

# PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

ORGAN  
MINISTERSTWA ENERGETYKI, MINISTERSTWA PRZEMYSŁU MASZYNOWEGO,  
STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH

ROK XXX

ZESZYT 1

21.I.1954

63

Stały i szybki wzrost produkcji zależy od poziomu sił wytwórczych, tzn. od poziomu techniki, od poziomu kwalifikacji kadr ludzkich, od zespołu warunków, zapewniających nieustanny wzrost wydajności pracy człowieka. W powstaniu takich warunków decydującą rolę odgrywa stworzenie nowoczesnej bazy przemysłowej, opierającej się na najwyższej technice i na ludziach umiejących posługiwać się wysoką techniką.

B. BIERUT



WYDAWNICTWO NACZELNEJ ORGANIZACJI TECHNICZNEJ

## SPIS RZECZY

- Jaszcuk B. Zadania energetyki w świetle uchwał i wytycznych IX Plenum KC PZPR.
- Steinhaus H. O zastosowaniu statystyki matematycznej do zagadnień produkcji przemysłowej i miernictwa technicznego.
- Szpor S. Zasady zwalczania iskier wtórnych i porażen w urządzeniach piorunochronowych.
- Kopecki J. Zastosowanie hamowania dynamicznego do maszyn wyciągowych z asynchronicznym silnikiem napędowym.
- Romer E., Rosner W. Magnetyczne analizatory zawartości tlenu w gazach.
- Zarębski W. Typizacja celek rozdzielni 6-kilowoltowych.
- Wiśniewski R., Werner W., Czagaćbalian H. Przewody szynowe w siłowych instalacjach przemysłowych.
- Skarżyński R. Zagadnienia wyłącznikowe.
- Przegląd dokumentacyjny elektrotechniki.

## СОДЕРЖАНИЕ

- Ясчук Б. Задачи энергетики в освещении постановлений и руководящих указаний IX Пленума ЦК ПОРП.
- Штейнхаус Х. Применение математической статистики в вопросах промышленного производства и технических измерений.
- Шпор С. Основы преодоления искровых разрядов и поражений в грозозащитных устройствах.
- Копецкий Я. Применение динамического торможения для подъемных машин с асинхронным двигателем.
- Ромер Е., Роснер В. Магнитные анализаторы содержания кислорода в газах.
- Зарембский В. Типизация распределительных камер для 6 кв.
- Висневский Р., Вернер В., Чарацбаниян Х. Шинные провода в силовых промышленных установках.
- Скаржинский Р. Проблемы связанные с выключателями.
- Библиографический Обзор Электротехники.

## CONTENTS

- Jaszcuk B. Power engineering tasks as reflected by the resolutions and directives of IX Plenum of the Central Committee of the Polish United Workers' Party.
- Steinhaus H. Adoption of mathematical statistics for industrial production and engineering measurement problems.
- Szpor S. Principles of combating secondary sparks and shocks in lightning protection equipment.
- Kopecki J. Adoption of a system of dynamic braking of mine winders with asynchronous driving motors.
- Romer E., Rosner W. Magnetic analysers for determining the oxygen content in gases.
- Zarębski W. Standardising 6-kilovolt distribution cells.
- Wiśniewski R., Werner W., Czagaćbalian H. Bar conductors in industrial electric power installations.
- Skarżyński R. Switchgear problems.
- Electrical Bibliographic Review.

## Warunki prenumeraty PRZEGLĄDU ELEKTROTECHNICZNEGO na 1954 r.

### I. Prenumerata normalna

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

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

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

### II. Prenumerata ulgowa

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

Z prenumeraty ulgowej mogą korzystać w 1954 r. jedynie członkowie stowarzyszeń naukowo-technicznych zrzeszonych w NOT oraz członkowie klubów techniki i racjonalizacji przy zamawianiu **zbiorowym** przez koła zakładowe.

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

Prenumeratę można zgłaszać na okres kwartalny, półroczny i roczny.

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

Terminy zgłaszania prenumeraty ulgowej w kołach zakładowych i oddziałach Stowarzyszeń:

|                      |                           |
|----------------------|---------------------------|
| na I kwartał 1954 r. | — do 30 listopada 1953 r. |
| „ II „ „             | — do 28 lutego 1954 r.    |
| „ III „ „            | — do 31 maja 1954 r.      |
| „ IV „ „             | — do 31 sierpnia 1954 r.  |

Terminy powyższe powinny być ściśle przestrzegane.

PRZEGLĄD TECHNICZNY, organ główny NOT, nr 12/53, zawiera następujące artykuły: Bezpieczeństwo i higiena pracy. — N. E. Uchwała Prezydium Rządu o bibliotekach fachowych. — Porębski J. Prasa techniczna orężem walki stowarzyszeń naukowo-technicznych o postęp techniczny. — Wolski Z. Osiągnięcia i braki ruchu racjonalizatorskiego w budownictwie. — Pietrzkiewicz T. Uwagi o koordynacji prac projektowych. — Kreglewski A. Zagadnienie gazyfikacji transportu, cz. II. — Zjazd naukowy w sprawie materiałów budowlanych. — Michniewicz W. Nowoczesny stan wiedzy o drewnie jako podstawie kryterium racjonalnego jego stosowania w budownictwie. — Samujło J. Stopień wykorzystania krajowych baz

surowcowych dla potrzeb budownictwa. — Chłodziński J., Tyrowicz T. Zastosowanie kamienia w budownictwie. — Szemetyło S. Zagadnienie postępu technologii ceramiki-budowlanej. — Niewęglowski J., Janeczowski E. Materiały uszczelniające i impregnujące dodawane do betonów i zapraw. — Winogradow L. Leżna kamienna. — Myronowicz M. Korozja metali i ochrona przed korozją w budownictwie. — Górewicz J. Modernizacja w projektowaniu i konstrukcji budownictwa mieszkaniowego, jako kierunek rozwojowy dla technologii i produkcji nowych materiałów budowlanych. — Zamoyski T., Lutecki M. Uszczuplony katalog. — Sprawy organizacyjne NOT i stowarzyszeń.



A 1241 II

# PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

ORGAN  
MINISTERSTWA ENERGETYKI, MINISTERSTWA PRZEMYSŁU MASZYNOWEGO,  
STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH

ROK XXX  
1954

Redaktor naczelny inż. Tadeusz Czaplicki  
Redaktorzy działowi inżynierowie: Stanisław Andrzejewski,  
Janusz Gniewiewski, Leszek Zienkowski, Tadeusz Żarnecki



WYDAWNICTWO NACZELNEJ ORGANIZACJI TECHNICZNEJ  
WARSZAWA

## WYKAZ TYTUŁÓW GRUPOWYCH DO SPISU RZECZY

Amplidyny  
 Analizatory  
 Analizatory magnet. gazów  
 Aparaty elektryczne  
 Automatyka  
 Bibliografia  
 Biuletyn Inst. Elektrotechniki  
 Biura projektów energet.  
 Ciepłownictwo  
 Drugi Zjazd PZPR  
 Dziesięciolecie Polski Ludowej  
 Elektrofiltry  
 Elektronika  
 Elektrotechnika teoret.  
 Elektrownie ciepłe  
 Elektrownie wodne  
 Elektryfikacja rolnictwa  
 Energetyka  
 Górnictwo  
 Grzejnictwo elektryczne  
 Hutnictwo  
 Instalacje przemysłowe  
 Instytut Elektrotechniki

Instytuty techniczno-naukowe  
 Izolatory  
 Jednostki elektromagnetyczne  
 Konferencje  
 Koordynacja izolacji  
 Kotły parowe  
 Lampy fluoryzujące  
 Linie elektryczne  
 Maszyny elektryczne  
 Materiały izolacyjne  
 Materiały magnetyczne  
 Materiały przewodzące  
 Miernictwo techniczne  
 Napędy elektryczne  
 Ochrona urządzeń elektr.  
 Odgromniki  
 Oznaczenia państwowe  
 Oleje izolacyjne  
 Oszczędzanie energii elektr.  
 Oświetlenie  
 Piorunochrony  
 Polska Akademia Nauk

Porażenia elektryczne  
 Prądy zwarciove  
 Prostowniki  
 Przekładniki  
 Przemysł elektrotechniczny  
 Przepięcia  
 Przetwornice maszynowe  
 Przewody elektryczne  
 Przyrządy rozdzielcze  
 Rentgenotechnika  
 Rototrole  
 Rozdzielnie  
 Równoległa praca  
 Samocz. ponowne załączanie  
 Samoczynne załączanie rezerw  
 Sieci elektryczne  
 Silniki elektryczne  
 Słownictwo  
 Słupy elektryczne  
 Spajanie  
 Sprzęt instalacyjny  
 Stacje transformatorowe  
 Statystyka matematyczna  
 Stowarz. Elektryków Polskich  
 Styki

Szkolnictwo  
 Światłówki  
 Święto pracy  
 Trakcja elektryczna  
 Transformatory  
 Turbiny parowe  
 Turbiny wodne  
 Uchwały IX Plenum KC PZPR  
 Układy elektroenergetyczne  
 Uziemienia  
 Wskazania B. Bieruta  
 Wydawnictwa nadesłane  
 Wyłączniki  
 Wystawy  
 Wzmacniacze  
 Wzorce elektromagnetyczne  
 Zabezpieczenia  
 Zaćmienie słońca  
 Zerowanie  
 ZSRR  
 Zwarcia  
 Zwarciownie  
 Zwiszy

## SPIS RZECZY

## A

**Amplidyny** (ob. Wzmacniacze)**Analizatory**

Schematy zastępcze części układów elektroenergetycznych do obliczania prądów zwarciowych na analizatorze prądu stałego. A. Lergetporer i O. Reich. 306.  
 Wstęp. 306. — Praktyczny sposób wyznaczania układów zastępczych. 306. — Wady i zalety metody. 307.

**Analizatory magnetyczne gazów**

Magnetyczne analizatory zawartości tlenu w gazach. E. Romer, W. Rosner. 22.

**Aparaty elektryczne**

Zadania przemysł maszyn i aparatów elektrycznych w świetle uchwał IX Plenum KC PZPR. Z. Kopczyński. 45. (Treść ob. Przemysł elektrotechniczny).

**Automatyka** (ob. Zabezpieczenia)

Automatyka energetyczna w Polsce w r. 1953 i warunki jej dalszego rozwoju. A. Makowiecki. 276.

Wstęp. 276. — Ilościowy rozwój automatyki energetycznej. 276. — Skuteczność urządzeń do SPZ. 276. — Przyczyny i częstotliwość wyłączeń zakłóceń. 277. — Sprzęt do SPZ. 277. — Urządzenia do SPZ na liniach pierścieniowych i dwutorowych przy jednym źródle zasilania. 278. — Urządzenia do SPZ na liniach dwutorowych zasilanych z różnych źródeł — trójfazowo i pojedynczymi fazami. 278. — Zagadnienie wyłącznikowe. 278. — Samoczynne załączanie rezerwy zasilania. 279. — Samoczynne odciążanie częstotliwościowe. 279. — Forsowanie wzbudzenia prądu. 279. — Automatyka elektrowni wodnych. 279. — Zaopatrzenie w sprzęt do urządzeń automatyki. 279. — Wnioski. 279.

Samorozruch silników potrzeb własnych w elektrowniach parowych. Z. Mroczkowski. 245.

Wstęp. 245. — Zakres zastosowania automatyki. 246. — Określenie czasu przerwy w zasilaniu. 246. — Charakterystyki wybiegu zespołów maszyn. 247. — Określenie prądu samorozruchu silników. 250. — Określenie spadku napięcia przy samorozruchu. 250. — Konstrukcja charakterystyki rozbiegu. 250. — Obliczenia nagrzania silników przy samorozruchu. 251. — Uwzględnienie samorozruchu przy projektowaniu zabezpieczeń sieci potrzeb własnych. 252. — Literatura. 252.

Układy przekątnikowe urządzeń samoczynnego załączania rezerwy w sieciach potrzeb własnych elektrowni parowych. Z. Mroczkowski. 514.

Wstęp. 514. — Pełny układ przekątnikowy SZR wysokiego napięcia dla rezerwy jawnej. 515. — Uproszczony układ przekątnikowy SZR wysokiego napięcia dla rezerwy jawnej. 516. — Pełny układ przekątnikowy SZR wysokiego napięcia dla rezerwy ukrytej. 517. — Uproszczony układ przekątnikowy SZR wysokiego napięcia dla rezerwy ukrytej. 517. — Układ przekątnikowy SZR niskiego napięcia dla rezerwy jawnej. 517. — Układ przekątnikowy SZR niskiego napięcia dla rezerwy ukrytej. 517. — Literatura. 517.

Zagadnienie projektowania zabezpieczeń przekątnikowych i urządzeń automatyki sieci 220-kilowoltowej. T. Ejsmond. 495. (Treść ob. Zabezpieczenia).

Automatyzacja pomiarów udarów. J. Ranachowski. T. Łaś. 403.

Zasady projektowania automatyzacji elektrowni wodnych. W. Hellmann. 230.

Wstęp. 230. — Naczelne zadania i cele automatyzacji elektrowni wodnych. 231. — Zakres automatyzacji w elektrowniach wodnych. 231. — Kryterium pewności ruchu wielkich turbos zespołów wodnych. 232. — Klasyfikacja systemów sterowania i automatyki. 232. — Wybór właściwego systemu automatyzacji. 233. — Wy-

magania techniczne stawiane urządzeniom automatyzacyjnym. 233. — Metodyka projektowania urządzeń automatyzacji elektrowni wodnych. 235. — Zagadnienia wyboru właściwego sprzętu i urządzeń automatyki, typizacja układów i urządzeń. 235. — Zagadnienie rentowności automatyzacji. 236. — Literatura. 236.

Zastosowanie elektroniki w przemyśle. I. Ł. Kaganow. (Cz.) 170.

Zespół elektroautomatyki przy Instytucie Elektrotechniki. 359.

## B

**Bibliografia**

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

**Biuletyn Instytutu Elektrotechniki**

O przyczynach uszkodzeń transformatorowych izolatorów. 174. — Badanie współczynnika szczytu krzywej prądu świetłówki w zależności od właściwości diawika. L. B. 219. — Wyniki prób wyłączników szybkich WAB 600/6. J. N. 263. — Introwizor — aparat rentgenowski do lokalizacji ciał obcych. J. Domanus. 308. — Podgrzewanie pastylek bakelitowych metodą promiennikowo-stykową. M. Kruszyński. 402. — Automatyzacja pomiarów udarów. J. Ranachowski, T. Łaś. 403. — Sprężony gaz jako izolacja wysokonapięciowa. J. Domanus. 404. — Przebieg natężenia oświetlenia dziennego w czasie całkowitego zaćmienia słońca w dn. 30.VI.1954 r. T. O. 535.

Biura projektów energetycznych (ob. Ciepłownictwo; Elektrownie ciepłe; Kotły parowe; Linie elektryczne; Rozdzielnie; Równoległa praca; Stacje transformatorowe).  
 Pięć lat działalności biur projektowych Ministerstwa Energetyki. T. Dryzek, J. Mandel. 361.

Rys. historyczny. 361. — Zagadnienia organizacji pracy. 361. — Wyniki produkcyjne w pięcioleciu. 362. — Typizacja. 362. — Współpraca z przemysłem. 363. — Współpraca z zagranicą. 363. — Szkolenie zawodowe. 363. — Współzawodnictwo. 363. — Zakonczenie. 363.

## C

**Ciepłownictwo**

Nowoczesna elektrociepłownia przemysłowa. S. Andrzejewski, J. Skupin. 266.

Założenia. 266. — Wybór parametrów. 266. — Kotły. 266. — Turbiny — układ cieplny. 267. — Nawęglanie i odzyskanie. 267. — Układ głównych rurociągów. 268. — Przygotowanie wody. 268. — Układ elektryczny. 268. — Kompozycja budowlana. 268. — Wykonawcy dokumentacji technicznej i urządzeń. 269.

Typowy projekt wstępny elektrociepłowni przemysłowej. S. Andrzejewski. 364.

Wstęp. 364. — Wybór kotłów. 364. — Inne założenia. 365. — Wybór turbin. 366. — Wybór pomp i zbiorników wody zasilającej. 367. — Układ głównych rurociągów. 368. — Nawęglanie i odzyskanie. 368. — Kompozycja budowlana. 368. — Wnioski. 369.

Przystosowanie turbin kondensacyjnych do pracy ciepłownicz. A. Heine. 270.

Ogólne założenia. 270. — Rozwiązanie typowe. 270. — Inne warianty rozwiązań. 270. — Turbina „z pogorszoną próżnią”. 270. — Przebudowa turbin. 271. — Praca przebudowanych turbin przy braku odbioru ciepła. 271. — Budowa upustów. 272. — Doświadczenia ubiegłych lat. 272.

Projektowanie dużych elektrociepłowni miejskich. M. Sowiński. 369.

Wstęp. 369. — Główne zagadnienia związane z projektem elektrociepłowni. 369. — Główne trudności w projektowaniu elektrociepłowni. 371. — Przykład projektu elektrociepłowni. 373. — Wnioski końcowe. 377.



Rozwój ciepłownictwa w Polsce. H. Stępień, I. Polakow. 420.  
Wstęp. 420. — Drogi rozwoju ciepłownictwa. 420. — Zagadnienia ekonomiczne. 422. — Projektowanie. 423.  
Krajowy układ elektroenergetyczny. W. Ney. 295. (Treść ob. Układy elektroenergetyczne).

## D

**Drugi zjazd PZPR**

Gospodarka nasza w świetle wywodów Bolesława Bieruta na II Zjeździe PZPR. 133.

**Dziesięciolecie Polski Ludowej**

22 lipca 1944 r. — 22 lipca 1954 r. 265.

Zadania energetyki w świetle uchwał i wytycznych IX Plenum KC PZPR. B. Jaszcuk. 1. (Treść ob. Energetyka).

Zadania przemysłu maszyn i aparatów elektrycznych w świetle uchwał IX Plenum KC PZPR. Z. Kopczyński. 45. (Treść ob. Przemysł elektrotechniczny).

Elektryfikacja rolnictwa w świetle uchwał IX Plenum KC PZPR. J. Dąb-Kocioł. 93.

Dziesięciolecie Instytutu Elektrotechniki. J. L. Jakubowski. 309.

## E

**Elektrofiltry**

Zasilanie elektrofiltrów. J. Lutyński. 141.

Wstęp. 141. — Charakterystyki elektrofiltrów. 141. — Elektryczne zespoły zasilające. 142. — Określenie typu i liczby zespołów zasilających elektrofiltr. 144. — Układy zasilania elektrofiltru. 145. — Literatura. 146.

Impulsowe zasilanie elektrofiltrów. H. J. White. (Cz.). 173.

**Elektronika**

O krajową produkcję napędów maszyn papierniczych. H. Szrajer. 77. (Treść ob. Napędy elektryczne).

Zastosowanie elektroniki w przemyśle. I. Ł. Kaganow. (Cz.). 170.

**Elektrotechnika teoretyczna**

Konferencja naukowa elektrotechniki teoretycznej. 176.

Przekształcenie wieloboku zupełnego na gwiazdę. J. Gottfried.

**Elektrownie ciepłe** (ob. Automatyka; Ciepłownictwo).

Kompozycja głównego budynku elektrowni z turbozespołami po 50 MW. Z. Mroczkowski i T. Frank. 178.  
Zakres tematu. 178. — Układ cieplny i jednostki podstawowe. 178. — Układ elektryczny. 179. — Kompozycja budynku i rozmieszczenie urządzeń. 179. — Konstrukcja budynku głównego. 182. — Wskaźniki techniczne. 182. — Literatura. 182.

Pierwsze polskie elektrownie na niskogatunkowym paliwie miejscowym. S. Rozenbejn. 377.

Wstęp. 377. — Węgiel brunatny i jego znaczenie dla gospodarki energetycznej w Polsce. 378. — Własności energetyczne i chemiczne węgla brunatnego. Budowa ergochemicznych kombinatów i elektrowni na węgiel brunatny. 378. — Nawęglanie zewnętrzne i wewnętrzne elektrowni pracujących na węgiel brunatny. 379. — Wybór typów i wielkości kotłów do spalania węgla brunatnego. 380. — Charakterystyczne dane z naszego projektu dużej elektrowni kondensacyjnej na węgiel brunatny. 380. — Torf i możliwości wyzyskania go dla potrzeb energetyki. 380. — Zakończenie. 381.

Projektowanie organizacji budowy siłowni cieplnych. W. Steuermark. 431.

Dokumentacja techniczna organizacji budowy. 431. — Plan zagospodarowania placu budowy. 431. — Rozplanowanie działu budowlanego. 432. — Budownictwo prowizoryczne, wyposażenie działów i transport. 432. — Kadry robocze i harmonogramy realizacji. 433.

Krajowy układ elektroenergetyczny. W. Ney. 295. (Treść ob. Układy elektroenergetyczne).

Elektrownia na ciśnienie ponadkrytyczne. G. Wiesenack. (Cz.). 492.

**Elektrownie wodne**

Wiejskie elektrownie wodne w Polsce. M. Zdralewicz. 116.

Wstęp. 116. — Uwagi ogólne. 116. — Skala zagadnienia małych elektrowni wodnych. 117. — Zalety współpracy małych elektrowni z siecią rozdzielczą wysokiego napięcia zamiast pracy izolowanej na sieć lokalną. 117. — Koszty budowy małych siłowni wodnych. 117. — Sprawa odbudowy i przebudowy istniejących siłowni wodnych. 118. — Literatura. 118.

Zasady projektowania urządzeń elektrycznych w elektrowniach wodnych, przewidzianych do realizacji w warunkach polskich. W. Hellmann. 153.

Wstęp. 153. — Analiza podstawowych warunków, wywierających wpływ na wybór najbardziej racjonalnego rozwiązania urządzeń elektrycznych — głównych i pomocniczych. 153. — Względnie ekonomiczne i ich wpływ na rozwiązanie urządzeń elektrycznych — głównych i pomocniczych — elektrowni wodnych. 155. — Rola energetyczna elektrowni wodnych przewidywanych do budowy

w warunkach polskich. 155. — Wpływ wymagań pewności ruchu układu energetycznego na rozwiązanie urządzeń elektrycznych w elektrowniach wodnych. 156. — Zasady projektowania urządzeń elektrycznych głównych i pomocniczych w elektrowniach wodnych różnych kategorii. 157. — Współzależność projektowania urządzeń elektrycznych w elektrowniach wodnych i budowl wodnych oraz urządzeń maszynowych. 157. — Wnioski końcowe. 158. — Literatura. 158.

Zasady projektowania automatyzacji elektrowni wodnych. W. Hellmann. 230. (Treść ob. Automatyka).

Nowoczesne kierunki w konstrukcji turbin wodnych europejskich. G. A. Bovet. (Cz.). 259.

**Elektryfikacja rolnictwa**

Elektryfikacja rolnictwa w świetle uchwał IX Plenum KC PZPR. J. Dąb-Kocioł. 93.

Rozwój elektryfikacji wsi w Polsce. Z. Jung. 94.

Wstęp. 94. — Elektryfikacja przedwojenna w Polsce. 95. — Nowe drogi elektryfikacji rolnictwa. 95. — Ustawodawstwo w dziedzinie elektryfikacji rolnictwa. 96. — Organizacja elektryfikacji rolnictwa. 96. — Użytkowanie energii elektrycznej w rolnictwie. 97.

Wiejskie elektrownie wodne w Polsce. M. Zdralewicz. 116. (Treść ob. Elektrownie wodne).

Wytyczne typowego wykonawstwa robót elektryfikacji rolnictwa. S. Krakowiak. 121.

Cel wytycznych. 121. — Linie wysokiego napięcia. 121. — Stacje wysokiego napięcia. 121. — Linie niskiego napięcia. 122. — Instalacje wewnętrzne. 122.

Zagadnienie stosowania linii stalowych w rozdzielczych sieciach wiejskich. S. Krakowiak. 98.

Uwagi wstępne. 98. — Własności elektryczne i mechaniczne stali przewodowej. 99. — Porównanie przewodów stalowych z przewodami z metalu kolorowych. 101. — Zastosowanie przewodów stalowych w rozdzielczych sieciach wiejskich średnich napięć. 102. — Możliwości stosowania przewodów stalowych w napowietrznych liniach niskiego napięcia. 105. — Stosowanie stali przewodowej w napowietrznych przyłączach domowych. 105. — Wnioski. 106. — Literatura. 106.

Zagadnienie ochrony odgromowej wiejskich sieci elektrycznych. S. Lotoński. 118.

Znormalizowana wiejska stacja transformatorowa. S. Krakowiak, S. Kozłowski. 106.

Wstęp. 106. — Założenia normalizacyjne. 107. — Rozwiązanie konstrukcyjne polskiej stacji typowej. 109. — Określenie wymiarów, obliczenia statyczne i próby wytrzymałościowe stacji. 112. — Montaż wiejskiej stacji transformatorowej. 115. — Kosztorys budowy stacji krańcowej według cen z 1952 r. 116.

Zagadnienie doboru silników elektrycznych do napędu maszyn rolniczych. Z. Rybicki. 89.

Przewód do traktorów elektrycznych. K. Kolbiński. 120.

O nomenklaturze stosowanej w dziedzinie elektryfikacji rolnictwa. S. K. 125.

Postępy w rozwoju elektroenergetyki radzieckiej w ramach piętego pięcioletniego planu ZSRR (1951—55). 405. (Treść ob. ZSRR).

Elektryfikacja rolnictwa w pracach międzynarodowych. A. Morzycka. 123.

Wstęp. 123. — Wysunięty program prac Ekonomicznej Komisji Europejskiej w zakresie produkcji oraz przesyłu i rozdzielu energii elektrycznej. 123. — Użytkowanie energii elektrycznej w rolnictwie. 123. — Tematyka z zakresu użytkowania energii elektrycznej w rolnictwie (wg zestawienia sekretariatu Komisji). 124.

**Energetyka Ciepłownictwo; Elektrownie ciepłe; Elektrownie wodne; Turbiny wodne.**

Zadania energetyki w świetle uchwał i wytycznych IX Plenum KC PZPR. B. Jaszcuk. 1.

Dotychczasowe osiągnięcia Polski Ludowej. 1. — Uprzemysłowanie kraju w ogóle. 1. — Osiągnięcia energetyki. 1. — Elektryfikacja głównych gałęzi naszej gospodarki. 2. — Pilne zadania energetyki. 2. — Wyzyskanie istniejących rezerw. 2. — Modernizacja starych urządzeń. 2. — Nowoczesne wielkie budowy. 3. — Rozwój ruchu racjonalizatorskiego. 3. — Podnoszenie eksploatacji urządzeń na coraz wyższy poziom. 3. — Dbałość o racjonalną gospodarkę energetyczną u odbiorców. 4.

Potrzeba i obowiązek oszczędzania energii elektrycznej we wszystkich gałęziach gospodarki narodowej. B. Jaszcuk (Krajowa Konferencja oszczędności energii elektrycznej). 449.

Apel Krajowej Konferencji w sprawie wzmoczenia oszczędności energii elektrycznej w zakładach przemysłowych. 445.

Krajowy układ elektroenergetyczny. W. Ney. 295.  
Odbiorcy energii. 295. — Struktura i dynamika bilansu energetycznego. 296. — Układ elektroenergetyczny. 297. — Wnioski. 299. — Literatura. 300.

Pięć lat działalności biur projektowych Ministerstwa Energetyki. T. Dryzek, J. Mandel. 361. (Treść ob. Biura projektów energetycznych).

Postępy w rozwoju elektroenergetyki radzieckiej w ramach piętego pięcioletniego planu ZSRR (1951—55). 405. (Treść ob. ZSRR).

## G

**Górnictwo** (ob. Napędy elektryczne)

**Grzejnictwo elektryczne**

Nowe idee w elektrotermii. M. Mazur. 169.

Nowe zastosowanie grzejnictwa pojemnościowego (przeróbka tytoniu). T. Schwartz. 208.

Podgrzewanie pastylek bakielitowych metodą promiennikowo-stykową. M. Kruszyński. 402.

## H

**Hutnictwo** (ob. Napędy elektryczne; Wyłączniki)

## I

**Instalacje przemysłowe**

Przewody szynowe w siłowych instalacjach przemysłowych. R. Wiśniewski, W. Werner, H. Czagaćbani. 31.

**Instytut Elektrotechniki** (ob. Instytuty naukowo-badawcze). Dziesięciolecie Instytutu Elektrotechniki. J. L. Jakubowski. 309.

Zakład maszyn i napędów elektrycznych Instytutu Elektrotechniki. A. Straszewski. 89.

Zespół elektroautomatyki przy Instytucie Elektrotechniki. 359.

**Instytuty techniczno-naukowe**

Właściwe zadania, formy organizacyjne i metody pracy instytutów naukowo-badawczych. J. L. Jakubowski. 493.

**Isolatory** (ob. Materiały izolacyjne)

O przyczynach uszkodzeń transformatorowych izolatorów przepustowych do 30 kV. J. R. 174.

## J

**Jednostki elektromagnetyczne**

Podstawowe jednostki i wzorce elektromagnetyczne. H. Działlik. 196.

