrocznie zł 27.-, rocznie zł 54.-. Z prenumeraty ulgowej mogą korzystać przy zamówieniach **zbiorowych** członkowie stowarzyszeń naukowo-technicznych zrzeszonych w NOT, członkowie SARP, członkowie klubów techniki i racjonalizacji oraz studenci wyższych uczelni.

Zamówienia zbiorowe, imienne—z podaniem adresów, okresu prenumeraty i tytułu czasopisma „Przegląd Elektrotechniczny” oraz załączeniem należności—przyjmują koła zakładowe, od członków zaś niezrzeszonych w kołach—oddziały stowarzyszeń naukowo-technicznych, od studentów—koła naukowe uczelni.

Zamówienia zbiorowe należy przekazywać w podanych niżej terminach do PPK Ruch, Centralna Ekspedycja, Warszawa, Srebrna 12, wpłacając jednocześnie należność na konto PKO—I-110/14000.

Terminy zgłaszania prenumeraty ulgowej:

na II kwartał — do 1.III.55 r.,
na III „ — do 1.VI.55 r.,
na IV „ — do 1.IX.55 r.

A 124 II

PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

ORGAN
MINISTERSTWA ENERGETYKI, MINISTERSTWA PRZEMYSŁU MASZYNOWEGO,
STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH

ROK XXXI

1955

Redaktor naczelny inż. Tadeusz Czaplicki

Redaktorzy działów inżynierowie: Stanisław Andrzejewski,
Janusz Gniewiewski, Leszek Zienkowski, Tadeusz Żarnecki



WYDAWNICTWO NACZELNEJ ORGANIZACJI TECHNICZNEJ
WARSZAWA

WYKAZ TYTUŁÓW GRUPOWYCH DO SPISU RZECZY

Amplidyny
Aparaty elektryczne
Asfalt
Automatyka

Bezpieczniki
Bibliografia
Biuletyn Instytutu Elektro-
techniki
Blacha elektrotechniczna
Budownictwo elektryczne

Ceramika

Defektoskopia
Dławiki
Dziesięciolecie Polski Ludowej

Eksport polski
Elektronika
Elektrotechnika teoretyczna
Elektrownie
Energetyka
Energia atomowa
Energia wiatru

Ferroelektryki
Ferryt barowy

German
Gospodarstwo domowe
Grzejnictwo elektryczne

Izolatory

Jedwab szklany

Kable
Kamionka

Kolorymetria
Kompensatory
Kondensatory
Konferencje
Kosztorysowanie w elektro-
energetyce
Krzem

Lakiery
Lampy fluoryzujące
Linie elektryczne

Magnesy
Maszyny elektryczne
Materiały ceramiczne
Materiały elektrotechniczne
Materiały izolacyjne
Materiały magnetyczne
Materiały mineralne
Materiały piezoelektryczne
Materiały proszkowe
Materiały przewodzące
Materiały włókniste
Materiały zmiennooporowe
Metale konstrukcyjne
Metale próżniowe
Miernictwo elektryczne
Mika
Molibden
Montaż urządzeń i instalacji

Nagrody państwowe
Napęd elektryczny
Normalizacja

Ochrona odgromowa
Oleje izolacyjne
Oleje turbinowe
Oporniki
Oscylografy
Oświetlenie
Papiery izolacyjne

Pasty emisyjne
Pasty izolacyjne
Piecze elektryczne
Plan pięcioletni
Plany geodezyjne w energety-
ce

Polska Akademia Nauk
Pomiary techniczne
Porcelana
Prądy peizające
Preszpan
Produkty naftowe
Prostowniki
Przekładniki
Przemysł akumulatorowy
Przemysł elektrotechniczny
Przemysł kablowy
Przemysł teletechniczny
Przebiecia
Przewody
Przyrządy pomiarowe
Przyrządy rozdzielcze

Rachunek przybliżony w po-
miarach
Regulacja
Regulacja automatyczna
Rozdział energii
Rozdzielnie

Samoczynne ponowne zaięcza-
nie

Sieci elektryczne
Sieci elektryczne miejskie
Silniki elektryczne
Siły wodne
Słownictwo elektryczne
Słupy elektryczne
Smary
Spoiwa

Sprzęt instalacyjny
Stacje transformatorowe
Stopy magnetyczne
Stopy żelaza niemagnetyczne
Stowarzyszenie Elektryków
Polskich

Styki
Syciwa
Szczotki do maszyn elektrycz-
nych
Szkło
Szkolnictwo wyższe

Światło
Święto Pracy

Targi
Telemetria
Termoelementy
Tłoczywa
Trakcja elektryczna
Transformatory
Tworzywa organiczne

Układy energoelektryczne

Węglik spiekane
Włókna
Wolfram
Woski izolacyjne
Współczynnik mocy
Wydawnictwa nadesłane
Wyłączniki

Zabezpieczenia
Zasilanie zakładów przemysło-
wych
ZSRR
Zwarcia
Zwarciołnie

Skróty: (Cz) = Z działu „Przegląd czasopism”; ob. = obacz również.

SPIS RZECZY

A

Amplidyny

Zespół Leonarda sterowany za pomocą amplidyny. W. Paszek 5. (Treść ob. Maszyny elektryczne).

Aparaty elektryczne

Kierunki rozwojowe polskiego przemysłu maszyn i aparatów elektrycznych oraz sprzętu instalacyjnego. L. Zielenkowski 461.

Asfalt

Bitumy. Z. Stepek. 620 (Treść ob. Materiały elektrotechniczne).

Automatyka (ob. Słownictwo elektryczne)

B

Bezpieczniki

Badania wkładek bezpieczników instalacyjnych na 500 V. T. Lipski, R. Bućko. 406.
Wstęp. 406. — Wyniki statystyczne pomiarów oporności wkładki. 406. — Charakterystyki prądowo-czasowe. 407. — Przerwanie zwarć. 408. — Próby piasku. 408. — Wnioski. 409. — Literatura. 409.

Uszeregowanie wartości prądu znamionowego wkładek bezpiecznikowych. J. Piasecki. 469.

Próby zwarciowe przyrządów rozdzielczych produkcji krajowej w 1954 r. — 1. A. Myśliński. 424. (Treść ob. Wyłączniki).

Bibliografia

Przegląd Dokumentacyjny Elektrotechniki. B1. B5. B9. B13. B17. B21. B25. B29. B33. B37. B41. B45.

Biuletyn Instytutu Elektrotechniki

Wyznaczenie początku krzywej napięcia powrotnego w wyłącznikach trakcyjnych. Z. Wesołowski. 323. — Laboratorijna metoda badania oświetlenia dziennego na modelach budynków. T. Dobrowolski. 417. — Oświetlenie kopalń. L. Bersohn. 496. — Pomiar skuteczności podgrzewania wstępnego tłoczwy termoutwardzalnych metodą Raschiga-Krahla. T. Skrzypek. 500. — Krajowe urządzenia telemetrii bliskosiężnej. H. Kuczyńska. 540.

Blacha elektrotechniczna

Blachy elektrotechniczne. M. Markuszewicz. 577. (Treść ob. Materiały elektrotechniczne).

Budownictwo elektryczne

Kierunki rozwojowe budownictwa przemysłowego w zakresie elektrotechniki w planie 5-letnim. W. Piórog. 512.
Wstęp. 512. — Budownictwo elektrowni. 512. — Montaż urządzeń i instalacji elektrycznych wysokiego i niskiego napięcia w zakładach przemysłowych. 513. — Instalacje i urządzenia teletechniczne. 513. — Napęd elektryczny maszyn budowlanych. 514. — Naprawy maszyn i urządzeń elektrycznych. 514.

C

Ceramika (ob. Materiały elektrotechniczne)

Surowce ceramiczne do celów elektrotechniki. Z. Guzek. Z. Święcki. 667. (Treść ob. Materiały elektrotechniczne).

Porcelana elektrotechniczna. L. Winogrodow. 671. (Treść ob. Materiały elektrotechniczne).

Ceramika elektrotechniczna. M. Mazur. 680. (Treść ob. Materiały elektrotechniczne).

Zwiększenie zawartości mullitu w wyrobach ceramicznych przez zmianę procesu technologicznego. Z. Święcki. 684. (Treść ob. Materiały elektrotechniczne).

Zastosowanie defektoskopii ultradźwiękowej do prób wysokonapięciowych izolatorów ceramicznych. J. Ranachowski, J. Wehr. 688. (Treść ob. Materiały elektrotechniczne).

Dielektryki ceramiczne w technice wielkiej częstotliwości. L. Badian. 695. (Treść ob. Materiały elektrotechniczne).

D

Defektoskopia

Zastosowanie defektoskopii ultradźwiękowej do prób wysokonapięciowych izolatorów ceramicznych. J. Ranachowski, J. Wehr. 688. (Treść ob. Materiały elektrotechniczne).

Możliwości produkcyjne i zamierzenia krajowego przemysłu metalurgii proszków. E. Bryjak. 574. (Treść ob. Materiały elektrotechniczne).

Dławiki

Obliczanie mechaniczne dławików przeciwzwarciovych. K. Wilczyński. 156.

Wytyczne dla normalizacji danych znamionowych dławików gaszących. A. Roguski. 191.

Dławik zwarciovy na 15 kV. H. Dzierżek. 380.

Główne właściwości. 380. — Uzwojenie i układy połączeń. 381. — Izolacja. 382. — Wytrzymałość zwarciova. 382. — Konstrukcja wsporcza. 382.

Dziesięciolecie Polski Ludowej

Osiągnięcia inwestycyjne polskiej energetyki w ubiegłym dziesięcioleciu. B. Gutherc. 421.

Osiągnięcia energetyki w Polsce Ludowej. 423.

E

Eksport polski

Eksport elektrotechnicznego sprzętu instalacyjnego. J. Peda. 360.

Elektronika (ob. Materiały elektrotechniczne — Konf. Mat. — Sur. PAN. 706—748).

Elektrotechnika teoretyczna

Przekształcenie wieloboku zupełnego na gwiazdę. J. Gottfried. 13.

Istota zagadnienia. 13. — Zasadnicze twierdzenia i wzory. 14. — Przykłady zastosowania. 14. — Literatura. 15.

W sprawie schematów zastępczych sieci biernych o n zaciskach. A. Przyłuski, Z. Skoczylski. 321.

Elektrownie (ob. Energia atomowa)

O wyborze elektrowni prowadzących w układach elektroenergetycznych. J. Preminger. 764.

Wstęp. 764. — Główne elementy układu elektroenergetycznego a regulacja częstotliwości. 764. — Krótkie porównanie elektrowni parowych i wodnych. 766. — Wybór elektrowni prowadzących na tle pracy układu elektroenergetycznego. 766. — Rozwój elektroenergetyki a zagadnienie elektrowni prowadzących. 767. — Literatura. 767.

Układy prądu stałego w elektrowniach cieplnych. T. Frank, Z. Skrypkow. 354.

Energetyka (ob. Energia atomowa; Siły wodne; Energia wiatru; Transformatory; Rozdział energii; Elektrownie; Kosztorysowanie; Plany geodezyjne).

Osiągnięcia inwestycyjne polskiej energetyki w ubiegłym dziesięcioleciu. B. Gutherc. 421.

Osiągnięcia energetyki w Polsce Ludowej. 423.

Kierunki rozwojowe energetyki w planie 5-letnim. B. Leszek. 505.

Wstęp. 505. — Zapotrzebowanie energii i mocy. 505. — Surowce. 505. — Gospodarka skojarzona ciepło-elektryczna. 506. — Energetyka wodna. 506. — Wysokie parametry i wielkie moce obiektów energetycznych. 506. — Sieci elektryczne. 506. — Elektrownie. 507. — Kierowanie pracą układu energetycznego. 507. — Zakończenie. 507.

Rola i znaczenie energii wodnej w energetyce polskiej. S. Michałowski. 767.

Zagadnienia eksploatacyjne i dezyderaty w zakresie produkcji transformatorów na tle doświadczeń i potrzeb energetyki. W. Kosieradzki, S. Moszczyński. 49. (Treść ob. Transformatory)

Rozwój energetyki radzieckiej. 501. (Treść ob. ZSRR).

O konieczności stosowania odpowiednich planów geodezyjnych dla inwestycji energetycznych. W. Zarudzki. 459.

Energia atomowa

Wyzyskanie energii atomowej jest dla ludzkości koniecznością. 281.

Projekty wyzyskania energii atomowej do produkcji energii elektrycznej. W. Ney. 282.

Historyczne i polityczne tło zagadnienia. 282. — Podstawy fizyczne praktycznego wyzyskania energii atomowej. 282. — Reaktory atomowe. 283. — Bilans paliwowy dla zasadniczych procesów stosu atomowego. 286. — Elektrownie atomowe. 288. — Gospodarcze perspektywy energii atomowej na tle oceny wyzyskania światowych zasobów energetycznych. 292. — Wnioski. 294. — Literatura. 294.

Reaktory jądrowe do wytwarzania energii elektrycznej O. Wołczek. 295.

Wstęp. 295. — Łańcuchowa reakcja rozszczepiania jąder atomo-

wych. 295. — Elementy konstrukcyjne reaktorów jądrowych. 295. — Uwagi technologiczne. 295. — Typy reaktorów. 297. — Porównanie różnych typów reaktorów. 300.

Materiały do budowy reaktorów atomowych. S. Andrzejewski. 301.

Energia wiatru

Komisja wykorzystania energii wiatru SEP. 460.

F

Ferroelektryki

Ferroelektryki. W. Pajewski. 701. (Treść ob. Materiały elektrotechniczne).

Ferryt barowy

Wytwarzanie ferrytu barowego, jego struktura i własności magnetyczne. L. Kozłowski, Z. Ziółowski, B. Razumowski. 610. (Treść ob. Materiały elektrotechniczne).

G

German

German i krzem. Z. Majewski. 717. (Treść ob. Materiały elektrotechniczne).

Gospodarstwo domowe

Elektryfikacja gospodarstwa domowego. 367.

Grzejnictwo elektryczne

Materiały oporowe na elementy grzejne. A. Semkowicz. 561. (Treść ob. Materiały elektrotechniczne).

I

Izolatory (ob. Ceramika)

Porcelana elektrotechniczna. L. Winogradow. 671. (Treść ob. Materiały elektrotechniczne).

Szkoło izolatorowe. J. I. Skowroński. 673. (Treść ob. Materiały elektrotechniczne).

Kamionka jako materiał izolacyjny dla elektrotechniki. J. I. Skowroński, J. Juchniewicz, T. Wιδurski. 675. (Treść ob. Materiały elektrotechniczne).

J

Jedwab szklany

Stan prac i perspektywy produkcji jedwabiu szklanego w kraju. A. Zawadzki. 658.

K

Kable

Bitumy. Z. Stepek. 620. (Treść ob. Materiały elektrotechniczne).

Elastomery stosowane w przemyśle kablowym. W. Zieliński. 632.

Kamionka

Kamionka jako materiał izolacyjny dla elektrotechniki. J. I. Skowroński, J. Juchniewicz, T. Wιδurski. 675. (Treść ob. Materiały elektrotechniczne).

Kolorymetria

— Nowsze metody obiektywnych pomiarów. L. Berson. 779. (Treść ob. Światło).

Kompensatory (ob. Maszyny elektryczne)

Kondensatory

Kondensatory statyczne jako środek poprawy współczynnika mocy. T. Klärner. 436. (Treść ob. Współczynnik mocy). Układy energoelektryczne — I (MKWSE, 1952 i 1954). Z. Skoczyński. 471. (Treść ob. Układy energoelektryczne).

Konferencje

Konferencja Transformatorowa Polskiej Akademii Nauk. J. L. Jakubowski, E. Jezierski. 45.

Konferencja Materiałoznawczo-Surowcowa w zakresie elektrotechniki Polskiej Akademii Nauk, 545 — 760.

Kosztorysowanie w elektroenergetyce

Kosztorysowanie montażu urządzeń i instalacji elektroenergetycznych. B. Kaliński. 464.

Wstęp. 464. — Znaczenie i rola dokumentacji kosztorysowej. 464. — Ogólne zasady sporządzania dokumentacji kosztorysowej. 464. — Trudności występujące przy kosztorysowaniu, źródła błędów i wskazówki do unikania ich. 465. — Nowy system kosztorysowania. 466. — Przewidywany rozwój kosztorysowania. 467.

Krzem

German i krzem. Z. Majewski. 717. (Treść ob. Materiały elektrotechniczne).

L

Lakiery

O nasycaniu izolacji papierowej transformatorów lakierami olejo-odpornymi. H. Latour, J. Gzylewski. 172. (Treść ob. Materiały izolacyjne).

Lakiery elektroizolacyjne. W. Smyk. 639. (Treść ob. Materiały elektrotechniczne).

Bitumy. Z. Stepek. 620. (Treść ob. Materiały elektrotechniczne).

Lampy fluoryzujące

Oświetlenie fluorescencyjne wagonów. W. Felhorski. 32. (Treść ob. Oświetlenie).

Linie elektryczne (ob. Sieci elektryczne; Układy energoelektryczne; Słupy elektryczne)

Zagadnienia linii napowietrznych (MKWSE, 1954). Z. Jasicki. 335.

Wstęp. 335. — Opisy linii wybudowanych w ostatnich latach. 335. — Technika konstrukcji wsporczy i fundamentów. 338. — Eksploatacja oraz obliczanie przewodów pojedynczych i wiązkowych. 341. — Uwagi o budownictwie sieciowym. 344. — Wnioski ogólne. 345. — Spis referatów. 345.

Linie elektroenergetyczne o pełnym wyzyskaniu izolacji drewna. W. Demel. 309.

Wstęp. 309. — Wyzyskanie izolacji drewna. 310. — Wytrzymałość udarowa linii. 310. — Założenia i konstrukcja linii o poprzecznicach drewnianych. 314. — Konserwacja linii z poprzecznikami drewnianymi. 315. — Wnioski. 315. — Literatura. 315.

M

Magnezy (Treść ob. Materiały elektrotechniczne).

Magnezy trwałe. L. Kozłowski. 586. (Treść ob. Materiały elektrotechniczne).

Maszyny elektryczne (ob. Silniki elektryczne)

Kierunki rozwojowe polskiego przemysłu maszyn i aparatów elektrycznych oraz sprzętu instalacyjnego. L. Zienkowski. 461.

Ocena serii maszyn elektrycznych metodą analizy łącznych kosztów amortyzacji i eksploatacji. T. Sliwiński, B. Wdowiak. 327.

Wstęp. 327. — Sposób ujmowania zagadnień ekonomicznych przy projektowaniu maszyn elektrycznych. 327. — Kryterium do porównywania serii silników indukcyjnych. 328. — Sposób porównywania serii silników indukcyjnych. 328. — Określenie rocznych kosztów użytkowania silnika indukcyjnego. 329. — Przykłady obliczeń. 332. — Wnioski. 334. — Literatura. 335.

Urządzenia kompensatorów synchronicznych. Z. Nartowski. 303.

Wstęp. 303. — Schemat połączenia kompensatora ze stacją. 303. — Rozruch i jego automatyka. 303. — Wzbudzenie i jego regulacja. 305. — Zabezpieczenie kompensatorów. 305. — Chłodzenie kompensatorów. 305. — Ustawienie kompensatorów w hali. 306. — Usytuowanie kompensatora na terenie stacji. 307. — Połączenie kompensator-transformator. 307. — Przykładowe rozwiązanie hali kompensatorów. 307. — Napowietrzne urządzenia kompensatorów synchronicznych. 308. — Koszty. 309. — Wnioski. 309. — Literatura. 309.

Uogólnione równania charakterystyki mechanicznej silnika indukcyjnego klatkowego. Ł. W. Litwak, E. W. Nitusow. (Cz.). 364.

Zespół Leonarda sterowany za pomocą amplitudyny. W. Pašek. 5

Parametry amplitudyny. 5. — Warunki pracy zespołu Leonarda. 5. — Opis układu sterowania zespołu Leonarda przy pomocy amplitudyny. 8. — Ruch i regulacja prędkości silnika. 8. — Wpływ napięciowego sprzężenia zwrotnego na pracę układu. 9. — Wpływ prądowego sprzężenia zwrotnego na charakterystykę zewnętrzną. 11. — Ruch nawrotny. 11. — Hamowanie. 12. — Pomiary oscylograficzne. 13. — Literatura. 13.

Określanie zasadniczych parametrów napędu maszyn wyciągowych. K. Wajsa. 440.

Materiały ceramiczne (ob. Materiały elektrotechniczne — Konf. Mat.-Sur. PAN. 666.—706).

Materiały elektrotechniczne — referaty na Konferencję Materiałoznawczo-Surowcowa w zakresie elektrotechniki PAN. 545—760. (Ob. Syciwa; Energia atomowa; Tłoczywa).

Problematyka materiałów elektrycznych w Polsce. J. I. Skowroński. 545.

I. MATERIAŁY PRZEWODZĄCE

Metale konstrukcyjne. Z. Woynarowski. 550.

Wstęp. 550. — Stale 550. — Żeliwo i staliwo. 551. — Brazy odlewnicze i do przeróbki plastycznej. 551. — Mosiądze odlewnicze i do przeróbki plastycznej. 551. — Stopy odlewnicze cynku. 552. — Stopy lekkie. 552. — Bimetały termostatische. 552. — Metale do wyrobu sprężyn. 553. — Spoiwa. 553. — Wnioski. 554. — Tezy do dyskusji. 555. — Literatura. 555.

Materiały przewodowe i oporowe. Z. Misiółek. 555.

Materiały przewodowe. 555. — Materiały oporowe. 559. — Wnioski. 560. — Literatura. 560.

Materiały oporowe na elementy grzejne. A. Semkowicz. 561.
Podłoże ekonomiczno-gospodarcze dla produkcji materiałów oporowych Ni-Cr i Fe-Cr-Al. 561. — Specyfikacja gatunków. 561. — Badania jakościowe. 562. — Porównanie jakości produkcji krajowej i zagranicznej. 562. — Zagadnienia technologiczne. 565. — Urządzenia hutnicze i sposoby produkcji. 565. — Normy resortowe dla materiałów oporowych. 566. — Wskazówki dla eksploatacji. 566. — Możliwości rozwojowe i polepszenie jakości produkcji. 566. — Współpraca z instytutami. 566. — Wnioski. 566. — Literatura. 566.

Metale stykowe i proszki mikrofonowe. M. Miłkowska. 567.

Uwagi wstępne. 567. — Metale stykowe. 567. — Zadania przemysłu. 570. — Ośrodki badawcze. 571. — Przepisy i normy. 571. — Proszki mikrofonowe. 571. — Wnioski. 571. — Literatura. 571.

Szczółki do maszyn elektrycznych. F. Frycz. 572.

Uwagi ogólne. 572. — Krajowe zapotrzebowanie tworzyw szczerkowych. 572. — Zagadnienia naukowo-techniczne do rozwiązania. 572. — Dezyderaty i wnioski. 573.

Możliwości produkcyjne i zamierzenia krajowego przemysłu metalurgii proszków. E. Bryjak. 574.

Węglik spiekane. Styki elektryczne. Wyroby wolframowe i molidenowe. Magnesyt suiekane. Łożyska porowate. Proszki metalu. Proszki do defektoskopii.

Perspektywy rozwojowe krajowej produkcji drutów na termoelementy. J. Cieślak. 575.

II. MATERIAŁY MAGNETYCZNE

Blachy elektrotechniczne. M. Markuszewicz. 577.

Wstęp. 577. — Blachy ze stali niskowęglowej. 578. — Blachy ze stali krzemowej walcowane na gorąco. 580. — Taśmy ze stali krzemowej walcowane na zimno. 583. — Uwagi końcowe. 586. — Literatura. 586.

Magnesyt trwałe. L. Kozłowski. 586.

Wielkości charakteryzujące materiały na magnesy trwałe. 586. — Rozwój materiałów na magnesy trwałe. 588. — Technologia wytwarzania magnesów trwałych i ich własności technologiczne. 591. — Stateczność magnesów. 592. — Zastosowanie magnesów trwałych. 594. — Obliczanie magnesów. 595. — Magnesowanie magnesów. 596. — Uwagi końcowe i wnioski. 596. — Literatura. 597.

Nowoczesne proszkowe materiały magnetyczne w przemyśle energo- i teleelektrycznym. W. Rutkowski. 597.

Wstęp. 597. — Magnesyt trwałe, wytwarzane metodami metalurgii proszków. 597. — Proszkowe materiały magnetycznie miękkie. 601.

Permaloj — ich technologia i zastosowanie. F. Foniok, J. Rusz. 603.

Wstęp. 603. — Stan produkcji permalojów w obcych krajach. 603. — Stopy krajowe magnetycznie miękkie i ich technologia. 605. — Plan prac w dziedzinie miękkich stopów magnetycznych w latach przyszłych. 606. — Literatura. 606.

Stopni niemagnetyczne. Z. Matheisel. 607.

Wstęp. 607. — Stal i staliwo niemagnetyczne. 607. — Zeliwo niemagnetyczne. 608. — Metody pomiaru przenikalności stopów niemagnetycznych. 609. — Wnioski. 610. — Literatura. 610.

Wytwarzanie ferrytu barowego, jego struktura i własności magnetyczne. L. Kozłowski, Z. Ziółowski, B. Razumowski. 610.

Wstęp. 610. — Technologia wytwarzania ferrytów baru. 611. — Badania rentgenograficzne ferrytów. 611. — Stosowane magnetyczne metody pomiarowe. 613. — Własności magnetyczne badanego ferrytu baru. 614. — Uwagi końcowe i wnioski. 614. — Literatura. 614.

III. PRODUKTY NAFTOWE I POKREWNE

Oleje i woski izolacyjne. B. Dryś, Z. Siciński. 615.

Podział olejów. 615. — Mineralne oleje transformatorowe. 615. — Oleje kondensatorowe i do kabli najwyższych napięć. 616. — Oleje mineralne ciężkie — kablowe. 617. — Oleje transformatorowe syntetyczne. 617. — Oleje sylikonowe. 618. — Syntetyczne oleje kondensatorowe. 618. — Woski naturalne i syntetyczne. 619. — Wnioski i uwagi końcowe. 619. — Literatura. 619.

Bitumny. Z. Stepek. 620.

Okreszenia. 620. — Asfalty. 620. — Masy zalewowe kablowe. 621. — Lakierzy asfaltowe. 622. — Wnioski. 622. — Literatura. 622.

Oleje turbinowe, smary i inne produkty naftowe. Z. Stepek. 622.

Oleje turbinowe. 622. — Wskaz produktów, ich własności i produkcja. 622. — Dodatki polepszające jakość olejów turbinowych. 624. — Osiągnięcia nasze na tle osiągnięć światowych. 628. — Wnioski. 628. — Benzyna wzorcowa (normalna). 628. — Smary do łożysk tocznych. 629. — Literatura. 629.

IV. TWORZYWA ORGANICZNE

Technologia tłoczyw termoutwardzalnych. T. Sulima. 629.

Wstęp. 629. — Materiały odporne na prądy pełzające. 630. — Żywice lane epoksydowe. 631. — Wprowadzenie grzania dielektrycznego w produkcji materiałów uwarstwionych. 631. — Zagadnienia technologiczne. 632. — Wnioski. 632.

Elastomery stosowane w przemyśle kablowym. W. Zieliński. 632.

Aminoplasty. I. Bursztyn. 636.

Lakierzy elektroizolacyjne. W. Smyk. 639.

Ogólne wymagania co do jakości lakierów izolacyjnych i błon, które one tworzą. 639. — Podział lakierów izolacyjnych na grupy w zależności od zastosowania. Charakterystyka poszczególnych asortymentów lakierów. 639. — Obecny stan produkcji lakierów izolacyjnych na tle produkcji innych krajów i potrzeb naszego przemysłu. 640. — Wnioski. 640. — Zakończenie. 641.

Żywice epoksydowe w elektrotechnice. Z. Hertz, A. Jerzykiewicz. 641.

Analiza krytyczna technologii prasowania tłoczyw termoutwardzalnych w świetle zdobytego doświadczenia. A. Dobraczyński. 644.

Wstęp. 644. — Elementy procesu przetwórstwa. 644. — Zakończenie. 647.

Badania odporności materiałów izolacyjnych na prądy pełzające. T. Sulima, R. Superat. 647.

Wstęp. 647. — Przegląd metod badawczych stosowanych w innych krajach. 647. — Badania krajowe. 648. — Zakończenie. 649.

V. MATERIAŁY WŁÓKNISTE

Włókna w elektrotechnice. S. Leśkow. 651.

Bawełna. 651. — Jedwab naturalny. 652. — Jedwab sztuczny i syntetyczny. 652. — Azbest. 653. — Produkcja krajowa. 653. — Dezyderaty dla przemysłu. 653. — Wytyczne dla dalszych prac badawczych. 653.

Włókno szklane. S. Leśkow. 653.

Wstęp. 653. — Rozwój produkcji krajowej. 654. — Rozwój krajowej produkcji surowców do wyrobu włókna szklanego. 654. — Współpraca między producentem i instytucjami naukowymi. 655. — Aktualne zagadnienia surowcowe. 655. — Aktualne zagadnienia związane z produkcją. 656. — Zagadnienia technologiczne w przemyśle elektrotechnicznym. 656. — Zagadnienia normalizacyjne. 656. — Dezyderaty. 657. — Tematy do dalszych badań. 657. — Literatura. 657.

Stan pracy i perspektywy produkcji jedwabiu szklanego w kraju. A. Zawadzki. 658.

Papiery i prespany. J. Buck. 660.

Papiery izolacyjne. 660. — Krótkie omówienie gatunków. 660. — Rozwój produkcji papierów elektroizolacyjnych w Polsce. 661. — Aktualne zagadnienia surowcowe. 662. — Aktualne zagadnienia związane z produkcją papierów elektroizolacyjnych. 662. — Aktualne zagadnienia normalizacyjne. 663. — Dezyderaty dla przemysłu. 663. — Wytyczne i dezyderaty co do kierunku dalszych badań. 663. — Prespany. 664. — Ogólne omówienie gatunków. 664. — Rozwój produkcji prespanów w Polsce. 664. — Zagadnienia i dezyderaty dla przemysłu. 664. — Zagadnienia normalizacyjne. 665. — Fibra. 665. — Wnioski ogólne. 665.

Postępy w dziedzinie produkcji papierów elektrotechnicznych. A. Winczakiewicz. 665.

VI. MATERIAŁY CERAMICZNE I MINERALNE DLA ENERGIELEKTRYKI

Tworzywa mineralne w budowie współczesnych przyrządów elektrotechnicznych. R. Calikowski. 666.

Surowce ceramiczne do celów elektrotechniki. Z. Guzek, Z. Święcki. 667.

Tworzywa ceramiczne dla ceramiki elektrotechnicznej. 667. — Surowce elektrotechniczne tworzyw ceramicznych. 667. — Surowce krajowe — występowanie, przydatność, możliwości na przyszłość. 669. — Wnioski. 670. — Literatura. 671.

Porcelana elektrotechniczna. L. Winogradow. 671.

Wstęp. 671. — Izolatory dla wysokich napięć. 671. — Nowe problemy z dziedziny izolatorów elektrotechnicznych. 672. — Planowanie i wykonywanie prac naukowo-badawczych. 673. — Literatura. 673.

Szkło izolatorowe. J. L. Skowroński. 673.

Uwagi wstępne. 673. — Surowce. 673. — Względne techniczne. 674. — Stan obecny i możliwości. 674. — Izolatory szklane za granicą. 674. — Wnioski. 675.

Kamionka jako materiał izolacyjny dla elektrotechniki. J. I. Skowroński, J. Juchniewicz, T. Widurski. 675.

Uwagi ogólne. 675. — Zapotrzebowanie ze strony elektroenergetyki. 675. — Rozwój zastosowania kamionki. 675. — Własności kamionki w porównaniu z porcelaną. 676. — Część doświadczalna. 676. — Możliwości zastosowania opracowanych mas kamionkowych. 678. — Wytyczne do dalszych prac. 680.

Ceramika elektrotermiczna. M. Mazur. 680.

Ogólny przegląd materiałów ceramicznych, stosowanych w grzejnictwie elektrycznym. 680. — Szamota. 681. — Termalit. 681. — Przyczyny niedostatecznej jakości materiałów. 681. — Wnioski. 681. — Literatura. 681.

Elektrotechniczne spoiwa nieorganiczne. Z. Guzek, Z. Święcki. 682.

Wstęp. 682. — Spoiwa cementowe. 682. — Przystosowanie kitów cementowych do celów elektrotechnicznych. 683. — Inne spoiwa nieorganiczne. 684. — Literatura. 684.

Zwiększenie zawartości mulitu w wyrobach ceramicznych przez zmianę procesu technologicznego. Z. Święcki. 684.

Wstęp. 684. — Badania teoretyczne. 685. — Badania technologiczne. 686. — Możliwości zastosowania uzyskanego materiału doświadczalnego w technologii wytwarzania porcelany elektrotechnicznej. 687. — Literatura. 688.

Zastosowanie defektoskopii ultradźwiękowej do prób wysokonapięciowych izolatorów ceramicznych. J. Ranachowski, J. Wehr. 688.
Wstęp. 688. — Fizyczne podstawy defektoskopii ultradźwiękowej. 689. — Metody defektoskopii ultradźwiękowej. 690. — Wstępne prace nad zastosowaniem defektoskopii ultradźwiękowej do badania tworzywa ceramicznego i gotowych wyrobów. 691. — Porównanie metody ultradźwiękowej z dotychczas stosowanymi metodami prób izolatorów porcelanowych. 694. — Wnioski końcowe. 695. — Literatura. 695.

VII. MATERIAŁY CERAMICZNE I MINERALNE DLA TELEELEKTRYKI

Dielektryki ceramiczne w technice wielkiej częstotliwości. L. Badian. 695.
Charakterystyka dielektryków stosowanych w przemyśle telekomunikacyjnym. 695. — Osiągnięcia krajowe w okresie 10-lecia w dziedzinie badań i produkcji dielektryków specjalnych. 697. — Zagadnienia związane z technologią zastosowań i produkcji. 699. — Zagadnienie kontroli technicznej i normalizacji. 699. — Wytoczne i dezyderaty w sprawie dalszych badań. 700.
Ferroelektryki. W. Pajewski. 701.
Charakterystyka i znaczenie ferroelektryków. 701. — Wymagania techniczne stawiane ferroelektrykom. 702. — Wytoczne i wnioski. 702.
Materiały piezoelektryczne. W. Pajewski. 703.
Wstęp. 703. — Materiały piezoelektryczne w elektrotechnice. 703. — Zagadnienia norm i wymagań technicznych. 703. — Wytoczne i dezyderaty. 704.
Mika i jej pochodne. J. Kossakowski. 704.
Mika jako surowiec. 704. — Zagadnienia technologiczne. 705. — Mika syntetyczna. 705. — Kontrola. 706. — Zagadnienia ekonomiczne. 706. — Wnioski i tezy. 706.

VIII. MATERIAŁY DLA ELEKTRONIKI

Szklą lampowe. E. Maksymowicz. 706.
Rodzaje szkieł lampowych i ich zastosowanie. 706. — Rozwój produkcji poszczególnych rodzajów szkła. 707. — Zagadnienie technologii szkieł lampowych. 707. — Zagadnienie warunków technicznych. 708. — Zagadnienie kontroli technicznej i braków. 708. — Wytoczne i dezyderaty dla dalszych badań ze wskazaniem ośrodków badawczych. 709.
Spoiwa. K. Malickowski. 709.
Wstęp. 709. — Dane technologiczne. 709. — Skład ilościowy spoiw. 710. — Zagadnienie norm surowcowych. 710. — Problemy i dezyderaty. 710. — Literatura. 711.
Materiały zmiennooporowe. K. Mikke. 711.
Wstęp. 711. — Charakterystyka materiałów zmiennooporowych. 711. — Właściwości oporników półprzewodnikowych. 713. — Zastosowanie oporników półprzewodnikowych. 714. — Zapotrzebowanie przemysłu krajowego. 715. — Stan technologii. 715. — Stan obecny technologii w kraju. 717. — Wytoczne dalszych prac badawczych. 717. — Dezyderaty dla przemysłów surowcowych i pomocniczych. 717. — Literatura. 717.
German i krzem. Z. Majewski. 717.
Wstęp. 717. — Charakterystyka germanu i krzemu. 718. — Zastosowanie germanu i krzemu w przyrządach półprzewodnikowych. 721. — Stan obecny technologii germanu i krzemu. 723. — Stan obecny technologii germanu i krzemu w kraju. 726. — Krajowe zapotrzebowanie germanu i krzemu. 727. — Wytoczne i dezyderaty w sprawie dalszych badań. 727. — Wytoczne i dezyderaty dla przemysłu. 728. — Literatura. 728.
Pasty emisyjne półprzewodnikowe. K. Morkowska. 728.
Wstęp. 728. — Krótka charakterystyka materiału. 729. — Zastosowania. 729. — Zapotrzebowanie przemysłu krajowego. 730. — Stan obecnej wiedzy i techniki. 730. — Technologia wytwarzania past emisyjnych. 730. — Technologia stosowania past emisyjnych. 731. — Metody badania. 732. — Zagadnienie norm. 732. — Stan obecny technologii past emisyjnych w kraju. 732. — Wytoczne i dezyderaty dla dalszych badań. 732. — Wnioski. 733.
Pasty izolacyjne stosowane w lampach elektronowych. K. Morkowska. 733.
Krótka charakterystyka materiału. 733. — Zastosowania. 733. — Zapotrzebowanie. 734. — Stan obecny wiedzy i techniki. 734. — Metody badań. 734. — Stan obecny technologii past izolacyjnych w kraju. 735.
Metale próżniowe. S. Okoniewski. 735.
Wstęp. 735. — Metale konstrukcyjne. 736. — Stopy konstrukcyjne. 741. — Wyroby warstwowe. 742. — Wnioski. 743. — Literatura. 743.
Badania nad krzemowaniem molibdenu. E. Bryjak, Ch. Leśniak. 744.
Wstęp. 744. — Cel pracy. 744. — Materiały wyjściowe. 744. — Sposoby wykonania pomiarów. 744. — Metodyka pracy i wyniki wykonanych badań. 745. — Omówienie wyników. 748. — Streszczenie. 748. — Literatura. 748.

IX. RÓŻNE

Rachunek przybliżony w zakresie pomiarów technicznych i wynikających z nich błędów. M. Warmus. 749.
Normalizacja w zakresie materiałów stosowanych w elektrotechnice. Z. Kołodziejczyk. 753.
Uwagi o trudnościach przy realizowaniu postępu technicznego w przedsiębiorstwie. B. Pilawski. 754.
Wstęp. 754. — Maszyny nowej konstrukcji a normy pracy w przedsiębiorstwie. 754. — Wynagrodzenie załogi a zmiana całokształtu procesu technologicznego w przedsiębiorstwie. 757. — Nowa technika w przedsiębiorstwie a racjonalizatorzy. 758. —

Nowa technika w przedsiębiorstwie a uprawnienia znajdujących się poza przedsiębiorstwem inicjatorów tej techniki. 759. — Nowa technika a jej wyniki ekonomiczne w przedsiębiorstwie. 759. — Wnioski (tezy do dyskusji). 759.
Pierwiastki chemiczne 760.

Materiały izolacyjne (ob. Materiały elektrotechniczne)

O nasycaniu izolacji papierowej transformatorów lakierami olejoodpornymi. H. Latour, J. Gzylewski. 172.
Wstęp. 172. — Lakier izolacyjny syciwny. 172. — Budowa i charakterystyka olejoodpornych lakierów gliptalowych. 173. — Nasycanie izolacji papierowej lakierami. 174. — Próby nasycania krajowym lakierem gliptalowym. 175. — Badanie własności nasycanych wycinków. 176. — Wnioski. 177. — Literatura. 177.
Możliwości zastosowania tworzyw syntetycznych jako izolacji wysokiego napięcia w przekładnikach produkcji krajowej. A. Jerzykiewicz, M. Kwał. 245. (Treść ob. Przekładniki).

Pomiar skuteczności podgrzewania wstępnego tłoczyw termotwardzalnych metodą Raschiga-Krahla. T. Skrzypek. 500.

Badania odporności materiałów izolacyjnych na prądy pełzające. T. Sulima, R. Superat. 647. (Treść ob. Materiały elektrotechniczne).

Materiały magnetyczne (ob. Materiały elektrotechniczne — Konf. Mat.-Sur. PAN. 577—614)

Zagadnienie materiałów magnetycznych w transformatorach. J. Schmidt. 166.
Wstęp. 166. — Współczynniki charakteryzujące dobroć blachy. 166. — Straty wynikające z obniżenia jakości blachy. 167. — Koszty wynikające z polepszenia jakości blachy. 169. — Wnioski. 171. — Literatura. 172.

Materiały mineralne (ob. Materiały elektrotechniczne — Konf. Mat.-Sur. PAN. 666—706).

Materiały piezoelektryczne

Materiały piezoelektryczne. W. Pajewski. 703. (Treść ob. Materiały elektrotechniczne).

Materiały proszkowe

Metale stykowe i proszki mikrofonowe. M. Miłkowska. 567. (Treść ob. Materiały elektrotechniczne).

Możliwości produkcyjne i zamierzenia krajowego przemysłu metalurgii proszków. E. Bryjak. 574. (Treść ob. Materiały elektrotechniczne).

Nowoczesne proszkowe materiały magnetyczne w przemyśle energo- i teleelektrycznym. W. Rutkowski. 597. (Treść ob. Materiały elektrotechniczne).

Materiały przewodzące (ob. Materiały elektrotechniczne — Konf. Mat. Sur. PAN. 550 — 577)

Materiały włókniste (ob. Materiały elektrotechniczne — Konf. Mat. — Sur. PAN. 651 — 666)

Materiały zmiennooporowe

Materiały zmiennooporowe. K. Mikke. 711. (Treść ob. Materiały elektrotechniczne).

Metale konstrukcyjne (ob. Materiały elektrotechniczne)

Metale próżniowe

Metale próżniowe. S. Okoniewski. 735. (Treść ob. Materiały elektrotechniczne).

Miernictwo elektryczne

Jednolita metoda wprowadzania momentu napędowego ustrojów pomiarowych mierników elektrycznych. S. Lebszon. 761.

Moment napędowy ustroju magnetoelektrycznego o ruchomej cewce. 761. — Moment napędowy ustroju magnetoelektrycznego o ruchomym magnesie. 762. — Moment napędowy ustroju elektromagnetycznego. 762. — Moment napędowy ustroju elektrodynamicznego. 763. — Moment napędowy ustroju elektrostatycznego. 763.

Krajowe urządzenia telemetrii bliskosiężnej. H. Kuczyńska. 540.

Wstęp. 540. — Pomiar wielkości elektrycznych. 540. — Pomiar wielkości nieelektrycznych. 542.

Mika

Mika i jej pochodne. J. Kossakowski. 704. (Treść ob. Materiały elektrotechniczne).

Molibden

Badania nad krzemowaniem molibdenu. E. Bryjak, Ch. Leśniak. 744. (Treść ob. Materiały elektrotechniczne).

Montaż urządzeń i instalacji

Kosztorysowanie montażu urządzeń i instalacji elektroenergetycznych. B. Kaliński. 464. (Treść ob. Kosztorysowanie w elektroenergetyce).

N

Nagrody państwowe

Nagrody państwowe za osiągnięcia w dziedzinie nauk elektrotechnicznych i postępu technicznego w elektryce. Uchwała Komitetu Nagród Państwowych na dzień 22 lipca 1955 r. 493.
Seksje nauk technicznych i matematyczno-fizycznych. 493. — Sekcja przemysłu ciężkiego. 493. — Sekcja transportu, łączności i budownictwa. 493.

Napęd elektryczny

Określanie zasadniczych parametrów napędu maszyn wyciągowych. K. W a j s. 440.
Zespół Leonarda sterowany za pomocą amplitudyny. W. P a s z e k. 5. (Treść ob. Maszyny elektryczne).
Sprzęgło jako element napędu elektrycznego. J. K o l e n d o w s k i. 523.

Normalizacja

Normalizacja w zakresie materiałów stosowanych w elektrotechnice. Z. K o ł o d z i e j c z y k. 753.

O

Ochrona odgromowa

Niektóre zagadnienia ochrony odgromowej transformatorów. J. B a d e r, W. L e c h. 210. (Treść ob. Transformatory).

Oleje izolacyjne

Gospodarka olejami transformatorowymi. B. D r y ś, Z. S i c i ń s k i. 233.
Produkcja i eksploatacja mineralnych olejów transformatorowych. 233. — Syntetyczne oleje transformatorowe. 236. — Ocena jakości olejów transformatorowych. 237. — Zagadnienia do dyskusji. 239. — Literatura. 239.

Oleje i woski izolacyjne. B. D r y ś, Z. S i c i ń s k i. 615. (Treść ob. Materiały elektrotechniczne).

Oleje turbinowe

Oleje turbinowe, smary i inne produkty naftowe. Z. S t e p e k. 622. (Treść ob. Materiały elektrotechniczne).

Oporniki (ob. Materiały elektrotechniczne)**Oscylografiy**

Oscylograf do zapisu uderów wielokrotnych i jego zastosowanie do badania transformatorów. W. L e c h. 64.
Wstęp. 64. — Konstrukcja oscylografu. 65. — Zastosowanie oscylografu do badania transformatorów. 67. — Niektóre inne zastosowania oscylografu do zapisu uderów wielokrotnych (badanie przekładników, maszyn elektrycznych, kabli elektroenergetycznych i inn.). 68. — Dokładność pomiaru rozkładu napięć w transformatorach przy pomocy oscylografu do zapisu uderów wielokrotnych. 69. — Zakończenie. 71. — Literatura 71.

Oświetlenie

Wyznaczanie natężenia oświetlenia dla procesu technologicznego z tworzywem kolorowym o niskim współczynniku odbicia. B. M i c h e l i s. 467.
Wstęp. 467. — Wyznaczanie natężenia oświetlenia dla tworzyw kolorowych. 467.

Przestrzeń i płaszczyzna kolorów. L. B e r s o n. 345.

Wstęp. 345. — Prawa tworzenia się wrażeń kolorów. 347. — Przestrzeń kolorów i płaszczyzna kolorów. 347. — Kolor biały. Odcień i nasycenie. Kolory uzupełniające się. 348. — Współrzędne kolorów X, Y, Z Międzynarodowej Komisji Oświetleniowej (CIE). 349. — Promieniowanie równoenergetyczne w przestrzeni kolorów. Promieniowanie monochromatyczne na płaszczyźnie kolorów. 351. — Literatura. 353.

Oświetlenie kopalń. L. B e r s o n. 496.

Wstęp. 496. — Typy oświetlenia kopalnianego. 496. — Źródła światła. 497. — Oprawy do podszczy i głównych chodników. 498. — Oświetlenie ścian węglowych. 498.

Oświetlenie fluorescencyjne wagonów. W. F e l h o r s k i. 32.
Wstęp. 32. — Oświetlenie wagonów w pociągach napędzanych lokomotywami parowymi lub elektrycznymi. 33. — Oświetlenie wagonów motorowych i przyczepnych. 35. — Wnioski ogólne. 37. — Literatura. 37.

Laboratoryjna metoda badania oświetlenia dziennego na modelach budynków. T. D o b r o w o l s k i. 417.

Narada techniczna w sprawie produkcji sprzętu oświetleniowego. 494.

P

Papiery izolacyjne

Papiery i preszpany. J. B u c k. 660. (Treść ob. Materiały elektrotechniczne).

Postępy w dziedzinie produkcji papierów elektrotechnicznych. A. W i n c z a k i e w i c z. 665.

Pasty emisyjne

Pasty emisyjne półprzewodnikowe. K. M o r k o w s k a. 728. (Treść ob. Materiały elektrotechniczne).

Pasty izolacyjne

Pasty izolacyjne stosowane w lampach elektronowych. K. M o r k o w s k a. 733. (Treść ob. Materiały elektrotechniczne).

Pieca elektryczne

Kilka zagadnień z transformatorów piecowych. Z. G o g o l e w s k i, J. S c h m i d t. 131.

Nowoczesny układ regulacji posuwu elektrod pieca łukowego. W. P a s z e k. 514.

Wstęp. 514. — Opis układu. 514. — Własności łuku. 517. — Analiza stanu niestabilnego układu regulacyjnego. 517. — Porównanie z innymi sposobami rozwijania regulacji pieca łukowego. 520. — Pomiar krajowego prototypu amplitudyny przy pracy w układzie regulacyjnym pieca łukowego. 521. — Wnioski. 521. — Literatura. 523.

Plan pięcioletni

Kierunki rozwojowe energetyki w planie 5-letnim. B. L e s z e k. 505. (Treść ob. Energetyka).

Kierunki rozwojowe przemysłów kablowego i akumulatorowego w planie 5-letnim. T. M o s k a l e w s k i. 507. (Treść ob. Przemysł kablowy).

Kierunki rozwojowe przemysłu teletechnicznego w zakresie urządzeń słaboprądowych w planie 5-letnim. T. P a c h n i e w i c z. 509. (Treść ob. Przemysł teletechniczny).

Kierunki rozwojowe budownictwa przemysłowego w zakresie elektrotechniki w planie 5-letnim. W. P i r ó g. 512. (Treść ob. Budownictwo elektryczne).

Plany geodezyjne w energetyce

O konieczności stosowania odpowiednich planów geodezyjnych dla inwestycji energetycznych. W. Z a r u d z k i. 459.

Polska Akademia Nauk

Konferencja Transformatorowa Polskiej Akademii Nauk. J. L. J a k u b o w s k i, E. J e z i e r s k i. 45.

Konferencja Materiałoznawczo-Surowcowa w zakresie elektrotechniki Polskiej Akademii Nauk. 545.

Pomiary techniczne

Rachunek przybliżony w zakresie pomiarów technicznych i wynikających z nich błędów. M. W a r m u s. 749.

Porcelana

Porcelana elektrotechniczna. L. W i n o g r a d o w. 671. (Treść ob. Materiały elektrotechniczne).

Zwiększenie zawartości mulitu w wyrobach ceramicznych przez zmianę procesu technologicznego. Z. Ś w i e c k i. 684. (Treść ob. Materiały elektrotechniczne).

Prądy pełzające (ob. Materiały elektrotechniczne)**Preszpan (ob. Papiery izolacyjne)**

Produkty naftowe (ob. Materiały elektrotechniczne — Konf. Mat.-Sur. PAN. 615—629).

Prostowniki

Transformatory prostownikowe. Zagadnienia z dziedziny konstrukcji technologii i eksploatacji. J. Ś w i d e r s k i. 137. (Treść ob. Transformatory).

Wyzyskanie obciążalności transformatorów trakcyjnych w zespołach prostownikowych. J. D z i k o w s k i. 141. (Treść ob. Transformatory).

Przekładniki

Przekładniki krajowe — stan obecny i zamierzenia konstrukcyjne. K. S o k a l s k i, J. Z a l e w s k i. 240.

Podstawowe zagadnienia w przekładnikach. 240. — Obecny stan produkcji seryjnej przekładników prądowych. 241. — Konstrukcje w opracowaniu i zamierzenia konstrukcyjne. 241. — Obecny stan produkcji przekładników napięciowych. 243. — Konstrukcje w opracowaniu i zamierzenia konstrukcyjne w dziedzinie przekładników napięciowych. 244.

Kompensacja uchybów przekładników prądowych przez podwójne rozproszenie magnetyczne. M. K w a l, Z. G o ł a s z e w s k i. 249.

Zasada kompensacji bocznikiem magnetycznym. 249. — Odmiany bocznika magnetycznego. 250. — Przykład przekładnika IBO. 251. — Przykłady przekładników wysokonapięciowych. 252. — Literatura. 253.

Metody badań przekładników w praktyce przemysłowej. K. A u l e y t n e r, Z. M a k o w s k i, J. Z a l e w s k i. 254.

Uwagi ogólne. 254. — Próby materiałów wejściowych. 254. — Kontrola międzyoperacyjna. 255. — Próby na gotowych przekładnikach. 256. — Wnioski. 258. — Literatura. 258.

Pomiary jonizacji i uderowego rozkładu napięć w przekładnikach napięciowych. J. G o l i ń s k i. 259.

Wstęp. 259. — Badanie jonizacji w przekładnikach napięciowych z jednym biegunem uziemionym. 250. — Pomiary rozkładu napięć przy uderach w uzwojeniach wielowarstwowych przekładników napięciowych. 262. — Literatura. 266.

Badania profilaktyczne transformatorów mierniczych. E. W a s i l e n k o. 266.

Wstęp. 266. — Wykrywanie zawiłgocenia izolacji transformatorów energetycznych. 266. — Schemat pojemnościowy transfor-

- matora olejowego. 268. — Zakres badań laboratoryjnych. 269. — Współczynnik strat. 269. — Wpływ oleju na wartość tg δ . 269. — Pojemności. 270. — Współczynnik absorpcji. 270. — Charakterystyki tg $\delta = f(U)$, jonizacja. 270. — Próba napięciowa. 272. — Wnioski. 272. — Zakończenie. 273. — Literatura. 273.
- Wstępne wnioski z badań wytrzymałości dynamicznej transformatorów prądowych i z prób związanych.** S. Szpor, H. Dzierżek, E. Dytkowski, J. Suchocki. 273.
- Rozważania ogólne. 273. — Rola szyn pierwotnych. 274. — Przykłady skutków dynamicznych. 275. — Wtórny prąd zwarcia. 276. — Napięcia przy zwiarcach. 277. — Próby izolacyjne przy otwartym obwodzie. 277.
- Nowy transformator napięciowy wzorcowy na 3 do 16,5 kV.** S. Szpor, E. Szulc, E. Dytkowski. 278.
- Wstęp. 278. — Opis transformatora. 278. — Próby, charakterystyki, kompensacja uchybów. 279.
- Przemysł akumulatorowy**
- Kierunki rozwojowe przemysłów kablowego i akumulatorowego w planie 5-letnim. T. Moskałewski. 507. (Treść ob. Przemysł kablów).
- Przemysł elektrotechniczny**
- Kierunki rozwojowe polskiego przemysłu maszyn i aparatów elektrycznych oraz sprzętu instalacyjnego. L. Zienkowski. 461.
- Stan obecny i perspektywy rozwojowe produkcji transformatorów. L. Zienkowski. 46. (Treść ob. Transformatory).
- Zagadnienia eksploatacyjne i dezyderaty w zakresie produkcji transformatorów na tle doświadczeń i potrzeb energetyki. W. Kosieradzki, S. Moszczyński. 49. (Treść ob. Transformatory).
- Przemysł kablów**
- Kierunki rozwojowe przemysłów kablowego i akumulatorowego w planie 5-letnim. T. Moskałewski. 507.
- Wstęp. 507. — Zmniejszenie zużycia materiałów. 508. — Materiały zastępcze. 508. — Pozostałe zagadnienia. 508.
- Przemysł teletechniczny**
- Kierunki rozwojowe przemysłu teletechnicznego w zakresie urządzeń słaboprądowych w planie 5-letnim. T. Pachniewicz. 509.
- Charakterystyka przemysłu z okresu przedwojennego oraz pierwszych lat powojennych (1945-46). 509. — Urządzenia techniki łączenia. 509. — Urządzenia techniki przenoszenia. 510. — Urządzenia radiowe. 510. — Elektronowe przyrządy pomiarowe. 511. — Sprzęt pozostały. 511. — Zakończenie. 511.
- Przebiegi**
- Wybór napięć zwarcia transformatorów trójzwojennych stosowanych do sprzęgania sieci o bezpośrednio uziemionych punktach zerowych z sieciami skompensowanymi. A. Roguski. 186.
- Wstęp. 186. — Sposób powstawania przebiegów. 187. — Obliczenie wysokości przebiegów. 187. — Dopuszczanie i ograniczanie przebiegów. 189. — Przykłady. 190. — Wnioski. 190. — Dodatek: określanie współczynnika tłumienia w sieciach skompensowanych. 191. — Literatura. 191.
- Przewody (ob. Materiały elektrotechniczne)**
- Przyrządy pomiarowe (ob. Miernictwo elektryczne)**
- Przyrządy rozdzielcze**
- Próby zwarcia przyrządów rozdzielczych produkcji krajowej w 1954 r. — 1. A. Myślicki. 424. (Treść ob. Wyłączniki).
- Rachunek przybliżony w pomiarach**
- Rachunek przybliżony w zakresie pomiarów technicznych i wykonywanych z nich błędów. M. Warmus. 749.
- Regulacja**
- Uzasadnienie szerokiego stosowania transformatorów regulacyjnych w sieciach najwyższych napięć oraz w rozdzielczych sieciach okręgowych. K. Przanowski. 182.
- Zależności między przesyłanymi mocami i napięciami. 182. — Zakres stosowania transformatorów regulacyjnych. 184. — Wnioski. 186.
- Układy energoelektryczne — I (MKWSE, 1952 i 1954). Z. Skoczyński. 471. (Treść ob. Układy energoelektryczne).
- Nowoczesny układ regulacji posuwu elektrod pieca łukowego. W. Paszek. 514. (Treść ob. Piece elektryczne).
- Regulacja automatyczna**
- Niektóre podstawowe terminy polskiej teorii regulacji automatycznej (materiał dyskusyjny). S. Bellert. 362.
- Rozdział energii**
- Zasięg rozdziału energii na napięciu 6 kV w zakładach przemysłowych i w miastach. P. Kiżewski. 433.
- Wstęp. 433. — Zasilanie z szyn generatorowych. 433. — Zasilanie z transformatorów sieciowych. 435. — Wnioski. 435.
- Rozdzielnie**
- Łączniki i rozdzielnie (MKWSE, 1954). A. Myślicki. 15. (Treść ob. Wyłączniki).
- Nowe tendencje w projektowaniu układów rozdzielni wysokiego napięcia. P. Kiżewski. 40.
- Wstęp. 40. — Zasady doboru schematu stacji. 40. — Ocena układów szynowych. 41. — Stacje obniżające napięcie. 41. — Stacje podwyższające napięcie. 44. — Wnioski. 44. — Literatura. 44.
- Samoczynne ponowne załączanie**
- Łączniki i rozdzielnie (MKWSE, 1954). A. Myślicki. 15. (Treść ob. Wyłączniki).
- Sieci elektryczne (ob. Linie elektryczne; Układy energoelektryczne)**
- Uzasadnienie szerokiego stosowania transformatorów regulacyjnych w sieciach najwyższych napięć oraz w rozdzielczych sieciach okręgowych. K. Przanowski. 182. (Treść ob. Regulacja).
- Wybór napięć zwarcia transformatorów trójzwojennych stosowanych do sprzęgania sieci o bezpośrednio uziemionych punktach zerowych z sieciami skompensowanymi. A. Roguski. 186. (Treść ob. Przebiegi).
- W sprawie schematów zastępczych sieci biernych o n zaciskach. A. Przyłuski, Z. Skoczyński. 321.
- Wpływ podstacji trakcyjnych na pracę zasilającej sieci energetycznej. M. D. Trejwas, W. B. Łapin. (Cz.). 489.
- Sieci elektryczne miejskie (ob. Rozdział energii)**
- Silniki elektryczne (ob. Maszyny elektryczne)**
- Silniczek histerezowy. S. Kołkiewicz. 444.
- Wstęp. 444. — Zasada działania. 445. — Silniczek nawrotny. 446. — Konstrukcja. 446. — Zastosowanie. 446. — Literatura. 446.
- Siły wodne**
- Model elektryczny rzeki. H. Działlik. 447.
- Wstęp. 447. — Zagadnienie nieustalonego ruchu wody w rzece. 447. — Podstawowe równania ruchu wody w rzece. 448. — Przekształcenie równań Saint-Venanta. 449. — Sposoby rozwiązywania równań ruchu cieczy. 450. — Podobieństwo praw fizycznych. 450. — Podobieństwo równań elektrotechniki i hydrotechniki. 451. — Odpowiedniki hydrotechniczne napięcia i natężenia prądu elektrycznego. 451. — Odpowiednik oporności. 452. — Odpowiednik indukcyjności. 452. — Odpowiednik pojemności. 453. — Analogia długiej linii elektrycznej i rzeki. 453. — Porównanie dwu systemów analogii elektromechanicznych. 453. — Dyskusja nad analogią hydroelektryczną. 454. — Wnioski. 455. — Literatura. 455.
- Słownictwo elektryczne**
- Niektóre podstawowe terminy polskiej teorii regulacji automatycznej (materiał dyskusyjny). S. Bellert. 362.
- Słupy elektryczne**
- Linie elektroenergetyczne o pełnym wyzyskaniu izolacji drewna. W. Demel. 309. (Treść ob. Linie elektryczne).
- Kraty wielokrotne. L. Martini. 315.
- Uwagi ogólne. 315. — Wprowadzenie zasadniczych wzorów teoretycznych. 316. — Obliczenie długości zredukowanej pręta ściskanego, który krzyżuje się w połowie swej długości z identycznym prętem, rozciągającym siłą tej samej wielkości. 316. — Obliczenie długości zredukowanej pręta ściskanego, krzyżującego się w 1/3 i 2/3 swojej długości z dwoma identycznymi prętami, rozciągającymi siłą tej samej wielkości. 318. — Przykłady wykreślenia wieloboku Cremony dla kraty trójkątnej i cztero-krotnej przy wprowadzeniu numeracji pół ograniczonych siłami wewnętrznymi i zewnętrznymi na planie sił. 320. — Zalety okratowania wielokrotnego. 320. — Literatura. 320.
- Smary**
- Oleje turbinowe, smary i inne produkty naftowe. Z. Stepek. 622. (Treść ob. Materiały elektrotechniczne).
- Spoiva**
- Elektrotechniczne spoiva nieorganiczne. Z. Guzek, Z. Świecki. 682. (Treść ob. Materiały elektrotechniczne).
- Spoiva. K. Malikowski. 709. (Treść ob. Materiały elektrotechniczne).
- Sprzęt instalacyjny**
- Kierunki rozwojowe polskiego przemysłu maszyn i aparatów elektrycznych oraz sprzętu instalacyjnego. L. Zienkowski. 461.
- Eksport elektrotechnicznego sprzętu instalacyjnego. J. Peda. 360.
- Stacje transformatorowe**
- Stacja transformatorowo-rozdzielcza na 110/30 kV, 31,5 MVA (największy eksponat na XXIV Międzynarodowych Targach Poznańskich). J. Kancierz. 792.
- Podstawy projektu stacji. 792. — Podstawowe wyposażenie stacji. 793.
- Urządzenia kompensatorów synchronicznych. Z. Nartowski. 303. (Treść ob. Kompensatory).
- Stopy magnetyczne**
- Permaloje — ich technologia i zastosowanie. F. Foniok, J. Rusz. 603. (Treść ob. Materiały elektrotechniczne).

Stopy żelaza niemagnetyczne

Stopy niemagnetyczne. Z. Matheisel. 607. (Treść ob. Materiały elektrotechniczne).

Stowarzyszenie Elektryków Polskich

VII Zjazd delegatów SEP (Warszawa, 14.XII.1954). 410.
Otwarcie Zjazdu. 410. — Referat programowo-sprawozdawczy Zarządu Głównego. 410. — Sprawozdanie Sekretarza Generalnego SEP. 412. — Sprawozdanie Komisji Rewizyjnej. 412. — Plan prac Stowarzyszenia Elektryków Polskich na rok 1955. 413. — Dyskusja nad sprawozdaniem i planem prac. 413. — Absolutorium dla Zarządu Głównego, sprawy statutu, termin następnego Zjazdu Delegatów i wybory. 415. — Uchwalone wnioski i zamknięcie Zjazdu. 415.

Komisja wykorzystania energii wiatru SEP. 460.

Sprawozdanie z działalności oddziałów SEP w 1954 roku. 321.
Sprawozdanie z działalności SEP za I kwartał 1955 roku. 459.
Sprawozdanie z działalności SEP za II kwartał 1955 roku. 539.
Komunikat z działalności Oddziału Warszawskiego SEP. 495.

Styki

Metale stykowe i proszki mikrofonowe. M. Miłkowska. 567. (Treść ob. Materiały elektrotechniczne).

Możliwości produkcyjne i zamierzenia krajowego przemysłu metalurgii proszków. E. Bryjak. 574. (Treść ob. Materiały elektrotechniczne).

Syciwa

Dokładność oznaczeń niektórych chemicznych własności syciw elektrotechnicznych. B. Dryś. 455.

Wstęp. 455. — Sposób układania wykresów. 456. — Omówienie i interpretacja wykresów. 456. — Liczba smołowa (PN/C-04099). 456. — Zawartość popiołu (PN/C-04077). — Liczba kwasowa (PN/C-04066). 457. — Zawartość asfaltów twardych (PN/C-04072). 458. — Liczba zmydlenia (PN/C-04069). 458. — Wnioski. 458.

Szczotki do maszyn elektrycznych

Szczotki do maszyn elektrycznych. F. Frycz. 572. (Treść ob. Materiały elektrotechniczne).

Szkło

Szkło izolatorowe. J. I. Skowroński. 673. (Treść ob. Materiały elektrotechniczne).

Szklą lampowe. E. Maksymowicz. 706. (Treść ob. Materiały elektrotechniczne).

Stan prac i perspektywy produkcji jedwabiu szklanego w kraju. A. Zawadzki. 658.

Szkolnictwo wyższe

Rozwój ośrodków kształcenia kadry inżynierskiej w Polsce Ludowej. H. Golański. 1.

Światło (ob. Oświetlenie)

Nowsze metody obiektywnych pomiarów kolorów. L. Bersón. 779.

Wstęp. 779. — Wyznaczanie współrzędnych koloru metodą trzech bodźców. 779. — Przykład kolorymetru obiektywnego z przesłanami. 781. — Przykład kolorymetru obiektywnego z filtrami. 781. — Obliczanie filtrów. 783. — Ocena porównania metod kolorymetrii. 785.

Święto Pracy

1 Maja 1955 roku. 325.

Targi

XXIV Międzynarodowe Targi Poznańskie 3—24 lipca 1955 r. 366. 416.

Stacja transformatorowo-rozdzielcza na 110/30 kV, 31,5 MVA (największy ekspozat na XXIV Międzynarodowych Targach Poznańskich). J. Kanclecz. 792. (Treść ob. Stacje transformatorowe).

Telemetria (ob. Miernictwo elektryczne)**Termoelementy**

Perspektywy rozwojowe krajowej produkcji drutów na termoelementy. J. Cieślík. 575.

Tłoczywa

Pomiar skuteczności podgrzewania wstępnego tłoczyw termoutwardzalnych metodą Raschiga-Krahla. T. Skrzypek. 500.

Modernizacja produkcji wyrobów tłoczywnych przez zastosowanie podgrzewania stykowo-promieniowego. M. Kruszyński. 770.

Aminoplasty. I. Bursztyn. 636.

Technologia tłoczyw termoutwardzalnych. T. Sulima. 629. (Treść ob. Materiały elektrotechniczne).

Analiza krytyczna technologii prasowania tłoczyw termoutwardzalnych w świetle zdobytego doświadczenia. A. Dobraczyński. 644. (Treść ob. Materiały elektrotechniczne).

Trakcja elektryczna

Wyzyskanie obciążalności transformatorów trakcyjnych w ze-

spółach prostownikowych. J. Dzikowski. 141. (Treść ob. Transformatory).

Wyznaczenie początku krzywej napięcia powrotnego w wyłącznikach trakcyjnych. Z. Wesołowski. 323.

Wpływ podstacji trakcyjnych na pracę zasilającej sieci energetycznej. M. D. Trejwas, W. B. Łapin. (Cz.). 489.

Transformatory (ob. Dławiki, Przekładniki)

Konferencja Transformatorowa Polskiej Akademii Nauk. J. L. Jakubowski, E. Jezierski. 45.

Stan obecny i perspektywy rozwojowe produkcji transformatorów. L. Zienkowski. 46.

Dynamika rozwojowa. 46. — Charakterystyka obecnego stanu produkcji. 46. — Perspektywy rozwojowe. 47. — Zakończenie. 48.