Aktualność zagadnienia. 196. — Wady projektów dotychczasowych. 196. — Równanie nadające się do zdefiniowania jednostek elektrycznych. 197. — Kryteria przydatności równań. 197. — Naturalne definicje i wzorce jednostek elektromagnetycznych. 199. — Wnioski. 200. — Literatura. 200.

## K

**Konferencje** (ob. Energetyka; Napędy elektryczne; Wyłączniki)

Konferencja naukowa elektrotechniki teoretycznej. 176.

**Koordinacja izolacji**

Automatyzacja pomiarów udarowych. J. Ranachowski, T. Łaś. 403.

**Kotły parowe**

Problemy rozwoju modernizacji kotłów parowych. T. Maryński. 393.

## L

**Lampy fluoryzujące** (ob. Świetlówki)

**Linie elektryczne**

Analiza niesymetrii indukcyjnej linii trójfazowych o niesymetrycznym układzie przewodów. S. Kończykowski. 222.

Wstęp. 222. — Wpływ niesymetrii indukcyjnej na oporność wzdłużną, czynną i bierną, poszczególnych faz linii. 222. — Skutki niesymetrii indukcyjnej w liniach o płaskim układzie przewodów. 224. — Wnioski dotyczące przeplatania przewodów. 226. — Kompensacja niesymetrii indukcyjnej w liniach nieprzeplecionych. 226.

Analiza niesymetrii pojemnościowej linii napowietrznych trójfazowych. S. Kończykowski. 434.

Wstęp. 434. — Wpływ niesymetrii pojemnościowej na przewodność poprzeczną — czynną i bierną — poszczególnych faz. 434. — Skutki niesymetrii pojemnościowej w liniach o płaskim układzie przewodów. 437. — Wpływ niesymetrii pojemnościowej na skutki niesymetrii indukcyjnej. 438. — Wnioski dotyczące przeplatania przewodów. 439. — Przykłady skutków niesymetrii indukcyjnej i pojemnościowej w liniach napowietrznych na 30, 110 i 220 kV o płaskich układach przewodów. 439.

Słupy strunobetonowe. B. Mayzel. 146. (Treść ob. Słupy elektryczne).

Podstawy techniczno-ekonomiczne stosowania słupów strunobetonowych do budowy linii wysokiego napięcia. E. Domański. 151. (Treść ob. Słupy elektryczne).

Typowe linie elektroenergetyczne na 110 kV. J. Chwali-bóg, W. Demel, Z. Wilk i Z. Żmudziński. 381.

Wstęp. 381. — Założenia dane ogólne. 381. — Konstrukcja słupów. 384. — Przeciętne zużycie materiałów. 386. — Średnie koszty linii. 386. — Zalety typizacji linii. 386. — Zakończenie. 386.

Wzrost zwisów linii elektrycznych wskutek trwałego wydłużenia przewodów. W. Demel. 227.

Wstęp. 227. — Metody obliczeń. 228. — Wnioski. 230. — Literatura. 230.

Obładowanie przewodów elektrycznych. W. Demel. 502. (Treść ob. Przewody elektryczne).

## M

**Maszyny elektryczne** (ob. Napędy elektryczne; Wzmacniacze; Przetwornice maszynowe; Przemysł elektrotechniczny).

Szereg mocy w nowoczesnych seriach maszyn prądu zmiennego. J. Schmidt. 56.

Wstęp. 56. — Liczba biegunów. 56. — Napięcie znamionowe. 56. — Koszty wytwarzania. 57. — Koszty eksploatacyjne. 58. — Związek pomiędzy szeregiem mocy a wymiarami konstrukcyjnymi. 59. — Silniki indukcyjne o mocy poniżej 100 kW. 59. — Inne rodzaje maszyn elektrycznych. 59. — Zastosowanie sztywnego szeregu mocy do maszyn napędzanych. 60. — Wnioski. 60. — Literatura. 60.

Uzwojenia faliste nieprawidłowe. B. Dubicki. 497.

Wstęp. 497. — Uzwojenie o martwych prętach. 497. — Uzwojenie ze sztucznym połączeniem. 501. — Literatura. 502.

**Materiały izolacyjne**

Isolatory i materiały izolacyjne (MKWSE, 1952). J. I. Skowroński. 126.

Isolatory liniowe. 126. — Isolatory ze szkła naprężanego. 127. — Izolacja z żywic lanych. 128. — Oleje izolacyjne. 129. — Spis referatów. 130.

Zastosowanie pomiaru stratności dielektrycznej w praktyce produkcyjno-eksploatacyjnej mineralnych olejów transformatorowych. Z. Siciński, R. Bill. 190.

Wstęp. 190. — Cel pracy. 191. — Próbk. 192. — Badanie olejów nowych. 192. — Badanie olejów sztucznie zestarzonych. 193. — Podsumowanie wyników badań. 195. — Literatura. 195.

Sprężony gaz jako izolacja wysokonapięciowa. J. Domanus. 404.

Podgrzewanie pastylek bakielitowych metodą promiennikowo-stykową. M. Kruszyński. 402.

**Materiały magnetyczne**

Urządzenie do klasyfikacji jakości blach transformatorowych. A. Winter, J. Gäbler. 244.

**Materiały przewodzące**

Spiekane materiały złożone na styki elektryczne. B. Zacharzewski. 210.

Wstęp. 210. — Zjawiska występujące podczas pracy styków (zjawiska pierwotne). 211. — Przyczyny zużywania się styków (zjawiska wtórne). 211. — Możliwości zmniejszenia zużywania się styków przez dobór odpowiednich materiałów. 213. — Ogólne wiadomości o spiekanych materiałach złożonych. 213. — Metody produkcji. 214. — Własności metali złożonych i ich zastosowanie. 215. — Uwagi o konstrukcji styków z materiałów złożonych. 217. — Możliwości krajowe. 218. — Literatura. 218.

**Miernictwo techniczne**

O zastosowaniu statystyki matematycznej od zagadnień produkcji przemysłowej i miernictwa technicznego. H. Steinhau. 5.

## N

**Napędy elektryczne**

Zagadnienia rozwojowe napędu elektrycznego. J. Lando. 49.

Rola napędu elektrycznego w gospodarce narodowej. 49. — Rozwój napędu elektrycznego, jego definicja i zadania. 49. — Zagadnienia nowoczesnego napędu elektrycznego w Polsce. 50. — Nauczanie w dziedzinie napędu elektrycznego. 51.

Zastosowanie wzmacniaczy elektromaszynowych w układach napędowych. W. Pełczewski. 60.

Celowość stosowania wzmacniaczy elektromaszynowych w układach napędowych. 60. — Przykłady zastosowania typowych układów napędowych ze wzmacniaczami elektromaszynowymi. 62. — Nasze możliwości i widoki stosowania zautomatyzowanych układów napędowych. 66. — Literatura. 66.

Zakład maszyn i napędów elektrycznych Instytutu Elektrotechniki. A. Straszewski. 89.

Prace naukowe dotyczące nowych typów napędów, wykonywane w ZEUG AGH. L. Szklarski. 66.

Zastosowanie wzmacniaczy maszynowych do sterowania maszyn wyciągowych w układzie Leonarda. 66. — Opracowanie regulatora jazdy do sterowania maszyn wyciągowych o napędzie asynchronicznym. 67.

Organizacja projektowania złożonych układów napędowych. W. Smoluchowski. 90.

Napędy elektryczne urządzeń dźwigowych. Z. Grunwald. 82.

Wstęp. 82. — Taśmowiec węglowy w Szczecinie. 82. — Most przeładunkowy w Hucie im. B. Bieruta. 84. — Wnioski. 86.

Napęd i sterowanie w osobowym transporcie pionowym. Z. Grunwald. 300.

Wstęp. 300. — Wyciąg pionowy. 301. — Przenośnik paciorkowy („pater-noster“). — Schody ruchome. 304. — Wnioski. 306. — Literatura. 306.



Zastosowanie hamowania dynamicznego do maszyn wyciągowych z asynchronicznym silnikiem napędowym. J. Kopecki. 18.

Wstęp. 18. — Hamowanie dynamiczne. 18. — Układ z wzbudzeniem zależnym od oporu w obwodzie wirnika. 20. — Układ z wzbudzeniem zależnym od prądu wirnika. 21. — Układ z wzbudzeniem zależnym od prędkości ruchu maszyny wyciągowej i oporu w obwodzie wirnika. 21. — Literatura. 22.

Napęd elektryczny w górnictwie węglowym. W. Gluziński. 68.

Wstęp. 68. — Urządzenia powierzchniowe. 68. — Urządzenia dołowe. 69. — Wnioski. 70.

Potrzeby hutnictwa w dziedzinie specjalnych maszyn elektrycznych. J. Kardaszewicz, W. Grzybowski. 71.

Wstęp. 71. — Silniki asynchroniczne. 71. — Silniki synchroniczne. 72. — Silniki prądu stałego. 73. — Urządzenia zasilające prądu stałego. 73. — Wzmocniacze maszynowe. 74. — Wyposażenie pomocnicze napędów. 74. — Wnioski. 74.

Maszyny i napędy elektryczne stosowane w przemyśle cukrowniczym. J. Browkin, J. C. Brodziak. 88.

Maszyny i napędy elektryczne w przemyśle chemicznym. E. Mokrosz. 88.

O krajową produkcję napędów maszyn papierniczych. H. Szrajer. 77.

Wstęp. 77. — Napęd wielosilnikowy papiernic. 77. — Napęd nawijarki. 80. — Napęd przewijarki. 81. — Regulacja elektronowa. 81. — Wnioski. 82. — Literatura. 82.

Zagadnienie doboru silników elektrycznych do napędu maszyn rolniczych. Z. Rybicki. 89.

Silniki elektryczne w obrabiarkach. A. Mysłkowski. 74.

Wstęp. 75. — Silniki napędu głównego. 75. — Silniki napędów pomocniczych. 76. — Silniczki sterownicze. 76. — Dezyderaty przemysłu obrabiarkowego. 77.

Krajowa konferencja w sprawie maszyn i napędów elektrycznych. Sprawozdanie z obrad w dniach 19—20 marca 1954 r. w Warszawie. 488.

Wstęp. 488. — Zagadnienia ogólne. 489. — Potrzeby różnych gałęzi przemysłu w dziedzinie silników elektrycznych. 490. — Zagadnienia napędu elektrycznego. 491.

## O

Ochrona urządzeń elektrycznych (ob. Przepięcia; Uziemienia; Zerowanie)

Zagadnienie ochrony ogromowej wiejskiej sieci elektrycznych. S. Lotoński. 118.

Automatyzacja pomiarów udarowych. J. Ranachowski, T. Łaś. 403.

Odgromniki (ob. Przepięcia)

O zmiennej oporności odgromników zaworowych. H. Łukomski. 288.

Wstęp. 288. — Zadanie i schemat działania opornika w odgromniku zaworowym. 288. — Z czego można by zbudować opornik o zmiennej oporności? 289. — Opornik z dwutlenku ołowiu. 289. — Odgromniki elektrolityczne. 290. — Wyzyskanie adsorpcji jonów. 290. — Odgromniki z płytkami porowatymi. 290. — Karborund odgromnikowy. 290. — Płytki karborundowe. 291. — Pętlica napięciowo-prądowa. 292. — Struktura płytek karborundowych. 292. — Płytki karborundowe bez bezwładności. 292. — Płytki karborundowe z bezwładnością. 293. — Hipoteza autora. 293. — Obciążalność płytek zmienno-oporowych karborundowych. 294. — Literatura. 295.

Odnaczenia państwowe dla członków SEP. 456.

Oleje izolacyjne (ob. Materiały izolacyjne)

Oszczędzanie energii elektrycznej

Potrzeba i obowiązek oszczędzania energii elektrycznej we wszystkich gałęziach gospodarki narodowej. B. Jaszczyk. 449.

Apel Krajowej Konferencji w sprawie wzmoczenia oszczędności energii elektrycznej w zakładach przemysłowych. 455.

Oświetlenie (ob. Światłówki)

## P

Piorunochrony

Zasady zwalczania isker wtórnych i porażen w urządzeniach piorunochronowych. S. Szpor. 7.

Wstęp. 7. — Mechanizm i obliczanie napięć indukcyjnych. 7. — Kojarzanie napięć indukcyjnych i uziemieniowych, obliczenia wytrzymałościowe. 9. — Przykład obliczeń. 11. — Wskazówki o przewodach odprowadzających. 11. — Wskazówki o uziemieniach i przedmiotach metalowych w ziemi. 12. — Wskazówki o przedmiotach metalowych nad ziemią. 14. — Niebezpieczeństwa w sąsiedztwie budynku. 14. — Koordynacja z instalacjami elektrycznymi przy stosowaniu uziemień osłonowych. 15. — Koordynacja z instalacjami elektrycznymi przy stosowaniu zerowania. 16. — Koordynacja z instalacjami telefonicznymi i radiofonicznymi. 17. — Literatura. 17.

Polska Akademia Nauk

Konferencja wyłącznikowa Polskiej Akademii Nauk (sprawozdanie z obrad w dniach 25—27 lutego 1954 r. w Warszawie). 345.

Konferencja naukowa elektrotechniki teoretycznej. 176.

Elektrycy w Polskiej Akademii Nauk. 456.

Porażenia elektryczne (ob. Piorunochrony)

Prądy zwarciove (ob. Analizatory)

Prostowniki

Transformatory prostownikowe. J. Świderski. 236. (Treść ob. Transformatory).

Przełączniki (ob. Zabezpieczenia)

Przemysł elektrotechniczny

Zadania przemysłu maszyn i aparatów elektrycznych w świetle uchwał IX Plenum KC PZPR. Z. Kopyczyński. 45.

Dotychczasowe osiągnięcia przemysłu elektrotechnicznego. 45. — Przemysł maszyn elektrycznych. 45. — Przemysł aparatów elektrycznych. 46. — Zagadnienie jakości produkcji. 46. — Baza techniczna przemysłu. 46. — Zadania przemysłu elektrotechnicznego. 46. — Maszyny elektryczne i transformatory. 47. — Aparatura wysokiego i niskiego napięcia oraz aparatura precyzyjna. 47. — Sprzęt instalacyjny. 47. — Zadania rozwojowe Instytutu Elektrotechniki. 48. — Zaopatrzenie przemysłu elektrotechnicznego. 48. — Kadr i postęp techniczny. 48.

Przemysł maszyn elektrycznych w Polsce Ludowej — osiągnięcia i zamierzenia. W. Herink, K. Morsztyn, J. Schmidt, J. Wieczorek. 51.

Wstęp. 51. — Maszyny prądu zmiennego. 52. — Maszyny prądu stałego. 54. — Zakończenie. 56.

Przemysł elektrotechniczny na Krajowej Wystawie Wynalazczości i Postępu Technicznego we Wrocławiu. K. Jędrzycki. 401.

Wtyczne rozwoju przemysłu silników elektrycznych na tle potrzeb ich użytkowników. W. Smoluchowski. 483. Główne cele krajowej konferencji w sprawie maszyn i napędów elektrycznych. 483. — Problemy dyskusyjne. 483. — Zakończenie. 487.

Podgrzewanie pastylek bakielitowych metodą promiennikowo-stykową. M. Kruszyński. 402.

Przepięcia

Przepięcia i ochrona przepięciowa (MKWSE, 1954). J. L. Jakubowski. 456.

Odgromniki. 456. — Przepięcia łączeniowe. 457. — Ochrona generatorów i transformatorów. 459. — Uziemienie punktu zerowego. 460. — Przewody odgromowe i uziomy słupów. 461. — Badania udarowe. 462. — Spis referatów. 463.

Przetwornice maszynowe

Potencjometryczne przetwornice częstotliwości („rotopoty“). J. Plebański. 280.

Zasada działania i rozwiązania konstrukcyjne. 280. — Sprawność przetwornic potencjometrycznych. 282. — Obliczanie maksymalnej sprawności układu. 282. — Konstrukcje. 284. — Zasilanie silników trójfazowych przez prądy modulowane. 285. — Zwiększanie i zmniejszanie częstotliwości. 285. — Wzmocnienie maszynowo-potencjometryczne. 286. — Sprężenie zwrotne (obniżanie prędkości obrotowej i jej stabilizacja). 286. — Osiągnięcia praktyczne. 287. — Uwagi końcowe. 288. — Literatura. 288.

Przewody elektryczne (ob. Elektryfikacja rolnictwa; Instalacje przemysłowe; Zerowanie)

Obładowanie przewodów elektrycznych. W. Demel. 502.

Wstęp. 502. — Rodzaje obładowania i przyczyny ich powstawania. 502. — Sposób uwzględniania obładowania w różnych przepisach budowy linii. 504. — Uwzględnianie obładowania przy projektowaniu linii. 505. — Konstrukcyjne sposoby zapobiegania skutkom obładowania. 508. — Wnioski. 508. — Literatura. 509.

Przrządy rozdzielcze (ob. Wyłączniki)

## R

Rentgenotechnika

Introwizor — aparat rentgenowski do lokalizacji ciał obcych. J. Domanus. 308.

Sprężony gaz jako izolacja wysokonapięciowa. J. Domanus. 404.

Rototrole (ob. Wzmocniacze)

Rozdzielnie

Typizacja celek rozdzielni 6-kilowoltowych. W. Zarębski. 27.

Wstęp. 27. — Uwagi o przyjętych schematach i rozwiązaniach. 28. — Sposób korzystania z opracowania typowych celek 6-kilowoltowych. 28. — Opis typów celek. 28. — Kierunki dalszych prac nad typizacją celek 6-kilowoltowych. 30.

Typizacja pól 6-kilowoltowych rozdzielni elektrowniowych. A. Keyha. 425.

Wstęp. 425. — Założenia przyjęte przy wykonaniu projektu. 425. — Charakterystyka poszczególnych typów celek i ich przeznaczenie. 426. — Aparatura i wykonanie. 427. — Sposób korzystania z opracowania. 430.

Doświadczenia z eksploatacji urządzeń rozdzielni wysokiego napięcia w przemyśle hutniczym. E. Matula. 330. (Treść ob. Wyłączniki).

Uwagi o uziemieniach roboczych i ochronnych w rozdzielniach najwyższych napięć. Z. Skrypko. 253. (Treść ob. Uziemienia).

### Równoległa praca

Badanie stateczności współpracy równoległej w stanie nieustalonym w układzie sprowadzonym do układu dwumaszynowego. K. Przanowski. 409.

Wstęp. 409. — Teoria współpracy dwóch maszyn synchronicznych. 410. — Współpraca dwóch maszyn o skończonej mocy. 416. — Przykłady badania równowagi dynamicznej. 417. — Literatura. 419.

## S

**Samoczynne ponowne załączanie** (ob. Automatyka)

**Samoczynne załączanie rezerw** (ob. Automatyka)

**Sieci elektryczne** (ob. Przewody elektryczne; Linie elektryczne; Stacje transformatorowe)

Wytyczne projektowania sieci miejskich niskiego napięcia. C. Mejro. 464.

Wstęp. 464. — Wymagania stawiane sieci. 464. — Założenia projektowe. 464. — Obliczanie sieci. 467. — Zakończenie. 467.

Wskazówki projektowania miejskich sieci średnich napięć. T. Kahl. 468.

Wstęp. 468. — Układy rozdzielczej sieci kablowej średniego napięcia. 468. — Układy kablowej sieci zasilającej. 469. — Układy sieci napowietrznych. 470. — Napięcia. 470. — Moce zwarcia. 471. — Uwagi do projektowania miejskich sieci średnich napięć. 472.

Układy zasilania miejskich sieci zamkniętych kratowych niskiego napięcia. Z. Gawecki. 473.

Wstęp. 473. — Pewność ruchu. 473. — Warunki zwarcia. 475. — Warunki napięcia. 476. — Przykłady zasilania sieci zamkniętej kratowej niskiego napięcia. 476. — Wnioski. 480. — Literatura. 480.

Uziemienie punktu zerowego w miejskich sieciach kablowych. W. Michalak. 480. (Treść ob. Uziemienia).

Zagadnienie stosowania linek stalowych w rozdzielczych sieciach wiejskich. S. Krakowiak. 98. (Treść ob. Elektryfikacja rolnictwa).

Zagadnienie ochrony ogromowej wiejskich sieci elektrycznych. S. Lotoński. 118.

Wytyczne typowego wykonawstwa robót przy elektryfikacji rolnictwa. S. Krakowiak. 121. (Treść ob. Elektryfikacja rolnictwa).

Układy przesyłowe o napięciach ponad 220 kV (MKWSE, 1952). W. Szumilin. 158.

Uwagi ogólne. 158. — Sieć na 275/300 kV. 159. — Sieć na 315/330 kV. 162. — Rozbudowa szwedzkiej sieci na 380 kV. 165. — Spis referatów. 168.

Zagadnienia wyłącznikowe (MKWSE, 1952). R. Skarżyński. 34. (Treść ob. Wyłączniki).

Teoria grup układów połączeń w transformatorach trójfazowych. A. Wendorff. 523. (Treść ob. Transformatory).

**Silniki elektryczne** (ob. Maszyny elektryczne; Napędy elektryczne; Przemysł elektrotechniczny)

### Słownictwo

O nomenklaturze stosowanej w dziedzinie elektryfikacji rolnictwa. S. K. 125.

### Słupy elektryczne

Słupy strunobetonowe. B. Mayzel. 146.

Istota betonu strunowego. 146. — Założenia gospodarcze i techniczne i opis projektu słupów strunobetonowych. 146. — Wykonanie i badania słupów. 150.

Podstawy techniczno-ekonomiczne stosowania słupów strunobetonowych do budowy linii wysokiego napięcia. E. Domański. 151.

Ocena techniczna. 151. — Ocena gospodarcza. 152. — Wnioski. 153.

### Spajanie

Spajanie na zimno w elektrotechnice. C. Niewiadomski i M. Olszewski. 183.

Istota spajania na zimno. 183. — Zasady teoretyczne spajania na zimno. 183. — Materiały specjalne na zimno i własności spoin. 184. — Rodzaje spajania na zimno. 185. — Narzędzia do spajania na zimno. 185. — Zastosowanie spajania na zimno w elektrotechnice. 187. — Literatura. 190.

**Sprzęt instalacyjny** (ob. Przemysł elektrotechniczny)

**Stacje transformatorowe** (ob. Elektryfikacja rolnictwa)

Miejskie stacje transformatorowe. J. Rydlewicz. 395.

Rozwój typizacji stacji miejskich. 395. — Celki na 6 i 15 kV. 395. — Komory transformatorowe. 398. — Rozdzielnie niskiego napięcia. 399. — Budynek stacyjny. 399. — Zamierzenia na przyszłość. 400.

Stacje transformatorowe na 220 kV. S. Gołębiowski, Z. Nartowski. 387.

Wstęp. 387. — Schemat. 387. — Aparatura na 220 kV (wyłączniki, odłączniki, przekładniki, odgromniki). 387. — Transformatory.

389. — Stanowiska transformatorów. 390. — Izolacja i przewody. 390. — Konstrukcja rozdzielni. 390. — Ochrona odgromnika i uziemienia. 391. — Nastawnia. Zabezpieczenia. 391. — Potrzeby własne. 392. — Urządzenia telefoniczne. 392. — Kompensatory. 392. Roboty budowlano-inżynierskie. 393. — Instalacja sprężonego powietrza. 393. — Urządzenia pomocnicze. 393. — Wskaźniki gospodarcze rozdzielni 220-kilowoltowych. 393.

### Statystyka matematyczna

O zastosowaniu statystyki matematycznej do zagadnień produkcji przemysłowej i miernictwa technicznego. H. Steinhaus. 5.

### Stowarzyszenie Elektryków Polskich

Sprawozdanie z działalności oddziałów SEP w I półroczu 1954 r. 446.

Wstęp. 446. — Członkowie SEP. 447. — Odczyty. 448.

Sprawozdanie z działalności oddziałów SEP w III kwartale 1954 r. 532.

Z działalności Oddziału Warszawskiego SEP. 533.

Odnaczenia państwowe dla członków SEP. 456.

### Styki

Spiekane materiały złożone na styki elektryczne. B. Zacharzewski. 210. (Treść ob. Materiały przewodzące).

Mechaniczne dane znamionowe styków łączników przemysłowych. Z. Woynarowski. 254.

Wstęp. 254. — Cechy charakterystyczne i podział mechanicznych danych znamionowych styków. 254. — Wnioski. 257. — Literatura. 257.

### Szkołnictwo

Konferencja wyłącznikowa Polskiej Akademii Nauk. 354.

Zagadnienia rozwojowe napędu elektrycznego. J. Lando. 49. (Treść ob. Napęd elektryczny).

Szkołnictwo w zakresie zagadnień związanych z wyłącznikami wielkiej mocy. J. Brojan. 343.

## Ś

### Świetlówki

Zjawiska wewnątrz świetlówki. L. Berson. 509.

Ogólna charakterystyka pracy świetlówki. 509. — Mechanizm wychodzenia elektronów z katody. 509. — Przejście prądu przez słup dodatni. 511. — Rola jonizacji. 511. — Zderzenia w obszarze słupa dodatniego. 512. — Bilans energetyczny świetlówki. 512. — Wpływ wahań i pulsowania parametrów na zjawiska wewnątrz świetlówki. 513. — Literatura. 513.

Świetlówki elektronowe. L. Berson. 257.

Badania współczynnika szczytu krzywej prądu świetlówki w zależności od własności dławika. L. B. 219.

Współczynnik szczytu krzywej prądu. 219. — Cel badania. 219. — Pomiar. 220. — Wnioski. 220.

### Święto pracy

1 maja — święto pracy. 177.

## T

### Trakcja elektryczna

Zagadnienia wyłączników szybkich prądu stałego w trakcji elektrycznej. Z. Figurzyński. 339.

Przewód do traktorów elektrycznych. K. Kolbiński. 120.

**Transformatory** (ob. Materiały izolacyjne)

Zadania przemysłu maszyn i aparatów elektrycznych w świetle uchwał IX Plenum KC PZPR. Z. Kopyński. 45. (Treść ob. Przemysł elektrotechniczny).

Transformatory prostownikowe. J. Świderski. 236.

Wstęp. 236. — Klasyfikacja podstawowa układów prostowniczych. 236. — Praca transformatora prostownikowego w układzie jednokierunkowym. 236. — Harmoniczne w prądzie pierwotnym. 238. — Napięcie wyprostowane. 238. — Wpływ harmonicznych w prądzie pierwotnym transformatora na współczynnik mocy zespołu prostowniczego. 238. — Ogólna ocena układów 6- i 12-fazowych z punktu widzenia udziału harmonicznych. 239. — Klasyfikacja układów prostowniczych z punktu widzenia równowagi magnetycznej w rdzeniu transformatora. 240. — Krótki przegląd najbardziej rozpowszechnionych układów jednokierunkowych 6- i 12-fazowych. 240. — Zagadnienia konstrukcyjne w transformatorach prostownikowych. 242. — Moc znamionowa i moc typowa transformatora. 243. — Produkcja krajowa transformatorów prostownikowych. 244. — Literatura. 244.

Transformatory jednofazowe dla sieci o małej gęstości obciążenia. N. P. Stiepanow. (Cz.) 130.

Urządzenie do klasyfikacji jakości blach transformatorowych. A. Winter, J. Gäbler. 244.

Teoria grup układów połączeń w transformatorach trójfazowych. A. Wendorff. 523.

Transformator. 523. — Grupy połączeń transformatorów trójfazowych. 525. — Wnioski ogólne. 526. — Założenia dodatkowe. 527. — Przyłączanie transformatora do sieci. 528. — Łączenie transformatora z odwróceniem kolejności faz. 530. — Praca równoległa transformatorów w sieci dwunapięciowej. 531. — Sieć trzynapięciowa. 531. — Wyniki powyższych rozważań. 532.

O przyczynach uszkodzeń transformatorowych izolatorów przepustowych do 30 kV. J. R. 174.



**Turbiny parowe**

Przystosowanie turbin kondensacyjnych do pracy ciepłowniczej. A. Heine, 270. (Treść ob. Ciepłownictwo).

**Turbiny wodne**

Nowoczesne kierunki w konstrukcji turbin wodnych europejskich. G. A. Bovet. (Cz.). 259.

**U****Uchwały IX Plenum KC PZPR**

Zadania energetyki w świetle uchwał i wytycznych IX Plenum KC PZPR. B. Jaszczyk. 1. (Treść ob. Energetyka).  
Zadania przemysłu maszyn i aparatów elektrycznych w świetle uchwał IX Plenum KC PZPR. Z. Kopczyński. 45. (Treść ob. Przemysł elektrotechniczny).  
Elektryfikacja rolnictwa w świetle uchwał IX Plenum KC PZPR. J. Dąb-Kocioł. 93.

**Układy elektroenergetyczne**

Krajowy układ elektroenergetyczny. W. Ney. 295.  
Odbiorcy energii. 295. — Struktura i dynamika bilansu energetycznego. 296. — Układ elektroenergetyczny. 297. — Wnioski. 299. — Literatura. 300.  
Układy przesyłowe o napięciach ponad 220 kV (MKWSE, 1952). W. Szumilin. 158. (Treść ob. Sieci elektryczne).