Zagadnienia eksploatacyjne i dezyderaty w zakresie produkcji transformatorów na tle doświadczeń i potrzeb energetyki. W. Kosieradzki, S. Moszczyński. 49.

Zasadnicze parametry transformatorów. 49. — Najważniejsze i najbardziej aktualne postulaty energetyki. 50. — Wnioski. 53.

Udarowa wytrzymałość dielektryczna transformatorów. Z. Hasterman. 54.

Wstęp. 54. — Napięcia probiercze. 54. — Metody obliczania wytrzymałości udarowej. 56. — Upraszczanie schematu pojemnościowego. 58. — Obliczanie sprężen pojemnościowych. 59. — Obliczanie wartości szczytowej przepięć w kanałach międzycewkowych. 61. — Ogólne wytyczne obliczania ekranów. 63. — Literatura. 64.

Oscylograf do zapisu udarów wielokrotnych i jego zastosowanie do badania transformatorów. W. Lech. 64. (Treść ob. Oscylografy).

Próby udarowe transformatorów. J. Radziwiłł. 72.

Wstęp. 72. — Zarys historyczny. 72. — Metoda przeprowadzania prób i opis układu probierczego. 73. — Stwierdzanie uszkodzeń. 74. — Ustalenie miejsc uszkodzenia. 76. — Kierunki rozwoju metod stwierdzania uszkodzeń i ustalania ich miejsca według badaczy zagranicznych. 77. — Zakończenie. 78. — Literatura. 79.

Siły zwarciove w transformatorach. J. Kulikowski. 79.

Określenie sił działających na uzwojenia. 79. — Siły promieniowe. 80. — Napięcia mechaniczne w uzwojeniach transformatora wywołane siłami promieniowymi. 81. — Sposób obliczania sił osiowych. 82. — Naturalne siły osiowe. 83. — Siły osiowe w uzwojeniach o niezrównoważonych przestrzennie amperozwojach. 86. — Napięcia mechaniczne wywołane siłami osiowymi. 89. — Literatura. 89.

Oporność rozproszenia transformatora przy osiowej niesymetrii uzwojeń cylindrycznych. M. Jabłoński. 89.

Zagadnienie asymetrii skupionych w jednym uzwojeniu. 89. — Zagadnienie asymetrii kompensowanych rozrzedzeniem w uzwojeniu przeciwnym. 92. — Literatura. 94.

Straty dodatkowe w uzwojeniach transformatorów. M. Kozłowski. 95.

Wstęp. 95. — Strona fizyczna zjawiska i metoda analizy. 95. — Zagadnienie wpływu izolacji przewodów na straty dodatkowe. 97. — Straty dodatkowe w uzwojeniach regulacyjnych. 98. — Cechy charakterystyczne strat dodatkowych w transformatorze trójuzwojeniowym. 105. — Uwzględnienie strat dodatkowych od pola poprzecznego w uzwojeniu pracującym. 108. — Literatura. 109.

Zastosowanie teorii transformatora trójuzwojeniowego do niektórych przypadków transformatora dwuuzwojeniowego. E. Jezierski. 109.

Wprowadzenie. 109. — Podwójne uzwojenie cylindryczne. 109. — Uzwojenie regulacyjne. 110. — Układ z uzwojeniem wtórnym połączonym w zygak. 110. — Literatura. 111.

Wytyczne obliczania uzwojenia wyrównawczego w transformatorze. M. Jabłoński. 111.

Uwagi ogólne i kryteria obliczeniowe. 111. — Analiza warunków pracy przy normalnym symetrycznym obciążeniu. 112. — Analiza warunków pracy w stanach awaryjnych. 112. — Wnioski. 114. — Literatura. 114.

Wyznaczenie najkorzystniejszych kształtów geometrycznych transformatora. W. Lepieszko. 115.

Wstęp. 115. — Ustalenie zależności. 115. — Dostosowanie wzorów do praktycznych obliczeń. 117. — Ogólne uwagi o otrzymanych zależnościach. 117. — Wskazówki do projektowania. 118. — Przykład obliczeń. 120. — Porównanie z innymi metodami. 121. — Wnioski końcowe. 122. — Literatura. 122.

Obecne tendencje w projektowaniu i budowie krajowych transformatorów wielkiej mocy. Z. Kopczyński. 123.

Rozważania ogólne. 123. — Postęp techniczny a seryjność i pracochołonność produkcji. 123. — Konstrukcja i technologia uzwojeń. 124. — Izolacja główna. 126. — Konstrukcja i technologia rdzeni. 127. — Konstrukcja prasująca jarzma i uzwojenia. 128. — Próby sprawdzające wytrzymałość zwarciove transformatorów. 129. — Konstrukcja kadzi. 129. — Największy transformator wykonany w kraju. 130. — Zakończenie. 130.

Kilka zagadnień z transformatorów piecowych. Z. Gogolewski, J. Schmidt. 131.

Transformatory prostownikowe. Zagadnienia z dziedziny konstrukcji, technologii i eksploatacji. J. Świdorski. 137.

Dotychczasowy zakres produkcji krajowej transformatorów prostownikowych i dotychczasowe doświadczenie w dziedzinie ich konstrukcji i eksploatacji. 137. — Zagadnienie odporności mechanicznej uzwojeń na siły zwarciove podczas zapłonów wstecznych w prostownikach. 137. — Przewidywane nowe asortymenty w dziedzinie transformatorów prostownikowych. 140. — Prace

- naukowo-badawcze do podjęcia w dziedzinie transformatorów prostownikowych. 141. — Literatura. 141.
- Wyzyskanie obciążalności transformatorów trakcyjnych w zespołach prostownikowych.** J. Dzikowski. 141.
- Znaczenie wyzyskania obciążalności transformatorów prostownikowych. 141. — Charakterystyczne cechy przebiegu obciążeń podstacji trakcyjnych. 142. — Nagrzewanie się części transformatora przy zmiennym obciążeniu. 144. — Metoda obliczania przebiegu nagrzewania się oleju i uzwojeń. 147. — Ocena szybkości starzenia się izolacji przy danym przebiegu obciążeń. 149. — Obciążalność zespołu prostownikowego. 151. — Możliwości lepszego wyzyskania transformatorów w trakcji elektrycznej. 151. — Wnioski w sprawie dalszych studiów. 151. — Literatura. 151.
- Niektóre zagadnienia dotyczące konstrukcji przełączników zaczepów pod obciążeniem.** J. Kelaś. 152.
- Wstęp. 152. — Zagadnienia izolacyjne. 152. — Gaszenie łuku. 153. — Mechanizm przełączania i mechanizm napędowy. 154. — Zagadnienia eksploatacyjne. 155. — Próby. 155. — Literatura. 156.
- Zagadnienie materiałów magnetycznych w transformatorach.** J. Schmidt. 166. (Treść ob. Materiały magnetyczne).
- O nasyceniu izolacji papierowej transformatorów lakierami olejoodpornymi.** H. Latour, J. Gzylewski. 172. (Treść ob. Materiały izolacyjne).
- Transport transformatorów.** Z. Krzywański. 177.
- Wstęp. 177. — Przegląd sposobów transportu transformatorów. 177. — Zagadnienia konstrukcyjne związane z transportem. 179. — Wnioski. 181.
- Uzasadnienie szerokiego stosowania transformatorów regulacyjnych w sieciach najwyższych napięć oraz w rozdzielczych sieciach okredowych.** K. Przanowski. 182.
- Zależności między przesyłanymi mocami i napięciami. 182. — Zakres stosowania transformatorów regulacyjnych. 184. — Wnioski. 186.
- Wybór napięć zwarcia transformatorów trójzwojennych stosowanych do sprzęgania sieci o bezpośrednio uziemionych punktach zerowych z sieciami skompensowanymi.** A. Roguski. 186. (Treść ob. Przepięcia).
- Wytyczne dla normalizacji danych znamionowych dławików gaszących.** A. Roguski. 191.
- Spadki napięcia w transformatorze trójzwojennym.** T. Koter. 192.
- Praca równoległa transformatorów trójzwojennych z dwuzwojennymi.** T. Koter. 197.
- Wyposażenie i zabezpieczenie transformatorów.** J. Telesiński. 201.
- Wstęp. 201. — Wyposażenie transformatorów. 201. — Pomiar temperatury. 202. — Instalacja elektryczna zmontowana na transformatorze. 203. — Urządzenia do sterowania i sygnalizacji dla przełącznika zaczepów. 203. — Dokumentacja. 203. — Zabezpieczenia przekątnikowe transformatorów. 203. — Zabezpieczenia transduktorowe. 204.
- Pomiar temperatury uzwojeń transformatorów dużej mocy przy pomocy metod modelu cieplnego.** E. Skowroński. 206.
- Wstęp. 206. — Wpływ temperatury uzwojeń transformatora na czas trwania jego eksploatacji. 206. — Model cieplny transformatora. 206. — Układ pomiarowy modelu cieplnego. 207. — Krytyka metody modelu cieplnego. 208. — Wnioski. 208. — Dodatek 209. — Literatura. 210.
- Niektóre zagadnienia ochrony odgromowej transformatorów.** J. Rader, W. Lech. 210.
- Wstęp. 210. — Naprężenia izolacji transformatora przy udarze pełnym. 211. — Naprężenia izolacji transformatora przy udarze uciętym. 212. — Naprężenia izolacji transformatora przy zastosowaniu odgromnika zaworowego. 214. — Omówienie wyników. 216. — Wnioski. 217. — Literatura. 217.
- O możliwości obniżenia izolacji przełączników zaczepów transformatorowych pod obciążeniem w sieci krajowej 110-kilowoltowej.** W. Lech, J. Kelaś. 217.
- Wstęp. 217. — Możliwość stosowania przełączników zaczepów o obniżonej izolacji w transformatorach 110-kilowoltowych pracujących z uziemionym punktem zerowym. 217. — Możliwości stosowania przełączników, zaczepów o obniżonej izolacji w transformatorach pracujących z izolowanym punktem zerowym. 218. — Wnioski. 218. — Literatura. 219.
- Niektóre zagadnienia z badań profilaktycznych transformatorów.** S. Słowikowski, S. Żołądziowski. 219.
- Wstęp. 219. — Izolacja poprzeczna transformatora i wskaźniki jej stanu. 219. — Technika pomiaru wskaźników izolacji. 220. — Wyniki pomiarów. 224. — Wnioski. 226. — Literatura. 226.
- Remonty transformatorów.** J. Bijasiewicz. 227.
- Suszenie transformatorów metodą próżniową.** J. Kelaś. 230.
- Metody suszenia i urządzenia do nasycania. 230. — Wymagania techniczne dotyczące urządzenia do nasycania. 230. — Uwagi w sprawie możliwości skrócenia czasu suszenia. 231. — Zagadnienie kondensacji pary wodnej w skraplaczu. 232. — Przygotowanie oleju i nasycanie uzwojeń. 233. — Prawidłowy proces technologiczny. 233. — Zakończenie. 233. — Literatura. 233.
- Metody suszenia transformatorów i pomiary sprawdzające.** Z. Pomykański. 275.
- Wstęp. 275. — Metody suszenia transformatora jako całości. 275. — Metody suszenia części wymagalnej transformatora. 276. — Suszenie bezpróżniowe transformatorów małych. 276. — Pomiary sprawdzające. 277. — Wnioski. 279. — Literatura. 279.
- Gospodarka olejami transformatorowymi.** B. Dryś, Z. Siciński. 233. (Treść ob. Oleje transformatorowe).
- Transformator zwarcowy 15000 V $\pm 5 \pm 10 \pm 15\%$ /110—220—440—880 V, 0,5 MVA/15 MVA.** M. J. a' b' i o' n' s' k' i. 376.
- Dane ogólne. 376. — Rozwiązanie koncepcyjne transformatora. 377. — Układ izolacyjny. 377. — Rozproszenie magnetyczne i napięcie zwarcia. 378. — Siły elektrodynamiczne podczas zwarcia. 378.
- Tworzywa organiczne** (ob. Materiały elektrotechniczne — Konf. Mat.-Sur. PAN. 629—650)
- Układy energoelektryczne** (ob. Linie elektryczne; Sieci elektryczne)
- O wyborze elektrowni prowadzących w układach energoelektrycznych.** J. P r e m i n g e r. 764. (Treść ob. Elektrownie).
- Układy energoelektryczne — I (MKWSE, 1952 i 1954).** Z. Skoczyński. 471.
- Zagadnienia ogólne, eksploatacja i projektowanie układów.** 471. — Referaty sprawozdawcze oraz zagadnienia ogólne w układach energoelektrycznych. 471. — Kondensatory statyczne posobne i oboczne. 476. — Regulacja napięcia częstotliwości i obciążenia w układach energoelektrycznych. 483. — Spis referatów. 489.
- Układy trójfazowe modeli do odtwarzania elementów układu elektroenergetycznego.** J. Żydanowicz. 529.
- Wstęp. 529. — Linia jednotorowa pod względem indukcyjnym. 530. — Linia jednotorowa niesymetryczna pod względem indukcyjnym. 531. — Linia dwutorowa o torach symetrycznych pod względem indukcyjnym. 532. — Sieci o złożonej konfiguracji. 535. — Źródła napięcia. 535. — Transformatory. 536. — Zakres stosowania modeli sieciowych trójfazowych. 539. — Literatura. 539.
- Węgliki spiekane** (Treść ob. Materiały elektrotechniczne)
- Włókna**
- Włókna w elektrotechnice.** S. Leśkow. 651. (Treść ob. Materiały elektrotechniczne).
- Włókno szklane.** S. Leśkow. 653. (Treść ob. Materiały elektrotechniczne).
- Wolfram** (ob. Materiały elektrotechniczne)
- Woski izolacyjne**
- Oleje i woski izolacyjne.** B. Dryś, Z. Siciński. 615. (Treść ob. Materiały elektrotechniczne).
- Współczynnik mocy**
- Kondensatory statyczne jako środek poprawy współczynnika mocy.** T. Klarner. 436.
- Korzyści gospodarcze poprawy współczynnika mocy. 436. — Powiększenie zdolności przepustowej kabli i transformatorów. 436. — Poprawa warunków napięciowych. 437. — Przykład liczbowy. 437. — Zmniejszenie strat energii. 438. — Rozdział mocy kondensatorów niskiego napięcia. 439. — Wnioski. 440. — Literatura. 440.
- Wydawnictwa nadesłane.** 324. 368. 420. 543.
- Włączniki**
- Zagadnienia wyłącznikowe.** G. W. Butkiewicz. (Cz.). 491.
- Łączniki i rozdzielnie (MKWSE, 1954).** A. Mvślicki. 15.
- Wstęp. 15. — Metodyka prób zwarcowych. 15. — Badania nad zjawiskami fizycznymi występującymi w wyłącznikach podczas gaszenia łuku. 18. — Analiza pracy wyłącznika w przypadku utraty synchronizmu. 20. — Analiza możliwości stosowania SPZ nadobiegusowego w liniach najwyższych napięć. 21. — Zagadnienia przepięć przy wyłączaniu małych prądów indukcyjnych i prądów pojemnościowych. 22. — Zagadnienia mocy zwarcowych w układach. 26. — Nowe rozwiązania konstrukcyjne. 27. — Spis referatów. 32.
- Badania przerzutu prądu w wyłącznikach niskiego napięcia.** T. Lipski, J. Gątkiewicz, H. Dzierżek, W. Winiarski. 400.
- Wstęp. 400. — Aparaty badane, sposoby prób i pomiarów. 400. — Zjawiska towarzyszące przyrzutowi prądu. 400. — Wnioski końcowe. 402. — Literatura. 403.
- Seria badań styków i napędów wyłączników wysokonapięciowych w zwarcowni.** H. Dzierżek, W. Winiarski, J. Halladin. 403.
- Przyrządy badane. 403. — Sposób wykonywania prób. 403. — Wyniki prób napędów. 405. — Wyniki badań styków. 405. — Wnioski. 406. — Literatura. 406.
- Wyznaczenie początku krzywej napięcia powrotnego w wyłącznikach trakcyjnych.** Z. Wesołowski. 323.
- Uwagi o konstrukcji i zastosowaniach wyłączników szybkich prądu stałego.** J. Nasilowski. 786.
- Wstęp. 786. — Ogólne charakterystyki wyłączników. 786. — Zastosowania wyłączników prądu stałego. 787. — Konstrukcja przechwyty. 788. — Wyzwalanie układu ruchomego wyłącznika. 789. — Skalowanie wyłączników. 789. — Wyłączniki z bocznikiem indukcyjnym. 790. — Napędy wyłączników prądu stałego. 790. — Konstrukcje komór łukowych. 790. — Literatura. 792.
- Próby zwarcowe przyrządów rozdzielczych produkcji krajowej w 1954 r. — I.** A. Mvślicki. 424.
- Wstęp. 424. — Wyłączniki pełnoolejowe na 15 kV, 400 A, typu W0W 242 (wnętrzy) oraz W0N 242 (napowietrzny) z napędem silnikowym typu NS 2. 424. — Wyłączniki pełnoolejowe na 30 kV, 600 A, typu W0N 362 z napędem silnikowym typu NS1. 426. — Wyłączniki małoolejowe na 6 kV, 600 A, 200 MVA, typu WMG

6/6/2 z napędem silnikowym typu NS1. 431. — Bezpieczniki wielkiej mocy wyłączalnej. 431.

Zabezpieczenia

Wypożyczenie i zabezpieczenie transformatorów. J. Telesiński. 201. (Treść ob. Transformatory).

Zasilanie zakładów przemysłowych (ob. Rozdział energii)

ZSSR

Rozwój energetyki radzieckiej. 501.

Wstęp. 501. — Osiągnięcia eksploatacyjne energetyki radzieckiej w roku 1954. 501. — Postęp techniczny w energetyce radzieckiej. 502. — Prace Związku Radzieckiego nad wyzyskaniem energii atomowej do celów energetycznych. 504. — Postępy w elektryfikacji rolnictwa w Związku Radzieckim. 504. — Pomoc radziecka dla Polski w dziedzinie energetyki. 505.

Zwarcia (ob. Zwarciaownie)

Siły zwarcia w transformatorach. J. Kulikowski. 79. (Treść ob. Transformatory).

Obliczenie mechaniczne dławików przeciwzwarciaowych. K. Wilczyński. 156. (Treść ob. Dławiki).

Ferromagnetyczny rejestrator prądów zwarciaowych. T. Matuszewski. 397.

Zasada działania i szczegóły wykonania. 397. — Właściwości prędkości i prostowników. 397. — Technika pomiarów. 398. — Współpraca rejestratora z transformatorami prądowymi. 399. — Dokładność pomiarów. 399. — Wnioski i widoki zastosowań. 399. — Literatura. 399.

Łączniki i rozdzielnie (MKWSE, 1954). A. Myśliński. 15. Treść (ob. Wyłączniki)

Transformator zwarciaowy 15000 V $\pm 5 \pm 10 \pm 15\%/110-220$

440—880 V, 0,5 MVA/15 MVA. M. Jabłoński. 376. (Treść ob. Transformatory).

Zwarciaownie

Transformator zwarciaowy 15000 V $\pm 5 \pm 10 \pm 15\%/110-220-440-880$ V, 0,5 MVA/15 MVA. M. Jabłoński. 376. (Treść ob. Transformatory).

Zwarciaownia KWN i PR Politechniki Gdańskiej. S. Szpor. 369.

Zadania i możliwości zwarciaowni. 369. — Problemy zasilania i warunków zwarciaowych. 370. — Problemy izolacyjne i przepięciowe. 372. — Urządzenia rozdzielcze, sterownicze i pomiarowe. 373. — Przegląd dotychczasowych prac i widoki rozwoju. 374. — Zakończenie. 375. — Literatura. 376.

Urządzenia rozdzielcze, sterownicze i pomiarowe oraz organizacja pracy zwarciaowni KWN i PR Politechniki Gdańskiej. W. Winiarski, H. Dzierżek. 383.

Warunki zasilania. 383. — Układ 15 kV w zwarciaowni. 383. — Zabezpieczenia, sterowanie i sygnalizacja w zwarciaowni. 385. — Pomiar prądów zwarciaowych. 387. — Organizacja prób, doświadczenia. 388.

Boczniki wieloprądowe w zwarciaowni KWN i PR Politechniki Gdańskiej. W. Winiarski. 391.

Wstęp. 391. — Warunki pracy i wymagania. 391. — Obliczenia boczników. 392. — Rozwiązania konstrukcyjne. 392. — Układ mostkowy do badania boczników. 394. — Badania laboratoryjne boczników i kompensacja indukcyjności. 394. — Literatura. 396.

Nastawnik fazowy do prób zwarciaowych. J. Galotzy. 388. Zasada działania. 388. — Przesuwnik fazowy. 388. — Impulsator. 389. — Przekładnik tyratronowy. 390. — Schemat nastawnika. 390. — Dokładność działania nastawnika. 391. — Literatura. 391.

Seria badań styków i napędów wyłączników wysokonapięciowych w zwarciaowni. H. Dzierżek, W. Winiarski, J. Halladin. 403. (Treść ob. Wyłączniki).

SKOROWIDZ AUTORÓW

Andrzejewski S. Materiały do budowy reaktorów atomowych. 301.

Auleytner K., Makowski Z., Zalewski J. Metody badań przekładników w praktyce przemysłowej. 254.

Bader J., Lech W. Niektóre zagadnienia ochrony odgromowej transformatorów. 210.

Badian L. Dielektryki ceramiczne w technice wielkiej częstotliwości. 695.

Bellert S. Niektóre podstawowe terminy polskiej teorii regulacji automatycznej (materiał dyskusyjny). 362.

Berson L. Przestrzeń i płaszczyzna kolorów. 345.

— Oświetlenie kopalń. 496.

— Nowoczesne metody obiektywnych pomiarów kolorów. 779.

Bijasiewicz J. Remonty transformatorów. 227.

Bryjak E. Możliwości produkcyjne i zamierzenia krajowego przemysłu metalurgii proszków. 574.

Bryjak E., Leśniak Ch. Badania nad krzemowaniem molibden. 744.

Buck J. Papiery i preszpany. 660.

Bučko R. (ob. Lipski T., Bučko R.).

Bursztyn I. Aminoplasty. 636.

Butkiewicz G. W. Zagadnienia wyłącznikowe. 491.

Calikowski R. Tworzywa mineralne w budowie współczesnych przyrządów elektrotechnicznych. 666.

Cieślak J. Perspektywy rozwojowe krajowej produkcji drutów na termoelementy. 575.

Demel W. Linie elektroenergetyczne o pełnym wyzyskaniu izolacji drewna. 309.

Dobraczyński A. Analiza krytyczna technologii prasowania tłoczonego termoutwardzalnych w świetle zdobytego doświadczenia. 644.

Dobrowolski T. Laboratoryjna metoda badania oświetlenia diennego na modelach budynków. 417.

Dryś B. Dokładność oznaczeń niektórych chemicznych własności syciw elektrotechnicznych. 455.

Dryś B., Siciński Z. Gospodarka olejami transformatorowymi. 233.

Dryś B., Siciński Z. Oleje i woski izolacyjne. 615.

Dytkowski E. (ob. Szpor S., Dzierżek H., Dytkowski E., Suchocki J.).

— (ob. Szpor S., Szule E., Dytkowski E.).

Dziatlik H. Model elektryczny rzeki. 447.

Dzierżek H. Dławik zwarciaowy na 15 kV. 380.

— (ob. Lipski T., Gątkiewicz J., Dzierżek H., Winiarski W.).

— (ob. Szpor S., Dzierżek H., Dytkowski E., Suchocki J.).

— (ob. Winiarski W., Dzierżek H.).

Dzierżek H., Winiarski W., Halladin J. Seria badań styków i napędów wyłączników wysokonapięciowych w zwarciaowni. 403.

Dzikowski J. Wyzyskanie obciążalności transformatorów trakcyjnych w zespołach prostowników. 141.

Felhorski W. Oświetlenie fluorescencyjne wagonów. 32.

Foniof F., Rusz J. Permaloj — ich technologia i zastosowanie.

Frank T., Skrypkow Z. Układy prądu stałego w elektro-wniach ciepłych. 354.

Frycz F. Szczotki do maszyn elektrycznych. 572.

Galotzy J. Nastawnik fazowy do prób zwarciaowych. 388.

Gątkiewicz J. (ob. Lipski T., Gątkiewicz J., Dzierżek H., Winiarski W.).

Gogolewski Z., Schmidt J. Kilka zagadnień z transformatorów piecowych. 131.

Golański H. Rozwój ośrodków kształcenia kadry inżynierskiej w Polsce Ludowej. 1.

Goliński J. Pomiar jonizacji i udarowego rozkładu napięć w przekładnikach napięciowych. 259.

Golaszewski Z. (ob. Kwal M., Golaszewski Z.).

Gottfried J. Przekształcenie wieloboku zupełnego w gwiazdę. 13.

Gutherc B. Osiągnięcia inwestycyjne polskiej energii w ubiegłym dziesięcioleciu. 421.

Guzek Z., Święcki Z. Surowce ceramiczne do celów elektrotechniki. 667.

Guzek Z., Święcki Z. Elektrotechniczne spoiwa nieorganiczne. 682.

Gzylewski J. (ob. Latour H., Gzylewski J.).

Halladin J. (ob. Dzierżek H., Winiarski W., Halladin H.).

Hasterman Z. Udarowa wytrzymałość dielektryczna transformatorów. 54.

Hertz Z., Jerzykiewicz A. Żywice epoksydowe w elektrotechnice. 641.

Jabłoński M. Oporność rozproszenia transformatora przy osiowej niesymetrii uzwojeń cylindrycznych. 89.

— Wytyczne obliczania uzwojenia wyrównawczego w transformatorze. 111.

— Transformator zwarciaowy 15000 V $\pm 5 \pm 10 \pm 15\%/110-220-440-880$ V, 0,5 MVA/15 MV. 376.

Jakubowski J. L., Jezierski E. Konferencja Transformatorowa Polskiej Akademii Nauk. 45.

Jasicki Z. Zagadnienia linii napowietrznych (MKWSE, 1954). 335.

Jerzykiewicz A. (ob. Hertz Z., Jerzykiewicz A.).

Jerzykiewicz A., Kwal M. Możliwości zastosowania tworzyw syntetycznych jako izolacji wysokiego napięcia w przekładnikach produkcji krajowej. 245.

Jezierski E. Zastosowanie teorii transformatora trójuzwojowego do niektórych przypadków transformatora dwuuzwojowego. 109.

— (ob. Jakubowski J. L., Jezierski E.).

Juchniwicz J. (ob. Skowroński J. I., Juchniwicz J., Włudski T.).

Kaliński B. Kosztorysowanie montażu urządzeń i instalacji elektroenergetycznych. 464.

Kancierz J. Stacja transformatorowo-rozdziałcza na 110/30 kV, 31,5 MVA. Największy eksponat na XXIV Międzynarodowych Targach Poznańskich. 792.

Kelasz J. Niektóre zagadnienia dotyczące konstrukcji przełączników zaczeptów pod obciążeniem. 152.

— Suszenie transformatorów metodą próżniową. 230.

— (ob. Lech W., Kelasz J.).

Kiżewski P. Nowe tendencje w projektowaniu układów rozdzielni wysokiego napięcia. 40.

Kiżewski P. Zasięg rozdziału energii na napięciu 6 kV w zakładach przemysłowych i w miastach. 433.

Klarnier T. Kondensatory statyczne jako środek poprawy współczynnika mocy. 436.

Kolendowski J. Sprzęgło jako element napędu elektrycznego. 523.

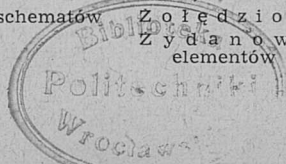
Końkiewicz S. Silniczek histerezowy. 444.

Kołodziejczyk Z. Normalizacja w zakresie materiałów stosowanych w elektrotechnice. 753.

Kopczyński Z. Obecne tendencje w projektowaniu i budowie krajowych transformatorów wielkiej mocy. 123.

Kosieradzki W., Moszczyński S. Zagadnienia eksploatacyjne i dezhydraty w zakresie produkcji transformatorów na tle doświadczeń i potrzeb energetyki. 49.

- Kossakowski J. Mika i jej pochodne. 704.
- Koter T. Spadki napięcia w transformatorze trójzwojeniowym. 192.
- Praca równoległa transformatorów trójzwojeniowych z dwuzwojeniowymi. 197.
- Kozłowski L. Magnesy trwałe. 586.
- Kozłowski L., Ziółowski Z., Razumowski B. Wytwarzanie ferrytu barowego, jego struktura i własności magnetyczne. 610.
- Kozłowski M. Straty dodatkowe w uzwojeniach transformatorów. 95.
- Kruszyński M. Modernizacja produkcji wyrobów tłoczonych przez zastosowanie podgrzewania stykowo-promiennikowego. 770.
- Krzywański Z. Transport transformatorów. 177.
- Kuczyńska H. Krajowe urządzenia telemetrii bliskosiężnej. 540.
- Kulikowski J. Siły zwarciorowe w transformatorach. 79.
- Kwał M., Gołaszewski Z. Kompensacja uchybów przekładników prądowych przez podwójne rozproszenie magnetyczne. 249.
- Kwał M. (ob. Jerzykiewicz A., Kwał M.). 245.
- Latour T., Gzylewski J. O nasyceniu izolacji papierowej transformatorów lakierami olejoodpornymi. 172.
- Lebson S. Jednolita metoda wprowadzania momentu napędowego ustrojom pomiarowych mierników elektrycznych. 761.
- Lech W. Oscylograf do zapisu uderów wielokrotnych i jego zastosowanie do badania transformatorów. 64.
- Lech W., Kłelasz J. O możliwości obniżenia izolacji przełączników zaczepów transformatorów pod obciążeniem w sieci krajowej 110-kilowoltowej. 217.
- (ob. Bader J., Lech W.).
- Lepieszko W. Wyznaczenie najkorzystniejszych kształtów geometrycznych transformatora. 115.
- Leszek B. Kierunki rozwojowe energetyki w planie 5-letnim. 505.
- Leśkow S. Włókna w elektrotechnice. 651.
- Włókno szklane. 653.
- Leśniak Ch. (ob. Bryjak E., Leśniak Ch.).
- Lipski T., Gątkiewicz J., Dzierżek H., Winiarski W. Badania przerzutu prądu w wyłącznikach niskiego napięcia. 400.
- Lipski T., Bućko R. Badania wkładek bezpieczników instalacyjnych na 500 V. 406.
- Litwak Ł. W., Nitusow E. W. Uogólnienie równania charakterystyki mechanicznej silnika indukcyjnego klatkowego. 364.
- Łapin W. B. (ob. Trejwas M. D., Łapin W. B.).
- Majewski Z. German i krzem. 717.
- Makowski Z. (ob. Auleytner K., Makowski Z., Zalewski J.).
- Maksymowicz E. Szkła lampowe. 706.
- Malikowski K. Spoiwa. 709.
- Markuszewicz M. Blachy elektrotechniczne. 577.
- Martini L. Kraty wielokrotne. 315.
- Matheisel Z. Stopy niemagnetyczne. 607.
- Matyszewski T. Ferromagnetyczny rejestrator prądów zwarciorowych. 397.
- Mazur M. Ceramika elektrotechniczna. 680.
- Michalowski S. Rola i znaczenie energii wodnej w energetyce polskiej. 767.
- Micheliś B. Wyznaczanie natężenia oświetlenia dla procesu technologicznego z tworzywem kolorowym o niskim współczynniku odbicia. 467.
- Mikke K. Materiały zmienneoporowe. 711.
- Milkowska M. Metale stykowe i proszki mikrofonowe. 567.
- Misiołek Z. Materiały przewodowe i oporowe. 555.
- Morkowska K. Pasty emisyjne półprzewodnikowe. 728.
- Pasty izolacyjne stosowane w lampach elektronowych. 733.
- Moskalewski T. Kierunki rozwojowe przemysłów kablowego i akumulatorowego w planie 5-letnim. 507.
- Moszczyński S. (ob. Kosieradzki W., Moszczyński S.).
- Myśliński A. Łączniki i rozdzielnie (MKWSE, 1954). 15.
- Próby zwarciorowe przyrządów rozdzielczych produkcji krajowej w 1954 r. — 1. 424.
- Nartowski Z. Urządzenia kompensatorów synchronicznych. 303.
- Nasiłowski J. Uwagi o konstrukcji i zastosowaniach wyłączników szybkich prądu stałego. 786.
- Ney W. Projekty wyzyskania energii atomowej do produkcji energii elektrycznej. 282.
- Nitusow E. W. (ob. Litwak Ł. W., Nitusow E. W.).
- Okoniewski S. Metale próżniowe. 735.
- Pachniewicz T. Kierunki rozwojowe przemysłu teletechnicznego w zakresie urządzeń słaboprądowych w planie 5-letnim. 509.
- Pajewski W. Ferroelektryki. 701.
- Materiały piezoelektryczne. 703.
- Paszek W. Zespół Leonarda sterowany za pomocą amplitudyn. 5.
- Nowoczesny układ regulacji posuwu elektrod pieca łukowego. 514.
- Peda J. Eksport elektrotechnicznego sprzętu instalacyjnego. 360.
- Piasecki J. Uszeregowanie wartości prądu znamionowego wkładek bezpiecznikowych. 469.
- Pilawski B. Uwagi o trudnościach przy realizowaniu postępu technicznego w przedsiębiorstwie. 754.
- Piróg W. Kierunki rozwojowe budownictwa przemysłowego w zakresie elektrotechniki w planie 5-letnim. 512.
- Pomykański Z. Metody suszenia transformatorów i pomiary sprawdzające. 775.
- Preminger J. O wyborze elektrowni prowadzących w układach elektroenergetycznych. 764.
- Przanowski K. Uzasadnienie szerokiego stosowania transformatorów regulacyjnych w sieciach najwyższych napięć oraz w rozdzielczych sieciach okręgowych. 182.
- Przyłuski A., Skoczynski Z. W sprawie schematów zastępczych sieci biernych o n zaciskach. 321.
- Radziwiłł J. Próby udarowe transformatorów. 72.
- Ranachowski J., Wehr J. Zastosowanie defektoskopii ultradźwiękowej do prób wysokonapięciowych izolatorów ceramicznych. 688.
- Razumowski B. (ob. Kozłowski L., Ziółowski Z., Razumowski B.).
- Roguski A. Wybór napięć zwarcia transformatorów trójzwojeniowych stosowanych do sprzęgania sieci o bezpośrednio uziemionych punktach zerowych z sieciami skompensowanymi. 186.
- Roguski A. Wytyczne dla normalizacji danych znamionowych dławików gaszących. 191.
- Rutkowski W. Nowoczesne proszkowe materiały magnetyczne w przemyśle energo- i teletechnicznym. 597.
- Rus J. (ob. Foniok F., Rus J.).
- Schmidt J. Zagadnienie materiałów magnetycznych w transformatorach. 166.
- (ob. Gogolewski Z., Schmidt J.).
- Semkowicz A. Materiały oporowe na elementy grzejne. 561.
- Siciński Z. (ob. Dryś B., Siciński Z.).
- Skoczynski Z. Układy energoelektryczne — I (MKWSE, 1952 i 1954). 471.
- (ob. Przyłuski A., Skoczynski Z.).
- Skowroński E. Pomiar temperatury uzwojeń transformatorów dużej mocy przy pomocy metody modelu cieplnego. 206.
- Skowroński J. I. Problematyka materiałów elektrycznych w Polsce. 545.
- Szkło izolatorowe. 673.
- Skowroński J. I., Juchniewicz J., Widurski T. Kamionka jako materiał izolacyjny dla elektrotechniki. 675.
- Skrypkowicz T. (ob. Frank T., Skrypkowicz T.).
- Skrypkowicz T. Pomiar skuteczności podgrzewania wstępnego tłoczwy termoutwardzalnych metodą Raschiga-Krahla. 500.
- Słowikowski S., Zołędziowski S. Niektóre zagadnienia z badań profilaktycznych transformatorów. 219.
- Smyk W. Lakiery elektroizolacyjne. 639.
- Sokalski K., Zalewski J. Przekładniki krajowe — stan obecny i zamierzenia konstrukcyjne. 240.
- Stepiek Z. Bitumy. 620.
- Oleje turbinowe, smary i inne produkty naftowe. 622.
- Suchocki J. (ob. Szpor S., Dzierżek H., Dytkowski E., Suchocki J.).
- Sulima T. Technologia tłoczwy termoutwardzalnych. 629.
- Sulima T., Superat R. Badania odporności materiałów izolacyjnych na prądy pelzające. 647.
- Superat R. (ob. Sulima T., Superat R.).
- Szpor S. Zwarciorownia KWN i PR Politechniki Gdańskiej. 369.
- Szpor S., Dzierżek H., Dytkowski E., Suchocki J. Wstępne wnioski z badań wytrzymałości dynamicznej transformatorów prądowych z prób związanych. 273.
- Szpor S., Szulc E., Dytkowski E. Nowy transformator napięciowy wzorcowy na 3 do 16,5 kV. 278.
- Szulc E. (ob. Szpor S., Szulc E., Dytkowski E.).
- Słowiński T., Wdowiak B. Ocena serii maszyn elektrycznych metodą analizy łącznych kosztów amortyzacji i eksploatacji. 327.
- Swidorski J. Transformatory prostownikowe. Zagadnienia z dziedziny konstrukcji, technologii i eksploatacji. 137.
- Święcki Z. Zwiększenie zawartości moliu w wyrobach ceramicznych przez zmianę procesu technologicznego. 684.
- (ob. Guzek Z., Święcki Z.).
- Telesiński J. Wyposażenie i zabezpieczenie transformatorów. 201.
- Trejwas M. D., Łapin W. B. Wpływ podstacji trakcyjnych na pracę zasilającej sieci energetycznej. 489.
- Wajs K. Określanie zasadniczych parametrów napędu maszyn wyciągowych. 440.
- Warmus M. Rachunek przybliżony w zakresie pomiarów technicznych i wynikających z nich błędów. 749.
- Wasilenko E. Badania profilaktyczne transformatorów mierniczych. 266.
- Wdowiak B. (ob. Słowiński T., Wdowiak B.).
- Wehr J. (ob. Ranachowski J., Wehr J.).
- Wesołowski Z. Wyznaczenie początku krzywej napięcia powrotnego w wyłącznikach trakcyjnych. 323.
- Widurski T. (ob. Skowroński J. I., Juchniewicz J., Widurski T.).
- Wilczyński K. Obliczanie mechaniczne dławików przeciwzwarciorowych. 156.
- Winczakiewicz A. Postępy w dziedzinie produkcji papierów elektrotechnicznych. 665.
- Winiarski W., Dzierżek H. Urządzenia rozdzielcze, sterownicze i pomiarowe oraz organizacja pracy zwarciorowni KWN i PR Politechniki Gdańskiej. 383.
- Winiarski W. Boczniki wieloprądowe w zwarciorowni KWN i PR Politechniki Gdańskiej. 391.
- (ob. Lipski T., Gątkiewicz J., Dzierżek H., Winiarski W.).
- (ob. Dzierżek H., Winiarski W., Halladin J.).
- Winogrodow L. Porcelana elektrotechniczna. 671.
- Wołczek O. Reaktory jądrowe do wytwarzania energii elektrycznej. 295.
- Woynarowski Z. Metale konstrukcyjne. 550.
- Zalewski J. (ob. Sokalski K., Zalewski J.).
- (ob. Auleytner K., Makowski Z., Zalewski J.).
- Zarudki W. O konieczności stosowania odpowiednich planów geodezyjnych dla inwestycji energetycznych. 459.
- Zawadzki A. Stan prac i perspektywy produkcji jedwabiu szklanego w kraju. 658.
- Zieliński W. Elastomery stosowane w przemyśle kablowym. 632.
- Zienkowski L. Stan obecny i perspektywy rozwojowe produkcji transformatorów. 46.
- Kierunki rozwojowe polskiego przemysłu maszyn i aparatów elektrycznych oraz sprzętu instalacyjnego. 461.
- Ziółowski Z. (ob. Kozłowski L., Ziółowski Z., Razumowski B.).
- Zołędziowski S. (ob. Słowikowski S., Zołędziowski S.).
- Zydanowicz J. Układy trójfazowe modeli do odtwarzania elementów układu elektroenergetycznego. 529.



PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

ORGAN
MINISTERSTWA ENERGETYKI, MINISTERSTWA PRZEMYSŁU MASZYNOWEGO,
STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH

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

Rok XXXI

Warszawa, 21 stycznia 1954 r.

Zeszyt 1



HENRYK GOLAŃSKI

Rozwój ośrodków kształcenia kadry inżynierskiej w Polsce Ludowej

Pierwsze dziesięciolecie Polski Ludowej jest w rozwoju szkolnictwa wyższego, jak w każdej dziedzinie naszego życia, okresem szczególnie doniosłych przeobrażeń. W okresie tym skupia się — jeszcze niezakończony — proces zmian od szkoły wyższej burżuazyjnej do socjalistycznej. Interesująca jest zwłaszcza druga połowa tego okresu — lata planu 6-letniego — z uwagi na burzliwe tempo zachodzących zmian oraz wyraźnie już widoczny ich kierunek.

Lata 1950-54 posiadają nadto stosunkowo szczegółową dokumentację, dotyczącą szkolnictwa wyższego, co pozwala zilustrować liczbami rozważane zjawiska.

★

W okresie realizacji planu 6-letniego, na tle i w łączności z rozwojem budownictwa socjalistycznego i pogłębiającą się rewolucją kulturalną w Polsce, postępował proces demokratyzacji szkoły wyższej. Ludowa jej młodzież, decydująca składowa społecznej struktury uczelni, stała się ważnym czynnikiem kształtowania atmosfery społecznej i politycznej w szkole wyższej.

Powszechne niemal u młodzieży zrozumienie łączności jej pracy w uczelni z zadaniami walki o plan sześcioletni oraz wzrost świadomości, aktywności i bojowości mas studenckich, uczestniczących w pracy społecznej, spłoty życie szkoły z pracą i walką całego narodu. Szczególnie poważną rolę w kształtowaniu się moralno-politycznej postawy młodzieży odegrał ZMP, jej ideowo wychowawcza organizacja.

Odbiciem procesu dojrzwania ideowego inteligencji polskiej są w środowiskach politechnicznych głębokie przeobrażenia w świadomości decydującej większości pracowników nauki. Nieustannie rośnie ich aktywne uczestnictwo w realizacji nowej funkcji społecznej szkoły wyższej w służbie socjalistycznego budownictwa. Początkiem przełomu w tym zakresie stał się I Kongres Nauki Polskiej. Poprzedzający go dwuletni okres przygotowań ogarnął praktycznie wszystkich uczonych, działaczy na polu szkolnictwa wyższego i wybitnych praktyków. Natężenie i skala prac przedkongresowych, ich postępowy kierunek, pomoc nauki i uczonych radzieckich — wszystko to przyczyniło się do uściślenia związku badań naukowych z potrzebami gospodarki narodowej i jej rozwoju, do ogromnego ożywienia środowisk uczelnianych, do prawdziwego ruchu naukowego w Polsce. Dziś planowo rozwija ten ruch powstała w wyniku kongresu Polska Akademia Nauk, naczelna instytucja naukowa w Polsce, rozwija go w swoim zakresie Ministerstwo Szkolnictwa Wyższego.

Równocześnie z pracą w środowisku samodzielnych pracowników nauki dokonywała się zmiana warunków, zmierzająca do wyrastania młodej kadry. W r. 1950 rozpoczęto jej formowanie w drodze komisyjnego doboru kandydatów. W r. 1952 po raz pierwszy skonkretyzowane zostały obowiązki asystenta. Podjęto kroki zmierzające do związania z uczelniami stałej kadry asystenckiej, stanowiącej natural-

ny teren dojrzwania naukowego uzdolnionej młodzieży. Krajowa aspirantura naukowa oraz szczególnie dla nas cenna aspirantura w ZSRR wzbogaciły możliwości wyrastania młodych kadr naukowych. W roku bieżącym poważna, bo dochodząca do 25%, część asystentów podjęła tematy prac kandydackich, dążąc do uzyskania tą drogą stopnia naukowego. Otwiera to perspektywę znacznego wzmocnienia w niedalekiej przyszłości zbyt szczupłych na nasze potrzeby kadr samodzielnych pracowników nauki.

W toku zachodzących zmian uwypukla się znaczenie organizatorskiej roli państwa ludowego. Powołanie w r. 1950 Ministerstwa Szkół Wyższych i Nauki (przekształconego w dwa lata później na Ministerstwo Szkolnictwa Wyższego w związku z powstaniem P. A. N.) ułatwiło zarówno organizacyjne, jak programowe kierownictwo uczelniami, sprawowanie opieki nad wynikami w nauce i warunkami bytowymi młodzieży, podejmowanie skutecznych środków wzrostu młodej kadry naukowo-badawczej i planowego rozwoju badań naukowych.

W roku 1950 powołano do życia grupy studenckie, jako podstawowe kolektywy pracy młodzieży na uczelni. Wdrożenie dyscypliny studiów i szeroka na tym tle akcja wychowawcza w poważny sposób pogłębiła stosunek studentów do pracy i nauki.

Przeprowadzona jesienią 1951 r. walka z zaległościami w studiach, wprowadzenie jednolitego regulaminu studiów znacznie uporządkowały tok pracy szkół wyższych. Ograniczenie pracy zarobkowej studentów — przy objęciu stypendiami ponad 75%, a domami akademickimi około 42% (w uczelniach MSW) studiujących — umożliwiła im koncentrację wysiłków na nauce. Tegoroczne zmiany w systemie stypendialnym — nie ograniczając jego zasięgu — stworzyły w postaci stypendiów premiovych dodatkowe bodźce do uzyskiwania dobrych i bardzo dobrych wyników w nauce. Przewidziane stypendia specjalne, nazwane imionami najwybitniejszych w historii naszej nauki uczonych, mają stanowić środek szczególnej zachęty dla najbardziej uzdolnionej, przodującej młodzieży szkół wyższych.

Sprawność szkolenia z około 1% (dla studiów technicznych) przed wojną, a około 20% w pierwszych latach Polski Ludowej, wzrosła obecnie do około 75%. Rośnie troska uczelni o wyniki pracy studentów. Na tym tle rozwija się wśród kadry naukowo-pedagogicznej szczególnie cenny ruch doskonalenia metod nauczania.

Już w roku 1952 wyższe szkoły techniczne dały młodych inżynierów w liczbie zbliżonej do trzech czwartych całej ilości inżynierów, pracujących w naszym przemyśle w roku 1947. Inżynierowie, wykształceni w szkołach Polski Ludowej, stanowią od połowy planu 6-letniego większość kadry inżynierskiej w przemyśle. Stało się rzeczą jasną, że kadry kształcone w tym czasie będą stanowiły w okresie następnego, 5-letniego, planu poważną siłę jego realizacji. Te niewątpliwie fakty w łączności z decydującą w produkcji nau-

kowej rolę szkół wyższych i znaczeniem młodej kadry naukowej dla przyszłości nauki unaoczniają ogólnonarodowe znaczenie pracy szkolnictwa wyższego.

Świadomość tych faktów i ich związku z procesem przeobrażania się naszego narodu w naród socjalistyczny, z formowaniem się polskiej inteligencji socjalistycznej, z osiągnięciami i dotychczasowymi niedomaganiem naszego szkolnictwa wyższego podyktowały zjazdowi rektorów i dziekanów szkół wyższych w kwietniu 1953 r. węzłowe na lata najbliższe zadanie: walkę o wyższą socjalistyczną jakość kadr kształconych i wychowywanych w naszych uczelniach. Wokół tego zadania koncentruje się odąd wielostronna działalność szkół wyższych: ich praca dydaktyczna, wychowawcza i badawcza.

III Zjazd PZPR ukazał z wielką jasnością głęboko humanistyczny sens tej walki, ubojowił młodzież i pracowników nauki, stworzył lepsze warunki dla zwycięskiego jej poprowadzenia. Postawione zadania — formowanie naukowego poglądu młodzieży na świat, podniesienie zawodowego, naukowego i ideologicznego poziomu absolwentów, twórcze wzbogacenie metod nauczania i uczenia się młodzieży, świadome kształtowanie przez samą szkołę programowego kierunku i treści nauczania — stanowią aktualne zadania bojowe naszej szkoły wyższej.

Na tle tak skrótowno i niejako z zewnątrz scharakteryzowanych zmian, zaszłych w szkolnictwie wyższym w ciągu ostatniego pięciolecia, pragniemy oświetlić sytuację wydziałów elektrycznych naszych uczelni technicznych.

W procesie ich rozwoju można w ostatnim pięcioleciu wyodrębnić trzy etapy: pierwszy trwał od 1950 do 1952 r., drugi stanowią lata 1952/53 oraz 1953/54, bieżący zaś rok akademicki stanowi początek etapu trzeciego. Jakie jest uzasadnienie takiego podziału? Formalne kryterium stanowi czas trwania cyklu szkolenia dla otrzymania dyplomu inżyniera, wynoszący dla pierwszego etapu 3,5 roku sześć semestrów nauki w uczelni i półroczna praktyka, dla drugiego 4 lata, dla trzeciego zaś 5 lat. Równocześnie jednak z różną długotrwalością cyklu studiów występuje szereg zjawisk, dotyczących programowego kierunku, zakresu i proporcji materiału nauczania, metod pracy szkoły wyższej, poziomu ideologicznego, zawodowego i naukowego jej absolwentów, kształtowania się form i treści pracy katedr, rozwoju funkcji organów kierowniczych uczelni itd. Nie oznacza to, że zjawiska szczególnie charakterystyczne dla danego etapu w innych już nie występują; owszem, jednak natężenie ich jest inne, znika ich rola dominująca, ustępując miejsca zjawiskom wprawdzie zapoczątkowanym poprzednio, ale dojrzałym dopiero obecnie do znaczenia zasadniczego.

Lata 1950—52 są znamienne:

a) wprowadzeniem do programów nauczania podstaw marksizmu-leninizmu oraz ekonomii politycznej, jako przedmiotów podstawowych dla ideologicznego przygotowania kadr socjalistycznej inteligencji,

b) walka o wzrost sprawności szkolenia, o podniesienie aktywności młodzieży w nauce i pracy,

c) przedkongresową kampanią o pełny wkład pracy badawczej naukowców w wykonanie planów narodowych,

d) wszczęciem planowej pracy formowania młodej kadry naukowej, związanej ze szkołą wyższą Polski Ludowej i jej zadaniami.

W etapie pierwszym najpilniejszym zadaniem wydziałów elektrycznych było możliwie rychle pokrycie palących potrzeb przemysłu elektrycznego, energetyki i łączności w zakresie kadr inżynierskich. Za cenę szybkiego ich dojścia do miejsc pracy zawodowej trzeba było zdecydować się na pewne zżyczenie horyzontu naukowo-technicznego absolwentów. Stąd podjęta już w 1948 roku decyzja dwustopniowej struktury studiów. Opracowana i zatwierdzona w roku 1951 nomenklatura specjalności technicznych odpowiadała koniecznemu w tych warunkach postulatowi wąskiego ich profilowania i przewidywała 19 specjalności w obrębie wydziałów elektrycznych (nie wliczając w to nie wydzielonych jeszcze wówczas w odrębne wydziały specjalności telekomunikacyjnych). Kształtowanie się zapotrzebowania na kadry według specjalności i w kolejnych latach planu dalekie było wówczas od pełnego rozeznania. Stąd pewna żywiołowość układania się proporcji między grupami specjalności i nierównomierne zasilanie młodymi inżynierami poszczególnych zawodów. Na-

cisk gospodarki uzasadnił w latach 1950 i 1951 poziom przyjęty na wydziały elektryczne szkół dziennych łącznie do 3200 studentów, w WSI zaś do 1600 studentów.

Wydziały elektryczne politechnik i szkół inżynierskich wydały w latach 1950, 1951 i 1952 ogółem ponad 3000 dyplomów. Pierwsi absolwenci stopnia inżynierskiego otrzymali dyplomy w początkach 1952 r. Poważny wysiłek kadry naukowo-pedagogicznej szkół wyższych i samej młodzieży spowodował więc już w połowie planu 6-letniego na tyle wydętne zasilenie przemysłu kadram inżynierską, że można było — wyciągając wnioski z praktyki — podnieść wymagania kwalifikacyjne, stawiane absolwentom wydziałów elektrycznych.

W ten sposób stworzone zostały warunki do reformy programów nauczania, rozpoczynającej drugi z wyodrębnionych przez nas etapów.

Założenia reformy były następujące: wzbogacić programy nauczania, przedłużając równocześnie czas trwania nauki na pierwszym stopniu do lat czterech i uzyskując w ten sposób częściowe odciążenie młodzieży od zajęć programowych; wprowadzić pracę dyplomową, wykonywaną na uczelni w ciągu ostatniego semestru i w ten sposób wdrożyć studentów do samodzielnej pracy w zawodzie.

Wzbogacenie programów polegało na wzroście wymiaru przedmiotów podstawowych dla studiów technicznych (np. matematyki o 10%, mechaniki oraz wytrzymałości materiałów o 30% itp.), na prowadzeniu prac przejściowych z przedmiotów specjalizacji oraz na uzupełnieniu zajęć z dyscyplin, wykładanych poprzednio jedynie encyklopedycznie. Zrezygnowano równocześnie z półrocznej praktyki. Odciążenie wystąpiło głównie na pierwszym roku studiów: zamiast 42 godzin w tygodniu na pierwszym semestrze i 44 godzin na drugim wprowadzono odpowiednio 37 i 39 godzin. Stworzyło to warunki gruntowniejszego przyswajania wiedzy przez młodzież. Praca dyplomowa wykonywana na uczelni obliczona została na ok. 300 godzin.

W tymże 1952 r. na nowopowstałych wydziałach łączności (w Warszawie, Gdańsku i Wrocławiu) wprowadzono studia jednolite (zamiast dwustopniowych) z 11-semestralnym okresem nauki. Posunięcie to unaocznia tendencję pogłębiania studiów celem wykształcenia inżynierów szerokiego profilu dla tych dziedzin gospodarki narodowej, gdzie stan kadr technicznych umożliwia przedłużenie cyklu nauczania w szkole wyższej. Stąd też i przyjęcia na wydziały elektryczne (zwłaszcza wobec wyodrębnienia kierunków telekomunikacyjnych w wydziały łączności) ukształtowały się nieco poniżej poziomu dwu pierwszych lat planu w uczelniach zarówno dziennych, jak wieczorowych. Liczby absolwentów nadal były wysokie. Polepszyły się proporcje między specjalnościami, bardziej zbliżone do potrzeb gospodarki. Wzrósł procent skierowań na kurs magisterski. Zebrano dane do nowelizacji nomenklatury specjalności. Zbliżenie katedr do przemysłu i zaczętki planowania badań naukowych ukonkretniły tematykę prac dyplomowych. Pogłębiło się poważnie zainteresowanie kadry naukowo-pedagogicznej pracami programowymi i perspektywą przejścia na kurs jednolity. Poważną rolę odegrały w kształtowaniu się poglądów zjazdu rektorów i dziekanów zarówno ogólnokrajowe, jak i samych uczelni technicznych.

Punktem zwrotnym w całości pracy stała się konferencja aktywu profesorskiego w Polanicy latem 1954. Konferencja ta — śmiało rzec można — otwiera trzeci etap rozwoju wyższego szkolnictwa technicznego w toku planu sześcioletniego.

Konferencja wyszła z założeń uchwały Rady Głównej Szkolnictwa Wyższego i Kolegium MSW z lutego 1954, ukonkretniającej zadania walki o wyższą, socjalistyczną jakość nauczania i wychowania młodzieży.

Konferencja uznała za celowe przejść najrychlej na 5-letni cykl kształcenia i wprowadzić od początku roku akad. 1954/55 istotne zmiany w planach nauczania. Dają one w wyniku dalsze odciążenie młodzieży od nadmiaru zajęć programowych na uczelni, usuwają niektóre istotne braki w programowym kierunku nauczania; w szczególności chodzi tu o jeszcze gruntowniejszą podbudowę podstawowych przedmiotów studiów technicznych, umocnienie grup przedmiotów ważnych dla elektryki, wreszcie dyscyplin specjalizacyjnych — przy ograniczeniu wielopredmiotowości oraz ścisłym i wszechstronnym powiązaniu przedmiotów. Uwypuklono znaczenie prac przejściowych i projektu dyplomowego.

Konferencja w Polanicy i jej wyniki, dotychczasowy przebieg prac nad planem młodej kadry naukowej oraz przygo-

towania do planu prac badawczych w roku 1955 wskazują na poważny postęp we wszystkich tych dziedzinach działalności, postęp szczególnie wyraźny w zakresie działania wydziałów elektrycznych uczelni technicznych.

*

Celem uplastycznienia obrazu rozwoju katedr i wydziałów elektrycznych, powstałych w Polsce Ludowej, sięgnijmy do konkretnych przykładów.

1. **Katedra Maszyn Elektrycznych Politechniki Łódzkiej.** Przedmiotem zainteresowań i pracy katedry są transformatory, maszyny synchroniczne i asynchroniczne. W roku 1946 katedra zatrudniała jednego samodzielnego i dwu pomocniczych pracowników nauki oraz dwu młodszych asystentów-studentów. W skład katedry wchodzi dziś dwu samodzielnych pracowników nauki i dziesięciu pomocniczych, w tym trzech adiunktów i trzech starszych asystentów. Wszyscy pracownicy pomocniczy są wychowankami katedry i należą do jej stałej kadry. Od pustej hali fabrycznej w r. 1947 doszła katedra do wyposażenia umożliwiającego nie tylko normalną działalność dydaktyczną, ale szeroko zakrojoną pracę naukowo-badawczą.

Tematyka prac przejściowych i magisterskich wiąże się coraz ściślej z problemami o istotnym znaczeniu gospodarczym. W roku bieżącym np. wszystkie podjęte prace magisterskie w liczbie 8 bądź rozwiązują bezpośrednio problemy wysunięte przez przemysł, bądź stanowią prace przygotowawcze w dziedzinie zagadnień wysuniętych przez PAN.

Liczba studentów obsługiwanych przez katedrę w zakresie wykładów, ćwiczeń audytoryjnych i zajęć laboratoryjnych wzrosła od 30 w 1946 r. do 200 w 1954 r. Studia specjalne odbywa obecnie 32 studentów na stopniu inżynierskim oraz 19 na stopniu magisterskim. Do chwili obecnej wykonano w katedrze 132 prace przejściowe oraz 48 prac magisterskich. Miały one w większości charakter konstrukcyjny, obliczeniowy oraz laboratoryjny i w znacznej części uzyskały ocenę bardzo dobrą.

Plan prac naukowych na r. 1953 obejmował jedenaście tematów. W ramach aspirantury wykonane zostały i obronione dwie prace kandydackie. Ponadto katedra prowadzi szkolenie młodej kadry naukowej drogą aspirantury, a trzech pracowników katedry wykonuje prace kandydackie w ramach asystentury. Pracownicy katedry opublikowali dotąd, względnie oddają do druku, 6 książek, 14 artykułów oryginalnych, 4 skrypty, 2 tłumaczenia. Kolektyw katedry brał czynny udział w sesji młodej kadry Politechniki Łódzkiej, a na organizowaną przez PAN I Krajową Konferencję transformatorową zgłosił 7 referatów. Katedra nawiązała współpracę z PAN, Instytutami Elektrotechniki, Energetyki oraz Centralnym Biurem Konstrukcyjnym Maszyn Elektrycznych. Członkowie katedry związani są licznymi kontaktami z instytucjami naukowymi i przemysłowymi.

Poócz prac naukowych prowadzi się w katedrze szereg prac naukowo-technicznych dla bezpośrednich potrzeb gospodarki narodowej. Od początku swego istnienia katedra wykonała około 350 tego rodzaju prac i ekspertyz, w tym 120 komisyjnych odbiorów dużych transformatorów. Celem popularyzacji wiedzy technicznej katedra prowadziła otwarte pokazy w laboratorium oraz kilka serii wykładów, na które zapraszani byli pracobnicy pracy i racjonalizatorzy. Znaczna część absolwentów katedry, którzy specjalizowali się w dziedzinie maszyn elektrycznych, stanowi dziś kadrę asystencką szeregu katedr Politechniki Łódzkiej. Na szczególne wyróżnienie zasługuje grupa pierwszych magistrów nowego typu. Wszyscy oni ukończyli studia z wynikiem bardzo dobrym i poświęcili się pracy naukowej w uczelni rodzimej oraz w Instytucie Elektrotechniki. Szereg absolwentów, zatrudnionych w gospodarce narodowej, zajmuje odpowiedzialne i kierownicze stanowiska, ma już w swym dorobku poważne projekty, konstrukcje i oryginalne wynalazki.

2. **Katedra wysokich napięć i przyrządów rozdzielczych Politechniki Gdańskiej.** Z klasycznych działów techniki wysokich napięć katedra ma w swej tematyce naukowej głównie badania nad piorunem, nad przepięciami atmosferycznymi oraz nad ochroną odgromową, miernictwo wysoko-napięciowe i w mniejszym zakresie profilaktykę izolacyjną. W dziedzinie aparatów wysokiego napięcia prace koncentrują się na odgromnikach i łącznikach z materiałów gazujących; w dziedzinie łączników niskiego napięcia pracuje się nad stykami, nad komorami ga-

zującymi oraz bezpiecznikami. Dziedzina transformatorów mierniczych jest od wielu lat wysuwana przez przemysł krajowy jako główne zadanie katedry i stanowi znaczną część jej planu naukowego. Ostatnio zapoczątkowano prace naukowe nad zabezpieczeniami przekaźnikowymi.

Obydwa pierwsi asystenci katedry z r. 1947 odbyli studia specjalizacyjne i wykonali ciekawe prace kandydackie, mając za sobą konieczną praktykę w przemyśle krajowym. Rozprawy kandydackie odbyły się w r. 1954 i zakończyły przyznaniem stopni kandydackich. Dzięki temu uzyskano możliwość obsadzenia zakładów katedry wychowanymi przez nią, wykwalifikowanymi pracownikami.

W ostatnim czasie katedra została wzmocniona dojściem wybitnego konstruktora w zakresie łączników niskiego napięcia. W skład katedry wchodzi ponadto dwóch adiunktów, aspirant, dwu zaawansowanych starszych asystentów i trzech asystentów, robiących dopiero pierwsze kroki naukowe, ogółem 9 pomocniczych pracowników nauki.

Przedwojenne laboratorium wysokich napięć Politechniki Gdańskiej okazało się zupełnie niedostateczne nawet dla samych tylko prac dydaktycznych. W nowych pomieszczeniach katedry urządzono w pierwszej kolejności 4 stanowiska wysoko-napięciowe, wyposażono m. in. w generatory udarowe, zespoły prądu zmiennego na 60—200 kV, mostek Scheringa, układ kompensacyjny do badania rozkładu pola elektrycznego i inne. Katedra dysponuje zwarciownią do około 100 kA uruchomioną przed półtora rokiem. Złożone projekty potrzebne do budowy pracowni powstały w znacznej części z prac magisterskich. Tak stworzona pierwsza w Polsce zwarciownia laboratoryjna stanowi podstawę planowanych i już częściowo wykonywanych prac z dziedziny łączników, transformatorów prądowych, przekaźników i procesów zwarciowych. Drugim przedsięwzięciem większej miary jest generator udarowy do 1200 kV, 12 kW przeznaczony głównie do prac z dziedziny ochrony odgromowej. Pierwsze prace naukowe i dydaktyczne są już wykonywane na tym urządzeniu. W zaczątku jest pracownia transformatorów mierniczych. Katedra walczy z dotkliwym brakiem aparatury specjalnej.

Mimo tych braków i ciasnoty pomieszczeń katedra wykonała szereg prac naukowych, z których wymienimy przykładowo: rozszerzenie podstaw elektrodynamicznych do teorii pioruna i rozbudowa teorii relaksacyjnej wyładowania wstępnego schodkowego; badania fotograficzne nad rozwojem pioruna w różnych miejscach Polski, przy użyciu aparatów fotograficznych własnej konstrukcji; badania elektryczne nad zakłóceniami piorunowymi w sieciach elektrycznych; uzupełnienie teorii przepięć atmosferycznych indukowanych w liniach z przewodami odgromowymi; oryginalne konstrukcje odgromników wydmuchowych i szereg innych. W osiągnięciach tych znaczny udział stanowią prace najmłodszych asystentów, a nawet prace magisterskie.

Od 1947 r. katedra prowadzi szereg wykładów dla licznych sekcji wydziału elektrycznego oraz przedmioty specjalizacyjne aparatowe. Pierwszy kurs magisterski liczył niewielką liczbę studentów. Prace magisterskie stały na wysokim poziomie. Obecnie liczba studentów aparatowców sięga do 20, oraz 4 magistrantów. Katedra współpracuje z Głównym Urzędem Miar w Warszawie, z szeregiem fabryk, Komitetem Elektrotechniki PAN i Instytutem Energetyki. Znaczna większość wykonanych i będących w toku prac naukowych, laboratoryjnych, konstrukcyjnych i teoretycznych jest bezpośrednio związana z potrzebami przemysłu elektrotechnicznego i energetyki. Pozostałe poświęcone są problemom naukowym, na których podstawie powstają nowe rozwiązania techniczne. Pracownicy naukowci katedry brali udział w pracach normalizacyjnych.

Niektóre z wymienionych kontaktów prowadziły w szeregu wypadków do rozmów z racjonalizatorami, opiniowania wniosków racjonalizatorskich itp. Najsilniejsze zespoleńie pracy katedry z wysiłkami nowatorów i racjonalizatorów w gospodarce narodowej dotyczy prac laboratoryjnych nad udoskonaleniem nowych prototypów i podniesieniem jakości produkcji. W ostatnim roku robi się próbę wciągnięcia zdolniejszych absolwentów, zwłaszcza magistrów, do udziału na miejscu pracy zawodowej w realizacji planu naukowego katedry. Chodzi np. o rozszerzenie niektórych badań nad piorunem i o wykonanie takich badań naukowych w przemyśle, które wychodząc poza ramy uznanych potrzeb fabrycznych są możliwe do realizacji i rozszerzą zakres doświadczeń katedry.

3. Wydział Elektryczny Politechniki Śląskiej w Gliwicach. Pierwszy wykład wydziału odbył się w r. 1945 w Krakowie. Ćwiczenia laboratoryjne rozrzucone były w różnych punktach miasta: w szkołach średnich oraz w skleconych naprędcie pracowniach przemysłowych. Następny rok studiów rozpoczął się w Gliwicach. Wydział dysponował kompletnie zdewastowanym gmachem. W czasie wykładów studenci siedzieli na podłodze. Nie było ani jednego funkcjonującego laboratorium, a puste pomieszczenia były nawet bez szaf i stołów. Studentów wysyłano na ćwiczenia laboratoryjne do ówczesnych Śląskich Zakładów Technicznych w Stalinogrodzie i do Politechniki Wrocławskiej.

Lata 1948/49 przynoszą skompletowanie laboratoriów do poziomu wymagań współczesnej techniki. Uzyskana zostaje możliwość wykonania szeregu cennych laboratoryjnych prac dyplomowych. Katedry wzbogaciły swoje wyposażenie przez wydawanie prac dyplomowych, obejmujących projekty budowy oraz późniejsze zbadanie laboratoryjne zespołów ćwiczebnych lub nawet badawczych. Wydział posiada dziś wyposażenie do pomiarów wielkości nieelektrycznych, a w szczególności gładkości, pomiaru sił skrawania, mostek do sortowania stali, aparat do detekcji jonizacji izolacji, opracowane na wydziale prototypy amplidyny i szereg innych urządzeń.

W ostatnich latach zorganizowano laboratoria urządzeń elektrycznych oraz napędów. W stadium organizacji jest laboratorium sieci elektrycznych, dysponujące analizatorem prądu stałego. W latach 1949—51 otrzymało dyplomy około 400 magistrów-inżynierów dawnego typu. W wyniku wzrostu potrzeb gospodarki narodowej oraz walki o podniesienie wartości użytkowej prac dyplomowych znikły niemal zupełnie prace o charakterze abstrakcyjnym. Katedry wysyłając w latach następnych studentów¹⁰ na praktyki dyplomowe przydzielali im tematykę związaną z zagadnieniami postępu technicznego danego zakładu pracy, żądając na egzaminie zreferowania elaboratów jako prac dyplomowych. W ten sposób wyrabiano pewną samodzielność absolwentów. Wzrost przyjęć na drugi stopień studiów jako też prace dyplomowe, wprowadzone drogą reformy programów, umożliwiły bardziej gruntowne przygotowanie młodego inżyniera do pracy w zawodzie.

W ciągu półtora roku uzyskano na wydziale większą liczbę stopni naukowych niż w ciągu 8 lat działania dawnej ustawy.

Wzrost publikacji kadry naukowej charakteryzuje zestawienie:

	1945/48	1949/51	1952	1953	1954
książki	1	2	2	3	3
prace oryginalne	4	7	7	9	9
skrypty	5	6	6	6	7

Widoczny jest proces przesuwania się wyników w kierunku prac oryginalnych. Prace i komunikaty są wynikiem systematycznej rozbudowy bazy laboratoryjnej. Na 8 prac 6 wykonano we własnych laboratoriach.

Stopniowe wdrażanie się do planowania badań naukowych doprowadza do rozszerzenia współpracy katedr z gospodarką narodową. Początkowo ograniczała się ona do prac zleconych, później jednak zaczęła coraz częściej wkraczać w podstawowe problemy rozwojowe przemysłu. Przykładami mogą być tutaj wielokrotnie prace katedry maszyn elektrycznych nad wzmocnieniami amplidynowymi, badania nad starzeniem się izolacji maszyn i transformatorów, rozległe badania nad prototypem polskiego wyłącznika ekspansyjnego na 110 kV.

W ostatnim roku notujemy pierwsze wyniki w zakresie nowej formy współpracy z przemysłem w obejmowaniu szefostwa naukowego przez katedry nad zakładami przemysłowymi. Katedra budowy maszyn elektrycznych podjęła tę formę opieki nad zakładami M2.

Na podkreślenie zasługuje stała współpraca katedr z racjonalizatorami, z którymi odbyto trzy poważne narady, dokonano oceny 139 wniosków racjonalizatorskich, wygłoszono 37 odczytów w klubach racjonalizatorskich, przeprowadzono 11 kursów doszkoleniowych dla inżynierów z różnych gałęzi przemysłu.

*

Podane tu trzy przykłady nie są wynikiem jakiegś klasyfikacji katedr czy wydziałów. Wiele innych katedr i wydzia-

łów elektrycznych ma bogate osiągnięcia w nauczaniu i pracy badawczej. Chodziło raczej o zilustrowanie procesu rozwoju przez wybór niektórych jednostek, zwłaszcza spośród tych, które w szkolnictwie Polski Ludowej startowały z niemal zerowego poziomu.

*

Wydziały elektryczne należą do najliczniej reprezentowanych w strukturze wyższych szkół technicznych; istnieją we wszystkich politechnikach (z wyjątkiem krakowskiej) i szkołach inżynierskich oraz w siedmiu (na jedenaście) W. S. I. Ponadto w AGH funkcjonuje — pokrewny elektrycznym — wydział elektryfikacji górnictwa i hutnictwa. Łączna liczba wydziałów elektrycznych ulegnie w r. ak. 1955/56 redukcji (pozornej, nie faktycznej) w wyniku planowanego połączenia siedmiu wieczorowych szkół inżynierskich z technicznymi uczelniami dziennymi (w Gdańsku, Krakowie, Łodzi, Poznaniu, Stalinogrodzie, Warszawie i Wrocławiu). Między te szkoły zostają rozdzielone wszystkie specjalności istniejące i przewidywane do wprowadzenia. Projekt nomenklatury specjalności przewiduje ich podział na trzy grupy: a) elektroenergetyka (5 specjalności), b) maszyny, przyrządy i sprzęt elektrotechniczny (6 specjalności), c) elektryfikacja zakładów przemysłowych (7 specjalności).

Ogólna liczba studentów na omawianych wydziałach według projektu planu na rok bieżący stanowi ~ 10% ogółu studentów kierunków technicznych. Liczba ta nie uwzględnia niemal setki studentów, odbywających studia za granicą.

Potrzeba podniesienia kwalifikacji elektryków opuszczających uczelnie znajduje m. in. wyraz w rosnących przyjęciach na studia magisterskie, a mianowicie w 1953 r. — 100%, w 1954 r. — 152%, w 1955 r. (plan) — 207%. Wskaźniki te rosną szybciej niż liczby absolwentów stopnia inżynierskiego.

Ważne znaczenie dla zatrudnionych w zawodzie absolwentów stopnia inżynierskiego mieć będzie przewidywane uruchomienie w roku bieżącym eksternatu na poziomie magisterskim. Zasady przyjmowania nań i odbywania studiów znajdują się w końcowej fazie opracowania i wkrótce zostaną ogłoszone.

Spośród ponad 6000 absolwentów wydziałów elektrycznych w okresie bieżącego planu rekrutuje się młoda ich kadra naukowa: kilkudziesięciu aspirantów, kilkuset pomocniczych pracowników nauki. Jak wspomniano, niemal czwarta część asystentów przystąpiło do wykonywania prac kandydackich. Nazwiska tych stawiających pierwsze kroki naukowe, bądź już zaawansowanych adeptów nauki spotyka się w prasie fachowej i „Zeszytach naukowych” uczelni technicznych. Jest to obiecująca rezerwa „starej gwardii” profesorskiej. Stu kilkudziesięciu samodzielnych pracowników nauki stanowi dziś główną siłę napędową pracy dydaktyczno-wychowawczej i naukowo-badawczej katedr wydziałów elektrycznych.

Wyniki prac badawczych będą niewątpliwie rosły w miarę skupiania przeważającej części możliwości potencjalnych kadry naukowej wokół problemów wiodących, stanowiących kierunkowe planu badań w resorcie. Potrzebne dla tego środki materialne będą bez wątpienia systematycznie rosły. W sumie ok. 700 milionów złotych nakładów inwestycyjnych, zużytkowanych na budownictwo szkolne w ostatnim pięcioleciu, wydziały elektryczne uczestniczą w wysokości 4,3%. Rozdział kwot wydatkowanych na inwestycje budowlane i wyposażeniowe wyrażał się stosunkiem liczb 77:23. Stosunek ten wkrótce już znacznie się zapewne odwracać. W planie inwestycyjnym roku bieżącego przeważają nadal nakłady na budowlę; m. in. Politechnika Wrocławska otrzyma pawilon wydziału elektrycznego (jeszcze bez hali wysokich napięć).

Obok dalszych celowych nakładów na doskonalenie narzędzi badawczych i wzrost poziomu instrumentarium szkolnieniowego pierwszorzędnego znaczenia nabiera wykorzystanie możliwości wewnętrznych uczelni dla „dobrobytu się” aparatury, jak i ujawnienie i spożytkowanie rezerw istniejących w katedrach i zakładach. Zagadnienie to trzeba będzie poddać szczególnie sumiennej analizie w okresie przygotowań projektu 5-cioletniego planu szkolnictwa wyższego.

Wydaje się, że zarówno szkolnictwo wyższe jako całość, jak i wydziały elektryczne — ważny składnik uczelni technicznych — dojrzały do postawienia sobie na okres nadchodzącego wieloletniego planu narodowego ambitnych, bardziej mobilizujących i zaszczytnych zadań.

MGR INŻ. WŁADYSŁAW PASZEK

Zakład Maszyn Elektrycznych
Politechniki Śląskiej

Zespół Leonarda sterowany za pomocą amplitudyny

621.316.718.5:621.313.236.3

Treść. Po sprecyzowaniu zasadniczych wymagań stawianych nowoczesnym układom Leonarda omówiono zależności będące podstawą do projektowania elementów układu. Opis szczegółowy działania układu regulacyjnego zilustrowano wynikami pomiarów oscylograficznych.

Аппарат Леонарда, управляемый при помощи амплитуды. На основании точно сформулированных требований, предъявляемых современным системам Леонарда, обсуждаются взаимоотношения, на которых базируется проектирование элементов системы. Подробное описание действия регуляторной системы иллюстрируется результатами осциллографических измерений.

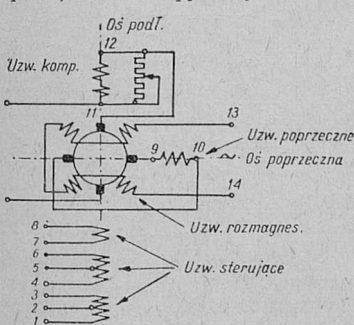
Amplidyne-controlled Ward-Leonard system. The author deals, after laying down the fundamental requirements with which modern Ward-Leonard systems are expected to comply, with such correlations as form the basis for designing the individual elements of the system. A detailed description of the operation of such control system is supplemented by oscillograph test results.

1. Parametry amplitudyny.

Zastosowanie amplitudyny w automatyce przemysłowej pozwala na znaczne uproszczenie układów w porównaniu ze skomplikowanymi elektrycznie i mechanicznie dawniej stosowanymi układami regulacyjnymi (jak układy przekątnikowe lub inne regulatory elektromechaniczne).

Wobec coraz szerszego stosowania amplitudynowych układów regulacyjnych (szczególnie w przemyśle hutniczym) w dostawach nowoczesnych urządzeń ze Związku Radzieckiego oraz wobec otwierających się szerokich możliwości projektowania całych układów regulacyjnych w kraju — dzięki opracowaniu przez CBKME oraz Zakład Maszyn Elektrycznych Politechniki Śląskiej (na zlecenie Bibrochutu) prototypu amplitudyny o mocy 1,8 kW do produkcji seryjnej — będą tu pokrótce omówione podstawowe zależności warunków pracy wzmacniacza, stanowiącego element zespołu Leonarda, który wśród dużej liczby zastosowań amplitudyn ma znaczenie najważniejsze.

Na przykładzie prototypu amplitudyny krajowej produkcji zapoznamy się z podstawowymi parametrami wzmacniacza (rys. 1), które wyjaśnia zakres możliwych zastosowań amplitudynowego typu w układach automatyki projektowanej w kraju.



Rys. 1. Schemat ideowy amplitudyny krajowej produkcji PWMa3

Amplitudyna PWMa 3 o danych znamionowych¹⁾: $P = 1,8 \text{ kW}$, $U = 220 \text{ V}$, $I = 8,2 \text{ A}$, $n = 1450 \text{ obr/min}$ ma trzy uzwojenia sterujące (końcówki uzwojeń sterujących oznaczono na rys. 1 liczbami 1...8), uzwojenie poprzeczne 9—10, zasilane prądem zbieranym ze szczotek w osi poprzecznej, a przewidziane w zasadzie do pracy przy zgodnym magnesowaniu z siłą magnetomotoryczną twornika w osi poprzecznej, oraz uzwojenie kompensacyjne 11—12 wraz z uzwojeniem biegunów komutacyjnych w osi podłużnej amplitudyny, zasilanym szeregowo prądem obciążenia amplitudyny. Dla dokładnego nastawienia kompensacji oddziaływania podłużnego twornika przy obciążeniu amplitudyny przewidziano opornik bocznikujący uzwojenie 11—12. Uzwojenie 13—14 przedstawia uzwojenie demagnesujące, zasilane prądem zmiennym i mające na celu zwężenie pętlicy histerezy wzmacniacza oraz zredukowanie napięcia remanentu.

Pracę ustaloną wzmacniacza określają współczynnik wzmocnienia mocy K_w oraz nachylenie charakterystyki biegu jałowego S_a . Dla amplitudyny PWMa 3 — w przypadku połączenia zgodnie magnesującego uzwojenia poprzecznego oraz zupełnej kompensacji wzmacniacza — otrzymuje się następujące wartości nachylenia S_a , współczynnika wzmocnienia K_w , oporności R oraz liczby zwojów W odnośnych uzwojeń sterujących:

$$S_a = 9,0 \frac{V}{A_z},$$

$$\begin{array}{lll} K_{w1-2} = 26000, & R_{1-3} = 29,8 \, \Omega, & W_{1-3} = 600, \\ K_{w4-6} = 22800, & R_{4-6} = 121 \, \Omega, & W_{4-6} = 1130, \\ K_{w7-8} = 17000, & R_{7-8} = 309 \, \Omega, & W_{7-8} = 1560. \end{array}$$

¹⁾ W trakcie pomiarów termicznych i badań komutacji prototypu w laboratorium Politechniki Śląskiej okazała się możliwość powiększenia mocy amplitudyny do wartości $P = 2,3 \text{ kW}$, $U = 230 \text{ V}$, $I = 10 \text{ A}$.

Nachylenie charakterystyki biegu jałowego S_a wyraża się jako średni (ze względu na histerezę) stosunek napięcia znamionowego wzmacniacza do amperozwojów wzbudzenia (przy wyższych napięciach amplitudyny wartość S_a maleje z powodu nasycenia).

Współczynnik wzmocnienia mocy K_w obliczono jako średni stosunek znamionowej mocy oddawanej (przy znamionowych parametrach) do mocy wzbudzenia. Współczynnik ten zależy od doboru wymiarów uzwojenia wzbudzenia i w przypadku skupionych uzwojeń sterujących można obliczyć go dla każdego uzwojenia wzbudzenia wg wzoru:

$$K_{wk} = K_{wn} \cdot \left(\frac{W_k}{W_n} \right)^2 \cdot \frac{R_n}{R_k}$$

(obliczane parametry wzmacniacza oznaczono wskaźnikami k , zmierzone parametry oznaczono wskaźnikami n).

Dla łatwego operowania parametrami amplitudyny wchodzącej w skład układu regulacyjnego wprowadza się czasem pojęcie napięciowego wzmocnienia K_u , wyrażającego stosunek napięcia wyjściowego (na biegu jałowym wzmacniacza) do napięcia doprowadzonego do uzwojenia sterującego (przy odłączonych pozostałych uzwojeniach sterujących). Napięciowe wzmocnienie łatwo obliczyć z podanych wyżej parametrów:

$$K_u = S_a \frac{W_n}{R'_n}.$$

Jeżeli w szereg z uzwojeniem sterującym wtrącona jest dodatkowa oporność R_d , współczynnik K_u maleje odpowiednio do zwiększonego oporu w obwodzie sterującym: $R'_n = R_n + R_d$.

Pracę wzmacniacza w stanie nieustalonym charakteryzują dodatkowe parametry, które w pierwszym przybliżeniu można określić przy pomocy stałej czasowej pierwszego stopnia wzmocnienia T_1 (uzwojenie sterujące) oraz stałej czasowej drugiego stopnia wzmocnienia T_2 (twornik i uzwojenie w osi poprzecznej).

Stała czasowa pierwszego stopnia wzmocnienia zmniejsza się przy wtrąceniu w obwód uzwojenia sterującego dodatkowej oporności R_d :

$$T'_1 = T_1 \cdot \frac{R_n}{R'_n}$$

(praktycznie dodatkowe oporności w układach regulacyjnych obniżają znacznie T_1).

Stała czasowa drugiego stopnia wzmocnienia ulega zmniejszeniu przy wyłączeniu uzwojenia poprzecznego 9—10 i zwarciu szczotek poprzecznych amplitudyny, albo przy połączeniu przeciwnym uzwojenia poprzecznego. Zmniejszenie stałych czasowych 1 i 2 stopnia połączone jest ze zmniejszeniem wzmocnienia wzmacniacza.

2. Warunki pracy zespołu Leonarda.

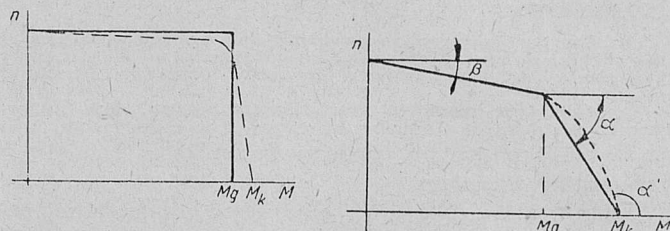
Amplitudyna wchodząca w skład zespołu Leonarda dla napędów małych mocy pracuje zwykle jako prądnica zasilająca silnik zespołu. W przypadku większych mocy amplitudyna zasilająca uzwojenie wzbudzenia prądnicy zespołu Leonarda lub wzbudnicę prądnicy.

Rys. 2 przedstawia schemat ideowy zespołu Leonarda ze wzbudnicą amplitudynową stosowany dla napędów średnich mocy (przeciętnie do 400 kW). Moc graniczna dla takiego układu podyktowana jest mocą amplitudyny. Podana wyżej przeciętna graniczna moc napędu dotyczy największych mocy amplitudyn stosowanych w kraju — rzędu 10 kW. Za granicą spotyka się wykonania amplitudyn o mocy 50 kW i więcej. Przed dokładniejszym opisem układu z rys. 2 należy omówić

przede wszystkim zasadnicze wymagania stawiane zwykle tego typu układom napędowym.

Statyczna charakterystyka zewnętrzna silnika napędowego $n = f(M)$. Najczęściej spotykaną pożądaną charakterystykę zewnętrzną przedstawiają rys. 3a i 3b. W przypadku rys. 3a pożądaną jest utrzymanie stałości prędkości obrotowej napędu w zakresie zmienności momentu od zera do momentu granicznego M_g (charakterystyka zaznaczona linią ciągłą). Po osiągnięciu mo-

Dla przypadku przedstawionego linią ciągłą na rys. 3b pożądana jest opadająca charakterystyka prędkości silnika w funkcji obciążenia, przy czym po przekroczeniu momentu granicznego następuje znaczne zwiększenie nachylenia charakterystyki. Przy spadku prędkości do zera silnik rozwija moment zwarcia M_k znacznie obniżony w porównaniu z momentem zwarcia zwykłej maszyny bocznikowej.

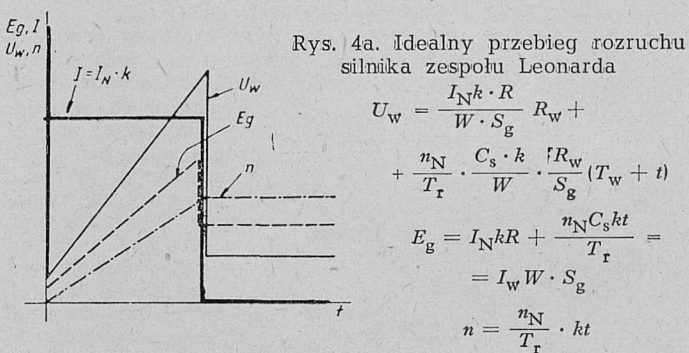


Rys. 3a i rys. 3b. Charakterystyki zewnętrzne silnika zespołu Leonarda

Kąty α i β określają nachylenie charakterystyk

Ogólnie przypadek z rys. 3a jest szczególnym przypadkiem charakterystyki z rys. 3b a mianowicie dla $\alpha = 90^\circ$ i $\beta = 0^\circ$. Charakterystyka z rys. 3b jest typowa dla napędów pomocniczych zgniataczy wzgl. walcarek mogących pracować na opór (np. samotoki, napęd nożyc).

Mały czas rozruchu i hamowania. Problem ten jest szczególnie ważny w przypadku napędów rewersyjnych, dla których czas rozruchu stanowi pokazną



Rys. 4a. Idealny przebieg rozruchu silnika zespołu Leonarda

$$U_w = \frac{I_N^k \cdot R}{W \cdot S_g} R_w + \frac{n_N}{T_r} \cdot \frac{C_s \cdot k}{W} \cdot \frac{R_w}{S_g} (T_w + t)$$

$$E_g = I_N k R + \frac{n_N C_s k t}{T_r} = I_w W \cdot S_g$$

$$n = \frac{n_N}{T_r} \cdot k t$$

E_g — napięcie prądnicy Leonarda

I — prąd silnika

U_w — napięcie na uzwojeniu wzbudzenia prądnicy

n — prędkość obrotowa silnika

t — czas

k — wielokrotność prądu rozruchu w odniesieniu do prądu znamionowego

S_g — nachylenie charakterystyki napięcia wewnętrznego prądnicy względem amperozwojów uzwojenia wzbudzenia

R_w — oporność uzwojenia wzbudzenia prądnicy

W — liczba zwojów uzwojenia wzbudzenia prądnicy

R — oporność głównego obwodu zespołu Leonarda

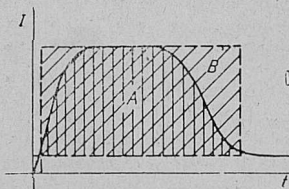
T_w — stała czasowa uzwojenia wzbudzenia

T_r — rozruchowa stała czasowa

C_s — stała napięciowa silnika

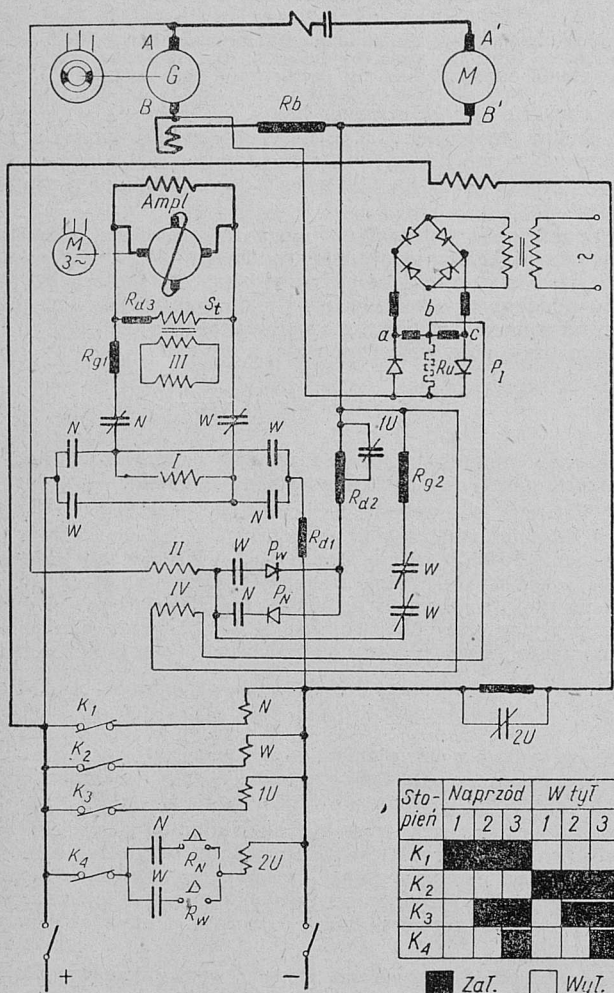
I_N, n_N — prąd i prędkość obrotowa silnika (wartości znamionowe)

część całego cyklu pracy. Wobec znacznych stałych czasowych własnych układu (duża stała czasowa uzwojenia wzbudzenia T_w ¹⁾ prądnicy zespołu Leonarda, znaczna mechaniczna



Rys. 4b. Praktyczny przebieg prądu rozruchowego silnika zespołu Leonarda

¹⁾ Stałą czasową uzwojenia wzbudzenia $T_w = \frac{L_w}{R_w}$ przyjmuje się w niniejszym opracowaniu jako wielkość stałą niezależną od nasycenia; w rzeczywistości stała ta maleje przy wyższych napięciach prądnicy.



stała rozruchowa silnika T_r)²⁾ zmniejszenie czasów rozruchu może być uzyskane jedynie drogą wzmoczenia wzbudzenia (forsowania) prądnicy oraz ew. silnika napędowego dla zapewnienia rozruchu przy szczytowym dopuszczalnym dla prądnicy i silnika prądzie obciążenia. (Wartość dopuszczalnego prądu określona jest zwykle komutacją maszyn, wzgl. dopuszczalnym przyspieszeniem, rzadziej nagraniem).

W przypadku stałego wzbudzenia silnika zespołu Leonarda moment silnika jest proporcjonalny do prądu twornika ($M = C_M I$). W idealnym wypadku trwałego k -krotnego prądu twornika w czasie rozruchu (zwykle dopuszczalna wielokrotność prądu rozruchu $k = 1,5 \dots 1,8$) silnika bez obciążenia momentem statycznym — silnik osiąga prędkość obrotową, ustaloną w czasie $\frac{T_r}{k}$. Odpowiada temu idealny prostoliniowy przebieg napięcia prądnicy obrotów, prądu wzbudzenia i napięcia wzbudzenia w funkcji czasu.

Na rys. 4a przedstawiono wykreślenie i analitycznie odnośne przebiegi wychodząc z założenia stałości prądu rozruchu silnika. Założono stały prąd wzbudzenia silnika oraz pominięto moment statyczny silnika przy rozruchu. Poza tym pomija się indukcyjność obwodu głównego zespołu Leonarda (małe indukcyjności od pól reakcji poprzecznej prądnicy i silnika), co uzasadnione jest w szczególności dla maszyn większych mocy. Przyjęto również proporcjonalność między napięciem wewnętrznym prądnicy E_g i prądem wzbudzenia I_w (pominięto nasycenie oraz wpływ obwodów tłumiących strug prądów wirówych jarzma prądnicy). Przy takich założeniach odnośne przebiegi wynikają z podstawowych równań stanu nieustalonego układu:

$$\frac{U_w}{R_w} = I_w + \frac{dI_w}{dt} T_w; \quad E_g = S_g \cdot I_w \cdot w; \quad E_g - E_s = IR; \quad E_s = C_s n$$

$$\frac{GD^2}{375} \cdot \frac{dn}{dt} = T_r \frac{M_N}{n_N} \cdot \frac{dn}{dt} = C_M I,$$

gdzie $U_w, R_w,$

I_w, T_w — napięcie, oporność, prąd i stała czasowa obwodu wzbudzenia prądnicy,

E_g, E_s — napięcie wewnętrzne prądnicy i silnika,

R — oporność głównego obwodu zespołu Leonarda (twornik prądnicy i silnika, uzwojenia kompensacji oraz opory obwodów łączących silnik z prądnicą)

I — prąd w głównym obwodzie zespołu Leonarda,

n — prędkość obrotowa silnika,

C_s — stała napięciowa silnika $\left(C_s = \frac{E_s}{n}\right)$,

C_M — stała momentu silnika $\left(C_M = \frac{M}{I}\right)$,

M_N, n_N — moment i prędkość obrotowa silnika (wartości znamionowe).

Między stałymi C_s i C_M istnieje związek $C_M = 0,973 \cdot C_s$ przy użyciu jednostek technicznych V, A, kGm dla napięcia, prądu i momentu. Jeżeli prądnicę jest w stanie niewzbudzonego przed rozruchem, nagły wzrost prądu wzbudzenia do wartości odpowiadającej napięciu prądnicy, idącemu na pokrycie spadków napięcia w obwodzie głównym zespołu Leonarda, wymaga teoretycznie nieograniczonego napięcia wzbudzenia na początku rozruchu. Ze względu na bezwładność magnetyczną uzwojenia wzbudzenia prądnicy niemożliwy jest taki skokowy początkowy przyrost prądu wzbudzenia (widoczny na rys. 4a), skutkiem czego uzyskany praktyczny przebieg prądu obciążenia odbiega od idealnego, powodując przedłużenie czasu rozruchu (rys. 4b). Często napięcie wzbudzenia maleje w miarę wzrostu prędkości silnika przy rozruchu wbrew pożądanemu narastającemu przebiegowi (według rys. 4a), co przyczynia się również do zwiększenia czasu rozruchu. Kryterium dobroci uzyskanego przebiegu prądu przy rozruchu stanowi stosunek powierzchni wyznaczonej krzywą prądu w czasie rozruchu (A) do powierzchni prostokąta określonego największym prądem rozruchu (B), wyrażony jako współczynnik ξ_1 . (Ze względu na ewentualny nieznaczny stały

moment statyczny obciążenia należy powierzchnie wyznaczyć do wielkości ustalonego prądu twornika).

Praktycznie najwłaściwiej realizuje się rozruch układu przy stałym wzmocnionym napięciu wzbudzenia do chwili osiągnięcia największego dopuszczalnego prądu prądnicy, a następnie utrzymuje się możliwie stały prąd w czasie całego rozruchu.

W przypadku znacznej bezwładności magnetycznej uzwojenia wzbudzenia prądnicy powolny wzrost napięcia prądnicy przy nieodpowiednio wysokim forsującym napięciu wzbudzenia może spowodować, że prąd głównego obwodu zespołu Leonarda nie osiągnie największej dopuszczalnej wartości, co może zdarzyć się przy zanikomej elektromechanicznej stałej czasowej silnika T_e ¹⁾.

Dla przykładu rozpatrzmy rozruch przy stałym napięciu wzbudzenia U_{wo} powodującym wykładniczy wzrost napięcia

wewnętrznego prądnicy $E_g = E_{go} \left(1 - e^{-\frac{t}{T_w}}\right)$. Po wprowadzeniu podstawowych równań dla elektrodynamicznego stanu nieustalonego w postaci operatorowej przy zerowych warunkach początkowych dla rozruchu

$$I_{(p)} = \frac{E_{g(p)} - E_{s(p)}}{R} = \frac{E_{g(p)} - C_s n_{(p)}}{R}$$

$$\text{ i } \frac{GD^2}{375} p n_{(p)} = C_M I$$

otrzymuje się

$$I_{(p)} = \frac{E_{g(p)} \cdot p}{R \left(p + \frac{1}{T_e}\right)} = \frac{E_{go} p T_e}{R (p T_w + 1) (p T_e + 1)},$$

gdzie

$$T_e = \frac{GD^2 R}{375 C_s C_M} = T_r \frac{I_N R}{E_N};$$

stąd

$$I_{(t)} = \frac{E_{go}}{R} T_e \frac{e^{-\frac{t}{T_w}} - e^{-\frac{t}{T_e}}}{T_w - T_e}.$$

Dla napędów dużych mocy, które są zasadniczo przedmiotem niniejszego opracowania i dla których elektromechaniczna stała czasowa T_e rzędu 0,1 sec jest znacznie mniejsza od stałej czasowej wzbudzenia rzędu 2–5 sec, największa wartość prądu wyraża się

$$I_{\max} = \frac{E_{go}}{R} \frac{T_e}{T_w - T_e} \left(e^{-\frac{T_e}{T_w - T_e} \ln \frac{T_w}{T_e}} - e^{-\frac{T_w}{T_w - T_e} \ln \frac{T_w}{T_e}} \right) \approx$$

$$\approx \frac{E_{go}}{R} \frac{T_e}{T_w - T_e} e^{-\frac{T_e}{T_w - T_e} \ln \frac{T_w}{T_e}}.$$

Stąd najmniejsze napięcie wzbudzenia zapewniające osiągnięcie pożądanego prądu rozruchu, będzie

$$U_{wo} = k I_N R \frac{T_w - T_e}{T_e} \frac{R_w}{S_g W} e^{\frac{T_e}{T_w - T_e} \ln \frac{T_w}{T_e}};$$

w nowoczesnych układach sterowania zaleca się przyjmować napięcie wzbudzenia znacznie większe, zapewniające stromy wzrost prądu prądnicy do wartości $k I_N$; po osiągnięciu jej układ regulacyjny obniża napięcie wzbudzenia i utrzymuje w przybliżeniu stałość prądu rozruchu.

Wymagania stawiane czasom rozruchu są analogiczne dla hamowania i nawrotu.

Napięcie remanentu prądnicy przy zatrzymanym silniku. Przy zerowym położeniu regulatora (nastawnika) prędkości silnika (napięcia prądnicy) układ powinien zapewnić zupełne zatrzymanie się silnika. Na-

²⁾ Rozruchowa stała czasowa T odpowiada czasowi do osiągnięcia prędkości znamionowej w czasie rozruchu pod wpływem momentu znamionowego silnika idącego na przyspieszenie mas.

¹⁾ Elektromechaniczną stałą czasową T_e można zdefiniować jako umyślony czas rozruchu silnika do prędkości znamionowej pod wpływem przyspieszającego momentu, który odpowiada prądowi zwarcia układu przy znamionowym napięciu wewnętrznym prądnicy (zakłada się teoretycznie zachowanie proporcjonalności między momentem i prądem silnika w zakresie prądów zwarcia).

pięcie remanentu prądnicy musi być poniżej wartości, przy której przepływ prądu w głównym obwodzie odpowiada momentowi tarcia silnika.

Szeroki zakres regulacji prędkości obrotowej. Często jest pożądanym zwiększony zakres regulacji szczególnie w kierunku małej prędkości obrotowej (np. maszyna wyciągowa w górnictwie), w porównaniu z zespołami Leonarda bez sterowania amplitudynowego. Dolną granicę prędkości obrotowej ogranicza zbyt mała sztywność charakterystyk prędkości przy obciążeniu. Przy obciążeniu następuje spadek prędkości silnika Δn proporcjonalny do prądu obciążenia, który w zakresie małej prędkości stanowi procentowo znaczną obniżkę. Można definiować jako zmienność prędkości obrotowej stosunek spadku jej przy prądzie znamionowym do prędkości silnika przy prądzie znamionowym $\left(\frac{\Delta n_{IN}}{n_{IN}} = \varepsilon \right)$.

Jeżeli przyjmie się dopuszczalną największą zmienność prędkości obrotowej odpowiadającą rozważanemu układowi regulacyjnemu ε_d wówczas zakres regulacji w dół ograniczony jest do wartości $\frac{\varepsilon_N \cdot n_N}{\varepsilon_d}$. Np. jeżeli przyjąć zmienność

prędkości obrotowej zwykłego zespołu Leonarda (bez układu amplitudyn) $\varepsilon_N = 0,20$ oraz $\varepsilon_d = 0,4$ (dla wielu urządzeń regulacyjnych żądana wartość ε_d jest znacznie mniejsza), to zakres regulacji wypada (1... 0,5) n_N . W celu zwiększenia zakresu regulacji układ sterowania nowoczesnych zespołów Leonarda winien zapewnić znaczne zmniejszenie wartości zmienności prędkości silnika ε .

Poza tym żąda się często zachowania dokładnie jednoznacznej prędkości obrotowej dla każdego położenia nastawnika, co sprowadza się do konieczności usunięcia wpływu pętlicy histerezy amplitudyn i prądnicy. Górną granicę prędkości silnika określa możliwość dopuszczalnego osłabienia pola silnika zespołu Leonarda. Zwykle przyjmuje się 1,5—3-krotne osłabienie strumienia w silniku. Największe dopuszczalne osłabienie pola jest ograniczone zwiększonym wpływem reakcji twornika, powodującym skłonność do powstawania niestatecznej charakterystyki, a w przypadku silników z uzwojeniem kompensacyjnym oszczędnością wykonania maszyny o zwiększonej wytrzymałości przy niewykorzystaniu pełnego momentu na największej prędkości (moment największy proporcjonalny do prądu i strumienia maleje przy regulacji prędkości przez osłabienie pola przy prądzie dopuszczalnym bliskim prądowi znamionowemu — regulacja przy stałej mocy). Jeżeli przyjąć przeciętnie 2,5-krotną zmianę strumienia silnika, to zakres regulacji prędkości rozpatrywanego w powyższym przykładzie zespołu Leonarda bez użycia sterowania amplitudynowego wynosi (0,5 do 2,5) n_N , a zatem zmienia się w stosunku 1 : 5.

3. Opis układu sterowania zespołu Leonarda przy pomocy amplitudyn.

Amplitudyna, zasilająca uzwojenie wzbudzenia prądnicy Leonarda (rys. 2), ma 4 uzwojenia sterujące.

Uzwojenie podstawowe I przyłączone na pomocnicze napięcie stałe przez ruchowe styki sterujące N względnie W (zamknięcie styków ruchowych N następuje dla kierunku „naprzód”, styków ruchowych W dla kierunku „w tył” nawrotnego napędu Leonarda) i określa w czasie pracy biegunowość napięcia wyjściowego amplitudyn, a tym samym napięcia prądnicy.

Uzwojenie sterujące II jest uzwojeniem napięciowego sprzężenia zwrotnego i przyłączone jest do zacisków prądnicy przez oporność R_{d2} oraz prostowniki suche P_N i P_W . Kierunek przepustowy prostownika włączonego przez styki W względnie N odpowiada przepływowi prądu sterującego w czasie rozruchu. Siła magnetomotoryczna uzwojenia II jest skierowana przeciwko sile magnetomotorycznej uzwojenia podstawowego (ujemne sprzężenie zwrotne).

Uzwojenie sterujące III przedstawia uzwojenie stabilizujące amplitudyn przyłączone do zacisków wtórnych transformatora stabilizacyjnego (S_t). Transformator o nastawialnej szczelinie przyłączony jest po stronie pierwotnej do zacisków wyjściowych amplitudyn. Dzięki szczelinie obwód magnetyczny transformatora nie ulega nasyceniu od składowej stałej napięcia amplitudyn (nasycenie obwodu magnetycznego obniża indukcyjność wzajemną transformatora). Po stronie wtórnej otrzymuje się w okresach nieustalonych napięcia proporcjonalne do pochodnej strumienia, a zatem w przybliżeniu do pochodnej napięcia amplitudyn. (Wskutek znacznej oporności

R_{d3} można praktycznie pominąć przesunięcie fazowe między składowymi zmiennymi w napięciu amplitudyn i w prądzie uzwojenia pierwotnego transformatora w okresach nieustalonych). Siła magnetomotoryczna uzwojenia III jest skierowana na zmniejszenie stromości zmian napięcia amplitudyn. Tym samym uzwojenie to wpływa na powiększenie stateczności układu w stanie nieustalonym i zapobiega nadmiernemu przeregulowaniu układu. Przez dobór oporności R_{d3} oraz szczeliny transformatora można zapewnić warunki przebiegów aperiodycznych w czasie stanów nieustalonych wzgl. co najmniej warunki zanikających kołysań.

Uzwojenie sterujące IV jest uzwojeniem prądowego sprzężenia zwrotnego, zasilanym z układu porównującego spadek napięcia na boczniku w głównym obwodzie Leonarda ze stałym napięciem odniesienia zbieranym zwykle z oddzielnego prostownika suchego i tym samym nie związanego z napięciem sterującym uzwojenia niezależnego. W celu oddzielenia galwanicznego zasilania obwodów sterowania od obwodu głównego zespołu Leonarda nie korzysta się ze źródła zasilania podstawowego uzwojenia sterującego I.

Układ mostkowy prostowników suchych P_I przepuszcza prąd do uzwojenia sterującego IV dopiero wtedy, kiedy spadek napięcia na boczniku w głównym obwodzie Leonarda przekroczy napięcie porównawcze zbierane z odcinków ab względnie bc układu mostkowego.

Przy przepływie znacznego prądu w obwodzie głównym od B do B' (punkt B ma potencjał wyższy) prąd sterujący płynie od punktu B przez $a-b$ do uzwojenia sterującego IV i powoduje przez zmianę napięcia amplitudyn zmniejszenie prądu głównego obwodu Leonarda. Tak np. przy rozruchu prądowe sprzężenie zwrotne po przekroczeniu wartości granicznej I_g , określonej napięciem porównawczym, obniża napięcie amplitudyn i tym samym prąd wzbudzenia prądnicy oraz napięcie prądnicy. Gdy prąd w obwodzie głównym Leonarda płynie w kierunku przeciwnym, od B' do B, po przekroczeniu prądu granicznego I_g obwód sterujący zamyka się przez odcinek $b-c$ porównawczego układu mostkowego i powoduje analogicznie jak poprzednio zmniejszenie prądu wzbudzenia prądnicy, a tym samym obniża prąd w obwodzie głównym zespołu.

4. Rozruch i regulacja prędkości silnika.

W czasie rozruchu (załączenie styków N względnie W) podstawowe uzwojenie sterujące I forsuje napięcie amplitudyn, powodując szybkie narastanie prądu wzbudzenia prądnicy mimo znacznej jego bezwładności magnetycznej. Ponieważ napięcie prądnicy w pierwszym okresie rozruchu jest zerowe, ujemne napięciowe sprzężenie zwrotne nie wpływa na napięcie amplitudyn. Dzięki dużej stromości napięcia prądnicy prąd obwodu głównego Leonarda narasta szybko powyżej wartości granicznej I_g powodując przepływ prądu w prądowym uzwojeniu sterującym. Przepływ ten zmniejsza wypadkową siłę magnetomotoryczną amplitudyn i pośrednio prąd obwodu głównego do wartości nieco większej od prądu granicznego I_g .

W miarę narastania napięcia prądnicy, a więc i prędkości silnika, występuje działanie uzwojenia sterującego II, obniżające siłę magnetomotoryczną amplitudyn oraz równocześnie prąd silnika. Poniżej prądu granicznego napięcie porównawcze układu mostkowego blokuje prąd uzwojenia IV i napięcie ustala się na wartości odpowiadającej nastawieniu danego stopnia.

Punkt pracy ustalonej można wyznaczyć z charakterystyk statycznych wzmacniacza i prądnicy. Przyjmując liniowe charakterystyki napięcia wewnętrzznego amplitudyn E_a i prądnicy E_g w funkcji amperozwojów wzbudzenia, otrzymuje się

$$E_g = \frac{S_a S_g W}{R_w} \theta_s.$$

Przy założeniu idealnego biegu jałowego silnika zespołu Leonarda amperozwoje sterujące amplitudyn składają się w stanie ustalonym z amperozwojów uzwojenia I i II:

$$\theta_s = \theta_1 - \theta_2; \quad \theta_1 = \frac{E_r}{R_2} \cdot W_2; \quad E_g = S_g \cdot I_w \cdot W;$$

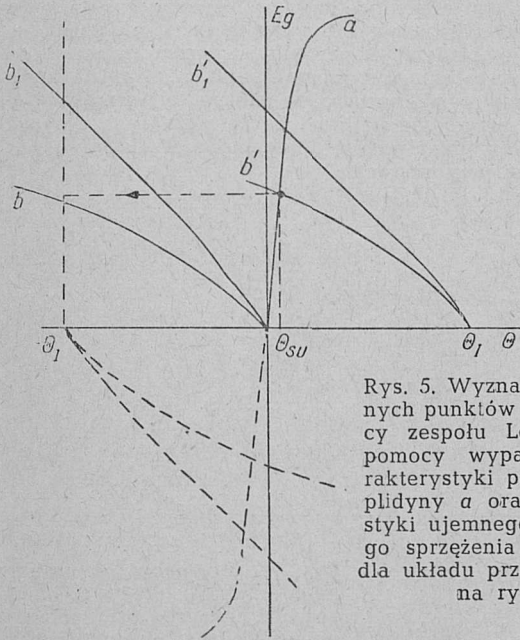
$$I_w = \frac{E_a}{R_w}.$$

$$\text{Stąd } E_g = \frac{\theta_1 S_a S_g W}{R_w \left(1 + \frac{S_g W}{R_w} \cdot \frac{S_a W_2}{R_2} \right)}, \text{ gdzie}$$

- S_a oraz S_g — nachylenie charakterystyki wewnętrznej amplitudyny oraz prądniczy,
 θ_1, θ_2 oraz θ_s — amperozwoje sterujące uzwojenia I, II oraz amperozwoje wypadkowe,
 W_2 — liczba zwojów uzwojenia sterującego II,
 R_2 — oporność obwodu napięciowego sprzężenia zwrotnego składająca się z oporności uzwojenia sterującego II i oporu dodatkowego,
 R_w — oporność W-zwojowego uzwojenia wzbudzenia prądniczy łącznie z oporem wewnętrznym amplitudyny.

Wyrażenia $S_a \frac{W_2}{R_2}$ oraz $S_g \frac{W}{R_w}$ występujące w powyższym wzorze oznaczają napięciowe wzmocnienie amplitudyny oraz prądniczy, dla których przyjęto prostoliniowe przebiegi charakterystyk wewnętrznych¹⁾.

W przypadku uwzględnienia nasycenia amplitudyny i prądniczy wpływ zakrzywienia charakterystyk na ustalone punkty pracy najwłaściwiej przedstawić wykreślnie. Na rys. 5 krzy-



Rys. 5. Wyznaczenie ustalonych punktów pracy prądniczy zespołu Leonarda przy pomocy wypadkowej charakterystyki prądniczy i amplitudyny a oraz charakterystyki ujemnego napięciowego sprzężenia zwrotnego b dla układu przedstawionego na rys. 2

wa a przedstawia zależność $E_g = f(\Theta)$, będącą wypadkową charakterystyki amplitudyny i prądniczy, krzywa b przedstawia charakterystykę amperozwojów sterującego uzwojenia II w funkcji napięcia prądniczy (zakrzywienie spowodowane jest wpływem prostownika, którego nieliniową oporność wewnętrzną uwzględniono na wykresie). Przecięcie przesuniętej o wartość θ_1 charakterystyki amperozwojów sterujących uzwojenia II (krzywa b') z krzywą a określa ustalony punkt pracy.

Wykres wyznacza jednocześnie współczynnik forsowania K_f układu na początku rozruchu przy prądzie w głównym obwodzie mniejszym od wartości granicznej

$$K_f = \frac{\theta_1}{\theta_{su}},$$

gdzie θ_{su} oznacza wypadkowe amperozwoje amplitudyny odpowiadające napięciu ustalonemu prądniczy.

Ze względu na znikome stałe czasowe uzwojeń amplitudyny — w porównaniu ze stałą czasową uzwojenia wzbudzenia prądniczy — można praktycznie przyjąć quasi-ustalony stan amplitudyny na początku rozruchu przed osiągnięciem prądu granicznego w głównym obwodzie, wymuszony siłą magnetyczną uzwojenia sterującego I (uzwojenie napięciowego sprzężenia zwrotnego zaznacza się w działaniu dopiero znacznie później w miarę narastania napięcia prądniczy). Przebiegi zatem odpowiadają dla tego okresu omówionemu wyżej przypadkowi rozruchu przy stałym napięciu wzbudzenia.

¹⁾ Jak dla amplitudyny można dla prostoliniowej charakterystyki prądniczy wprowadzić pojęcie „nachylenia charakterystyki” oraz „wzmocnienia napięciowego”.

W podanym na rys. 2 schemacie przewidziano jedynie trzy stopnie prędkości silnika, przy czym przejście na drugi stopień prędkości odbywa się tu przez zmianę oporu w obwodzie uzwojenia sterującego II. Styk spoczynkowy stycznika 1U wtrąca większy opór w obwód napięciowego uzwojenia sterującego, zmniejszając wpływ ujemnego sprzężenia zwrotnego i tym samym powiększając napięcie ustalone (w podanym wyżej wzorze zwiększa się dla takiego położenia nastawnika wartość oporności R_2). Na rys. 5 charakterystyka amperozwojów sterujących b' podniesie się i wyprostuje wskutek zwiększonego udziału dodatkowego (liniowego) oporu czynnego w całkowitej oporności R_2 .

Trzeci stopień prędkości otrzymuje się przez osłabienie pola silnika. Przekazniki czasowe R_w i R_N zwalniające stycznik osłabienia pola uniemożliwiają jednocześnie forsowanie napięcia prądniczy i osłabienie pola, co prowadziłoby do zbyt rychłych przetężeń (uzwojenie prądowego sprzężenia zwrotnego musiałoby być przesadnie silne, by podolać tej nadwyżce prądowej). Osłabienie pola następuje z opóźnieniem po osiągnięciu prędkości bliskiej znamionowej (przekaznik czasowy). Trójstopniowa regulacja prędkości zespołu Leonarda zastosowana w omówionym przykładzie może być w innych przypadkach zastąpiona regulacją ciągłą, np. przez zmianę napięcia doprowadzonego do niezależnego uzwojenia sterującego. Takie rozwiązanie regulacji przez zmianę napięcia uzwojenia I nie jest jednakże korzystne ze względu na zmieniający się współczynnik forsowania przy rozruchu dla każdego nastawienia, wskutek czego układ dla każdego z nastawień dochodziłby do prędkości ustalonej w niejednolity sposób. W takim przypadku pełne wyzyskanie układu w czasie rozruchu występuje tylko dla rozruchu do maksymalnej prędkości.

5. Wpływ napięciowego sprzężenia zwrotnego na pracę układu.

W dotychczasowych rozważaniach przyjmowano pracę silnika przy biegu jałowym. Obecnie rozpatrzmy wpływ obciążenia zespołu na charakterystykę zewnętrzną silnika. Szybyne ujemne sprzężenie zwrotne, powodujące w miarę narastania napięcia prądniczy zmniejszenie stopnia forsowania, wpływa zasadniczo na statykę ustalonego napięcia wyjściowego prądniczy w funkcji obciążenia i tym samym na statykę charakterystyki zewnętrznej silnika $n = f(M)$. Pochylenie charakterystyki określa kąt β ($\tan \beta = \frac{dn}{dM}$). Wprowadzając do podanego wyżej równania napięcie wewnętrzne silnika $E_s = E_g - IR$ oraz napięcie zasilania uzwojenia sterującego II, mianowicie $U = E_s + IR_s$, otrzymujemy po przekształceniach:

$$(1) \quad E_s = C_s n = \frac{\theta_1 S}{1 + S \frac{W_2}{R_2}} - I \left(R_s + \frac{R_g}{1 + S \frac{W_2}{R_2}} \right),$$

$$(2a) \quad \tan \beta = \frac{dn}{dM} = \frac{1}{C_s C_M} \left(R_s + \frac{R_g}{1 + S \frac{W_2}{R_2}} \right),$$

$$\text{gdzie } S = \frac{S_a S_g}{R_w} W,$$

R_s — opór wewnętrzny silnika,

R_g — opór wewnętrzny prądniczy łącznie z opornością bocznika.

Silne ujemne sprzężenie zwrotne powoduje zmniejszenie nachylenia charakterystyki zewnętrznej silnika do wartości odpowiadającej praktycznie sztywnemu napięciu zasilania:

$$(2b) \quad \tan \beta \approx \frac{1}{C_s C_M} R_s.$$

Ze wzoru (2) wynika cenny wpływ napięciowego sprzężenia zwrotnego na zmienność prędkości, a tym samym na zakres regulacji prędkości zespołu Leonarda. Dla prądu znamionowego

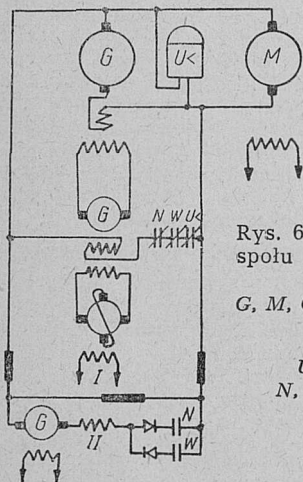
$$\Delta n_{IN} = \frac{I_N}{C_s} = \left(R_s + \frac{R_g}{1 + S \frac{W_2}{R_2}} \right) = \\ = \frac{I_N}{C_s} \left(R_s + \frac{R_g}{1 + K_{ua} \cdot K_{ug}} \right),$$

gdzie K_{ua} , K_{ug} oznaczają wzmocnienie napięciowe amplitdyny oraz prądnicy. Stąd znamionowa zmienność prędkości silnika:

$$(2c) \quad \epsilon_N = \frac{I_N}{C_s} \left(R_s + \frac{R_g}{1 + K_{ua} \cdot K_{ug}} \right) = \frac{R_s + \frac{R_g}{1 + K_{ua} K_{ug}}}{R_s + R_g} \epsilon'_N$$

gdzie ϵ'_N oznacza znamionową zmienność prędkości silnika w zespole Leonarda nie wyposażonym w układ sterowania z napięciowym ujemnym sprzężeniem zwrotnym.

W układach starszych bez użycia amplitdyny lub w układach Leonarda ze wzbudnicą amplitdynową, w których ujemne sprzężenie zwrotne zbierane jest z bocznika w obwodzie prądu wzbudzenia, zmienność prędkości określa całkowita oporność obwodu głównego zespołu. Czasem spotyka się układy regulacyjne, w których rolę ujemnego sprzężenia zwrotnego



Rys. 6. Schemat ideowy nawrotnego zespołu Leonarda z wzbudnicą zasilaną z amplitdyny

G, M, G_w — prądnica, silnik i wzbudnica prądnicy zespołu Leonarda
 G_p — prądniczka pomocnicza
 $U<$ — przekaźnik podnapięciowy
 N, W — styki dla kierunku „w tył” i „naprzód”

spełnia uzwojenie kompensacyjne amplitdyny nie znoszące zupełnie reakcji twornika w osi podłużnej wzmacniacza (osiąga się to łatwo przez odpowiedni dobór opornika bocznikującego uzwojenie kompensacyjne, por. rys. 1). W takich wypadkach ujemne sprzężenie zwrotne (proporcjonalne praktycznie do E_g) spełnia tylko rolę ograniczenia forsowania amplitdyny w miarę narastania prędkości silnika i nie jest przeznaczone do kształtowania charakterystyki zewnętrznej silnika.

Jak wynika ze wzorów (2b) i (2c), nadmierne powiększenie wzmocnienia napięciowego dla powiększenia zakresu regulacji nie jest celowe, ponieważ nie powoduje praktycznie dalszego obniżania zmienności prędkości. W przypadkach, kiedy zależy na znacznym zwiększeniu zakresu regulacji i zbliżeniu do idealnej charakterystyki zewnętrznej przedstawionej na rys. 3a, uzwojenie ujemnego sprzężenia zwrotnego zasila się z dodatkowej prądnicy tachometrycznej sprzężonej z silnikiem zespołu Leonarda. Napięcie zasilania proporcjonalne do prędkości jest tym samym liniowo zależne od napięcia wewnętrznego silnika ($U_{tach} = \gamma \cdot E_s$). Wówczas zmienność prędkości silnika zespołu wyrazi się wzorem:

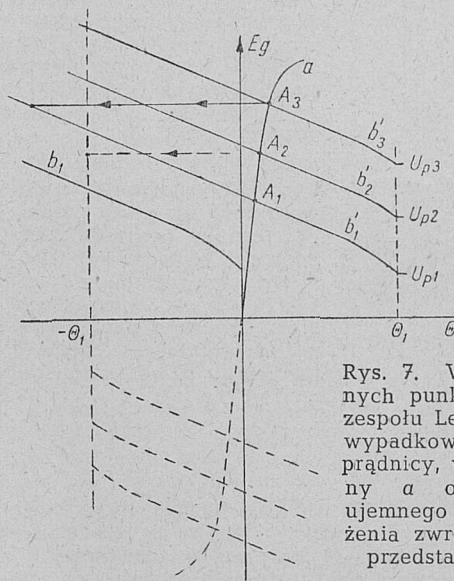
$$\epsilon_N = \frac{\epsilon'_N}{\gamma K_{ua} \cdot K_{ug}}$$

W czasie trwania rozruchu wpływ ujemnego sprzężenia zwrotnego jest niekorzystny ze względu na zmniejszenie wypadkowych amperozwojów sterujących w miarę narastania napięcia. Otrzymuje się więc niekorzystny — malejący w czasie — przebieg amperozwojów sterujących $\Theta_1 - \Theta_2$, w przeciwieństwie do pożądanej rosnącej charakterystyki napięcia wzbudzenia prądnicy (rys. 4a). Pożądany przebieg napięcia wzbudzenia może jedynie wymusić wpływ prądowego sprzężenia zwrotnego, co wymaga jednakże przyjęcia bardzo znacznych współczynników forsowania (dużej siły magnetomotorycznej podstawowego uzwojenia sterującego).

Dla utrzymania stałości wzmoczonej siły magnetomotorycznej amplitdyny w czasie całego okresu rozruchu, co daje już znaczne polepszenie charakterystyki w porównaniu z przebiegiem malejącym, wprowadza się — w szczególności dla

napędów dużych mocy — w obwód uzwojenia II dodatkową siłę elektromotoryczną porównawczą (rys. 6). Umożliwia to poza tym prosty sposób regulacji prędkości przez zmianę wartości siły elektromotorycznej porównawczej oraz zapewnienia stałości forsującego działania podstawowego uzwojenia sterującego I w czasie rozruchu, dzięki prostownikom blokującym przepływ prądu w uzwojeniu II przy napięciach prądnicy niższych od siły elektromotorycznej porównawczej (regulowanego napięcia porównawczego dostarcza zwykle mała prądniczka pomocnicza).

Na rys. 7 przedstawiono dla tego układu charakterystyki statyczne, uwzględniające wpływ nasycenia i oporów nieliniowych prostowników, analogicznie do rys. 5, odpowiadającego układowi na rys. 2. Przez zmianę napięcia porównawczego U_p otrzymuje się równoległe przesunięcie charakterystyk b' (w stronę wyższych napięć E_g), określających w punktach A napięcie ustalone prądnicy. Dla wszystkich zakresów prędkości otrzymuje się przy rozruchu jednaki forsujący przepływ sterujący Θ_1 . Jednakże przy przełączeniu układu na mniejsze prędkości nie otrzymuje się nawet w tym układzie stałości siły magnetomotorycznej amplitdyny. Przy obniżeniu napięcia porównawczego w chwili przełączenia na niższy stopień prędkości¹⁾ niezmienione w chwili przełączenia napięcie prądnicy jest wyższe od nastawionego napięcia porównawczego prądnicy pomocniczej i powoduje znaczne wzmocnienie napięciowego sprzężenia zwrotnego (prąd w obwodzie uzwojenia II płynie w tym kierunku, w którym przepuszczają go prostowniki N względnie W) tak, że w niektórych przypadkach wypadkowy przepływ sterujący może przekroczyć wartość największą przy rozruchu.



Rys. 7. Wyznaczenie ustalonych punktów pracy prądnicy zespołu Leonarda przy pomocy wypadkowej charakterystyki prądnicy, wzbudnicy i amplitdyny a oraz charakterystyki ujemnego napięciowego sprzężenia zwrotnego b dla układu przedstawionego na rys. 6.

Na rys. 7 zaznaczono linią ciągłą przejście z punktu A_3 na charakterystykę odpowiadającą mniejszej prędkości zespołu. Jak wynika z rysunku, siła magnetomotoryczna wypadkowa przekracza największą wartość tej siły przy rozruchu Θ_1 . Dla tej najwyższej wartości siły magnetomotorycznej należy tak dobrać wielkość prądowego sprzężenia zwrotnego, by prąd w obwodzie głównym nie przekroczył dopuszczalnej wartości.

Prądowe sprzężenie zwrotne może w niektórych układach regulacyjnych oddziaływać na pole główne silnika (wzmocnienie strumienia przy przetężeniu powoduje obniżkę prądu w obwodzie głównym w przypadku sterowanego układu wzbudzenia silnika), co stosuje się przy napędach dużych mocy, np. przy silniku głównego napędu zgniatacza. Przy przetężeniach otrzymuje się przy tym korzystne zwiększenie momentu od powiększonego strumienia.

W przypadku znacznych mocy układu Leonarda rezygnuje się często z wtarcenia dodatkowej oporności (bocznika, zasilającego uzwojenie prądowe sprzężenia zwrotnego) w obwód główny zespołu ze względu na trudności wykonania bocznika na znaczne prądy obciążenia oraz ze względu na sprawność zespołu. Przy zastosowaniu zwiększonego wypad-

1) Dzięki małym stałym czasowym prądniczki pomocniczej G_p zmiana napięcia odbywa się praktycznie bezzwłocznie po zmianie nastawienia napięcia na jej uzwojeniu wzbudzenia.

kowego wzmocnienia układu amplitdyna-prądnicza przez przyjęcie dodatkowej wzbudnicy pomocniczej prądnicy zespołu Leonarda, zasilanej z amplitdyny, wystarcza zwykle spadek napięcia zbierany z uzwojenia kompensacji i biegunów zwrotnych maszyn głównego napędu do sterowania uzwojenia prądowego sprzężenia zwrotnego (rys. 6) ¹⁾. Wskutek włączenia dodatkowej maszyny powiększa się jednak wypadkowa stała czasowa układu, wymagająca zastosowania wyższego stopnia forsowania, co częściowo kompensuje korzyści z otrzymanego zwiększenia wzmocnienia.

6. Wpływ prądowego sprzężenia zwrotnego na charakterystykę zewnętrzną.

W czasie rozruchu silne prądowe sprzężenie zwrotne powoduje obniżenie maksymalnych przetężeń do wartości dopuszczalnych i zapewnia tym samym duży prądowy współczynnik dobroci rozruchu ξ_1 .

W stanie ustalonym przy zwiększeniu obciążenia ponad wartość graniczną (określoną napięciem U_a —b względnie U_b —c układu porównawczego na rys. 2) uzwojenie IV powoduje załamanie napięcia prądnicy, a tym samym charakterystyki zewnętrznej silnika (rys. 3a). W granicznym przypadku, przy spadku prędkości do zera, utrzymuje się prąd zwarcia I_k . W stanie zwarcia przepływ uzwojenia IV znosi praktycznie cały przepływ podstawowego uzwojenia prądowego (wypadkowa siła magnetomotoryczna odpowiada napięciu prądnicy równemu sumie spadków napięć w obwodzie głównym).

Dla załamanej części charakterystyki zewnętrznej otrzymuje się:

$$(3) \quad E_s + IR = S \left(\theta_1 - \frac{E_s + IR_s}{R_2} W_2 - \frac{I - I_g}{R_4} W_4 R_b \right);$$

stąd dla $E_s = 0$ (zatrzymanie silnika)

$$(4) \quad I_k = \frac{\left(\theta_1 + I_g R_b \frac{W_4}{R_4} \right) S}{R + \left(R_b \frac{W_4}{R_4} + R_s \frac{W_2}{R_2} \right) S}$$

gdzie R_b — opór bocznika. Jeżeli opór bocznika jest znacznie większy od oporności wewnętrznej silnika R_s , wzór (4) przybiera postać przybliżoną:

$$(5) \quad I_k \approx I_g + \frac{\theta_1 R_4}{W_4 R_b},$$

Prąd sterujący dla prądu zwarcia będzie

$$(6) \quad I_{ak} \approx \frac{\theta_1}{W_4} = (I_k - I_g) \frac{R_b}{R_4},$$

moc tracona na boczniku:

$$(7) \quad \Delta P_k = I_k^2 R_b = \frac{I_k^2 \theta_1 R_4}{W_4 (I_k - I_g)}.$$

Ze wzoru (3) otrzymuje się nachylenie charakterystyki zewnętrznej

$$(8) \quad \frac{dn}{dM} = \operatorname{tg} \alpha = \frac{1}{C_s C_M} \frac{dE_s}{dI} = \frac{S \left(R_s \frac{W_2}{R_2} + R_b \frac{W_4}{R_4} \right) + R}{C_s C_M \left(1 + S \frac{W_2}{R_2} \right)}.$$

gdzie $R = R_g + R_s$ to opór sumaryczny głównego obwodu zespołu Leonarda. Dla otrzymania ostrego odcięcia charakterystyki zewnętrznej należy zwiększyć przekrój przewodów w prądowym uzwojeniu sterującym oraz zmniejszyć udział oporów zewnętrznych w całkowitej oporności R_4 .

Dużą stromość odcięcia otrzymuje się przez zwiększenie spadku napięcia na boczniku R_b , co odbywa się jednakże kosztem zmniejszenia sprawności. Dla zmniejszenia oporności bocznika zbiera się spadek napięcia również z uzwojenia biegunów zwrotnych i uzwojeń kompensacyjnych maszyn głównego napędu. W tym przypadku za wartość R_b należy wstawić oporność R'_b będącą sumą oporności uzwojeń biegunów zwrotnych i uzwojeń kompensacyjnych, oraz dodatkowego bocznika.

¹⁾ Zwiększenie wypadkowego wzmocnienia układu można również łatwo osiągnąć przez zastosowanie dodatkowego wzmacniacza, najczęściej wzmacniacza magnetycznego zasilającego uzwojenie sterujące amplitdyny.

Wpływ indukcyjności uzwojeń szeregowych na zbierane napięcie zasilania uzwojenia sterującego może być praktycznie pominięty w przypadku, gdy w całkowitej oporności R_b przeważa oporność dodatkowego bocznika. Jeżeli prądowe sprzężenie zwrotne zasilane jest wyłącznie spadkiem napięcia na uzwojeniu kompensacyjnym, wpływ indukcyjności tych uzwojeń daje się bardziej odczuć (potwierdziły to pomiary oscylograficzne) w szczególności wówczas, kiedy prądowe sprzężenie zwrotne czynne jest w całym zakresie prądów silnika. Wpływ indukcyjności objawia się przez wzmocnienie działania prądowego sprzężenia zwrotnego przy szybkim narastaniu prądu w czasie rozruchu i przez osłabienie sprzężenia zwrotnego przy zmniejszaniu prądu w obwodzie głównym, co obniża nieco współczynnik dobroci rozruchu ξ_1 .

W celu zwiększenia wzmocnienia uzwojenia prądowego IV łączy się często dwa uzwojenia sterujące równolegle (jeżeli istnieje zapasowe uzwojenia sterujące amplitdyny).

Podany na rys. 2 układ sterowania pozwala łatwo zrealizować opadającą charakterystykę przedstawioną na rys. 3b. W tym przypadku nie chodzi o utrzymanie dużej sztywności charakterystyki prędkości, lecz — przeciwnie — zależy na ukształtowaniu opadającej charakterystyki zewnętrznej (np. samotki napędu nawrotnego zgniatacza). W tym celu wtrąca się w układ porównawczy dodatkowy opornik upustowy R_u (narysowany na rys. 2 linią kreskowaną), który powoduje początkowe ujemne prądowe sprzężenie zwrotne przed osiągnięciem prądu I_g . Przebieg charakterystyki zewnętrznej określa wówczas równ. (8), przy czym ze względu na nieczynny układ porównawczy należy przyjąć $I_g = 0$ oraz wstawić zwiększoną wskutek wtrącenia oporu R_u wartość oporności obwodu sterowania R'_4 . Następujące równanie określa wartość oporności upustowej przy założonym stosunku $\frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \beta}$:

$$(9) \quad \operatorname{tg} \beta = \frac{S \left(R_s \frac{W_2}{R_2} + R_b' \frac{W_4}{R_4} \right) + R}{C_s \cdot C_M \left(1 + S \frac{W_2}{R_2} \right)}.$$

Ponieważ przy prądzie większym od prądu granicznego, na opór wypadkowy R_4 składa się również część oporu potencjometru mostkowego układu porównawczego, zachodzi konieczność dobrania małych oporów, a stąd większych mocy zasilania układu porównawczego. Przy małych oporach R_4 nieliniowy opór wewnętrzny prostownika powoduje zaznaczone na rys. 3a odkształcenie charakterystyki zewnętrznej. Otrzymana krzywoliniowa charakterystyka wykazuje większe kąty odcięcia (α') w pobliżu momentu zwarcia M_k , co powoduje pożądaną zmianę — powiększenie współczynnika dobroci rozruchu ξ_1 . Często dobiera się w tym celu prostowniki o szczególnie silnej nieliniowości oporu wewnętrznego w kierunku przepuszczania.

Analizowany w niniejszym punkcie układ prądowego sprzężenia zwrotnego pozwala w różny sposób kształtować charakterystykę zewnętrzną silnika. W zakresie obciążeń mniejszych od prądu granicznego nachylenie charakterystyki określa opornik opustowy R_u miejsce załamania charakterystyki zewnętrznej określa napięcie potencjometru układu porównawczego, prąd zwarcia wyznacza oporność R_4 obwodu prądowego sprzężenia zwrotnego (łącznie z opornością wewnętrzną potencjometru), a kąt odcięcia zależy od udziału nieliniowego oporu prostownika w całkowitym oporze R_4 .