**Uziemienia**

Przepięcia i ochrona przepięciowa (MKWSE, 1954). J. L. Jakubowski. 456. (Treść ob. Przepięcia).  
Uwagi o uziemieniach roboczych i ochronnych w rozdzielniach najwyższych napięć. Z. Skrypko. 253.  
Wstęp. 253. — Uziemienie siatkowe. 253. — Uziemienie konturowe. 254. — Zabezpieczenia. 254. — Wnioski. 254.  
Uziemienie punktu zerowego w miejskich sieciach kablowych. W. Michalak. 480.  
Wstęp. 480. — Przepięcia. 480. — Prądy zwarcowe i ich skutki. 482. — Wybór układu połączeń transformatorów. 483.

**W**

Wskazania Bolesława Bieruła dla świata pracy. 221.

Wydawnictwa nadesłane. 91. 132. 176. 218. 401. 534.

**Wyłączniki**

Próby zwarcowe przyrządów rozdzielczych produkcji krajowej w 1953 r. A. Myślicki. 312.  
Wstęp. 312. — Wyłączniki pełnoolejowe — 10 kV, 400 A, W 141. — 312. — Wyłączniki małoolejowe — 6 kV, 600 A, 200 WVA, typ WMG. 318. — Wyłączniki powietrzne — 10 kV, 1000 A, typ 1075. 320. — Przerastające wyłączniki pełnoolejowe zmodernizowane przez wbudowanie komór gaszących. 320. — Odlączniki mocy — 10 kV, 200 A, typ 1031 (bez bezpieczników). 322. — Przekładniki prądowe. 322. — Bezpieczniki wielkiej mocy do 500 V prądu zmiennego. 322. — Wyłączniki samoczynne niskonapięciowe typu WSS. 200 A, 500 V. 324. — Wyłączniki samoczynne niskonapięciowe ATK 1500 A, 500 V. 321. — Wyłączniki samoczynne niskonapięciowe typu APU 400—600—1000 A. 328.

Zagadnienia asortymentu i jakości łączników produkcji krajowej. S. Knothe. 334.

Wstęp. 334. — Zagadnienie asortymentu. 334. — Biura konstrukcyjne. 334. — Jakość konstrukcji produkowanych łączników. 336. — Jakość wyrobu. 337. — Wnioski. 338.

Zagadnienia wyłączników szybkich prądu stałego w trakcji elektrycznej. Z. Figurzyński. 339.

Zagadnienia metod badawczych w dziedzinie łączników. A. Myślicki. 341.

Potrzeba ośrodków badawczych i ich zadania. 341. — Analiza materiałów zawartych w artykułach dyskusyjnych. 341.

Doświadczenia z eksploatacji urządzeń rozdzielni wysokiego napięcia w przemyśle hutniczym. E. Matula. 330.  
Wstęp. 330. — Doświadczenia z eksploatacji wyłączników poszczególnych typów. 330. — Inne elementy rozdzielni wysokiego napięcia. 333. — Wnioski. 334.

Szkolnictwo w zakresie zagadnień związanych z wyłącznikami wielkiej mocy. J. Brojan. 343.

Konferencja wyłącznikowa Polskiej Akademii Nauk (sprawozdanie z obrad w dniach 25—27 lutego 1954 r. w Warszawie). 345.

Organizacja Konferencji. 345. — Otwarcie konferencji przez przewodniczącego prof. dra J. L. Jakubowskiego. 345. — Dyskusja nad referatami. Cz. I (25.II.54). 345. — Dyskusja nad referatami. Cz. II (26.II.54). 350. — Dyskusja nad referatami. Cz. III (27.II.54). 351. — Uchwały i zamknięcie konferencji. 358.

Zagadnienia wyłącznikowe (MKWSE, 1952). R. Skarżyński. 34.

Wstęp. 34. — Współczynnik amplitudy i szybkość wzrostu napięcia powrotnego w sieciach i zwarciołach. 34. — Konstrukcja wyłączników wysokiego napięcia i ich próby zwarcowe. 42. — Wykaz referatów. 44.

Mechaniczne dane znamionowe styków łączników przemysłowych. Z. Woynarowski. 254. (Treść ob. Styki).

Wyniki prób wyłączników szybkich WAB 600/6. J. N. 263.

Podgrzewanie pastylek bakielitowych metodą promiennikowo-stykową. M. Kruszyński. 402.

**Wystawy**

Przemysł elektrotechniczny na Krajowej Wystawie Wynalazczości i Postępu Technicznego we Wrocławiu. K. Jędrzycki. 401.

Krajowa Wystawa Wynalazczości i Postępu Technicznego we Wrocławiu. A. Maison i Z. Łagodziński. 518.

**Wzmocniacze**

Zastosowanie wzmacniaczy elektromaszynowych w układach napędowych. W. Pełczewski. 60. (Treść ob. Napędy elektryczne).

Zasada działania rototrola jednostopniowego. W. Pełczewski. 135.

Wstęp. 135. — Rototrol jednostopniowy z uzwojeniem bocznikowym. 135. — Rototrol jednostopniowy z uzwojeniem szeregowym. 137. — Porównanie rototrolu jednostopniowych. 138. — Uwagi o zastosowaniach oraz możliwości uzyskania w jednym rototrolu większej liczby stopni wzmacnienia. 140. — Literatura. 141.

Potrzeby hutnictwa w dziedzinie specjalnych maszyn elektrycznych. J. Kardaszewicz, W. Grzybowski. 71. (Treść ob. Napędy elektryczne).

**Wzorce elektromagnetyczne**

Podstawowe jednostki i wzorce elektromagnetyczne. H. Działlik. 196. (Treść ob. Jednostki elektromagnetyczne).

**Z****Zabezpieczenia (ob. Uziemienia)**

Zabezpieczenia przekątnikowe w energetyce. J. Telesiński. 272.

Wstęp. 272. — Kadry. 272. — Laboratoria. 272. — Sprzęt. 273. — Dokumentacja techniczna. 273. — Obwody wtórne. 273. — Zabezpieczenia prądnic. 273. — Zabezpieczenia transformatorów. 274. — Zabezpieczenia linii. 274. — Zabezpieczenia silników. 274. — Zabezpieczenia szyn zbiorczych. 275. — Ogólne wytyczne na przyszłość. 275.

Zagadnienie projektowania zabezpieczeń przekątnikowych i urządzeń automatyki sieci 220-kilowoltowej. T. Ejsmond. 495.

Projektowanie zabezpieczeń linii. 495. — Koncepcja zabezpieczeń sieci. 496. — Założenia do projektowania koncepcji zabezpieczeń linii. 496. — Zabezpieczenia transformatorów i szyn. 497. — Wnioski. 497. — Literatura. 497.

**Zaśmienie słońca**

Przebieg natężenia oświetlenia dziennego w czasie całkowitego zaśmienia słońca w dn. 30.VI.1954 r. T. O. 535.

**Zerowanie**

Zerowanie w urządzeniach elektrycznych. S. Bładowski. 200.

Wstęp. 200. — Działanie ochrony przez zerowanie. 200. — Charakterystyki zabezpieczeń zwarcowych i warunki samowylączania. 201. — Niedziałanie ochrony zwarcowej. 202. — Skuteczność stosowania zwiększonego przekroju przewodu zerowego. 202. — Skuteczność uziemienia przewodu zerowego na obu końcach linii. 202. — Wpływ uziemień innych przewodów zerowych. 203. — Wpływ wielokrotnych uziemień przewodu zerowego i przewodów zerujących. 204. — Przerwa w przewodzie zerowym. 204. — Ocena ochrony przez zerowanie. 206. — Zasady wykonania zerowania według projektu PN/E-8005. — Wnioski. 208.

**ZSRR**

Postępy w rozwoju elektroenergetyki radzieckiej w ramach piętego pięcioletniego planu ZSRR (1951—55). 405.

Wstęp. 405. — Wykonanie państwowych planów gospodarczych Związku Radzieckiego w dziedzinie elektroenergetyki i innych przemysłów w roku 1953 i w pierwszej połowie roku 1954. 405. — Poprawa wskaźników techniczno-gospodarczych w siłowniach radzieckich. 406. — Drogi postępu technicznego w elektroenergetyce radzieckiej. 407. — Wyzyskanie energii atomowej do celów elektroenergetycznych. 408. — Dalszy rozwój elektryfikacji rolnictwa radzieckiego. 408.

**Zwarcia (ob. Analizatory)****Zwarciołowne**

Próby zwarcowe przyrządów rozdzielczych produkcji krajowej w 1953 r. A. Myślicki. 312. (Treść ob. Wyłączniki).

Problemy zwarciołowni prądu stałego. J. Nasiłowski, W. Seruga. 440.

Wstęp. 440. — Obecny stan zagadnienia. 440. — Wymagania ogólne. 440. — Typy zwarciołowni prądu stałego. 441. — Zwarciołownia zastępcza o obniżonej częstotliwości prądu zmiennego. 441. — Zwarciołownia zastępcza eksploatacyjna. 442. — Zwarciołownia zastępcza wzbudnicowa. 443. — Zwarciołownia generatorowa. 443. — Zwarciołownia prostownikowa. 445. — Zwarciołownia prostownikowa sieciowa. 445. — Wybór typu zwarciołowni. 445. — Urządzenia dodatkowe. 446. — Środki bezpieczeństwa. 446. — Zagadnienia budowlane. 446.

Zagadnienia wyłącznikowe (MKWSE, 1952). R. Skarżyński. 34. (Treść ob. Wyłączniki).

Zwisy (ob. Linie elektryczne)

## SKOROWIDZ AUTORÓW

- A n d r z e j e w s k i S. Typowy projekt wstępny elektrociepłowni przemysłowej. 364.
- A n d r z e j e w s k i S. i S k u p i n J. Nowoczesna elektrociepłownia przemysłowa. 266.
- B e r s o n L. Światłówki elektronowe. 257.
- Zjawiska zewnętrzne światłówek. 509.
- B ł a d o w s k i S. Zerowanie w urządzeniach elektrycznych. 200.
- B o v e t G. A. Nowoczesne kierunki w konstrukcji turbin wodnych europejskich. 259.
- B r o j a n J. Szkolnictwo w zakresie zagadnień związanych z wyłącznikami wielkiej mocy. 343.
- B r o w k i n J. i B r o d z i a k J. C. Maszyny i napędy elektryczne stosowane w przemyśle cukrowniczym. 88.
- C h w a l i b ó g J., D e m e l W., W i l k Z. i Z m u d z i ń s k i Z. Typowe linie elektroenergetyczne na 110 kV. 381.
- D a b - K o c i o ł J. Elektryfikacja rolnictwa w świetle uchwał IX Plenum KC PZPR. 93.
- D e m e l W. Wzrost zwińsów linii elektrycznych wskutek trwałego wydłużenia przewodów. 227.
- Obładowanie przewodów elektrycznych. 502.
- D o m a n u s J. Introwizor — aparat rentgenowski do lokalizacji ciał obcych. 308.
- Sprężony gaz jako izolacja wysokonapięciowa. 404.
- D o m a ń s k i E. Podstawy techniczno-ekonomiczne stosowania słupów strunobetonowych do budowy linii wysokiego napięcia. 151.
- D r y z e k T. i M a n d e l J. Pięć lat działalności biur projektowych Ministerstwa Energetyki. 361.
- D u b i c k i B. Uzupełnienia faliste nieprawidłowe. 497.
- D z i a t l i k H. Podstawowe jednostki i wzorce elektromagnetyczne. 196.
- E j s m o n d T. Zagadnienie projektowania zabezpieczeń przekąźnikowych i urządzeń automatyki sieci 220-kilowoltowej. 495.
- F i g u r z y ń s k i Z. Zagadnienia wyłączników szybkich prądu stałego w trakcji elektrycznej. 339.
- G a w e c k i Z. Układy zasilania miejskich sieci zamkniętych krętowych niskiego napięcia. 473.
- G ł u z i ń s k i W. Napęd elektryczny w górnictwie węglowym. 68.
- G o ł e b i o w s k i S. i N a r t o w s k i Z. Stacje transformatorowe na 220 kV. 387.
- G r u n w a l d Z. Napędy elektryczne urządzeń dźwigowych. 82.
- Napęd sterowanie w osobowym transporcie pionowym. 300.
- H e i n e A. Przystosowanie turbin kondensacyjnych do pracy ciepłowniczej. 270.
- H e l l m a n n W. Zasady projektowania urządzeń elektrycznych w elektrowniach wodnych, przewidzianych do realizacji w warunkach polskich. 153.
- Zasady projektowania automatyzacji elektrowni wodnych. 230.
- H e r i n k W., M o r s z t y n K., S c h m i d t J. i W i e c z o r e k J. Przemysł maszyn elektrycznych w Polsce Ludowej. 51.
- J a k u b o w s k i J. L. Dziesięciolecie Instytutu Elektrotechniki. 309.
- Przecięcia i ochrona przecięcia (MKWSE, 1954). 456.
- Właściwe zadania, formy organizacyjne i metody pracy instytutów naukowo-badawczych. 493.
- J a s z c z u k B. Zadania energetyki w świetle uchwał i wytycznych IX Plenum KC PZPR. 1.
- Potrzeba i obowiązki oszczędzania energii elektrycznej we wszystkich gałęziach gospodarki narodowej. 449.
- J e d r z y c k o K. Przemysł elektrotechniczny na Krajowej Wystawie Wynalazczości i Postępu Technicznego we Wrocławiu. 401.
- J u n g Z. Rozwój elektryfikacji wsi w Polsce. 94.
- K a g a n o w i E. Zastosowanie elektroniki w przemyśle. 170.
- K a h l T. Wskazówki projektowania miejskich sieci średnich napięć. 468.
- K a r d a s z e w i c z J. i G r z y b o w s k i W. Potrzeby hutnictwa w dziedzinie specjalnych maszyn elektrycznych. 71.
- K e y h a A. Typizacja pól 6-kilowoltowych rozdzielni elektrowni. 425.
- K n o t h e S. Zagadnienia asortymentu i jakości łączników produkcji krajowej. 334.
- K o l b i ń s k i K. Przewód do traktorów elektrycznych. 120.
- K o ń c z y k o w s k i S. Analiza niesymetrii indukcyjnej linii trójfazowych o niesymetrycznym układzie przewodów. 222.
- Analiza niesymetrii pojemnościowej linii napowietrznych trójfazowych. 434.
- K o p c z y ń s k i Z. Zadania przemysłu maszyn i aparatów elektrycznych w świetle uchwał IX Plenum KC PZPR. 45.
- K o p e c k i J. Zastosowanie hamowania dynamicznego do maszyn wyciągowych z asynchronicznym silnikiem napędowym. 18.
- K r a k o w i a k S. Zagadnienie stosowania linek stalowych w rozdzielnicach sieciach wiejskich. 98.
- Wytyczne typowego wykonawstwa robót przy elektryfikacji rolnictwa. 121.
- K r a k o w i a k S. i K o z ł o w s k i S. Znornalizowana wiejska stacja transformatorowa. 106.
- K r u s z y ń s k i M. Podgrzewanie pastylek bakielitowych metodą promiennikowo-stykowa. 402.
- L a n d o J. Zagadnienia rozwojowe napędu elektrycznego. 49.
- L e r g e t p o r a A. i R e i c h O. Schematy zastępcze części układów elektroenergetycznych do obliczania prądów zwarciowych na analizatorze prądu stałego. 306.
- L o t o ń s k i S. Zagadnienie ochrony odgromowej wiejskich sieci elektrycznych. 118.
- L u t y ń s k i J. Zasilanie elektrofiltrów. 141.
- Ł u k o m s k i H. O zmiennej oporności odgromników zaworowych. 288.
- M a i s o n A., Ł a g o d z i ń s k i Z. Krajowa wystawa wynalazczości i postępu technicznego. 518.
- M a k o w i e c k i A. Automatyka energetyczna w Polsce w r. 1953 i warunki jej dalszego rozwoju. 276.
- M a r y a ń s k i T. Problemy rozwojowe modernizacji kotłów parowych. 393.
- M a t u ł a E. Doświadczenia z eksploatacji urządzeń rozdzielni wysokiego napięcia w przemyśle hutniczym. 330.
- M a y z e l B. Słupy strunobetonowe. 146.
- M a z u r M. Nowe idee w elektrotermii. 169.
- M e j r o C. Wytyczne projektowania sieci miejskich niskiego napięcia. 464.
- M i c h a ł a k W. Uziemienie punktu zerowego w miejskich sieciach kablowych. 480.
- M o k r o s z E. Maszyny i napędy elektryczne w przemyśle chemicznym. 88.
- M o r z y c k a A. Elektryfikacja rolnictwa w pracach międzynarodowych. 123.
- M r o c z k o w s k i Z. Samorozruch silników potrzeb własnych w elektrowniach parowych. 245.
- Układy przekąźnikowe urządzeń samoczynnego załączania rezerwy w sieciach potrzeb własnych elektrowni parowych. 514.
- M r o c z k o w s k i Z. i F r a n k T. Kompozycja głównego budynku elektrowni z turbozespolami po 50 MW. 178.
- M y s t k o w s k i A. Silniki elektryczne w obrabiarkach. 74.
- M y ś l i c k i A. Próby zwarciowe przyrządów rozdzielczych produkcji krajowej w 1953 r. 312.
- Zagadnienia metod badawczych w dziedzinie łączników. 341.
- N a s i ł o w s k i J. i S e r u g a W. Problemy zwarciowni prądu stałego. 440.
- N e y W. Krajowy układ elektroenergetyczny. 295.
- N i e w i a d o m s k i C. i O ł s z e w s k i M. Spajanie na zimno w elektrotechnice. 183.
- P e ł c z e w s k i W. Zastosowanie wzmacniaczy elektromaszynowych w układach napędowych. 60.
- Zasada działania rototrola jednostopniowego. 135.
- P ł e b a ń s k i J. Potencjometryczne przetwornice częstotliwości („rotopoty”). 280.
- P r z a n o w s k i K. Badanie stateczności współpracy równoległej w stanie nieustalonym w układzie sprowadzonym do układu dwumaszynowego. 409.
- R a n a c h o w s k i J. i Ł a ś T. Automatyzacja pomiarów udarowych. 403.
- R o m e r E. i R o s n e r W. Magnetyczne analizatory zawartości tlenu w gazach. 22.
- R o z e n b e j n S. Pierwsze polskie elektrownie na niskogatunkowym paliwie miejscowym. 377.
- R y b i c k i Z. Zagadnienie doboru silników elektrycznych do napędu maszyn rolniczych. 89.
- R y d l e w i c z J. Miejskie stacje transformatorowe. 395.
- S c h m i d t J. Szereg mocy w nowoczesnych seriach maszyn prądu zmiennego. 56.
- S c h w a r t z T. Nowe zastosowanie grzejnictwa pojemnościowego (przeróbka tytoniu). 208.
- S i c i ń s k i Z. i B i l l i R. Zastosowanie pomiaru stratności dielektrycznej w praktyce produkcyjno-eksploatacyjnej mineralnych olejów transformatorowych. 190.
- S k a r ż y ń s k i R. Zagadnienia wyłącznikowe (MKWSE, 1952). 34.
- S k o w r o ń s k i J. I. Izolatory i materiały izolacyjne (MKWSE, 1952). 126.
- S k r y p k o Z. Uwagi o uziemieniach roboczych i ochronnych w rozdzielnicach najwyższych napięć. 253.
- S m o ł u c h o w s k i W. Organizacja projektowania złożonych układów napędowych. 90.
- Wytyczne rozwoju przemysłu silników elektrycznych na tle potrzeb ich użytkowników. 483.
- S o w i ń s k i M. Projektowanie dużych elektrociepłowni miejskich. 369.
- S t e i n h a u s H. O zastosowaniu statystyki matematycznej od zagadnień produkcji przemysłowej i miernictwa technicznego. 5.
- S t e u e r m a r k W. Projektowanie organizacji budowy siłowni ciepłych. 431.
- S t e p i e ń H. i P o ł a k o w I. Rozwój ciepłownictwa w Polsce. 420.
- S t i e p a n o w N. P. Transformatory jednofazowe dla sieci o małej gęstości obciążenia. 130.
- S t r a s z e w s k i A. Zakład maszyn i napędów elektrycznych Instytutu Elektrotechniki. 89.
- S z k ł a r s k i L. Prace naukowe dotyczące nowych typów napędów, wykonane w ZEUG AGH. 66.
- S z p o r S. Zasady zwalczania iskier wtórnych i porażen w urządzeniach piorunochronowych. 7.
- S z r a j e r H. O krajową produkcję napędów maszyn papierniczych. 77.
- S z u m i l i n W. Układy przesyłowe o napięciach ponad 220 kV (MKWSE, 1952). 158.
- S w i d e r s k i J. Transformatory prostownikowe. 236.
- T e l e s i ń s k i J. Zabezpieczenia przekąźnikowe w energetyce. 272.
- W e n d o r f f A. Teoria grup układów połączeń w transformatorach trójfazowych. 523.
- W e r n e r W. (ob. Wiśniewski R., Werner W. i Czagaćbanian H.).
- W h i t e H. J. Impulsowe zasilanie elektrofiltrów. 173.
- W i e s e n a c k G. Elektrownia na ciśnienie ponadkrytyczne. 492.
- W i n t e r A. i G ä b l e r J. Urządzenie do klasyfikacji jakości blach transformatorowych. 244.
- W i ś n i e w s k i R., W e r n e r W. i C z a g a c b a n i a n H. Przewody szynowe w siłowych instalacjach przemysłowych. 31.
- W o y n a r o w s k i Z. Mechaniczne dane znamionowe styków łączników przemysłowych. 254.
- Z a c h a r z e w s k i B. Spiekane materiały złożone na styki elektryczne. 210.
- Z a r e b s k i W. Typizacja celek rozdzielni 6-kilowoltowych. 27.
- Z d r a l e w i c z M. Wiejskie elektrownie wodne w Polsce. 116.



# PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

ORGAN

MINISTERSTWA ENERGETYKI, MINISTERSTWA PRZEMYSŁU MASZYNOWEGO,  
STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH

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

Rok XXX

Warszawa, 21 stycznia 1954 r.



Zeszyt 1

MGR INŻ. B. JASZCZUK  
Minister Energetyki

## Zadania energetyki w świetle uchwał i wytycznych IX Plenum KC PZPR

Masy pracujące całego kraju realizują wytyczne IX Plenum KC naszej Partii. Załogi zakładów przemysłowych, pracownicy PGR, członkowie spółdzielni produkcyjnych, chłopcy pracujący, pracownicy handlu i zaopatrzenia, administracji państwowej i gospodarczej, członkowie naszej Partii i bezpartyjni — podejmują zobowiązania, aby na II Zjeździe Partii zameldować o dalszych osiągnięciach.

Na czym polega znaczenie IX Plenum? Na co Plenum kieruje uwagę, ofiarność i wysiłek mas pracujących? Jakże stawia nowe zadania?

IX Plenum w referacie tow. Bieruta oraz tezach gospodarczych i rolnych podsumowało bilans 9 lat Polski Ludowej, w szczególności bilans 4 lat wykonania planu 6-letniego, nakreśliło zadania na najbliższą przyszłość. Wykonanie tych zadań zabezpieczy wzrost produkcji rolniczej i artykułów szerokiego spożycia, spowoduje szybszy wzrost stopy życiowej mas ludowych.

IX Plenum nakreśliło polityczne zadania w dziedzinie dalszego umocnienia sojuszu robotniczo-chłopskiego, skierowało uwagę Partii i władzy ludowej na coraz lepsze zaspokajanie potrzeb ludności.

### DOTYCHCZASOWE OSIĄGNIĘCIA POLSKI LUDOWEJ

#### 1. Uprzemysłowienie kraju w ogóle.

Podstawowym osiągnięciem mas pracujących, które pod kierownictwem naszej Partii budują ustrój socjalistyczny, są wyniki w uprzemysłowieniu kraju. Produkcja przemysłowa wzrosła w 1953 r. w stosunku do 1938 r. 3,6 razy, a w okresie 4 lat planu 6-letniego przeszło 2-krotnie. Przed wojną byliśmy krajem zafanym, znajdowaliśmy się pod względem uprzemysłowienia na szarym końcu w Europie. Obecnie jesteśmy na 5 miejscu wśród krajów produkujących Europy.

Nastąpiły poważne przesunięcia w strukturze klasowej ludności. Poważnie wzrosła klasa robotnicza, przodująca klasa naszego narodu.

Dzięki nowej technice, rozwojowi racjonalizacji, stałemu wzrostowi kwalifikacji zawodowych i aktywności robotników wzrastała wydajność pracy w przemyśle i jest obecnie o 50% wyższa niż na początku planu 6-letniego, a o 61% wyższa niż w roku 1938.

Socjalistyczne uprzemysłowienie kraju doprowadziło do szybkiej odbudowy przemysłu na ziemiach zachodnich, a następnie do jego poważnej rozbudowy. Produkcja przemysłowa na ziemiach zachodnich, prastarych naszych ziemiach, wzrosła prawie 4-krotnie w porównaniu z rokiem 1947.

W rozwoju uprzemysłowienia kraju szczególną rolę odgrywa przemysł ciężki, podstawa rekonstrukcji i rozbudowy przemysłu lekkiego, transportu, rolnictwa i budownictwa. W Polsce przedwojennej przemysł ciężki był słabo rozwinięty, Polska będąca krajem kolonialnego wyzysku w rękach zagranicznych i rodzimych kapitalistów sprowadzała większość maszyn z zagranicy i drogo musiała za nie płacić. W tej dziedzinie Polska Ludowa uczyniła ogromny krok naprzód. Jeżeli produkcja całego prze-

mysłu w stosunku do 1949 r. wzrosła o 115%, to produkcja ciężkiego przemysłu wzrosła o 135%. W stosunku do okresu przedwojennego produkujemy obecnie stali 2,5 raza więcej, węgla prawie 2,5 raza, a energii elektrycznej prawie 3,5 raza więcej, cementu 2 razy więcej, obrabiarek 12 razy więcej.

Przed wojną nie produkowaliśmy ciężkich maszyn dla przemysłu węglowego i hutniczego, dziś je produkujemy. Produkujemy statki, ciężkie obrabiarki, samochody ciężarowe i osobowe, łożyska toczne, ciężką aparaturę chemiczną. Zaczęliśmy produkcję turbin parowych, rozpoczniemy produkcję prądnic dużej mocy oraz kotłów na wielką wydajność i wysokie parametry.

Uprzemysłowienie kraju traktowaliśmy jako pierwszy i nieodzowny warunek zbudowania fundamentów socjalizmu. Dziś — po latach potężnego i ofiarnego wysiłku mas pracujących — mamy już mocne i niewzruszone fundamenty narodowej gospodarki socjalistycznej we wszystkich działach z wyjątkiem rolnictwa. Jest to olbrzymia i niezniszczalna zdobycz polskiej klasy robotniczej, polskiego ludu pracującego miast i wsi — mówił tow. Bierut na IX Plenum.

#### 2. Osiągnięcia energetyki.

W okresie od 1950 do 1953 r. obserwujemy poważny rozwój energetyki. Moc instalowana w elektrowniach zawodowych stale wzrasta i obecnie stanowi 135% w stosunku do końca 1949 r. W tym okresie zbudowaliśmy nowe elektrownie — Miechówice, I etap Jaworzna II, Dychów. Rozbudowaliśmy elektrownie — Zabrze, Jaworzno I, Poznań, Lublin i inne. Budowa nowych zakładów i rozbudowa istniejących oparte są na nowej technice, która szeroko wkraczała na teren energetyki.

Zmienia się jakościowo i unowocześnia podstawa wytwórcza energetyki. Dowodem tego jest wzrost wydajności kotłów na wysokie parametry i mocy instalowanych w turbozespołach. Wydajność kotłów powyżej 80 t/h wzrosła z 29% w roku 1950 do 41% w roku 1953. W tym samym okresie udział w mocy instalowanej turbozespołów powyżej 30 MW wzrósł z 24% do 40%.

Nowozbudowane elektrownie poważnie powiększają swój udział w produkcji energii elektrycznej, szczególnie w ostatnim roku. Jeśli podzielić elektrownie zawodowe na trzy grupy — a) nierozbudowane, b) rozbudowane, c) nowozbudowane — to ich udział w produkcji energii elektrycznej za trzy kwartały 1953 r. w stosunku do analogicznego okresu 1952 r., przyjętego za 100%, wynosi: a) 100,9%, b) 135%, c) 415%. Nowe elektrownie wyprodukowały zatem przeszło 4 razy więcej energii niż w analogicznym okresie roku ubiegłego.

Poważnie wzrosła długość sieci elektrycznych i liczba podstacji. Obecnie łączna długość linii na napięcie 220 do 60 kV jest prawie 5,5 raza większa niż w roku 1950. Długość linii na 40 do 6 kV wzrosła prawie 5-krotnie. Moc transformatorów na jedną podstację wzrosła z 176 kVA do 211 kVA.

Lata od 1950 do 1953 r. to okres tworzenia układów energetycznych i ich wzajemnych powiązań. Wykształca się zarys ogólnopolskiego układu energetycznego o napięciu przesyłowym 220 kV.

Energetycy warszawscy mogą się poszczycić uruchomieniem członu ciepłowniczego oraz zasilaniem w ciepło Pałacu Kultury i Nauki, wspaniałego daru Związku Radzieckiego, oraz innych gmachów instytucji i budynków mieszkalnych.

Wynikiem polepszającej się stale pracy załóg elektrowni, sieci i zakładów zbytu oraz rozrządu, wynikiem coraz sprawniejszej obsługi urządzeń energetycznych, wynikiem walki o bezzakłóceniovą dostawę energii elektrycznej są coraz lepsze wskaźniki zużycia węgla umownego na wyprodukowaną kilowatogodzinę, wskaźniki strat w sieci oraz malejące ilości niedostarczonej odbiorcom energii elektrycznej.

Wskaźnik zużycia węgla zmalał o 127 gramów w okresie od 1950 do 1953 roku. Charakterystyczne jest porównanie wskaźników zużycia węgla w trzech wymienionych wyżej grupach elektrowni za 3 kwartały roku ubiegłego: elektrownie nierozbudowane zmniejszyły wskaźnik zużycia węgla o 9 gramów przy tej samej prawie wielkości produkcji, elektrownie rozbudowane zmniejszyły go o 57 g. elektrownie nowobudowane o 34 g. Jak widać, największą oszczędność wykazują zakłady rozbudowywane. Jest to zrozumiałe, bo w pierwszej grupie załogi polepszają wskaźniki tylko usprawnieniami, małą modernizacją i lepszą obsługą urządzeń; w trzeciej grupie droga prowadzi przez lepsze opanowanie nowoczesnych urządzeń, natomiast w dawnych elektrowniach wyposażonych obecnie w nowe zespoły kotłowe i turbinowe zmiana podstawowych organów wytwórczych stwarza warunki do bardzo poważnego wzrostu sprawności zakładu.

Straty w sieci w ciągu czterech lat zmalały z 14,6% do 12,6%, dzięki czemu odbiorcy otrzymują dodatkowe miliony kilowatogodzin energii elektrycznej.

Ilość energii elektrycznej nie dostarczonej z powodu zakłóceń w pracy, braku mocy oraz gorszej jakości jest za 11 miesięcy roku ubiegłego o 50% mniejsza niż w analogicznym okresie roku 1952.

### 3. Elektryfikacja głównych gałęzi naszej gospodarki.

Rozwój energetyki stwarza podstawy do elektryfikacji przemysłu, transportu i rolnictwa, do coraz lepszego zaspokajania potrzeb ludności.

Miarą postępu w elektryfikacji przemysłu jest wzrost zużycia energii elektrycznej na 1 robotnika o 36% w stosunku do 1938 r.

Postęp w elektryfikacji transportu charakteryzuje wzrost mocy elektrowozów na kolejach, który stanowi obecnie 225% w stosunku do stanu roku 1949.

Na wsi zużycie energii elektrycznej na 1 gospodarstwo wzrosło o 19%, w mieście o 18% w ciągu pierwszych trzech lat planu 6-letniego.

Energetyka zawodowa przez wykonanie swych zadań poważnie przyczyniła się do uprzemysłowienia kraju, wzrostu jego siły gospodarczej i obronnej, do zaspokajania — choć w niepełnym jeszcze zakresie — potrzeb ludności.

Robotnicy, technicy i inżynierowie oraz pracownicy administracji energetyki wnoszą poważny wkład pracy, oliarności i entuzjazmu w dzieło budowania socjalizmu w naszym kraju.

IX Plenum, podsumowując wielkie osiągnięcia w dziedzinie uprzemysłowienia kraju, wskazało na zbyt powolny rozwój rolnictwa i produkcji artykułów konsumpcyjnych. Zadania założone w planie przemysł wykonał w 113,7%, rolnictwa zaś tylko w 82%. Wzrost produkcji rolniczej wynosi tylko 9%.

Powstała dysproporcja w naszej gospodarce narodowej, będąca poważnym hamulcem w jej rozwoju, odbija się ujemnie na zaopatrzeniu i jest przeszkodą do dalszego wzrostu stopy życiowej. Jej skutkiem jest pewna nierównomierność w rozwoju samego przemysłu, gdyż przemysł produkujący artykuły spożycia — zależny w dużym stopniu od produkcji upraw przemysłowych — pozostaje w tyle za innymi przemysłami.

Szybko podnieść produkcję rolniczą, zwiększyć produkcję artykułów konsumpcyjnych i przez to zwiększyć tempo wzrostu stopy życiowej mas pracujących na podstawie dalszego uprzemysłowienia kraju — oto główny kierunek pracy i walki postawiony przed członkami Partii i bezpartyjnymi przez IX Plenum.

Jest to program ofensywy na całym froncie gospodarki narodowej, w każdej dziedzinie działalności Państwa Ludowego, na każdym stanowisku pracy. Celem tej ofensywy jest przyspieszenie wzrostu stopy życiowej mas ludowych.

## II. PILNE ZADANIA ENERGETYKI

### 1. Wyzyskanie istniejących rezerw.

Zadania energetyki zawarte są w tezach gospodarczych IX Plenum w następującym sformułowaniu: „rozwój bazy energetycznej winien odbywać się w drodze dalszego wzrostu... produkcji energii elektrycznej w stopniu zabezpieczającym lepsze zaopatrzenie gospodarki narodowej oraz lepsze zaspokojenie potrzeb ludności”.

Na czołowe miejsce wysuwa się sprawa wyzyskania rezerw. Jakież są rezerwy w energetyce? Rozpiętość między mocą instalowaną a osiągalną przekracza moc elektrowni Miechowice, a więc jest bardzo poważna. Stąd zadanie usunięcia wąskich gardeł i wyzwolenie tej rezerwy w granicach opłacalnych. Wąskie gardła to przede wszystkim niewystarczająca wydajność kotłów w stosunku do mocy zainstalowanej turbin. Zainstalowanie w najbliższych latach nowych kotłów w elektrowniach Łaziska, Szombierki, Szczecin, Skaleczno, Wałbrzych — Victoria i w innych poważnie zmniejszy rozpiętość mocy. Dalsza likwidacja rozpiętości mocy w latach 1954—1955 zależy od wyników modernizacji kotłów. Do końca planu 6-letniego winniśmy osiągnąć zwiększenie wydajności kotłów przez ich modernizację o około 250 t/h. O realności tego zadania świadczą wyniki elektrowni warszawskiej, która tylko przez małą modernizację kotłów podniosła ich wydajność o 60 t/h. Są podjęte próby modernizacji kotłów w elektrowniach wrocławskiej i łódzkiej.

Wyniki osiągnięte w elektrowni warszawskiej są rezultatem śmiałego i nowatorskiego stosunku personelu inżyniersko-technicznego i załogi do starych urządzeń technicznych, a mianowicie do wykorzystania rezerw, które w tych urządzeniach tkwią. Należy stwierdzić, że pełne zrozumienie ważności modernizacji nie zdobyło sobie jeszcze prawa obywatelstwa we wszystkich elektrowniach. Często jeszcze nie dostrzega się znaczenia, które ma dla gospodarki narodowej uzyskanie każdego dodatkowego megawata mocy w starych elektrowniach przez ich modernizację. Istniejąca rozpiętość mocy właśnie składa się z całego szeregu — niewielkich czasami — rozpiętości mocy w poszczególnych elektrowniach.

Następna rezerwa to rozpiętość między mocą osiągalną a rozporządzalną. Ta jest ukryta przede wszystkim w długotrwałych remontach prądnic i w zakłóceniach ruchowych w elektrowniach. Powoduje to niedotrzymanie planu mocy rozporządzalnej w szeregu elektrowni i dotkliwie niejednokrotnie ograniczanie odbiorców. Dla zmniejszania tej rozpiętości niezbędne jest dalsze rozwinięcie pracy Zakładu napraw maszyn elektrycznych w Gliwicach oraz podnoszenie poziomu eksploatacji w elektrowniach. Zakład naprawy maszyn winien w 1954 roku wyremontować wszystkie prądnice będące w naprawie, winien zwrócić szczególną uwagę na jakość izolacji, a także przyspieszyć terminy remontów.

W eksploatacji droga prowadzi przez jak najszersze wyzyskanie zdolności produkcyjnej urządzeń przy pełnym zachowaniu przepisów i instrukcji eksploatacyjnych, przy wczesnym rozpoznaniu zaburzeń i ich szybkim usuwaniu, aby nie doprowadzić do zakłóceń pracy.

Walka o wyzwolenie rezerw przyczynia się do podnoszenia kultury eksploatacji, do skracania okresów remontów kapitalnych i bieżących. Przykłady tego daje elektrownia Łaziska, która potrafiła naprawić uszkodzenie w przegrzewaniu pary w ciągu 9 godzin od chwili zatrzymania kotła.

### 2. Modernizacja starych urządzeń.

Wykorzystanie rezerw wiąże się ściśle z postępowaniem technicznym. Nasze elektrownie są w znacznej części wyposażone w niskosprawne kotły i turbiny o niskich parametrach. Wyzyskanie mocy tego starego wyposażenia jest równoznaczne z jego modernizacją i rekonstrukcją czyli z wprowadzeniem do niej elementów nowej techniki. Już w planie 6-letnim zarysowały się kierunki rozwojowe rekonstrukcji. Rozbudowujemy poważnie i unowocześniamy szereg elektrowni. W wyniku uzyskujemy w tych zakładach poważny wzrost produkcji energii elektrycznej, wzrost sprawności i obniżenie kosztu na 1 MW mocy instalowanej o 23—33% w stosunku do elektrowni nowobudowanej.

Aby te wyniki poprawić, trzeba — przy rozbudowie zakładu, przy instalowaniu nowoczesnych zespołów — jednocześnie modernizować stare wyposażenie tak, aby zakład jako całość stanął na wyższym poziomie pod względem jakości. Rozbudowa będzie jednostronna, jeśli wzrost produkcji i polepszenie wskaźników techniczno-ekonomicznych osiągnie się tylko o dzięki wykorzystaniu nowych zespołów, jeśli w zakładzie powstaną dwa



działy — jeden stary nie rozwijający się, o niskich wskaźnikach, i drugi nowoczesny. Elektrownia stanowi wtedy zlepek dwóch lub więcej części niepowiązanych technologicznie, tworzących jaskrawy kontrast między postępowym technicznym z jednej strony a zacofaniem technicznym z drugiej strony. Aby tego uniknąć, projekty nowej części winny zawsze przewidywać jednoczesną modernizację starej części przez wprowadzenie lepszego układu cieplnego i elektrycznego oraz możliwie szerokiej automatyzacji, aby istotnie poprawiły się warunki pracy załogi w starej części elektrowni. Wtedy rozbudowana elektrownia stanie się nowym zakładem, wtedy załoga pracująca w starej części odczuje dobrodziejstwa, które daje postęp techniczny.

Oto jakie zadania należy stawiać przed biurami projektowymi.

### 3. Nowoczesne wielkie budowy.

Niezależnie od rozbudowy starych elektrowni budujemy nowe wielkie elektrownie. Budujemy pierwszą w Polsce elektrownię na węgiel brunatny, budujemy potężną elektrownię cieplowną w stolicy. Wzmacniamy układy energetyczne i ich wzajemne powiązania. Nowe obiekty elektrowniane i sieciowe są gruntownie zautomatyzowane.

Niezawodne działanie automatyki to poważne ułatwienie pracy załóg eksploatacyjnych, to prawdziwie nowa technika w energetyce. Często jednak okazuje się, że działanie przyrządów i przekazników jest niewłaściwe, że występują zwarcia w obwodach wtórnych, powodujące wypadnięcie zespołu i nieprzewidywany ubytek mocy, co z kolei powoduje zaburzenia w sieciach. Często zachodzi potrzeba przeróbek skutkiem złej jakości robót montażowych. Załogi eksploatacyjne mają wtedy trudności w opanowaniu automatyki, zaczynają prowadzić ruch urządzeń na wycucie, co jest praktyką wręcz szkodliwą w energetyce.

Z powyższych względów szybkie poprawienie jakości robót elektrycznych jest obecnie jednym z najbardziej podstawowych zadań, stojących przed zarządami budownictwa i załogami przedsiębiorstw montażowych, aby wzrastający szybko w latach 1954—1955 plan wprowadzania automatyki w energetyce był wykonany. Należy poważnie rozbudować zakład montażu aparatury elektrycznej, przeprowadzać intensywne szkolenie pracowników i walczyć w sposób zdecydowany z brakorobstwem.

Poważne zadania stoją przed personelem eksploatacyjnym w dziedzinie opanowania wchodzących do eksploatacji nowych urządzeń na wysokie parametry i w dużym stopniu zautomatyzowanych. Obsługa ich wymaga od personelu ruchowego wysokich kwalifikacji technicznych. Na przykład nowoczesny zespół kotłowy obejmuje skomplikowany układ przygotowania pyłu, szereg urządzeń pomocniczych, których przeznaczenie i sposób działania winien znać pracownik, odpowiedzialny za prawidłowy ruch urządzenia. Dziesiątki aparatów pomiarowych i kontrolnych, których obserwacja pozwala na właściwe prowadzenie ruchu, wymaga od obsługi głębokiej znajomości konstrukcji i zasady działania zespołu oraz szybkiej orientacji i decyzji w wypadkach powstania zaburzeń w normalnym ruchu, sygnalizowanych niewielkimi nawet odchyleniami wskazań poszczególnych aparatów kontrolnych.

Należy, niestety, stwierdzić, że obsługujący nowoczesne nowo-wprowadzone do ruchu urządzenia nie zawsze wykazują pełną znajomość powierzzonego sobie urządzenia. Taki stan jest poważną przeszkodą w normalnej oraz ciągłej pracy wprowadzonych do ruchu nowych jednostek, przed pracownikami eksploatacji — maszynistami kotłów i turbin, obsługą nawęglania, młynowni i pompowni, rozdzielni i nastawni, technikami i inżynierami — stoi więc zadanie codziennego coraz głębszego obznajmiania się z obsługiwanyimi urządzeniami. Nie wystarczy sama znajomość przepisów eksploatacyjnych. Trzeba głęboko poznać samo urządzenie, jego słabe — zwłaszcza w pierwszym okresie eksploatacji — miejsca, trzeba być przygotowanym na możliwe niespodziewane zaburzenia, żeby potrafić w porę przeciwdziałać im i przywrócić normalny ruch zespołu.

Eksploatacja nowoczesnych urządzeń wytwórczych zwiększa wymagania w stosunku do działów — chemicznego i gospodarki wodnej. Zawartość soli i tlenu w wodzie zasilającej musi być ściśle utrzymywana na poziomie zgodnym z normami. Zagadnieniu temu nie poświęcano do tej pory dość uwagi. Przez złe przygotowanie wody kotłowej, przez nieutrzymywanie prawidłowego schematu cieplnego lub nieopracowanie procesu odgazowania zdarzały się wypadki zagrożenia pewności pracy przegrzewaczy i turbin. Tak więc wprowadzanie do eksploatacji nowoczesnej techniki wymaga wzmoczonej pracy nad podniesieniem wiadomości, dyscypliny i kultury eksploatacyjnej personelu.

### 4. Rozwój ruchu racjonalizatorskiego.

Poważne znaczenie dla podniesienia poziomu technicznego naszych elektrowni i sieci ma wynażczość pracownicza. Mamy w energetyce setki zdolnych i zamilowanych w swej pracy ludzi, nowatorów produkcji, którzy swoimi pomysłami racjonalizatorskimi przyczyniają się do podniesienia poziomu eksploatacji, do wprowadzenia nowej techniki. W ciągu trzech kwartałów ubiegłego roku zgłoszono ponad 3300 projektów, z których 2150 zrealizowano, co dało około 40 mln. złotych oszczędności. Ogółem w okresie od 1949 do 1953 r. zgłoszono około 12 150 projektów, z których 7350 zastosowano w praktyce. Oszczędność uzyskana dotąd z zastosowania projektów zamyka się sumą 8 mln. złotych. Cyfry te świadczą o poważnym znaczeniu ruchu racjonalizatorskiego.

Są jednak zakłady, w których obserwuje się spadek liczby realnych projektów, bardzo mały dopływ nowych racjonalizatorów, mała liczba projektów zespołowych. Istnieją wypadki niewykorzystania w praktyce zatwierdzonych projektów lub zbyt wolna ich realizacja. Są jeszcze kierownicy, którzy nie doceniają w pełni znaczenia ruchu racjonalizatorskiego, nie czują pomocy racjonalizatorów w postępie technicznym, pozostawiając sprawy wynalazczości całkowicie referentowi właściwej komórki, sami zaś interesując się postępowaniem na tym odcinku od przypadku do przypadku, ograniczając swoje zainteresowanie do analizy danych cyfrowych.

Współpraca aktywu racjonalizatorskiego z zakładowymi kołami SEP oraz opieka i pomoc ze strony klubów techniki i racjonalizacji pozostawiają wiele do życzenia, a wszak mogą i powinny przyczynić się do stałego podnoszenia poziomu technicznego racjonalizatorów, do rozwinięcia tematyki pomysłów. Akcja odczytowa, uwzględniająca zainteresowania racjonalizatorów, nowe metody pracy oraz osiągnięcia techniki w dziedzinie energetyki, tudzież biblioteki zaopatrzone w książki techniczne o poziomie średnim i niższym będą dla nich pomocą.

Na ogół daje się zauważyć niepożądany objaw przypadkowości w zgłaszaniu projektów, wysiłki racjonalizatorów są rozpraszane, a nie skoncentrowane na najważniejszych potrzebach zakładu. Wynika to z braku podbudowy technicznej dla ruchu racjonalizatorskiego. Należy więcej uwagi poświęcić tematyce racjonalizatorskiej, w której plan postępu technicznego zakładu winien znaleźć odpowiednie odbicie, przy czym tematyka winna być opracowana przejrzysto w formie przystępnej dla pracownika. W tematyce racjonalizatorskiej powinna znaleźć swoje odbicie troska o człowieka — zagrożenia bezpieczeństwa i higieny pracy.

Trzeba nieustannie popularyzować osiągnięcia czołowych racjonalizatorów, nosicieli postępu technicznego naszych zakładów oraz organizować brygady robotniczo-inżynierskie i popierać ich działalność.

### 5. Podnoszenie eksploatacji urządzeń na coraz wyższy poziom.

Poważnym zadaniem w energetyce jest stałe zmniejszanie liczby zakłóceń w pracy urządzeń. Na przestrzeni kilku lat notuje się pewien spadek tej liczby: jeżeli w roku 1951 przyję ją za 100, to w roku 1952 mamy 77, a w roku 1953 około 67.

Ilość niedostarczonej odbiorcom energii z powodu zakłóceń ruchu obniżyła się w 1952 r. w porównaniu z 1951 r. o 38%. W ciągu 10 miesięcy 1953 r. zmniejszono ilość niedostarczonej energii odbiorcom w porównaniu z analogicznym okresem 1952 r. o 33%. Zmniejszenie wskaźników zakłóceńowych uzyskano dzięki wprowadzeniu postępu technicznego i podniesieniu poziomu eksploatacji.

Zainstalowanie przeszło 300 urządzeń SPZ wpłynęło na obniżenie zakłóceń z powodu zwarc przemieszczających w sieciach. Na 20 elektrowniach wprowadzono forsowanie wzbudzenia, które uchroniło w wielu wypadkach od wypadnięcia z ruchu turbozespołów, a nawet od rozpadnięcia się układów.

Zainstalowano ponad 10 tys. odgromników, zwłaszcza na niższych napięciach, które zmniejszyły w znacznym stopniu liczbę uszkodzeń transformatorów.

Dołą przyczyną spadku zakłóceń jest podniesienie poziomu eksploatacji. Na podstawie instrukcji i przepisów eksploatacyjnych stosuje się w coraz szerszej skali prace profilaktyczne, jak pomiary na izolatorach i uziomach, przeglądy i rewizje okresowe, obchody linii, ćwiczenia zakłóceniami itd. Systematyczne szkolenie personelu eksploatacyjnego wpływa na wyrobienie u obsługi dyscypliny technicznej i kultury eksploatacji. Choć zakłócenia w ciągu kilku lat zmalały, liczba ich wciąż jest jeszcze wysoka.

Dużą liczbę zakłóceń w pracy wykazują prądnice, wzrosła również liczba zakłóceń kotłowych. W roku bieżącym poważnie wzrosła liczba zakłóceń sieciowych. Te są najbardziej dotkliwe, gdyż sprowadzają duże ograniczenia dla odbiorców zwłaszcza obecnie, kiedy pracujemy już w układzie ogólnokrajowym. Praca w tym układzie wymaga bezwzględnej dyscypliny technicznej i dotrzymania za wszelką cenę warunków współpracy międzyukładowej.

Wzrastająca liczba zakłóceń z winy obsługi — zwłaszcza za klóceń łączeniowych — wykazuje, że jeszcze mało zwraca się uwagi na konieczność stałego podnoszenia kwalifikacji zawodowych i przestrzegania przepisów eksploatacji przez załogi. Likwidacja tego typu zakłóceń jest však całkowicie w granicach naszych możliwości. Przyczyną zakłóceń jest tolerancyjny często stosunek kierownictwa technicznego do wykonywania przełączeń w sposób niezgodny z przepisami. Przyczyną jest także niedostateczne wyćwiczenie obsługi w zapobieganiu zakłóceniom ruchu.

Dużą liczbę zakłóceń wykazują u nas linie napowietrzne, zwłaszcza linie średnich i niższych napięć. Niedostateczna jest eksploatacja linii i stacji, zasilających odbiory wiejskie. Wypadnięcie poważnej jednostki, każda przerwa w powiązaniu międzyukładowym, względnie w zasilaniu obiektów przemysłowych — zwłaszcza przemysłu ciężkiego — alarmuje nasz personel eksploatacyjny i takie zakłócenie zostaje z dużym wysiłkiem, a często i poświęceniem ze strony załóg likwidowane.

Natomiast odnosi się wrażenie, że zakłady sieciowe nie dość jasno zdają sobie sprawę ze szkód, które przynoszą dla całokształtu gospodarki narodowej zakłócenia w liniach średnich i niskich napięć. Tu zakłócenia nie są dość sprawnie likwidowane. Przy nie należytem konserwowaniu i zabezpieczeniu podstacji średniego i niskiego napięcia ulegają uszkodzeniom transformatory małej mocy. Naraża to gospodarkę narodową na duże straty, a odbiorców wiejskich na dotkliwe i długotrwałe przerwy w dostawie energii elektrycznej. Zdarzają się wypadki pozbawienia ludności wiejskiej energii przez szereg dni z powodu opieszalej pracy бригад naprawczych. Odbijają się remonty linii wiejskich w okresie młocki na wsi, co jest oczywiście dowodem nieliczenia się z potrzebami konsumentów. Nie uwzględnia się też należycie interesów przemysłu drobnego terenowego, którego produkcja służy zaspokojeniu potrzeb ludności. Na stałe i bez zakłóceń zaopatrzenie przemysłu lekkiego, spożywczego itp. należy więc zwracać znacznie więcej uwagi niż dotychczas.

Obowiązki energetyki względem odbiorcy nie ograniczają się jedynie do zapewnienia dostawy. Ważne jest również, żeby dostarczana energia była właściwej jakości pod względem częstotliwości i napięcia. Obniżenie częstotliwości szczególnie dotkliwie odczuwają właśnie zakłady przemysłu lekkiego, np. włókienniczego. Dla nich obniżenie częstotliwości pociąga za sobą nie tylko zmniejszenie produkcji, lecz przede wszystkim znaczne pogorszenie jakości przędzy i tkaniny. Niedopuszczalnie niskie napięcie powoduje masowe grzanie się, a nawet palenie się silników w zakładach przemysłowych. W wielu miastach, osiedlach i wsiach, położonych na końcu dłuższych linii, żarówki w mieszkaniach świecą słabo, czerwonym światłem. Sprawę utrzymania właściwych wartości częstotliwości i napięcia w węzłowych punktach rozpatrywaliśmy dotychczas często tylko ze stanowiska dostawcy — z myślą o niedopuszczeniu do zakłóceń w pracy i zwiększonych strat. Trzeba jednak sprawę tę rozpatrywać również ze stanowiska odbiorcy — zarówno przemysłowego, jak i indywidualnego, który ma wymagania co do jakości dostarczanej mu energii.

## 6. Dbalność o racjonalną gospodarkę energetyczną u odbiorców.

Obowiązki energetyki nie kończą się na nieprzerwanej dostawie energii elektrycznej należytej jakości w s z y s t k i m odbiorcom. Naszym zadaniem jest pomóc odbiorcy w racjonalnym wykorzystaniu energii, we właściwej gospodarce energetycznej — szczególnie w wielkich zakładach przemysłowych. Wszak poważne rezerwy tkwią w racjonalnym korzystaniu przemysłu z energii elektrycznej. Udział przemysłu wielkiego i średniego w obciążeniu szczytowym wynosił w 1952 r. prawie 56%, w roku zaś 1953 obniżył się do 54%. Choć zużycie energii przez przemysł wielki i średni wzrastało w roku bieżącym znacznie szybciej niż w innych grupach odbiorców, uzyskano obniżenie udziału grupy przemysłu w szczycie wieczornym: roczny czas użytkowania mocy szczytowej dla tej grupy odbiorców był w roku 1953 o 5,2% większy niż w roku 1952, co oznacza, że uzyskano obniżenie mocy szczytowej w tym samym stosunku. Przewidywany w tezach IX Plenum szybki rozwój przemysłu lekkiego niewątpliwie wpłynie na kształtowanie się wykresu obciążeń w naszych układach energetycznych.

Rozwój produkcji przedmiotów masowego użytku — w szczególności aparatów radiowych, pralek elektrycznych, lodówek i innych urządzeń gospodarstwa domowego — zwiększy również pobór mocy i energii elektrycznej w gospodarstwach domowych. To będzie miało wpływ na współczynnik wypełnienia wykresu obciążenia układów. Należy przeto wzmocnić prace nad regulowaniem obciążenia zakładów przemysłowych zgodnie z procesem technologicznym i nad wprowadzaniem technicznych norm zużycia energii na jednostkę produkcji.

Należy również rozwinąć akcję wyzyskania nadmiernych rezerw transformatorowych. W przeciągu krótkiego czasu wykryto w przemyśle rezerwy transformatorowe w ilości 150 MVA. Właściwy nadzór nad projektami części energetycznej rozbudowujących się zakładów przemysłowych może dać wiele oszczędności przez zlikwidowanie przerostów inwestycyjnych. Pobieźna analiza wniosków inwestycyjnych na 1954 r. ze strony zakładów przemysłowych w zakresie urządzeń energetycznych wskazała na możliwość zaoszczędzenia budowy stacji transformatorowych o łącznej mocy 110 MVA.

Przed Zakładem zbytu energii stoi także zadanie wprowadzenia w ciągu dwóch lat w życie zatwierdzonych przepisów eksploatacji urządzeń energetycznych u odbiorców. Przedłuż to okres służby tych urządzeń i zwiększy bezpieczeństwo pracy w zakładach, przyczyni się do poprawy ciągłości dostawy energii elektrycznej.

\* \* \*

Klasa robotnicza realizując wytyczne IX Plenum masowo rozwija współzawodnictwo i podejmuje zobowiązania przedzjazdowe. Energetycy polscy również godnie spotykają II Zjazd Partii. Największe elektrownie — Warszawa, Victoria, Łaziska, Szombierki, Jaworzno II, Poznań, Miechówice Z. E. S. Bielsko, Nysa oraz przedsiębiorstwa montażowe — podjęły zobowiązania indywidualne i zbiorowe. Zobowiązania te obejmują podniesienie mocy rozporządzalnej, oszczędność węgla i energii elektrycznej, dostawę bezzakłóceń, przyspieszenie montażu i kapitalnych remontów, opanowanie przepisów eksploatacji, poprawę warunków socjalno-bytowych.

Realizując wytyczne IX Plenum, pracownicy energetyki zameldują na II Zjeździe Partii o swych nowych zwycięstwach na froncie walki o dalszy wzrost siły gospodarczej naszego kraju i dalszy wzrost stopy życiowej obywateli.

W oparciu o dotychczasowe osiągnięcia możemy przystąpić do walki o szybsze podniesienie stopy życiowej mas pracujących miast i wsi. Cóż jest podstawowym warunkiem pomyślnego osiągnięcia zamierzonego celu?

Podstawowym warunkiem jest jeszcze większe skupienie sił i wzmocnienie aktywności mas pracujących w ich codziennych wysiłkach produkcyjnych we wszystkich działach naszej gospodarki narodowej i na wszystkich odcinkach naszej wielkiej pracy twórczej. Musimy pamiętać, że pomyślne wyniki zależą w ostatecznym rachunku od wydajności naszej pracy. Na wysoką wydajność pracy składają się: dobra i sprawna organizacja pracy, nieustanny postęp techniczny, podnoszenie kwalifikacji pracowników, współzawodnictwo socjalistyczne.

Walczmy więc o uruchamianie i umacnianie wszystkich tych wielkich dźwigni wzrostu produkcji.

B. BIERUT



H. STEINHAUS  
Instytut Matematyczny  
PAN

# O zastosowaniu statystyki matematycznej do zagadnień produkcji przemysłowej i miernictwa technicznego\*)

311:621.312:621.317

Treść. W miernictwie naukowym i technicznym występuje trudność wywołana nieznaną apriorycznych prawdopodobieństw błędów. Autor omawia koncepcję wiarygodności R. A. Fishera oraz własną, którą nazywa koncepcją możliwości, i tłumaczy ich związek oraz sposób weryfikacji statystycznej. Omawia analizę sekwencyjną Walda, analizę wymiarową Drobota-Warmusa, system kontowy i redukcję towarów ciągłych do sztukowych. Podkreśla rolę czynnika ekonomicznego w miernictwie i wskazuje na związek między zasadą indukcji przyrodniczej a nauką o odruchach uwarunkowanych.