7. Ruch nawrotny.

Przy przełączeniu układu na zmieniony kierunek wirowania prąd niezależnego uzwojenia sterującego zmienia znak i ustala się praktycznie natychmiast. Wskutek wtrącenia w obwód uzwojenia sterującego II blokujących prostowników P_w lub P_n , prąd napięciowego sprzężenia zwrotnego pojawia się dopiero po zmianie kierunku wirowania, dzięki czemu unika się nadmiernych przetężeń obwodu głównego przy ruchu nawrotnym, które mogłyby powstać z powodu dodawania się sił magnetomotorycznych uzwojenia II do amperozwojów uzwojenia podstawowego. Na rys. 5 i 7 zaznaczono linią przerywaną zmianę sił magnetomotorycznych amplitdyny w pierwszej chwili po przełączeniu układu na zmieniony kierunek wirowania. Bez użycia prostowników blokujących zachodziłaby konieczność nadmiernych prądów sprzężenia zwrotnego, np. kosztem obniżenia sprawności zespołu, wskutek zwiększenia oporu bocznika, zaprojektowanego, jak wyjaśniono w rozdz. 5 i 6, na przepływ Θ_1 albo przepływ, występujący

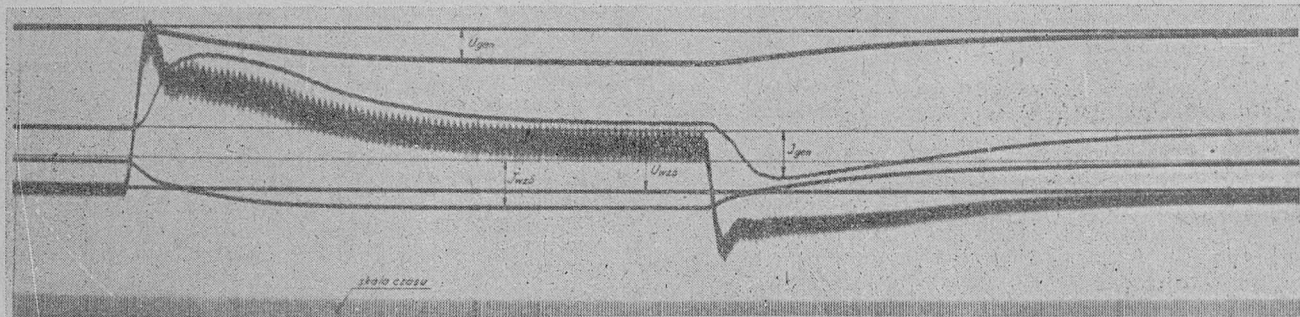
przy zmianie prędkości. Układ obniża prędkość przy praktycznie stałym momencie (dzięki działaniu prądowego uzwojenia sterującego), a po zmianie kierunku dochodzi do prędkości ustalonych analogicznie jak przy rozruchu.

8. Hamowanie.

Zatrzymanie układu, dokonane przez wyłączenie styczników N i W (zerowe nastawienie wyłącznika K) połączone jest z hamowaniem prądnicowym (z rekuperacją) silnika zespołu

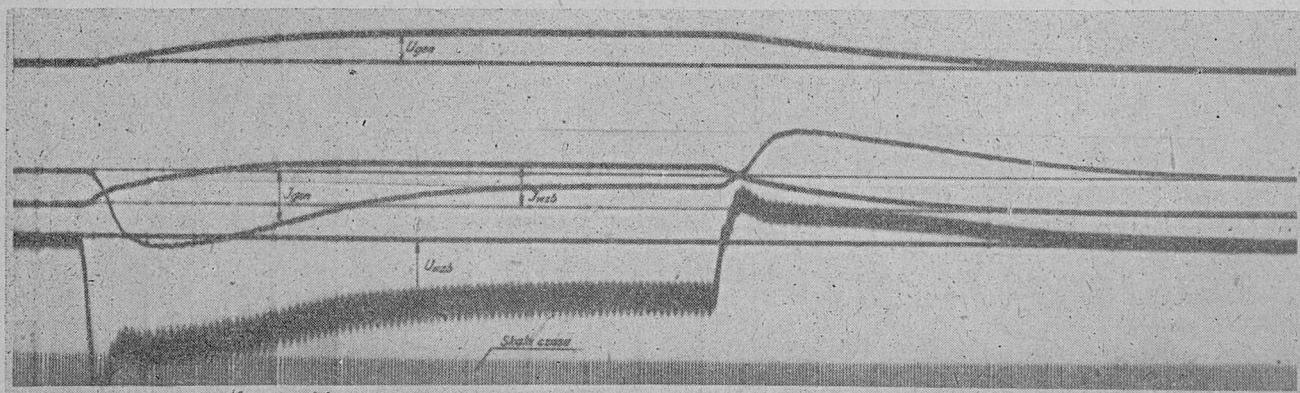
Dla silnego obniżenia napięcia szczytkowego konieczne jest dobranie małej oporności gaszącej R_{g1} . Z drugiej strony mała wartość R_{g1} powoduje tłumienie napięcia amplitudyny w czasie hamowania (wskutek rozmagnesowującego działania przepływu uzwojenia I i II), co przyczynia się do zmniejszenia intensywności hamowania¹⁾.

Prócz amplitudyny na stan ustalony prędkości silnika wpływa również magnetyzm szczytkowy prądnicy, który należy zmniejszyć przez dobór mniejszej wartości R_{g2} .

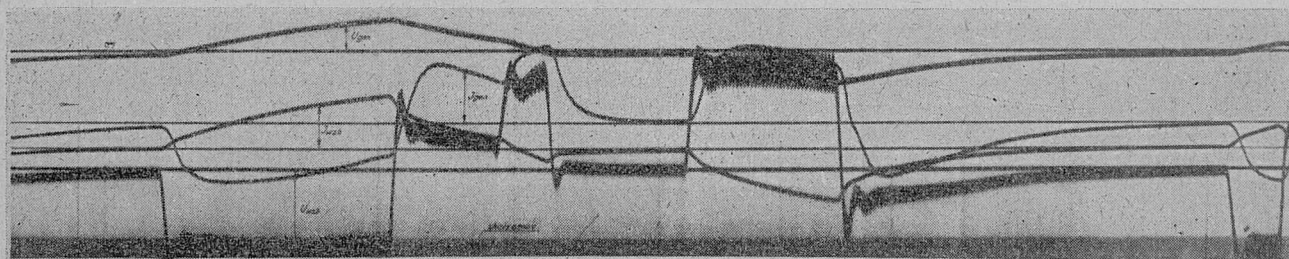


Rys. 8. Oscylogram rozruchu i hamowania silnika zespołu Leonarda nawrotnego napędu samotoków zginiacza na biegu jałowym dla kierunku „w przód”; I stopień prędkości

U_{gen} — napięcie prądnicy Leonarda I_{wzb} — prąd wzbudzenia prądnicy
 I_{gen} — prąd w obwodzie głównym U_{wzb} — napięcie wzbudzenia prądnicy (napięcie amplitudyny)



Rys. 9. Oscylogram rozruchu i hamowania silnika zespołu Leonarda nawrotnego napędu samotoków zginiacza na biegu jałowym dla kierunku „w tył”; I stopień prędkości (oznaczenia jak na rys. 8).



Rys. 10. Wycinek oscylogramu pracy silnika nawrotnego napędu samotoków zginiacza w czasie walcowania (oznaczenia jak na rys. 8)

Leonarda. Uzwojenie sterujące II zostaje przy omiśnięciu prostowników przyłączone przez styki spoczynkowe W i N na zaciski silnika i stwarza siłę magnetomotoryczną, zmieniającą kierunek napięcia amplitudyny, co powoduje szybkie zmniejszanie napięcia prądnicy. Jednocześnie podstawowe uzwojenie sterujące I przełącza się w układzie samogaszącym¹⁾ na zaciski amplitudyny. Po szybkim odwróceniu napięcia amplitudyny przepływ uzwojenia I kompensuje częściowo siłę magnetomotoryczną uzwojenia II. Uzwojenie I ogranicza w ten sposób nadmierne zwymyślenie prądu silnika w czasie hamowania. Po zaniku napięcia prądnicy uzwojenie sterujące powoduje odwzbudzenie amplitudyny, zmniejszające napięcie szczytkowe wzmacniacza, które, jak stwierdzono pomiarami, dochodzi do 15% napięcia znamionowego amplitudyny (bez układu samogaszenia) i może spowodować prądy w obwodzie głównym, utrudniające zatrzymanie zespołu przy zerowym położeniu nastawnika.

W przypadku napędów wielkiej mocy, np. napędu głównego zginiacza, stosuje się dodatkowe uzwojenie wzbudnicy pomocniczej (rys. 6), przyłączane w układzie samogaszącym

¹⁾ Dla ograniczenia napięcia szczytkowego przyjęto w modelu amplitudyny krajowej produkcji układ rozmagnesowania prądem zmiennym zasilającym 4-biegunowe uzwojenie 13—14, co jak stwierdziły pomiary zmniejsza blisko 4-krotnie napięcie szczytkowe i szerokość pętlicy histerezy. Dzięki zastosowaniu uzwojenia 4-biegunowego, w napięciu wyjściowym amplitudyny nie pojawia się składowa zmienna od prądu rozmagnesowującego. Wskutek tego można znacznie powiększyć oporność gaszącą R_{g1} i tym samym zwiększyć intensywność hamowania. Doświadczenia próbnego ruchu amplitudyny krajowej produkcji w hutniczym układzie regulacyjnym wykazały konieczność użycia układu rozmagnesowującego prądem zmiennym, bez czego nie udało się zatrzymać silnika zespołu Leonarda. Doświadczenia pomiarowe w Politechnice Śl. (ZME) na amplitudynach bez dodatkowych — zasilanych prądem zmiennym — uzwojeń rozmagnesowujących, pracujących w układach napędowych w przemyśle hutniczym i papierniczym, wykazują częste trudności zwalczania wpływu magnetyzmu szczytkowego.

¹⁾ Nazywanym również układem „samobójczym”.

na zaciski prądnicy głównego napędu po osiągnięciu nastawionego minimalnego napięcia prądnicy (sterowanie przekątnikiem podnapięciowym prądnicy). Układ taki prócz silniejszego zdławienia napięcia szczytkowego powoduje ponadto lepsze wyrównanie intensywności hamowania.

Opisane wyżej układy hamowania, przedstawione na rys. 2 i 6, cechuje niekorzystne obniżenie intensywności hamowania w miarę obniżki prędkości silnika, spowodowane zmniejszeniem siły magnetomotorycznej amplitudyny, napotykanym z kolei wolniejsze tempo obniżenia napięcia prądnicy. Dla większego wyrównania intensywności hamowania można zastosować w przypadku napędów znacznych mocy zmianę kierunku napięcia amplitudyny, jak to się robi przy zmianie kierunku wirowania. Przy obniżeniu napięcia prądnicy do nastawionej wartości przekątnik ponadnapięciowy przełącza prądnicę i amplitudynę na wyżej opisany samogaszący układ hamowania.

9. Pomiary oscylograficzne.

Rys. 8 i 9 przedstawiają oscylogramy rozruchu i hamowania badanego napędu nawrotnego samotoków zmiatacza pracującego według schematu ideowego na rys. 2 (z czynnym oporem upustowym R_u). Prądnica układu Leonarda zasilą grupę 5 silników samotoków pracujących równolegle. Prądnica o danych znamionowych: 300/350 kW, 230/460 V, 1300/1200 A, 1000 obr/min (napęd synchroniczny), wzbudzenie prądem znamionowym 5,6/15,2 A, zasilane z amplitudyny o danych znamionowych: 10 kW, 230 V, 43,5 A, 1450 obr/min (napęd asynchroniczny). Silniki zespołu Leonarda o danych znamionowych:

2×17 kW, 220 V, 110 obr/min; 2×90 kW, 220 V, 475 obr/min; 1×100 kW, 220 V, 475 obr/min.

Rys. 10 przedstawia wycinek oscylogramu pracy układu w czasie walcowania. Na oscylogramach widoczna jest przy rozruchu (początki przebiegów) duża stromość napięcia amplitudyny (U_{wzb}) forsującego przebiegi prądu wzbudzenia prądnicy (I_{wzb}). Po osiągnięciu prądu granicznego następuje szybkie obniżenie napięcia amplitudyny, po czym napięcie maleje w miarę narastania prędkości silników (ujemne sprzężenie napięciowe) do wartości ustalonej (I stopień prędkości). W pierwszej chwili hamowania (koniec oscylogramów) znaczna stromość zrewersowanego napięcia amplitudyny powoduje szybkie narastanie prądu (I_{gen}), który po przekroczeniu wartości granicznej obniża napięcie wzmacniacza. Widoczna jest niekorzystna — malejąca — intensywność hamowania, typowa dla przyjętego układu hamowania. Przebieg napięcia prądnicy (U_{gen}) przedstawia jednocześnie prędkość silnika (stałe wzbudzenie silnika na I i II stopniu).

LITERATURA

- Czelustkin A. B., Rosenman E. A. Awtomatizatsionnoye upravleniye prokatnymi stanami (Mietallurgizdat, Moskwa, 1950)
- Sleżanowski O. W. Analiz sistemy upravleniya blumingom pri pomoshchi staticheskikh kharakteristik (Elektrichestvo, 1951, 3)
- Jun M. R. Perfectionnements au couplage Ward-Leonard pour machines d'extraction par l'emploi d'une excitation amplitudine (Rev. Gén. d'Electr., 1948, 1)
- Mathiott H. L'équipement électrique des laminaires réversibles à froid (Rev. d'Electr. et de Mecan., 1953, 93)

MGR INŻ. JAN GOTTFRIED

Przekształcenie wieloboku zupełnego na gwiazdę

513.6.001.2

Treść. Określenie warunków, którym musi czynić zadość dany wielobok zupełny o dowolnej liczbie wierzchołków, aby można było zastąpić go równoważną gwiazdą. Wyprowadzenie prostych wzorów, umożliwiających przekształcanie wieloboku.

Преобразование полного многоугольника в звезду. Определение условий, которым должен отвечать полный многоугольник с любым числом вершин для того, чтобы можно было его заменить эквивалентной звездой. Вывод простых формул, дающих возможность преобразования многоугольника.

Transformation of complete polygon to star. Determination of provisions with which a given complete polygon with random number of vertices should comply, so that it can be replaced by an equivalent star. Simple formulae for polygon transformation.

1. Istota zagadnienia.

Wielobokiem zupełnym nazywamy taki wielobok, w którym każdy z wierzchołków ma boki wspólne ze wszystkimi pozostałymi wierzchołkami (rys. 1). Liczba boków wieloboku zupełnego o n wierzchołkach równa się zatem liczbie kombinacji (bez powtarzania) po 2 z n elementów

$$\binom{n}{2} = \frac{n(n-1)}{2}.$$

W rozważaniach niniejszych będziemy rozpatrywać wieloboki zupełne jako schematy zastępcze układów połączeń, przy czym każdemu bokowi wieloboku odpowiadać będzie określona przewodność (oporność) elektryczna. Numerując wierzchołki wieloboku kolejno liczbami 1, 2, 3... n , będziemy oznaczali przewodność elektryczną, łączącą dwa różne wierzchołki k i l dowolnie wybrane z n istniejących, przy pomocy symbolu $\hat{Y}_{kl}$. Przewodność symboliczna $\hat{Y} = G + jB$ ważna jest przy tym dla obwodów o sinusoidalnych przebiegach prądów i napięć tej samej częstotliwości, natomiast dla obwodów prądu stałego możemy przyjąć $B = 0$, czyli $\hat{Y} = G$.

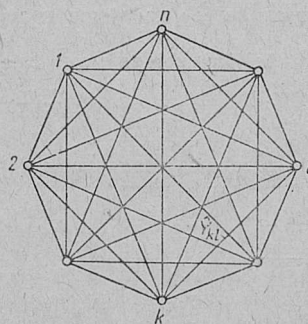
Przedmiotem naszych rozważań jest zagadnienie zastąpienia wieloboku zupełnego o n wierzchołkach przez równoważną gwiazdę o n promieniach (rys. 2), przy czym wymaga się, aby takie przekształcenie nie wywołało żadnych zmian w rozkładzie prądów i rozkładzie napięć w części obwodu nie podlegającej przekształceniu.

Z ogólnej teorii przekształcania obwodów elektrycznych podanej przez prof. Fryzego [1] wiadomo, że przekształcenie każdego wieloboku zupełnego na gwiazdę zastępczą nie jest w ogólności możliwe. Z drugiej strony jednak, jak to wykazał pierwszy Kūpfmüller [2], każda gwiazda da się przekształcić na wielobok zupełny. Do obliczenia przewodności $\hat{Y}_{kl}$ dowolnego boku kl zastępczego wieloboku zupełnego obowiązuje przy tym wzór

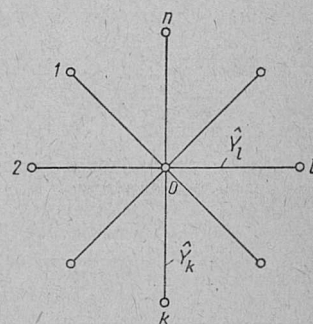
$$(1) \quad \hat{Y}_{kl} = \frac{\hat{Y}_k \hat{Y}_l}{\sum_{v=1}^{v=n} \hat{Y}_v},$$

w którym $\hat{Y}_k$ i $\hat{Y}_l$ oznaczają przewodności promieni gwiazdy łączących wierzchołki k i l ze środkiem O , $\sum_{v=1}^{v=n} \hat{Y}_v$ zaś ozna-

cza sumę przewodności wszystkich promieni gwiazdy. Z tego wynika, że tylko część ze wszystkich możliwych wieloboków zupełnych da się zastąpić równoważną gwiazdą. Dla



Rys. 1



Rys. 2

przypadku $n = 3$ (przekształcenie trójkąta na trójpromienną gwiazdę) pierwszy Kennelly [3] udowodnił, że to przekształcenie zawsze da się wykonać oraz wyprowadził odpowiednie wzory. Dla przypadków $n > 3$ Nowikow [4] i Konorski [5] zajmowali się warunkami, którym muszą czynić zadość przewodności wieloboku zupełnego, aby przekształcenie na gwiazdę było możliwe.

Niżej będzie podany znacznie prostszy od znanych dotychczas sposób badania możliwości przekształcenia wieloboku zupełnego o n wierzchołkach na równoważną gwiazdę o n promieniach oraz będą wyprowadzone nie spotykane dotąd przez autora w literaturze ogólne wzory, które umożliwiają dokonanie tego rodzaju przekształcenia.

2. Zasadnicze twierdzenia i wzory.

Rozpatrzmy właściwości wieloboku zupełnego o n wierzchołkach (rys. 1), który da się przekształcić na równoważną n -promienną gwiazdę (rys. 2). Przewodności wszystkich boków tego wieloboku zupełnego czynią zadość następującemu twierdzeniu.

Twierdzenie I. Każdemu bokowi (np. AB) wieloboku zupełnego, który da się przekształcić na gwiazdę, odpowiada stały stosunek przewodności boków przyległych (np. AC i BC) o wspólnym wierzchołku (np. C).

Dla dowolnego więc boku, np. łączącego wierzchołki k i l , istnieje stały iloraz $\hat{\xi}_{kl}$, przy czym

$$(2) \quad \hat{\xi}_{kl} = \frac{\hat{Y}_{k\mu}}{\hat{Y}_{l\mu}} = \text{const}$$

bez względu na wybór wierzchołka μ , ale, oczywiście $\mu \neq k$ i $\mu \neq l$.

Twierdzenie powyższe można dowieść w następujący sposób. Dla przewodności $\hat{Y}_{k\mu}$ oraz $\hat{Y}_{l\mu}$ możemy na podstawie wzoru (1) napisać:

$$\hat{Y}_{k\mu} = \frac{\hat{Y}_k \hat{Y}_\mu}{\sum_{v=1}^{v=n} \hat{Y}_v}, \quad \hat{Y}_{l\mu} = \frac{\hat{Y}_l \hat{Y}_\mu}{\sum_{v=1}^{v=n} \hat{Y}_v}.$$

Dzieląc obustronnie te dwa równania otrzymamy zależność

$$(3) \quad \frac{\hat{Y}_{k\mu}}{\hat{Y}_{l\mu}} = \frac{\hat{Y}_k}{\hat{Y}_l} = \text{const.} = \hat{\xi}_{kl}$$

ważną dla wszelkich μ . Jak widać, iloraz przewodności wszystkich boków wspartych na boku kl , a mających wspólny wierzchołek μ , nie zależy od położenia tego wierzchołka μ i równa się ilorazowi przewodności $\hat{Y}_k$ i $\hat{Y}_l$ odpowiednich promieni gwiazdy zastępczej.

Obliczenie przewodności promieni gwiazdy, równoważnej danemu wielobokowi zupełnemu, umożliwia wzór następujący:

$$(I) \quad \hat{Y}_k = \hat{Y}_{kl} \hat{\xi}_{kl} + \sum_{\substack{v=1 \\ v \neq k}}^{v=n} \hat{Y}_{kv}.$$

Przewodność $\hat{Y}_k$ promienia zastępczej gwiazdy, biegnącego do dowolnego wierzchołka k , obliczamy więc w ten sposób, że do iloczynu przewodności $\hat{Y}_{kl}$ boku kl danego wieloboku zupełnego i przynależnego współczynnika $\hat{\xi}_{kl}$ dodajemy sumę przewodności $\sum_{\substack{v=1 \\ v \neq k}}^{v=n} \hat{Y}_{kv}$ wszystkich boków zbiegających się w wierzchołku k .

Dla wyprowadzenia wzoru (I) przekształcimy wzór (1) w sposób następujący:

$$\hat{Y}_k = \hat{Y}_{kl} \sum_{v=1}^{v=n} \frac{\hat{Y}_v}{\hat{Y}_l} = \hat{Y}_{kl} \left(\frac{\hat{Y}_k}{\hat{Y}_l} + \sum_{\substack{v=1 \\ v \neq k}}^{v=n} \frac{\hat{Y}_v}{\hat{Y}_l} \right),$$

ze wzoru zaś (3) wynika:

$$\frac{\hat{Y}_k}{\hat{Y}_l} = \hat{\xi}_{kl} \quad \text{oraz} \quad \frac{\hat{Y}_v}{\hat{Y}_l} = \frac{\hat{Y}_{kv}}{\hat{Y}_{kl}},$$

otrzymujemy więc zależność, której należało dowieść:

$$\hat{Y}_k = \hat{Y}_{kl} \left(\hat{\xi}_{kl} + \sum_{\substack{v=1 \\ v \neq k}}^{v=n} \frac{\hat{Y}_{kv}}{\hat{Y}_{kl}} \right) = \hat{Y}_{kl} \hat{\xi}_{kl} + \sum_{\substack{v=1 \\ v \neq k}}^{v=n} \hat{Y}_{kv}.$$

Przy rozpatrywaniu możliwości przekształcenia na gwiazdę danego wieloboku zupełnego o n wierzchołkach nie warto sprawdzać twierdzenia I dla wszystkich $\frac{n(n-1)}{2}$ boków wie-

loboku, gdyż wystarczy, żeby ono było słuszne dla $(n-1)$ boków skrajnych.

Rzeczywiście, znając stałe współczynniki boków skrajnych

$$(4) \quad \hat{\xi}_{12}, \hat{\xi}_{23}, \dots, \hat{\xi}_{k-1}, \dots, \hat{\xi}_{n-1}, n,$$

możemy zawsze określić współczynniki boków przekątnych, np.

$$\hat{\xi}_{13} = \hat{\xi}_{12} \cdot \hat{\xi}_{23}; \quad \hat{\xi}_{14} = \hat{\xi}_{12} \cdot \hat{\xi}_{23} \cdot \hat{\xi}_{34}; \quad \dots$$

$$\dots \hat{\xi}_{1n} = \hat{\xi}_{12} \cdot \hat{\xi}_{23} \cdot \hat{\xi}_{34} \dots \hat{\xi}_{n-1}, n,$$

uzasadniony więc jest wniosek, zawarty w drugim z kolejnych twierdzeń.

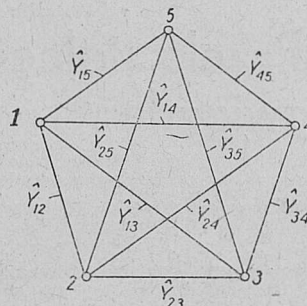
Twierdzenie II. Wielobok zupełny daje się przekształcić na gwiazdę, jeżeli każdemu bokowi skrajnemu tego wieloboku odpowiada stały stosunek przewodności boków przyległych o wspólnym wierzchołku.

Warunek ten możemy wyrazić równaniem

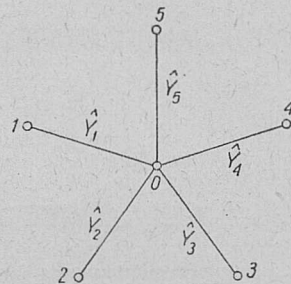
$$(5) \quad \hat{\xi}_{k-1, k} = \frac{\hat{Y}_{k-1, \mu}}{\hat{Y}_{k, \mu}} = \text{const}$$

dla wszelkich μ , oczywiście, z wyjątkiem $\mu = k-1$ i $\mu = k$.

Należy zauważyć, że aczkolwiek badanie danego wieloboku przy pomocy twierdzenia II bardzo znacznie redukuje liczbę sprawdzeń, jednak nie ogranicza jej do minimum. Chcąc



Rys. 3



Rys. 4

wykonać tylko niezbędną liczbę sprawdzeń, należy w praktycznych obliczeniach przestrzegać następujących wskazówek: a) zaznaczać na rysunku (np. kolorowym ołówkiem) boki, których przewodności były sprawdzane choćby jeden raz w ilorazie według wzoru (5); b) trzymać się zasady, że nie potrzeba badać ilorazów, w których przewodności zarówno licznika, jak i mianownika, odpowiadają bokom już zaznaczonym.

Po sprawdzeniu przewodności wieloboku w myśl twierdzenia II, czyli po określeniu współczynników (4) boków skrajnych, korzystniej jest tylko raz zastosować wzór (I), a następnie oprzeć się na zależności (3), dogodne zatem są wzory następujące:

$$(II) \quad \hat{Y}_1 = \hat{Y}_{12} \hat{\xi}_{12} + \sum_{v=2}^{v=n} \hat{Y}_{1v},$$

$$\hat{Y}_2 = \frac{\hat{Y}_1}{\hat{\xi}_{12}}; \quad \hat{Y}_3 = \frac{\hat{Y}_2}{\hat{\xi}_{23}}; \quad \dots \quad \hat{Y}_n = \frac{\hat{Y}_{n-1}}{\hat{\xi}_{n-1, n}}.$$

3. Przykłady zastosowania.

1) Dany jest wielobok zupełny o dowolnej liczbie n wierzchołków i równych przewodnościach wszystkich boków ($\hat{Y}_{kl} = \hat{Y}$). Wielobok ten spełnia warunek określony twierdzeniem (I), gdyż $\hat{\xi}_{kl} = 1$. Wobec tego przekształcenie na gwiazdę jest zawsze możliwe, przy czym przewodność $\hat{Y}_k$ dowolnego promienia gwiazdy zastępczej będzie na podstawie wzoru (I):

$$\hat{Y}_k = \hat{Y}_{kl} \hat{\xi}_{kl} + \sum_{\substack{v=1 \\ v \neq k}}^{v=n} \hat{Y}_{kv} = \hat{Y} + (n-1) \hat{Y} = n \hat{Y}.$$

2) Dany jest pięciobok zupełny (rys. 3) o przewodnościach następujących:

$$\begin{aligned}\hat{Y}_{12} &= 15 \quad [\text{mS}] \\ \hat{Y}_{13} &= 9 + j12 = 15 \cdot e^{j53^\circ 8'} \quad [\text{mS}] \\ \hat{Y}_{14} &= 8 + j6 = 10 \cdot e^{j36^\circ 58'} \quad [\text{mS}] \\ \hat{Y}_{15} &= 20 + j15 = 25 \cdot e^{j36^\circ 52'} \quad [\text{mS}] \\ \hat{Y}_{23} &= 6 - j4,5 = 7,5 \cdot e^{-j36^\circ 52'} \quad [\text{mS}] \\ \hat{Y}_{24} &= 3 - j4 = 5 \cdot e^{-j53^\circ 8'} \quad [\text{mS}] \\ \hat{Y}_{25} &= 7,5 - j10 = 12,5 \cdot e^{-j53^\circ 8'} \quad [\text{mS}] \\ \hat{Y}_{34} &= 5 \quad [\text{mS}] \\ \hat{Y}_{35} &= 12,5 \quad [\text{mS}] \\ \hat{Y}_{45} &= 8 - j2,33 = 8,33 \cdot e^{-j16^\circ 16'} \quad [\text{mS}].\end{aligned}$$

Jak łatwo stwierdzić, przewodności tego wieloboku czynią zadość wymaganiom twierdzenia II gdyż odpowiadają zależnościom:

$$\begin{aligned}\frac{\hat{Y}_{15}}{\hat{Y}_{25}} = \frac{\hat{Y}_{14}}{\hat{Y}_{24}} = \frac{\hat{Y}_{13}}{\hat{Y}_{23}} &= \xi_{12} = 2 \cdot e^{j90^\circ}; \\ \frac{\hat{Y}_{12}}{\hat{Y}_{13}} = \frac{\hat{Y}_{25}}{\hat{Y}_{35}} = \frac{\hat{Y}_{24}}{\hat{Y}_{34}} &= \xi_{23} = e^{-j53^\circ 8'}; \\ \frac{\hat{Y}_{23}}{\hat{Y}_{24}} = \frac{\hat{Y}_{13}}{\hat{Y}_{14}} = \frac{\hat{Y}_{35}}{\hat{Y}_{45}} &= \xi_{34} = 1,5 \cdot e^{j16^\circ 16'}; \\ \frac{\hat{Y}_{34}}{\hat{Y}_{35}} = \frac{\hat{Y}_{24}}{\hat{Y}_{25}} = \frac{\hat{Y}_{14}}{\hat{Y}_{15}} &= \xi_{45} = 0,4.\end{aligned}$$

Rozpatrywany wielobok da się więc przekształcić na 5-promienną gwiazdę (rys. 4).

Ze wzoru (II) otrzymamy szukane przewodności promieni gwiazdy zastępczej:

$$\begin{aligned}\hat{Y}_1 \hat{Y}_{12} \xi_{12} + \sum_{v=2}^5 \hat{Y}_{1v} &= 15 \cdot 2j + \left\{ \begin{array}{l} 15 \\ 9 + j12 \\ 8 + j6 \\ 20 + j15 \end{array} \right. = \\ &= 52 + j63 = 81,69 \cdot e^{j50^\circ 28'} \quad [\text{mS}], \\ \hat{Y}_2 &= \frac{\hat{Y}_1}{\xi_{12}} = \frac{81,69 \cdot e^{j50^\circ 28'}}{2 \cdot e^{j90^\circ}} = 40,84 \cdot e^{-j39^\circ 32'} = \\ &= 31,49 - j26 \quad [\text{mS}], \\ \hat{Y}_3 &= \frac{\hat{Y}_2}{\xi_{23}} = \frac{40,84 \cdot e^{-j39^\circ 32'}}{e^{-j53^\circ 8'}} = 40,84 \cdot e^{j13^\circ 36'} = \\ &= 39,7 + j9,6 \quad [\text{mS}], \\ \hat{Y}_4 &= \frac{\hat{Y}_3}{\xi_{34}} = \frac{40,84 \cdot e^{j13^\circ 36'}}{1,5 \cdot e^{j16^\circ 16'}} = 27,23 \cdot e^{-j2^\circ 40'} = \\ &= 27,2 - j1,27 \quad [\text{mS}], \\ \hat{Y}_5 &= \frac{\hat{Y}_4}{\xi_{45}} = \frac{27,23 \cdot e^{-j2^\circ 40'}}{0,4} = 68,1 \cdot e^{-j2^\circ 40'} = \\ &= 68 - j3,17 \quad [\text{mS}].\end{aligned}$$

LITERATURA

- [1] Fryz S. Ogólna teoria transfiguracji obwodów elektrycznych (P. E., 1934, z. 5, 6, 7, 8)
- [2] K ü p f m ü l l e r K. Über einen Umwandlungssatz zur Theorie der linearen Netze (Siemens Wiss. Veröffentl., 1923, t. III, str. 130—138)
- [3] K e n n e l l y A. On the determination of current strength in three pointed star resistance systems (El. World, 1899, t. 34, str. 268, 413)
- [4] N o w i k o w A. Przeobrażowanie elektryczkowo mnogougolnika w ekwiwalentnuju zwiezdu (Elektriczestwo, 1946, z. 10)
- [5] K o n o r s k i B. Dwa twierdzenia o przekształceniu Kennelly'ego (P. E., 1948, z. 1/2)

Łączniki i rozdzielnie (MKWSE, 1954)

DR INŻ. MYŚLICKI ANDRZEJ (Instytut Elektrotechniki)

1. Wstęp.

Zagadnienia poruszane w referatach MKWSE z zakresu łączników i rozdzielni dadzą się podzielić na trzy grupy: 1) zagadnienia teoretyczne z zakresu zjawiska gaszenia łuku, warunków pracy wyłączników oraz metodyki badań, 2) prace doświadczalne nad zachowaniem się wyłączników w warunkach eksploatacyjnych i zakłóceńowych oraz 3) opisy nowych rozwiązań konstrukcyjnych.

Zagadnienia teoretyczne dotyczą głównie dwóch spraw: a) powiększenia mocy zwarciovych istniejących stacji wielkich mocy przez opracowanie metody syntetycznej, odtwarzającej możliwie dokładnie warunki rzeczywiste, b) próby naukowego ujęcia zjawisk, występujących w wyłączniku podczas gaszenia łuku. Zagadnienie metod syntetycznych badania zdolności wyłączeniowej wyłączników nie jest nowe i materiały konferencyjne przynoszą jeszcze jedną propozycję połączenia obwodu prądowego zasilanego przez maszynę wirującą z obwodem napięciowym zasilanym przez generator udarowy, natomiast w zakresie zjawisk gaszenia łuku materiały konferencyjne dają bardzo interesujące — pierwsze w nauce — próby uogólnienia teoretycznego zjawisk na podstawie badań prądu połukowego i oporności połukowej w ciągu ostatnich lat. Zbyt wcześnie jeszcze na osądzenie, czy zaproponowana metodyka ujęcia zjawisk pozwoli na opracowanie rzeczywistych podstaw teoretycznych dla projektowania wyłączników, z całą jednak pewnością można już dziś stwierdzić, że metodyka ta pozwoli na głębsze poznanie zjawiska gaszenia łuku w wyłącznikach oraz umożliwi poznanie wpływu rozmaitych czynników na przebieg zjawiska.

W zakresie badań doświadczalnych nad własnościami wyłączników materiały konferencyjne przynoszą ciekawe wyniki badań prądów połukowych i oporności połukowych. Wyniki te pozwoliły autorom na próbę ujęcia teoretycznego, o czym nadmieniono wyżej. Z innych prac należy podkreślić liczne badania nad wyłączaniem małych prądów indukcyjnych i pojemnościowych (zwłaszcza przy napięciach najwyższych) i związanych z tym przepięć łączeniowych oraz bada-

nia nad przydatnością wyłączników do pracy w przypadku wypadnięcia sieci z synchronizmu i wyłączania przy przeciwnieństwie faz. Jeden z referatów jest poświęcony możliwości stosowania samoczynnego ponownego załączania jednofazowego w sieciach najwyższych napięć w przypadkach, gdy łuk w fazie wyłączonej jest podtrzymywany przez sprzężenia pojemnościowe z sąsiednimi fazami.

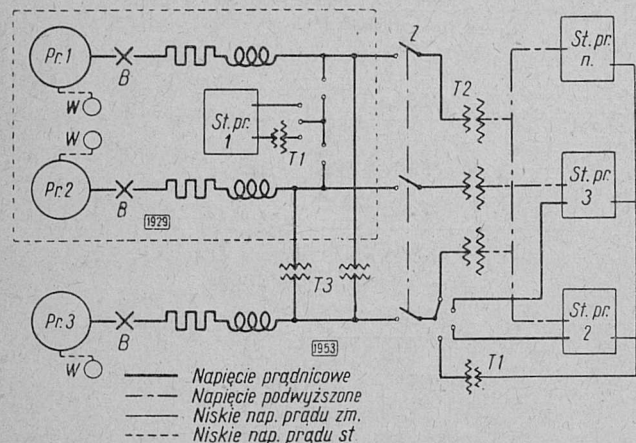
Opisy nowych rozwiązań konstrukcyjnych dotyczą kompletnych rozdzielni 70-kilowoltowych montowanych fabrycznie, odłączników jednokolumnowych najwyższych napięć (układy pantografowe i kątowe) oraz układów rozdzielni bezodłącznikowych, w których przerwę odłącznikową uzyskuje się przez wysunięcie wyłącznika, połączonego z układem przy pomocy styków odłącznikowych.

2. Metodyka prób zwarciovych [1, 9, 16].

Stały wzrost mocy zwarciovych, zwłaszcza w sieciach najwyższych napięć, wymaga od konstruktorów wyłączników wciąż nowych rozwiązań o lepszych własnościach wyłączeniowych. Sprawdzenie własności tych nowych konstrukcji musi być przeprowadzone doświadczalnie w stacjach wielkich mocy. Dla sprostania wymaganiom konieczne jest powiększenie zakresu mocy zwarciovych stacji wielkich mocy. Możliwe są tu dwa rozwiązania: rozbudowa istniejących stacji przez instalowanie dodatkowych prądnic zwarciovych i stosowanie metod zastępczych.

Referat [9] zawiera opis przebudowy brytyjskiej stacji wielkich mocy (Reyrolle). Stacja ta, założona w 1929 roku, była pierwszą tego typu stacją w Anglii. Po rozbudowie w latach ostatnich stacja umożliwiała przeprowadzanie prób zwarciovych trójfazowych o mocy symetrycznej do 1600 MVA przy napięciach do 22 kV oraz prób zwarciovych jednofazowych o mocy symetrycznej (przeliczonej na trójfazową) do 1100 MVA przy napięciach wyższych. Wzrost wymagań stawianych nowoczesnym wyłącznikom doprowadził do tego, iż zdecydowano budowę nowej stacji wielkich mocy o większym zakresie możliwości badawczych, opierając się na stacji istniejącej i wykorzystując możliwie istniejące

urządzenia i maszyny. Przy przebudowie stacji postawiono sobie jeszcze jedno zadanie: przyspieszyć prowadzenie prób. Wymaganie to przedstawia bardzo istotne zagadnienie, na które nie we wszystkich stacjach wielkiej mocy zwrócono dostatecznie uwagę. W eksploatacji stacji podczas kolejnych prób zazwyczaj konieczna jest zmiana wartości prądów zwarciovych, a nawet napięć. Każda taka zmiana wymaga odpowiedniego przystosowania głównego obwodu zwarciovego, składającego się z prądnicy, transformatorów, dławików



Rys. 1. Układ stacji wielkiej mocy w Reyrolle

Pr. 1, Pr. 2, Pr. 3 — prądnice
 W — wzbudnica
 B — wyłącznik bezpieczeństwa
 St. pr. 1, St. pr. 2, St. pr. 3 — stanowiska probiercze
 St. pr. n. — stanowisko probiercze napowietrzne
 Z — załącznik bezpieczeństwa
 T1 — transformator wielkopiętny
 T2 — transformator podwyższający
 T3 — transformatory synchronizacyjne
 1929 — stacja w 1929 r.
 1953 — stacja w 1953 r.

i oporników. Im mniej w stacji elementów wymagających obsługi bezpośredniej, im mniej rozłączalnych połączeń śrubowych, tym oczywiście sprawniej przebiega zmiana obwodu zwarciovego. Przelazowania eksploatacyjne nie powinny opóźniać przebiegu prób, nie powinny więc zajmować więcej czasu, niż zajmuje przygotowanie przyrządu badanego do następnej próby, tj. kilku lub kilkunastu minut.

Objętość badań zwarciovych w ciągu ostatnich lat wzrosła tak znacznie, że „bieg luzem” stacji powoduje niewykonanie części badań nawet przy wielogodzinnej pracy stacji w ciągu doby.

W omawianej stacji Reyrolle stwierdzono, że moc, którą dysponowano na napięciach do 22 kV, nie wymaga powiększenia, natomiast konieczne było umożliwienie prowadzenia badań trójfazowych przy napięciach 33 — 275 kV i mocach do 2000 MVA oraz jednofazowych do 380 kV przy mocach rzędu 3200 MVA.

Rys. 1 przedstawia schemat układu nowej stacji wielkiej mocy. W starym budynku pozostawiono istniejące prądnice, natomiast w nowym budynku, oddalonym o 270 m, zainstalowano nową prądnice o mocy zwarciovowej 2000 MVA i przewieziono doń transformatory. Koszt przeniesienia prądnic zdecydował o ich pozostawieniu w starym budynku, który został przeznaczony dla prób na napięciach do 22 kV (bez transformatorów podwyższających). Prądnice te przewinięto i wzmo-

Rys. 2. Układ połączeń uzwojeń prądnicy zwarcioviej

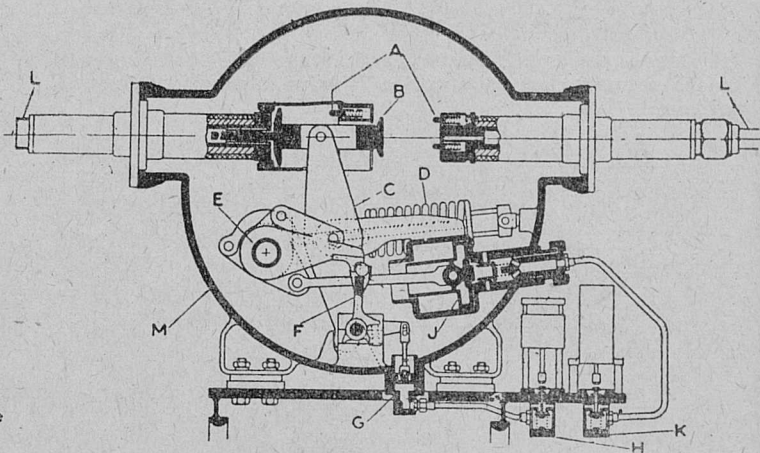
a) Połączenie normalne do prób jednofazowych przy napięciu 22 kV
 b) Połączenie specjalne do prób jednofazowych przy napięciu 22 kV

cniono (po 20 latach eksploatacji) i przewidziano dla nich wzbudzenie udarowe.

Przy większych mocach zwarciovych stosowany jest układ, w którym wszystkie trzy prądnice pracują równolegle.

Jako zasadę stosuje się pracę prądnic i transformatorów podwyższających w bloku, tzn. połączenie równoległe maszyn następuje dopiero na górnym napięciu. Prądnice są połączone ze sobą bezpośrednio przy pomocy transformatorów synchronizacyjnych o mocy 500 kVA i rozproszeniu 6%.

W stacji zastosowano oryginalny układ połączenia uzwojeń (rys. 2), pozwalający na powiększenie mocy przy próbach jednofazowych. Górna część rysunku zawiera normalny układ połączeń prądnicy o 2 uzwojeniach na fazę, każde o oporności biernej x . Przy stosowanym powszechnie układzie przy próbach jednofazowych wykorzystuje się jedynie dwie fazy uzwojeń; przy napięciu międzyprzewodowym prądnicy równym 22 kV moc zwarciovą będzie $\frac{22}{4x}$ MVA. Przy zastosowaniu specjalnego układu, podanego w dolnej części



Rys. 3. Przekrój załącznika zwarciovego

A — styki nieruchome
 B — styki ruchome
 C — dźwignia układu stykowego
 D — sprężyna napędu
 E — wał główny
 F — blokada załączenia
 G — cylinder urządzenia odblokowującego
 H — sterownik elektromagnetyczny załączenia
 J — tłok układu napinającego sprężynę
 K — sterownik elektromagnetyczny zbrojenia
 L — zaciski główne
 M — zbiornik sprężonego powietrza

rysunku, w próbach jednofazowych biorą udział wszystkie uzwojenia prądnicy; oporność wypadkowa wynosi $3x$, a więc przy napięciu 22 kV (przewzbudzenie o 150%) moc zwarciovą wypada o 1/3 większa.

Każda prądnica ma własny wyłącznik bezpieczeństwa o mocy wyłączalnej dostosowanej do mocy zwarcioviej prądnicy. Wyłączniki są typu okapturzonego, pełnoolejowe z komorami.

Każda prądnica ma również własny zespół trzech jednofazowych załączników zwarciovych, pozwalających na zamykanie obwodu w dowolnie ustawionej fazie napięcia. Rys. 3 przedstawia przekrój załącznika zwarciovego. Zamykanie załącznika następuje przy pomocy sprężyny, naciąganej sprężonym powietrzem. Dla zmniejszenia drogi przesłoku w czasie załączenia cała konstrukcja załącznika umieszczona jest w zbiorniku, w którym utrzymywane jest ciśnienie rzędu 10 atn.

Stacja wyposażona jest w 12 transformatorów jednofazowych dawnych oraz 3 nowe. Transformatory dawne, przeniesione ze starej stacji wielkiej mocy, mają przekładnię 11/38 kV i mogą być łączone parami szeregowo, dając 76 kV w stosunku do ziemi. Nowe jednostki mają uzwojenia pierwotne na 11 lub 22 kV i wtórne na 38—76—114—152 kV w stosunku do ziemi. Izolacja transformatorów odpowiada poziomowi udarowemu 1250 kV.

Tablica I

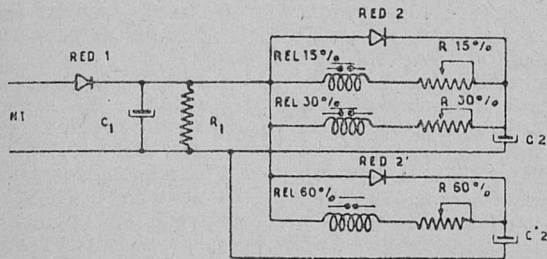
Napięcie (kV)	7	11	17,5	70	170	250	300	400
Moc zwarciovą trójfazową (MVA)	1000	2000	2500	2700	2800	3100	2800	2800

Oporność bierna transformatorów wynosi 3% przy mocy 50 MVA. W konstrukcji transformatorów przyjęto oryginalną koncepcję, polegającą na zastosowaniu bezpośrednio na kadrze transformatora przełącznika zaczepów, pozwalającego na

dokonywanie w prosty sposób wszystkich przełączeń. Transformatory mają po dwa przepusty na fazę i są na stałe przyłączone do szyn zbiorczych. Konstrukcja ta pozwala na znaczne usprawnienie eksploatacji stacji dzięki uproszczeniu czynności łączeniowych.

Podobne usprawnienie w eksploatacji stacji przyniosło zastosowanie odłączników do przełączania oporników i dławików.

Ze względu na znaczną liczbę możliwych układów pracy stacji oraz związaną z tym możliwość omyłek zastosowano specjalne urządzenia, które pozwalają na skontrolowanie przed



Rys. 4. Schemat układu licznikowego do rejestracji wahań napięcia

RED — prostownik
REL — przełącznik
NT — napięcie $\frac{100}{\sqrt{3}}$ V z przekładnika

próbą zwarcia, czy połączenia są prawidłowe. Zasada działania tego urządzenia oparta jest na pomiarze prądów płynących w obwodzie podczas wstępnej próby zwarcia przy obniżonym napięciu. Przyrząd pomiarowy wyskalowany w amperach wskazuje wartość prądu zwarcia, odpowiadającego przy danym układzie pełnemu napięciu próby.

Referat [16] poświęcony jest opisowi rozbudowy wielkiej francuskiej stacji zwarcia sieciowej w Fontenay. Jak wiadomo^{*)}, stacja ta nie ma prądnic zwarcia, lecz jest zasilana bezpośrednio na napięciu 220 kV z państwowego układu elektroenergetycznego. Stacja dysponuje obecnie mocami zwarcia podanymi w tabl. I.

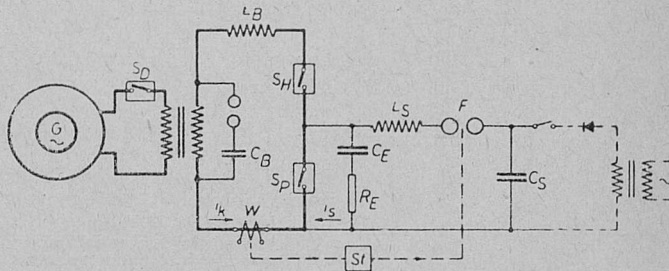
W najbliższych latach, po dalszej rozbudowie elektrowni i sieci, moce zwarcia wzrosną o $\sim 20\%$. Stacja jest czynna od końca 1949 r. W okresie do końca roku 1953, a więc w ciągu 3 lat, przeprowadzono 2750 prób, w tym około 1000 prób zwarcia, około 600 prób wyłączania małych prądów indukcyjnych i około 70 prób wyłączania prądów pojemnościowych. W tym samym okresie służba stacji przeprowadziła około 1900 prób wyłączników poza terenem stacji Fontenay. Liczba różnych typów wyłączników na napięciu 150 i 225 kV, badanych w stacji, wyniosła 45, co wskazuje na poważne natężenie prac konstrukcyjnych nad wyłącznikami na te napięcia. Wszystkie próby zwarcia, przeprowadzone w Fontenay w liczbie około tysiąca, stanowiły z natury rzeczy zwarcia w sieci elektroenergetycznej. Konieczne więc było zastosowanie wszelkich możliwych środków do zmniejszenia wpływu zwarć na pracę całego układu. Do środków tych zaliczymy: spowodowanie do minimum czasu trwania zwarcia; stosowanie, gdy tylko to jest możliwe, zwarć jednofazowych; stosowanie pewnie działających zabezpieczeń przekątnikowych; prowadzenie prób w najkorzystniejszych dla układu okresach pracy.

Dzięki badaniom nowoczesnym wyłączników o krótkich czasach działania oraz przy odpowiednim sterowaniu wyłącznikiem bezpieczeństwa (impuls na wyłączenie przed załączeniem zwarcia) osiągnięto skrócenie czasu zwarcia w wielu przypadkach poniżej 0,1 s, a przy próbach w szeregu łączeniowym załączenie-wyłączenie nawet do 0,16 s.

Doświadczenia z eksploatacji zabezpieczeń przekątnikowych były bardzo cenne i pozwoliły na udoskonalenie konstrukcji nie tylko w stacji wielkiej mocy, lecz i dla całej sieci najwyższych napięć.

Dla umożliwienia właściwej oceny wpływu badań zwarcia stacji Fontenay na pracę układu zastosowano metodę statyczną przy użyciu specjalnych urządzeń licznikowych (rys. 4), których zasada działania jest następująca. Liczniki mierzą występujące w sieci nagłe spadki napięć i klasyfikują je do czterech grup: do 15%, 15–30%, 30–60% i ponad 60%. Liczniki te, zainstalowane w rozdzielniach położonych w pobliżu stacji prób, liczą, oczywiście, wszystkie wahania napięć niezależnie od ich pochodzenia. Porównanie wskazań

przed próbami i po próbach pozwala ocenić skutki samych prób. Ze względu na zbyt krótki okres czasu nie wyprowadzono jeszcze ostatecznych wniosków; na podstawie wyników dotychczasowych można jednak stwierdzić, że przy kilkuset zwarciach przeprowadzonych w Fontenay zaledwie 60% zwarć dało odczuwalny wpływ na sieć (około 100 przypadków). W tym samym okresie czasu zarejestrowano około 10 000 przypadków zakłóceń eksploatacyjnych w sieci 150- i 225-kilowoltowych, a więc stacja w Fontenay była przyczyną nie więcej niż 1% zaburzeń w ruchu.^{*)}

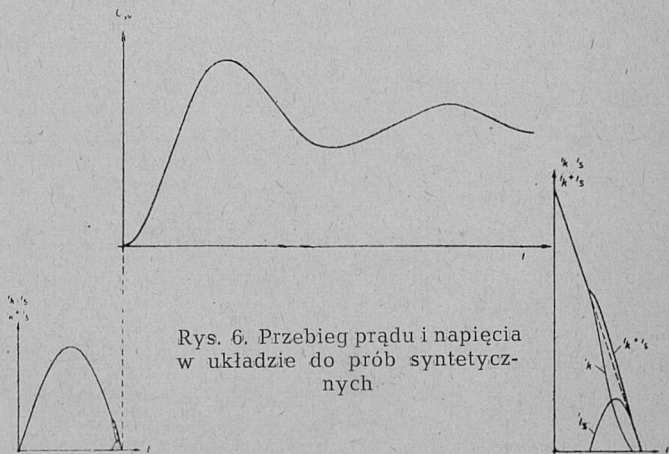


Rys. 5. Schemat układu do prób syntetycznych

SD — wyłącznik główny obwodu prądowego
SH — wyłącznik pomocniczy
SP — wyłącznik badany
CB, CS — pojemności, indukcyjność i oporność obwodu drgającego wysokiego napięcia
CB — kondensator ochronny
LB — dławik
W — przełącznik prądowy
St — układ sterowania
F — iskiernik
 i_k — prąd w obwodzie prądowym
 i_s — prąd w obwodzie napięciowym

Referat [1] poświęcony jest powiększeniu zakresu zwarcia stacji wielkiej mocy przez zastosowanie metody syntetycznej. Rys. 5 przedstawia schemat układu. Obwód prądowy składa się z prądnicy zwarcia, transformatora, wyłącznika bezpieczeństwa SP, wyłącznika pomocniczego SH oraz dławika LB. W obwodzie tym znajduje się również wyłącznik badany SP. Obwód napięciowy, uwidoczniiony po prawej stronie rysunku, zawiera generator napięciowy, składający się z pojemności CS i CE, indukcyjności LS, oporności RE oraz iskiernika F sterowanego w sposób opisany niżej.

Zasada działania układu, zastosowanego do pracy w laboratorium AEG, jest następująca. Przypuśćmy, że chcemy przeprowadzić próbę wyłączania wyłącznika 220-kilowoltowego przy mocy 15 000 MVA. Wartości tej odpowiada prąd wyłączalny 40 kA, przy napięciu powrotnym 220 kV. Układ prądowy dla przeprowadzenia próby należy przygotować tak, aby otrzymać wartość prądu wyłączalnego, tj. 40 kA przy napięciu wynoszącym 1/10 napięcia powrotnego, tj. 22 kV.



Rys. 6. Przebieg prądu i napięcia w układzie do prób syntetycznych

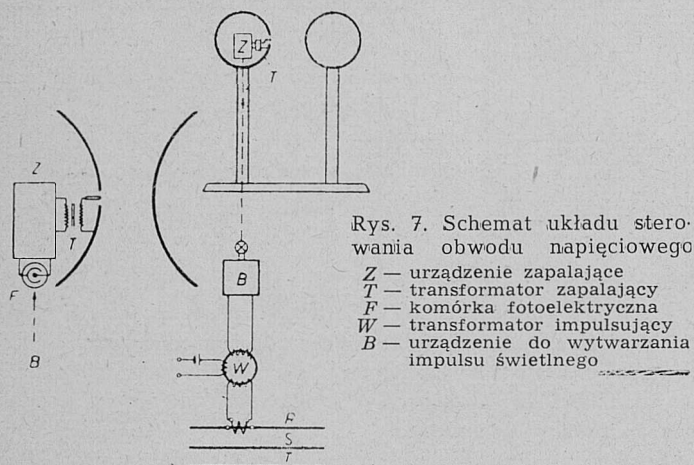
Kondensator CS obwodu napięciowego powinien być naładowany do napięcia $\frac{220}{\sqrt{3}} \cdot 1,5 \cdot \sqrt{2} = 270$ kV. Wartości CS i LS

należy dobrać tak, aby uzyskać w obwodzie przy 10-krotnej częstotliwości sieci, tj. 500 c/s prąd o wartości skutecznej 4 kV, tj. dziesięciokrotnie mniejszej od prądu wyłączeniowego

^{*)} Do podobnych wniosków, stwierdzających możliwość prowadzenia prób zwarcia bezpośrednio w sieciach bez poważniejszych zakłóceń, można dojść na podstawie analizy sieciowych prób zwarcia przeprowadzanych u nas w coraz większym zakresie.

^{*)} Por. Prz. Elektr., 1953, z. 2, str. 63–64.

go. W ten sposób stromość $\frac{di}{dt}$ prądu w obwodach prądowym i napięciowym będzie jednakowa. Zadziałanie obwodu napięciowego, sterowane iskiernikiem F , następuje przed przejściem prądu obwodu prądowego przez zero. W ten sposób uzyskuje się zbliżony do sinusoidalnego przebieg prądu w pobliżu zera, ponieważ prądy z obu obwodów nakładają się na siebie, jak to przedstawia rys. 6. Przez wyłącznik po-



Rys. 7. Schemat układu sterowania obwodu napięciowego

Z — urządzenie zapalające
T — transformator zapalający
F — komórka fotoelektryczna
W — transformator impulsujący
B — urządzenie do wytwarzania impulsu świetlnego

mocniczy przepływa prąd wyłącznie z obwodu prądowego, dzięki czemu wcześniej osiąga wartość zerową niż w wyłączniku badanym. Obwód prądowy zostaje w ten sposób odcięty od źródła napięcia, a wyłącznik badany zostaje poddany pełnemu napięciu obwodu napięciowego.

Jak we wszystkich układach zastępczych, najtrudniejszym do rozwiązania problemem jest odpowiednie sterowanie momentu zadziałania obwodu napięciowego. W opisanym układzie problem ten rozwiązano w sposób następujący. Urządzenie sterujące St jest zasilane z przekładnika prądowego o rdzeniu nasycającym się. Przekładnik ten daje ostre impulsy napięciowe przy przejściach prądu pierwotnego przez zero. Przesuwanie w czasie tych impulsów jest możliwe przez zastosowanie podmagnesowania rdzenia przekładnika prądem stałym. Urządzenie sterujące St zawiera układ lampowy, wysyłający pod działaniem impulsów z przekładnika prądowego strumień świetlny, skierowany na komórkę fotoelektryczną umieszczoną w iskierniku F . Rys. 7 przedstawia schemat dzia-

Opisane urządzenie znajduje się już w eksploatacji w Instytucie Wysokich Napięć AEG. Przeprowadzono próby przy napięciach do 220 kV i mocach do 6000 MVA.

Jak podaje źródło, opisane urządzenie może być stosowane również w przypadku wyłączników o czasie łukowym większym od jednego półokresu; nie podano jednak bliższych informacji, w jaki sposób uzyskano powtarzanie zadziałań obwodu napięciowego i jak osiągnięto właściwą biegunowość udaru podczas prób.

3. Badania nad zjawiskami fizycznymi występującymi w wyłącznikach podczas gaszenia łuku [5, 8, 14].

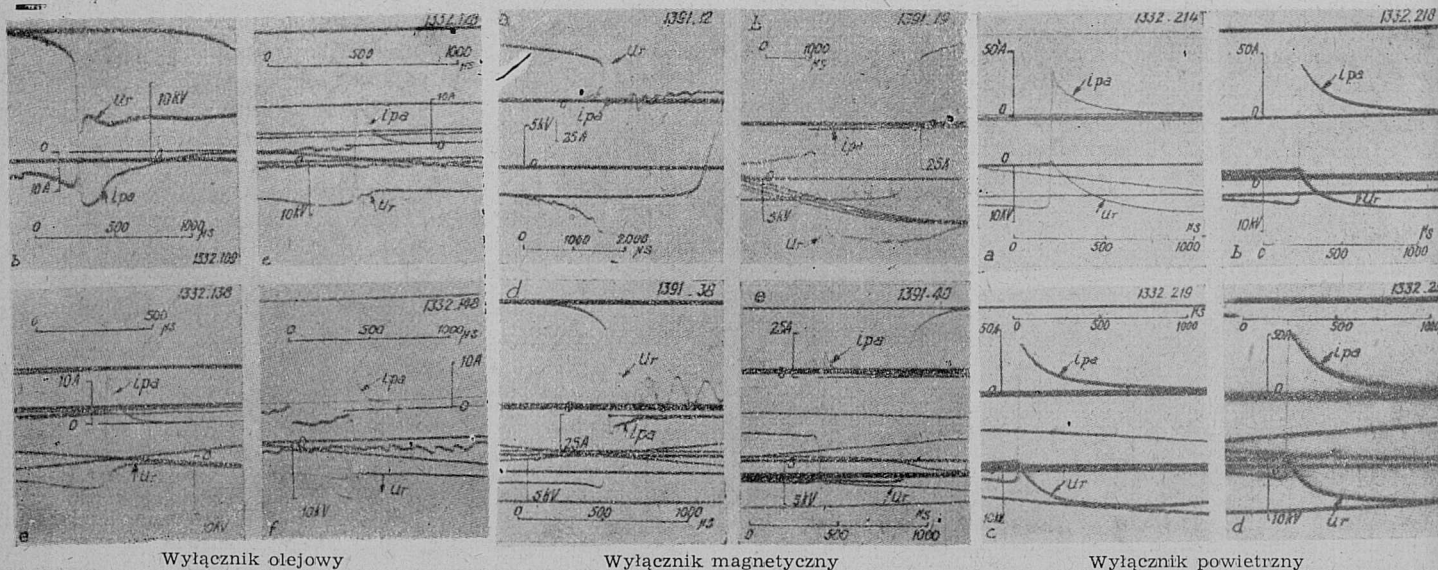
Badania własności fizycznych w okresie gaszenia łuku należą do najpoważniejszych i jednocześnie bardzo trudnych prac, mających na celu stworzenie naukowej teorii zagadnienia gaszenia łuku w ujęciu ilościowym. Badania te zostały rozpoczęte stosunkowo niedawno i właściwe ich zapoczątkowanie, związane z badaniami prądów połukowych i oporności przestrzeni połukowej przypada na lata 1951—1952*).

Referaty [8] i [14] podają szereg interesujących oscylogramów prądów połukowych. Autorzy zgodnie stwierdzają, że prądy połukowe osiągają wartości rzędu 0,1% prądu zwarcia. Okoliczność ta stanowi poważne utrudnienie przy pomiarach; wydaje się jednak, że zagadnienia pomiarowe zostały już pomyślnie rozwiązane. Rys. 8 przedstawia typowe oscylogramy prądów połukowych dla wyłączników ze swobodnym gaszeniem łuku w oleju, wyłączników z wycmuciem magnetycznym oraz wyłączników powietrznych. Na podstawie tych oscylogramów opracowano wykresy zależności oporności przestrzeni połukowej od czasu (rys. 9).

Dla wyłączników ze swobodnym gaszeniem łuku w oleju oscylogramy zdjęte przy prądach 2, 3, 4 i 6 kA wykazują zbliżoną wartość początkową oporności połukowej (150—250Ω) i stosunkowo powolny wzrost oporności. Oscylogramy z prób wyłączników magnetycznych w zakresie prądów od 1,2 do 26,7 kA wykazują charakterystyczny wzrost oporności. Jedyne dla bardzo wielkich prądów, bliskich granicznych wartości wyłączeniowych wzrost oporności jest znacznie wolniejszy.

Analiza wykresów dla wyłączników powietrznych, w których warunki dejonizacji są niezależne od wartości prądu zwarcia, wykazuje dla wszystkich wartości prądu tę samą wartość oporności początkowej. Szybkość wzrostu oporności zależna jest od wartości prądu zwarcia i wyraźnie maleje z jego wzrostem. Analiza przebiegów zmian oporności połukowych może pozwolić na głębsze poznanie zjawisk występujących w wyłącznikach podczas gaszenia łuku.

Referat [14] podaje próbę przedstawienia obecnych teorii zjawiska. Analiza procesu gaszenia łuku prądu zmiennego



Rys. 8. Typowe oscylogramy prądów połukowych

łania układu sterującego. Strumień światła, padający na komórkę fotoelektryczną, powoduje wystąpienie wyładowania wstępnego pomiędzy elektrodą pomocniczą i okładziną iskiernika, prowadzącego do przebicia iskiernika F . Całkowity czas od impulsu przekładnika prądowego do zapłonu iskiernika wynosi kilkadziesiąt mikrosekund.

prowadzi do badania warunków, w których nie występuje przebiecie przestrzeni połukowej. Możliwe są dwa mechanizmy przebicia: elektryczny i energetyczny.

* Por. artykuł „Oporność połukowa i prąd połukowy”, PE, 1953, z. 11/12.

Mechanizm elektryczny został w pierwotnej postaci podany przez Slepiana (J. Franklin Inst., t. 214, paźdz. 1952). Przebieg powstaje na skutek przekształcenia się lawiny elektronów w wyładowanie zupełne wg teorii Townsenda. Dla wystąpienia zjawiska niezbędne jest, aby energia kinetyczna elektronu, zależna od wartości pola elektrycznego, ciśnienia, temperatury i własności ośrodka gazowego, była wystarczająca do wytworzenia jonizacji zderzeniowej. Minimalne natężenie pola $E_{\min}$ musi wynosić

$$E_{\min} = A \frac{p}{T},$$

gdzie A jest stałą zależną od kształtu elektrod i własności ośrodka gazowego, p jest ciśnienie, T temperatura kanału lu-

wy, a P moc czynników dejonizacyjnych, otrzymujemy równanie

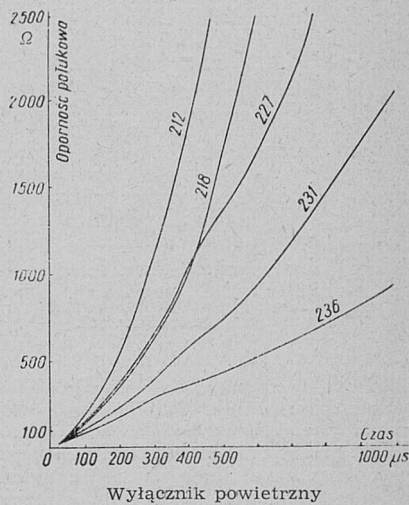
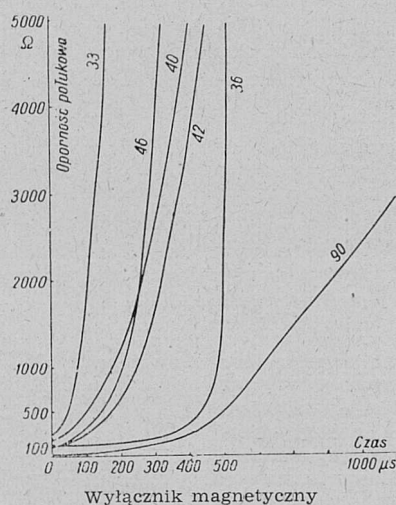
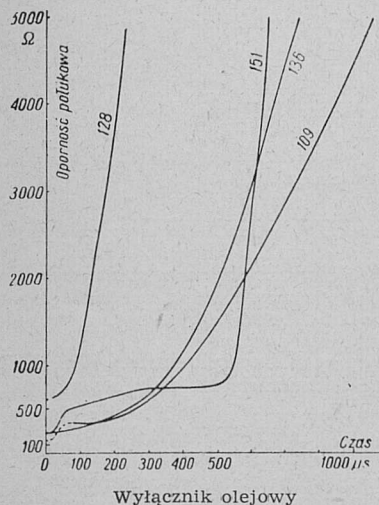
$$\frac{dq}{dt} = ui - P$$

lub po wprowadzeniu zależności q od Q_0 , u , i

$$Q_0 \left[\frac{1}{i} \frac{di}{dt} - \frac{1}{u} \frac{du}{dt} \right] = ui - P.$$

To równanie nie ma rozwiązania ogólnego i może być rozwiązane w przypadkach szczególnych, gdy znany jest przebieg u . Dla konkretnego przypadku, kiedy

$$u = U (1 - e^{-\alpha t})$$



Rys. 9. Wykresy wzrostu oporności połukowej dla wyłączników olejowych, magnetycznych i powietrznych

kowego. We wzorze tym nie uwzględniono jonizacji pozostałej pochodzenia cieplnego. Jest to uzasadnione, ponieważ rekombinacja i dyfuzja elektronów i jonów zachodzi znacznie szybciej od ich tworzenia się na drodze termicznej, jeśli tylko temperatura nie przekracza 3000°K. Przy tych warunkach, jeśli ciśnienie jest stosunkowo słabe i kształt i odstęp elektrod sprzyjają przebiegowi, może wystąpić wyładowanie nie poprzedzone wystąpieniem prądu połukowego — jest to wyładowanie wg mechanizmu elektrycznego.