Применение математической статистики в вопросах промышленного производства и технических измерений. В научных и технических измерениях возникают затруднения вследствие незнания априорной вероятности ошибок. Автор излагает теорию достоверности Р. А. Фишера и свою собственную, называемую им теорией возможности; выясняет связь между ними и способ их статистической проверки. Обсуждает повторный анализ Вальда, размерный анализ Дробота-Вармуса, счетную систему и приведение всякого товара к полштучному. Подчеркивает роль экономического фактора в вопросах измерительной практики и обращает внимание на связь между принципом естественной индукции и учением об обусловленных рефлексх.

Application of mathematical statistics to industrial production and engineering-measurement problems. There occurs, in scientific and engineering measurement technique, a difficulty caused by the ignorance of the prior probability of errors. The author deals with R. A. Fisher's conception of likelihood, as well as with his own which he calls the conception of possibility, and explains their mutual connection and the means of statistical check. He also deals with Wald's sequential analysis, the Drobot-Warmus dimensional analysis, his own system of accounts and with the idea of reduction of continuous goods to piece goods. He emphasises the role of the economic factor in measurement and points to the connection between the principle of incomplete induction and the phenomena of conditional reflexes.

1. Wszelki pomiar jest obarczony błędem. Tak zwaną systematyczną część tego błędu można skasować przez porównywanie pomiarów tej samej wielkości w zmienionych warunkach lub też przez wyznaczenie błędów instrumentu ze zmierzenia wielkości znanych. Błędy przypadkowe są te, które pozostają po poprawieniu systematycznych. Istnienia ich dowodzi różność pomiarów tej samej wielkości, utrzymująca się po uwzględnieniu błędów systematycznych.

2. Do błędów przypadkowych zastosowano rachunek prawdopodobieństwa. C. F. Gauss, princeps mathematicorum, 150 lat temu stworzył teorię błędów obserwacji. Potrzebę takiej teorii odczuł jako astronom i geodeta w wielkim stylu. Po dziś dzień nie tylko geodeci, ale i fizycy i technicy stosują metodę najmniejszych kwadratów Gaussa i inne jego pojęcia i chwyt matematyczne. Jednak teoria Gaussa — może właśnie z powodu swojej doskonałości i kompletności — zasłoniła pewne zasadnicze trudności właśnie przed oczyma adeptów tych nauk, które zwykły stosować od półtora wieku teorię błędów. Natomiast biologowie, którzy dopiero z początkiem bieżącego stulecia zrozumieli rolę matematyki, a w szczególności rachunku prawdopodobieństwa, wykorzystali świeżość swego spojrzenia i przyczynili się do rozwoju statystyki matematycznej bardziej, niż tego może nawet jeszcze dzisiaj domyślać się fizycy, chemicy i technicy.

3. Weźmy dwa typowe przykłady, na których można pokazać niemal wszystkie kwestie istotne i wszystkie zasadnicze kontrowersje, czyniące z nauki o pomiarze jeden z najciekawszych rozdziałów metodologii nauk ścisłych. Pierwszy przykład to wyznaczenie położenia punktu na linii prostej. Nazwiemy go zagadnieniem geodezyjnym, choć na pewno nie tylko w geodezji występuje. Drugim przykładem jest statystyczna kontrola jakości; to zagadnienie występuje w produkcji przemysłowej, ale jest również typowe dla problematyki lekarskiej. Nazwiemy je zagadnieniem jakości.

4. W zagadnieniu geodezyjnym pytamy o to, jaka jest odcięta  $x$  punktu, jeżeli pomiar dał  $y$ . Zdawałoby się, że wystarczy znać prawo błędu, to jest funkcję  $f(x, y)$ , która wyraża prawdopodobieństwo, iż wielkość  $x$  wywoła pomiar  $y$ . Niestety, tak nie jest. Ze tak nie jest, można uważać za rzecz przetrą. Przykreść ta wiąże się z nazwiskiem Tomasza Bavesa, który odkrył wzór, wyrażający prawdopodobieństwo, że jest  $x < a$ , gdy pomiar  $y = b$ . W tym wzorze jednak obok funkcji  $f(x, y)$  występuje inna funkcja  $F(a)$ , która określa tak zwane prawdopodobieństwo a priori, że  $x < a$ . A priori znaczy tutaj, że  $F(a)$  określa to prawdopodobieństwo przed doświadczeniem, a więc przed pomiarem. Dopiero obie funkcje,  $F$  i  $f$ , pozwalają wyznaczyć pomiar  $y = b$ . Krótko mówiąc, jeżeli chcemy zużyć aktualny pomiar do orzeczenia, jakie jest naprawdę  $x$ , musimy umieć odpowiedzieć na to pytanie bez pomiaru.

Mógłby ktoś poradzić nam użyć dawnych pomiarów, ale i one bez znajomości rozkładu zmiennej losowej  $x$ , obowiązującego zanim je zrobiono, nie mogą zastąpić  $F(a)$ . Sam Bayes to spostrzegł. Generalizacja tej zasady uniemożliwia właściwie wszelką indukcję przyrodniczą, bo zmusza do wiedzy o świecie zewnętrznym przed wszelkim doświadczeniem. Dlatego nazwalimy tę funkcję przetrą. Nie jest ona jednak beznadziejna.

5. Są dwa wyjścia. Jedno pokazał Bayes, lecz sam wkrótce zwątpił o słuszności swego postulatu: przyjął, że rozkład a priori jest równomierny, to znaczy, że przed pomiarem jednakowe jest prawdopodobieństwo, iż punkt leży w tej, czy w innej części odcinka, byleby one były równe. Drugie wyjście znalazł R. A. Fisher, odwołał się do teorii matematycznej na Zachodzie. Nazwijmy to drugie wyjście teorią wiarygodności. Polega ona na rozwiązaniu innego zadania niż to, które postawiono: wymaga tylko znajomości  $f(x, y)$ . Zamiast szukać prawdopodobieństwa, że  $x < a$ , gdy  $y = b$ , obliczymy prawdopodobieństwo, że dla  $x = a$  otrzymamy pomiar  $y > b$ . To ostatnie prawdopodobieństwo Fisher nazywa „fiducial probability”; nazwijmy je po polsku wiarygodnością tego, że  $x < a$ , gdy  $y = b$ .

6. Najważniejszy zarzut przeciw obliczaniu prawdopodobieństwa a posteriori sposobem Bayesa, czyli na podstawie postulatu równomierności, to brak konsystencji: gdy mamy instrument, który mierzy równocześnie  $x$  i  $x^3 = X$  (wyobraźmy sobie, że nitka instrumentu jest poprzeczna do dwóch skal na tej samej linii), to nie wiemy, czy hipotezę Bavesa mamy zastosować do  $x$ , czy do  $X$ ; nie możemy zastosować do obu, bo otrzymamy dwa różne rozwiązania jednego zagadnienia. A znowu najważniejszym zarzutem przeciw obliczaniu wiarygodności, a więc przeciw koncepcji Fishera, jest łatwy przykład, w którym znamy  $F$  i  $f$ , możemy zatem poprawnie obliczyć prawdopodobieństwo a posteriori z rezultatu Bavesa, które okazuje się bardzo duże (np. 99%), a wiarygodność bardzo mała (np. 1%). Natomiast uniwersalność i konsystencja są niezaprzeczane w teorii wiarygodności.

7. Jak jest w konkretnym zagadnieniu geodezji i w problemacie jakości? Nie wchodząc tu w szczegóły powiemy tylko, że można stworzyć trzecią koncepcję: teorię możliwości, która stosuje się do pomiarów geodezyjnych tam, gdzie  $f(x, y) = g(x - y)$  \*. Teoria możliwości podaje kryterium matematyczne, kiedy można przyjąć postulat Bayesa. Wtedy dać ona to samo, co wiarygodność, a w innych przypadkach odmawia odpowiedzi. Za to tam, gdzie ją dać, jest to odpowiedź na pytanie praktyka i jest wolna od paradoksu i inkonsystencji.

8. To, co powiedziano wyżej, jasniej się tłumaczy w problemacie jakości. Jest on ciekawszy od geodezyjnego. Jakością nazywamy frakcję dobrych sztuk w partii. Chcemy ją wyznaczyć z próbki o liczebności  $n$ . Tu zjawia się problemat już wyżej omówiony i wszystkie jego właściwości, przy czym koncepcja możliwości dać zawsze odpowiedź. Dzieje się to dlatego, że tu nie ma paradoksu  $x, X = x^3$ , bo szukane  $x$  jest wyróżnione: jest to jakość, a sama jakość jest już prawdopodobieństwem wycisowania dobrej sztuki i nie ma obawy, że ktoś będzie równocześnie obserwował inną jakość sprzężoną z nią tak, jak  $x$  z  $x^3$ . Praktycznie mówiąc, tu wiarygodność i możliwość zawsze dają to samo. Na swoje pytanie odbiorca otrzyma na podstawie próbki, która wyciągała  $m$  sztuk z tych na  $n$  badanych, informację, że z prawdopodobieństwem 95% jakość partii leży między  $a_1$  a  $a_2$  (wrażliwość między  $w_2$  a  $w_1$ ). Co więcej, ta informacja dopuszcza weryfikację statystyczną. To znaczy, że ufając jej i orzekając, iż jakość leży w granicach wyżej podanych (a obliczalnych w łatwy sposób za każdym razem z wynikiem  $m/n$ ), odbiorca omyli się średnio raz na 20 odbiorów, je-

\*) Referat wygłoszony na Sesji Naukowej Politechniki Wrocławskiej 12.XII.52.

\*) To znaczy, że prawdopodobieństwa wszelkiego błędu zależą tylko od błędu, a nie od prawdziwej wielkości.



zeli będzie odbierał wiele partii po sobie. Najciekawszy jest tu fakt, że wszelkie hipotezy co do rozkładu a priori są tu zbędne i że rodzaj partii dostarczanych, ich wielkość, ich jakość, a nawet liczność  $n$  próbki mogą się bezustannie i dowolnie zmieniać — zawsze będzie 19 trafnych orzeczeń na 20.

9. Nie zapominajmy jednak, że nawet bez próbowania można uzyskać trafne orzeczenia i to trafne bez wyjątku: wystarczy zawsze mówić, że jakość leży między 0% a 100%. Oóż odbiorcy idzie o wąskie przedziały ( $w_2, w_1$ ). Otrzymuje się je, gdy  $n$  jest dostatecznie duże. Czasem jednak już małe  $n$  daje wąski przedział. Tak jest, gdy partia jest bardzo dobra lub bardzo zła. Abraham Wald wprowadził pod koniec ostatniej wojny tak zwaną analizę sekwencyjną, która odrzuca sztywne  $n$  i każe badać według pewnego elastycznego przepisu: ten przepis orzeka na podstawie już zarejestrowanego wyniku, czy należy zbadać jeszcze jedną sztukę, czy zakończyć próbowanie. Wadą metody Walda jest to, że daje ona informacje dostawcy, a nie odbiorcy — jej weryfikacja statystyczna dotyczy partii o niezmienniej jakości. Natomiast nie łatwiejszego niż ulepszyć nasze plany uzyskane z teorii możliwości nadając im sekwencyjność. Jest to niemal natychmiastowe i to ulepszenie nie gubi żadnej z zalet przed chwilą wymienionych.

Zauważmy w końcu, że idea analizy sekwencyjnej nie wyszła poza domenę statystycznej kontroli produkcji masowej. A przecież nic, z wyjątkiem konwencjonalnych przegródek między światem statystyków-kontrolerów a światem tych, co mierzą i ważą w laboratoriach, nie przeszkadza zastosować analizy sekwencyjnej do geodezji i do wszelkich pomiarów technicznych; tam zwłaszcza, gdzie pomiar jest kosztowny, daloby to niemalą oszczędność.

10. Gdy zadowolamy się ryzykiem 5% i ustalimy długość przedziału ( $w_2, w_1$ ), długość badania (tzn.  $n$ ) już od nas nie zależy, gdyż wynika z tych żądań. Natomiast rzadko który praktyk, a nawet uczony fizyk lub technik, zdaje sobie sprawę z genezy tych dezzyderatów. Nie spadły one z nieba. Nie dalyby się uzasadnić, gdyby celem próbowania były trafne orzeczenia. Ale można i należy je uzasadnić wychodząc z decyzji praktycznych, które opierają się na orzeczeniach o jakości partii. Najczęściej taka decyzja jest rozstrzygnięciem alternatywy „przyjąć — odrzucić”. Nie można traktować racjonalnie tej sprawy bez pojęcia straty gospodarczej przy akcie odbioru. Składa się ona z dwóch dodajników: szkoda gospodarcza spowodowana błędną decyzją i koszt próbowania. Zwiększając licznosc próbki zwiększamy koszt próbowania, ale zmniejszamy oczekiwaną szkodę z błędnej decyzji; zmniejszając licznosc, zmniejszamy koszt próbowania, ale zwiększamy oczekiwaną szkodę z błędnej decyzji. Trzeba znaleźć wyjście najkorzystniejsze, to jest taką licznosc próbki, która sprowadza do minimum stratę gospodarczą. Znałezienie tego wyjścia natrafia na trudności, wypływające z braku danych co do szkód wywołanych fałszywą decyzją; czasem błędna decyzja wywołuje cały łańcuch szkód pośrednich, a czasem maskuje się jako sprawa formalnej buchalterii. Ciekawy i zupełnie oryginalny sposób znaleźli profesorowie Politechniki Wrocławskiej Drobot i Warmus: użyli analizy wymiarowej, której nikt dotąd nie stosował do statystyki matematycznej, i otrzymali wzory na licznosc próbki. O odchodząc się bez rachunku prawdopodobieństwa zostawili statystykowi tylko zadanie wykreślenia pewnej funkcji empirycznej zależnej od gatunku towaru. Temu odkryciu dla tego przypisujemy wielką wagę, że samo pojęcie straty gospodarczej jest, jak wykazaliśmy w innym miejscu, obarczone trudnościami: nie tylko ekonomicznymi, ale i matematycznymi. Metoda Drobota-Warmusa daje empirykowi zupełnie określone zadanie statystyczne, które rozwiązuje się przez obserwację, a reszta rozwiązania ma charakter algebraiczny i nie podlega wątpliwości.

11. Polski Komitet Normalizacyjny wydaje obecnie normę, zwaną systemem kortowym. Jest to chwyt praktyczny, którego celem jest zmniejszenie szkód, związanych z błędną decyzją, przez wyzyskanie informacji, które dają kolejne odbiory przy sztywnym  $n$ . Polega ona na tym, że — gdy plan każe zbadać  $n$  sztuk i przyjmować partię, gdy ta próbka wykaże  $m$  lub mniej wadliwych sztuk, odrzucać zaś, gdy jest ich więcej niż  $m$  — zapisuje się na dobro dostawcy, o ile mniej niż  $m$  wadliwych sztuk wykazała próbka w razie przyjęcia partii, a obciąża się jego konto w razie odrzucenia nadwyżką wadliwych sztuk ponad  $m + 1$ . Ten stan konta uwzględnia się przy następnym odbiorze i tak dalej. Efekt jest taki, że po kilkunastu odbiorach partii o stałej jakości znika niemal zupełnie ryzyko fałszywej decyzji.

12. Powstaje pytanie, jak przenieść gotowe do użytku metody i tablice planów odbiorczych z towarów sztukowych na

ciągłe, a więc bezszukowe, takie jak węgiel, koks, cement, ruda żelazna i inne. Nasuwa się znowu praktyczny chwyt: uważać za sztukę towaru ciągłego jednostkę użytkową, do której przeznaczony jest towar. Tak więc sztuką nafty do lampek konduktorskich będzie lampka. Należy to rozumieć w ten sposób, że jest przepis, który orzeka, jaką światłość ma mieć lampka i ile godzin ma się świecić za jednym napełnieniem. Jeżeli tych warunków nie spełnia, to liczy się za złą sztukę nafty. Wtedy np. przepis odbiorczy może wymagać nie więcej niż 2 złych sztuk na 30 dla przyjęcia partii nafty przez władze kolejowe.

13. Znacznie lepszym sposobem odbioru niż alternatywa „zła — dobra” wraz z alternatywą „przyjąć — odrzucić” jest wycena: każdą sztukę w próbie ocenia się według cennika, a następnie ocenia się partię według wartości próbki. Nie jest to złamanie zasady stałych cen, bo cennik jest stały, tylko zapłata za partię różni się od nominalnej. Partię przyjmuje się zawsze. Metoda analizy wymiarowej ma tutaj zastosowanie bez trudności i okazuje, że licznosc próbki  $n$  jest proporcjonalna do  $N^{2/3}$ , gdzie  $N$  jest licznoscią partii. Podobny rezultat autor otrzymał z zasady sprowadzania do minimum straty gospodarczej.

14. Można przy wycenie ominąć sprawę licznosci próbki pozostawiając ją stronom. Jest to połączenie zasady wyceny z tzw. zasadą pragmatyczną, która wykorzystuje antagonizm stron dla ich pogodzenia. Dostawca podaje średnią wartość swego towaru i odbiorca może partię przyjąć na tej podstawie bez próbowania. Może jednak, nie ufając dostawcy, zbadać np. 10 sztuk na własny koszt. Ta próbka będzie podstawą wyceny, jeżeli dostawca nie zechce na własny koszt zbadać np. jeszcze 5 sztuk. Tych 15 sztuk będzie teraz podstawą wyceny, jeżeli odbiorca znowu nie zechce badać dalej na własny koszt. Nie ma obawy, że proces się nie skończy; po paru krokach strony zobaczą, że różnice wyceny spadną poniżej kosztu badania jednej sztuki i obaj uznają ostatnią wycenę za słuszną.

15. Wróćmy do głównej tezy. Jest nią zasada, że we wszelkim miernictwie, które ma do czegoś służyć, żadne reguły „trzech sigm”, żadne konwencjonalne „poziomy ryzyka” — 5% czy 1%, czy 1 promille — nie mają sensu, jak pozbawiona sensu jest reguła potrójnej wytrzymałości w budownictwie, jeżeli uważamy ją za uniwersalną. Natomiast jest uniwersalnie ważna zasada największej korzyści gospodarczej: oczekiwana strata ma być jak najmniejsza; szkoda ze złego pomiaru łącznie z kosztem pomiaru ma być możliwie najmniejsza. Ta zasada dotyczy także miernictwa laboratoryjnego, ale tam, gdzie wynik badania stanie się normą dla całej masy surowca, strata dotyczy wszystkich przedmiotów wyprodukowanych z tej masy. Dział to zadanie rozwiązuje się intuicyjnie, może nawet nieświadomie; ściśle rozwiązanie problemu jest dalekie, ale nie wolno go tracić z oczu.

Najtrudniej wygląda ono w czystym badaniu naukowym. Tam, gdzie badane zjawisko nie wiąże się w żaden sposób z życiem, nie ma sensu mówić o tym, jaka powinna być dokładność pomiaru. Natomiast wszędzie tam, gdzie pomiar ma służyć jakiemuś zastosowaniu, które pośrednio czy bezpośrednio stworzy wartości, można — przynajmniej teoretycznie — określić właściwą dokładność pomiaru; będzie ona zależała od związku między kosztem zmiennej dokładności a szkodą z niedokładności. Byłoby złudzeniem sądzić, że matematyka wskazuje, jak dokładnie ma mierzyć położenie jednego ziarnka piasku na Saharze człowiek, którego interesuje tylko ten izolowany fakt, gdzie znajduje się właśnie to, a nie inne ziarno.

16. Wyjdźmy poza temat referatu. Miernictwo naukowe i techniczne jest tylko jedną z wielu form badania indukcyjnego. Dręcząca wątpliwość występuje przy wszelkim takim badaniu. Trzeba znać rzeczywistość przed doświadczeniem, żeby móc wnioskować coś o niej z doświadczenia. Skąd wiemy, ile razy trzeba stwierdzić, że żelazo rozpałone do czerwoności parzy, żeby wiedzieć na pewno, że tak jest zawsze? To jest problem indukcyjnej przyrodniczej i dotyczy także miernictwa. Odpowiedź na to pytanie daje teoria odruchów uwarunkowanych, oparta na licznych doświadczeniach i dziś powszechnie przyjęta. Już nawet niskie organizmy, a z pewnością ssaki rejestrują bodźce, które na nie działają przez zmysły, i to tak, że aparat biologiczny odbierający te bodźce ulega zmianie po systematycznym ich powtarzaniu i reaguje na nie automatycznie w inny sposób, niż za pierwszym razem. Tutaj kwestia indukcji załatwiona została na niższym szczeblu, bo bez świadomego rozumowania. Gdyby liczba prób wymaganych przez organizm do utrwalenia reakcji była inna, niż ta, której wymaga gatunek w rzeczywistości, gatunek nie mógłby istnieć: zginąłby z powodu zbytowego niedowierzania doświadczeniu, gdyby za-



dał więcej prób, a gdyby poprzestawał na mniejszej liczbie, zginałby z powodu pochopności do przedwczesnych decyzji. Fakt, że żyje, dowodzi, że gatunek jest przystosowany do otoczenia: świat zewnętrzny nie sprzeciwia się jego nieświadomej indukcji. Tego kryterium poprawnej indukcji nie stosuje się do pomiarów kompletnie obojętnych dla gatunku; zawodzi ono tam, gdzie chodzi o czyste sądy, które nie prowadzą do decyzji mających znaczenie życiowe. Ale tam nie tylko zawodzi kryterium, ale także nie ma drogi matematycznej do oznaczenia właściwej dokładności pomiaru.

17. Większość myśli streszczonych wyżej jest dorobkiem polskiej nauki powojennej. Wypracowano je w ciągu pięciolecia w Komisji Statystycznej Kontroli Jakości PKN i w Grupie Statyst. Kontr. Jakości Państwowego Instytutu Matematycznego. Dzięki pracy kilku osób zdołano wyrównać nasze opóźnienie w stosunku do szczęśliwych krajów, nienawiedzonych wojną. Dziś nie jesteśmy na tym polu jeszcze może pierwsi, ale już nikt nas nie wyprzedza. Nie możemy jednak powiedzieć tego o wprowadzeniu w praktykę nowoczesnych metod. Tu pozostaje wiele do życzenia.

## S. SZPOR Zasady zwalczania iskier wtórnych i porażań w urządzeniach piorunochronowych

621.3.015.33:621.316.935

**Treść.** Odróżnianie dwóch składowych w napięciu powodującym iskrę wtórną lub porażenie w urządzeniu piorunochronowym: napięcia indukcyjnego oraz napięcia uziemieniowego. — Rozważania nad napięciami indukcyjnymi wytwarzanymi przez zmiany pola magnetycznego. Podział możliwych przypadków na typy i wyprowadzenie wzorów na indukcyjność wypadkową jednostkową  $L_w$ , która jest wynikiem gry indukcyjności własnych i wzajemnych lub tylko indukcyjności wzajemnych. Wyniki liczbowe. — Wzmianka o dodatkowych napięciach indukowanych przez zmiany pola elektrycznego związanego z kanałem piorunowym. Propozycja pomijania tego napięcia i jednoczesnego obostrzania obliczeń napięcia indukcyjnego wytwarzanego przez pole magnetyczne. — Metoda sumowania napięć indukcyjnych i uziemieniowych oparta na założeniu sinusoidalnego czoła udaru prądowego piorunowego. Dyskusja nad trudnościami w sprowadzaniu urządzeń do układu zastępczego z jedną indukcyjnością i jedną opornością. Przykład obliczeń. — Wnioski w sprawie przewodów odprowadzających, uziemień, przedmiotów metalowych w budynku, porównanie różnych norm i przepisów. Wskazówki o drzewach koło budynku oraz o niebezpieczeństwach dotykowych i kroowych w sąsiedztwie budynku. — Rozważania nad koordynacją piorunochronów oraz instalacji elektrycznych przy stosowaniu uziemień osłonowych i przy stosowaniu zerowania, omówienie wymagań związanych z bezpieczeństwem dotykowym przy zwarciach, podporządkowanie tym wymaganiom zasad piorunochronowych. Wskazówki w sprawie koordynacji piorunochronów oraz instalacji telefonicznych i radiofonicznych.

**Основы преодоления искровых разрядов и поражений в грозозащитных устройствах.** Автор различает две составляющие напряжения, приводящие к искровым разрядам и поражениям в грозозащитных устройствах — индуктивное и заземлительное напряжения. — Рассматриваются индуктивные напряжения, возникающие при изменении магнитного поля. Введена результирующая индуктивность, получаемая при одновременном наличии самоиндуктивности и взаимной индуктивности, либо только взаимной индуктивности. Возможные случаи группируются, как показано на рис. 1, и выводятся уравнения для единичной равнодействующей индуктивности. Численные результаты приведены на рис. 2 и 3. — Указывается на возможность смягчения требований в некоторых случаях по сравнению с существующими методами и введения оboстрений в иных случаях. — Обращено внимание на добавочное индуцированное напряжение при изменении электрического поля, связанного с каналом молнии. Предлагается учитывать это напряжение путем увеличения индуктивного напряжения производимого магнитным полем. — Дается метод суммирования индуктивных и заземлительных напряжений (рис. 5), в котором принят синусоидальный фронт волны тока молнии (рис. 6). Указаны затруднения при переходе от устройства к схеме замещения с одной индуктивностью и одним сопротивлением. Приведен пример расчета. — Заключение по вопросам токоотводов, заземлений и металлических предметов внутри здания; сравнение разных норм и правил. Указания относительно деревьев возле зданий и опасности шаговых напряжений и напряжений при прикосновении к близости здания. — Координация грозозащиты и электрической установки в случае применения экранирующих заземлений и занулений. Требования безопасности в отношении напряжений в случае прикосновения при коротких замыканиях; необходимость учитывать их в правилах грозозащиты. — Указания по вопросу координации грозозащитного устройства с телефонными установками и радиоустановками.

**Principles of combating secondary sparks and shocks in lightning protection equipment.** Two components of tensions producing secondary sparks or shocks in lightning protection equipment: inductive tensions and earthing tensions. Review of inductive tensions caused by variations in the magnetic field. Introduction of a resultant inductance, a combination of some self-inductances and mutual inductances or of mutual inductances alone. Classification of likely cases (Fig. 1) and deduction of formulae for resultant unit inductances. Numerical results (Fig. 2 and 3). Brief reference to supplementary tensions induced by variations in the electric field associated with the lightning path. Suggestion for omitting these components. Method of totalling inductive and earthing tensions (Fig. 5) based on the assumption of a sinusoidal form of the lightning current front (Fig. 6). Review of difficulties in replacing the equipment by an equivalent circuit with one inductance and one resistance. Deductions as to down conductors, ground electrodes and ground resistances, metal structures and objects in buildings; comparison of different standards and regulations. Recommendations as to trees growing in the immediate vicinity of buildings and as to the hazards of electrical shock in the neighbourhood of protected buildings. Analysis of the coordination of lightning protection devices and electrical installations, when using protective earthing or zero connections; review of safety requirements under short-circuit conditions and subordination thereto of lightning protection principles. Recommendations as to the coordination of telephone and radio installations and of lightning protection devices.

### 1. Wstęp.

Bezpieczeństwo w instalacji piorunochronowej zależy od spełnienia szeregu warunków technicznych:

1) warunków geometrycznych, zapewniających osłonę przedmiotów chronionych od bezpośrednich uderzeń, tj. wychwytywanie piorunów przez zwody (górne przewody, pręty lub słupy urządzenia piorunochronowego);

2) warunków elektrycznych, pozwalających uniknąć iskier wtórnych oraz porażań dotykowych i krokowych w obrębie budynku chronionego,

3) warunków wytrzymałościowych, wykonawczych i eksploatacyjnych, zapewniających odporność urządzenia na prądy piorunowe, trwałość oraz odporność na mogące zdarzyć się obciążenia mechaniczne.

Wymagania 1) i 3) są już dość dobrze opracowane dzięki doświadczeniom zdobytym w ciągu wielu lat w urządzeniach piorunochronowych oraz ustalonym doświadczeniami i teoretycznymi podstawom ochrony odgromowej. Wymagania 2) natomiast nie są jeszcze doprowadzone do zadowalających sformułowań.

Niedoskonałe ujęcie warunków 2) jest — zdaniem autora — główną przyczyną pożarów i porażań, które zdarzają się jeszcze niekiedy w budynkach chronionych. Statystyki uzasadniają rozpowszechniony pogląd, że piorunochrony budowane według obecnych przepisów nie zapewniają całkowitego bezpieczeństwa, ale zmniejszają je bardzo silnie. Stan ten nie może zadowalać, zwłaszcza w budynkach zagrożonych wybuchem lub gwałtownym pożarem oraz w pomieszczeniach z większą liczbą ludzi. Ażeby dojść do większej doskonałości piorunochronów, konieczne jest wprowadzenie dokładniejszych metod obliczeniowych i lepsze oparcie zasad technicznych na nowoczesnych podstawach naukowych.

Niebezpieczeństwo iskier wtórnych i porażań wiąże się z napięciami występującymi między różnymi punktami urządzenia piorunochronowego, urządzeń chronionych i innych przedmiotów metalowych. W napięciach tych odróżnia się składowe uziemieniowe oraz składowe indukcyjne, związane z indukcyjnościami własnymi i wzajemnymi. Pierwsze części niniejszego artykułu są poświęcone mechanizmowi składowych indukcyjnych w różnych warunkach, sformułowaniu matematycznym i wnioskowi liczbowemu oraz prostej metodzie kojarzenia składowych i zasadom uproszczonych obliczeń do projektowania urządzeń.

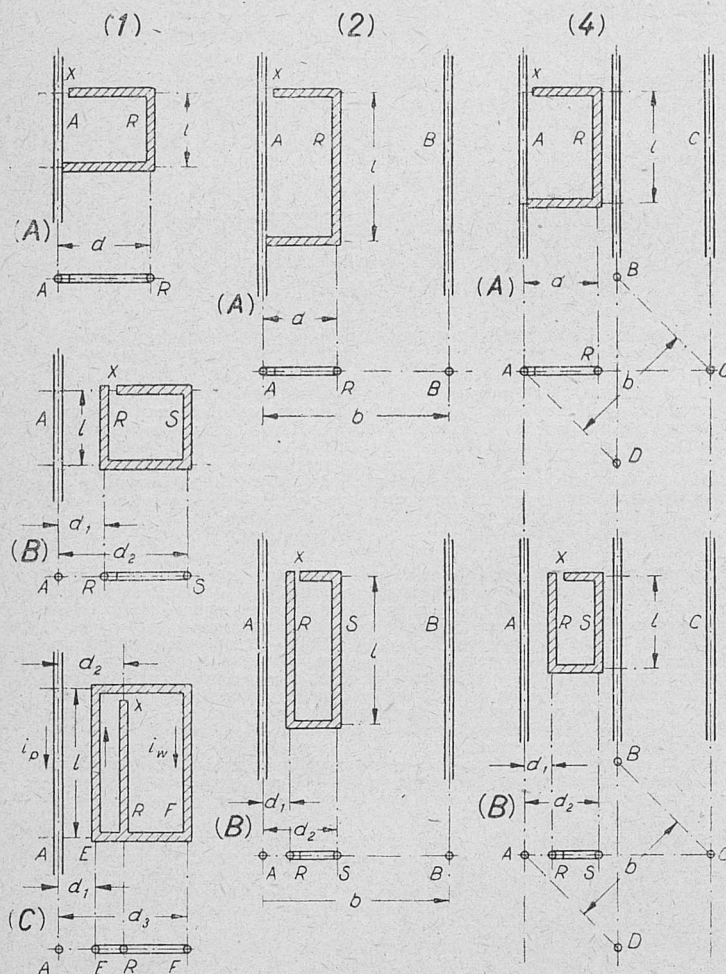
Z tych opracowań teoretycznych i obliczeniowych można wyciągnąć wnioski w sprawie sposobów wykonywania uziemień i przewodów odprowadzających, w sprawie przedmiotów i urządzeń metalowych w budynkach oraz w sprawie drzew sąsiadujących z budynkami. Pożądane jest krytyczne porównanie różnych norm i przepisów oraz zasad naukowych. Największe trudności są połączone z wyciąganiem wniosków dla urządzeń elektrycznych energetycznych, telefonicznych i radiofonicznych, gdyż obok ich koordynacji z piorunochronami w rachubę wchodzi również inne wymagania, niekiedy przeciwstawne, a często tak doniosłe, że względy piorunochronowe muszą im ustąpić pierwszego miejsca. Tym dodatkowym wymaganiom i koordynacji urządzeń poświęca się końcowe części artykułu.

### 2. Mechanizm i obliczanie napięć indukcyjnych.

Rys. 1 jest próbą podziału różnych przypadków, jakie mogą występować w urządzeniach piorunochronowych, na szereg typów. Przedstawione układy są stosunkowo bardzo proste, co ułatwia uchwycenie istoty zagadnień i sformułowanie ma-

tematyczne. We wszystkich przypadkach znak  $X$  wskazuje miejsce rozpatrywanej iskry wtórnej (lub porażenia).

Układy oznaczone literą (A) mają obwód iskry wtórnej połączony galwanicznie z przewodem pierwotnym A, w którym płynie całkowity prąd piorunowy  $i_p$  lub jego część. Przypadki



Rys. 1. Próba typizacji różnych układów z napięciami indukcyjnymi

A, B, C, D — przewody pierwotne z prądem piorunowym

X — miejsce groźące iskry wtórnej

(1), (2), (4) — grupy przypadków z liczbami przewodów pierwotnych 1, 2, 4

(A) — przypadki, kiedy obwód iskry wtórnej jest połączony galwanicznie z przewodem pierwotnym

(B) — przypadki, kiedy obwód iskry wtórnej jest odizolowany od przewodów pierwotnych

(C) — przypadek, kiedy obok przewodu pierwotnego znajduje się zamknięty obwód wtórny osłonowy E — F

ze znakiem (B) mają obwód iskry wtórnej odizolowany od przewodów pierwotnych. Przypadek oznaczony literą (C) ma oprócz przewodu pierwotnego A również obwód wtórny osłonowy (zwarły) E — F, wewnątrz którego istnieje jeszcze przewód R groźący przeskakiem iskrowym w miejscu X. Układy oznaczone cyframi (1), (2) i (4) mają odpowiednio po 1, 2 i 4 przewody pierwotne.

W ujęciu matematycznym przyjmuje się szereg założeń upraszczających: 1) pionowe i bardzo długie przewody pierwotne, 2) w przypadku (C) bardzo wielką wysokość  $l$  obwodu wtórnego osłonowego w porównaniu z szerokością  $d_3 - d_1$ , 3) przy większej liczbie przewodów pierwotnych ( $n = 2$  lub 4) równy podział prądu piorunowego  $i_p$  między te przewody.

We wszystkich przypadkach doprowadza się wyniki rozważań do wzoru ogólnego

$$(1) \quad u_i = L_w \frac{di_p}{dt},$$

gdzie  $u_i$  — napięcie indukcyjne na przerwie iskrowej X bez przeskoku iskrowego (kV),

$\frac{di_p}{dt}$  — stromość wzrostu prądu piorunowego (kA/ $\mu$ s),

$l$  — czynna długość układu (m),

$L_w$  — indukcyjność wypadkowa na jednostkę długości ( $\mu$ H/m).

Najtrudniejszym zadaniem jest tutaj określenie indukcyjności  $L_w$ . Wynika ona z gry różnych indukcyjności własnych i wzajemnych, a w niektórych przypadkach tylko indukcyjności wzajemnych.

Na przykład w bardzo prostym układzie (A) — (1) napięcie  $u_i$  na przerwie X jest związane z indukcyjnością własną odcinka A oraz indukcyjnością wzajemną między odcinkami A i R, która działa obniżająco na  $u_i$ ; odcinki poziome obwodu nie biorą udziału w tej grze wobec założenia, że przewód A jest prosty i bardzo długi. Dawniejsze sformułowania matematyczne pomijają na ogół udział indukcyjności wzajemnej w takich przypadkach i nie zajmują się naszymi przypadkami (B), w których występują tylko indukcyjności wzajemne, ani układami typu (C), w których mamy do czynienia z bardziej złożonym współdziałaniem wielu indukcyjności. Gruntowniejszej analizie podstaw teoretycznych i obliczeniowych poświęca się osobną publikację [33], a niżej podaje się tylko ostateczne sformułowania matematyczne i wnioski liczbowe.

Otrzymuje się dla indukcyjności wypadkowej jednostkowej  $L_w$  wzory:

$$(2) \quad L_w = 0,2 \ln \frac{d}{r} \quad (\mu\text{H/m}) \quad \text{w przypadku (A) — (1),}$$

$$(3) \quad L_w = 0,1 \ln \frac{d(b-d)}{rb} \quad (\mu\text{H/m}) \quad \text{w przypadku (A) — (2),}$$

$$(4) \quad L_w = 0,05 \ln \frac{d(\sqrt{2}b-d)(b^2+d^2-\sqrt{2}bd)}{\sqrt{2}rb^3} \quad (\mu\text{H/m})$$

w przypadku (A) — (4),

$$(5) \quad L_w = 0,2 \ln \frac{d_2}{d_1} \quad (\mu\text{H/m}) \quad \text{w przypadku (B) — (1),}$$

$$(6) \quad L_w = 0,1 \ln \frac{d_2(b-d_2)}{d_1(b-d_1)} \quad (\mu\text{H/m}) \quad \text{w przypadku (B) — (2),}$$

$$(7) \quad L_w = 0,05 \ln \frac{d_2(\sqrt{2}b-d_2)(b^2+d_2^2-\sqrt{2}bd_2)}{d_1(\sqrt{2}b-d_1)(b^2+d_1^2-\sqrt{2}bd_1)} \quad (\mu\text{H/m})$$

w przypadku (B) — (4),

$$(8) \quad L_w = 0,2 \left[ \ln \frac{d_2}{d_1} - \frac{1}{2} \ln \frac{(d_2-d_1)(d_3-d_1)}{r(d_3-d_2)} \cdot \frac{\ln \frac{d_3}{d_1}}{\ln \frac{d_3-d_1}{r}} \right]$$

( $\mu$ H/m) w przypadku (C) — (1);

we wzorach powyższych  $r$  oznacza promień przewodu pierwotnego w przypadkach (A) i (B), a przewodów wtórnych E, F w przypadku (C), inne wymiary według rys. 1.

Rys. 2 przedstawia wyniki obliczeń  $L_w$  według tych wzorów w przypadkach typu (A) i (B) przy różnych danych geometrycznych oraz przy różnych liczbach  $n$  przewodów pierwotnych. Rys. 3 daje zaś porównanie wartości  $L_w$  w przypadkach typu (B) i (C) przy pojedynczym przewodzie pierwotnym. Można stąd wyciągnąć kilka wniosków liczbowych.

1) Największe wartości  $L_w$  występują przy galwanicznym połączeniu obwodu iskry wtórnej z przewodem pierwotnym, tj. w przypadkach typu (A); przy pojedynczym przewodzie pierwotnym dość prawdopodobne są indukcyjności 1 ... 2  $\mu$ H/m, średnio około 1,5  $\mu$ H/m.

2) Odsunięcie obwodu iskry wtórnej od przewodów pierwotnych w przypadkach typu (B) pozwala łatwo zmniejszyć  $L_w$  poniżej  $\frac{1}{3}$  wartości występujących w przypadkach typu (A);

przy pojedynczym przewodzie pierwotnym mamy wtedy często do czynienia z indukcyjnością 0,15 ... 0,5  $\mu$ H/m.

3) Dodanie zamkniętego obwodu wtórnego osłonowego w przypadkach typu (C) pozwala na dalsze zmniejszenie  $L_w$  poniżej  $\frac{1}{3} \dots \frac{1}{2}$  wartości występujących w przypadkach typu (B);

przy pojedynczym przewodzie pierwotnym otrzymuje się w ten sposób często indukcyjność 0,05 ... 0,15  $\mu$ H/m.

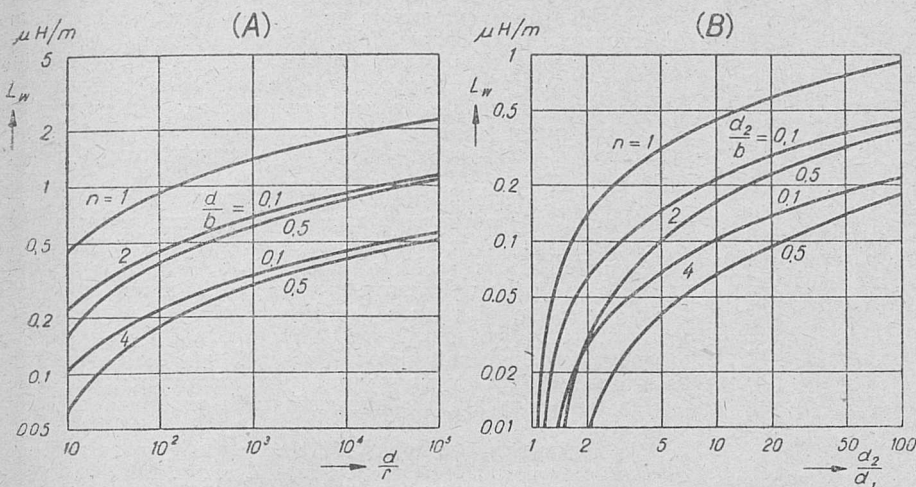
4) Równomierny podział prądu piorunowego między 2 lub 4 przewody zapewnia zmniejszenie  $L_w$  w stosunku około 2 lub 4.

5) Przy nierównomiernym podziale prądu piorunowego między więcej przewodów pierwotnych można liczyć na zmniejszenie  $L_w$  w takim samym stosunku, jak stosunek największego prądu pierwotnego częściowego (płynącego w jednym przewodzie) do prądu piorunowego całkowitego.

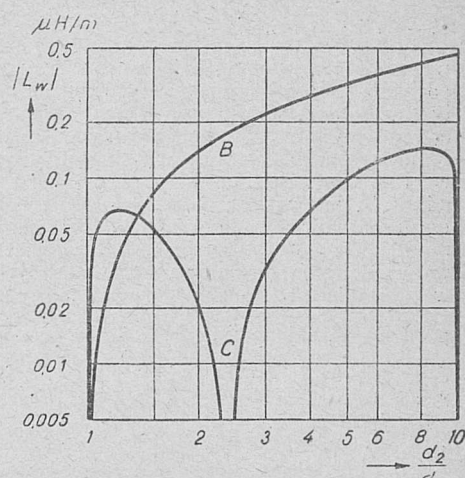


Wartość  $1,5 \mu\text{H/m}$  z wniosku 1) jest zgodna z dawniejszymi publikacjami, które na ogół uwzględniają tylko przypadki typu (A) z indukcyjnością własną. Według naszych rozważań

czalnych zaleca się obecnie obostrzać napięcie indukcyjne wyrażone według wzoru (1) i w ten sposób usprawiedliwiać pominięcie składowej wytwarzanej przez pole elektryczne.



Rys. 2. Indukcyjność wypadkowa jednostkowa  $L_w$  w przypadkach typu (A) oraz (B) przedstawionych na rys. 1; charakterystyki przy różnych liczbach  $n$  przewodów pierwotnych



Rys. 3. Indukcyjność wypadkowa jednostkowa  $L_w$  w przypadkach (B) — (I) oraz (C) — (I) przedstawionych na rys. 1

przypadki typu (B) oraz (C) są wprawdzie mniej groźne, ale ich pomijanie nie jest słuszne w bardziej odpowiedzialnych projektach, na przykład dla budynków z materiałami wybuchowymi. Poza tym potwierdza się tutaj skuteczność piorunochronu podwójnego, odpowiadającego układowi typu (C), z siecią górną do przyjmowania uderzeń i z siecią osłonową dolną do lepszego osłabiania zjawisk wtórnych. Natomiast w piorunochronie pojedynczym można mieć do czynienia z różnymi układami dla iskier wtórnych zależnie od rozpatrywanego miejsca: układami typu (A), (B), a nawet typu (C), jeżeli połączenia przedmiotów metalowych w budynku dają zamknięte obwody wtórne. Obok tych wskazówek idących w kierunku obostrzenia dotychczasowych wymagań w projektowaniu piorunochronów, wyniki nasze, jak głoszą wnioski 4) i 5), wskazują na możliwość łagodzenia wymagań technicznych w niektórych przypadkach, zwłaszcza przez uwzględnienie podziału prądu piorunowego.

Ujęcie rachunkowe nierównomiernego podziału prądu piorunowego może być zadaniem trudnym w bardziej złożonych urządzeniach. Rys. 4 przedstawia stosunkowo prosty przykład instalacji z jednym zwodem poziomym o długości  $l_1$ , z dwoma przewodami odprowadzającymi o długościach po  $l_2$  oraz z uziemieniem pierścieniowym dookoła budynku. Jeżeli pominąć wpływ rozkładu oporności uziemieniowej i wpływ dodatkowych indukcyjności w układzie uziemieniowym, to można przyjąć w przybliżeniu, że całe uziemienie tworzy powierzchnię ekwipotencjalną, i określić podział prądu zależnie od indukcyjności dwóch gałęzi o długościach  $l_2$  oraz  $(l_1 + l_2)$ :

$$(9) \quad \frac{i_{p2}}{i_p} = \frac{l_1 + l_2}{l_1 + 2l_2}$$

Przy wielkiej długości  $l_1$  w porównaniu z wysokością  $l_2$  prąd częściowy  $i_{p2}$  może być znacznie większy niż  $\frac{1}{2} i_p$ . Oporności uziemieniowe mogą wywierać silny wpływ na podział prądu; w przykładzie na rys. 4 bardziej prawdopodobny jest wpływ wyrównujący.

Sformułowanie matematyczne napięcia indukcyjnego według wzoru (1) bierze w rachubę działanie pola magnetycznego towarzyszącego prądowi udarowemu, który płynie w kanale piorunowym i dalej poprzez przewody urządzenia piorunochronowego do ziemi. Jako drugą składową indukcyjną (lub indukowaną) można wskazać napięcie wytwarzane przez pole elektryczne, zmieniające się w związku ze zjawiskami piorunowymi, podobnie jak rozpatruje się dwie składowe napięcia indukowanego w linii napowietrznej [32]. Rozważania nad tą drugą składową są przedstawione w innym miejscu [33]. Okazuje się, że zależnie od okoliczności składowa pochodząca od pola elektrycznego może mieć charakter oscylacyjny lub bezoscylacyjny, co jest zrozumiałe wobec występowania indukcyjności, pojemności oraz oporności. Rozważania te nie doprowadzają do dokładnych wskazówek w sprawie dodatkowego brania w rachubę tej składowej w obliczeniach projektowych. Wobec braku dostatecznych podstaw teoretycznych i doświad-

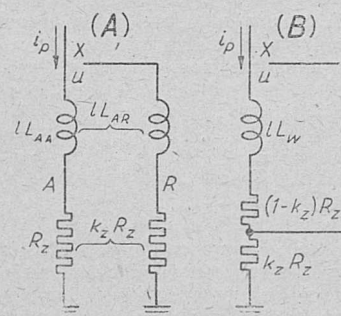
### 3. Kojarzenie napięć indukcyjnych i uziemieniowych, obliczenia wytrzymałościowe.

Układ (A) na rys. 5 przedstawia prosty przypadek, w którym dodają się dwa napięcia składowe — indukcyjne oraz uziemieniowe i decydują wspólnie o iskrze wtórnej lub o porażeniu w miejscu X. Prąd piorunowy  $i_p$  płynie przez pojedynczy przewód pierwotny A i przez uziemienie o oporności  $R_z$ . Dodatkowy przewód R zamyka obwód iskry wtórnej przez drugą oporność uziemieniową, jeżeli nie stosuje się łączenia uziemień. Jeżeli uziemienia nie są bardzo oddalone od siebie, to wyrażna część  $k_z$  spadku napięciowego z uziemienia lewego przenosi się poprzez ziemię na uziom prawy i na przewód R; ułamek  $k_z$  można nazywać współczynnikiem sprzężenia opornościowego.

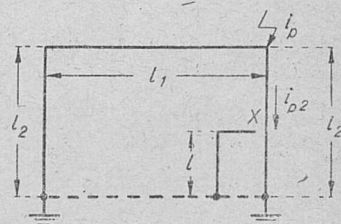
W takim razie przerwa iskrowa X nie otrzymuje całego spadku napięciowego  $R_z i_p$ , lecz tylko część  $(1 - k_z) R_z i_p$ . Ponadto w grę wchodzi napięcie indukcyjne mniejsze niż  $l L_{AA} \frac{di_p}{dt}$  wobec

wplywu indukcyjności wzajemnej  $l L_{AR}$ , wyrażone jako  $l L_w \frac{di_p}{dt}$

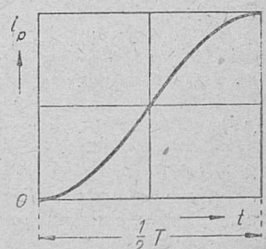
w myśl rozważań w rozdziale poprzednim. Wnioski te upoważniają do przyjęcia



Rys. 5. Układ (A), w którym dodają się napięcia indukcyjne i uziemieniowe na przerwie iskrowej X; układ zastępczy (B)



Rys. 4. Przykład podziału prądu piorunowego w urządzeniu piorunochronowym złożonym ze zwodu poziomego, dwu przewodów odprowadzających i uziemienia pierścieniowego



Rys. 6. Sinusoidalne czoło prądu udarowego piorunowego

układu zastępczego (B) według rys. 5. Jest to przypadek typu (A) — (I) z poprzedniego rozdziału uzupełniony wpływem uziemień.

Do obliczeń wytrzymałościowych przerwy  $X$  konieczna jest znajomość przede wszystkim wartości szczytowej  $u_{\max}$  napięcia w wypadkowego wynikającego z obu składowych. Sumowanie arytmetyczne wartości szczytowych

$(1-k_z)R_z i_{p\max}$  oraz  $lK_w \left(\frac{di_p}{dt}\right)_{\max}$  jest na ogół zbyt ostre, ponieważ

one nie występują jednocześnie przy zaokrąglonym czole  $i_p$ , podobnie jak przy prądzie zmiennym nie ma sumowania arytmetycznego wartości maksymalnych (lub skutecznych) spadków opornościowych oraz indukcyjnych. Proste zasady sumowania geometrycznego przy prądach sinusoidalnych zachęcają do przyjęcia kształtu sinusoidalnego dla czoła udaru  $i_p$ , jak na rys. 6. Autor stosuje podobne ujęcie matematyczne również w innych działach ochrony odgromowej [32, rozdz. 37], co jest znacznie dogodniejsze od bardziej rozpowszechnionych sformułowań wykładniczych, a nie ustępuje im w zbliżeniu do danych doświadczalnych. Krzywa na rys. 6

przedstawia składową stałą  $\frac{1}{2} i_{p\max}$  oraz składową sinusoidalną

o wartości maksymalnej  $\frac{1}{2} i_{p\max}$ . Wierzchołek napięcia indukcyjnego występuje w chwili środkowej czoła prądu (przy  $\frac{1}{2} i_{p\max}$ ), a wierzchołek napięcia opornościowego w chwili końcowej czoła prądu (przy  $i_{p\max}$ ); wierzchołek napięcia wypadkowego  $u_{\max}$  przypada w punkcie pośrednim i odpowiada takiemu samemu wzorowi jak dla prądu ustalonego ze składową stałą i ze składową sinusoidalną:

$$(10) \quad u_{\max} = \frac{1}{2} (1 - k_z) R_z i_{p\max} - \sqrt{\frac{1}{4} (1 - k_z)^2 R_z^2 i_{p\max}^2 + l^2 L_w^2 \left(\frac{di_p}{dt}\right)_{\max}^2}$$

Przy przewodzie spadku indukcyjnego przechodzi się do wzoru przybliżonego

$$(11) \quad u_{\max} \approx \frac{1}{2} (1 - k_z) R_z i_{p\max} + lL_w \left(\frac{di_p}{dt}\right)_{\max},$$

a przy pomijalnym spadku opornościowym, zwłaszcza przy połączeniu uziemień, pisze się po prostu

$$(12) \quad u_{\max} \approx lL_w \left(\frac{di_p}{dt}\right)_{\max}$$

Natomiast przy stosunkowo niewielkim napięciu indukcyjnym można przyjąć

$$(13) \quad u_{\max} \approx (1 - k_z) R_z i_{p\max}$$

Zastosowanie wzoru (10) wymaga przejścia do układu zastępczego z jedną indukcyjnością i z jedną opornością. Takie przekształcenie może być trudne lub nawet niemożliwe z całkowitą ścisłością, jeżeli urządzenie piorunochronowe o wielu przewodach odprowadzających przedstawia wiele gałęzi różnoległych indukcyjnościowo-opornościowych, jak na rys. 7 (A).

Proste ujęcie matematyczne jest możliwe przy takim połączeniu punktów pośrednich  $P_a, P_b, P_c \dots$  (linia przerywana na rys. 7), które nie przedstawia wyraźnych różnic napięciowych. Wtedy mamy do czynienia z układem równoległym indukcyjności oraz z układem równoległym oporności i możemy zastosować dogodne wzory na wypadkową indukcyjność oraz oporność w układzie zastępczym na rys. 7 (B):

$$(14) \quad \frac{1}{R_{z\sum}} = \frac{1}{R_{za}} + \frac{1}{R_{zb}} + \frac{1}{R_{zc}} + \dots$$

$$(15) \quad \frac{1}{L_{\sum}} = \frac{1}{l_a L_a} + \frac{1}{l_b L_b} + \frac{1}{l_c L_c} + \dots$$

Rolę takiego połączenia pośredniego odgrywa często w niedoskonałym sposobie uziomu pierścieniowy, który łączy dodatkowe uziomy pionowe lub poziome, należące do poszczególnych przewodów odprowadzeniowych. Wzdłuż uziomu pierścieniowego mogą jednak powstawać wyraźne spadki indukcyjne, psując słusność układu zastępczego i wzorów (14), (15).

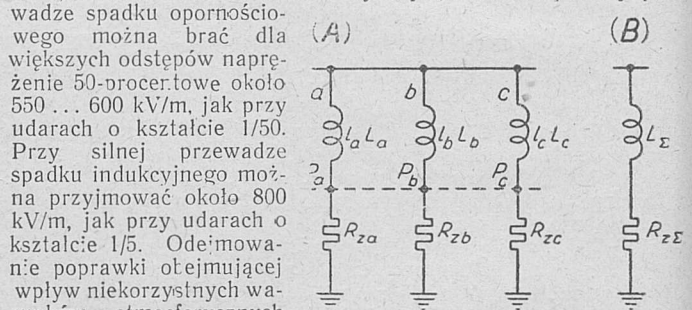
Zastosowanie zależności (14) i (15) jest zupełnie prawidłowe — nawet bez połączenia pośredniego — w szczególnym wypadku, gdy stałe czasowe wszystkich gałęzi są jednakowe:

$$(16) \quad \frac{l_a L_a}{R_{za}} = \frac{l_b L_b}{R_{zb}} = \frac{l_c L_c}{R_{zc}} = \dots$$

Wtedy bowiem wartości chwilowe napięć w punktach  $P_a, P_b, P_c \dots$  są zawsze jednakowe, jak przy doskonałym połączeniu pośrednim. W pozostałych przypadkach przejście do układu zastępczego jednogłęziowego wymaga przybliżonych uproszczeń, na przykład drogą odrzucenia gałęzi o stosunkowo wielkich indukcyjnościach lub opornościach. Uproszczenia należy robić raczej w kierunku obniżenia wyniku końcowego. Zastosowanie wzorów (14) i (15) przy znacznie różniących się stałych czasowych grozi natomiast niedopuszczalnym złagodzeniem wyniku. Istnieje wreszcie możliwość wykonywania laboratoryjnych badań modelowych przy opracowaniach projektowych szczególnie odpowiedzialnych.

Znajomość wartości szczytowej  $u_{ax}$  grożącego napięcia wypadkowego jest podstawą do zapobieżenia iskrze wtórnym i porażeniom jednym z dwóch sposobów: 1) przez zapewnienie dostatecznie wielkiego odstepu, który wytrzymałby przepięcie; 2) przez zastosowanie metalicznych odstepu, którego wytrzymałość jest mniejsza od możliwego przepięcia. Obydwa sposoby wymagają posługiwania się danymi wytrzymałościowymi i udarowymi powietrza oraz innych materiałów izolacyjnych lub półprzewodzących, spotykanych w budynkach.

Dla odstępów powietrznych rozporządza obfitym materiałem doświadczalnym [32, rozdz. 26]. Przy przewadze spadku opornościowego można brać dla



większych odstępów napięcie 50-procentowe około 550 ... 600 kV/m, jak przy udarach o kształcie 1/50. Przy silnej przewodzie spadku indukcyjnego można przyjmować około 800 kV/m, jak przy udarach o kształcie 1/5. Odejmowanie poprawki obejmującej wpływ niekorzystnych warunków atmosferycznych i dającej przejście od warunków 50-procentowego do warunków 0-procentowego powinno być obowiązywać w przypadkach budynków szczególnie niebezpiecznych; dla zwykłych budynków przyjmowanie w obliczeniu bardzo wielkich danych piorunowych może zwolnić od brania w rachubę takiej poprawki.

Dla drewna można przyjmować ostrożnie wytrzymałość udarową około 200 kV/m. Dla innych materiałów w budowlanych nie rozporządzamy obecnie dostatecznymi danymi doświadczalnymi. Rząd wielkości kilkaset kV/m wydaje się dość prawdopodobny.

Do obliczonych w ten sposób odstępów izolacyjnych należy dodawać odległości z wierane przez ludzi. Obstrzeżenie to może odpowiadać w niektórych miejscach, gdzie obecność człowieka w czasie burzy jest mało prawdopodobna lub nawet niemożliwa.