Zjawisko takie występuje w praktyce rzadko, np. przy wyłączeniu małych prądów indukcyjnych przez wyłączniki powietrzne. Warunek uniknięcia przebiegu jest w takim przypadku prosty: wytrzymałość dielektryczna przestrzeni połukowej nie może być mniejsza od napięcia, pojawiającego się na zaciskach fazy wyłącznika przez okres czasu, wystarczający do wytworzenia się wyładowania. Przy niewielkich różnicach wartości napięcia i wytrzymałości czas ten jest rzędu kilku mikrosekund i spada przy większych wartościach różnicy do ułamka mikrosekundy. Kryterium to jest ogólnie znane, lecz niesłusznie traktowane jest jako kryterium ogólne. W większości przypadków, a w szczególności przy granicznych wartościach zdolności wyłączeniowej wyłącznika, należy stosować kryterium energetyczne.

Mechanizm energetyczny, zakładający istnienie prądu połukowego, został podany po raz pierwszy przez A. M. Cassie (CICRE, 1939) i rozwinęty przez O. Mayra (Arch. für Elektr., 12, 1943). Proces przebiegu jest uzależniony od warunków energetycznych, dających się ująć w postaci następującego bilansu:

$$w = W_0 + w_f - w_a,$$

gdzie w — energia przestrzeni połukowej w określonej chwili,

W_0 — energia zmagazynowana w chwili $t = 0$,

w_f — energia wydzielona w przestrzeni połukowej przez prąd połukowy,

w_a — energia pochłonięta przez wszystkie czynniki dejonizacyjne.

Uwzględniając, że $w = q$ (energia zmagazynowana jest w postaci ciepła), a $W_0 = Q_0$ oraz

$$w_f = \int ui dt, \quad w_a = \int P dt,$$

gdzie u , i to napięcie na zaciskach wyłącznika i prąd połuko-

wy w założeniu, że opornością połukową jest $r = u/i$, otrzymamy [14] zależność:

$$r = \frac{U^2}{P} \left(1 - \frac{2}{1 + 2\alpha} e^{-\alpha t} + \frac{1}{1 + 2\alpha} e^{-\left(2\alpha \frac{1}{\Theta}\right) t} \right) + \left[r_0 - \frac{U^2}{P} \left(1 - \frac{2}{1 + 2\alpha} + \frac{1}{1 + 2\alpha} \right) \right] e^{\frac{t}{\Theta}},$$

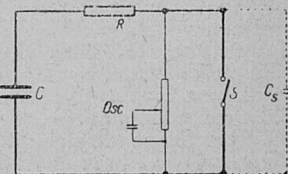
gdzie r_0 — oporność dla $t = 0$.

Analizując ten wzór można określić, jakie warunki muszą być spełnione dla uniknięcia przebiegu przestrzeni połukowej. Można z niego również określić najmniejszą wartość mocy dejonizacyjnej P_0 , niezbędnej do zgaszenia łuku przy danych wartościach U , α , Q_0 i r_0 . Można też przeanalizować przebieg zmian oporności połukowej i prądu połukowego przy wartościach P większych od P_0 oraz ocenić wpływ powiększania P na skuteczność gaszenia łuku.

W ten sposób stworzono metodę analizy, pozwalającej badać, w jaki sposób prąd połukowy może służyć za kryterium do oceny zjawisk, występujących podczas gaszenia łuku.

Rys. 10. Schemat układu do pomiaru charakterystyki wyłącznika w stanie bezprądowym

Osc — oscylograf katodowy
 S — wyłącznik, badany
 R, C — oporność i pojemność układu do pomiaru charakterystyki



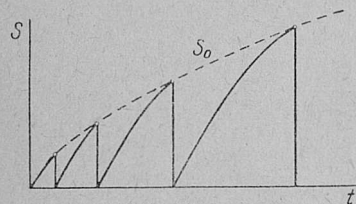
Referat zawiera również szczegółową analizę innego przypadku przebiegu napięcia oraz przykład analizy liczbowej.

Badanie zjawiska gaszenia łuku na podstawie analizy oporności połukowej znajduje się jeszcze we wstępnym stadium rozwoju. Już dziś jednak można stwierdzić, że metoda ta może mieć wielkie znaczenie dla rozwoju techniki wyłączników. W wyłącznikach z wydmuchem wymuszonym (wyłączniki powietrzne), w których moc dejonizacyjna jest niezależna od prądu wyłączeniowego, przebieg prądu połukowego może stanowić kryterium zbliżenia się do granicznej zdolności wyłączeniowej. Znaczną rolę odgrywa nie tylko amplituda, lecz i czas trwania prądu połukowego.

W wyłącznikach małoolejowych, w których moc dejonizacyjna zależy od prądu wyłączeniowego, ocena jest bardziej

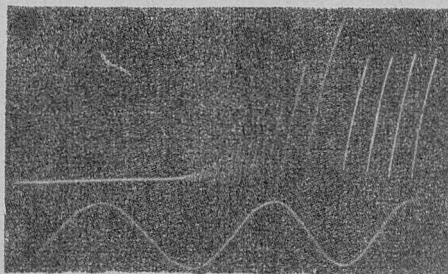
trudna, lecz i tu przebieg prądu połukowego może stanowić kryterium własności gaszących.

Zagadnieniem zbliżonym do powyższego jest sprawa wytrzymałości dielektr. w wyłącznikach prądu zmiennego (ref. [5]). Podejście autora jest tu odmienne, nie zajmuje się on bowiem analizą teoretyczną fizycznej strony zjawiska, lecz dąży do określenia kryteriów na gruncie doświadczalnym. Wytrzymałość dielektryczna przestrzeni międzystykowej wyłącznika S jest zależna od czasu t oraz od prądu wyłączeniowego I . Znajomość charakterystyki, a właściwie rodziny charakterystyk $S = \varphi(t, I)$ dla danego wyłącznika pozwoli na

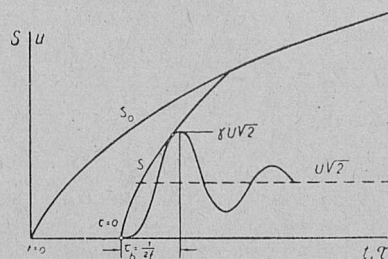


Rys. 11. Charakterystyka wytrzymałości wyłącznika dla stanu bezprądowego

S — wytrzymałość dielektryczna
 t — czas
 S_0 — charakterystyka wyłącznika w stanie bezprądowym



Rys. 12. Typowy oscylogram charakterystyki wyłącznika (220 kV)



Rys. 13. Przebieg charakterystyki dla stanu bezprądowego i charakterystyki obciążeniowej

stwierdzenie, czy wyłączenie będzie miało przebieg pomyślny przy określonym przebiegu napięcia powrotnego $u = i(t)$. Jeśli $S > u$, to nastąpi wyłączenie bez powrotnego zapłonu łuku; jeśli nierówność ta nie będzie spełniona, nastąpi przebiecie przestrzeni połukowej i przy następnym przejściu prądu przez zero mogą wystąpić nowe warunki, wystarczające do zgaszenia łuku.

Autor wprowadza pojęcie charakterystyki w stanie bezprądowym $S_0 = \varphi(t, 0)$. Charakterystyka taka odpowiadająca zależności wytrzymałości dielektrycznej wyłącznika od czasu dla stanu bezprądowego, może być łatwo zdjęta przy pomocy jednego oscylogramu.

Rys. 10 przedstawia schemat układu pomiarowego. Pojemność C , naładowana do odpowiednio dużej wartości napięcia przyłączona jest przez opór wysokoomowy R do zacisków wyłącznika S będącego w stanie zamkniętym. Z chwilą otwarcia wyłącznika na jego stykach zaczynają się pojawiać napięcia ze stałą czasu, zależną od parametrów obwodu. Po przekroczeniu wartości wytrzymałości dielektrycznej nastąpi przebiecie przestrzeni międzystykowej, dzięki ograniczonej jednak wartości prądu łuk nie powstanie i rozpocznie się ponowny wzrost napięcia. Zjawisko będzie się powtarzało, dając na oscylogramie przebieg jak na rys. 11. Linia łącząca wierzchołki charakterystycznej linii zębatej będzie charakterystyką wytrzymałości dielektrycznej wyłącznika w stanie bezprądowym. Rys. 12 przedstawia typowy oscylogram zdjęty wg opisanej metody.

Autor wprowadza dalej pojęcie charakterystyki obciążeniowej, uwzględniającej działanie prądu wyłączonego przez przyrząd badany. Niestety, nie opracowano dotąd metod, pozwalających w podobnie prosty sposób wyznaczać charakterystykę obciążeniową. Próby określania wytrzymałości dielektrycznej przez doprowadzanie uderów napięciowych z określonym opóźnieniem czasowym nie dają dokładnych wyników, ponieważ rzeczywisty przebieg napięcia jest całkowicie odmienny.

Rys. 13 przedstawia przebieg charakterystyki w stanie bezprądowym S_0 oraz charakterystyki obciążeniowej S , odpowiadającej prądowi I . Czas t dla charakterystyki w stanie bezprądowym mierzony jest od momentu rozejścia się styków, czas τ dla charakterystyki obciążeniowej — od momentu zgaśnięcia łuku.

Jeśli założymy, że częstotliwość drgań własnych sieci wynosi f , a współczynnik amplitudy przepięcia γ , to, oczywiście, graniczna zdolność wyłączeniowa odpowiadać będzie przypadkowi zetknięcia się krzywej napięcia powrotnego i krzywej wytrzymałości S , odpowiadającej prądowi granicznemu. Przy różnych wartościach f i γ graniczna zdolność wyłączeniowa wyłącznika jest różna. Ilustruje to rys. 14, na którym przedstawiono charakterystyki dla trzech wartości prądów wyłączalnych I_1, I_2, I_3 , odpowiadających trzem wartościom częstotliwości f_1, f_2, f_3 i współczynnikom amplitudy $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$. Niestety, nie posiadamy jeszcze dostatecznej liczby danych dotyczących zależności mocy wyłączalnej od często-

ściwości drgań własnych sieci. Na podstawie istniejących materiałów autor wyprowadza półempiryczny wzór

$$S = \frac{A}{I} (1 + B\tau),$$

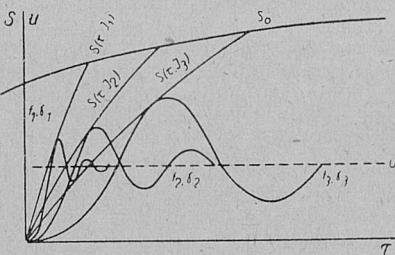
w którym S — wytrzymałość dielektryczna (w kV),
 A, B — stałe,
 I — prąd wyłączeniowy (w kA),
 τ — czas (w sec).

Dla wyłączników powietrznych autor podaje $B = 5400 \text{ s}^{-1}$, dla wyłączników olejowych $B = 340 \text{ s}^{-1}$. Dla wyłącznika po-

wietrznego 220-kilowoltowego o mocy wyłączalnej 4000 MVA przy $f = 1000 \text{ c/s}$ i $\gamma = 1,37$ otrzymuje się zależność

$$S = \frac{1050 \text{ MVA}}{10,5 \text{ kA}} (1 + 5400 \tau),$$

z której wynika, że wytrzymałość początkowa wynosi 100 kV, po czym wzrasta z prędkością $540 \text{ V}/\mu\text{s}$. Przy prądzie wyłączeniowym dwukrotnie mniejszym początkowa wartość wytrzymałości jest podwójna i również podwójnie szybko wzrasta.



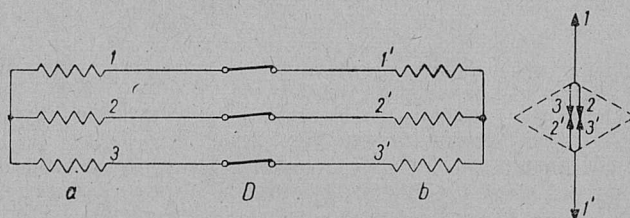
Rys. 14. Zależność zdolności wyłączeniowej wyłącznika od częstotliwości drgań i współczynnika amplitudy

wyłączników powietrznych (wartość początkowa zależna czy niezależna od prądu wyłączeniowego?) potwierdza, że zagadnienia poruszone znajdują się w okresie wstępnego opracowania.

4. Analiza pracy wyłącznika w przypadku utraty synchronizmu [11].

W przypadku utraty synchronizmu może zajść wyłączenie przy przeciwieństwie faz. Zdarza się to rzadko i zazwyczaj wyłączniki nie są obliczane na warunki takiego przypadku. Z uwagi jednak na wielki rozwój sieci najwyższych napięć niezbędne jest określenie tych warunków i sprawdzenie zachowania się wyłączników.

Rys. 15 przedstawia schematycznie dwie sieci a i b połączone wyłącznikiem D . Oporności sieci wynoszą odpowiednio Z_a i Z_b . Sieci mają punkt zerowy izolowany.



Rys. 15. Schemat układu sieci rozłączonych w przypadku utraty synchronizmu

Pierwsza faza wyłączająca w przypadku przeciwnieństwa faz musi wyłączyć prąd

$$I_1 = \frac{2U}{Z_a + Z_b},$$

gdzie U — napięcie fazowe układu.

Napięcie powrotne pojawiające się na zaciskach wyłącznika D osiąga wartość $3U$, jak to wynika z wykresu wektorowego (podwójna wartość napięcia powrotnego w normalnych warunkach). Po zgaśnięciu łuku w pierwszej fazie tworzy się obwód jednofazowy; pozostałe bieguny wyłącznika wyłączają prąd

$$I_2 = \frac{U\sqrt{3}}{Z_a + Z_b}$$

przy całkowitym napięciu powrotnym (na oba szeregowo połączone bieguny wyłącznika) równym $2\sqrt{3}U$. Trudno z góry ocenić, jaki będzie rozkład napięcia na poszczególne bieguny; przy symetrii obwodu rozkład ten jest mniej więcej równomierny i na każdy biegun przypada $\sqrt{3}U$. Z tego wynika, że najtrudniejsze warunki wyłączania występują dla pierwszej fazy wyłączającej.

Ciekawe jest porównanie wartości prądów przy połączeniu sieci o przeciwnych fazach z wartościami prądów przy zwarciach. Przy zwarciu wyłącznik D wyłącza, zależnie od miejsca zwarcia, prąd

$$I'_{zw} = \frac{U}{Z_a} \quad \text{lub} \quad I''_{zw} = \frac{U}{Z_b}.$$

Prąd wyłączany przy przeciwnieństwie faz jest więc mniejszy od prądu zwarcowego silniejszej sieci i mniejszy od połowy łącznego prądu zwarcowego obu sieci.

W większości przypadków wyłącznik znajduje się w układzie o większej liczbie linii dopływających. Prąd, który musi wyłączyć wyłącznik przy przeciwnieństwie faz, będzie proporcjonalnie mniejszy w stosunku do prądu zwarcowego. W praktyce wyłącznik musi wyłączać: przy zwarciach 80–90% prądu, odpowiadającego mocy zwarcowej na szynach zbiorczych, oraz przy wyłączaniu przy przeciwnieństwie faz 25–30% prądu zwarcia na szynach zbiorczych.

Przeprowadzając rozważania dla sieci z punktem zerowym bezpośrednio uziemionym, można wykazać, że prądy wyłączane będą takie same, jak w przypadku sieci z punktem zerowym izolowanym, natomiast napięcie powrotne może wynieść $2,2 \div 2,4 U$.

Przy dotychczasowej analizie zakładaliśmy, że w momencie wyłączania sieci przy przeciwnieństwie faz nie występują inne uszkodzenia sieci. Teoretycznie można stwierdzić, że przy niezmiernie rzadkiej zbieżności przypadków powstania w momencie wyłączania sieci przy utracie synchronizmu np. podwójnego zwarcia z ziemią napięcie powrotne może bardzo znacznie wzrosnąć (osiągając np. $2\sqrt{3}U$). Ze względu na bardzo małe prawdopodobieństwo takiego zdarzenia nie uwzględniamy tak ciężkich warunków pracy jako przewidzianych dla wyłącznika. W rzeczywistości wyłączanie przy utracie synchronizmu następuje przy przesunięciu faz napięć mniejszym od 180° , co wpływa na znaczne złagodzenie warunków pracy wyłącznika.

W stacji wielkiej mocy w Fontenay przeprowadzono badania nad zachowaniem się wyłącznika powietrznego na 250 kV i 5000 MVA w przypadku wyłączania przy przeciwnieństwie faz. Ponieważ w laboratorium nie można było stworzyć rzeczywistych warunków, próby przeprowadzono w odpowiadającym układzie zastępczym; wyłączano prądy rzędu 25–35% prądu wyłączalnego przy napięciu powrotnym równym $2,4 U$ w przypadku sieci z punktem zerowym uziemionym i $3 U$ w przypadku sieci z punktem zerowym izolowanym.

W wyniku badań stwierdzono poprawne zachowanie się wyłącznika w warunkach próby.

5. Analiza możliwości stosowania SPZ jednobiegunowego w liniach najwyższych napięć.

Przemijające doziemienie fazy w linii wysokiego napięcia może być zlikwidowane przez zastosowanie jednobiegunowego samoczynnego ponownego załączenia. Przy stosowaniu tej metody w liniach najwyższych napięć, o znacznych długościach, w grę zaczyna wchodzić oddziaływanie sąsiednich nie wyłączonych faz linii. We francuskich liniach 220-kilowoltowych stwierdzono, że napięcie w przewodzie wyłączonym, pochodzące od sprzężenia pojemnościowego, jest rzędu kil-

kunastu kilowoltów. Wartość tego napięcia nie zależy od długości linii, lecz zależy tylko od wymiarów geometrycznych i odległości pomiędzy przewodami. Napięcie to po wyłączeniu zasilania fazy uszkodzonej zasila dalej łuk, przez który płynie prąd pojemnościowy o wartości zależnej od długości linii (rzędu kilku amperów na 100 km). Zagadnienie skuteczności jednofazowego samoczynnego ponownego załączenia sprowadza się więc w liniach najwyższych napięć o znacznej długości do zgaszenia łuku, podtrzymywanego przez sprzężenie pojemnościowe przez pozostałe fazy, czyli tzw. łuku wtórnego.

Badania nad własnościami łuku wtórnego były prowadzone we Francji w latach 1943–1953 [12]. Z badań tych wynika, że na warunki gaszenia łuku wtórnego mają wpływ następujące czynniki:

a) czas trwania łuku głównego; przy bardzo krótkim czasie stopień jonizacji jest nieznaczny i zgaszenie łuku wtórnego jest łatwe, przy bardziej długotrwałym paleniu się łuku głównego występuje silne nagrzanie powietrza, wywołujące przemieszczenia warstw powietrza, które ułatwiają gaszenie łuku wtórnego; najniekorzystniejszy czas trwania łuku głównego ze względu na warunki gaszenia łuku wtórnego wynosi 2,5–4 okresy;

b) napięcie i prąd w łuku wtórnym; im wyższe napięcie zasilające łuk wtórny, tym warunki gaszenia trudniejsze; im większy prąd pojemnościowy w łuku wtórnym, tym warunki gaszenia oczywiście też trudniejsze; w próbach laboratoryjnych uzyskiwano przy napięciu 16 kV i prądzie 15 A czas palenia się łuku powyżej 1 s;

c) obecność wiatru ułatwia gaszenie; nawet przy małych prędkościach — rzędu 2–3 m/s — czas łukowy maleje bardzo znacznie.

W okresie od 1945 do końca 1953 we Francji wyposażono w urządzenia do SPZ jednofazowego 18 linii 220-kilowoltowych o długościach 85 — 230 km, a łącznej długości 2700 km oraz 16 linii 150-kilowoltowych o długościach 35–130 km, a łącznej długości 1200 km. Czasy wyłączenia fazy wynosiły od 0,3 s (3 linie 150-kilowoltowe) do 15 s, zależnie od możliwości dostosowania wyłączników i zabezpieczeń. Na 400 zadziałań jednofazowych tylko jedno było nieskuteczne i to ze względu na rozregulowanie układu i zbyt szybkie ponowne załączenie.

W 1953 r. w stacji Fontenay przeprowadzono obszerne badania nad jednofazowym SPZ linii najwyższych napięć. Wykonano trzy serie prób. W pierwszej serii zwarcie fazy linii 220-kilowoltowej z ziemią wykonano drutem miedzianym o średnicy 0,5 mm, rozciągniętym pomiędzy ostrzami iskriemnika o rozstępie elektrod 120 cm. Całość urządzenia była osłonięta od wiatru. Stwierdzono istotny wpływ napięcia i prądu w okresie wyłączania fazy uszkodzonej. Wartości te zależą głównie od konstrukcji linii; linie nowoczesne odznaczają się znacznie mniejszymi wartościami napięcia indukowanego pojemnościowo i znacznie mniejszymi wartościami prądu pojemnościowego na jednostkę długości. W przypadku napięcia 16 kV i prądu 22 A czasy palenia się łuku wtórnego wynosiły ponad 1,4 s, natomiast przy napięciu 13,2 kV i prądzie 7 A wahały się od 0,032 do 0,15 s. Druga seria badań charakteryzowała się tym, że zwarcie wykonywano drutem wzdłuż łańcucha izolatorów, zawieszonego na wysokości ziemi. Stwierdzono znaczne zmniejszenie czasów palenia się łuku nawet przy stosunkowo spokojnej pogodzie. Trzecia seria prób była wykonana w analogicznych warunkach z tą różnicą, że łańcuch izolatorów, na którym powstawał łuk, zawieszony był na wysokości 10 m nad ziemią. Wyniki były jeszcze bardziej korzystne. Przy wietrze poniżej 5 m/s, napięciu resztkowym 16 kV i prądzie 30 A (linia długości 600 km) czas palenia się łuku wtórnego przy 13 próbach nie przekroczył 0,27 s.

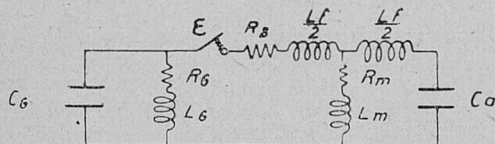
Na podstawie powyższych prób można stwierdzić, że nawet najdłuższe linie 220-kilowoltowe mogą być wyposażone w urządzenia jednofazowego SPZ. Czas wyłączenia fazy zależy od parametrów linii i może wynosić od 0,25 do 1 s. W konkretnych przypadkach długich linii starej konstrukcji (linie francuskie 150-kilowoltowe o układzie trójkątowym, pracujące przy 220 kV) może zająć potrzeba powiększenia czasu wyłączenia ponad tę granicę górną.

Ponieważ we Francji nie istnieją jeszcze linie o napięciu 380 kV, zagadnienie możliwości stosowania SPZ jednofazowego w sieciach 380-kilowoltowych rozważano jedynie teoretycznie. Dla znanych konstrukcji linii obliczono napięcia resztkowe i prądy pojemnościowe. Otrzymano wartości 13,4 kV i 3,2 A/100 km. Są to wartości mniejsze od wartości dla

linii 220-kilowoltowej, co łatwo wytłumaczyć powiększeniem odstępów międzyfazowych przy stosunkowo niewielkiej zmianie odległości od ziemi. Liczby te wskazują na możliwość stwarzania SPZ jednofazowego w liniach 380-kilowoltowych tym bardziej, że długość łuku będzie większa ze względu na dłuższe łańcuchy izolatorowe.

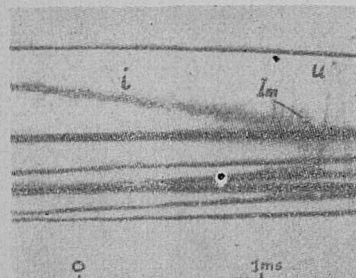
6. Zagadnienia przepięć przy wyłączaniu małych prądów indukcyjnych i prądów pojemnościowych [106, 117, 118, 129, 146, 149].

Znaczenie tego problemu i metod uniknięcia przepięć jest bardzo istotne ze względu na znaczną częstość łączeń eksploatacyjnych linii i transformatorów nieobciążonych. Zagadnie-



Rys. 16. Schemat zastępczy do wyłączania transformatora w stanie jałowym

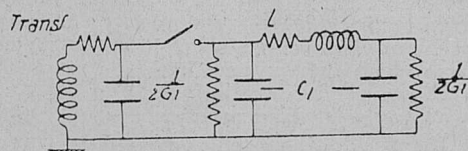
nie właściwej konstrukcji wyłącznika ze względu na jego pracę przy wyłączaniu małych prądów jest co najmniej tak ważne, jak zagadnienie zapewnienia właściwej konstrukcji ze względu na wyłączanie prądów zwarciovych. Potrzeba wyłączania wielkich prądów zwarciovych bliskich mocy wyłączalnej wyłącznika zachodzi rzadko, znacznie rzadziej od potrzeby wyłączania małych prądów indukcyjnych lub pojemnościowych.



Rys. 17. Typowy oscylogram wyłączania transformatora w stanie jałowym

Referat [15] podaje krótkie streszczenie teorii przepięć. Mechanizm przepięć przy wyłączaniu transformatorów w stanie jałowym, silników wysokonapięciowych lub dławików jest ten sam. Rozważmy schemat zastępczy jednofazowego układu przy wyłączaniu transformatora w stanie jałowym (rys. 16). Na schemacie tym R_G , L_G , C_G oznaczają oporność, indukcyjność i pojemność obwodu zasilającego, znajdującego się przed wyłącznikiem E ; R_s , L_f , R_m , L_m oznaczają oporności i indukcyjności schematu zastępczego transformatora, C_a pojemność obwodu za wyłącznikiem.

Przebieg wyłączania można podzielić na dwa lub trzy okresy. Pierwszy okres rozpoczyna się w chwili rozejścia się styków wyłącznika. Zmienia wartość napięcia łuku pobudza układ do drgań. Częstotliwość ich waha się w granicach od kilku do kilkudziesięciu tysięcy na sekundę. Rys. 17 przedstawia oscylogram katodowy wyłączania prądu, na którym wyraźnie widać zmiany prądu o wysokiej częstotliwości. Dzięki charakterystyce dynamicznej łuku dającej efekt „ujemnej oporności” może wystąpić bardzo silne wzmocnienie amplitudy



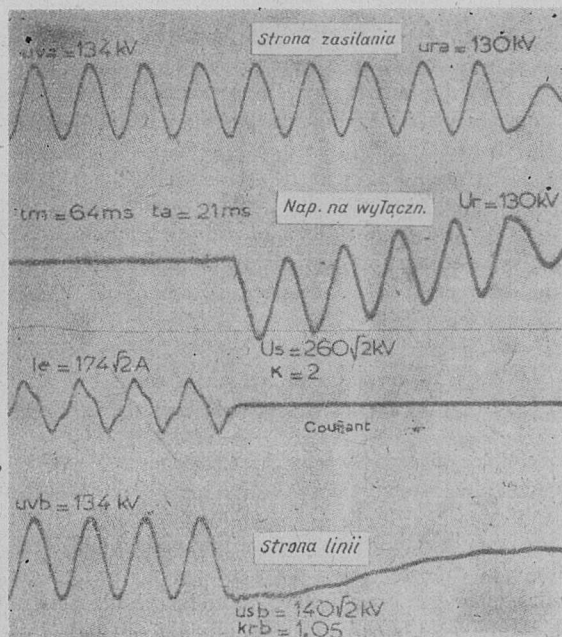
Rys. 18. Schemat zastępczy do wyłączania linii nieobciążonej
Transf — transformator L — linia

tych drgań. Indukcyjność L_m stawia tak znaczny opór przy częstotliwości drgań, że praktycznie można przyjąć, iż ta część obwodu działa tylko przy częstotliwości sieciowej. Prąd płynący przez wyłącznik i_p można więc traktować jako sumą prądu i_c obwodu drgającego, zamykającego się przez pojemność C_a , oraz prądu i_m o częstotliwości sieciowej, zamykającego się przez L_m . Amplitudę prądu i_c o wysokiej częstotliwości można w przybliżeniu obliczyć ze wzoru

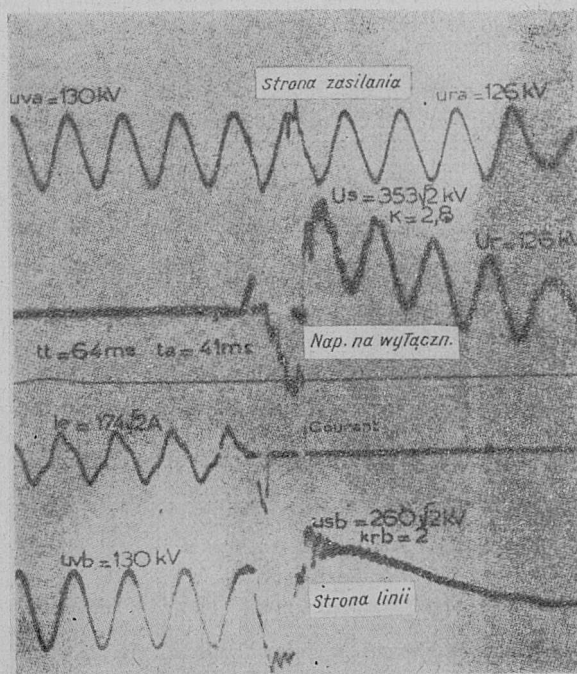
$$I_c = u_1 : \sqrt{\frac{L_c}{C_c}},$$

gdzie u_1 — średnia wartość napięcia łuku, L_c i C_c — indukcyjność i pojemność zastępcze obwodu drgań.

Przy małych wartościach prądu wyłączanego zgaszenie łuku może nastąpić przed przejściem prądu przez zero.



Rys. 19



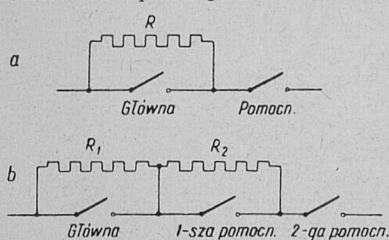
Rys. 20

Rys. 19 i 20. Dwa typowe oscylogramy wyłączania linii nieobciążonej

Z chwilą przerwania prądu zaczyna się drugi okres wyłączania, w którym występują niezależne drgania wyrównawcze w obwodach przed i za wyłącznikiem (C_G , R_G , L_G oraz R_m , L_m , $\frac{L_f}{2}$, C_a). Napięcie przed wyłącznikiem będzie przez drgania wyrównawcze dążyło do napięcia zasilania, zmienne-go z częstotliwością sieciową, napięcie zaś za wyłącznikiem będzie zawierało drgania zanikające do zera. Różnica tych napięć będzie napięciem pojawiającym się na zaciskach otwartego wyłącznika. Jeśli napięcie to nie wystarczy do przebicia przestrzeni międzystykowej, nastąpi definitywne wyłączenie. Jeśli pod wpływem napięcia powrotnego nastąpi przebicie, rozpocznie się trzeci okres, charakteryzujący się

znany przebiegiem napięcia w kształcie zębów piły wywołanego kolejnym odbudowywaniem się napięcia i przebijaniem przerwy wyłącznikowej, aż do ostatecznego wyłączenia. W ten sposób wyłącznik sam ogranicza prędkość wzrostu napięcia powrotnego do wartości odpowiadającej wytrzymałości dielektrycznej przerwy międzystykowej.

Wyłączanie prądów pojemnościowych następuje podczas wyłączania kondensatorów oraz linii w stanie jałowym. Jednofazowy schemat układu zastępczego przedstawia rys. 18, na którym stałe rozłożone linii zastąpiono stałymi skupionymi. Dla analizy przebiegu należy jednak pamiętać o własnościach rzeczywistego obwodu, w którym występują zjawiska



Rys. 21. Schemat układu wyłącznika z oporami bocznikującymi — przerwy wyłącznikowe główne i pomocnicze

a — wyłącznik z jednym oporem
b — wyłącznik z dwoma oporami

su $\frac{C_1}{G_1}$. Napięcie powrotne na wyłączniku, będące różnicą napięcia sieci i napięcia linii, zmienia się wg wzoru

$$U_D = U \left(e^{-\frac{G_1}{C_1} t} - \cos \omega t \right)$$

osiągając w ciągu pierwszego półokresu wartość dwukrotnie większą od napięcia znamionowego ($k = 2$).

Rys. 20 przedstawia przypadek bardziej niekorzystny, gdy po zgąszeniu łuku nastąpił jego ponowny zapłon, wywołany przebicciem przestrzeni międzystykowej wyłącznika. Powstają drgania wyrównawcze całego obwodu, wywołane załączeniem naładowanej linii na napięcie sieci o wartości odmiennej od napięcia linii. Odbicie się fali napięciowej od końca linii powoduje podskok napięcia mogący doprowadzić do ponownego przebiccia w wyłączniku; zjawisko może się powtarzać, powodując ładowania linii do coraz to wyższego napięcia. Wartość przebiegu zależy nie tylko od liczby kolejno występujących przebicć, lecz także od momentów, w których występują.

Referat zajmuje się dalej rozważaniem wpływu różnych czynników na wartość przebiegu przy wyłączaniu prądów indukcyjnych.

Z analizy mechanizmu przebiegu wynika, że — jeśli wyłącznik charakteryzuje się niepomijalną przewodnością przestrzeni połukowej — istnieje możliwość wyrównania energii obwodów przed i za wyłącznikiem przy jednoczesnym jej słumieniu; z tego wynika myśl podziału wyłączania na etapy ze stosowaniem oporności, wtrąconej w szereg.

Parametry obwodu przed wyłącznikiem (od strony zasilania) mają mały wpływ na wartość przebiegu. Decydujący wpływ mają parametry obwodu za wyłącznikiem. Wartość $\sqrt{L/C}$ dla obwodu za wyłącznikiem może stanowić orientacyjne kryterium niebezpieczeństwa przebiegu, ponieważ z dużym przybliżeniem można przyjąć, że amplituda przebiegu jest proporcjonalna do $\sqrt{L/C}$. Ponieważ L jest w przybliżeniu odwrotnie proporcjonalne do mocy transformatora, C zaś zmienia się znacznie wolniej, groźniejsze w skutkach może być wyłączanie transformatorów o mniejszych mocach. Oczywiście, zależy to w znacznej mierze i od typu wyłącznika; rozróżniamy tu wyłączniki o mocy dejonizacyjnej niezależnej od prądu wyłączanego (wyłączniki powietrzne, wyłączniki z mechanicznym wyrzutem oleju) oraz zależnej od prądu (wyłącz-

niki olejowe, samogazujące, magnetyczne). Ponieważ wartość przebiegu zależy w pewnej mierze od wartości prądu, przy którym łuk został zgaszony przed naturalnym przejściem przez zero, bardziej niebezpieczne są pod względem przebiegu wyłączniki o stałej mocy dejonizacyjnej. Należy tu jednak podkreślić, że przez odpowiednią ich konstrukcję, o czym będzie mowa dalej, można znacznie ograniczyć wartość przebiegu, powstającego przy wyłączaniu małych prądów indukcyjnych.

Jak widać z powyższego, przy wyłączaniu prądów indukcyjnych przebiegu może powstać, jeśli wyłącznik zbyt szybko wytworzy przerwę izolacyjną pomiędzy siecią a częścią wyłączaną. Odmienne całkowicie sprawa się przedstawia przy wyłączaniu prądów pojemnościowych, ponieważ właśnie przebiccia międzystykowe wyłącznika są źródłem przebiegu. Dlatego przy wyłączaniu prądów pojemnościowych korzystne jest z punktu widzenia przebiegu, aby wyłączenie pierwsze było ostateczne. Przewodność przestrzeni połukowej wyłącznika i w tym przypadku może odgrywać korzystną rolę.

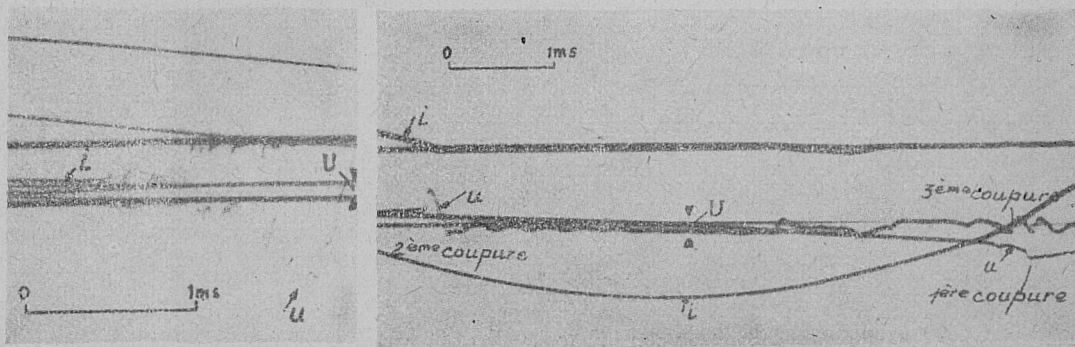
W przeciwieństwie do poprzednio omawianego przypadku — przy wyłączaniu prądów pojemnościowych parametry obwodu zasilającego odgrywać mogą większą rolę przy przebiegach. Parametrami obwodu za wyłącznikiem w przypadku linii długiej są: stała czasu wyładowania (C/G) oraz długość linii. Im stała czasu wyższa, tym wyładowanie powolniejsze, a więc większe prawdopodobieństwo ponownego zapłonu łuku i związanego z nim przebiegu. Im linia jest dłuższa, tym zazwyczaj niebezpieczeństwo przebiegu jest większe, nie stanowi to jednak reguły i zmienia się w zależności od charakterystyki wyłącznika.

Referat [15] podaje wyniki badań doświadczalnych, przeprowadzonych we Francji dla potwierdzenia i ujęcia liczbowego podanej wyżej teorii.

Szczegółowe poznanie mechanizmu powstawania przebiegu przy wyłączaniu małych prądów indukcyjnych i prądów pojemnościowych oraz wpływu poszczególnych czynników na wartość przebiegu pozwoliły na opracowanie metod, mających na celu uniknięcie lub ograniczenie wartości przebiegu łączeniowych.

Metody te można podzielić na trzy kategorie: 1) przystosowanie obwodu, 2) przystosowanie wyłącznika, 3) zastosowanie urządzeń ochronnych przeciwprzebiegiom.

Jedynie, co można w praktyce wykonać w obwodzie w celu zmniejszenia przebiegu, to bezpośrednie uziemienie punktu



Rys. 22. Oscylogramy wyłączania prądów przez wyłącznik powietrzny z oporem bocznikującym 30Ω (a) oraz z dodatkowym oporem o charakterystyce nieliniowej (b)

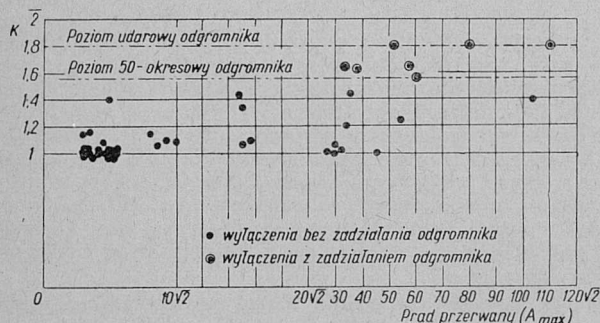
zerowego. Z punktu widzenia przebiegu uziemienie jest zalecane, nie wystarczy jednak jako wyłączna metoda ochrony i może być zastosowane, jeśli i inne względy (np. obniżenie poziomu izolacyjnego) skłaniają do takiej decyzji.

Najbardziej powszechnie stosowanym środkiem jest przystosowanie wyłączników przez wyposażenie ich w opór bocznikujący przerwę wyłącznikową oraz dodatkowy układ wyłączający szeregowy (rys. 21). Przy wyłączaniu małych prądów indukcyjnych opór ten powinien mieć stosunkowo małą wartość — ze względu na działanie ograniczające napięcia powrotnego oraz stosunkowo znaczną oporność dla ograniczenia wartości prądu przerywanego przez układ pomocniczy szeregowy i wyłączenia go bez przebiegu. Zazwyczaj opory bocznikujące, stosowane w wyłącznikach na średnio wysokie napięcia dla powiększenia ich mocy wyłączalnej przez ograniczenie strąmości napięcia powrotnego (opory liniowe o wartościach od kilku do kilkudziesięciu omów), nie spełniają wymagań ze względu na ograniczanie przebiegu, ponieważ mają zbyt małą oporność.

W przypadku konieczności stosowania oporów niskoomowych można, dla uniknięcia przepięć, stosować układ z dwiema przerwami pomocniczymi, jak na rys. 21 pod b.

Wymagania, stawiane oporom mogą być łatwiej zrealizowane w przypadku oporników o charakterystyce nieliniowej, zależnej od napięcia. Rys. 22 przedstawia przykładowo 2 oscylogramy. Oscylogram pierwszy przedstawia przebieg wyłączania wyłącznika powietrznego normalnie wyposażonego w opór liniowy 30 omów. Przy ostatecznym wyłączeniu (drugie wyłączenie) przepięcie osiągnęło wartość 4,7-krotną. Po zastosowaniu dodatkowego oporu o charakterystyce nieliniowej, bocznikującego podczas drugiego wyłączania, i wprowadzeniu trzeciego układu wyłączania ostatecznego przepięcie nie przekroczyło 2-krotnej wartości, co widać na drugim oscylogramie.

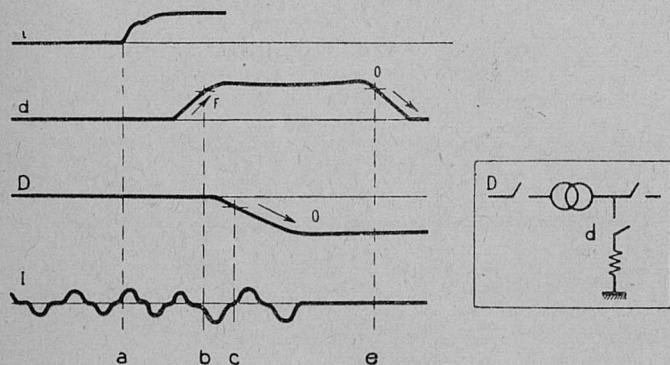
Zagadnienie komplikuje się, jeśli uwzględnić wymagania, stawiane przy wyłączaniu prądów pojemnościowych. War-



Rys. 23. Wykres wartości współczynnika przepięcia przy wyłączaniu transformatora w stanie jałowym

tość oporu bocznikującego powinna być stosunkowo niewielka, aby ułatwiała rozładowanie linii, z drugiej strony powinna być jednak stosunkowo znaczna, aby wpływała skutecznie na wartości prądu wyłączanego oraz przesunięcia fazy.

W praktyce zagadnienie rozwiązuje się kompromisowo. Wyposaża się więc, na przykład, wyłącznik o znacznej mocy dejonizacyjnej, a więc wyłączający prądy pojemnościowe bez ponownych zapłonów, w opory bocznikujące, przeznaczone głównie do obniżenia przepięć przy wyłączaniu prądów indukcyjnych. Można również dostosować opór do wymagań



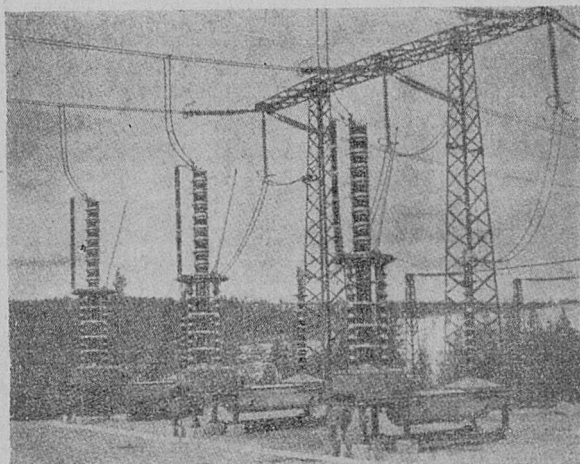
Rys. 24. Schemat układu i wykres kolejności działania urządzeń z oporami tłumiącymi do wyłączania transformatorów w stanie jałowym

wyłączania prądów pojemnościowych, wyposażając wyłącznik dodatkowo (druga i trzecia przerwa) tak, aby i wyłączanie prądów indukcyjnych odbywało się bez przepięć.

Trzeba zanaczyć, że zastosowanie tych urządzeń komplikuje i podraża wyłącznik, należy więc mieć tu na uwadze względy produkcyjno-ekonomiczne.

Trzecim sposobem ograniczenia przepięć łączeniowych jest zastosowanie nowoczesnych odgromników, wyposażonych w iskierniki i opory o charakterystyce nieliniowej. Zadziałanie odgromników może nastąpić przy przekroczeniu przez przepięcia wartości $(1,5 \div 2) \cdot U$, gdzie U — napięcie znamionowe odgromnika. Powstaje pytanie, czy odgromnik może bez uszkodzenia wytrzymać wyładowania energii. Przy wyłączaniu transformatorów w stanie jałowym energia ta nie przekroczy wartości $\frac{1}{2} L_m I_m^2$ będącej mniejszego rzędu w porównaniu z energią wyładowania atmosferycznego, która

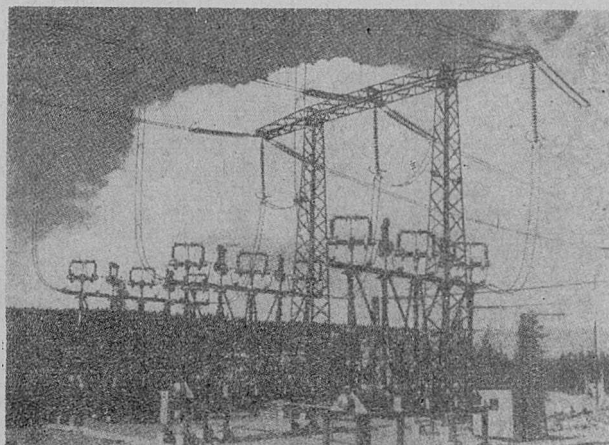
przepływa przez odgromnik. Rys. 23 podaje zestawienie wyników prób wyłączania transformatora jednofazowego na 2,4 MVA, 27,5 kV, zaopatrzonego w odgromnik. Z zestawienia wynika, że przy wszystkich przepięciach, przekraczają-



Rys. 25. Wyłącznik powietrzny ASEA, 380 kV

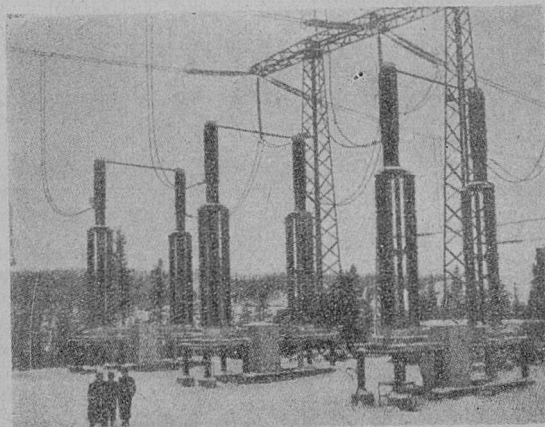
cych napięcie zapłonu odgromnika, nastąpiło jego skuteczne zadziałanie.

W przypadku stosowania odgromników do ograniczania przepięć przy wyłączaniu linii w stanie jałowym mogą być



Rys. 26. Wyłącznik powietrzny BBC, 380 kV

one zainstalowane przed lub za wyłącznikiem. Stosowanie odgromników od strony linii może być bardziej celowe, ponieważ przez rozładowanie energii linii zmniejsza się ryzyko przebicia przerwy międzystykowej wyłącznika, jeśli tylko

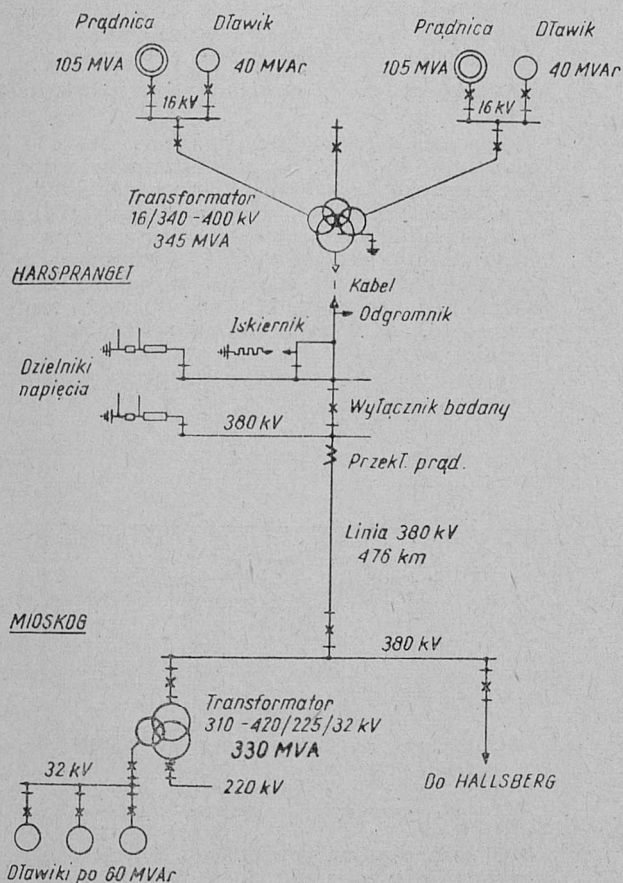


Rys. 27. Wyłącznik małoolejowy Sprecher-Schuh, 380 kV

konstrukcja jego pozwala na przepuszczenie znacznej energii. Nowoczesne odgromniki mogą, jak wykazały doświadczenia, bez uszkodzenia działać, rozładowując energię pojemnościową linii 250-kilowoltowej o długości 400 km.

Innym środkiem ochrony mogą być opory tłumiące, włączone pomiędzy fazę i ziemię. Opory te mogą być umieszczone na stałe i muszą wówczas mieć charakterystykę nieliniową, lub też mogą być załączane w razie potrzeby i wówczas mogą mieć charakterystykę liniową.

Rys. 24 przedstawia schemat układu i wykres kolejności działania w przypadku transformatora. Opór wyładowczy umieszcza się zwykle na najniższym napięciu transformatora; jest on załączany przy pomocy odrębnego wyłącznika bardzo



Rys. 28. Schemat układu sieci 380-kilowoltowej, w której przeprowadzano próby

szybko zamykającego i otwierającego po kilku setnych sekund. Wyniki badań potwierdziły skuteczność stosowania układu. Wartość oporów tłumiących jest rzędu 30—350 omów przy napięciu 11 kV.

Badania nad wyłączaniem transformatorów i linii na napięciu 380 kV przeprowadzone zostały w Szwecji w związku z pracą układu przesyłowego niedawno uruchomionego [2].

Ponieważ przy projektowaniu układu brakovano doświadczenia eksploatacyjnego, ustalono a priori, że przepięcia łączeniowe nie przekroczą 2,5-krotnej wartości szczytowej napięcia fazowego. Wymaganie takie postawiono przed konstruktorami wyłączników dla następujących warunków pracy: a) wyłączanie przy napięciu 600 kV linii nieobciążonej o długości 500 km; b) wyłączanie przy napięciu 420 kV transformatora o mocy 300 MVA w stanie jałowym; c) wyłączanie przy

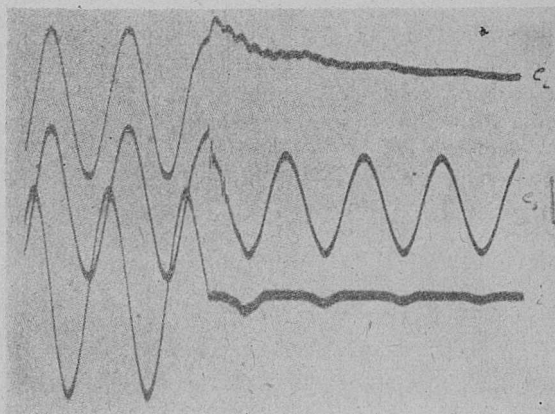
Tablica II

Charakterystyka próby	Współczynnik przepięcia przy wyłączniku	
	powietrznym	małoolejowym
Linia w stanie jałowym	1,3	2,4
Linia z transformatorem w stanie jałowym	1,5	2,3
Linia z transformatorem obciążonym	1,5	1,7
Transformator w stanie jałowym	1,7	1,6
Transformator obciążony	2,1	2,4

BIBL. POL.
WROCŁ.

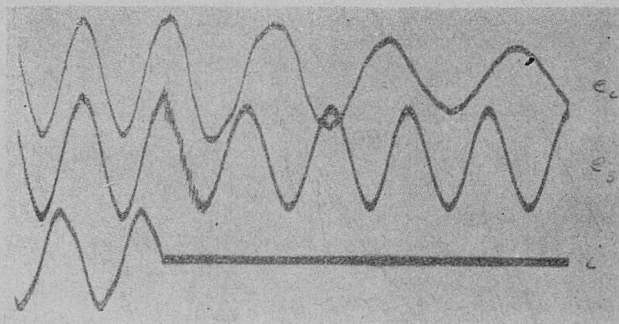
napięciu 420 kV transformatora, obciążonego dławikiem o mocy 40—180 MVA.

Dla szwedzkiej sieci zakupiono dotychczas 32 wyłączniki na napięcie 380 kV produkcji 5 firm. 26 z nich są to wyłączniki powietrzne trzech typów, 6 — małoolejowe dwóch typów.



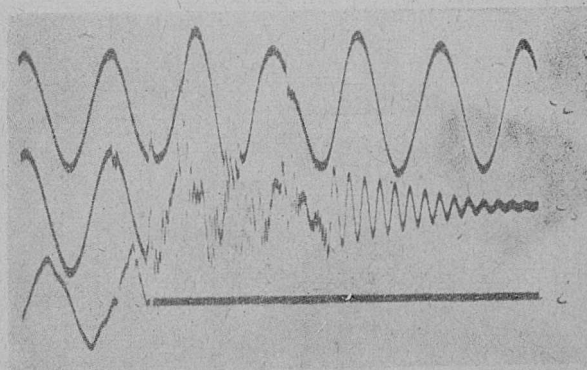
Rys. 29. Oscylogram wyłączania linii 380-kilowoltowej w stanie jałowym wyłącznikiem ASEA

e_L — napięcie fazowe od strony linii
 e_S — napięcie fazowe od strony zasilania
 i — prąd fazowy (przed wyłączeniem 600 A)



Rys. 30. Oscylogram wyłączania linii 380-kilowoltowej z transformatorem o mocy 330 MVA (obciążonym mocą bierną 60 MVA) przez wyłącznik BBC

e_L — napięcie fazowe od strony linii
 e_S — napięcie fazowe od strony zasilania
 i — prąd fazowy (przed wyłączeniem 245 A)



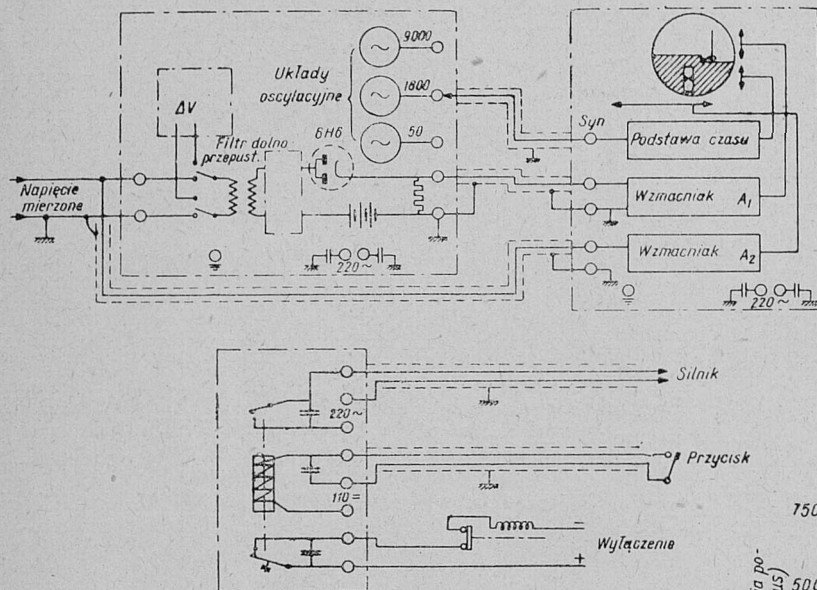
Rys. 31. Oscylogram wyłączania transformatora o mocy 345 MVA, obciążonego mocą bierną 40 MVA, przez wyłącznik Sprecher-Schuh

e_S — napięcie fazowe od strony transformatora
 e_L — napięcie fazowe od strony zasilania
 i — prąd fazowy (przed wyłączeniem 76 A)

Referat [2] omawia wyniki badań tych wyłączników. Badania przeprowadzono na następujących wyłącznikach: a) powietrznym HTFYC 380/1009 ASEA o 9 elementach wyłączających, na 15 atn, wyposażonym w opory bocznikujące o charakterystyce nieliniowej — 1000 A, 8000 MVA przy 350 kV (rys. 25); b) powietrznym DCVF 400 m 7500 Brown-Boveri o 10 elementach wyłączających, na 15 atn, wyposażonym w opory bocznikujące o charakterystyce nieliniowej — 1000 A,

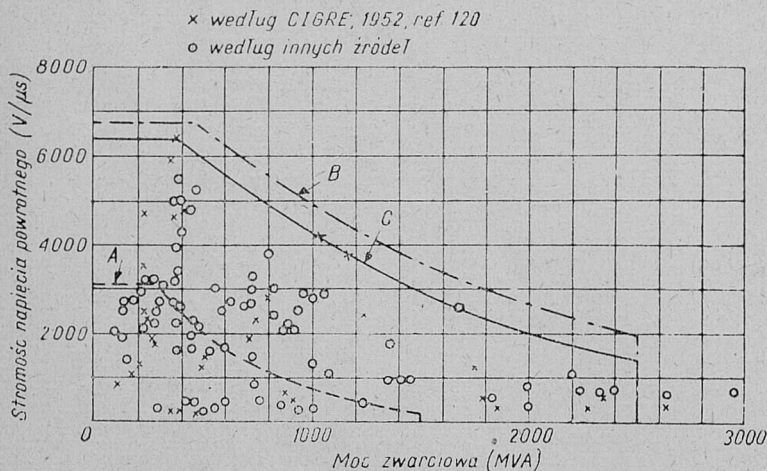
7500 MVA przy 350 kV (rys. 26); c) małoolejowym HPF 316 Sprecher i Schuh-Delle o dwóch komorach na biegun, bez oporów bocznikujących — 1000 A, 7500 MVA przy 350 kV (rys. 27).

Badania objęły: wyłączanie linii w stanie jałowym, wyłączanie linii z transformatorem na końcu oraz wyłączanie transformatora w stanie jałowym i obciążonego, zgodnie



Rys. 32. Schemat układu do pomiaru napięcia

z postawionymi wymaganiami (por. wyżej). Badania przeprowadzono w Harspranget. Rys. 28 przedstawia schemat sieci. Do prób wyłączania linii w stanie jałowym oraz linii z transformatorem wydzielono odrębny układ zasilany z Harspranget. Do prób wyłączania transformatora w Harspranget układ był



Rys. 33. Wykres zależności mocy zwarcia i stromości napięcia powrotnego dla brytyjskiej sieci 132-kilowoltowej

A — granica dla odległych sieci o mocach zwarcia 1500 MVA
B — przyszła granica dla sieci o mocach zwarcia 2500 MVA
C — obecna granica dla sieci o mocach zwarcia 2500 MVA

zasilany z Midskog. Ponieważ energia ładowania linii o długości 476 km i o przewodach wiązkowych mogła przy przepięciach grozić uszkodzeniem odgromników, te ostatnie zostały zastąpione iskiernikami z oporami szeregowymi, nastawionymi na 1000 kV. Opory o wartości 200 Ω każdy miały na celu ograniczenie stromości czoła fali napięciowej. W czasie prób nie doszło do zadziałania tych iskierników.

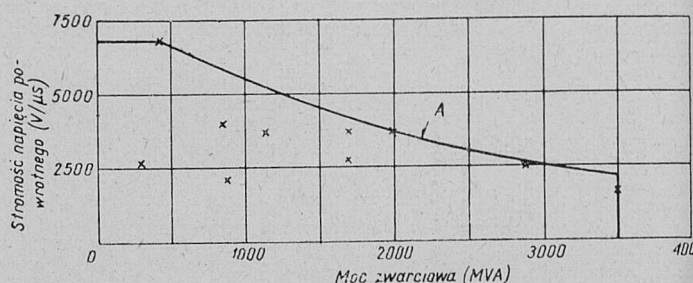
Dla pomiaru napięć zastosowano dzielniki oporowo-pojemnościowe o wartości 6 M Ω , 120 pF (część wysokonapięciowa), o uchybie kątowym nie przekraczającym 1% w zakresie do 100 kc/s i uchybie przekładni nie przekraczającym 1% w zakresie do 5 kc/s i 5% w zakresie do 100 kc/s. Dzielniki umożliwiały bezpośrednie zasilanie oscylografu pętlicowego i mogły być załączane na napięcie na okres czasu do 10 s. Do prób

użyto oscylografów: katodowego 10-strumieniowego oraz elektromagnetycznego o 12 pętlicach. Szybkość posuwu taśmy wynosiła 5 m/s. Oscylogramy z prób są podane na rys. 29, 30 i 31. Wyniki prób z uwzględnieniem wartości przepięcia podaje tabl. III.

W żadnym przypadku przepięcie nie przekroczyło wartości, odpowiadającej współczynnikowi 2,5, który jest przewidziany w wymaganiach, stawianych konstruktorom. Dwa czynniki sprzyjające obniżeniu przepięć stwierdzono podczas prób: obecność znacznej sady na przewodach, powodującej przy 540 kV straty ulotowe w wysokości 55 MW, oraz obecność 100-metrowego odcinka kabla 380-kilowoltowego w Harspranget.

7. Zagadnienia mocy zwarcia w układach [17, 10].

Zagadnienia te, mające znaczenie zarówno dla konstruktorów, jak i dla eksploataatorów wyłączników, i szeroko dyskutowane już na poprzednich sesjach MKWSE, obejmują dwa główne działy: 1) możliwość określania rzeczywistych parametrów zwarcia i stromości napięcia powrotnego w danym miejscu sieci, 2) ustalenia zależności zdolności wyłączeniowej wyłączników od stromości napięcia powrotnego. Jak wiadomo od dawna, zdolność wyłączeniowa wyłączników zależy od wzajemnego przebiegu dwóch wielkości w czasie procesu wyłączeniowego: wytrzymałości dielektrycznej przerwy między-



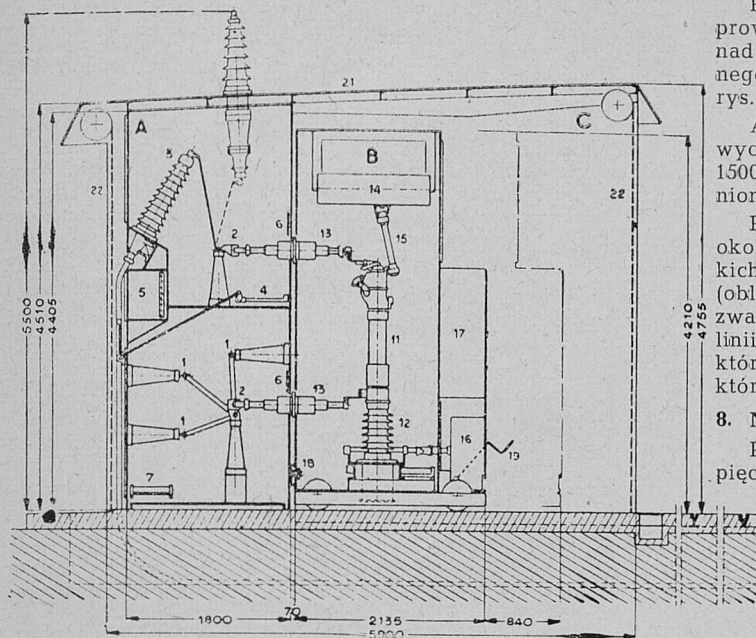
Rys. 34. Wykres zależności mocy zwarcia i stromości napięcia powrotnego dla brytyjskiej sieci 275-kilowoltowej

A — przypuszczalna przyszła granica

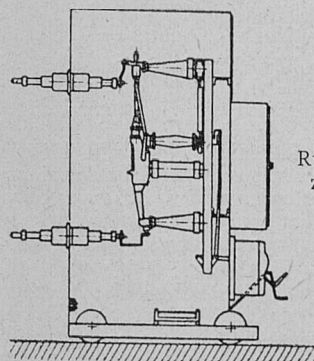
stykowej oraz napięcia powrotnego. Dla niektórych typów wyłączników zależność mocy wyłączalnej od szybkości wzrostu napięcia powrotnego wykazuje bardzo znaczny wzrost mocy przy spadku stromości napięcia powrotnego. Z drugiej strony stwierdzono na podstawie licznych badań doświadczalnych oraz obliczeń, że dla istniejących sieci istnieje zależność pomiędzy wartościami mocy zwarcia i stromości napięcia powrotnego. Zależność ta charakteryzuje się cechą korzystną dla wyłączników, ponieważ większym mocom zwarcia towarzyszą zazwyczaj mniejsze stromości napięcia powrotnego.

Referat [17] poświęcony jest metodzie doświadczalnej określania mocy zwarcia w danym punkcie sieci bez potrzeby dokonywania pełnego zwarcia; metoda ta, znana już od 1952 roku, opiera się na zmianie wartości amplitudy i fazy napięcia w chwili wyłączenia w miejscu pomiaru obciążenia czysto indukcyjnego lub pojemnościowego. Pomiar rejestrowany jest oscylografem katodowym; układ pomiarowy zawiera układ oscylacyjny o częstotliwości do 9 kc/s (podstawa czasu), pozwalający na utrzymanie przebiegu w postaci figur Lissajou.

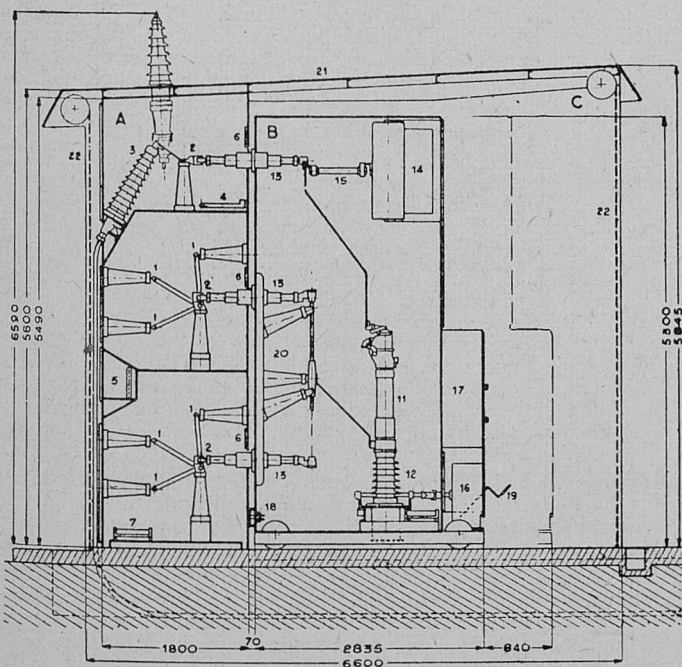
W opisanych warunkach badań jako obciążenie pojemnościowe wykorzystano grupę prądnic pracujących bez obciążenia przy przewzbudzeniu. Dla uniknięcia zakłóceń w zasilaniu wykonywano próby przy najmniejszej wartości mocy, pozwalającej prowadzić pomiary. Zmiany amplitudy napięcia wynosiły 430 V przy 70 kV i 750 V przy 150 kV. Pomiar mocy zwarcia rzędu 1000 MVA był możliwy przy próbie wyłączenia 10 MVar oraz rzędu 2400 MVA przy próbie wyłączenia 15 MVar. Rys. 32 przedstawia schemat układu pomiaru napięcia podczas próby. Wyniki badań były dosyć zgodne z danymi obliczeniowymi, chociaż były zawsze większe od obliczonych na analizatorze. Rozrzut wyników przy serii powtarzalnych pomiarów w najniekorzystniejszym przypadku nie przekraczał 6%.