W dawniej ułożonych normach i wskazówkach znajdujemy tylko niedokładne postanowienia w sprawie odstępów nie wymagających zwierania. Przepisy szwajcarskie [4] zalecają łączenie w ziemi przedmiotów metalowych budynku (rur wodociągowych, ogrzewniczych, dźwigów, konstrukcji stalowych) z piorunochronem, łączenie na górze z piorunochronem przedmiotów metalowych dochodzących z dołu do dachu lub przekraczających dach oraz stosowanie dużych odstępów bocznych między przedmiotami metalowymi wewnątrz budynku a przewodami odprowadzającymi piorunochrona. Przepisy amerykańskie [13] przewidują łączenie przedmiotów metalowych bądź z piorunochronem, bądź z oddzielnym uziemieniem (rozwiązanie sprzyjające większym napięciom dla iskier wtórnych), pozwalają niekiedy na łączenie przedmiotów metalowych z piorunochronem na górze bez łączenia na dole (większe niebezpieczeństwo iskier wtórnych i napięć dotykowych na dole) i wskazują odstęp powietrzny około 1,8 m (6 stóp) jako granicę, poniżej której zaleca się zwieranie. Podobny odstęp graniczny — 2 m — znajdujemy w normie czechosłowackiej [19], która zaleca przy mniejszych odstępach łączyć przedmioty metalowe z piorunochronem, a przy większych odstępach uziemiać takie przedmioty. Dla hangarów przepisy amerykańskie wskazują większy odstęp graniczny — około 3 m.

Przepisy angielskie [15] wskazują — obok szeregu zaleceń w sprawie zwierania — obliczenie odstepu granicznego na zasadzie: około 0,3 m (1 stopa) na 1  $\Omega$  oporność



uziemienia przy pojedynczym przewodzie odprowadzającym i przy pojedynczym uziemieniu. Postanowienie to można uzasadnić następującymi danymi liczbowymi:  $1 \Omega \cdot 160 \text{ kA} : 500 \text{ kV/m} \approx 0,3 \text{ m}$ . Przy większej liczbie uziemień i przewodów odprowadzających te same przepisy pozwalają na dwa razy mniejsze odstępy.

Przepisy niemieckie [26] wysuwają podobny warunek: minimalny odstęp 0,2 m na  $1 \Omega$  oporności uziemieniowej wypadkowej całego urządzenia piorunochronowego, co jest łagodniejsze od wymagań angielskich w przypadku większego urządzenia; jako uzasadnienie można wskazać liczby:  $1 \Omega \cdot 100 \text{ kA} : 500 \text{ kV/m} \approx 0,2 \text{ m}$ . Ponadto przepisy niemieckie żądają, ażeby odstęp wynosił co najmniej 0,1 drogi mierzonej od rozpatrywanego miejsca wzdłuż przewodu piorunochronowego (głównie przewodu odprowadzającego) do ziemi; można to rozumieć jako wniosek z samego tylko spadku indukcyjnego:  $1 \text{ m} \cdot 1,5 \mu\text{H/m} \cdot 50 \text{ kA}/\mu\text{s} : 750 \text{ kV/m} \approx 0,1 \text{ m}$ . To obliczenie przedstawia się bardzo ostro w świetle naszych poprzednich rozważań, które wskazują w wielu przypadkach na znacznie mniejsze indukcyjności jednostkowe  $L_w$ . Z drugiej jednak strony stwierdzamy złączenie, które polega na tym, że przepisy niemieckie nie kojarzą spadków indukcyjnych i uziemieniowych. Poza tym przepisy te pozwalają oceniać wytrzymałość drogi poprzez materiały nieprzewodzące jako równą wytrzymałości drogi powietrznej 3 razy większej; wskazówka ta wydaje się niezupełnie bezpieczna.

Wskazówki radzieckie opracowane przez Stiekolnikowa i innych [25] biorą w rachubę w napięciu groźącym iskrą wtórną obydwie składowe: uziemieniową oraz indukcyjną. Kожарzenie tych składowych przeprowadza się tam przy założeniu czoła wykładniczego i podaje się szereg wykresów. Obok ostrych danych piorunowych — 200 kA, 60 kA/ $\mu\text{s}$  — znajdujemy w tych wskazówkach ostrożne dane wytrzymałościowe: dla powietrza 500 kV/m, po drewnie 200 kV/m. Wymagania zapobiegające iskrom wtórnym obowiązują wzdłuż tych wskazówek głównie dla budynków kategorii I oraz II, gdzie występuje niebezpieczeństwo wybuchu lub gwałtownego pożaru.

Podajemy jeszcze dane wytrzymałościowe (kV/m) według McCanna [11]:

                    w powietrzu      po drewnie, kamieniu,

|                            |      |       |
|----------------------------|------|-------|
|                            |      | cegły |
| dla spadków uziemieniowych | 600  | 260   |
| dla spadków indukcyjnych   | 1200 | 500   |

Stosunkowo wielkie wartości dla spadków indukcyjnych odpowiadają znacznie krótszym czasom niż w udarze o kształcie 1/5.

#### 4. Przykład obliczeń.

Poniższy przykład ma na celu nie tylko pokazać zastosowanie zasad z poprzednich rozdziałów, lecz również uzupełnić obliczenia niektórymi szczegółami wynikającymi z ogólnych podstaw ochrony odgromowej [32]. Przykład jest stosunkowo prosty, nie może więc dać wyobrażenia o rozmiarach obliczeń przy projektowaniu bardziej złożonych urządzeń.

Budynek ma powierzchnię 18 m · 15 m i stromy dach o wysokości krawędzi górnej 12 m. Na krawędzi tej umieszcza się zwód przewodowy o długości 18 m i dodaje się małe odgałęzienia na kominach. Na krawędziach zwodu stosuje się dwa przewody odprowadzające, każdy o długości nadziemnej około 12 m. Uziemienie jest wykonane jako poziome pierścieniowe dokoła budynku i jest połączone w ziemi z rurą wodociagową. Oporność uziemienia pierścieniowego bez tego połączenia wynosi  $10 \Omega$ , po połączeniu z rurą wodociagową uzyskuje się  $1 \Omega$ .

Należy usunąć niebezpieczeństwo iskier wtórnych i napięć dotykowych związane z instalacją wodociagową, która dochodzi do wysokości około 8 m nad ziemią. Ponadto należy uwzględnić instalację elektryczną oświetleniową, zasilaną z sieci napowietrznej o napięciu 380/220 V. W sieci tej stosuje się system uziemień osłonowych (uziemień ochronnych); połączenie przewodu zerowego z uziemieniem piorunochronowym nie jest dozwolone. Instalacje elektryczne dochodzą w budynku do wysokości około 10 m nad ziemią.

Określamy w przybliżeniu czynną przy uderzeniu pioruna oporność uziemieniową. Na pełny udział rur wodociagowych nie chcemy liczyć, ponieważ przewidujemy, że mała oporność  $1 \Omega$  jest związana ze znaczną długością rur wodociagowych, których indukcyjność psuje skuteczność w warunkach udarowych. Dla samego uziomu pierścieniowego oceniamy zmniejszenie się oporności czynnej przy wielkim prądzie udarowym na około 50% [32, str. 356], co daje przejście od oporności  $10 \Omega$  do  $5 \Omega$ . Sprawdzamy ponadto dla uziemienia pierścieniowego o długości całkowitej 80 m wpływ indukcyjności [32, str. 346] jak dla uziemienia poziomego prostego o długości połowicznej 40 m. Kryje się w tym obostrzenie roli indukcyjności, ponieważ prąd rozgałęzia się od przewodu odprowadzającego na

dwa odcinki uziemieniowe o długościach czynnych mniejszych niż 40 m — wobec częściowego dopływu prądu również przez drugi przewód odprowadzający. Pomimo to sprawdzenie wykazuje, że nawet tak przesadnie oceniony wpływ indukcyjności uziemienia jest niewielki.

Indukcyjność wypadkową jednostkową  $L_w$  określamy w niekorzystnym przypadku, gdy piorun uderza w komin zwodu. Dwie drogi do ziemi mają wtedy długości około  $12 + 1 = 13 \text{ m}$  oraz  $18 + 12 + 1 = 31 \text{ m}$  (dodatek 1 m na część podziemną), wypada więc przyjąć dla krótszej drogi ułamek  $31 : (31 + 13) \approx 0,7$  całkowitego prądu piorunowego. Wynik ten jest obostrzony przez pominięcie wyrównującego wpływu uziemienia na rozptyw prądów. Na podstawie wyników z rozdziału 2 określamy więc  $L_w \approx 0,7 \cdot 1,5 \mu\text{H/m} = 1,05 \text{ m}$ . Nie stosujemy dodatkowego obostrzenia z tytułu składowej wytwarzanej przez zmiany pola elektrycznego, ponieważ obliczenia zawierają już inne obostrzenia, przyjmujemy jednak dalej bardzo ostre dane piorunowe — pomimo niezbyt wielkiego znaczenia budynku.

Niebezpieczeństwo przeskoku iskry wtórnej od piorunochronu do instalacji wodociagowej jest związane tylko ze spadkami indukcyjnymi, ponieważ uziemienie piorunochronowe jest połączone z rurą wodociagową. Zakładamy stromość prądu piorunowego 50 kA/ $\mu\text{s}$  oraz wytrzymałość powietrza 750 kV/m i obliczamy

$$u_{i \max} \approx (8 + 1 \text{ m}) \cdot 1,05 \mu\text{H/m} \cdot 50 \text{ kA}/\mu\text{s} = 472 \text{ kV}$$

i odstęp  $\frac{472 \text{ kV}}{750 \text{ kV/m}} \approx 0,63 \text{ m}$ . Jeżeli drogę iskry może skrócić człowiek, to należy dodać do tak obliczonego odstępu jeszcze co najmniej 1 m, co da w sumie około 1,7 m. Ścianę z materiałów budowlanych przewodzących można — w braku dokładnych danych — traktować jako przerwę powietrzną.

Niebezpieczeństwo przeskoku iskry wtórnej od piorunochronu do instalacji elektrycznej jest związane z obu napięciami składowymi. Przyjmujemy jako dane piorunowe 200 kA oraz 50 kA/ $\mu\text{s}$  i obliczamy napięcie uziemieniowe z pominięciem współczynnika  $k_z$ , gdyż sprzężenie opornościowe zapewne nie odgrywa wyraźnej roli w rozpatrywanym urządzeniu:

$$R_{zi \max} = 5 \Omega \cdot 200 \text{ kA} = 1000 \text{ kV}.$$

Określamy dalej składową indukcyjną oraz napięcie wypadkowe według wzoru (10):

$$I L_w \left( \frac{dt_p}{dt} \right)_{\max} = (10 + 1) \text{ m} \cdot 1,05 \mu\text{H/m} \cdot 50 \text{ kA}/\mu\text{s} = 577 \text{ kV}$$

$$u_{\max} = \frac{1}{2} \cdot 1000 + \sqrt{\frac{1}{4} \cdot 1000^2 + 577^2} = 1264 \text{ kV}.$$

Przyjmujemy stosunkowo wielką wytrzymałość powietrza 650 kV/m nie tylko z powodu wyraźnego udziału krótkotrwałej składowej indukcyjnej w wartości szczytowej  $u_{\max}$ , lecz również dlatego, że sieć wodociagowa znacznie skraca czas trwania do półszczytu spadku napięciowego uziemieniowego. Otrzymujemy

$$\text{w ten sposób odstęp } \frac{1264}{650} \approx 2 \text{ m}.$$

Może jeszcze zachodzić konieczność zwiększenia tej odległości o około 1 m ze względu na możliwą obecność człowieka. Decydują o tym warunki miejscowe, na przykład niezręczne umieszczenie wyłącznika lub gniazdka wtyczkowego w pobliżu przewodu odprowadzającego. Według przepisów niemieckich projektant nie wnikać głębiej w zjawiska mógłby przyjąć dla oporności wypadkowej  $1 \Omega$  odstęp co najmniej 0,2 m, a dla spadków indukcyjnych na drodze 11 m odstęp 1,1 m, a zatem znacznie mniej niż według naszych obliczeń.

#### 5. Wskazówki o przewodach odprowadzających.

Indukcyjność, która decyduje o składowej indukcyjnej napięcia groźącego iskrą wtórną lub porażeniem, zależy głównie od przewodów odprowadzających: od ich liczby, rozmieszczenia i sposobu prowadzenia. W różnych normach i przepisach znajdujemy szereg postanowień, które zapewniają ograniczenie indukcyjności, jakośkolwiek przeważnie nie mają wyraźnego związku z podstawami obliczeniowymi.

Powtarzane w różnych sformułowaniach zalecenie, ażeby przewody tworzyły jak najkrótsze drogi do ziemi, bez pętlic i wybitnych zagięć, możliwie w kierunku pionowym, prowadzi do mniejszych długości przewodów i dzięki temu do mniejszych indukcyjności całkowitych  $I L_w$ . Zarazem unika się w ten sposób większego niebezpieczeństwa iskier wtórnych, które występowałyby w miejscach wybitnego zagięcia przewodów w pętlicę. Przesada w tej dziedzinie może jednak powodować zbędne komplikacje w wykonaniu urządzenia. W szczególności zasada, że przewód odprowadzający musi iść



od zwodu na całej długości ku dołowi lub wyjątkowo poziomo [4, 13], może utrudniać mocowanie. Niektóre nowsze przepisy [26] dopisują odgięcia przewodu ku górze, jeżeli odstęp izolacyjny zapewniają w tych miejscach uniknięcie isker wtórnych (warunek, aby droga iskrowa była nie mniejsza niż 0,1 długości pelicy przewodowej).

Stosowanie większej liczby przewodów odprowadzających na większych budynkach znacznie zmniejsza indukcyjność wypadkową. Zastosowanie gęstej sieci zwodów i nielicznych przewodów odprowadzających dąłoby dobrą osłonę tylko od pól elektrostatycznych, natomiast mało skuteczną w warunkach uderowych.

Większość norm i przepisów żąda co najmniej dwóch przewodów odprowadzających w przypadku piorunochronu umieszczonego na budynku. Wyjątkowo przepisy angielskie dopuszczają pojedynczy przewód odprowadzający dla budynków o powierzchni do 90 m<sup>2</sup>. Autor uważa to za wystarczające dla wielu małych budynków (gdzie zakładanie piorunochronów nawet nie obowiązuje).

Dla większych budynków — powyżej określonej granicy powierzchni, długości lub obwodu — uzależnia się liczbę przewodów odprowadzających od jednej z czterech następujących wielkości:

1) od powierzchni budynku: w Szwajcarii [4] 1 dalszy przewód na 200 m<sup>2</sup> powyżej granicy 300 m<sup>2</sup>, do której obowiązują dwa przewody; w Anglii [15] 1 dalszy przewód na 270 m<sup>2</sup> powyżej granicy 90 m<sup>2</sup>, do której obowiązuje 1 przewód;

2) od długości budynku: w Stanach Zjednoczonych Ameryki [13] 1 dalszy przewód na 15 m powyżej granicy 30 m, do której stosuje się 2 przewody; w Czechosłowacji [19] 1 przewód na 15 m krawędzi szczytowej dachu silnie nachylnego; w Niemczech [26] 1 dalszy przewód na 20 m powyżej granicy 20 m, do której obowiązują 2 przewody;

3) od obwodu budynku: w Stanach Zjednoczonych Ameryki [13] 1 dalszy przewód na 30 m powyżej granicy 90 m, do której stosuje się 2 przewody; w Anglii [15] 1 przewód na 30 m obwodu; w Czechosłowacji [19] 1 przewód na 30 m obwodu dachu mało nachylnego powyżej granicy 90 m, do której obowiązują 2 przewody; według wydawnictwa „Grozozaszczyta...” [25] 1 przewód na 15... 20 m w przypadku budynku zwyczajnego (kategorii III);

4) od szerokości budynku: w Niemczech [26] przy szerokości powyżej 12 m co najmniej 4 przewody.

Niektóre przepisy uzależniają liczbę przewodów odprowadzających również od kształtu budynku. Przewody powinny być rozmieszczone równomiernie; zsuniecie na niewielką odległość marnowałoby przewody, nie dając możliwości do osiągnięcia zmniejszenia indukcyjności wypadkowej.

Niektóre przepisy wprowadzają obostrzenia dla budynków o większej wysokości: a) w Stanach Zjednoczonych Ameryki [13] 1 dodatkowy przewód na 18 m powyżej granicy wysokości 18 m, ale bez zagęszczania przewodów na obwodzie do odstępów mniejszych niż 15 m; b) w Czechosłowacji [19] 1 dodatkowy przewód na 25 m powyżej granicy wysokości 25 m, ale bez zagęszczania przewodów na obwodzie do odstępów mniejszych niż 30 m.

Uzależnienie liczby przewodów odprowadzających od powierzchni, długości, obwodu i szerokości budynku można uzasadnić (bez sformułowania liczbowego) tym, że dla niektórych miejsc uderzeń w grę wchodzi oprócz indukcyjności przewodów odprowadzających również indukcyjności odcinków zwodów poziomych lub mało nachylnych. Te dodatkowe indukcyjności są tym większe, im dłuższe są odcinki zwodów, tj. im rzadsze są odcinki przewodów odprowadzających. Wymagania mówiące o powierzchni, długości, obwodzie i szerokości są zgodne właśnie w tym, że zapewniają niezbyt wielkie długości odcinków zwodowych między sąsiednimi przewodami odprowadzającymi.

Zwiększenie liczby przewodów odprowadzających na budynkach o większej powierzchni zapewnia też lepsze współdziałanie równoległe sąsiednich przewodów i zmniejszenie indukcyjności wypadkowej. Warunki odbiegają jednak na ogół znacznie od równomiernego podziału prądu, zmniejszenie więc indukcyjności nie jest bardzo silne.

Uzależnienie liczby przewodów odprowadzających od wysokości budynku jest zrozumiałe. Pojedynczy przewód odprowadzający przedstawia dla wyższego budynku większą indukcyjność. Jedynym środkiem zaradczym jest zwiększenie liczby przewodów, które współpracują równolegle.

Dla kominów fabrycznych, wież kościelnych itp. zaleca się przeważnie 2 przewody odprowadzające. Wyjątkowo przepisy angielskie [15] poprzestają na pojedynczym przewodzie dla kominów o małej szerokości, przepisy czechosłowackie [19] dla kominów i wież o wysokości do 30 m, prze-

pisy niemieckie [26] przy wysokości do 40 m (z wyjątkiem drewnianych wież i rusztowań). Jeden z dwóch przewodów odprowadzających może według niektórych przepisów odgrywać zarazem rolę przewodu odprowadzającego dla przylegającego budynku. Niekiedy spotykamy żądanie, aby obydwie przewody były łączone w połowie wysokości; w Stanach Zjednoczonych Ameryki [13] na wieżach o wysokości powyżej 30 m i na kominach o wysokości większej niż 50 m. Wymagania takie można uzasadnić dwiema okolicznościami (niezbyt przekonującymi): 1) po częściowym zniszczeniu jednego przewodu można wyzyskać nieuszkodzoną połowę w celu zmniejszenia indukcyjności całkowitej; 2) istnieje możliwość iskry wtórnej przy różnicy między dwiema gałęziami równoległymi, biegnącymi w niewielkich odległościach, połączenie jednak na górze i na dole oraz proste ułożenie powinno usunąć to niebezpieczeństwo.

Przewody odprowadzające układa się prawie zawsze na zewnątrz budynku, co jest korzystne dla zmniejszenia niebezpieczeństwa isker wtórnych i napięć dotykowych wewnątrz budynku. Niektóre przepisy zalecają ponadto umieszczenie tych przewodów jak najdalej od przedmiotów metalowych i od instalacji elektrycznych, jak również od materiałów łatwopalnych. Wyjątkowo przepisy niemieckie [26] zezwalają na układanie przewodów odprowadzających wewnątrz budynków, zalecając przy tym dużą ostrożność; przepisy te przewidują umieszczenie jednego z dwóch przewodów odprowadzających na wieży kościelnej w jej wnętrzu, w celu ułatwienia połączeń przedmiotów metalowych.

Szczególne niebezpieczeństwo isker w budynkach z materiałami wybuchowymi i łatwopalnymi skłania do obostrzeń w sprawie przewodów odprowadzających. Przepisy szwajcarskie [4] wymagają w przypadku piorunochronu ułożonego na budynku liczby przewodów nie mniejszej niż 4 oraz oddzielnego przewodu odprowadzającego od każdego zwodu poprzecznego na wielkim dachu. Podobnie przepisy angielskie [15] i niemieckie [26] żądają podwojenia liczby przewodów odprowadzających. Norma czechosłowacka [19] zaleca zmniejszenie odstępów między przewodami odprowadzającymi poniżej 10 m (zamiast 30 m). Wydawnictwo „Grozozaszczyta...” [25] wskazuje odstęp 10... 20 m dla dolnej klatki osłonowej w przypadku piorunochronu podwójnego (na budynku kategorii I). Warunek ten nie ma oczywiście związku z odprowadzaniem prądu piorunowego do ziemi, gdyż do tego celu służy górna sieć odizolowana od budynku, lecz zapewnia lepsze zlagodzenie napięć wtórnych w budynku dzięki gęstszej sieci zwartej dla prądów indukowanych.

Piorunochron odizolowany od budynku (górna sieć w przypadku piorunochronu podwójnego) można poddać dość dokładnym obliczeniom, które zapewniają uniknięcie isker wtórnych od zwodów i przewodów odprowadzających do budynku. Nie formuluje się na ogół dla tych urządzeń takich wymagań liczbowych w sprawie gęstości przewodów odprowadzających, jak w przypadku piorunochronu ułożonego na budynku (dane przedstawione wyżej). Przepisy szwajcarskie [4] żądają, aby słupy odgromowe odizolowane od budynku miały odległość co najmniej 3 m od najbliższej części budynku.

## 6. Wskazówki o uziemieniach i przedmiotach metalowych w ziemi.

Uniknięcie isker wtórnych i porażień zależy w znacznej mierze od jakości uziemień oraz od połączeń między różnymi przedmiotami uziemionymi. W normach i przepisach na piorunochrony można znaleźć wiele wskazówek zgodnych z wnioskami opartymi na zasadach naukowych. Można też stwierdzić pomysłny zanik nielicznych zastrzeżeń sprzecznych z tymi zasadami. Zalecenia liczą się z kosztami urządzeń, muszą więc unikać zbyt kosztownych uziemień.

Większość norm i przepisów zaleca dla piorunochronów najtańsze wyzyskiwanie dobrych uziemień naturalnych. Przede wszystkim stosuje się łączenie piorunochronów z rurami wodociagowymi. Należy przy tym zwracać uwagę na złącza między odcinkami rur; niektóre rozwiązania mają bowiem części izolacyjne, które psują skuteczność takich uziemień; w Szwajcarii wprowadza się proste zwieracze przy takich wklaskach izolacyjnych. Przepisy szwajcarskie [4] zalecają bocznikowanie liczników wody; według przepisów niemieckich [26] jest to konieczne tylko w niektórych przypadkach. Różne przepisy przestrzegają przed jednoczesnym łączeniem piorunochronów z rurami wodociagowymi oraz z uziemionymi punktami urządzeń prądu stałego, gdyż groziłoby to silną korozją.

Można wykorzystać również inne rury metalowe, na przykład ogrzewnicze. Zagadnieniem spornym pozostaje w nie-



których krajach wyzyskanie rur gazowych. Przepisy angielskie [15] zabraniają użycia rur z palnymi płynami lub gazami w roli uziemień lub innych części piorunochronów. Natomiast przepisy niemieckie [26] wyraźnie zalecają wyzyskanie rur gazowych — pomimo oporów ze strony niektórych instytucji. Dobre uziemienia naturalne uzyskuje się niekiedy w zbrojeniach fundamentów betonowych.

Wiele przepisów i norm żąda łączenia z piorunochronem wszelkich przedmiotów metalowych dochodzących w ziemi lub na powierzchni ziemi do budynku: rur, szyn, płaszczy kablowych. Uzyskuje się w ten sposób: 1) zmniejszenie oporności uziemienia, 2) złagodzenie niebezpieczeństwa iskier wtórnych oraz niebezpieczeństwa napięć dotykowych i krokowych nawet przy znacznej oporności uziemienia.

Przepisy niemieckie [26] zawierają kilka dokładniejszych wskazówek na temat łączenia przedmiotów metalowych w ziemi. Przepisy te zalecają łączenie przy odległościach do 20 m, a stanowczo żądają łączenia przy odstępach mniejszych niż 2 m. Łączenie za pośrednictwem małego iskiernika jest tam przewidziane dla szyn kolejowych, jeżeli urządzenia sygnalizacyjne wymagają odizolowania szyn od ziemi (na niskie napięcie). Autor jest przeciwnikiem zbędnego łączenia piorunochronów z sąsiednimi szynami kolejowymi, gdyż mogłoby to stwarzać wielkie niebezpieczeństwo napięć krokowych na przejściach przez tory. Decyzje w tej sprawie powinny być poprzedzone gruntownym badaniem warunków miejscowych.

Płaszcze kabli energetycznych niskonapięciowych wchodzących do budynku dobrze jest łączyć z uziemieniem piorunochronowym niezależnie od tego, czy stosuje się uziemienia osłone, czy też zerowanie. Z biegiem lat ogólne dążenie do łączenia wszystkich uziemień — wbrew dawniejszym zastrzeżeniom — doprowadza do takiego właśnie sformułowania w wielu normach i przepisach.

Wyjątkowo przepisy czeskosłowackie żądają odstępów nie mniejszych niż 0,5 m na skrzyżowaniach przewodów piorunochronowych z kablami. Tak małe odstępki nie zapewniają jednak skutecznego oddzielenia uziemień. Przejście zaś prądu przez iskrę od piorunochronu do kabla może spowodować większe uszkodzenie niż przy dobrym połączeniu metalicznym. Przeciw stosowaniu większych odstępów przemawiają trudności, które występowałyby często przy rozmieszczaniu uziemień piorunochronowych i kabli.

Różne normy i przepisy zabraniają łączenia uziemień piorunochronowych z płaszczykami kabli energetycznych, wysokonapięciowych. Przeciw połączeniom, na przykład w przypadku kabla ułożonego pod ulicą koło zabezpieczonego budynku, przemawiają dwa względy:

- 1) przy zwarciu w kablu połączenia mogłyby przenieść znaczne napięcia na urządzenie piorunochronowe i stwarzać niebezpieczeństwo porażenia dotykowego w budynku lub koło budynku;
- 2) przy uderzeniach piorunów w piorunochrony kabel otrzymałby poprzez połączenia przepięcia, niepożądane w niektórych położeniach, na przykład dla bliskich urządzeń rozdzielczych.

Nie poruszamy tutaj sprawy piorunochronów i płaszczy kablowych w rozdzielniach wysokiego napięcia; jest to zagadnienie wymagające szerszych rozważań dodatkowych i powiązane z całością ochrony ogromnej liczby urządzeń rozdzielczych.

Istniejąca rury oraz inne przedmioty metalowe w ziemi uzupełniają się sztucznymi uziemiami. Spotykamy dwa rodzaje wymagań w sprawie uziemień: a) określanie rozmieszczenia, odstępów, wymiarów elektrod; b) wskazanie górnej granicy oporności uziemienia.

Sposób b) wydaje się pozornie ujęciem technicznym doskonałym, wartość oporności nie decyduje jednak o dobroci uziemienia piorunochronowego. Dobrze ukształtowane uziemienie może zapewnić bezpieczeństwo nawet przy stosunkowo wielkiej oporności, zwłaszcza w przypadku gruntu o dużej oporności właściwej. Natomiast stosunkowo mała oporność uziemienia może jeszcze nie zapewniać jego skuteczności przy niezręcznym rozmieszczeniu, zwłaszcza w przypadku gruntu o małej oporności właściwej. Dlatego często poprzestaje się na sposobie a), a wymagania w sprawie oporności bywają omijane lub formułowane bardzo ostrożnie w przepisach, których skuteczność jest pomimo to potwierdzona przez wieloletnią statystykę.

Wiele norm zaleca otoczenie budynku uziemem poziomym pierścieniowym [4, 13, 26]. Rozwiązanie to — przy połączeniu z rurami i innymi przedmiotami metalowymi — jest bardzo skuteczne przeciw iskrze wtórnej, napięciom dotykowym i krokowym wewnątrz budynku. Uziom taki najlepiej zakopywać w odległości 1... 2 m od budynku, unikając suchszego gruntu pod dachem oraz suchych miejsc pod betonem, asfaltem itd. Przepisy niemieckie [26] uznają uziemienie pier-

ścieniowe za dostateczne niezależnie od oporności dla budynków bez większych przedmiotów metalowych i bez instalacji elektrycznych zasilanych z zewnątrz. W innych przypadkach obowiązuje omówione w rozdz. 3 obliczenie i w razie potrzeby uzupełnienie piorunochronu dodatkowymi uziemiami, które należy rozmieszczać w pobliżu przewodów odprowadzających. Dla przewodów odprowadzających, których nie można połączyć z pierścieniem, przepisy niemieckie zalecają uziomy pionowe o długości 2,5... 5 m (lub 2 elektrody po 2,5 m) albo uziomy poziome o długości 5... 10 m. Niektóre przepisy mówią wyraźnie o oddzielnych uziemach dla poszczególnych przewodów odprowadzających. Połączenie wszystkich elektrod w ziemi pozwala jednak na bardziej skuteczne wyzyskanie wszystkich części przy uderzeniu piorunu.

W różnie formułowanych wymaganiach w sprawie oporności uziemień piorunochronowych należy odróżniać dwa ujęcia: 1) określanie oporności wypadkowej całego uziemienia, 2) określanie oporności uziemienia częściowego należącego do pojedynczego przewodu odprowadzającego.