Rys. 35. Przekrój typowego kompletnego pola rozdzielczego wewnętrznego



Rys. 36. Część wysuwana pola z wyłącznikiem powietrznym



Rys. 37. Przekrój typowego kompletnego pola rozdzielczego wewnętrznego o podwójnym układzie szyn

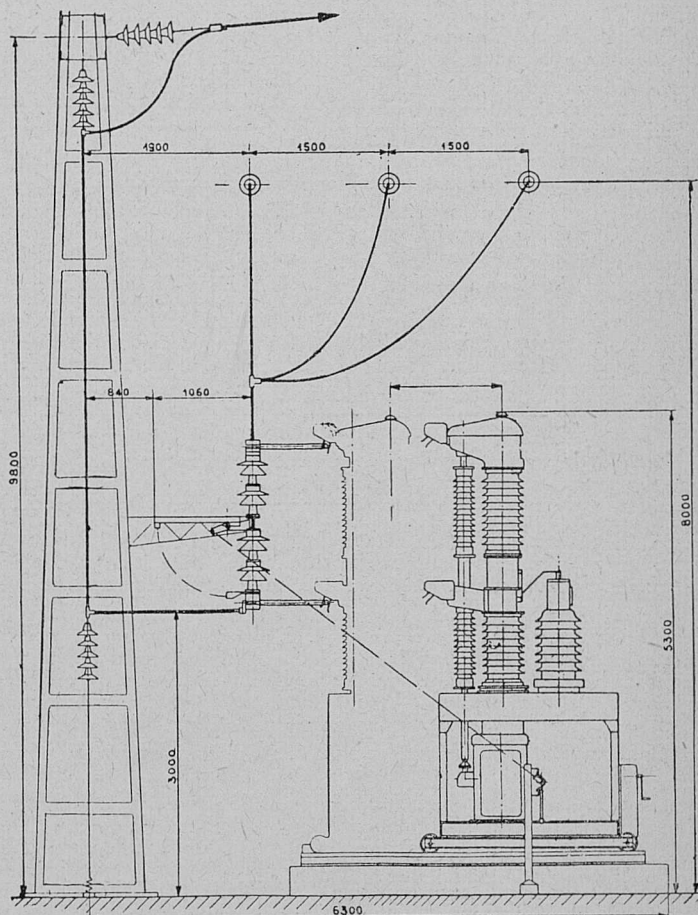
Referat [10] przedstawia wyniki obszernych studiów, przeprowadzonych dla brytyjskich sieci 132- i 275-kilowoltowych nad zależnością mocy zwarciowej i stromości napięcia powrotnego. Wyniki te przedstawione są w postaci wykresów na rys. 33 i 34.

Autorzy wprowadzają trzy typowe poziomy mocy zwarciowych dla sieci 132-kilowoltowych: 3500 MVA, 2500 MVA oraz 1500 MVA dla odległych rozdzielni. W rozważaniach uwzględnione zostały perspektywy rozwojowe sieci.

Referat zwraca uwagę, że w rzeczywistości mogą zachodzić okoliczności łagodzące stromość napięcia powrotnego. Do takich okoliczności należy przypadek zwarcia doziemnego (obliczone wartości charakteryzują najostrzejszy przypadek — zwarcie trójfazowe), korzystne oddziaływanie pojemności linii napowietrznych i kablowych, odchodzących od szyn, na których występuje zwarcie, oraz korzystny wpływ obciążenia, którego działania tłumiącego obliczenia nie uwzględniały.

8. Nowe rozwiązania konstrukcyjne [3, 4, 6, 13].

Powszechne użycie we Francji napięcia 70 kV jako napięcia rozdzielczego wywołało potrzebę opracowania znormalizowanych, fabrycznie produkowanych pól rozdzielczych. Rys. 35 przedstawia przekrój typowego pola wewnętrznego [6]. Pole składa się z części nieruchomej A, zawierającej szyny wysokonapięciowe, w układzie trójkątowym wraz ze stykami odłącznikowymi i odejścia kablowego lub napowietrznego z izolatorami przepustowymi, oraz części ruchomej B, zawierającej izo-

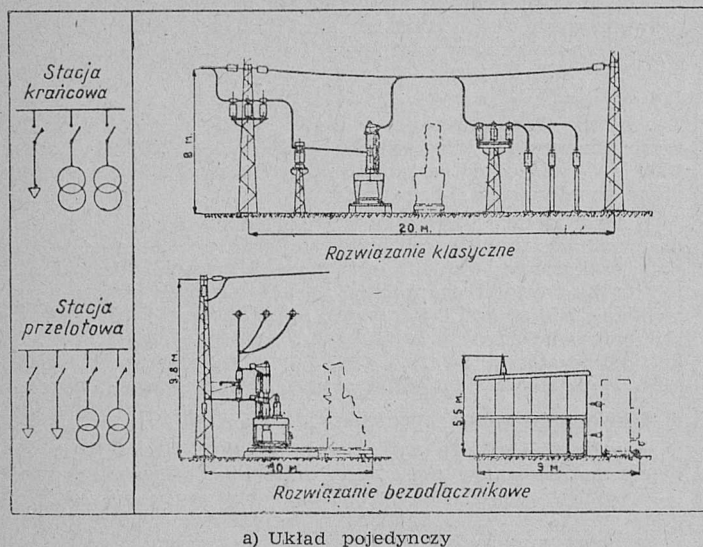


Rys. 38. Typowe kompletne pole rozdzielcze napowietrzne o jednym układzie szyn

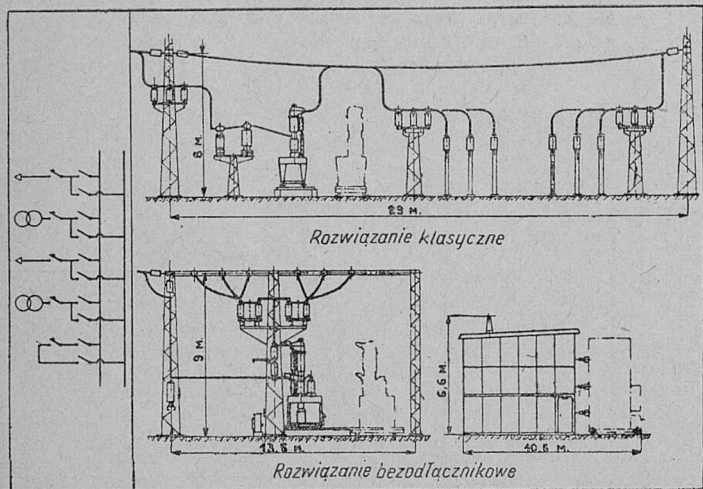
Głębokość wysuwu wyłącznika 1200 mm
Szerokość pola 4500 mm

latory przepustowe ze stykami odłącznikowymi, wyłącznik mabeolejowy lub powietrzny, przekładniki prądowe i napięciowe, szafę pomiarową i zabezpieczeniową oraz napędy odłączników i wyłącznika. Całość jest osłonięta konstrukcją metalową z zasuwaną zasłoną metalową.

Część wysuwana rozdzielni może być również wykonana z wyłącznikiem powietrznym (rys. 36). Opracowano także rozwiązanie z podwójnym układem szyn zbiorczych (rys. 37).



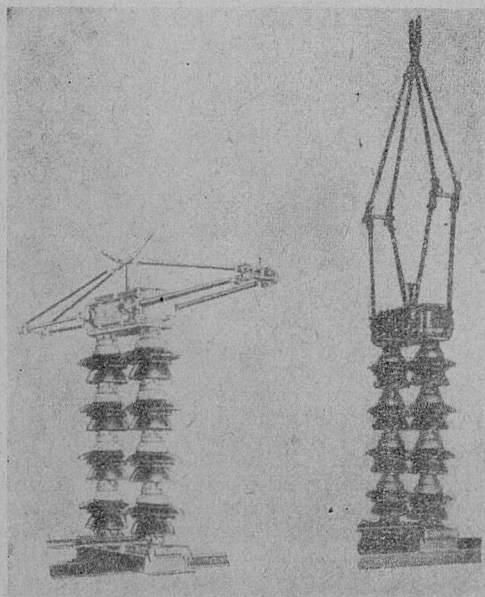
a) Układ pojedynczy



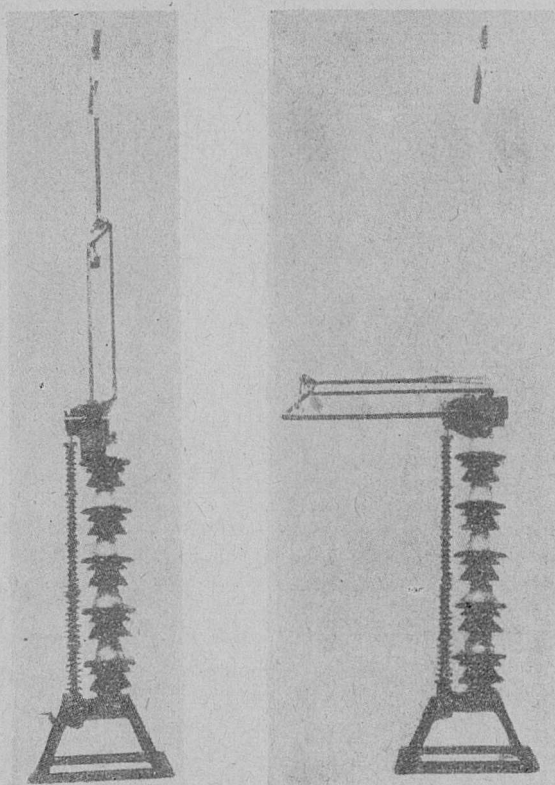
b) Układ podwójny

Rys. 39. Porównanie układów: klasycznego i bezodłącznikowego

Dla rozdzielni napowietrznych stosuje się również kompletne pola, montowane na wózku. Pole takie zawiera wyłącznik i przekładniki prądowe i napięciowe. Rozwiązanie to



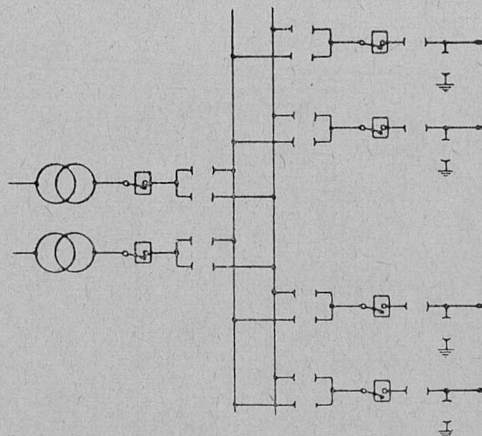
Rys. 40. Odłącznik jednokolumnowy w układzie ruchomym pantografowym (150 kV)



Rys. 41. Odłącznik jednokolumnowy o układzie ruchomym noża w płaszczyźnie pionowej (220 kV)

oparte jest na tzw. układzie bezodłącznikowym, w którym zamiast odłączników w szereg z wyłącznikami stosuje się wysuwanie wyłącznika na specjalnym wózku, przez co uzyskuje się niezbędną widoczną przerwę odłącznikową. Rys. 38 przedstawia typowe rozwiązanie napowietrzne. Rozwiązanie odznacza się wielką oszczędnością miejsca, co wyraźnie widać na zestawieniu układu klasycznego i bezodłącznikowego (rys. 39a i 39b).

Kompletne pole rozdzielcze wewnętrzne o jednym układzie szyn waży 8400 kg, z czego na część ruchomą wraz z wyłącznikiem przypada 5250 kg. Przy transporcie możliwe jest

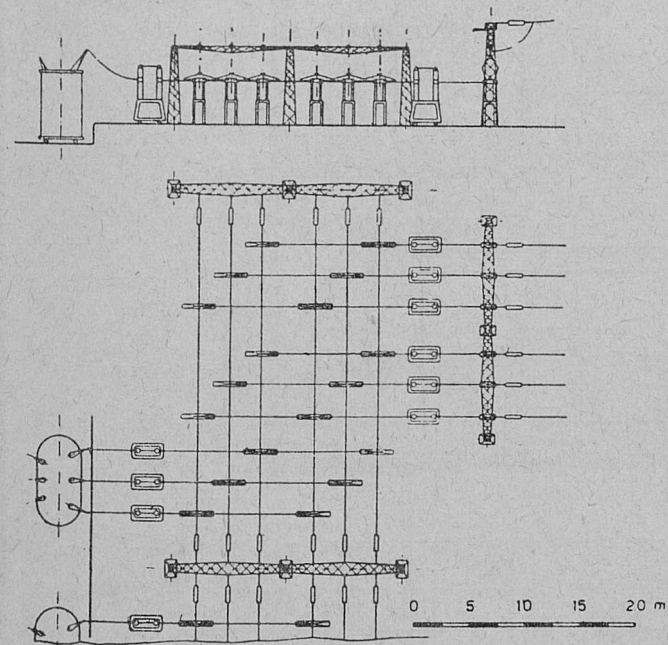
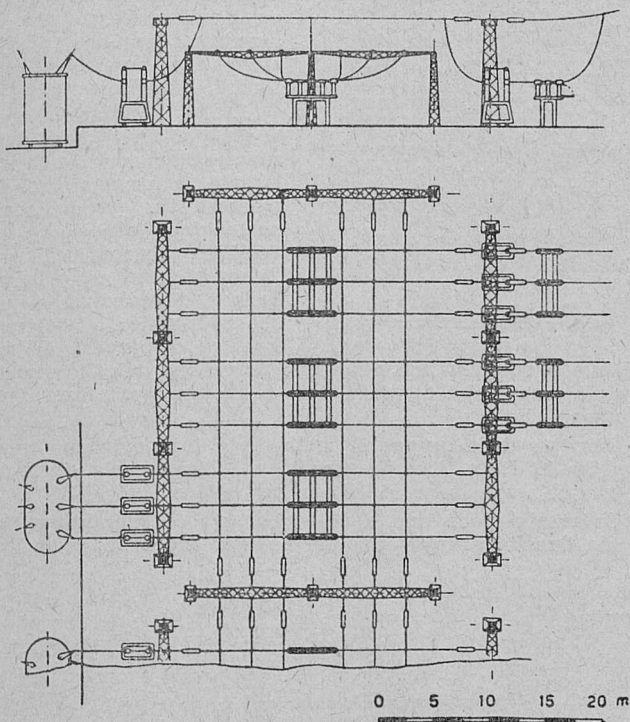


Rys. 42. Schemat rozdzielni o budowie przedstawionej na rys. 43 i 44

wymontowanie częściowe aparatury i wówczas najcięższa część pola waży 2000 kg. Ciężar pola napowietrznego (część ruchoma) wynosi 5500 kg. Pomimo tak znacznego ciężaru przesuwanie części ruchomej nie przedstawia trudności dzięki bardzo małemu tarciu i odpowiedniemu układowi napędowemu. Czas wysuwania wyłącznika wynosi około 1 minuty, siła na rączkę dźwigni nie przekracza 10 kg.

Znaczną oszczędność miejsca osiąga się przy zastosowaniu odłączników jednokolumnowych. Referat [3] omawia

rozwiązania konstrukcyjne odłączników na napięciu 110–220 kV oraz ich zastosowanie w układach, wykazując korzyści ich stosowania. Rys. 40 przedstawia fotografię odłącznika, w którym części ruchome mają kształt pantografu. Rozwiązanie takie ma tę zaletę, że umożliwia łączenie przewodów, znajdujących się w różnych poziomach dzięki pionowemu

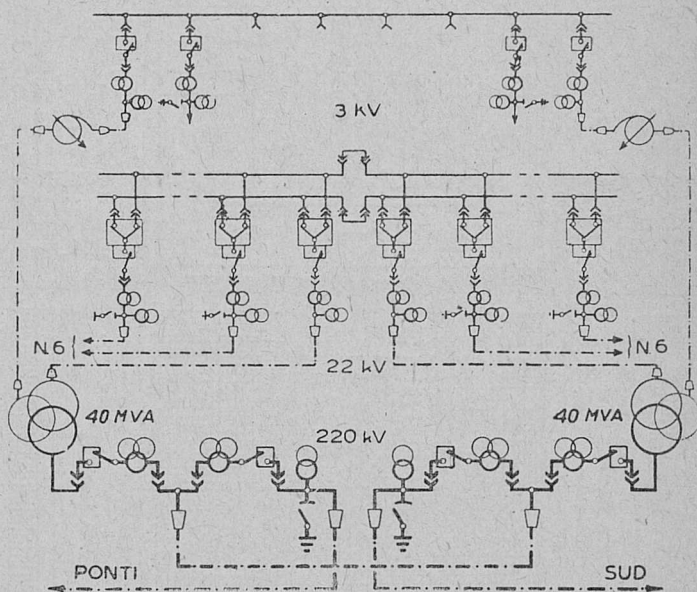


Rys. 43 i 44. Układ rozdzielni według schematu z rys. 42 w wykonaniu klasycznym (rys. 43) i przy użyciu odłączników jednokolumnowych (rys. 44)

ruchowi podczas łączenia. Wymiary odłącznika w rzucie poziomym są niewielkie.

Inny typ odłącznika jednokolumnowego przedstawia rys. 41. Autorzy podają dla porównania dwa rozwiązania układu rozdzielni 150-kilowoltowej (rys. 43 i 44) według schematu przedstawionego na rys. 42. Rozwiązanie z odłącznikami jednokolumnowymi pozwala na zaoszczędzenie miejsca oraz materiału konstrukcyjnego. W rozpatrywanym przykładzie oszczędność wyniosła 31,6% na ciężarze konstrukcji stalowych, ok. 30% na objętości fundamentów i 36% na dłu-

gości przewodów połączeniowych stacji. Oszczędność powierzchni zabudowanej może dojść do 30%. Koszt odłącznika jednokolumnowego wg cen włoskich jest o ~ 10% wyższy od kosztu odłącznika o kolumnach obrotowych. Rozwiązanie jednokolumnowe daje jednak znaczną oszczędność materiału



Rys. 45. Schemat rozdzielni na napięcia 220/22/3 kV („Centro” w Turynie)

izolacyjnego i nie wydaje się, aby różnica kosztów na korzyść rozwiązania klasycznego odpowiadała rzeczywistej kalkulacji (na co zresztą wskazują autorzy).

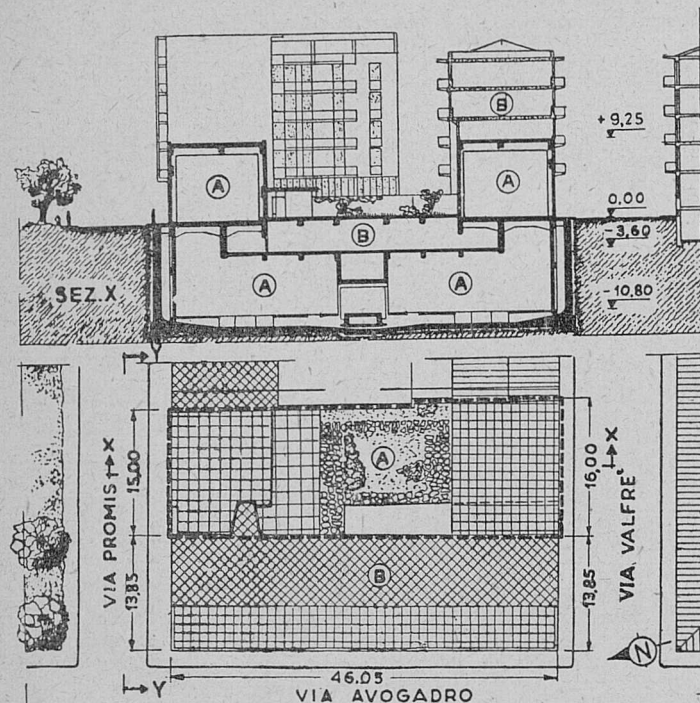
Przy napięciu 220 kV korzyści stosowania odłączników jednokolumnowych są jeszcze większe niż przy 150 kV.

Referat [4] poświęcony jest opisowi rozdzielni transformatorowej na 220/22/3 kV wykonanej w zabudowanej części Turynu. Rys. 45 przedstawia schemat układu rozdzielni, usytuowanej w środku miasta. Warunki postawione przy projektowaniu rozdzielni były wyjątkowo ciężkie: władze miejskie postawiły wymaganie, aby budynek rozdzielni transformatorowej mógł być częściowo wykorzystany do celów użytkowych (lokale biurowe). Miejsce przeznaczone na rozdzielnię było bardzo skąpe, ograniczone z trzech stron ulicami i z czwartej istniejącym budynkiem. Rys. 46 przedstawia w trzech rzutach, w jaki sposób zadanie zostało rozwiązane. Pomieszczenia, oznaczone literą A, stanowią urządzenia stacji transformatorowo-rozdzielczej; pomieszczenia B, stanowiące wielki zwarty blok, przeznaczone są na lokal biurowy oraz na garaże w części podziemnej.

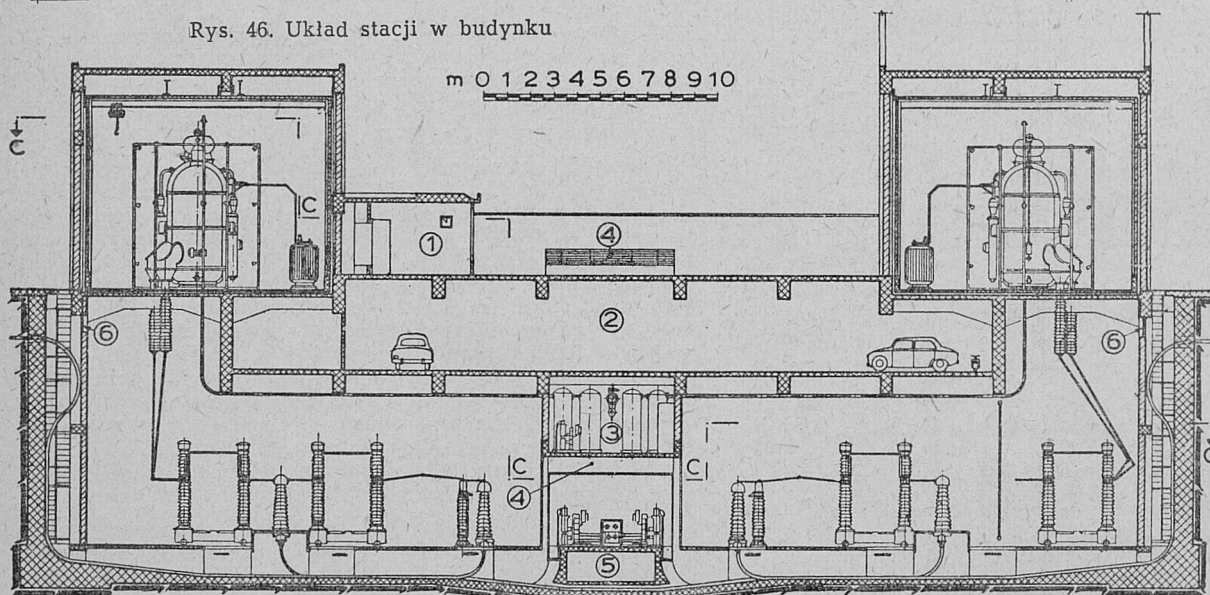
Stacja wyposażona jest w dwa transformatory na 220/22 kV, o mocy 40 MVA każdy, z uzwojeniem kompensacyjnym na 13,5 MVA, 3 kV. Zasilanie sieci lokalnej 3-kilowoltowej umożliwione jest przez transformator regulacyjny o mocy 4 MVA, przyłączony do uzwojenia kompensacyjnego transformatora 220-kilowoltowego. Transformatory te umieszczone są na poziomie ulicy, pozostała część stacji znajduje się niżej, wypełniając miejsce aż do poziomu — 10,80 m. Rys. 47 przedstawia przekrój budynku z widocznym rozmieszczeniem aparatury. W części 220-kilowoltowej nie ma odłączników, zastosowano bowiem układ bezodłącznikowy, z wysuwaniem wyłączników, do których doprowadza się powietrze i okablowanie giętkimi połączeniami. Wyłączniki przesuwane są przy pomocy silnika elektrycznego, napędzającego dwa z czterech kół wyłącznika. Koła te toczą się po dwóch szynach, z których jedna ma przekrój trójkątny dla precyzyjnego prowadzenia wyłącznika.

Konstrukcja budowlana całego budynku wykonana jest z betonu zbrojonego, łącznie z częścią biurową. Dla uniknięcia wpływu destrukcyjnego oleju komory transformatorowe zostały wyłożone blachami stalowymi ocynkowanymi grubości 0,5 mm, tworzącymi szczelny zbiornik. Wszystkie przejścia są odpowiednio uszczelnione. Referat opisuje szczegółowo sposób wykonania tych uszczelnień, jak również sposób amortyzacji drgań pochodzących od rdzeni transformatorów. Wiele uwagi poświęcono również zagadnieniu tłumienia

dźwięków: zastosowano specjalny układ ścian podwójnych o różnych częstotliwościach drgań oraz specjalne pokrycia i uszczelnienia. W podobny sposób izolowano również po-



Rys. 46. Układ stacji w budynku



Rys. 47. Przekrój budynku stacji

umieszczenia kompresorów i transformatorów potrzeb własnych.

Dla zapobieżenia stałej jonizacji powietrza unikano wszelkich ostrych krawędzi i załęg oraz zastosowano stałą wymianę powietrza.

Transformatory chłodzone są wodą, której ciepło jest następnie wykorzystywane dla ogrzewania pomieszczeń biurowych (po dodatkowym ogrzaniu, jeśli potrzeba). W komorach transformatorowych znajdują się dodatkowe urządzenia (chłodzące wodą obiegową) do odprowadzania ciepła, oddawanego przez kadzie transformatorów bezpośrednio. Prowadzone są badania nad możliwością pokrycia kadzi transformatorowych płaszczami izolującymi dla obniżenia temperatury otoczenia w komorach.

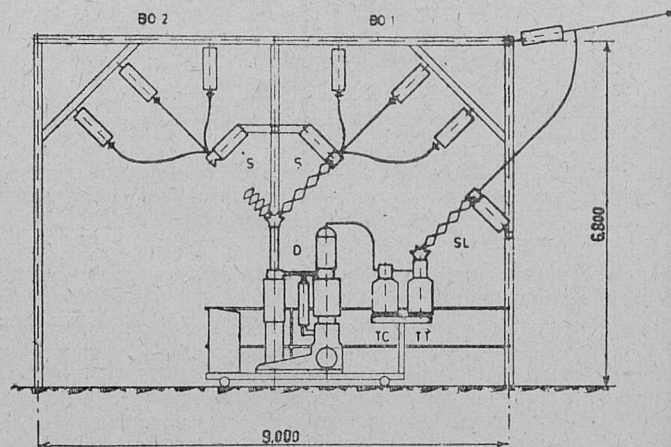
Opisane rozwiązanie jest ciekawe, stanowi jednak rzadki przypadek, wymagający indywidualnego opracowania wielu szczegółów. Natomiast referat [13] poświęcony jest typowym powtarzalnym rozwiązaniom konstrukcji układów rozdzielni napowietrznych na napięcia 60—90—150—225 kV, stosowanych w sieciach francuskich. Referat zawiera anali-

tyczny przegląd wszystkich typowych rozwiązań konstrukcyjnych, podzielonych przez autorów na trzy kategorie: starych, klasycznych oraz nowoczesnych. Referat szczegółowo przedstawia wymagania, którym powinno odpowiadać rozwiązanie konstrukcyjne rozdzielni ze względu na bezpieczeństwo pracy i urządzeń, dogodną eksploatację oraz wymagania unifikacji, remontów itp.

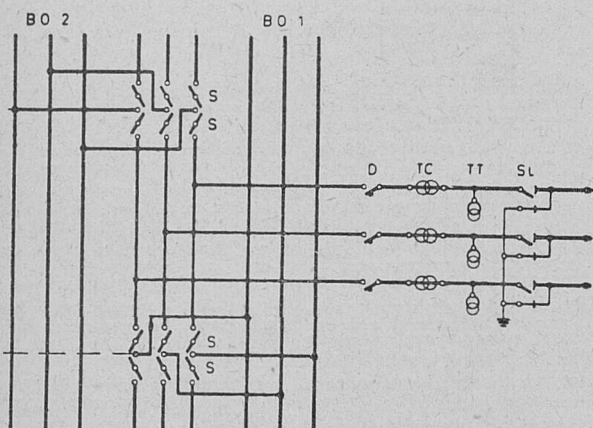
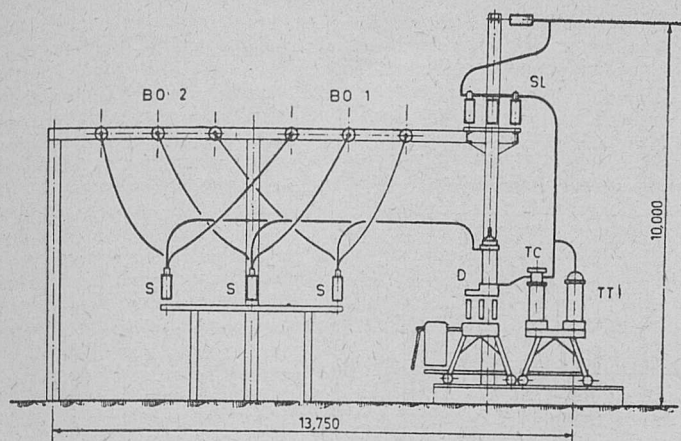
Z 23 rozwiązań typowych, podanych przez autorów, zatrzymamy się tu wyłącznie na rozwiązaniach nowoczesnych, obejmujących następujące grupy: 1) rozdzielnie bezodłącznikowe, 2) rozdzielnie o odłącznikach jednokolumnowych, 3) rozdzielnie o odłącznikach podwójnych, 4) rozdzielnie o odłącznikach z nożami, poruszającymi się w płaszczyźnie pionowej i 5) rozdzielnie o skojarzonych fazach jednoimiennych.

Pierwsze dwie grupy rozdzielni były już omówione wyżej (rys. 38, 39 i 40). Rys. 48 przedstawia rozwiązanie nieco odmienne ze względu na układ samego odłącznika.

Odłączniki podwójne, stanowiące nowość charakterystyczną dla trzeciej grupy rozdzielni nowoczesnych, mają po dwa

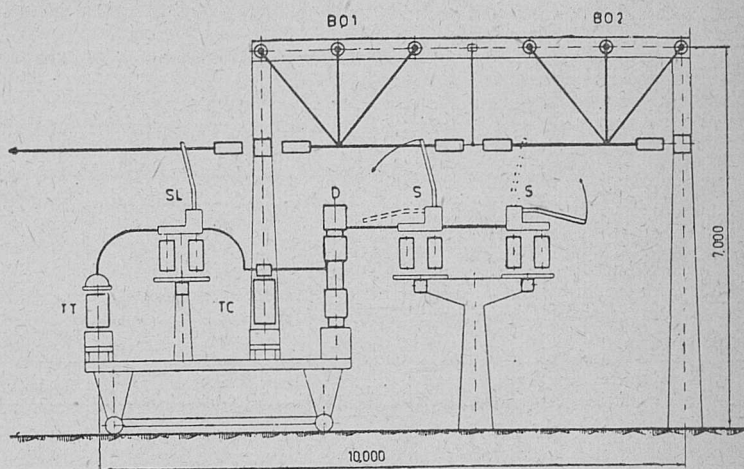


Rys. 48. Układ rozdzielni z odłącznikami jednokolumnowymi (63 kV)



Rys. 49. Układ rozdzielni z odłącznikami podwójnymi (63 kV)

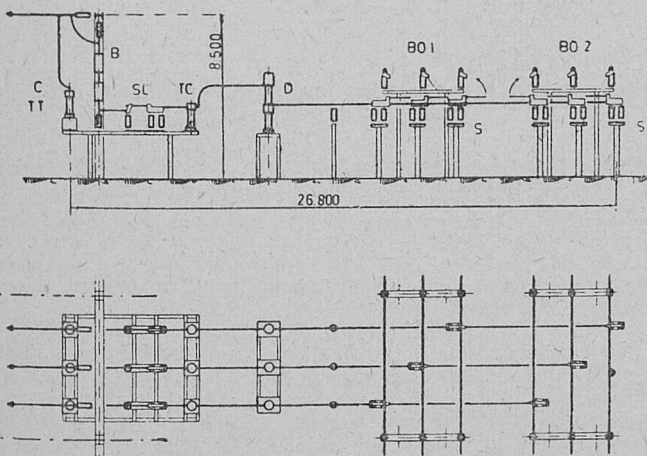
noże na fazę i po 5 kolumn wsporczych. Są to jak gdyby dwa odłączniki dwuprzerwowe ze środkową kolumną obrotową, posiadające jedną kolumnę wspólną. Rys. 49 przedstawia schemat układu z odłącznikami podwójnymi. Odłącznik podwójny łączy jeden z układów szyn, jak widać ze schematu, z jednym z dwóch przesł, do których przyłączone są odpływy. Wadą układu jest obsługiwanie przez odłącznik



Rys. 50. Układ rozdzielni z odłącznikami szynowymi o ruchu noży w płaszczyźnie pionowej (63 kV)

c — uziemienie

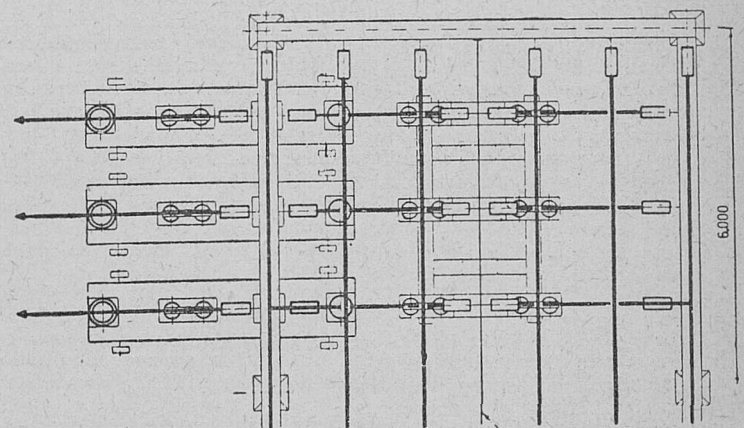
giem szyn zbiorczych. Możliwe są tu dwa rozwiązania, przedstawione na rys. 50 i 51. W rozwiązaniu, przedstawionym na rys. 50 odłączniki ustawione są prostopadłe do osi szyn zbiorczych, bezpośrednio pod nimi. Elementem pośredniczącym są przewody zawieszane prostopadłe do szyn, tworzące krótkie przesła dla każdego pola.



Rys. 51. Układ rozdzielni z odłącznikami szynowymi o ruchu noży w płaszczyźnie pionowej (90 kV)

podwójny dwóch sąsiednich przesł oraz brak jasności układu, w poszczególnych bowiem przesłach kierunki dopływów od szyn zbiorczych są zmienne (np. w jednym przesłie dopływ od szyn zbiorczych B0 1 jest z prawej, w sąsiednim z lewej strony).

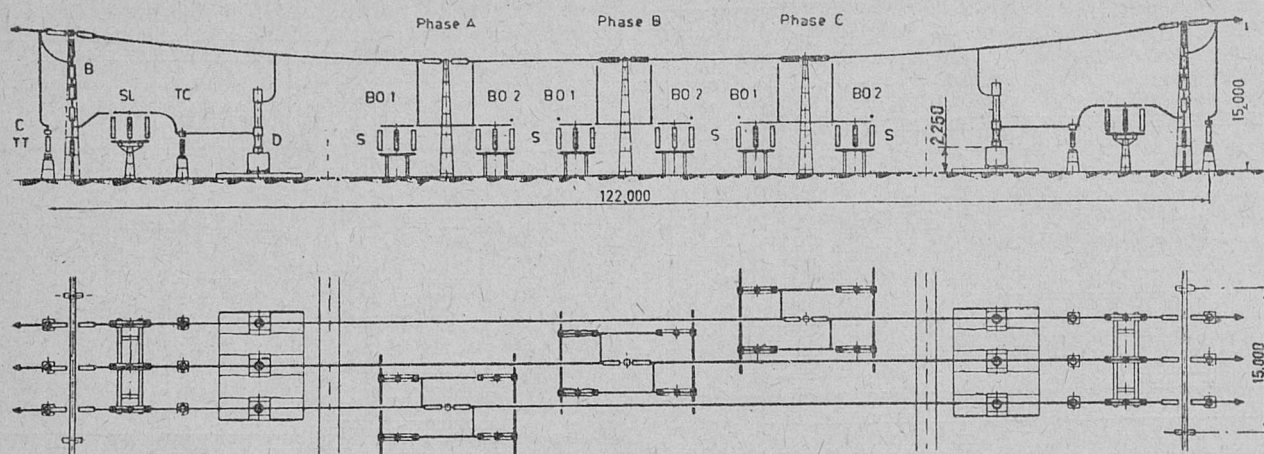
Znaczną oszczędność uzyskuje się także przez zastosowanie odłączników szynowych o ruchu noży w płaszczyźnie pionowej. Odłączniki te umieszcza się bezpośrednio pod cią-



Rys. 52. Schemat rozdzielni o skojarzonych fazach jednoimiennych

W rozwiązaniu przedstawionym na rys. 51 szyny zbiorcze są wykonane ze sztywnych rur i połączenia z odłącznikami ustawionymi podobnie, jak w poprzednim układzie, są wykonane bezpośrednio. Styki odłącznikowe są zamocowane bezpośrednio na szynach zbiorczych.

Ostatnim z nowoczesnych rozwiązań omawianych w referacie [13] jest podwójny lub wielokrotny układ szyn zbiorczych w rozdzielni, charakteryzujący się umieszczeniem obok



Rys. 53. Układ rozdzielni według schematu z rys. 52 (225 kV)

siebie jednoimiennych faz dwu lub więcej poszczególnych układów (rys. 52). W polach odejściowych układ taki odpowiada rozwiązaniu dawnym, natomiast szyny zbiorcze są rozdzielone; jego zaletą jest znaczne uproszczenie konstrukcji wsporczych związane ze skojarzeniem odpowiednich faz. Rys. 53. przedstawia rozplanowanie rozdzielni według schematu z rys. 52. Referat omawia szczegółowo własności układu, będącego przedmiotem patentu francuskiego z 1953 roku, pod kątem wymagań wyłuszczonych wyżej i wysnuwa wniosek, że ma on duże możliwości realizacji, zwłaszcza przy napięciach najwyższych (380 kV).

SPIS REFERATÓW

- [1] Montage de Weil pour essais de disjoncteurs à haute tension et capacité de rupture élevée. J. B i e r m a n n s. (Ref. 102).
- [2] Essais de champs de disjoncteurs 380 kV. G. J a n c k e, U. S a n d s t r ö m. (Ref. 106).
- [3] Considérations sur les possibilités d'emploi des sectionneurs „à pantographe“ et „à bras articulé“ dans les postes. A. D a l l a V e r d e, R. P e d a n t e. (Ref. 107).
- [4] Un poste de transformation souterrain 220/22-3 kV dans la ville de Turin. A. B r a m b i l l a. (Ref. 108).
- [5] Étude du rétablissement de la rigidité diélectrique dans les disjoncteurs à courant alternatif. A. H o c h r a i n e r. (Ref. 112).
- [6] Ensembles 70 kV préfabriqués. M. G a y. (Ref. 116).
- [7] Additif au rapport 116 „Ensembles 70 kV préfabriqués“. M. G a y. (Ref. 116 bis).
- [8] Courant et radiation post-arc dans les arcs à courant alternatif intense par rapport aux disjoncteurs. D. T h. J. t e r H o r s t, G. A. W. R u t g e r s. (Ref. 132).
- [9] Nouvelle station de recherches pour disjoncteurs à grande puissance. J. C h r i s t i e, H. L e y b u r n. (Ref. 133).
- [10] Situation actuelle et perspectives concernant la tension sur les réseaux britanniques à 132 kV, et 275 kV, L. G o s l a n d, J. S. V o s p e r. (Ref. 135).
- [11] Comportement d'un disjoncteur haute tension lors d'une rupture de synchronisme. — Compte-rendu d'essai d'un disjoncteur pneumatique 250 kV. J. A l m a r i c. (Ref. 14).
- [12] La longueur des lignes limite-t-elle l'emploi du réenclanchement automatique monophasé dans les réseaux de transport d'énergie à très haute tension? L. C a b a n e s, D i v a n, C. D i e t s c h. (Ref. 142).
- [13] Exposé de quelques tendances actuelles dans l'équipement des postes du réseau de transport d'énergie français. G. G a u l e t, J. S a l l a r d. (Ref. 143).
- [14] Nouvelle contribution à l'étude des courants post-arc dans les interrupteurs à haute tension. S. T e s z n e r, J. B l a s e. (Ref. 145).
- [15] Surtensions de coupure, moyens de les atténuer et possibilités d'une réglementation des interrupteurs. S. T e s z n e r, E. M a u r y, M. P e r o l i n i. (Ref. 146).
- [16] Contribution expérimentale du centre de recherches de Fontenay à l'étude de certains phénomènes d'interruption. M. E. L a b o r d e, Y. C. B a r o n, M. F a l l o u, M. M a s c a r i n, M. P o u a r d. (Ref. 149).
- [17] Expériences consécutives à l'application d'une méthode suédoise de mesure des puissances de court-circuit. L. R i c h a r d. (Ref. 317).

WŁADYSŁAW FELHORSKI

Oświetlenie fluorescencyjne wagonów

621.327.47:621.335.4

Treść. Zasilanie wspólne i indywidualne wagonów. Układy prądu stałego i zmiennego o normalnej częstotliwości. Zastosowanie wyższej częstotliwości. Szeregowe przyłączanie lamp do sieci trakcyjnej. Wnioski ogólne.

Люминесцентное освещение вагонов. Совокупное и индивидуальное питание. Схемы постоянного и переменного тока нормальной частоты. Применение токов высшей частоты. Серийное подключение ламп к тяговой сети. Общие заключения.

Fluorescent railway carriage lighting. Head-end and individual supply. D. C. and standard frequency A. C. systems. The use of higher frequencies. Serial connection of fluorescent lighting tubes to the traction line. General conclusions.

1. Wstęp.

Rozwój lamp fluoryzujących spowodował tendencję stosowania ich również do oświetlenia wagonów na kolejach zarówno parowych, jak i elektrycznych; w tym drugim przypadku zarówno w pociągach napędzanych lokomotywami elektrycznymi, jak i w pociągach złożonych z wagonów motorowych i przyczepnych. Tendencja ta była słuszną, albowiem natężenie oświetlenia, które można przy żarówkach zapewnić w wagonach kolejowych są zbyt niskie, szczególnie tam, gdzie powiększenie zapotrzebowania mocy uniemożliwiają ograniczone moce źródeł energii elektrycznej (prądnice napędzane przez koła wagonu, baterie akumulatorów). W tym stanie rzeczy zastosowanie źródeł o większej sprawności było bardzo pożądane. Inna ważna zaleta lamp fluoryzujących — mniejsza niż w żarówkach zależność strumienia świetlnego od wahań napięcia — jest w urządzeniach kolejowych również cechą cenną, wahaniami bowiem napięcia w sieciach trakcyj-

nych są większe i częstsze niż w sieciach elektrowni publicznych. Duża trwałość lamp fluoryzujących przy rzadkim ich zaświecaniu stanowi dalszą ważną ich zaletę w urządzeniach wagonowych, a liniowy kształt na ogół nadaje się dobrze do oświetlenia wagonów bez przedziałów i do oświetlenia przedziałów i korytarzy.

Szerokiemu zastosowaniu lamp fluoryzujących w wagonach, stoją jednak dotychczas na przeszkodzie względy techniczne i wysokie koszty przebudowy istniejących urządzeń.

Szczególną trudność stanowią istniejące w większości wagonów kolei parowych dotychczasowe urządzenia energetyczne, nie nadające się często do zasilania lamp fluoryzujących lub wymagające stosowania specjalnych układów. Podstawowym źródłem energii w wagonach pociągów o napędzie parowym lub dyzelskim są prądnice wagonowe napędzane z kół wagonowych i oddające nadmiar energii przy szybkim ruchu pociągu bateriom akumulatorów, które z kolei stano-

wią źródło energetyczne na podstacjach. Przesądza to, że energia musi być wytwarzana pod postacią prądu stałego. Niewielkie stosunkowo odległości, na które energia jest przekazywana, skłoniły nadto do stosowania niskiego napięcia, pożądanego ze względu na mniejszy koszt i objętość baterii akumulatorów oraz na większą sprawność i trwałość żarówek. Napięcie tych urządzeń jest na ogół znacznie niższe od 60 V, tj. od napięcia koniecznego do pracy świetlówki kilkunastowatowej, mającej z szeregu świetlówek wykonywanych najmniejszy spadek napięcia. Toteż bez dodatkowych urządzeń zastosowanie świetlówek w takich urządzeniach jest niemożliwe. Konieczność przebudowy istniejących urządzeń przed okresem ich amortyzacji jest też jednym z ważnych czynników hamujących szerokie stosowanie lamp fluoryzujących w wagonach. Nie jest to jednak czynnik jedyny.

Lampy fluoryzujące zostały zaprojektowane do pracy w zgoła innych warunkach niż te, które występują w kolejnictwie. Stosowanie ich w tych odmiennych warunkach nie jest niemożliwe, wymaga jednak badań specjalnych i długotrwałych prób, żeby można było orzec, jak się one będą zachowywać pod względem pewności zapłonu, zmienności strumienia i trwałości. Analizując te warunki można stwierdzić, że istnieją dwa różne typy urządzeń trakcyjnych. Do pierwszego z nich należą urządzenia energetyczne omówione wyżej, a składające się z ograniczonego co do mocy i napięcia zespołu silnika-prądnicy prądu stałego oraz baterii akumulatorów o niewielkiej pojemności. Do drugiego należą urządzenia energetyczne o praktycznie nieograniczonej mocy i dostatecznie wysokim napięciu prądu stałego.

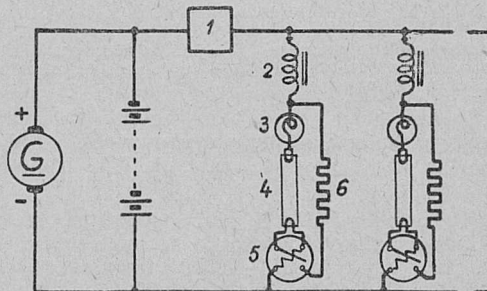
2. Oświetlenie wagonów w pociągach napędzanych lokomotywami parowymi lub elektrycznymi.

Istniejące rozwiązania można podzielić na kilka kategorii. Pod względem zasilania można rozróżnić 2 kategorie: zasilanie wspólne i zasilanie indywidualne. Zasilanie całego pociągu z urządzeń energetycznych, zainstalowanych na lokomotywie lub w wagonie bagażowym z przodu pociągu, jest na ogół mało rozpowszechnione. Z punktu widzenia technicznego rozwiązanie takie przedstawia szereg stron dodatnich. Niewielka turboprzodnica zainstalowana na parowozie lub przy nim i czerpiąca parę z kotła parowego albo też zainstalowany w wagonie bagażowym silnik dyzelski połączony z prądnicą nie tylko zasililiby w sposób racjonalny oświetlenie wagonów, ale mogłyby obsługiwać i inne urządzenia, do których czerpie się prąd z akumulatorów wagonowych. Napięcie prądnicy, jak również rodzaj prądu, można by ustalić w drodze swobodnego wyboru. Ta sama prądnica zasilalaby oświetlenie wagonowe również podczas krótkich postojów; podczas dłuższych postojów oraz w razie odczepienia parowozu urządzenie oświetleniowe, które w tym przypadku byłoby wykonane na napięcie 220 V, mogłoby być zasilane z urządzeń energetycznych stacyjnych (specjalne gniazda przy peronach). Zastosowanie jednej prądnicy zamiast szeregu prądnic wagonowych oraz skasowanie kosztownych w inwestycji i utrzymaniu baterii akumulatorowych niewątpliwie dałoby poważne oszczędności. Dla oświetlenia lampami fluoryzującymi zastosowanie zasilania wspólnego byłoby korzystne z tego względu, że w razie obioru prądu trójfazowego (50 Hz) dałoby możliwość zastosowania lamp najekonomiczniejszych i pracujących w warunkach, do jakich zostały zaprojektowane oraz wypróbowanego w innych urządzeniach sprzętu.

Rozpowszechnieniu urządzeń tego typu stoją na przeszkodzie nie względy techniczne, przemawiające raczej za takim wykonaniem, lecz względy natury organizacyjnej. Urządzenia tego rodzaju ograniczyłyby bowiem (a w pierwszym okresie w ogóle uniemożliwiły) swobodny dobór wagonów przy składaniu pociągów. Wprowadzenie urządzeń oświetleniowych wspólnego zasilania wymagałoby przeto w okresie przejściowym zaopatrzenia istniejących wagonów, mających prądnice i akumulatory, w dodatkowe urządzenia, a nowych wagonów czasowo w prądnice i baterie akumulatorowe wagonowe. Pomimo to, jak się wydaje, urządzenia wspólnego zasilania mają pewną przyszłość przed sobą, chociażby ze względu na coraz szersze stosowanie w wagonach energii elektrycznej do różnych celów, co zmusza do powiększenia napięcia i pojemności baterii akumulatorowych wagonowych, zwiększa przeto rozpiętość kosztów między wieloma bateriami wagonowymi a prądnicą lub jedną wspólną baterią o dużej pojemności i odpowiednim napięciu. Powszechne w pociągach stosowanie wspólnych dla wszystkich wagonów urządzeń sprężonego powietrza i centralnego ogrzewania oraz stosowanie w pociągach elektrycznych złożonych z tzw. jednostek trakcyjnych

wspólnych urządzeń oświetleniowych dla zespołu wagonu motorowego z przyczepnymi — stanowią rękojmię, że takie urządzenia wspólne działałyby sprawnie. Niemniej jednak, jak podkreślono, system powyższy dotąd nie rozpowszechnił się i prawie wszystkie wagony w Europie, Ameryce i gdzieindziej są zasilane dotąd indywidualnie. Prądnica napędzana z osi koła wagonowego połączona jest równolegle z baterią akumulatorową. Są przy tym stosowane różne napięcia: 16, 24, 30, 60, 110, 220 V i inne.

Lampy fluoryzujące zostały zaprojektowane do pracy przy prądzie zmiennym i do niego są dostosowane (katody i anody przy każdym końcu rury), w pewnych jednak warunkach mogą one pracować i przy prądzie stałym, jak o tym będzie mowa niżej. Jednak przy obu rodzajach prądu zapłon lampy wymaga napięcia dość wysokiego, a jej świecenie — napięcia dostatecznego do pokrycia spadku napięcia na łuku rteciovym. Z lamp fluoryzujących z podgrzewaną katodą, produkowanych za granicą, tylko lampy 14- i 15-watowe mogą być przyłączane na napięcie 60 V, inne wymagają napięć 110 lub 200 V. Wszystkie zatem wymienione napięcia baterii akumulatorowych, poza trzema najwyższymi, uniemożliwiają bez-



Rys. 1. Zasilanie prądem stałym świetlówek na 14—25 W

- | | |
|---------------------------|-------------------------|
| 1 — regulator napięcia | 4 — lampa fluoryzująca |
| 2 — diawik zapłonowy | 5 — zapionnik termiczny |
| 3 — żarówka statecznikowa | 6 — opornik zapłonowy |

pośrednie przyłączenie lamp fluoryzujących bez względu na moc tych lamp, a napięcia 60 V i 110 V umożliwiają przyłączenie tylko lamp najmniejszych mocy. Jedynie bateria 220-woltowa, którą nie często stosuje się w wagonach, daje swobodę wyboru mocy lamp.

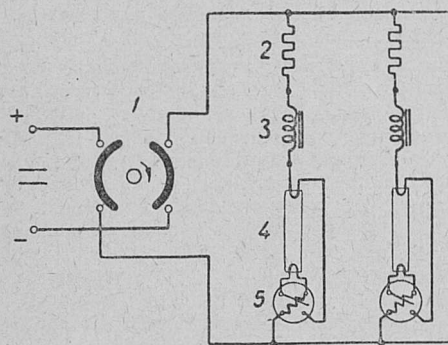
Dlatego zastosowanie oświetlenia fluorescencyjnego wagonów wymagało opracowania różnych urządzeń w zależności od warunków. W dotychczasowych urządzeniach o napięciu poniżej 60 V, jeżeli bateria akumulatorowa i prądnica wagonowa nie wymagają renowacji, trzeba dla umożliwienia stosowania świetlówek założyć dodatkowe urządzenie podnoszące napięcie z pozostawieniem prądu stałego lub jego zmianą na prąd zmienny.

W nowych lub odnawianych urządzeniach istnieje większa swoboda. Można tu bądź pozostawić prądnicę i baterię akumulatorów typu dotychczasowego i zastosować dodatkowe urządzenia, bądź zastosować prądnicę i baterię na wyższe napięcie, bądź wreszcie zrezygnować z napędu od osi wagonowej, dając samodzielny silnik spalinowy (zazwyczaj umieszczony pod wagonem) z prądnicą, co zapewnia zasilenie oświetlenia niezależne od szybkości ruchu, czyni zatem zbędną baterię akumulatorową, dając tym samym swobodę w wyborze rodzaju prądu i wysokości napięcia.

Rozwój urządzeń poszedł we wszystkich tych kierunkach, powstał zatem szereg różnych urządzeń zarówno prądu zmiennego, jak i stałego, które omówimy kolejno. Przy opisie tym pominiemy urządzenia zasilane z sieci jezdnej trakcyjnej, rezerwując dla nich rozdział specjalny. Poprzestaniemy też na omówieniu zastosowań lamp fluoryzujących z gorącą podgrzewaną przed zapłonem katodą, ponieważ inne lampy — z zimną katodą lub z katodą nie podgrzewaną — nie mają chwilowo dla nas znaczenia jako nie produkowane w kraju.

Zasilanie prądem stałym. Najprostszym układem przy napięciu akumulatorów 60 V lub wyższym jest zasilanie lampy prądem stałym (rys. 1). Jako statecznik stosować tu trzeba opór bezindukcyjny. Diawik, który przy prądzie zmiennym jest najlepszym statecznikiem, tutaj służy tylko do wywołania podskoku napięcia niezbędnego do zapłonu. Jak widać ze schematu, diawik jest przez cały czas pracy pod prądem, natomiast oporność dodatkowa poza statecznikiem jest włączona tylko na czas zapłonu dla ograniczenia prądu

w skrętce. Podgrzaniu poddaje się tylko jedną skrętkę (kato-
dę), co przy prądzie stałym wystarcza do wywołania zapłonu.
Ponieważ większe zmiany napięcia mają wpływ ujemny na
pracę i trwałość świetlówki, zespół prądnicy z baterią zaopa-
truje się w regulator napięcia, utrzymujący je na możliwie
stałym poziomie. W świetlówce 14-watowej produkcji amery-

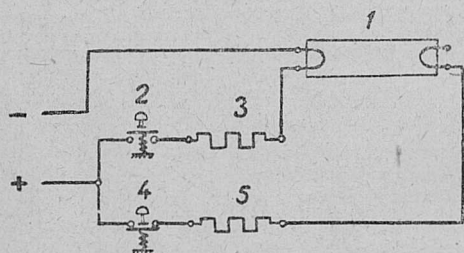


Rys. 2. Zasilanie prądem stałym świetlówek na 30—40 W

- 1 — przełącznik biegunów 4 — lampa fluoryzująca
2 — opornik statecznikowy 5 — zapłonnik termiczny
3 — diawik zapłonowy

kańskiej spadek napięcia na lampie wynosi ok. 40 V, a prąd
0,35 A. Żarówka stabilizująca ma moc ok. 7 W i oporność ok.
58 Ω .

Przy napięciu baterii 125 V lub większym stosuje się
w Stanach Zjednoczonych świetlówki różnych mocy do 25 W
włącznie, a przy napięciu 220—250 V również i świetlówki
30- i 40-watowe, jednakże wtedy urządzenie uzupełnia się



Rys. 3. Zasilanie prądem stałym świetlówek na 14—25 W przy
zapłonie ręcznym

- 1 — lampa fluoryzująca 4 — przycisk wyłączający
2 — przycisk zapłonowy 5 — opornik statecznikowy
3 — opornik zapłonowy

przełącznikiem biegunów (rys. 2), albowiem jednokierunkowy
prąd wywołuje „pompowanie rtęci” w kierunku katody, co
powoduje jej osiadanie i czernienie jednego z końców rury.
Zwykle zapłonniki świetlące nie nadają się do pracy w ob-
wodach prądu stałego, trzeba przeto stosować zapłonniki ter-
miczne lub też zapalanie ręczne przyciskowe:

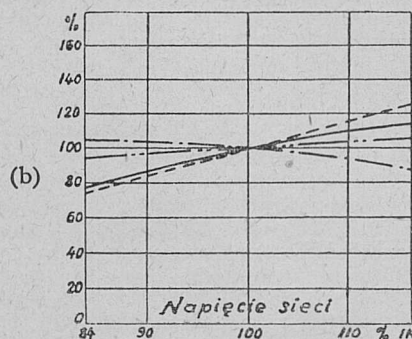
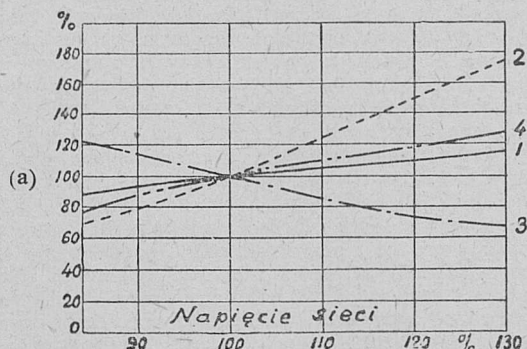
Tablica I.

Napięcie	110 %		90%	
	Prąd stały	Prąd zmienny	Prąd stały	Prąd zmienny
Strumień świetlny	104	110	91	86
Moc ogólna	124	115	79	83
Sprawność	84	96	115	104
Prąd lampy	110	103	87	97

Nieco inny schemat niż na rys. 1 podaje źródło szwajcar-
skie [6]. Nie ma tu (rys. 3) diawika, są tylko dwie oporności:
zapłonowa i statecznikowa. Pierwsza jest włączana na chwilę
dla wywołania zapłonu, druga zaś jest stale włączona
i bywa wyłączana na chwilę dla wygaszenia lamp. Obie opor-
ności, jak podkreślono w cytowanym artykule, są silnie za-
leżne od temperatury. Ta właśnie cecha oporności zapłono-
wej, powodująca silne uderzenie prądu w pierwszym momen-
cie, daje dostateczny podskok napięcia dla wywołania zapło-

nu. Porównanie działania lampy fluoryzującej przy prądzie
stałym z działaniem takiej lampy przy prądzie zmiennym wy-
kazuje przewagę tego ostatniego. Częściowo (ale tylko czę-
ściowo) jest to związane z tym, że lampa fluoryzująca zosta-
ła przeznaczona do działania przy prądzie zmiennym i dla-
tego została odpowiednio do tego rodzaju prądu przystosowana.

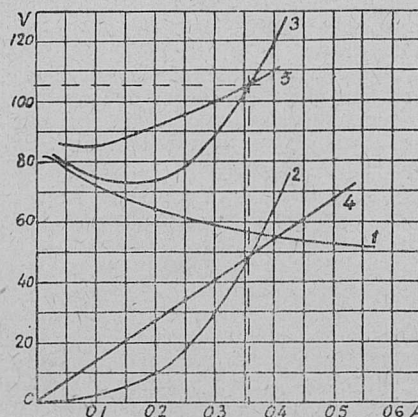
Tak więc trwałość lampy wynosi przy prądzie stałym tylko
80% trwałości przy prądzie zmiennym, przy czym z czasem



Rys. 4. Zmienność wielkości charakterystycznych świetlówek
z napięciem przy prądzie stałym (a) i przy prądzie zmiennym
(b) [5]

- 1 — strumień świetlny
2 — moc lampy fluoryzującej ze statecznikiem
3 — sprawność świetlna lampy fluoryzującej ze statecznikiem
4 — natężenie prądu

świecenia strumień świetlny maleje szybciej. Zapłon lamp
w niższych temperaturach (poniżej 0°C) jest mniej pewny.
Lampy zasilane prądem stałym inaczej reagują na zmiany na-
pięcia sieci. Porównanie charakterystyk (rys. 4a i 4b) wyka-
zuje przy prądzie stałym większą zależność prądu, mocy ogół-



Rys. 5. Charakterystyki prądowo-napięciowe przy prądzie sta-
łym [5]

- 1 — lampa fluoryzująca bez statecznika
2 — oporność zależna od prądu
3 — lampa w szereg z opornością 2
4 — oporność niezależna od prądu
5 — lampa w szereg z opornością 4

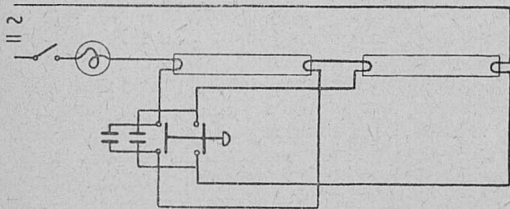
nej i sprawności od takich zmian. Tak np. przy wzroście na-
pięcia o 10% i spadku o 10% otrzymuje się orientacyjne war-
tości względne podane w tabl. I.

Tablica II.

		Żarówki			Świetlówki						
					Prąd stały			Prąd zmienny			
Moc lampy	(W)	15	25	40	14	15	20	15	20	30	40
Napięcie	(V)	36	36	36	72	72	105	220	220	220	220
Moc lamp i stateczników	(W)	15	25	40	27	24	37	19	24	38	48
Strumień po 100 godzinach	(lm)	135	240	440	490	600	900	640	1040	1600	2480
Sprawność przetwornicy (przybl.)	(%)	—	—	—	—	—	—	65	65	65	65
Przybliżona sprawność regulatora	(%)	90	90	90	—	—	—	—	—	—	—
Pobór mocy z baterii lub prądnic przez 1 lampę	(W)	16,3	27,8	44,5	27	24	37	29,2	37	58,5	74
Sprawność	(lm/W)	8,2	8,6	9,9	18	25	24,3	22	28,2	27,3	33,5
Sprawność w stosunku do świetlówki 40-watowej przyjętej za 100%	(%)	24,5	25,7	29,5	54	75	73	66	84	81	100
Liczba lamp dla osiągnięcia strumienia świetlówki 40-watowej		18	10	6	5	4	3	4	2,5	1,5	1
Przeciętna trwałość	(h)		1000			2500				3000	
Liczba lamp do wymiany w stosunku do świetlówki 40-watowej		55	31	17	6	5	3,3	4	2 4	1,5	1

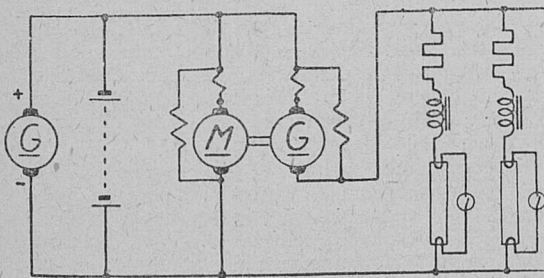
Inną wreszcie wadą jest wspomniane już czernienie jednego z końców rury, występujące intensywnie w lampach o mocy 30 i 40 W i zmuszające do przełączania biegunów.

Jedną z najważniejszych wad, które wykazuje prąd stały do zasilania świetlówek — niezależnie od ich konstrukcji, jest ich znacznie mniejsza niż przy prądzie zmiennym sprawność. Jest to związane z koniecznością zdławienia w stateczniku lampy wyładowczej napięcia w wysokości tego samego rzędu, co napięcie na lampie. Przy prądzie zmiennym zdławienie to jest możliwe bez nadmiernych strat — w dławiku lub kondensatorze, natomiast przy prądzie stałym jedynym sposobem zdławienia napięcia jest włączenie opornika szeregowego po-



Rys. 6. Układ dwóch świetlówek 14-watowych w szereg z żarówką statecznikową (zapłon ręczny)

bierającego moc tego samego rzędu co moc lampy. W najkorzystniejszym przypadku, gdy stosuje się żarówki stabilizujące, pewna część energii statecznika jest odzyskiwana w postaci światła, niemniej jednak korzyść, którą przy ograniczonych mocach źródeł energetycznych osiągałoby się na zamianie za-

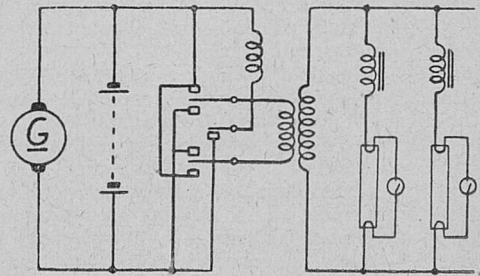


Rys. 7. Układ prądu stałego z prądnicą dodatkową

rówek na świetlówki, zostaje znacznie zmniejszona. Jedyną wyższością zasilania świetlówek prądem stałym, poza prostym układem połączeń, jest spokojne świecenie lamp bez drgań, jednakże drganie światła przy prądzie zmiennym można zmniejszyć do niewidocznego minimum stosunkowo prostymi środkami.

Statecznikiem przy prądzie stałym, jak to już podkreślono, musi być opór bezindukcyjny o oporności niezależnej od temperatury (np. zwykły opornik metalowy) lub zależnej (np. żarówka wolframowa). Charakterystyki prądowo-napięciowe obu wymienionych stateczników są zestawione wraz z charakterystyką lampy fluoryzującej samej oraz charakterystykami lam-

py połączonej szeregowo z jednym lub drugim rodzajem oporu na rys. 5. Jeżeli lampa pracuje w odpowiednim punkcie charakterystyki — w bliskości punktu przecięcia charakterystyk, to przy zmianach napięcia w sieci prąd zmienia się w obwodzie z żarówką stabilizującą mniej niż w obwodach z oporni-



Rys. 8. Układ prądu zmiennego z wibratorem

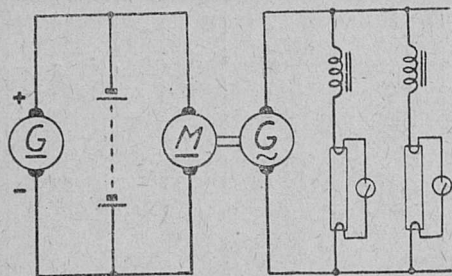
kiem, żarówka stanowi zatem lepszy regulator prądu. Ta własność statecznika żarówkowego nabiera szczególniejszego znaczenia w sieci trakcyjnej, w której występują wahania napięcia bez porównania większe niż w sieciach rozdzielczych elektrowni publicznych.

W niektórych amerykańskich urządzeniach na 110—125 V stosuje się zamiast pojedynczych lamp dwie 14-watowe, połączone w szereg ze sobą i z żarówką statecznikową. Do zapłonu służy wtedy specjalny ręczny wyłącznik przyciskowy (rys. 6). Straty w stateczniku są w tym przypadku zredukowane do minimum. Istotnie, przy napięciu sieci 110 V, spadku napięcia w jednej lampie 40 V i prądzie 0,35 A, spadek napięcia w żarówce wynosi tylko 30 V, zatem moc jej wynosi zaledwie ok. 10 W.

Jeżeli napięcie baterii jest niższe od 60 V, to lamp fluoryzujących bezpośrednio na zaciski prądnic i baterii przyłączać nie można i trzeba stosować dodatkowe urządzenia podwyższające napięcie. Można w ten sposób przy bateriach o napięciu 30 V lub niższym zastosować lampy fluoryzujące, jeżeli będzie zastosowana prądnica dodatkowa napędzana silnikiem zasilanym z baterii i podnosząca napięcie do wysokości np. 65 V (rys. 7). Wchodzi tu jednak dodatkowy czynnik kosztu, zmniejszona jest też sprawność całego urządzenia. Tę samą wadę w jeszcze znaczniejszym stopniu wykazują urządzenia z silnikiem-prądnicą zasilanym z akumulatorów i dającym prąd stały o wyższym napięciu.

Zasilanie prądem zmiennym. Ostatnio wymienione urządzenia prądu stałego, polegające na podnoszeniu napięcia z pomocą prądnicy dodatkowej lub silnika prądnicy, nie mają tej jedynej zalety, którą jest w urządzeniach prądu stałego prostota układu. Jeżeli więc trzeba stosować urządzenia dodatkowe, to można zamiast prądu stałego wytwarzać w nich zmienny, który — jak to już podkreślono — z wielu względów nadaje się lepiej do zasilania świetlówek. Dodatkowe urządzenia energetyczne są tu dwóch rodzajów. W jednym z nich (rys. 8) napięcie prądu stałego przekształcone jest na pulsujące z pomocą wibratora (przerwywacz Neefa),

z którego prąd o normalnej częstotliwości jest kierowany do transformatora podnoszącego napięcie, np. z 30 V na 110 V, tj. na napięcie wystarczające do zasilania lamp fluoryzujących 15 i 20-watowych o napięciach na kolkach pięćdziesięciu



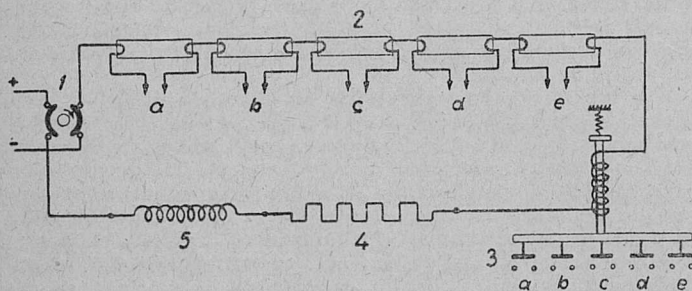
Rys. 9. Układ prądu zmiennego z przetwornicą

kilku woltów. Jest to urządzenie w zasadzie najprostsze, nie wymaga bowiem maszyn obrotowych; stąd mały koszt konserwacji i duża sprawność. Jednakże z pewnych głosów można sądzić, że produkcja dobrze działającego wibratora, zachowującego trwale swe własności, nastęrcza duże trudności techniczne.

W urządzeniach drugiego rodzaju z baterii akumulatorów jest zasilany silnik przetwornicy dwumaszynowej, której prądnicą daje prąd zmienny normalno-okresowy o napięciu 110 V (rys. 9).

Dane urządzeń amerykańskich prądu stałego i zmiennego 60-okresowego pozwalają na porównanie obu rodzajów prądu pod względem gospodarczym (tabl. II).

Nie tylko jednak prąd o normalnej częstotliwości jest stosowany. Istnieje już wiele urządzeń, w których lampy fluoryzujące są zasilane prądem o częstotliwości wyższej od normalnej (80—1200 Hz). Zalety wyższej częstotliwości są następujące: lampy mają większą sprawność, przy tym przyrost sprawności zależy od ich rodzaju; statecznik ze wzrostem częstotliwości staje się mniejszy i lżejszy bez względu na jego rodzaj; zapłon natychmiastowy może być wywołany przy użyciu prostszych obwodów, złożonych z mniejszej liczby elementów, o mniejszym ciężarze; zjawisko stroboskopowe zmniejsza się, co zwalnia od stosowania układów sprzężonych; przy częstotliwościach wyżej 300 Hz można stosować statecznik pojemnościowy, przy którym ogólna sprawność jest najwyższa.



Kys. 10. Układ szeregowy świetlówek przy napięciu do 1000 V

- 1 — przełącznik biegunów
- 2 — lampy fluoryzujące
- 3 — urządzenie zapłonowe z przekąźnikiem
- 4 — opornik statecznikowy
- 5 — dławik zapłonowy

Jednakże wszystkie te strony dodatnie mogą — jak się wydaje — nie opłacać większych kosztów urządzeń, jeżeli cena potrzebnego tu sprzętu specjalnego będzie zbyt wygórowana. Przy tym wielka zaleta, którą dla niektórych zastosowań (np. przy oświetleniu samolotów) stanowi mały ciężar i mała objętość sprzętu wysokiej częstotliwości, w wagonach kolejowych gra mniejszą rolę.

Bardzo szeroki zakres częstotliwości stosowanych w kolejnictwie europejskim świadczy, że w wielu z tych urządzeń mamy do czynienia dopiero z próbami na skalę przemysłową.

W Anglii np. żarówki są zastępowane lampami fluoryzującymi 20-watowymi, zasilanymi prądem zmiennym o napięciu 110 V przy 400 Hz. Prąd jest czerpany z zespołu silnik-prądnicą napędzanego prądem stałym z prądnicy wagonowej pracującej z baterią akumulatorową 24-woltową. Przy częstotliwości 400 Hz można stosować obwód zapłonowy rezonansowy, dający zapłon natychmiastowy i nie wymagający stosowania

zapłonika. Ale i częstotliwość 1200 Hz znalazła zastosowanie.

W jednym z wagonów próbnych zastosowano również małą przetwornicę dostarczającą prądu zmiennego o napięciu 220 V i częstotliwości normalnej (50 Hz). Prędkość silnika jest utrzymywana na stałym poziomie przy pomocy regulatora odśrodkowego wpływającego na pole magnetyczne. Regulacja napięcia prądu zmiennego jest dokonywana z pomocą uzwojeń szeregowo-bocznikowego i regulatora elektrodynamicznego, oddziałujących na pole prądnicy. Zapłon następuje automatycznie z chwilą włączenia obwodów zapłonowych. Według sprawozdań MKOśw. na kolejach francuskich stosowano w 1948 r. trzy systemy oświetlenia fluorescencyjnego: 1) 50 Hz z przetwornicą, 2) 80 Hz prądu trójfazowego przy 72 V z transformatorem 3-fazowym połączonym w gwiazdę i 3) 400 Hz z przetwornicą jednofazowej. W Holandii oświetla się nowe wagony przeznaczone do pociągów międzynarodowych lampami fluoryzującymi 20-watowymi przyłączonymi do przetwornicy na 110 V, 400 Hz.

Z danych literatury zagranicznej nie można wyprowadzić żadnych wniosków co do tego, która z częstotliwości nadaje się najlepiej do zasilania lamp fluoryzujących kolejowych. Badania dokonane w latach ostatnich nie dają wyraźnego obrazu, jakkolwiek zakres zbadanych częstotliwości rozciągał się od 60 do 20000 Hz. Nowym czynnikiem w ostatnim stadium tych badań było zastosowanie fali o kształcie prostokątnym zamiast zwykłej, sinusoidalnej. Dało to bardzo dobre wyniki i podniosło wartość niektórych parametrów, które przy częstotliwości 360 Hz były gorsze niż przy 60 Hz, do wartości osiąganych przy 20000 Hz. Ostatecznych wniosków jednakże jeszcze nie wyciągnięto.

3. Oświetlenie wagonów motorowych i przyczepnych.

Odrębnym zagadnieniem jest zasilanie urządzeń oświetleniowych wagonów kolei elektrycznych, które mają do dyspozycji prąd stały czerpany z sieci trakcyjnej. Ma się tu stosunkowo większą swobodę wyboru urządzenia energetycznego, można bowiem — przynajmniej teoretycznie — bądź wykorzystać napięcie sieci trakcyjnej, bądź też zrezygnować z tego i zastosować prądnice wagonowe napędzane z osi wagonowych lub z innego specjalnego źródła (np. z silników spalinowych w każdym wozie lub z jednego wspólnego bądź dla wszystkich wozów, bądź też dla pojedynczych jednostek kilkowagonowych). Zagadnienie stosowania prądnic wagonowych rozpatrzone już wyżej, jak i zagadnienie centralnego zasilania urządzeń oświetleniowych całego pociągu. Nie ma zasadniczej różnicy między urządzeniem energetycznym z silnikiem parowym lub spalinowym a urządzeniem z silnikiem elektrycznym.

Pozostają do omówienia inne urządzenia, które są stosowane w kolejnictwie elektrycznym, głównie zaś w pociągach typu lekkiego, złożonych z wagonów motorowych i przyczepnych. Najprostszym urządzeniem w takich jednostkach jest bezpośrednie przyłączenie lamp na napięcie sieci trakcyjnej. W sieciach na 500—800 V prądu stałego można bądź stosować świetlówki przeznaczone na takie napięcie, bądź też łączyć lampy szeregowo (pomijamy tu, jak już zaznaczono, opis urządzeń z lampami fluoryzującymi z zimną katodą lub z katodą gorącą niepodgrzewaną przedwstępnie). Bezpośrednie przyłączanie katalogowych lamp fluoryzujących z gorącą przedwstępnie podgrzewaną katodą wymaga przy omawianych napięciach szeregowo łączenia kilku lamp.

W kolei podziemnej berlińskiej przy napięciu 800 V stosuje się 5 lamp fluoryzujących 25-watowych, połączonych szeregowo między sobą i z opornością statecznikową oraz z żarówką 40-watową w reflektorze przednim (rys. 10). Przełącznik biegunów połączony jest z urządzeniem zapłonowym tak, że po każdym wyłączeniu (zaniku napięcia) biegunowość ulega zmianie. Obwód zapłonowy składa się z dławika powodującego podskok napięcia, z cewki przekąźnikowej i ruchomych styków wyłącznikowych oraz z połączonych z nimi szeregowo żarników lamp fluoryzujących. Przy zaniku napięcia w cewce przekąźnikowej przestaje ona przyciągać rdzeń, który zostaje wysunięty przez sprężynę. Połączone z nim mechanicznie styki wyłączników zamykają obwód. Gdy napięcie powraca, prąd podgrzewa skrętki żarników przez krótką chwilę, dopóki cewka przekąźnikowa nie wciągnie rdzenia i nie odłączy styków wyłączników. Czas ten wystarcza do wywołania przeskoku łuku między elektrodami. Z ruchem rdzenia jest mechanicznie związany obrót przełącznika biegunów. Urządzenie jest w zasadzie bardzo proste, a więc łatwe w konserwacji, i tanie, zajmuje mało miejsca.

Bezpośrednie przyłączenie urządzenia oświetleniowego do sieci jezdnej ma jednak w trakcji poważną wadę, związaną z częstymi przerwami, nieuniknionymi w obwodzie trzeciej szyny lub górnej sieci. Przerwy takie, trwające nawet bardzo krótko, powodują wygaszenie łuku. W odróżnieniu zatem od żarówek, w których podczas krótkotrwałych przerw napięcia światłość zmniejsza się z pewnym opóźnieniem na skutek stopniowego obniżania się temperatury żarnika, w świetłówkach świecenie urywa się natychmiast.

W dostępnej literaturze przedmiotu brak szczegółowych danych co do zachowania się lamp przy zasilaniu prądem stałym z sieci trakcyjnej. Wydaje się jednak niewątpliwe, że wielkie spadki i wzrosty napięcia, które zawsze występują w sieciach trakcyjnych, nie mogą pozostawać bez wpływu na pracę lamp bez względu na to, czy będą one połączone pojedynczo, czy też po kilka w szereg. Wahania strumienia muszą być przy tym bardzo znaczne. Jest też prawdopodobne, że przy granicznych spadkach napięcia łuk ulegnie w ogóle przerwaniu, a przy mniejszych nawet spadkach napięcia, gdy napięcie wystarczy do otrzymania łuku, może ono nie wystarczyć do zapłonu w razie chwilowej przerwy. Duże wahania gęstości prądu, które występują przy wahaniami napięcia, muszą również wpływać ujemnie na lampy. W szczególności zbyt mała gęstość prądu musi wywoływać obniżenie się temperatury katody, a w związku z tym trudniejszą emisję elektronów i szybsze niszczenie katody. Te i inne ujemne strony bezpośredniego przyłączenia lamp fluoryzujących do sieci jezdnej prądu stałego wywołały w pewnych krajach tendencję przejścia na urządzenia oświetleniowe połączone niebezpośrednio do tej sieci. Niemniej jednak w wielu innych krajach koleje podziemne i naziemne stosują nadal urządzenia bezpośrednio związane z siecią.

W wagonach kolei podziemnej londyńskiej były stosowane przy 600 V w sieci cztery szeregowo połączone lampy fluoryzujące 20-watowe. Kilka lat temu zbadano w wagonie próbnym urządzenie prądu zmiennego o częstotliwości 1200 Hz i po 2-letnim okresie prób przyjęto to urządzenie jako normalne. Urządzenie próbne prądu zmiennego było zasilane z przetwornicy prądu stałego umocowanej pod wagonem i obsługującej inne odbiorniki. Prąd z przetwornicy zasiliał zespół przetwarzający 120 V, 1200 Hz, o takiej charakterystyce, aby moc lamp nie ulegała zmianie przy wahaniami napięcia sieci od 450 do 630 V. Ponieważ w wagonach istniała już przetwornica prądu stałego niezbędna do innych celów, jedyną stroną ujemną urządzenia oświetleniowego prądu zmiennego stanowił dodatkowy zespół obrotowy. Wadę tę usunięto przez nałożenie dodatkowego uzwojenia prądu zmiennego na prądnicę prądu stałego zastępując nim ten zespół.

W kolei podziemnej nowojorskiej przeprowadzono inną próbę. Jeden z 10-wagonowych składów oświetlono mianowicie zamiast dotychczasowymi lampami fluoryzującymi bezpośrednio przyłączonymi do sieci jezdnej lampami fluoryzującymi zasilanymi prądem zmiennym 60 Hz. Źródłem energetycznym oświetlenia był zespół silnik-prądnica zaopatrzony w koło rozpędowe tak obliczone, aby lampy nie wygasły przy przerwach w zasilaniu trwających do 10 sekund. Koło to miało średnicę 473 mm i ważyło 64 kg. Bezładność była dostateczna dla dostarczenia 24,5 kW. Sec energii elektrycznej przy przejściu zespołu z normalnych 3500 obr/min na 3000 obr/min. Jak stwierdzono podczas prób, lampy nie wygasły przy przerwach 25-sekundowych. Napięcie pierwotne prądu stałego wynosiło 600 V i wahało się do 400 do 750 V. W urządzeniach dotychczasowych strumień świetlny żarówek zmienia się przy tym od 35% znamionowego do 207% znamionowego, a strumień świetlny lamp fluoryzujących stosowanych — od 55% do 124%. Przy zasilaniu z urządzenia próbnego prądem zmiennym strumień lamp fluoryzujących wahał się zaledwie od 96% do 105%.

Porównanie sprawności urządzenia również przemawia na korzyść prądu zmiennego. Pomimo konieczności przetwarzania prądu w dodatkowych urządzeniach i związanych z tym strat mocy sięgających 26,5% otrzymuje się przy prądzie zmiennym sprawność ogólną o 15% wyższą niż przy stałym wskutek tego, że straty w stateczniku prądu stałego wynoszą 40 W, gdy przy tej samej mocy lamp (40 W) w stateczniku prądu zmiennego tylko 12 W.

Aby osiągnąć stałość strumienia, zastosowanego przy prądzie zmiennym specjalnie opracowane urządzenia regulacji częstotliwości i napięcia. Urządzenia te nie mają części będących w ruchu lub delikatnych, a konieczne przełączenia (włączanie lamp wieczorem lub po przerwie w sieci) odbywają się samoczynnie. Podczas długotrwałych obserwacji stwierdzono jednak

stosunkowo szybkie przepalanie się lamp: trzeba je było wymieniać co 3—6 miesięcy. Przypisuje się to zbyt wczesnemu włączaniu lamp przed dojściem prądnicy do właściwej prędkości i wpływowi związanych z tym zbyt małych prądów lamp, co powoduje uszkodzenie elektrod. Jako środek zaradczy ma być stosowane samoczynne wyłączenie obwodów przy obniżeniu się napięcia w sieci.

Skąd wiadomości o urządzeniach prądu stałego nie pozwalają na zorientowanie się, jak zachodziłby zapłon w niskich temperaturach. Niewątpliwie między prądem stałym a zmiennym istnieje tu znaczna różnica wynikająca stąd, że urządzenie prądu stałego ma niezmiennie napięcie, gdy napięcie prądu zmiennego można powiększyć na czas mrozów z pomocą transformatora dodatkowego.

4. Wnioski ogólne.

Na podstawie danych z literatury nie można dziś z góry przesądzać, które ze stosowanych urządzeń jest najkorzystniejsze. Zjawiska związane ze świeceniem lamp wyladowczych są tak skomplikowane wobec zależności od wielu warunków, które przy źródłach temperaturowych są bez znaczenia, że nie można przewidzieć ich z góry. Tym tłumaczy się parokrotnie wzmiankowany w powyższym tekście fakt organizowania w różnych krajach badań w wagonach próbnych i opracowywania ostatecznych projektów dopiero na tej podstawie. Do ostatecznego zaprojektowania urządzenia nie wystarczają próby laboratoryjne, gdyż w wagonie na trasie mogą powstać warunki wpływające na odmienne zachowanie się lampy. Jeżeli takie trudności w ustaleniu ostatecznego rozwiązania istniały (i istnieją nadal) w krajach, w których produkcja lamp fluoryzujących była rozpoczęta znacznie wcześniej niż u nas, ich jakość jest wyższa, a asortyment wielokrotnie szerszy, to tym silniej zaznacza się konieczność długotrwałych studiów w naszych warunkach. Chociaż bowiem szybki rozwój polskiej kolejnictwa i skala naszego taboru kolejowego narzucają przyjęcie już obecnie pewnych tez podstawowych, prowadzących do jednolitego rozwiązania zagadnienia oświetlenia wagonów, a więc w konsekwencji do typizacji sprzętu, to jednak takie wiązanie się z góry z pewnym układem, który może po paru latach eksploatacji ujawnić poważne wady, mogłoby okazać się niewłaściwe. W tym stanie rzeczy najwłaściwsze byłoby ostrożne powolne przechodzenie na oświetlenie fluorescencyjne wagonów i prowadzenie dłuższych obserwacji i badań w urządzeniach próbnych po przyjęciu w chwili bieżącej najogólniejszych tylko wytycznych.

Próby i badania obciąż powinny przede wszystkim dwa rodzaje urządzeń, które dotąd w kraju nie były w ogóle stosowane, mianowicie urządzenia oświetleniowe zasilane prądem stałym i urządzenia oświetleniowe zasilane prądem zmiennym o częstotliwości wyższej od 50 Hz *). Pierwsze z nich mogłyby i powinny być zbadane w wagonach tramwajowych, tym bardziej, że takie wagony będą głównym terenem ich zastosowań. Drugie są trudniejsze do zbadania, wymagają bowiem produkcji nie istniejących w kraju urządzeń — prądnicy o wyższej częstotliwości, dławików, kondensatorów oraz zainstalowania ich w wagonach kolejowych. Przeprowadzenie głębszych badań i prób wydaje się w obu przypadkach nieodzowne. To też pożądane jest możliwie rychle przystąpienie do ich zorganizowania.

LITERATURA

- [1] Commission Internationale de l'Éclairage — Compte Rendu des Séances 1948
- [2] Commission Internationale de l'Éclairage — Compte Rendu des Séances 1951
- [3] Iwanow A. Elektryczne źródła światła. Lampy wyladowcze. Tłum. z rosyjskiego R. Szalek (PWT, 1953)
- [4] Haagen G. Verwendung und Installation von Kaltlichtlampen in Strassenbahnwagen (Deutsche Elektrotechnik, 1953)
- [5] Manz O. Fluoreszenzbeleuchtung in Eisenbahnwagen (Brown Boveri Mittell., 1952)
- [6] Meier G. A. Gleichstrom-Fluoreszenzbeleuchtung für Fahrzeuge der Verkehrsbetriebe der Stadt Zürich (Bull. Schweiz. Elektr. Ver., 1953)
- [7] Beggs E. W., Graybrook H. W. Development of A-C Fluorescent Lighting for New York City's Subway Cars (Illumin. Eng., 1950)
- [8] Transportation Lighting (Illumin. Eng. 1951)
- [9] Transportation Lighting — Random Review of 1949 (Light and Lighting, 1950)

*) Wstępne badania i studia zostały przeprowadzone przez autora w ramach planowych prac badawczych Zakładu Techniki Świetlnej Instytutu Elektrotechniki. Praca będzie ogłoszona drukiem w wydawnictwie „Prace Instytutu Elektrotechniki”. Instytut Elektrotechniki ponadto zbadał wykonane w NRD urządzenia oświetlenia fluorescencyjnego o częstotliwości 500 Hz w jednostkach trójwagonyowych próbnych, kursujących na trasach podmiejskich Warszawy.

MGR INŻ. F. WITULSKA

Sztuczne wzmocnienie spadu w elektrowni wodnej za pomocą dodatkowej turbopompy

621.311.21:621.24+621.68

Treść. W przypadkach, kiedy są do dyspozycji małe spadki przy znacznych przepływach wody w rzekach, jest możliwość lepszego wykorzystania energii cieką przez sztuczne podniesienie spadku kosztem nieco większego zużycia wody w zespole maszynowym, który obejmuje obok turbiny głównej i prądnicy jeszcze turbinę pomocniczą i pompę.

Искусственное увеличение напора в гидроэлектростанции при помощи добавочного турбонасоса. Располагая малым напором при большом количестве воды в реке, можно лучше использовать гидравлическую энергию путем искусственного увеличения напора за счет увеличенного расхода воды в машинном агрегате, который состоит из главного турбогенератора и добавочного турбонасоса.

Artificial means of increasing, by using an auxiliary turbine pump, the water head in hydro-electric power plants. Opportunities exist, in all such instances in which power plants have at their disposal only small water heads at concurrent considerable rates of flow in the river, to take greater advantage of the power of the flow by augmenting the head, even though this may entail a somewhat higher water consumption by a plant comprising, in addition to the main turbine and generator, also an auxiliary turbine and pump.

Wobec przeważających niskich spadów wody w naszych nizinnych elektrowniach rzecznych i — co za tym idzie — niewielkiej mocy osiągalnej nie bez znaczenia dla energetyki wodnej jest idea sztucznego podnoszenia małych spadów.

Jak dalece znalazło to już zastosowanie w praktyce, na razie brak danych w prasie technicznej. Niemniej jednak pomysł ten jest godny uwagi i konstrukcyjnego wypróbowania w naszych warunkach — chociażby na małą skalę — dla elektryfikacji rolnictwa.

Prof. Euler opatentował niedawno swój nowy sposób budowy zespołów turbinowych dla dużych siłowni o małym spadzie^{*)}. Wychodzi on z następujących założeń. Dolna granica gospodarczo korzystnych spadów może sięgać 2—2,5 m. Pośrednio wypada ona z liczby obrotów prądnicy, która to liczba ze względu na ciężar, średnicę i cenę samej prądnicy, jak również na inne okoliczności, nie może być racjonalnie projektowana poniżej 60 obr./min. Jeżeli przyjąć te warunki za podstawę, to moc turbiny np. ogólnie przyjętego typu Kaplana w przybliżeniu określa się ze znanego wzoru na charakterystyczną liczbę obrotów:

$$n_s = \frac{n \sqrt{P}}{4 \sqrt{H}}$$

Przekrój c — d

Rys. 1. Turbina z turbopompą pomocniczą do zwiększania spadku

- U — dolny poziom wody
- O — górny poziom wody
- OW — podniesiony górny poziom wody
- S — przelew regulowany
- G — prądnica z turbiną główną (110 obr./min)
- ac — koło kierownicze na wale poziomym
- H — turbina pomocnicza
- P — śmigło
- m — smarowanie
- D — zasuwa obrotowa
- F — doprowadzenie powietrza
- L — dopływ powietrza

Przekrój a — b

przy czym jako dopuszczalne i jeszcze korzystne można obierać wartości n_s do 850. W tych warunkach granicą mocy takich turbin jest 1650—1750 k. m. przy przepływie 45—50 m³/s i przy największej ich sprawności.

Jeżeli przy bardzo niskich spadach (ok. 2 m) są do dyspozycji znaczne ilości wody, wówczas zazwyczaj instaluje się kilka turbin o mniejszej mocy, których liczba jest ograniczona wymaganiami opłacalności i ciągłości ruchu elektrowni. Pomysł prof. Eulera polega właśnie na zwartej budowie takiego zespołu maszynowego, który by, wzmagając sztucznie spadek, zredukował liczbę turbin w elektrowni kosztem większego zużycia rozporządzalnej wody. Tak pomyślany zespół składa się

z turbopompy pomocniczej i turbiny głównej, sprzężonej bezpośrednio z prądnicą (rys. 1).

Na wspólnym wale poziomym znajduje się pomocnicza turbina wraz z osadzonym obok śmigłem, pracującym jako pompa odśrodkowa i mającym za zadanie powiększenie spadku przez wytworzenie dla turbiny głównej o wale pionowym większej roboczej wysokości spadku niżby to wypadło normalnie.

Struga wody z kanału wlotowego przepływa przez łopatki turbopompy i turbiny oraz dostaje się do kanału odlotowego przez kolano i przyłączoną doń betonową rurę ssącą, która w dalszym biegu rozwidla się i otacza rurę ssącą turbiny głównej. Śmigło obraca się jak gdyby w tunelu i pracuje jako

pompa; liczbę jego obrotów należy obierać według charakterystycznej liczby obrotów n_s dla napędzanej turbiny, która przy małych wartościach n_s wykazuje największą sprawność. Specjalne regulowanie przepływu wody w turbinie pomocniczej, mającej wirnik Kaplana, prawie nie jest potrzebne, gdyż turbina powinna stale przepuszczać możliwie najwięcej wody, a przy tym nie rozbiegać się.

Dla utrzymania mniej więcej stałej objętości wody w strudze wodnej, wytwarzanej przez śmigło, przy jednoczesnym zainstalowaniu regulacji turbiny głównej, uzależnionej od zmiany mocy prądnicy, zastosowano w betonowej spirali, doprowadzającej wodę do turbiny głównej, przelew syfonowy. Przelew ten może — wobec jego dużej wysokości ssania — odprowadzać bardzo duże ilości wody bezpośrednio do kanału odpływowego. Za pomocą regulatora można regulować objętość wody w wytwarzanej przez śmigło strudze, która od-

^{*)} Pat. niem. z lutego 1950 r., nr 808100, kl. 88a. Por. artykuł prof. Eulera „Grossturbinen für Niedergerfälle mit einer als Gefällevermehrer wirkenden Hilfsturbine und einer von dieser angetriebenen Pumpe“ (Die Wasserwirtschaft, 1952, 5, str. 174—177).

plywa przez przelew syfonowy przy zmianie zarówno mocy turbiny głównej, jak i związanej z tym wielkości przepływu. Z tego powodu wydatek wody poza śmigłem na dopływie do turbiny głównej będzie mniej lub więcej stały. Można powiedzieć, że przelew syfonowy działa również jak regulator całego zespołu maszyn i zastępuje dawniejszy regulator olejowy. Ma to duże znaczenie dla przydatności nowej konstrukcji.

Przy bliższym rozpatrzeniu zastosowania turbopompy mogą się nasunąć wątpliwości co do tego, czy praca zespołu pompowego będzie poprawna wobec przydługiego wału poziomego, przechodzącego przez kolano i wymagającego specjalnego podparcia w kierunku zarówno promieniowym, jak i osiowym. Obawy takie byłyby jednak nieustalone wobec łatwości całkowitego wyrównania przesunięć osiowych, wytworzonych pomiędzy turbiną a śmigłem, gdyż kierunki ich są przeciwne, a wielkości różnią się mało. Dzięki temu wbudowywanie specjalnego łożyska do przejmowania większych przesunięć osiowych na wale (jak to bywa przy turbinach o wale pionowym) jest zbędne.

W związku z wątpliwościami co do dostatecznej pewności ruchu z tego powodu, że wszystkie łożyska wału zespołu pompowego znajdują się pod wodą, nie są łatwo dostępne i nie mogą być stale doglądane, można przytoczyć następujące argumenty: 1) obciążenia nośnych powierzchni łożyska w kierunku normalno-osiowym — na skutek ciężaru wału i osadzonych na nim wirnika turbiny oraz śmigła — są same przez się bardzo małe; 2) powstające w podporze od strony śmigła ciśnienia normalno-osiowe dają się w prosty sposób sprowadzić niemal do zera za pomocą wyzwalacza elektromagnetycznego.

Łożysko do podpierania wału turbiny po stronie wirnika podlega tylko działaniu podciśnienia, skierowanego w stronę rury ssącej. Przenikania wody do łożyska, a wraz z tym ujemnych skutków dla należytego smarowania, nie trzeba obawiać się, albowiem cały kadłub łożyska od strony wody jest zupełnie zamknięty, ciśnienie zaś wewnątrz niego jest większe i smar bywa zwykle doprowadzany pod małym ciśnieniem do odpowiednich miejsc na wale w kadłubie łożyska, co też powoduje dostatecznie trwałe uszczelnienie.

Dla turbopompy wirnik Kaplana, do którego woda wpływa w kierunku ściśle osiowym przez stałe łopatki kierownicze, daje najlepsze rozwiązanie. Nastawne łopatki wirnika, przestawiane z zewnątrz za pomocą ciśnienia oleju, mają służyć tylko do tego, aby zamknąć dopływ wody do turbiny, a w razie potrzeby unieruchomić zespół pompowy.

Doprowadzenie wody do koła kierowniczego w ściśle osiowym kierunku daje nie tylko najlepsze warunki dla ogólnego przepływu przez zespół maszynowy, lecz również najmniejsze wymiary średnicy całej turbiny, a zarazem możliwie duże luzne przekroje przepływu do komory turbinowej. Koszty zakładowe zespołu wobec prostoty konstrukcji turbiny wypadną stosunkowo niskie.

Górna granica wydajności, czyli zdolności tłoczenia turbopompy, a wraz z tym i samej turbiny głównej, może być wyznaczona przez duży przekrój kolana odpływowego, uzależniony od możliwości konstrukcyjnych i wielkości spadu. Ten ostatni może wynosić ok. 4,5—5 m. Turbina główna w pewnym stopniu jest sprzężona hydraulicznie z turbopompą.

Gdyby pobierany od turbopompy strumień wody nie dawał dostatecznie dużej mocy turbiny głównej, można zastosować dwa zespoły maszyn. Dla uzyskania pożądanego stopnia podniesienia spadu należy obrać wymiary turbopompy i turbiny głównej w ich wzajemnej współzależności. Największa wysokość spadu w turbinie głównej wypada wtedy, kiedy strumień wody w turbopompie wynosi 0,6, a w turbinie głównej 0,4 ogólnego przepływu dla jednego zespołu maszyn.

Jeżeli przyjąć sprawność zarówno turbopompy, jak i śmigła, równy 0,9, wtedy ogólna sprawność zespołu pompowego wyniesie 0,81, a wzmoczenie spadu dla turbiny głównej przy właściwym skierowaniu jej strumienia wody na dopływie poza śmigłem wyniesie 80%. Ten zysk na wysokości roboczego spadu dla turbiny głównej okupuje się stratą 20% ogólnego przepływu wody, lecz strata ta nie ma decydującego znaczenia przy wyborze nowej konstrukcji ze względu na korzyści, wynikające z jej zastosowania przy odpowiednich warunkach, jak to wykażą dalsze wywody.

Powiększenie spadu daje przede wszystkim znaczne zmniejszenie średnicy wirnika i innych wymiarów turbiny głównej, a to prowadzi do zmniejszenia potrzebnego miejsca, do mniejszych kosztów budowy i dużo mniejszych kosztów wytwarzania. Przy mniejszej średnicy wirnika koszty budowy są mniejsze, gdyż wymiary betonowej rury syfonowej są mniejsze

Tablica I

Naturalna wysokość spadu na podporze (m)	Spad roboczy, wytworzony przez specjalny zespół pompowy (m)	Moc przy zwiększonej wysokości spadu (k. m.)	Prędkość obrotowa n przy zwiększonej wysokości spadu (obr./min.)
2,5	4,5	ok. 1925	ok. 95 — 100
3,25	5,8	ok. 2800 — 3700	ok. 105 — 100
4,5	8,1	ok. 4750 — 5950	ok. 120 — 115

i mniejsza jest głębokość fundamentowania budowli; zmniejszenie tej głównej części ogólnych kosztów zakładowych wydatnie wpływa na opłacalność zakładu.

Wskutek znacznego zmniejszenia średnicy wirnika turbiny głównej, na co zezwala mniejszy przepływ wody i zwiększenie spadu, prędkość obrotowa turbiny głównej doznaje znacznego przyrostu; obniża to z kolei średnicę bezpośrednio napędzanej prądnicy, jak również potrzebne dlań miejsce oraz w dalszym wyniku koszty wytwarzania. Jeżeli napęd wzbudnicy do szybkiej prądnicy ma działać od wału turbiny głównej, to i przekładnia do tego napędu otrzymuje mniejsze wymiary, co również wpłynie na zmniejszenie kosztów wytwarzania zespołu maszynowego.

Ponieważ moc turbiny głównej może wzrosnąć 1,8 raza w stosunku do mocy turbiny zwykłej, liczbę potrzebnych zespołów można odpowiednio zmniejszyć. Wskutek tego długość maszynowni, np. elektrowni rzecznej, może być prawie o połowę mniejsza. Ponieważ szerokość maszynowni przy mniejszej średnicy prądnicy również może wypaść mniejsza, przeto oszczędność na powierzchni zabudowy jest duża i przyczynia się poważnie do obniżenia kosztów zakładowych.

Wymagane małe wymiary maszynowni elektrowni rzecznej pozwalają nadto na umieszczenie całego urządzenia turbiny wraz z ujęciem wody na wzniesionym brzegu cieku, co daje najbardziej racjonalne rozmieszczenie, gdyż wtedy szerokość przelewu na jazie do odprowadzenia wielkiej wody może być największa, a jest to okoliczność, mająca często pierwszorzędne znaczenie.

Po wyliczeniu niewątpliwych zalet nowej konstrukcji należy wskazać również jej ujemne strony.

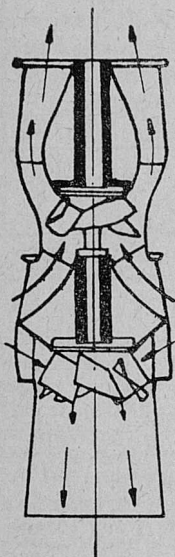
Duża długość zespołów maszynowych i należących do nich komór turbinowych, jak również budowa drugiego syfonu, pociągają za sobą dodatkowe koszty zakładowe w porównaniu z instalacją turbin zwykłej konstrukcji o krótszym ujęciu wody; jednak koszty te w ogólnym bilansie nie są tak wielkie, żeby nową konstrukcją zgoła odrzucić.

W tabl. I zestawiono najważniejsze dane, unaocniające korzyści, które może dać nowa konstrukcja. Podano w niej zacierpnięte z praktyki wielkości spadów na kilku piętrze- niach, następnie spad podwyższone dzięki nowemu zespołowi pompowemu, wreszcie prędkości obrotowe turbiny głównej. Wartości prędkości są szczególnie godne uwagi.

Dane w zestawieniu dotyczą działania tylko jednej pompy, użytej do zwiększenia spadu dla turbiny głównej. Gdyby dla osiągnięcia większej wydajności elektrowni wprowadzić zespół podwójny, wtedy już przy spadach równych 4,5 m i trochę ponadto moc P daleko przewyższa te wartości, które — w założeniu najmniejszej wartości n dla turbiny zwykłej konstrukcji — powinny być jeszcze osiągalne.

Naturalny spad 4,5 m pozwala już na wybudowanie turbiny głównej o mocy 12 000 k. m. i o 85 obr./min. lub trochę mniej, przy czym fundament pod rurę syfonową będzie miał zaledwie umiarkowaną głębokość poniżej dolnego zwierciadła wody. Przy takiej samej wysokości spadu jest również możliwa jeszcze turbina Kaplana zwykłej konstrukcji, która wytwarza 7900 k. m., lecz ma tylko 60 obr./min. i wymaga już głębokości fundamentu dla rury syfonowej ponad 6,5 m poniżej właściwego dolnego zwierciadła wody. Głębokość ta dla turbiny o mocy 12 000 k. m. przy naturalnej wysokości spadu 4,5 m i jego podniesieniu do 8,1 m wyniesie nie więcej niż 7 m wskutek mniejszej górnej średnicy rury syfonowej. Przy spadach o 1—1,5 m większych i przy użyciu turbiny pomocniczej do ich powiększenia już moce zespołów maszynowych rzędu 15 000 k. m. i więcej — przy stosunkowo dużej prędkości obrotowej — mogą być wykonalne i zalecane, gdy moce rzędu 10 000 k. m. przy takich małych wysokościach spadu w zwykłym urządzeniu turbiny Kaplana nawet przy najmniejszej dopuszczalnej wartości n są nie do osiągnięcia.

Próby w niemieckich fabrykach pomp oraz w kanale przepływowym przy doświadczalnym zakładzie budowy statków wykazały dobrą sprawność i dowiodły racjonalności technicznego rozwiązania nowej konstrukcji.



Rys. 2. Schematyczny przekrój spadozmienu

Co do oryginalności samego pomysłu opisanego wyżej istnieją pewne zastrzeżenia, ponieważ w książce prof. M. J. Czernyszowa pt. „Mielioratiwnyje nasosnyje stancji” (1933 r.) czytamy o podobnej małej instalacji pompowej, stosowanej już dawniej przez niemieckich konstruktorów. Urządzenie to miało służyć do zmiany spadku i nazywano je „spadozmiem”. Jest to kombinacja turbin niskiego ciśnienia i pompy ośrodkowej, umieszczonych na wspólnym wale i stanowiących w ten sposób jeden zespół. Głównym warunkiem działania zespołu jest dysponowanie większą ilością wody. Turbina jest napędzana ciśnieniem spadku wody i z kolei porusza pompę, która podnosi część wody ze strugi na pewną wysokość.

Tak więc energia strugi wodnej, wyrażona w postaci dużej ilości wody przy małej wysokości spadku, przetwarza się w postaci mniejszej ilości wody i większej wysokości spiętrzenia.

Konstrukcja spadozmienu w każdym poszczególnym przypadku dostosowana jest do warunków pracy pod względem przepływu wody i wysokości piętrzenia. Na

rys. 2 podany jest schematyczny przekrój spadozmienu. Strzałki wskazują tu, jak woda napędowa przepływa w dół przez turbinę, przy czym część tej wody przez robocze koło pompy jest zasysana i tłoczona w górę, skąd odpływa do (nie pokazanej na szkicu) rury i kanału odlotowego.

Zespół powyższy umieszcza się w cieku wodnym w sposób bardzo prosty. Potrzebny jest tylko jaz do gromadzenia i piętrzenia wody, który w urządzeniach małych może być z drewna, a w większych — z cegły lub betonu. Spadozmian wbudowuje się do jazu pionowo, poziomo lub ukośnie — zależnie od warunków miejscowych.

Tego rodzaju konstrukcja była stosowana m. in. przez przedwojenny zarząd melioracyjny w Legnicy; urządzenie to służyło do nawodnienia gleby, i składało się z dwóch spadozmiatów; wydajność każdego z nich wynosiła 1,5 m³/s przy spadzie 1,39 m, z czego ok. 0,45 m³/s tłoczono na wysokość 1,45 m ponad poziom górny*).

Wymienione wyżej konstrukcje — eulerowska i legnicka — są odmianami tego samego typu, lecz w różnej skali. Prototyp legnicki jest godny uwagi, ponieważ specjalnie nadaje się dla małych elektrowni wodnych do celów elektryfikacji rolnictwa i jako mały obiekt nie wymaga dużych kosztów inwestycyjnych.

Pożądane byłoby zaprojektować, wykonać i wypróbować u nas tytułem próby obie odmiany spadozmienu.

LITERATURA

Euler. Grossturbinen für Niederfälle mit einer als Gefälleverbesserer wirkenden Hilfsturbine und einer von dieser angetriebenen Pumpe (Die Wasserwirtschaft, 1952, nr 5, 174—177)

Czernyszow M. J. Mielioratiwnyje nasosnyje stancji, 1939

*) Niestety, dokładne miejsce tej instalacji jest nam nieznane, a pożądane byłoby bliższe wiadomości o jej pracy.

MGR INŻ. KIŻEWSKI PIOTR

Nowe tendencje w projektowaniu układów rozdzielni wysokiego napięcia

(083,9):621.3.061.027.3;621.316.267

Treść. Omówione są tak zwane rozwiązania „bezszynowe” w rozdzielniach o napięciu od 30 kV wzwyż, ich zalety i wady oraz zakres zastosowania.

Новые течения в проектировании распределительных устройств высокого напряжения. Представлены новые схемы устройств для напряжения 30 кВ и выше без применяемых доныне характерных распределительных шин. Указаны преимущества и недостатки новых устройств, а также область применения.

New trends in H. T. switching station design. The article deals with the so-called „bus-bar-less” method in switching stations arranged for voltages of 30 kV and more; advantages, disadvantages and range of application of this method.

1. Wstęp.

Rozdzielnie „bezszynowe”, wprowadzane coraz szerzej w okresie powojennym, mają poważne zalety ruchowe, wymagają mniej konstrukcji wsporczych i są nie mniej przejrzyste niż dawne rozdzielnie „szynowe”, w których linie lub transformatory łączą się za pośrednictwem szyn zbiorczych.

Rozwiązania bezszynowe mogą być stosowane dla napięć od 30 do 220 kV. Największe korzyści osiąga się jednak przez stosowanie ich w sieciach od 60 kV wzwyż, gdyż przy tych napięciach koszty aparatury są wysokie i rola stacji w układzie sieciowym jest ważna.

Ciągłość dostawy energii elektrycznej jest czynnikiem o dużym znaczeniu gospodarczym. W miarę postępu mechanizacji i elektryfikacji wymagania co do ciągłości dostawy energii elektrycznej stają się coraz ostrzejsze. Wymaganiom tym można uczynić zadość przez budowę urządzeń rezerwowych oraz podnoszenie pewności pracy urządzeń podstawowych.

Postęp techniczny w energetyce zmierza do ograniczania urządzeń rezerwowych przez produkowanie urządzeń wysokiej jakości, przez wprowadzanie postępowych metod eksploatacji, przez rozwój automatyki, tzn. zmierza do uzyskania dużej pewności pracy urządzeń energetycznych przy możliwie niskich nakładach inwestycyjnych. Jednym z przejawów tych tendencji jest wprowadzanie układów bezszynowych w stacjach wysokiego napięcia.

Właściwy schemat stacji powinien zapewniać możliwie bezprzerwowe spełnianie roli wyznaczonej danej stacji przy minimum wkładu urządzeń i materiałów w wyposażenie stacji w poszczególnych etapach jej rozbudowy.

Dużą trudnością przy wyborze schematu jest trafne określenie ostatecznej wielkości stacji, tj. liczby potrzebnych pól, rola bowiem stacji w okresie jej istnienia na ogół zmienia się.

Rozdzielnia nie powinna być przeinwestowana w poszczególnych etapach rozbudowy, ale nie powinna też wymagać

rekonstrukcji przed upływem okresu amortyzacji poszczególnych urządzeń. Projektant rozdzielni nie jest w stanie dokonać sam właściwego doboru schematu i doboru zabezpieczeń. Wytyczne musi otrzymać od projektanta układu energetycznego dla stacji najwyższych napięć albo od projektanta sieci miejskiej lub okręgowej dla stacji średnich napięć. Metoda wyboru schematu i zabezpieczeń przez projektanta danej stacji jest niewłaściwa. Konieczne jest, aby w założeniach generalnych układów sieciowych był wszechstronnie przeanalizowany wybór schematów dla poszczególnych stacji; jest to konieczne przede wszystkim dla sieci 110- i 220-kilowoltowych.

2. Zasady doboru schematu stacji.

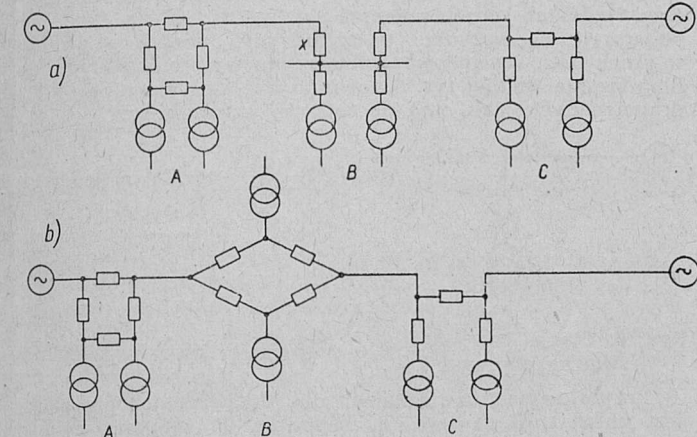
Schemat stacji zależy od roli, którą stacja odgrywa w układzie energetycznym. Z tego punktu widzenia można stacje podzielić na rozdzielcze, transformatorowo-rozdzielcze i transformatorowe. Te ostatnie można podzielić na przelotowe i końcowe. Dla stacji przelotowych trzeba ustalić kolejność ważności tranzytu i transformacji.

Jako kryteria doboru schematu w kolejności ważności wchodzi w grę: 1) dostateczna wybiórczość zabezpieczeń z uwagi na daną stację i sieć z nią związaną; 2) przejrzystość i prostota obsługi z punktu widzenia ograniczenia pomyłek obsługi; 3) łatwość rozbudowy do rozmiarów określonych w projekcie układu energetycznego; 4) zmniejszenie ilości aparatury, jako elementów, które ulegają uszkodzeniom i mogą powodować zakłócenia w pracy; 5) ograniczenie nakładów inwestycyjnych; 6) wpływ schematu danej stacji na pracę stacji sąsiednich.

Punkt 4 nasświetlają dane statystyczne. Z zestawienia zakłóceń w naszym układzie energetycznym z roku 1953 wynika, że udział stacji w ogólnej liczbie zakłóceń wyraża się cyfrą 25%, z czego na wyłączniki przypada 22,5%, a na odłączniki 22%. Te wysokie liczby są wynikiem przede wszystkim mylnych łączeń i złej konserwacji.

Lepsze przeszkolenie personelu może obniżyć liczbę wypadków na skutek błędów łączeniowych, ale nie wpłynie decydująco na zmniejszenie zakłóceń spowodowanych brakiem konserwacji. Poprawę mogą sprowadzić rezerwy w liniach, transformatorach i wyłącznikach, albo zastosowanie układów z mniejszą ilością aparatury.

O tym, jak wielki wpływ na wypadki w sieci mają błędy łączeniowe, świadczą także dane niemieckie, które podają, że 21% zakłóceń w rozdzielniach spowodowało błędne mane-



Rys. 1. Porównanie pewności pracy wycinka sieci przy zastosowaniu różnych układów na stacji B

wrowanie odłącznikami. Od układu elektrycznego stacji należałoby wymagać, aby on zawierał możliwie jak najmniej aparatury i był przejrzysty, tj. wykluczał błędy łączeniowe.

Wpływ schematu danej stacji na pracę stacji sąsiednich najlepiej zilustruje przykład podany na rys. 1. W przypadku remontu wyłącznika x na rys. 1a stacje A, B i C są zasilane tylko jednostronnie. Natomiast wg rys. 1b oddanie do remontu któregośkolwiek wyłącznika na stacji B nie przerywa dwustronnego zasilania stacji A, B i C. Z przykładu tego wynika, że dobierając schemat stacji bez uwzględnienia stacji sąsiednich można popełnić błąd, odbijający się na pewności pracy sieci.

3. Ocena układów szynowych.

Dla lepszej oceny układów bezszynowych trzeba sobie zdać sprawę z wad układów dwu- lub trzyszynowych. Układ dwuszynowy daje możliwość dokonywania przełączeń ruchomych oraz stwarza rezerwy w szynach i odłącznikach szynowych, lecz nie ma rezerw w wyłącznikach, które są elementem spowodującym najwięcej zakłóceń w pracy.

Korzystanie z wyłącznika sprzęgłowego jako z rezerwy dla innych wyłączników jest w zasadzie możliwe, ale powoduje przerwę w pracy danego odcinka, potrzebną do zbrocznikowania uszkodzonego wyłącznika, i komplikuje rozwiązanie zabezpieczeń. Rezerwa ta jest wystarczająca z punktu widzenia remontów programowych. Natomiast w przypadkach nagłych uszkodzeń rezerwa ta nie zapewnia pracy bezprzerwowej.

W układach wieloszynowych jednowyłącznikowych istnieje niebezpieczeństwo spowodowania wypadku przez błędne manewrowanie odłącznikami szynowymi.

Blokowanie odłączników między sobą i wyłącznikiem zabezpiecza do pewnego stopnia przed omyłkami, ale na skutek skomplikowanych obwodów wtórnych blokada ta często zawodzi i jest przez obsługę po prostu wyłączana. Jedynie najprostsza blokada odłącznika z wyłącznikiem jest pewna w pracy.

Najpoważniejszą jednak wadą układów szynowych jest wypadnięcie z ruchu całej rozdzielni w przypadku uszkodzenia na szynach lub uszkodzenia na jednym z odcinków wskutek niezadziałania wyłącznika na tym odcinku.

Z powyższego wynika wniosek, że z punktu widzenia utrzymania ciągłości pracy stacji układ szynowy nie jest rozwiązaniem pewnym. Pewny w pracy jest układ szynowy z dwoma wyłącznikami na każdym odcinku. Jest to jednak układ kosztowny i może wchodzić w rachubę jedynie w stacjach węzłowych najwyższych napięć z dużą liczbą pól (powyżej sześciu). Taki układ zaprojektowano np. dla rozdzielni 400- i 220-kilowoltowych w dużych elektrowniach wodnych w ZSRR, gdzie moc bloku złożonego z dwóch do trzech prądnic i jednego transformatora dochodzi do 360 MVA.

Stosowane jest również bocznikowanie wyłączników odłącznikami. Wymaga to dużej liczby odłączników, komplikuje obwody wtórne zabezpieczeń i konstrukcyjne rozwiązanie stacji. Pomimo tych niedogodności jest to obecnie najwłaściwsze rozwiązanie dla dużych i ważnych rozdzielni od 110 kV wzwyż. Stanowi ono niejako kompromis pomiędzy pewnością ruchu a kosztami nakładowymi.

Oszczędniejszym rozwiązaniem od układu dwuwyłącznikowego jest układ pokazany na rys. 2. Wymaga on mniej wyłączników przy zaletach ruchowych, nie ustępujących układom z dwoma wyłącznikami na odcinku. Trudność w tego rodzaju rozwiązaniu polega na tym, że wyłącznik środkowy musi wyłączać w sposób wybiórczy zwarcia na obu odcinkach.

Pewną modyfikacją układów szynowych są układy z szynami dzielonymi na sekcje przy pomocy wyłączników. Wymagają one dużo wyłączników i odłączników; nadają się głównie w sieciach średnich napięć, gdzie ważne odbiory mają rezerwy w postaci połączeń z różnych stacji lub różnych sekcji danej stacji.

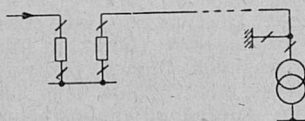
Należy podkreślić, że zagadnienie zmniejszenia zakłóceń w pracy stacji przy jednoczesnym zmniejszeniu ilości aparatury wypłynęło po opanowaniu zaburzeń w liniach przez wprowadzenie ochrony odgromowej, remontów linii pod napięciem i automatyki układowej.

W tych warunkach stacje szynowe stają się w sieci elementami mniej pewnymi niż linie i zaczynają decydować o pewności pracy sieci. Wprowadzenie układów bezszynowych jest właśnie dążeniem do podwyższenia stopnia pewności pracy stacji przy możliwie niskich kosztach nakładowych.

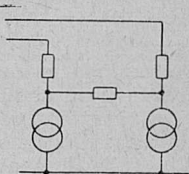
4. Stacje obniżające napięcie.

Stacje końcowe.

Stacja końcowa z jednym transformatorem i jedną linią zasilającą (rys. 3) nie wymaga żadnego wyłącznika po stronie wyższego napięcia. Ochrona transformatora powoduje



Rys. 3. Stacja transformatorowa bez wyłącznika (ze zwieraniem)



Rys. 4. Układ H (mostkowy) z wyłącznikami od strony linii

włączenie uziemiacza, co z kolei powoduje wyłączenie wyłącznika na stacji zasilającej. W sieciach z punktem zerowym uziemionym uziemiacze mogą być jednofazowe, dwufazowe lub trójfazowe. Jednofazowe są najodpowiedniejsze, gdyż nie naruszają stateczności układu. W stacjach z punktem zerowym izolowanym lub uziemionym przez opór można stosować uziemiacze dwu- lub trójfazowe. Lepszym rozwiązaniem niż uziemianie jest przekazywanie impulsów na wyłączenie wyłącznika metodą wielkiej częstotliwości. Zaletą uziemiacza jest zaoszczędzenie wyłącznika i zmniejszenie liczby przepięć łączeniowych dzięki włączaniu linii z obciążeniem indukcyjnym na końcu. Wadą jest mniejsza pewność działania i konieczność zachowania szczególnie ostrych środków bezpieczeństwa przy odcinaniu i załączaniu transformatora. Układ ten nadaje się do stosowania na stacjach ze stałe włączonym transformatorem i jednostronnym zasilaniem zwarcia na linii.

Po rozbudowie stacji do dwóch transformatorów konieczne jest zainstalowanie wyłączników na obu transformatorach. Wyłączniki należy tak umieścić, aby po doprowadzeniu do stacji drugiej linii można było utworzyć układ H z wyłącznikami od strony linii (rys. 4). W założeniu, że stacja jest końcowa, układ H jest bardzo dobrym rozwiązaniem. Możliwość zakłóceń jest mniejsza niż w przypadku układu szynowego ze względu na brak szyn zbiorczych i niezależność pracy transformatorów od stanu wyłączników (każdy transformator jest obsługiwany przez dwa wyłączniki), zabezpieczenia są proste, koszt stacji jest niższy. Dla uproszczenia zabezpieczeń można przyjąć, że wyłącznik w poprzeczce jest normalnie wyłączony. Włącza się go przy pomocy samoczynnego włączania rezerw (SWR) w przypadku wypadnięcia jednego z wyłącz-

ników liniowych. Należy podkreślić bardzo dużą pewność zasilania stacji w tym układzie. Niedogodność układu występuje w stacjach z wyłączanym jednym transformatorem w pewnych godzinach doby. W takich przypadkach trzeba przyjąć układ z mostkiem od strony linii albo — jeżeli stacja zasilana bardzo ważne odbiory — zastosować czworobok.

Z punktu widzenia dalszej rozbudowy trzeba przewidywać przekształcanie układu w wielobok, co nie nastrocza trudności, jeżeli było od razu przewidziane w projekcie.

Ogólnie trzeba stwierdzić, że układ ten jest dla stacji końcowych lepszy od układu szynowego. Stacje końcowe występują głównie przy zasilaniu dużych odbiorów, położonych w niewielkiej odległości od źródła zasilania i dla tych przypadków układ H jest rozwiązaniem najbardziej odpowiednim.

Stacje przelotowe.

Należy tu odróżnić kilka przypadków.

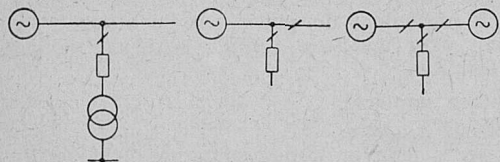
Typ A). Stacja z punktu widzenia zasilania sieci średnich napięć nie jest bardzo ważna, gdyż połączenia na średnim napięciu pozwalają stworzyć rezerwy dla obciążeń I-iej, a w pewnym procencie i II-iej kategorii. Z punktu widzenia tranzytu energii stacja ma ważne znaczenie.

W zasadzie będzie to stacja z jednym transformatorem.

Typ B). Stacja z punktu widzenia zasilania sieci średnich napięć jest bardzo ważna i dlatego musi mieć dwa transformatory, z których każdy może pokryć w sposób ciągły około 70% obciążenia stacji. Z punktu widzenia tranzytu stacja ma drugorzędne znaczenie.

Typ C). Stacja jest bardzo ważna ze względu zarówno na odbiory, jak i na tranzyt.

Stacja typu A. Jeżeli w pobliżu stacji przechodzi linia, to możliwe jest przyłączenie transformatora do linii w formie odczepu (rys. 5). W miejscu odgałęzienia odczepu



Rys. 5. Odczep od linii jednofazowej

od linii można zainstalować z jednej lub obu stron odłączniki zależnie od tego, czy linia jest jedno- lub dwustronnie zasilana.

Warunkiem zastosowania odczepu jest przede wszystkim mała odległość stacji od linii i drugorzędny charakter linii. Przy większych odległościach i ważnych liniach przesyłowych rozwiązanie to jest nieodpowiednie. Wadą jego jest duża ilość wyłączeń transformatora zależna od długości linii i — w przypadku odczepu z odłącznikami na linii — konieczność dwóch rozdzielni: jednej w miejscu ustawienia transformatora, drugiej w miejscu odgałęzienia od linii.

W przypadku linii jednostronnie zasilanej w znaczeniu prądów zwarciovych, najodpowiedniejsze jest zabezpieczenie prądowe, odcinające z SPZ, i zabezpieczenie nadmiarowoprądowe zwłoczne jako rezerwowe. Trudność w uzyskaniu wybiórczości działania zabezpieczenia występuje w przypadkach odczepu, położonego blisko stacji zasilającej. W takich przypadkach — chcąc zachować wybiórczość — należałoby skrócić strefę szybką zabezpieczenia odcinającego. Właściwsze jest jednak, ze względu na rzadsze występowanie zakłóceń w transformatorze niż w linii, zrezygnować z wybiórczości na rzecz wydłużenia strefy szybkiej zabezpieczenia odcinającego.

Jeżeli linia jest dwustronnie zasilana, to zabezpieczenie nastrocza więcej trudności. Stosując ochronę odległościową na obu końcach linii — przy założeniu wybiórczości wyłączeń zwarc w transformatorze na odciepie — otrzymuje się znaczne skrócenie strefy szybkiej. Długość odcinka linii chronionego obustronnie strefą szybką zależy od długości odczepu. Jeżeli odczep znajduje się pod linią, tzn. długość jego wynosi zero, to odcinek linii chroniony obustronnie strefą szybką równa się zero. Rezygnując z wybiórczości wyłączeń zwarc w transformatorze można poprawić warunki zabezpieczenia linii.

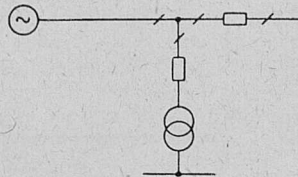
Prawidłowe zabezpieczenie linii uzyskuje się przez zastosowanie ochrony porównawczo-wzdłużnej z łączem wielkiej częstotliwości. Zapewnia ona wybiórcze i szybkie wyłączenie zwarc na całej długości linii.

Odczep będący źródłem — w sensie zasilania zwarcia na linii — nie pozwala na zabezpieczenie linii ochroną odległościową. Występuje wówczas skrócenie strefy szybkiej ochrony odległościowej w warunkach działania maksymalnego

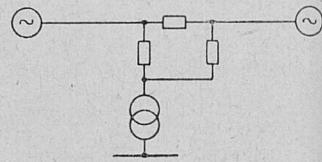
i brak wybiórczości wyłączeń w warunkach działania minimalnego. Zadowalające warunki zabezpieczenia daje ochrona porównawczo-wzdłużna.

Stosowanie odczepów powinno być ograniczone do zasilania terenów wiejskich i takich miast, w których istnieje rezerwowe zasilanie obciążeń I i III kategorii z innych źródeł, np. z innej stacji na średnim napięciu.

Warunki pracy linii z odciepem można poprawić w przypadku przejścia linii przez stację, dodając wyłącznik na linii otwartej, lub przy zasilaniu dwustronnym na linii dłuższej (rys. 6). W ten sposób polepsza się ciągłość pracy stacji, lecz pogarszają się warunki tranzytu, gdyż dochodzą przerwy w pracy linii, spowodowane remontami wyłącznika liniowego. Rozwiązanie według rys. 6 powinno być stosowane na liniach drugorzędnych jako etap początkowy czworoboku.



Rys. 6. Stacja bez wyłącznika na dopływie



Rys. 7. Układ trójkątowy

Prawidłowym rozwiązaniem dla omówionego przypadku jest układ trójkąta (rys. 7). Zapewnia on zarówno ciągłość pracy stacji, jak i tranzytu dzięki temu, że każde odgałęzienie jest zabezpieczone dwoma wyłącznikami. W porównaniu z układem szynowym można je określić jako dwa razy pewniejsze przy tych samych kosztach inwestycyjnych. Rozbudowa do układu H lub czworoboku nie przedstawia żadnych trudności. W przypadku zastosowania układu H po rozbudowie stacji do dwóch transformatorów należy w tego typu stacjach ustawić wyłączniki od strony transformatorów, co poprawia warunki tranzytu i ułatwia włączanie i wyłączanie transformatorów.

Jeżeli obok stacji przechodzi linia dwutorowa, to odczep może być wykonany jak na rys. 8. Zaletą tego rozwiązania jest mały koszt stacji i duża pewność tranzytu. Wadą jest pogorszona wybiórczość zabezpieczeń. Dodatkowe trudności wynikają w przypadku remontu jednego z wyłączników, gdyż ochrona różnicowo-poprzeczna na odciepie musi wówczas być blokowana. Przy tym układzie prawidłową wybiórczość uzyskuje się jedynie przy zabezpieczeniach porównawczo-wzdłużnych. Zabezpieczenia porównawczo-poprzeczne, jak również zabezpieczenia odległościowe, nie zapewniają prawidłowej ochrony linii.

Warunki pracy ochrony linii można poprawić, pracując stale z włączonym tylko jednym wyłącznikiem na odciepie. Praca taka zwiększa jednak straty energii w sieci.

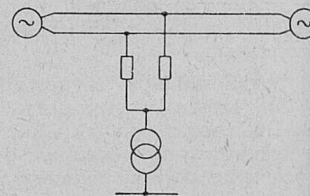
Rozwiązanie według rys. 8 powinno być ograniczone do przypadków stacji dopuszczających wypadnięcie z ruchu transformatora i nie mających widoków rozbudowy, a z punktu widzenia linii do przypadków rozwiązania ochrony przy pomocy zabezpieczeń porównawczo-wzdłużnych.

Stacja typu B. Stacje tego typu wymagają dwóch transformatorów i dwustronnego zasilania. Możliwe jest zasilanie stacji z linii jednofazowej lub dwutorowej.

Przy zasilaniu z linii jednofazowej najodpowiedniejszy jest czworobok (rys. 9). Możliwe są dwa warianty, a mianowicie czworobok symetryczny (rys. 9a) i czworobok niesymetryczny (rys. 9b). Czworobok symetryczny nadaje się dla danego typu stacji lepiej niż niesymetryczny. Chodzi mianowicie o to, że w razie wycofania dowolnego wyłącznika do remontu zakłócenie w pracy jednego z transformatorów nie przerywa zasilania stacji przez drugi transformator, natomiast tranzyt energii ulega w tym przypadku przerwaniu.

W rozwiązaniu według rys. 9b wypadają z ruchu oba transformatory, jeżeli zaburzenie w jednej z linii zbiegnie się z remontem jednego z wyłączników 1. Tranzyt energii jest narażony tylko w przypadku remontu wyłącznika 2.

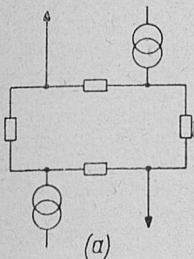
Rozwiązanie według rys. 9b ma szereg zalet. Wymaga o jeden wyłącznik mniej z SPZ, umożliwia łatwe przejście na czworobok z układu H, zastosowanego w pierwszym etapie



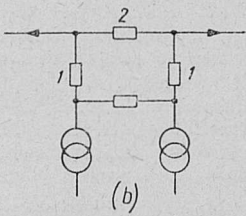
Rys. 8. Odczep dwuwyciecznikowy od linii dwutorowej

budowy stacji, i jest prostsze z punktu widzenia konstrukcyjnego.

Rozbudowę obu schematów (rys. 9a i 9b) do sześciu pól nie nastęrcza trudności. Oba schematy są pod względem kosztów równorzędne z układem jednoszynowym, a tańsze



Rys. 9a. Czworobok symetryczny



Rys. 9b. Czworobok niesymetryczny

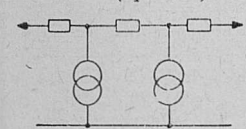
w porównaniu z układem dwuszynowym ze sprzęgłem. Z punktu widzenia pewności ruchu można je określić jako dwa razy pewniejsze od układu szynowego.

Czworobok ma następujące zalety: każde odejście jest obsługiwane przez dwa wyłączniki, zaburzenie na szynach przerywa pracę tylko jednego odejścia, przełączenia odbywają się przy pomocy wyłączników, a nie odłączników, koszty nie są wyższe niż układu z pojedynczymi szynami.

Do wad czworoboku należy zaliczyć: skomplikowane obwody wtórne, co wymaga od obsługi dużej uwagi przy włączaniu wyłączników do pracy po remoncie, konieczność doboru aparatury i połączeń w pierścieniu do prądu płynącego w pętli przy otwartym pierścieniu, co zresztą w naszych warunkach dla stacji obniżających nie jest trudnością, i wreszcie brak możliwości rozbudowy powyżej sześciu pól.

Podsumowując zalety i wady czworoboku trzeba stwierdzić, że jest to układ najwłaściwszy dla ważnych stacji obniżających z niewielkimi widokami rozbudowy.

W omawianym przypadku może być również przyjęty układ H. (rys. 10). Z punktu widzenia pewności zasilania

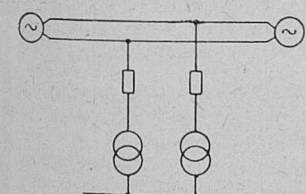


Rys. 10. Układ H (mostkowy)

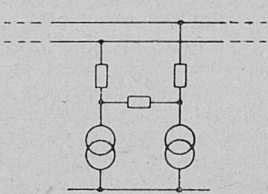
stacji jest on zbliżony do układu z rys. 2, gdyż na każdy transformator przypada niejako 1,5 wyłącznika. Jest on tańszy od układu jednoszynowego i zarazem zapewnia pracę stacji bez zaburzeń w większym stopniu niż układ szynowy. Nadaje się szczególnie do zastosowania w stacjach, w których przewidziane jest rozcięcie pier-

ścienia. Poza tym może być stosowany jako etap przejściowy na wszystkich stacjach typu B, zaprojektowanych w układzie wielobokowym.

W przypadku zasilania stacji typu B z linii dwutorowej mogą być zastosowane układy jak na rys. 11 i 12. Z punktu widzenia zasilania stacji są to układy bardzo pewne. W układzie według rys. 12 wyłącznik mostkowy może być stałe otwarty, dzięki czemu warunki pracy zabezpieczenia ulegają poprawie. Wyłącznik ten włącza się przy pomocy SWR, jeżeli jeden z wyłączników transformatorowych wypadnie.



Rys. 11. Odczep od linii dwutorowej



Rys. 12. Odczep od linii dwutorowej z wyłącznikiem mostkiem

Dalsze polepszenie warunków pracy zabezpieczeń umożliwia praca transformatorów na wydzielone odbiory. Jest to możliwe przy zasilaniu dużych odbiorców lub sieci miejskich.

Trudności w zabezpieczeniu linii są te same, co w linii jednotorowej dwustronnie zasilanej. Jedynie ochrona porównawczo-wzdłużna z łączem w. cz. umożliwia wybiórcze i szybkie wyłączenie zwarć. Jeżeli linia jest krótka (ok. 10 km), to zamiast łącza w. cz. należy wykonać połączenie kabelkowe.

Układ według rys. 11 i 12 jest bardzo prosty w wykonaniu konstrukcyjnym, jest prosty w obsłudze i jest o wiele

tańszy od układu szynowego czy jakiegokolwiek innego. Nadaje się do zasilania dużych miast i dużych odbiorców. Mała powierzchnia terenu potrzebnego dla stacji umożliwia wejście ze stacją w głąb miasta, co pociąga za sobą mniejszy rozchód metali kolorowych na sieć średniego napięcia, mniejsze straty energii dzięki ominięciu pośredniej transformacji i mniejsze koszty inwestycyjne.

Wadą układu jest niemożność rozbudowy stacji i nierównomierne obciążenie obu torów w przypadkach wyłączania jednego transformatora w godzinach małego obciążenia.

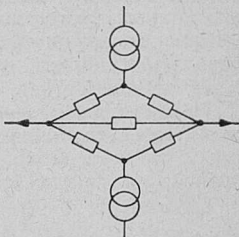
Stacja typu C. Stacja typu C włączona w linię jednotorową może być rozwiązana w układzie czworoboku symetrycznego (rys. 9a). Układ ten ma przewagę nad układem szynowym. Słabą jego stroną jest, jak już zaznaczono wyżej, przerwanie tranzytu, jeżeli zaburzenie w jednym z transformatorów zbiegnie się z remontem jednego z wyłączników. Wady tej nie ma układ według rys. 13. Zapewnia on w wysokim stopniu bezzakłóceniowe zasilanie stacji i tranzyt energii; pod względem kosztów nie jest droższy od układu dwuszynowego z wyłącznikiem sprzęgłowym.

Stacje typu C, jako bardzo ważne, powinny mieć sterowanie zdalne w. cz. z punktu rozrządczego. Z tego względu schemat według rys. 13 ma tę dodatkową zaletę w porównaniu z układem szynowym, że przełączenia ruchowe, wykonywane przez rozrządcę, nie wymagają manewrowania odłącznikami. Dzięki temu obsługa stacji jest pewniejsza, a punkt rozrządczy nie jest przeciążony nawałem połączeń.

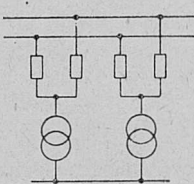
W przypadku zasilania stacji z linii dwutorowej wchodzi w rachubę układy bezzynowe pokazane na rys. 14, 15, 16, 17 i 18.

Układ według rys. 14 wymaga mniej wyłączników niż układ dwuszynowy, jest prosty w obsłudze, uniemożliwia zasilanie stacji od stanu linii i od stanu wyłączników transformatorowych oraz daje dużą pewność tranzytu.

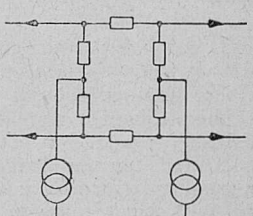
Zabezpieczenie linii może być wykonane prawidłowo tylko przy pomocy ochron porównawczo-wzdłużnych. Zabezpieczenia można znacznie uprościć, zakładając włączenie tylko jednego wyłącznika na transformator. Drugi wyłącznik byłby włączany przy pomocy SWR w przypadku zaniku napięcia na jednej z linii. Trzeba jednak stwierdzić, że pomimo to zabezpieczenie jest bardziej skomplikowane niż w układzie we-



Rys. 13. Czworobok symetryczny z dodatkowym wyłącznikiem



Rys. 14. Odczep dwuwylącznikowy od linii dwutorowej



Rys. 15. Sześciobok

dług rys. 11 czy 12. Wady tego układu zostały już podane przy omawianiu rys. 8. Dla długich linii jest on nieodpowiedni, gdyż nie daje możliwości przełączania linii.

Bardzo udanym schematem jest sześciobok według rys. 15. Daje on dla większości stacji zadowalające warunki zasilania stacji i tranzytu. W porównaniu z układem szynowym ma następujące zalety: 1) remont dowolnego wyłącznika nie przerywa pracy żadnego z odejść; 2) zaburzenie na szynach przerywa pracę tylko jednego odejścia; 3) wszelkie przełączenia odbywają się przy pomocy wyłączników, a nie odłączników, co zmniejsza prawdopodobieństwo zaburzeń z powodu omyłek i ułatwia sterowanie z punktu rozrządczego; 4) oszczędność jednego wyłącznika; 5) blokada odłączników umieszczonych w pierścieniu i wyłączników może być pominięta.

Do wad sześcioboku należy zaliczyć:

1) bardziej skomplikowane obwody wtórne zabezpieczeń; 2) znaczne pogorszenie pewności pracy stacji w przypadku rozbudowy powyżej 6 pól (chodzi tu mianowicie o to, że w przypadku większej liczby pól, a tym samym i wyłączników, istnieje duże prawdopodobieństwo remontowania jednego z wyłączników; w takim przypadku zaburzenie na jed-

nym z odejść może pozbawić zasilania kilka odejść i zerwać współpracę układów; z tego powodu sześcioboki są granicą stosowania wieloboków; wada ta występuje, oczywiście, także w wielobokach z liczbą pól do sześciu, ale prawdopodobieństwo jednoczesności zaburzeń i remontu wyłącznika jest mniejsze);

3) brak możliwości rozbudowy stacji powyżej 6 pól.

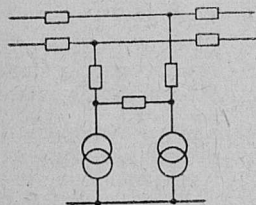
Pod względem konstrukcyjnym rozwiązanie wieloboku jest bardzo proste i przejrzyste. Zużycie materiałów, jak żelazo i cement, oraz zapotrzebowanie miejsca nie jest większe niż w układzie dwuszynowym.

W ogólnej ocenie trzeba stwierdzić, że wielobok jest układem korzystnym. Stosowanie go w sieciach 60- i 110-kilowoltowych powinno być zalecane w tych miejscach, gdzie rozbudowa stacji powyżej 6 pól jest nieprawdopodobna.

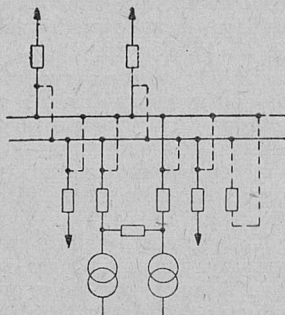
W okęgach z silnie rozbudowaną siecią, zapewniającą rezerwy dla poszczególnych odcinków linii i transformatorów, wieloboków nie można zalecać głównie ze względu na brak możliwości rozbudowy stacji; rozbudowy nie da się przewidzieć, choć jest ona bardzo prawdopodobna.

Układ pokazany na rys. 16 jest odmianą układu dwuszynowego. Występują tu dwa układy szyn, nie połączone ze sobą i stale pozostające pod napięciem. Zalety tego układu w porównaniu z układem dwuszynowym są następujące: ograniczenie skutków zakłócenia na szynach stacji do przerwania tranzytu energii na jednym torze bez naruszenia zasilania stacji, prostsze zabezpieczenie szyn niż w przypadku układu dwuszynowego ze sprzęgłem, wykonywanie przełączeń wyłącznikami, a nie odłącznikami, i bardzo prosta blokada wyłączników z odłącznikami.

Wadą układu jest brak możliwości rozbudowy stacji. Z wadą tą można sobie jednak poradzić w ten spo-



Rys. 16. Układ złożony z dwóch układów jednoszynowych z wyłącznikiem-mostkiem

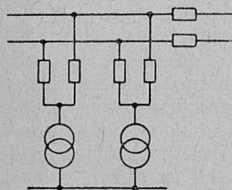


Rys. 16a. Przykład zastosowania schematu według rys. 16 w rozdzielni w dwu układach szyn

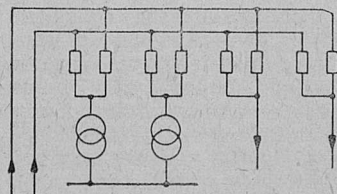
sób, że stację zaprojektuje się jako normalną dwuszynową, a wyposaży się ją według rys. 16a. Jeżeli w przyszłości powstanie konieczność przyłączenia do rozdzielni dalszych odejść, to można będzie wyposażać rozdzielnię do normalnego układu dwuszynowego.

Układ ten należałoby zalecić dla stacji bardzo ważnych z punktu widzenia pewności zasilania, położonych w pobliżu linii dwutorowych i nieprzewidywanych do większej rozbudowy. Z takimi przypadkami spotykamy się przy zasilaniu dużych zakładów przemysłowych.

Układ według rys. 17 jest rozbudowanym układem z rys. 14. Przez dodanie dwóch wyłączników na liniach zwiększyła się pewność zasilania stacji i uprościły się zabezpieczenia. W po-



Rys. 17. Odczep dwuwyciągawkowy od linii dwutorowej z wyłącznikami z jednej strony linii



Rys. 18. Układ jak według rys. 17, lecz z dwoma wyłącznikami na linię

równaniu z sześciobokiem zasilanie stacji w tym układzie jest pewniejsze, natomiast tranzyt energii jest mniej pewny. Szczególnie korzystny jest ten układ w przypadku linii dwutorowej jednostronnie zasilanej, co w naszych warunkach zdarza się jednak rzadko.

Układ z rys. 18 jest rozwinięciem poprzedniego układu. Dzięki dodaniu po jednym wyłączniku na każdej linii istnieje możliwość dokonywania przełączeń linii na stacji. W układzie tym dwie linie tworzą szyny zbiorcze, do których przyłączone są transformatory i linie przez dwa wyłączniki. Pewność pracy stacji jest taka sama, jak w układzie dwuszynowym z dwoma wyłącznikami na każde odejście, choć liczba wyłączników jest mniejsza o cztery. Zaburzenie w pracy lub remont dowolnego elementu (linii, transformatora, szyn, wyłącznika) nie odbija się na pracy pozostałych. Przełączenia w rozdzielni wykonuje się za pomocą wyłączników.

Linie mogą być wyposażone w ochronę odległościową. Trudność w zabezpieczeniu polega na tym, że nie można zaopatrzyć linii, tworzących szyny, w zabezpieczenie wybiercze i z krótkim czasem wyłączania z obu stron. Układ nadaje się do zasilania bardzo ważnych odbiorów z linii dwutorowej.

5. Stacje podwyższające napięcie.

Zastosowanie układów bezszynowych w stacjach podwyższających napięcie ogranicza się do rzadkich przypadków. Mogą tu wchodzić w rachubę układ H i wielobok. W naszych warunkach możliwe i celowe będzie stosowanie obu wymienionych układów w stacjach przy elektrowniach wodnych. Liczba pól najwyższego napięcia w elektrowniach wodnych może być z góry definitywnie określona i rzadko będzie przekraczała sześć. Jeżeli nawet liczba turbozespołów będzie duża (powyżej trzech), to ze względu na małą moc powinny one być łączone po dwa w bloku z transformatorem podwyższającym napięcie do 110 kV. Schemat według rys. 19 może być zalecany dla elektrowni szczytowych z uwagi na to, że tam jest dostateczny czas na konserwację aparatury wysokonapięciowej w godzinach postoju elektrowni.

Schemat rys. 20 nadaje się dla elektrowni z dużym czasem użytkowania, gdyż praktycznie uniezależnia pracę turbozespołów, a tym samym i wykorzystanie energii wodnej od stanu aparatury.

6. Wnioski.

1) Schematy poszczególnych stacji powinny być ustalone w wyniku analizy pracy stacji i sieci z nią związanej, nie można więc ustalać schematu stacji w ramach projektu danej stacji, lecz w ramach projektu sieci.

2) Przy wyborze schematu celowe jest rozpatrzenie kilku wariantów.

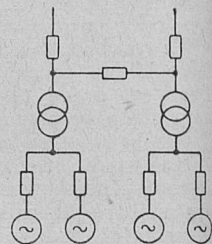
3) Stosowanie odczepów w pewnych warunkach jest celowe, należy jednak zapewnić prawidłowe rozwiązanie zabezpieczeń, a szczególnie z łączem w cz.

4) Układ wieloboku należałoby z zasady ograniczyć do czworoboku, i traktować go jako układ zalecany w okęgach średnio uprzedmiotowionych; przy zasilaniu stacji z linii dwutorowej układu tego raczej nie należy stosować.

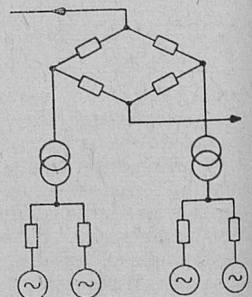
5) Wydaje się rzeczą celową prowadzić ruch w istniejących stacjach, przyłączonych do linii dwutorowych, według schematu z rys. 16a. W stacjach węzłowych słuszne jest prowadzenie ruchu na obu układach szyn, połączonych sprzęgłem. Odejścia należy tak rozłożyć na oba układy szyn, aby prąd przepływający przez sprzęgło był możliwie najmniejszy.

LITERATURA

- Głazunow A. A. Elektryczeskaja czast' stancij i podstancij
Baptidano L. N. i Tarasow W. J. Elektroob-
rudowanie elektryczeskich stancij i podstancij.
Kraczkowski N. N. Niektoryje woprosy schiem kom-
mutacji wysokowoltnych sieiej, Elektryczestwo, 1951, 7
Lebediew M. M. K statje N. N. Kraczkowskowo „Nieko-
toreje woprosy schiem kommutacji wysokowoltnych sieiej”,
Elektryczestwo, 1953, 3
Energo projekt (Warszawa). Zasady stosowania zwieraczy
Fiedosiejew A. M. Rielejnaja zaszczyta elektryczeskich
system
AIEE Committee Report „Substation 1-line diagrams”, Electr.
Engineering, 1953, XL



Rys. 19. Układ H w stacji transformatorowej elektrownianej



Rys. 20. Czworobok w stacji transformatorowej elektrownianej

PRZEGŁĄD DOKUMENTACYJNY ELEKTROTECHNIKI

opracowany przez OŚRODEK DOKUMENTACJI ELEKTROTECHNIKI

Dodatek do miesięcznika PRZEGŁĄD ELEKTROTECHNICZNY

Rocznik 7

Warszawa, styczeń 1955 r.

Nr 1

Gwiazdkami obok porządkowych liczb artykułów, oznaczone są publikacje znajdujące się w bibliotece Instytutu Elektrotechniki

Wiadomości ogólne

614.825:615.84:616-073

D1

1* Hellwig E.: **Człowiek i elektryczność**. „Der Mensch und die Elektrizität”. Elektrotechnik (Berlin), Leipzig, mies., Nr 12, grud. 53, s. 609; A4, 3,5 str., 2 rys., 2 wyk. — Po omówieniu zjawisk wywołujących powstawanie napięć w ciele ludzkim omówiono działanie elektryczności na organizm: szkodliwe (elektropatologia) oraz użyteczne (elektroterapia i elektrodagnostyka). Przedstawiono działanie prądów wielkiej częstotliwości, stosowanych w lecznictwie.

2* 621.3.01

D1

Lawrow W. M.: **Terminologia elektrotechniki teoretycznej**. „Terminologija teoreticzeskoj elektrotechniki”. Elektricestwo, Moskwa, mies., Nr 1, stycz. 53, s. 65; A4, 14 str. — Projekt definicji zasadniczych pojęć elektrotechniki teoretycznej wraz z komentarzem współautora. Zmiany pola elektrycznego ze szczególnym uwzględnieniem próżni. Zagadnienie ładunków elementarnych i przebiegu ładowania. Określenia dotyczące obwodów elektrycznych i przepływu prądu. Szeroki dział dotyczący pola magnetycznego. Zjawiska związane z polem elektromagnetycznym. Wyprowadzenie szeregu określeń z podstawowych praw elektryczności.

3* 621.3.01

D1

Cykaczew A. P.: **Słownictwo elektrotechniki teoretycznej**. „Terminologija teoreticzeskoj elektrotechniki”. Elektricestwo, Moskwa, mies., Nr 11, list. 53, s. 76; A4, 5 str. — Głosy w dyskusji nad projektem układu słownictwa (Cykaczew, Riazanow, Gurewicz, Gienierczow). Uwagi o definicji pojęć zasadniczych (pole, ładunek, indukcja itp.). Zagadnienie pola wirowego i bezwirowego, źródłowego i bezźródłowego. Celowość oparcia się na zależnościach i wyprowadzeniach klasycznej fizyki.

4* 621.3.014.6:620.197.5

D1

Salam-Zadie M. M., Celum N. A.: **Ochrona przed działaniem prądów błądzących**. „Zaszcita ot diestwiia bludajuszczich tokow”. Energet. Biull., Moskwa, mies., Nr 7, lip. 53, s. 14; B5, 4,5 str., 7 rys., 4 poz. bibl. — Powstawanie różnicy potencjałów w ziemi w otoczeniu szyn tramwajowych. Niebezpieczeństwo prądów błądzących dla rurociągów naftowych. Wyniki pomiarów prądów błądzących oraz spadków napięć wzdłuż rurociągów. Ochrona rurociągu przez łączenie go z szynami uziemionymi linii tramwajowych i utrzymywanie potencjału na tym samym poziomie.

5* 621.3.014.6:620.137.5(083.1)

D1

Cekun N. A.: **O rewizji przepisów ochrony przed korozją podziemnych budowli metalowych**. „K pieriesmotru prawil zaszcity podziemnyh mietalliczeskich sooruzenij ot korroziji”. Elektricestwo. Moskwa, mies., Nr 8, sier. 53, s. 70; A4, 3 str., 1 rys., 8 poz. bibl. — Celowość unowocześnienia przepisów w dziedzinie ochrony przed działaniem prądów błądzących. Przyczyny powstawania prądów błądzących i kierunki ich ograniczania. Ochrona mas metalowych od działania prądów błądzących drogą ograniczenia zbliżeń do źródeł prądu, ekranowania obiektu bądź odprowadzania prądów błądzących w kierunku bezpiecznym. Opracowanie w formie konkretnych zaleceń zmian poszczególnych punktów przepisów.

6* 621.3.017.72

D1

Raesfeld A.: **Określanie kształtów zewnętrznych korzystnych dla odprowadzania ciepła strat elektrycznych**. „Die Bestimmung günstiger Oberflächenformen zur Abführung elektrischer Verlustwärme”. Siemens Z., Erlangen, 8 razy do roku, Nr 7, list. 53, s. 375; A4, 4 str., 3 rys., 3 wyk., 8 poz. bibl. — Charakterystyka przebiegu oddawania ciepła do otoczenia, wytworzonego w urządzeniu wskutek strat elektrycznych. Analiza różnych sposobów ukształtowania powierzchni dla uzyskania intensywnego oddawania ciepła. Oddawanie ciepła przy laminarnym i turbolentnym przepływie powietrza chłodzącego.

7* 621.3.048.1.001.42

D1

Syromiatnikow I. A.: **Badanie maszyn elektrycznych podwyższonym napięciem**. „Ob ispytanii elektriczeskich maszin po-

wyszennym napriazhenjem”. Elektr. Stancji, Moskwa, mies., Nr 7, lip. 52, s. 37; A4, 2 str. — Badanie izolacji uzwojeń prądnicy w stanie zawilgocenia. Dwa przykłady doświadczeń z eksploatacji prądnicy 21350 kW, 6,3 kV i prądnicy 28000 kW, 6,3 kV. Wyniki czterech różnych pomiarów dowodzące niesłuszności poglądów, że badanie podwyższonym zmiennym napięciem może być szkodliwe dla izolacji maszyn.

8* 621.311.177

D1

Dwoskin Ł. I.: **Nowy układ i konstrukcja rozdzielni w elektrowniach**. „Nowaja schiema i konstrukcja raspriedustrojstwa elektrostanciji”. Elektricestwo, Moskwa, mies., Nr 11, list. 53, s. 16; A4, 9 str., 10 rys., 2 tabl., 5 poz. bibl. — Dotyczy rozdzielni na napięcie generatorowe elektrowni. Przypadki elektrowni oddającej większość mocy bez transformowania. Oszczędne rozmieszczenie rozdzielni w budynku, wyjścia kablowe. Sposoby połączeń generatorów z uwagi na pewność ruchu i warunki zwarcia, różne układy szyn. Zestawienie kosztów budowy rozdzielni.

9* 621.311.16:621.331

D1

Agapow W. M.: **Doświadczenia stosowania metody samosynchronizacji w kolejowych elektrowniach**. „Opyt primienienija metoda samosinchronizacji na železnodorożnyh elektrostancijach”. Raboczij Energ., Moskwa, mies., Nr 4, kw. 52, s. 7; B5, 2 str., 2 rys., 1 tabl. — Zagadnienie samosynchronizacji w elektrowniach kolejowych małej i średniej mocy. Konieczność szybkiego, bezbłędного załączania generatorów. Wyniki badań nad samosynchronizacją z roku 1951. Badania wykonane na 4 generatorach o łącznej mocy 960 kVA. Samosynchronizację uzyskiwano przez bocznikowanie wirnika generatora oporem gaszącym pole w chwili załączania na szyny zbiorcze.

10* 621.311.22

D1

Mokesch R.: **Urządzenia elektryczne elektrowni 100 MW w Simmering**. „Die elektrischen Einrichtungen der 100 MW — Anlage im Kraftwerk Simmering”. E und M., Wien, 2 tyg., Nr 15/16, sier. 53, s. 333; A4, 10 str., 9 fot., 8 rys. — Zarys historii rozbudowy elektrowni w Simmering. Wyposażenie nowoinstalowanej części elektrowni na 100 MW: urządzenia do transportu węgla, kotły, turbiny. Część elektryczna wyposażenia: turbogeneratory i transformatory (pracujące w układzie blokowym). Rozdzielnia główna. Potrzeby własne. Urządzenia zabezpieczające. Regulatory napięcia generatorów. Sterowanie.

11* 621.311.22:621.18:621-52

D1

Wasiljew N. S.: **Zespołowa automatyzacja oddziału kotłowego w elektrowni**. „Kompleksnaja awtomatizacija kotielnowo ceha elektrostanciji”. Raboczij Energ., Moskwa, mies., Nr 6, czerw. 52, s. 1; B5, 4 str., 2 rys., 1 tabl. — Konieczność przejścia na całkowitą automatyzację kierowania, regulacji i kontroli procesów kotłowych. Opis rozwiązań automatyzacji w jednej z dużych elektrowni radzieckich. Opisy urządzeń automatyzujących, przygotowanie paliwa, zapewniających stałe parametry wytwarzanej pary i najważniejszego prowadzenia procesu spalania. W tablicy zestawiono ilość personelu obsługującego kocioł przed wprowadzeniem automatyzacji i po wprowadzeniu automatyzacji.

12* 621.311.28

D1

Rotte A. E.: **Przewoźna elektrownia DG 50-4 48 kW**. „Pieriedwiżnaja stancija DG 50-4 48 kw”. Energt. Biull., Moskwa, mies., Nr 8, sier. 53, s. 7; B5, 4,5 str., 3 rys., 2 tabl. — Dane techniczne (termodynamiczne i elektryczne) agregatu. Wyimany i ciężar, sposób oszczędnego rozmieszczenia. Opis silnika spalinowego i generatora na prąd zmienny trójfazowy, napięcie 400 V, charakterystyki obciążenia. Praca agregatu przy różnych obciążeniach, zagadnienia wahań częstotliwości (obrotów wirnika).

Przemysł elektrotechniczny

13* 546.621:621.312

D1

Leedy R. M., Rosecrans S. A.: **Aluminium w przemyśle elektrotechnicznym**. „Aluminium in the electrical industry”. We-

stinghouse Engng., Pittsburgh, 2-mies., t. 13, Nr 3, maj 53, s. 98; A4, 5 str., 5 fot., 1 rys., 2 wyk., 2 tabl. — Omówienie przydatności aluminium w przemyśle elektrotechnicznym na podstawie jego własności fizycznych i chemicznych. Porównanie podstawowych własności aluminium i miedzi. Aspekty mechaniczne zastosowania aluminium. Typowe zastosowania: szyny zbiorcze, uzwojenia maszyn wirujących, transformatorów, trzonki żarówek i inne.

Maszyny elektryczne

14* 621.313.002:621.365.5 D1

Morozow G. M.: **Doświadczenia z suszenia silników elektrycznych metodą strat w stali**. „Opyt suszki elektrodwigatielej metodom potier w stali”. Raboczij Energ., Moskwa, mies., Nr 11, list. 52, s. 25; A4, 1 str., 1 rys., 1 tabl. — Zalety suszenia maszyn elektrycznych metodą indukcyjną. Doświadczenia jednej z elektrowni radzieckich suszenia silników metodą indukcyjną. Układ połączeń zastosowany przy suszeniu. Tablice, podające czas suszenia, liczbą zwojów nawiniętych na każdą każdego z suszonych silników, temperatury. Zestawiono wartości oporności izolacji silników przed i po suszeniu.

621.313.048.1

D1

Nowe zastosowania izolacji „Thermalastic”. „New applications for „Thermalastic” insulation”. Westinghouse Engng., Pittsburgh, 2-mies., t. 13, Nr 5, wrzes. 53, s. 167; A4, 2,5 str., 3 fot., 2 wyk., 1 tabl. — Charakterystyka nowego typu izolacji zwanej „thermalastic”, złożonej głównie z miki nasyczonej lakierem, odpornej na wysoką temperaturę. Własności tej izolacji w zastosowaniu do prądnic turbinowych wodnych, kompensatorów synchronicznych i silników indukcyjnych dużej mocy. Wyniki badań odporności izolacji na wilgoć.

621.313.32.048:621.317.333

D1

Johnson J. S.: **Badanie izolacji generatorów**. „Generator insulation inspection”. Westinghouse Engng., Pittsburgh, 2-mies., t. 13, Nr 4, lip. 53, s. 126; A4, 2 str., 4 fot. — Spostrzeżenia i uwagi praktyczne przy badaniu stanu izolacji generatorów. Badania wyładowań żłobkowych metodą elektrostatyczną („porównywania fal”). Nowa metoda przewidywania wartości napięcia, przy którym następuje przebicie izolacji.

621.313.32:621.318.2:621.316.718:621.248

D1

Gozzoli P.: **Przyczynę do obliczania prądnic z magnesami trwałymi**. „Contributo al calcolo degli alternatori a magneti permanenti”. Elettrotecnica, Milano, mies., Nr 10, paźdz. 53, s. 537; A4, 16 str., 6 fot., 4 rys., 9 wyk., 1 tabl., 11 poz. bibl. — Charakterystyka niektórych materiałów, stosowanych do magnesów trwałych oraz ich podstawowe właściwości. Pętla histerezy i krzywa demagnetyzacji. Kryteria doboru właściwego materiału. Ogólne warunki konstrukcyjne prądnic z magnesami trwałymi. Stabilizacja magnesów. Metody obliczania obwodu magnetycznego prądnicy. Własności maszyny w stanie zwarcia. Sposoby ograniczenia zmienności napięcia. Przykład rozwiązania konstrukcji prądnicy do sterowania regulatora obrotów turbiny wodnej.

621.313.32.014.32

D1

Zingales G.: **Działanie mechaniczne prądów zwarciovych w maszynach synchronicznych**. „Azioni meccaniche delle correnti di cortocircuito nelle macchine sincrone”. Elettrotecnica, Milano, mies., Nr 11, list. 53, s. 589; A4, 14 str., 2 fot., 6 rys., 16 wyk., 6 poz. bibl. — Podstawy obliczania sił elektrodynamicznych, powstających przy zwarciu maszyny synchronicznej. Siły mechaniczne wewnątrz żłobków. Naprężenia jednostkowe i parametry konstrukcyjne poszczególnych części maszyny. Przejściowe momenty obrotowe. Siły, oddziaływające na połączenia czołowe. Wpływ osłon ferromagnetycznych, w szczególności kap wirnika. Badania doświadczalne.

Transformatory

19* 621.314.21:621.315.615:614.83

D1

Gordiejew D. K.: **Cechy eksploatacji piranolowych transformatorów przeciwwybuchowych**. „Osobiennosti ekspluatacji wzrywobiezopasnych piranolowych silowych transformatorow”. Energet. Biull., Moskwa, mies., Nr 7, lip. 53, s. 18; B5, 7 str., 1 rys., 3 tabl. — Stosowanie transformatorów przeciwwybuchowych w przemyśle naftowym. Zastąpienie oleju niepalną cieczą syntetyczną, np. piranolem. Własności chemiczne i fizyczne piranolu w porównaniu z olejem transformatorowym i innymi cieczami izolacyjnymi. Celowość stosowania transformatorów hermetycznych. Zakres zadań profilaktycznych.

621.314.21:621.317.333.8

D1

Frid J. S.: **Metodyka prób udarowych transformatorów**. „Mietodika impulsnyh ispytanyj transformatorow”. Elektrizestwo, Moskwa, mies., Nr 3, marz. 53, s. 22; A4, 5 str., 8 rys., 9 poz. bibl. — Próby udarowe transformatorów wg projektu normy

GOST (próby udarem pełnym i uciętym). Zagadnienie wykrywania uszkodzeń izolacji podczas prób udarowych. Schematy połączeń oscylografu, wyznaczanie uszkodzeń i oscylogramów (tzw. defektogramów). Przykłady oscylogramów, porównanie przebiegu bez przebicia i z przebicciem dla transformatorów 110 kV, 35 kV i 10 kV przy próbie udarem uciętym. Metoda uzyskiwania udarów uciętych o określonym czasie do ucięcia. Badania udarowe transformatorów wzbudzonych napięciem częstotliwości technicznej.

Prostowniki

21* 621.314.67:621.3.064.31

D1

Granowski W. Ł., Łukackaja I. A.: **Natura prądu zwrotnego w prostowniku jonowym o dużym napięciu zwrotnym**. „Priroda obratnogo toka w ionnom wientile pri vysokom obratnom napriazhenii”. Elektrizestwo, Moskwa, mies., Nr 8, sier. 53, s. 49; A4, 5 str., 8 rys., 8 poz. bibl. — Powstawanie prądu zwrotnego w prostowniku drogą dejonizacji dyfuzji jonów (w prostownikach wieloanodowych) i nowej jonizacji. Całkowanie prądu w ciągu półokresu nieprzewodzenia. Badania doświadczalne prądu zwrotnego w prostownikach wypełnionych: parami rtęci, neonem, wodorem. Wyniki pozwalające na określenie warunków powstawania jonizacji gazu w półokresie nieprzewodzenia oraz przebiegu rekombinacji. Zależność od napięcia.

Kable

22* 621.315.2:621.317.333.4

D1

Czornyj I. A.: **Określenie uszkodzenia w kablowej sieci mostkiem kablowym wysokiego napięcia**. „Opriedielenje powriezdienij w kablinoj sieti kablennym mostkom na vysokom napriezeniji”. Raboczij Energ., Moskwa, mies., Nr 1/1, list. 52, s. 23; A4, 2 str., 2 rys. — Zalety stosowania mostka wysokiego napięcia w porównaniu z mostkiem na napięciu niskim. Uniknięcie aparatury do przepalania kabli i duża dokładność wskazań. Kolejność prac przy odszukiwaniu miejsca uszkodzenia kabla. Opis aparatury.

Oleje transformatorowe

23* 621.315.615.2.004.6

D1

Iwanow W. S.: **Regeneracja energetycznych olejów w pracujących urządzeniach**. „Riegienieracija eniergietyczeskich masiel na rabotajuszczem oborudowaniji”. Raboczij Energ., Moskwa, mies., Nr 7, lip. 52, s. 17; B5, 2,5 str., 2 rys., 2 tabl. — Zalety profilaktycznego ciągłego oczyszczania oleju w stosunku do czyszczenia okresowego. Opis aparatury do profilaktycznego czyszczenia oleju. Dobór wielkości urządzeń czyszczących. Wymiary termosyfonów dla transformatorów wewnętrznych i napowietrznych. Wyniki oczyszczania profilaktycznego w Iwanowskim energosystemie.

Izolatory

24* 621.315.62.027.3.004

D1

Zimmermann W.: **Statystyka uszkodzeń wysokonapięciowych izolatorów linii napowietrznych w r. 1951**. „Schadensstatistik 1951 der Hochspannungs-Freileitungsisolatoren”. Elektrizitäts-wirt., Frankfurt a/Main, 2-tyg., Nr 23, grud. 53, s. 694; A4, 2 str., 1 rys., 4 tabl., 1 poz. bibl. — Objęcie statystyką znacznej części linii z izolatorami wiszącymi kołpakowymi, długopniowymi i pełnordzeniowymi oraz z izolatorami stojącymi. Porównanie awaryjności poszczególnych izolatorów w zależności od napięcia sieci na terenie Niemiec Zachodnich. Porównanie z analogiczną statystyką austriacką z r. 1951 dla izolatorów wiszących. Przyczyny uszkodzeń, głównie burze przy niższych, a mgła i zabrudzenia przy wyższych napięciach.

Stupy

25* 621.315.668.3

D1

Bodrow G. D.: **O konstrukcji szczeდეł żelazobetonowych dla drewnianych słupów linii elektroenergetycznych**. „O konstrukcji zhelezobetonnyh pasynkow dla dierewiannyh opor linij elektropieriedacz”. Energet. Biull., Moskwa, mies., Nr 7, lip. 53, s. 25; B5, 3 str., 1 rys., 2 poz. bibl. — Szybkie gnicie drewna w ziemi zmniejsza czas eksploatacji słupów drewnianych. Zastosowanie betonu na szczeდეł zwiększa ten czas kilkakrotnie. Przykład konstrukcji szczeდეł dla typowych linii. Uwagi o zastyganiu betonu przy budowie szczeდეł. Wnioski ekonomiczne z zastosowania szczeდეł betonowych.

Sieci i podstacje

26* 621.316.004.5 (083.1)

D1

Przepisy eksploatacji urządzeń elektrycznych wysokiego, średniego i niskiego napięcia. „Betriebsvorschriften für elektrische Anlagen für Hoch-Mittel- und Niederspannung”. E und M., Wien, 2-tyg., Nr 15/16, sier. 52, wkładka; A4, 7 str., 7 rys. — Projekt przepisów austriackich. Zapobieganie awa-

riom i ich zwalczanie. Wskazówki dla obsługi urządzeń. Zalecenia przeprowadzania remontów, praca bezpieczna (bez napięcia), obostrzenia przy pracy pod napięciem. Oznaczenia tabliczek ochronnych.

27* 621.316.7 D1
Ogorodnow S. I.: **Kilka wniosków z doświadczeń eksploatacji magistrali niskiego napięcia**. „Niekotoryje wywody iz opyta eksploatacji magistralnoj sieti nizzkawo napriazhenja”. Elektricestwo, Moskwa, mies., Nr 11, list. 53, s. 67; A4, 3 str., 7 rys. — Przykłady sieci niskiego napięcia w zakładzie przemysłowym. Szyny napowietrzne do zasilania zakładu bądź oddziału (przykład dla fabryki samochodów). Sposób prowadzenia chroniący przed porażeniem. Zagadnienie strat energii. Prawidłowe rozmieszczenie odbiorów względem szyn.

28* 621.316.17:621.316.57:621.316.923.2 D1
Liwszic D. S.: **Zabezpieczenie sieci fabrycznych przy pomocy wyłączników automatycznych i bezpieczników topikowych**. „Zaszczita cehowych sietieji awtomatami i priedochranitielami”. Elektricestwo, Moskwa, mies., Nr 11, list. 53, s. 32; A4, 8 str., 8 rys., 2 tabl., 2 poz. bibl. — Dane i konstrukcja stosowanych w instalacjach przemysłowych wyłączników automatycznych. Zagadnienie selekcji zabezpieczeń (wyłącznik-bezpiecznik). Porównanie charakterystyk prądowo-czasowych bezpieczników i wyzwalaczy wyłączników. Wyniki badań działania zabezpieczeń (oscyllogramy). Uwagi o różnych typach wyłączników i bezpieczników.

Łączniki

29* 621.316.5(083.1) D1
Łączniki. Przepisy ogólne. „Schaltgeräte. Allgemeine Vorschrift”. E und M., Wien, 2-tyg., Nr 24, grud. 52, wkładka; A4, 17 str., 4 rys., 5 tabl. — Projekt przepisów austriackich. Podział i charakterystyka wyłączników w zależności od metody gaszenia łuku. Typy łączników (określenia odgromnika, wyłącznika, odłącznika mocy, bezpiecznika). Wartości znamionowe łączników. Wymiarowanie łączników, wymagania elektryczne i mechaniczne. Próby elektryczne, cieplne. Próby wyłączania mocy.

30* 621.316.57.064.25.004.6 D1
Moskin W. S.: **Szybkościowy remont wyłączników 110 kV**. „Skorostnyj remont wykluczatieliej 110 kV”. Raboczij Energ., Moskwa, mies., Nr 11, list. 52, s. 2; B5, 3 str., 2 tabl. — Szybkościowy remont wyłączników olejowych 110 kV przyspiesza czas remontu o 75%. Podano specjalny graficzny podział godzin na poszczególne czynności przy szybkościowym remoncie. Opis przygotowań do remontu. Wyniki stosowania szybkościowych remontów.

31* 621.316.545:621.332 D1
Heide E.: **Nowy odłącznik mocy dla sieci jezdnych**. „Ein neuer Leistungstrennungsschalter im Fahrleistungsbau”. Verkehr u. Techn., Berlin, mies., Nr 6, czerw. 53, s. 180; A4, 2 str., 3 fot., 1 rys. — Wymagania stawiane trakcyjnym odłącznikom mocy. Poprzednio stosowano odłączniki w obudowie zamkniętej. Szczegóły konstrukcyjne, gaszenie łuku. Oscylogram odłączania prądu 100 A. Dokładny opis i fotografia urządzenia.

Regulacja

32* 621.316.7:621.313.2:621.34 D1
Fisher M. H.: **Przemysłowe układy regulacyjne**. „Industrial regulating systems”. Westinghouse Engng., Pittsburgh, dwumies., t. 13, Nr 5, wrzes. 53, s. 162; A4, 5,5 str., 2 fot., 7 rys., 2 wykr., 1 tabl., 5 poz. bibl. — Klasyfikacja urządzeń do regulacji prędkości napędów przemysłowych w zależności od stawianych wymagań i rodzaju urządzenia. Różne odmiany układu Leonarda i ich charakterystyka. Układy elektronowe z prądnicą tachometryczną. Układy regulacyjne do utrzymywania stałej wartości mocy pobranej przez silnik napędowy.

33* 621.316.722:621.314.3 D1
Manera G. C., Zaccagnini F.: **Zastosowanie wzmacniaczy magnetycznych w układach statycznej regulacji samoczynnej napięcia**. „Applicazione degli amplificatori magnetici nei dispositivi statici di regolazione automatica della tensione”. Elettrotecnica, Milano, mies., Nr 10, paźdz. 53, s. 553; A4, 8 str., 12 rys., 8 wykr., 6 poz. bibl. — Uwagi o nowoczesnych sposobach zasilania prądem urządzeń telefonicznych. Przegląd metod regulacji napięcia, ze szczególnym rozważeniem zastosowania do tego celu wzmacniaczy magnetycznych w układach regulacji statycznej.

34* 621.316.727:621.316.333.2 D1
Mieżłumow A. A.: **Zagadnienia zwiększenia cos φ i sprawności silników indukcyjnych napędu pomp głębinowych**. „K woprosu powyszenija kosinusa fi i k. p. d. asinchronnych dwi-

gatielej priwoda głubinnych nasosow”. Energet. Biull., Moskwa, mies., Nr 6, czerw. 53, s. 18; B5, 2 str., 1 rys., 1 tabl. — Zależność współczynnika mocy i sprawności od wykorzystania mocy znamionowej silników zwartych. Porównanie sprawności i współczynnika mocy w przypadku gwiazdowego i trójkąowego połączenia silnika. Celowość stosowania przełącznika trójkąt-gwiazda w silnikach 380 V.

35* 621.316.74 D1
Karg E.: **Sposoby regulacji i dokładność regulacji regulatorów z pałąkiem opadowym**. „Regelungsarten und Regelgenauigkeiten bei Fallbügelreglern”. Elektrowärmetechn., Hannover, dwumies., Nr 6, grud. 52, s. 129; A4, 3 str., 1 fot. 10 rys. — Budowa, sposób działania regulatorów temperatury. Dokładność. Schematy i diagramy dla kilku układów połączeń.

Urządzenia zabezpieczające i ochronne

36* 621.316.925:621.314.22.08 D1
Drozdow A. G., Michajłow W. W.: **Zastosowanie do ochrony różnicowej transformatorów w stanie nasycenia z wzbudzeniem magnetycznym**. „Primienienie w diffierencjalnoj zaszczitie nasyszczajuszczichsia transformatorow s podmagnicziwaniem”. Elektricestwo, Moskwa, mies., Nr 11, list. 53, s. 40; A4, 5 str., 7 rys. — Opis, konstrukcja, zasada działania transformatora. Obliczenia obwodu magnetycznego i elektrycznego. Charakterystyki przekaznika różnicowego będące wynikiem działania transformatora z wzbudzeniem. Układ połączeń i zastosowanie praktyczne takiej ochrony. Wynik badań eksploatacyjnych (oscyllogramy).

37* 621.316.995:621.3.015.33 D1
Rollet E.: **Rozpatrywanie zagadnienia uziomów taśmowych przy obciążeniu udarowym**. „Einige Betrachtungen zum Problem des Banderders bei Stossbelastung”. E und M., Wien, 2-tyg., Nr 20, paźdz. 53, s. 461; A4, 4 str., 5 rys., 1 tabl., 5 poz. bibl. — Wpływ długości uziomu i oporności właściwej gruntu na „stałą czasu” uziomu. Zakres „stałej czasu” krótszej od czoła udaru. Falowość uziomu. Obliczenia dla różnych kształtów fal udarowych. Wyniki obliczeń oporności udarowej uziomu w zależności od długości taśmy, wzrastanie współczynnika udaru. Rozwiązanie obliczeniowo-pomiarowe uziomu.

Miernictwo elektryczne

38* 621.317.2-182.3:621.317.333 D1
Spirin A. A.: **Przewoźne wysokonapięciowe laboratorium profilaktyki izolacji urządzeń elektrycznych w przemyśle naftowym**. „Pieriedwiżnaja wysokowoltijnaja laboratorija dla profilaktiki izolacji elektroustanowok na neftijnych promyslach”. Energet. Biull., Moskwa, mies., Nr 7, lip. 53, s. 5; B5, 6 str., 2 rys. — Celowość profilaktyki izolacji urządzeń elektrycznych w terenie. Konieczne wyposażenie laboratorium przewoźnego, umieszczenie urządzeń na samochodzie. Przy zastosowanie laboratorium do następujących badań: próby napięciem zmiennym urządzeń 35 kV i niższych napięć, próby napięciem stałym kabli, badanie stratności, lokalizacja uszkodzeń kabli itp.

39* 621.316.993:621.317.33 D1
Marenesi R., Paolucci A.: **Definicja i pomiar oporności ziemi**. „Definizione e misura della resistenza di terra”. Elettrotecnica, Milano, mies., Nr 12, grud. 53, s. 642; A4, 8,5 str., 5 rys., 14 wykr. — Ogólne wiadomości o uziemieniach i ich oporności. Rozdział napięcia w okolicy uziemionej elektrody przy różnych jej kształtach. Definicja oporności ziemi i jej pomiar metodą woltoamperomierzową. Błędy pomiaru i sposoby ich eliminacji.

40* 621.317.33:621.316.993 D1
Fritsch V.: **O pomiarach oporności uziemień odgromowych przy pomocy wielkiej częstotliwości**. „Über HF-Messungen an Blitzschutzrtern”. E und M., Wien, 2-tyg., Nr 18, wrzes. 52, s. 422; A4, 4,5 str., 4 rys. — Schemat zastępczy uziomu (linia łańcuchowa złożona z członków typu π). Wpływ pojemności i indukcyjności na zmiany oporności uziomu. Kształt udaru prądowego, parametry dla fali 0,5/50. Obliczanie oporności uziomu nieliniowego. Metody pomiaru oporności, stosowanie wielkiej częstotliwości. Uwagi o wynikach pomiaru przy różnych typach uziomów.

41* 621.317.331:621.316.9 D1
Minin G. P.: **Sprawdzanie sieci uziemień w przedsiębiorstwach**. „Prowierka zaziemlajuszcziej sieti w priedpriatjach”. Raboczij Energ., Moskwa, mies., Nr 7, lip. 52, s. 35; B5, 2 str., 2 rys. — Niebezpieczeństwo porażenia przy jednofazowym zwarciu z ziemią, przy dużym oporze uziemienia. Zastosowanie induktora typu MSO7 do pomiaru oporu uziemienia. Układ

połączeń. Pomiar oporności linii uziemiającej podwójnym mostkiem. Układ połączeń. Niemożliwość stosowania mostka do pomiaru samych uziemiaczy ze względu na wpływy występującej elektrolizy.

42* 621.317.333 D1

Dombrowski K. F.: **Aparat wysokonapięciowy do badania izolacji elektrycznej prądem stałym**. „Wysokowoltowyj apparat dla ispytania elektroizolacji wypramiennym tokom”. Energet. Biull., Moskwa, mies., Nr 12, grud. 53, s. 27; B5, 3,5 str., 2 rys. — Badania izolacji prądem stałym (tzw. kenotronowanie), zakres, zastosowanie, celowość badań profilaktycznych. Opis schematu i sposobu działania aparatury (zasilanie prądem zmiennym 220 V, napięcie stałe na zaciskach wyjściowych do 5 kV). Małe rozmiary i wygodna eksploatacja aparatury.

43* 621.317.333.4:621.315.2 D1

Bogomazow S. F.: **Określenie miejsca uszkodzenia kabla**. „Opriedielenje miesta powrieżdżenia kabla”. Raboczij Energ., Moskwa, mies., Nr 7, lip. 52, s. 37; B5, 2 str., 6 rys., 1 tabl. — Odszukanie miejsca uszkodzenia kabla metodą pętli. Przypadek uziemienia jednej z żył. Zasada pomiaru. Poprawienie układu w celu zmniejszenia błędów wskazań. Wykorzystanie 3-iej żyły, aby uniknąć wpływu złączki żył. Schemat mostka wysokiego napięcia do określania miejsca uszkodzenia.

44* 621.317.333:621.315.2 D1

Sniegiriew M. M., Barsukow K. M.: **Doświadczenia określania miejsca uszkodzenia w podziemnych kablach**. „Opyt opriedielenja miesta powrieżdżenia w podziemnych kablach”. Raboczij Energ., Moskwa, mies., Nr 7, lip. 52, s. 30; B5, 3 str., 5 rys. — Odkrywanie miejsc uszkodzeń kabli metodą indukcyjną. Wyniki uzyskiwane tą metodą w kombinacie Kamskim w latach '51—'52. Opisy i schemat użytej aparatury. Sposób eksploatacji przy znajdowaniu uszkodzeń lub odszukiwaniu trasy kabla.

45* 621.317.333.82 D1

Knödel W.: **Próby udarowe i prawdopodobieństwo**. „Stossprüfung und Wahrscheinlichkeit”. E. und M., Wien, dwutyg., Nr 15/16, sierp. 52, s. 355; A4, 4 str., 8 rys. — 50%owe udarowe napięcie przeskoku jako kryterium do oceny izolacji. Krzywa prawdopodobieństwa. Ryzyko kupującego i sprzedającego w razie oparcia się na 50%owym napięciu (prawdopodobieństwo przeskoku przy napięciu niższym, a braku przeskoku przy wyższym). Nowa metoda oceny na podstawie znacznej przewagi kolejnych udarów wytrzymywanych tzw. metodą następstwa, porównanie z metodą klasyczną.

46* 620.175.21:531.768:621.317.39 D1

Modoni N.: **Szczególny rodzaj elektromechanicznego torsjometru-miernika przyspieszenia**. „Un particolare tipo di torsioaccelerometro elettromecanico”. Elettrotecnica, Milano, mies., t. 40, Nr 12, grud. 53, s. 651; A4, 9 str., 1 fot., 4 rys., 11 wykr. — Opis konstrukcji przyrządu. Zasada jego działania i analiza warunków pracy. Podstawy elektromechaniczne torsjometru. Opis możliwości praktycznego wykorzystania do różnych pomiarów, np. przyspieszenia katowego wałów, momentu rozruchowego silników itp. Wyniki badań doświadczalnych.

47* 621.355:621.317.73:621.389 D1

Savastano G.: **Aparatura elektronowa do pomiaru oporności wewnętrznej akumulatorów**. „Apparecchiatura elettrotecnica per la misura della resistenza interna degli accumulatori”. Elettrotecnica, Milano, mies., Nr 12, grud. 53, s. 680; A4, 6 str., 4 rys., 4 wykr., 25 poz. bibl. — Ogólne zależności i zjawiska, wpływające na wielkość oporności wewnętrznej akumulatora. Metody pomiaru. Opis urządzenia elektronowego do pomiarów oporności wewnętrznej. Charakterystyka zastosowanego wzmacniacza. Synchronizator i urządzenia pomocnicze do pomiarów. Wymagania co do warunków pomiarów.

48* 621.317.729.1 D1

Schmidt H.: **Wanna elektrolityczna z samoczynnym wyznaczaniem linii ekwipotencjalnych**. „Der elektrolytische Trog mit selbstätiger Aufzeichnung der Potentiallinien”. E. und M., Wien, 2-tyg., Nr 7, kw. 52, s. 155; A4, 6,5 str., 20 rys. — Zasada budowy wanny do wyznaczania rozkładu pola w układach izolacyjnych. Układ pomiarowy, schematy i rozmieszczenie na pulpicie, pomiar w skali 1:400. Opis niektórych urządzeń pomocniczych (wzmacniacze, sterowanie sond). Przykładowe wyniki pomiarów.

Oświetlenie elektryczne

49* 535.24:621.327.4 D1

Parolini G.: **Pomiary fotometryczne lamp fluorescencyjnych i elektroluminescencyjnych**. „Misure fotometriche su lampade fluorescenti e ad elettroluminescenza”. Elettrotecnica, Milano, mies., Nr 12, grud. 53, s. 660; A4, 20 str., 2 fot., 2 rys., 14 wykr., 94 poz. bibl. — Zasady i trudności fotometrii elektrochromatycznej. Charakterystyka stosowanych metod pomiarowych. Pomiary punktowych i niepunktowych źródeł światła. Badania fotometryczne prowadzone w laboratorium Instytutu Fizyki Technicznej w Rzymie. Widma różnych rodzajów lamp (szczegółowe zestawienia porównawcze). Pomiar różnych wielkości charakteryzujących źródła światła.

Zastosowania elektrotechniki w przemyśle

50* 621.34:622 D1

Linsmeyer J. Z., Owen A. G.: **Zasilanie urządzeń dołowych w kopalniach**. „Power for underground mines”. Westinghouse Engng., Pittsburgh, 2-mies., t. 13, Nr 4, lip. 53, s. 135; A4, 5 str., 3 fot., 1 rys., 5 wykr., 2 tabl. — Problem wyboru rodzaju prądu (zmienny czy stały) do elektryfikacji urządzeń dołowych w kopalniach, ze szczególnym uwzględnieniem zagadnień napędu elektrycznego i gospodarki energetycznej. Dyskusja przykładowego rozwiązania zasilania prądem zmiennym.

Elektrotermia

51* 621.365:621.316.74 D1

Klisch R.: **O poprawie nieciągłej regulacji temperatury przez zastosowanie układu przyspieszającego**. „Über die Verbesserung un stetiger Temperaturregelung durch Rückführungen”. Elektrowärme Techn., Mindelheim, dwumies., Nr 2, kw. 52, s. 25; A4, 2 str., 2 fot., 3 rys. — Zastosowanie układu dwóch termoelementów żarzonych specjalnymi opornikami (poza piecem), z których jeden powoduje wcześniejsze wyłączenie zasilania przy temperaturze rosnącej, drugi — wcześniejsze włączenie zasilania przy temperaturze malejącej. Schemat układu regulacyjnego. Krzywe regulacji temperatury pieca bez układu przyspieszającego i z układem przyspieszającym.

52* 621.365.4 D1

Prace normalizacyjne z zakresu pieców oporowych. „Normungsarbeiten auf dem Gebiet des Widerstandsofens”. Elektrowärme Techn., Mindelheim, dwumies., Nr 1, luty 52, s. 6; A4, 2,5 str. — Znaczenie normalizacji w dziedzinie elektrycznych pieców oporowych wszelkiego typu. Możliwość normalizacji pieców różnego typu. Trudności.

53* 621.365.41 D1

Arens J.: **Duże piece z ogrzewaniem drutowym**. „Grossöfen mit Drahtbeheizung”. Elektrowärme Techn., Mindelheim, dwumies., Nr 2, kw. 52, s. 27; A4, 6,5 str., 22 fot., 3 rys. — Doświadczenia z dziedziny budowy mufl cienkościennych i płyt grzejnych z zaprasowanymi spiralami, w dużych piecach oporowych. Zalety tego rodzaju elementów grzejnych. Przykłady pieców. Wskaźniki.

54* 621.369.5 D1

Fischer K.: **Nowe kuchnie elektryczne z płytkami grzejnymi wbudowanymi na stałe**. „Neue Elektroherde mit fest eingebauten Platten”. Elektrowärme Techn., Mindelheim, dwumies., Nr 2, kw. 52, s. 33; A4, 4,5 str., 4 fot., 7 rys. — Budowa i wady płytek wtykowych. Budowa pieca nowego typu z płytkami wbudowanymi na stałe. Zalety pieców tego typu.

55* 621.369.5:621.316.7 D1

Nawo L.: **Regulacje mocy elektrycznych kuchenek dużej mocy**. „Die Leistungsregulierung der Hochleistungskochplatten”. Elektrowärme Techn., Mindelheim, dwumies., Nr 1, luty 52, s. 8; A4, 5,5 str., 2 fot., 7 rys., 3 tabl. — Budowa kuchenki elektrycznej z regulatorem temperatury. Opis nowego typu kuchni elektrycznej z ogranicznikiem temperatury. Porównanie czasu potrzebnego do zagotowania wody na elektrycznej kuchni dużej mocy, z czasem — przy zastosowaniu gazu. Opis kuchni z 3-stopniową regulacją mocy.

56* 621.369.5:621.316.74 D1

Bürkert Ch.: **Badania piekarników z regulowaną temperaturą**. „Versuche an temperatureregelten Backöfen”. Elektrowärme Techn., Mindelheim, dwumies., Nr 2, kw. 52, s. 38; A4, 5 str., 8 rys. — Cel i metoda badań. Budowa i zasada działania regulatora temperatury. Próby działania; wykresy i wnioski z prób.

Niniejszy Przegląd Dokumentacyjny zawiera jedynie część Pełna dokumentacja ukazuje się w postaci kart dokumentacyjnych, wydawanych przez Centralny Instytut Dokumentacji Naukowo-Technicznej (Warszawa, Al. Niepodległości 188). CINDT przyjmuje prenumeratę kart dokumentacyjnych, która może obejmować zarówno całą dokumentację naukowo-techniczną, jak i działy lub poszczególne zagadnienia i tematy techniczne. Cena karty dokumentacyjnej wynosi w prenumeracie 20 groszy. CINDT wykonuje za zwrotu kosztów fotokopie i mikrofilmy publikacji objętych Przeglądem Dokumentacyjnym jak i kartami dokumentacyjnymi.

Wydawnictwa nadesłane

KONARZEWSKI TADEUSZ. BHP W RZEMIOŚLE ELEKTRO-MECHANICZNYM. Biblioteka Ochrony Pracy. 1954, Warszawa, Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Format A5, str. 71, rys. 26, cena 4 zł. — Spis rzeczy: Higiena pomieszczeń warsztatów rzemieślniczych. Urządzenia elektryczne. Sprzęt ochronny i pomocniczy. Czyszczenie maszyn i silników elektrycznych. Naprawa aparatów rentgenowskich. Konserwacja i naprawa urządzeń kinowych. Konserwacja i naprawy urządzeń dźwigowych. Spawanie i cięcie metali. Praca na obrabiarkach. Praca w akumulatorniach. Wskazówki obchodzenia się z urządzeniami elektrycznymi podczas pożaru. Ratownictwo. Najważniejsze praktyczne wskazówki bhp. Wykaz piśmiennictwa. — Informacje wydawcy: W broszurze omówiono sposoby polepszenia stanu bezpieczeństwa i higieny pracy w elektromechanicznych warsztatach rzemieślniczych w związku ze stosowanymi w tych warsztatach urządzeniami technicznymi i wykonywanymi czynnościami; ponadto zawiera ona najważniejsze praktyczne wskazówki bezpieczeństwa i higieny pracy. Broszura przeznaczona jest dla mistrzów, czeladników i uczniów rzemiosła elektromechanicznego.

GARLICKI ROMAN, mgr. ORGANIZACJA I DZIAŁALNOŚĆ. SŁUŻB BHP. Biblioteczka Wykładowcy BHP. 1954, Warszawa, Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Format B6, str. 56, cena 2 zł 250. — Spis rzeczy: Formy organizacyjne walki o postęp w dziedzinie ochrony pracy. Znaczenie służby bhp w zakładzie pracy. Zarys historyczny zakładowej służby bhp w Polsce. Ogólne podstawy działalności służby bhp w zakładzie pracy. Organizacja służby bhp w nadrzędnych jednostkach administracji gospodarczej i jej zadania. Zadania personelu technicznego (kierowniczego) w zakładzie pracy i współpraca ze służbą bhp. Planowanie nakładów finansowych na bhp. Organa związków zawodowych dla spraw bhp. Kontrola przestrzegania przepisów o ochronie pracy. Współpraca z placówkami służby zdrowia. Zadania państwowej inspekcji pracy oraz placówek wydawniczych, naukowych i technicznych. Wykaz piśmiennictwa. — Informacje wydawcy: W broszurze omówiono obowiązki personelu kierowniczego zakładów pracy i zakres działania inżyniersko-technicznej służby bhp. W powiązaniu z działalnością służby bhp w zakładzie pracy omówiono zadania służby bhp w jednostkach nadrzędnych administracji gospodarczej, zadania związków zawodowych, zadania przemysłowej służby zdrowia i państwowej inspekcji pracy. — Broszura jest przeznaczona dla wykładowców kursów szkoleniowych bhp, personelu służby bhp oraz personelu inżyniersko-technicznego. Może być również pomocna dla słuchaczy kursów szkoleniowych bhp.

FLATTAU JAN, mgr inż. OŚWIETLENIE. Biblioteczka Wykładowcy BHP. 1954, Warszawa, Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Format B6, str. 32, rys. 5, tabl. 2, cena 2 zł. — Spis rzeczy: Oświetlenie a bezpieczeństwo i higiena pracy. Najważniejsze wiadomości o jednostkach stosowanych w technice świetlnej. Główne czynniki wpływające na widzenie. Oświetlenie elektryczne. Oświetlenie naturalne. Oświetlenie a barwy. Wykaz piśmiennictwa. — Informacje wydawcy: W broszurze opisany jest wpływ oświetlenia na bezpieczeństwo, higienę i wydajność pracy oraz na jakość produkcji. Podane są również sposoby racjonalnego oświetlenia sztucznego i naturalnego. Broszura przeznaczona jest dla wykładowców kursów szkoleniowych bhp, personelu służby bhp oraz aktywów związkowego. Może być również pomocna dla słuchaczy kursów szkoleniowych bhp.

FILIPKOWSKI STEFAN, mgr inż. SZKOLENIE ZAŁÓG. 1954, Warszawa, Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Format B6, str. 24, cena 1 zł. — Spis rzeczy: Wstęp. Ogólne omówienie, wyliczenie i porównanie rodzajów i etapów szkolenia. Instruktaż wstępny. Instruktaż na stanowisku roboczym. Szkolenie zawodowe. Szkolenie okresowe. Wykaz piśmiennictwa. — Informacje wydawcy: W broszurze omówiono zasięg, rodzaje i etapy szkolenia załogi w zakładzie pracy w zakre-

sie bezpieczeństwa i higieny pracy. Uwzględniono specjalne metody przygotowania do pracy nowych pracowników. Praca przeznaczona jest dla wykładowców kursów szkoleniowych bhp, personelu służby bhp oraz aktywów związkowego. Może być również pomocna dla słuchaczy kursów szkoleniowych bhp.

KASSENBERG K., mgr inż., RUCIŃSKI J., mgr inż. ELEMENTY ŁĄCZENIOWE SYGNALIZACYJNE I ZABEZPIECZAJĄCE. Tom II. 1954, Warszawa, Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Format B5, str. 542, cena 49 zł. — Spis rzeczy: Elektromagnetyczny napęd elementów. Ogólne wiadomości o elementach zmiennych uruchamianych elektrycznie. Uzwojenia elementów zmiennych uruchamianych elektrycznie. Elektromagnes neutralny. Elektromagnes polaryzowany. — Wybieraki. Ogólne wiadomości o wybierakach. Działanie wybieraka oraz jego części składowe. Obliczanie wybieraków. Konstrukcje wybieraków. Badanie wybieraków. — Liczniki. Ogólne wiadomości o licznikach. Liczniki wskaźnikowe. Liczniki rejestrujące. Badania liczników. — Przekazniki cieplne. Ogólne wiadomości o przekaznikach cieplnych. Przekazniki cieplne działające na zasadzie rozszerzalności ciał stałych. Przekazniki działające na zasadzie odkształcenia bimetalu. Przekazniki cieplne działające na zasadzie rozszerzalności cieczy i gazów. Przekazniki cieplne ze stopem łatwo topliwym. Przekazniki cieplne o działaniu kombinowanym. Badanie przekazników cieplnych. — Elementy sygnalizacyjne. Ogólne wiadomości o elementach sygnalizacyjnych. Akustyczne wiadomości sygnalizacyjne wytwarzające dźwięki przez drgania mechaniczne ciał. Elementy sygnalizacyjne akustyczne wytwarzające dźwięki przez przerywanie strumienia powietrza. Źródła prądu zmiennego o małej częstotliwości dla elementów sygnalizacyjnych akustycznych. Źródła prądów zmiennych o częstotliwości akustycznej do zasilania akustycznych elementów sygnalizacyjnych. Optyczne elementy sygnalizacyjne do sygnalizacji bezpośredniej. Elementy sygnalizacyjne do optycznej sygnalizacji pośredniej. Elementy sygnalizacyjne akustyczno-optyczne. Elementy sygnalizacyjne dotykowe.

POMIRSKI H., mgr inż., SZPIGLER Z. mgr inż. KABLOWE LINIE TELEKOMUNIKACYJNE. 1954, Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Format A5, str. 440, cena 35 zł. — Spis rzeczy: Zarys rozwoju kablowych linii telekomunikacyjnych. Zasadnicze pojęcia o dźwięku. Układ sieci telekomunikacyjnych. Zarys teorii torów kablowych. Rodzaje wzmacniaków i systemy wprowadzania kabli do stacji wzmacniakowych. Wielokrotne wykorzystanie torów kablowych. Projektowanie linii kablowych. Budowa linii kablowych. Konserwacja kabli międzydzielstwowymi i okręgowymi. Materiały używane do fabrykacji kabli. — Informacje wydawcy: Książka zawiera rys historyczny rozwoju kablowych linii telekomunikacyjnych oraz zasady ich projektowania, budowy i konserwacji, a także krótki zarys wielokrotnego wykorzystania torów kablowych. Książka przeznaczona jest dla techników i inżynierów zatrudnionych przy budowie oraz eksploatacji linii kablowych; może również służyć jako książka pomocnicza dla techników telekomunikacyjnego i dla wydziałów telekomunikacyjnych szkół inżynierskich.

ŻEREBOW I. P. ELEKTROTECHNIKA ELEMENTARNA. Tłum. mgr inż. Jan Baranowski. Biblioteka radiomechanika. 1954, Warszawa, Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Format A5, str. 132, rys. 69, cena 6 zł. — Spis rzeczy: Prąd elektryczny. Obwód elektryczny i jego prawa zasadnicze. Zjawiska elektromagnetyczne. Prąd zmienny i jego zastosowanie. Elektryczne przyrządy pomiarowe. Ogniwa i akumulatory. — Informacje wydawcy: Książka zawiera krótki zarys elementarnych podstaw fizycznych elektrotechniki. Praca przeznaczona jest dla początkujących radioamatorów, dla samouków oraz może być wykorzystana jako podręcznik dla uczestników kursów radiowych.

PRZEGLĄD TECHNICZNY, organ główny NOT, nr 12/54 zawiera następujące artykuły: **T o ł w i ń s k i S.** O pogłębieniu współpracy stowarzyszeń naukowo-technicznych z radami narodowymi. — **G a j e w s k i D. Z** podróży do Związku Radzieckiego. — **B e l W.** Osiągnięcia kolei polskich w ciągu dziesięciolecia. — **O l e w i ń s k i M.** Rozwój transportu drogowego. — **G o s t e l W.** Osiągnięcia naukowe Akademii Górniczo-Hutniczej w okresie dziesięciolecia. — **S k a l m o w s k i W.** Spoiwo żuźlowe i elementy budo-

wlane produkowane z żużla. — **K l a r n e r T.** Oszczędność energii elektrycznej podstawowym zagadnieniem gospodarki narodowej. — Zagadnienia kadr technicznych w walce o oszczędność energii elektrycznej. — **S i n t e r o l i v i n** — nowy materiał. — **S a j a c h W.** Nowa Huta im. K. Gottwalda świadectwem postępu technicznego czechosłowackiego hutnictwa. — Nowiny techniczne z prasy zagranicznej. — **W o l n a t r y b u n a**. — Sprawy organizacyjne NOT i stowarzyszeń. — **K r o n i k a**. — Spis rzeczy za rok 1954. — **B i u l e t y n C I D N T**. — **B i u l e t y n G U M**.

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWA TECHNICZNE

Nowości wydawnicze

- Aparatura pomiarowa i kontrolna. Praca zbiorowa. S. 266, zł 10.—
- BRACH I., CHOJNACKI E., WÓJCIKOWSKI A.: Urządzenia do transportu bliskiego. Wykaz i charakterystyki techniczne. Pod red. I. Bracha. S. 335, zł 53.— (opraw.)
- CAŁUS H.: Obliczenia chemiczne. S. 207, zł 9.—
- GIL S., MOROZ A.: Materiały do zajęć w warsztacie mechanicznym szkół chemicznych. S. 376, zł 13.50
- HUMMEL H.: Podstawy fizjologii i higieny pracy. Biblioteczka Wykładowcy BHP. S. 68, zł 3.—
- JANISZEWSKI T.: Podstawy zabezpieczeń przeciw porażeniu prądem elektrycznym. Biblioteczka Wykładowcy BHP. S. 46, zł 2.—
- KOŚCIOŁEK Z., NATANSON W.: Przyrządy i uchwyty do obróbki skrawaniem. Część I. S. 204, zł 9.—
- KRZYWICKI M.: Maszyny elektryczne. Wyd. 2 niezmiennione. S. 400, zł 18.—
- LIS B.: Wskaźniki elektroenergetyczne zakładów przemysłowych. S. 107, zł 10.—
- MERMON W.: Jak obchodzić się z obrabiarką. Seria „Będę Fachowcem”. S. 48, zł 2.—
- NIEWIADOMSKI S.: Maszyny i aparaty przemysłu chemicznego. Część I. S. 259, zł 12.— (opraw.)
- NOISZEWSKI L.: Pomocnik formierza. Seria „Będę Fachowcem”. S. 70, zł 2,50
- OCHĘDUSZKO K.: Koła zębate. Tom I. Konstrukcja. S. 319, zł 35.— (opraw.)
- PIOTROWSKI P.: Ślusarstwo. Wyd. 2 przerobione. S. 156, zł 9.—
- SOKALSKI Z., MIRACKI S.: Chemia nieorganiczna. S. 363, zł 19.50 (opraw.)
- WOROŹCOW N. N.: Podstawy syntezy półproduktów i barwników. Tłum. z ros. M. Morawiecka i W. Pol. S. 980, zł 95.— (opraw.)
- ZACHAROW N. N., NOSKIN R. A.: Organizacja remontu obrabiarek do metali. Tłum. z ros. E. Koch. S. 188, zł 22. (opraw.)
- ŻYDANOWICZ J.: Obliczanie elektryczne sieci elektroenergetycznych. S. 335, zł 15,50

Do nabycia w księgarniach technicznych Domu Książki i u kolporterów zakładowych