Przepisy amerykańskie [13] zawierają tylko nie obowiązujące wyjaśnienie, że w dobrym gruncie uziom o długości około 3 m daje oporność 20... 50  $\Omega$ , że dwa takie uziomy są dostateczne dla małych budynków (dając oporność wypadkową 10... 25  $\Omega$ ) oraz że w bardzo złym gruncie sieć uziomowa może być skuteczna nawet przy dużej oporności. Przepisy angielskie [15] wskazują górną granicę 10  $\Omega$  w sposób niezbyt jasny, ale prawdopodobnie dla oporności uziemienia częściowego przy pojedynczym przewodzie odprowadzającym; przy złym gruncie przepisy te pozwalają jednak łączyć takie uziomy częściowe z sąsiednimi i wtedy zapewne górną granicę 10  $\Omega$  rozumie się dla oporności wypadkowej. Przepisy czeskosłowackie [19] wskazują granicę 15  $\Omega$  dla uziemień jednego przewodu odprowadzającego w dobrym gruncie, ale w złym gruncie liczą się z wartościami nawet powyżej 50  $\Omega$  i zalecają wtedy łączenie wszystkich uziomów. Wydawnictwo radzieckie „Grozozaszczyta...” [25] wskazuje dla budynków bez niebezpieczeństwa wybuchu (III kategorii) wartości 20... 30  $\Omega$  rozumiane prawdopodobnie jako oporność uziemienia częściowego; w niektórych przykładach wydawnictwo to mówi o oporności wypadkowej 10  $\Omega$ . McCann [11] wskazuje granicę oporności wypadkowej 20  $\Omega$  przy połączeniu wszystkich przedmiotów metalowych z piorunochronem na dole i na górze, a przy niespełnieniu tego warunku granicę 5  $\Omega$ .

Szczególne niebezpieczeństwo iskier wtórnych w budynkach z materiałami wybuchowymi i łatwopalnymi skłania do obostrzeń w postanowieniach na temat uziemień. Przepisy szwajcarskie [4] żądają w przypadku piorunochronu ułożonego na budynku uziemienia pierścieniowego połączonego z rurami wodociagowymi oraz starannego łączenia innych przedmiotów metalowych w ziemi. Podobnie i przepisy angielskie [15] zalecają pierścieniowe połączenie uziomów, a ponadto obostrzają trochę wymagania w sprawie wymiarów i oporności. Również przepisy niemieckie [26] wskazują uziemienia pierścieniowe i żądają oporności wypadkowej nie większej niż 10  $\Omega$ . Wydawnictwo „Grozozaszczyta...” [25] dopuszcza wyjątkowo dla budynków zagrożonych wybuchem (kategorii I) o wysokości większej niż 30 m piorunochrony pojedyncze ułożone na budynku — w przypadku znacznych trudności w wykonaniu piorunochronów odizolowanych od budynku, ale żąda oporności uziemienia nie większej niż 5  $\Omega$ . Dla budynków mniej niebezpiecznych (kategorii II) wydawnictwo to podaje granicę 10  $\Omega$ . Wartości 5  $\Omega$  oraz 10  $\Omega$  obowiązują według tych wskazówek również dla klatki dolnej w przypadku piorunochronu podwójnego.

Dla piorunochronów podwójnych spotykamy dwa zasadniczo różniące się sposoby postępowania z uziemieniami:

- 1) oddziela się uziemienia piorunochronu górnego od uziemień piorunochronu dolnego i od wszelkich przedmiotów metalowych wchodzących do budynku, ażeby usunąć niebezpieczeństwo iskier wtórnych, wywoływanych przez napięcia uziemieniowe;

- 2) łączy się uziemienia piorunochronów górnego i dolnego, uzyskując w ten sposób łagodniejsze wymagania w sprawie odstępów części piorunochronu górnego od budynku i zmniejszając koszt uziemień.

Rozwiązanie 1) byłoby bardzo pożądane, gdyby możliwe było również całkowite usunięcie niebezpieczeństwa iskier wtórnych od napięć indukcyjnych bez drobiazgowych połączeń w budynku. W myśl rozważań z rozdz. 2 warunek ten w wielu przypadkach nie jest spełniony i konieczne jest łączenie jak najbardziej staranne przedmiotów metalowych w budynku. W takim razie również połączenie uziemień nie stwarza wiele większego niebezpieczeństwa. Przy łączeniu uziemień pożądane jest stworzenie na budynku jak najlepszej klatki Faradaya; w szcze-



gólności dobrze jest uzupełnić pierścień uziomowy siecią uziomową pod budynkiem.

Przepisy szwajcarskie [4] zalecają wyraźnie łączenie uziemień piorunochronów górnych z innymi uziemieniami. Również przepisy niemieckie [26] oraz czeskosłowackie [19] mówią o łączeniu uziemień.

Wydawnictwo „Grozozaszczyta...” [25] przewiduje w przypadku budynków zagrożonych wybuchem (kategorii I) oddzielne uziemienia dla piorunochronów górnych i określa górną granicę oporności uziemieniowej na  $10 \Omega$ , ale dopuszcza i większe wartości pod warunkiem stosowania większych odstępów na podstawie obliczeń. Według tych wskazówek odstęp minimalny w ziemi wynosi na  $1 \Omega$  uziemienia (częściowego):  $0,5 \dots 0,6$  m przy zwodach prętowych,  $0,4$  m przy zwodach przewodowych.

Jako uzasadnienie można wskazać obliczenie:

$$1 \Omega \cdot 200 \text{ kA} : (330 \dots 400) \text{ kV/m} \approx 0,5 \dots 0,6 \text{ m}.$$

Łagodniejsze wymagania przy zwodach przewodowych wynikają z uwzględnienia współpracy uziemień częściowych, połączonych zwodami.

W przypadku budynków mniej niebezpiecznych (kategorii II) wydawnictwo „Grozozaszczyta...” przewiduje łączenie uziemień piorunochronów górnych i dolnych.

Dobre uziemienia i połączenia przedmiotów metalowych w ziemi są pożądane również dla usunięcia niebezpieczeństwa napięć krokowych w budynku. Największa ostrożność jest konieczna na najniższym poziomie budynków, na przykład w halach fabrycznych. Posadzka lepiej przewodząca, na przykład wilgotny beton, jest okolicznością niepomysłną; bezpieczniejsze są posadzki gorzej przewodzące. Pierścień uziemieniowy dokoła budynku daje stosunkowo korzystny rozkład napięciowy we wnętrzu, a bezpieczeństwo można jeszcze poprawić przez dodanie poprzecznych przewodów w pierścieniu pod budynkiem. Posadzki na wyższych poziomach budynku są zwykle znacznie mniej niebezpieczne, gdyż leżą poza obszarem wielkich różnic napięciowych.

Niska posadzka o własnościach przewodzących przedstawia duże niebezpieczeństwo dla czworonogów w stajniach. Zwierzęta są bardzo wrażliwe na napięcia krokowe (między przednimi i tylnymi kończynami). Stąd szereg obostrzeń w normach i przepisach. Przepisy niemieckie [26] żądają dla piorunochronów stażennych uziomu pierścieniowego i oporności wypadkowej nie większej niż  $5 \Omega$ . Wydawnictwo „Grozozaszczyta...” [25] posuwa się dalej i żąda znacznie odsuniętych od budynku uziemień — w odległości nie mniejszej niż  $10$  m od ścian.

## 7. Wskazówki o przedmiotach metalowych nad ziemią.

Podstawy obliczeniowe z rozdz. 2 i 3 pozwalają na całkowicie pewny wybór bądź bezpiecznych odstępów izolacyjnych między przewodami piorunochronowymi a przedmiotami metalowymi w budynku, bądź połączeń galwanicznych. Przepisy i normy zawierają wiele zaleceń tego rodzaju; część jest omówiona wyżej w związku z zagadnieniami uziemień.

Połączenia wielkich przedmiotów metalowych mniej więcej pionowych należy wykonywać w wielu przypadkach zarówno z górną częścią piorunochronu jak i z uziemieniem, a niekiedy także w pośrednich miejscach zbliżenia. Należy pamiętać, że połączenie tylko na jednym końcu może znacznie zwiększyć niebezpieczeństwo iskry na drugim końcu, gdyż wtedy całkowite napięcie przypada na jedną przerwę zamiast dwóch.

Przepisy niemieckie [26] zalecają łączenie z piorunochronem długich przedmiotów metalowych mniej więcej poziomych w odstępach nie większych niż  $20$  m oraz zwieranie małych przerw w konstrukcjach metalowych.

Według rozważań w rozdz. 2 niebezpieczeństwo iskier wtórnych istnieje nie tylko od przewodu z prądem piorunowym do innych przedmiotów metalowych, lecz również między wielkimi przedmiotami nie należącymi do piorunochronu. Przepisy i normy często pomijają tę sprawę, a niebezpieczeństwo może być poważne.

Obostrzenia dla budynków z materiałami wybuchowymi i łatwopalnymi polegają częściowo na bardziej stanowczych i dokładnych postanowieniach o łączeniu przedmiotów metalowych zewnętrznych i wewnętrznych. Przepisy szwajcarskie [4] zalecają unikać w budynku wielkich przedmiotów metalowych pionowych. Poziome przedmioty metalowe są jednak mniej niebezpieczne tylko pod warunkiem, że prądy piorunowe płyną przewodami pionowymi (bez zwodów poziomych). Przepisy szwajcarskie przestrzegają również przed zbliżeniem maszyn i innych przedmiotów metalowych do ścian i stropu na odległość mniejszą niż  $1$  m.

Przepisy niemieckie [26] przewidują łączenie przedmiotów metalowych bezpośrednio z pierścieniem uziomowym lub z do-

datkowym przewodem zbiorczym wewnątrz budynku, połączonym co najmniej w dwóch miejscach z uziemieniem. Przepisy te nie pozwalają jednak na takie łączenie z instalacją piorunochronową maszyn oraz zbiorników zawierających materiały wybuchowe i żądają odstępów izolacyjnych nie mniejszych niż  $0,2$  długości przewodów decydującej o napięciu indukcyjnym, a więc odstępów dwa razy większych niż dla zwykłych budynków; zdaniem autora bezpiecznie byłoby dopuścić szczególnie staranne połączenia z piorunochronem i z innymi przedmiotami metalowymi, gdyż odstępów izolacyjnych mogą zawieść, na przykład przy częściowym zwarciu przez człowieka lub przez przedmiot metalowy przenośny. Obliczenie odległości izolacyjnej ze współczynnikiem  $0,2$  obowiązuje według przepisów niemieckich również dla innych przedmiotów metalowych, jeżeli nie ma połączeń z instalacją piorunochronową.

Wydawnictwo „Grozozaszczyta...” [25] zaleca łączenie wszystkich uziemień z piorunochronem ułożonym na budynku zagrożonym przez wybuch (kategorii I) o wysokości większej niż  $30$  m, kiedy wykonanie piorunochronu odizolowanego od budynku byłoby zbyt trudne, a ponadto stosowanie połączeń poziomych między przewodami odprowadzającymi na różnych wysokościach, dołączanie przedmiotów metalowych do tych połączeń i staranne łączenie zbrojeń. Wydawnictwo to żąda łączenia rur metalowych biegnących równolegle co  $10 \dots 15$  m oraz łączenia rur na skrzyżowaniach.

Przepisy angielskie [15] postanawiają, że materiały wybuchowe w zbiornikach metalowych lub niemetalowych — z wyjątkiem napełnionej amunicji — powinny stać w odległości nie mniejszej niż  $0,3$  m od konstrukcji wsporczych metalowych.

Zagadnienie zbrojeń metalowych w budynkach, na przykład w słupach żelazobetonowych i w stropach, jest jednym z bardziej rażących szczegółów braku koordynacji między pracami budowlanymi oraz instalacyjnymi. Dla skutecznej ochrony bardzo pożądane są mocne połączenia elektryczne między zbrojeniami oraz wyprowadzenie okuć metalowych na zewnątrz w górnej części oraz na dole tak, ażeby łatwo było przyłączać zwody i uziemienia. W wielu przypadkach można w ten sposób uzyskać doskonałą klatkę piorunochronową i zaoszczędzić na przewodach odprowadzających. Jakkolwiek przeważnie nie przestrzega się zasad tego rodzaju, to jednak zbrojenia są zapewne często dobrze połączone i uziemione, nie można jednak liczyć na to. Przepisy pozwalają na ogół stosować na takich budynkach sieć piorunochronową bez połączeń z niedostępnymi zbrojeniami. Ostrzejsze żądania w sprawie łączenia zbrojeń spotyka się w przepisach dla budynków z materiałami wybuchowymi i łatwopalnymi. Brak połączeń ze zbrojeniami jest szczególnie niebezpieczny również w przypadku kominów fabrycznych żelazobetonowych.

## 8. Niebezpieczeństwa w sąsiedztwie budynku.

Drzewa bez ochrony koło budynków zwiększają niebezpieczeństwo iskier wtórnych. W przypadku uderzenia piorunu w drzewo spałki napięcia wzdłuż pnia, w korzeniach i w ziemi powodują łatwo przeskok od gałęzi do przedmiotów metalowych lub do ludzi, przebywających na przykład w oknie budynku. Zaopatrzenie drzewa w piorunochron w postaci przewodu biegnącego wzdłuż całego pnia zmniejsza niebezpieczeństwo, ale nie usuwa go całkowicie, jak piorunochron na budynku nie usuwa możliwości iskier wtórnych do przedmiotów metalowych, jeżeli zbyt małe odstępów powietrzne nie są pozwierane przewodami.

Dlatego w przypadku budynków z materiałami wybuchowymi i łatwopalnymi obowiązuje według różnych przepisów usuwanie najbliższych drzew, obcinanie gałęzi zbliżających się do budynku, umieszczanie piorunochronów. Obliczenia minimalnych odstępów gałęzi od budynku, przy zastosowaniu piorunochronu na drzewie, można wykonywać według ogólnych zasad przedstawionych w rozdz. 2 i 3. Połączenie uziemienia takiego drzewa z dobrym uziemieniem piorunochronu umieszczonego na budynku znacznie ułatwia spełnienie warunków obliczeniowych.

Drugą ważną sprawą w sąsiedztwie budynku są niebezpieczne napięcia krokowe w pobliżu uziomów. Mała oporność uziemienia i głębokie położenie elektrod łagodzą niebezpieczeństwo. W wielu przypadkach można zrecznie wybrać korzystniejsze miejsce na uziomy, na przykład pod grzędami i trawnikami, raczej po stronie podwórza niż po stronie ulicy, nie przy bramach i nie tam, gdzie ludzie chronią się w czasie burzy.

Szczególnie wielkie niebezpieczeństwo istnieje dla człowieka w dolnej części przewodu odprowadzającego. Napięcie dotykowe może tu spowodować porażenie. Należy pamiętać, że przejście prądu piorunowego od dłoni lub głowy do stóp jest groźniejsze niż przepływ między nogami pod



działaniem napięcia krokowego. Obecnie nie stosuje się na ogół osłon nieprzewodzących w dolnych częściach przewodów odprowadzających. Znajomość istniejącego tutaj niebezpieczeństwa należałoby rozpoznać, podobnie jak wiele innych ostróg przed dotykaniem instalacji elektrycznych i przedmiotów metalowych w czasie burzy.

Ogrodzenia metalowe na zewnątrz budynku przedstawiają duże niebezpieczeństwo dotykowe dla człowieka jak również dla zwierząt. Przepisy szwajcarskie [4] zalecają łączyć takie ogrodzenie z budynkiem, ażeby uniknąć w pobliżu budynku różnic napięć względem otaczającej ziemi. Podobnie przedstawia się omówiony już w rozdz. 6 przypadek szyn kolejowych. Autor jest zwolennikiem rozstrzygnięcia tych zagadnień zależnie od okoliczności miejscowych — bez ogólnie obowiązujących reguł.

#### 9. Koordynacja z instalacjami elektrycznymi przy stosowaniu uziemień osłonowych.

W budynkach z instalacjami elektrycznymi nie można zapewnić skuteczności piorunochronów bez należytej koordynacji urządzeń. Względny ochrony odgromowej, a w szczególności wymagania dyktowane przez niebezpieczeństwo iskieł wtórnych i porażeni piorunowych, muszą w niektórych przypadkach ustąpić przed innymi względami technicznymi. Najważniejszym z nich jest bezpieczeństwo dotykowe i krokowe przy zwarciach w urządzeniach elektrycznych. Zasady koordynacji zależą w znacznej mierze od tego, jaki system zabezpieczeń od porażeni zwarciowych stosuje się dla osłon metalowych na urządzeniach elektrycznych (silnikach, łącznikach, rozrusznikach i innych) — uziemienia osłonowe czy też zerowanie.

Jeżeli w sieci niskonapięciowej stosuje się uziemienia osłonowe oddzielne (nie połączone między sobą ani z przewodem zerowym), to 1) na ogół dobrze jest łączyć uziemienie osłonowe z uziemieniem piorunochronowym, 2) natomiast nie należy łączyć przewodu zerowego z uziemieniem piorunochronowym u odbiorcy.

Łączenie uziemień budynku jest pożądane zarówno w celu zmniejszenia różnic napięciowych grożących iskrami wtórnymi przy uderzeniach piorunów, jak i w celu łatwiejszego usunięcia niebezpieczeństwa napięć dotykowych o częstotliwości roboczej przy zwarciach. Przepisy szwajcarskie [4] od dawna zalecają łączenie wszystkich uziemień budynku. Przepisy niemieckie [26] przewidują łączenie uziemień piorunochronowych i uziemień urządzeń elektrycznych na napięcia poniżej 1000 V; przepisy te zalecają też łączenie grubych osłon metalowych na przewodach (na przykład rurek izolacyjnych pancernych i rurek stalowych) z piorunochronami jako skuteczny środek przeciw iskrze wtórnej. Natomiast przepisy czeskosłowackie [19] trzymają się raczej zasady oddzielenia instalacji elektrycznych i piorunochronowych; w przypadku konstrukcji stalowych budynku wykonywanych w roli piorunochronów przepisy te pozwalają jednak na połączenie z uziemieniem osłonowym pod warunkiem, że oporność uziemienia nie przekracza  $2 \Omega$ .

Połączenie przewodu zerowego z uziemieniami budynku ułatwiłoby uniknięcie iskieł wtórnych od piorunochronów do instalacji elektrycznych, ale wprowadzałoby w wielu przypadkach niebezpieczeństwo porażenia dotykowego przy zwarciach. W walczanie porażeni zwarciowych w instalacjach z oddzielnymi uziemieniami osłonowymi opiera się na czterech zasadach.

1) Przy zwarciu faza — osłona, na przykład w aparacie  $a1$  u odbiorcy według rys. 8, prąd zwarciowy mogący spowodować porażenie dotykowe jest szybko przerywany przez bezpiecznik  $b1$  lub przez wyłącznik samoczynny, w myśl warunku matematycznego

$$(17) \quad R_0 n I_n < U_d \quad \text{czyli} \quad R_0 < \frac{U_d}{n I_n},$$

gdzie  $R_0$  — oporność uziemienia osłonowego u odbiorcy,

$I_n$  — prąd znamionowy bezpiecznika lub wyłącznika samoczynnego,

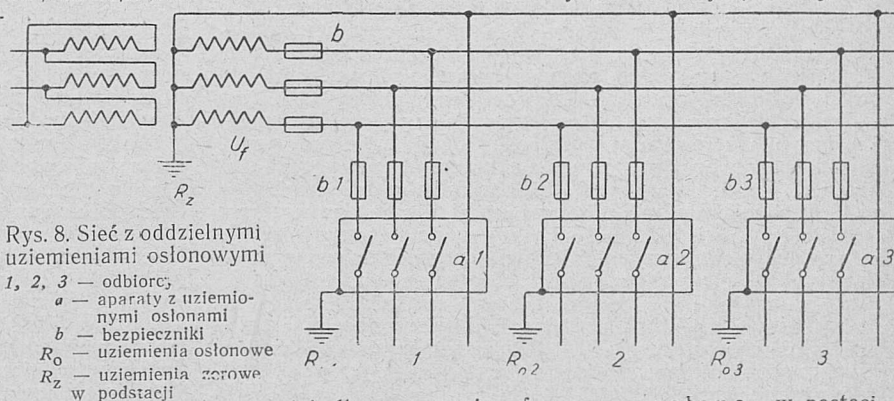
$n I_n$  — prąd, przy którym jest zapewnione stopień bezpiecznika lub wyłączenie wyłącznika samoczynnego w bardzo krótkim czasie,

$U_d$  — dopuszczalne napięcie dotykowe długotrwałe.

Napięcie  $U_d$  bywa podawane w wysokości 65 V (Niemcy) lub 50 V (Szwajcaria), niekiedy jeszcze niższe, zwłaszcza przy lepszej przewodzących posadzkach i przy wilgoci, w stajniach i przy pompach (na przykład 20 ... 30 V lub nawet mniej). Niektóre normy i przepisy wskazują wartość współczynnika  $n$ , na przykład 2,5 (Niemcy). Inne sformułowania mówią o najdłuższym dopuszczalnym czasie trwania zwarcia z napięciem dotykowym  $U_d$ , na przykład 5 s (Szwajcaria). Wartość ta przedstawia już zapewne dość duże niebezpieczeństwo porażenia; prawdopodobieństwo jednak dotknięcia osłony właśnie w ciągu tego krótkiego czasu jest bardzo małe.

Zasada powyższa wymaga dobrego stanu bezpieczników lub wyłączaczy. Jeżeli napięcie dotykowe na osłonie przekracza dopuszczalną wartość  $U_d$ , to następuje szybkie wyłączenie. Jeżeli zaś prąd zwarciowy jest za mały do stopienia bezpieczników, to zapewnione jest ograniczenie napięcia dotykowego poniżej  $U_d$ . Osiągnięcie małej oporności  $R_0$  według zależności (17) jest łatwiejsze i znacznie tańsze przy połączeniu uziemień osłonowych z piorunochronowymi i przy wyzyskaniu rur wodociągowych oraz innych do obu celów. Niektóre publikacje zalecają tę zasadę bezpieczeństwa dotykowego tylko dla sieci z izolowanym punktem zerowym, a przy uziemionym punkcie zerowym uznają ją za zbyt ostrą.

2) Publikacje wymienione wskazują dla sieci z uziemionym punktem zerowym łagodniejszą zasadę, rów-



Rys. 8. Sieć z oddzielnymi uziemieniami osłonowymi

1, 2, 3 — odbiorniki;  
a — aparaty z uziemieniami osłonowymi;  
b — bezpieczniki;  
 $R_0$  — uziemienia osłonowe;  
 $R_z$  — uziemienia zerowe w podstacji

niez dla zwarcia faza — osłona, w postaci dwóch warunków:

a) dostatecznie małej oporności uziemienia osłonowego:

$$(18) \quad R_0 < \frac{0,5 U_f}{n I_n};$$

b) jeszcze mniejszej oporności uziemienia zerowego:

$$(19) \quad R_z < \frac{U_d}{n I_n},$$

gdzie  $U_d$ ,  $n I_n$  — wartości przyjmowane jak w zasadzie 1,  $U_f$  — napięcie fazowe.

W sieci na 220 V/127 V wzór (18) daje wynik zgodny z zależnością (17), pozostaje się więc przy zasadzie 1) bez dodatkowego warunku (19). Natomiast w sieci na 380 V/220 V zasada 2) pozwala na  $\frac{0,5 \cdot 220}{65} \approx 1,7$  raza większe oporności uziemień osłonowych  $R_0$ . Te oszczędności na uziemieniach okupuje się jednak utratą całkowitego bezpieczeństwa — w porównaniu z zasadą 1), zasada 2) bowiem jest skuteczna tylko w przypadkach, gdy dodatkowe oporności w obwodzie zwarciowym, poza  $R_z$  oraz  $R_0$ , nie zmniejszają prądu zwarciowego poniżej  $n I_n$ , tj. gdy następuje szybkie przerwanie zwarcia. Warunki (18) i (19) pozostawiają na pokrycie spadków napięciowych na tych dodatkowych opornościach część napięcia fazowego

$$U_f - 0,5 U_f - U_d = 0,5 U_f - U_d,$$

co w sieci na 380 V/220 V daje 45 V = 0,205  $U_f$ . Rezerwa ta zapewnia szybkie wyłączenie wielu zwarć, ale nie wszystkich. W niezbyt rzadkich przypadkach oporność przewodów, długiego łuku pełnego, a zwłaszcza oporność odcinka uzwojeniowego, poza którym występuje zwarcie, może ograniczyć prąd poniżej  $n I_n$ ; wtedy grozi na osłonie napięcie długotrwałe do 0,5  $U_f$ , tj. do 110 V w sieci na 380 V/220 V. Publikacje gruntowniejsze przyznają niepewność zasady 2), ale nie wyciągają dostatecznie wyraźnego wniosku, że w bardziej odpowiedzialnych projektach lepiej jest przyjmować zasadę 1) i że znaczenie całkowitego bezpieczeństwa dotykowego usprawiedliwia 1,7-krotne zwiększenie kosztów uziemienia. W Niemczech bagatelizuje się zastrzeżenia tego rodzaju może dlatego, że w sieciach na 380 V/220 V

stosuje się raczej zerowanie niż uziemienia osłonowe oddzielne [28, str. 103].

Zasada 2) ma tę zaletę, że warunek (19) ogranicza skutecznie napięcie na przewodzie zerowym w przypadku zwarcia fazy osłona; jest to jednak mniej ważne niż ograniczenie napięć na osłonach u odbiorców. Mała oporność uziemienia zerowego jest korzystna również wobec dalszej zasady 4).

3) Przy zwarcu fazy osłona ograniczenie napięcia dotykowego na osłonie poniżej dopuszczalnej wartości  $U_d$  można zapewnić również bez spełnienia warunku (17), stosując zależność

$$(20) \quad \frac{R_o}{R_z + R_o} < \frac{U_d}{U_f}, \quad \frac{R_z}{R_o} > \frac{U_f - U_d}{U_d},$$

gdzie  $U_f$  — napięcie fazowe,

$U_d$  — dopuszczalne napięcie dotykowe długotrwałe, określone wyżej.

Na przykład przy  $U_f = 220$  V,  $U_d = 65$  V wypada  $R_z > 2,4 R_o$ ,  
 $U_d = 50$  V  $R_z > 3,4 R_o$ .

Zależność (20) pomija wpływ oporności przewodu fazowego, która stwarza jeszcze korzystniejsze warunki, tj. daje jeszcze niższe napięcie na osłonie niż  $U_d$ . Zależność ta zapewnia bezpieczeństwo dotykowe przy zwarciach w instalacjach niskonapięciowych niezależnie od stanu bezpieczników. Stopień bezpiecznika nie jest tutaj sprawą istotną.

Warunek (20) określa niezbyt małą oporność uziemienia zerowego  $R_z$ . Wykonanie „zbyt dobrego” uziemienia zerowego w podstacji niweczy bezpieczeństwo; znane są wypadki porażeń tego rodzaju. Wiąże się z tym zastrzeżenie, że nie wolno uziemiać przewodu zerowego u odbiorców, gdyż takie uziemienia dodatkowe miałyby taki sam skutek dla bezpieczeństwa osłonowego, jak zmniejszenie oporności uziemienia zerowego w podstacji. Odpada więc przy przyjęciu tej zasady możliwość łączenia przewodu zerowego z instalacjami piorunochronowymi, jakkolwiek takie połączenia pozwalałyby łatwiej unikać iskier wtórnych. Pozostaje więc wybór dostatecznie wielkich odstępów izolacyjnych od instalacji elektrycznych do części piorunochronów, w myśl podstaw obliczeniowych z rozdz. 3, albo załączenie odgromników lub iskierników (zamkniętych przy niebezpieczeństwie wybuchu) między przewodem zerowym a uziemieniem piorunochronowym, jak również między przewodami fazowymi a piorunochronem. Takie są zalecenia na przykład przepisów niemieckich.

Przeciw zasadzie 3) można wysunąć dwa zastrzeżenia.

a) Główną oporność  $R_o$ ,  $R_z$  zapewnia bezpieczeństwo tylko przy jednofazowych zvarciach z ziemią. Przy podwójnych i potrójnych zvarciach z ziemią — zapewne rzadszych, ale jednak możliwych — oporność  $R_o$  może otrzymać znacznie większy prąd, bez pożądanego ograniczenia przez  $R_z$ , i wtedy może występować na osłonie niebezpieczne napięcie długotrwałe.

b) Stosunkowo wielką wartość  $R_z$  trudno jest pogodzić z następną zasadą 4).

4) W przypadku przerzutu ze strony wysokiego napięcia na stronę niskiego napięcia, na przykład przy zvarciu w transformatorze między uzwojeniami, należy usunąć niebezpieczeństwo dotykowe w podstacji i uniknąć przeniesienia zbyt wysokich lub zbyt długotrwałych napięć względem ziemi do całej sieci niskiego napięcia. Dlatego oporność uziemienia zerowego  $R_z$  musi być dostatecznie mała.

Należy liczyć się z przypadkami dwóch rodzajów:

a) przy zvarciach o małym prądzie zabezpieczenia po stronie wysokiego napięcia przeważnie nie działają i napięcia przenoszone na stronę niskonapięciową mają charakter długotrwały;

b) przy zvarciach o wielkim prądzie zabezpieczenia po stronie wysokiego napięcia działają, napięcia przenoszone na stronę niskonapięciową są krótkotrwałe, ale stosunkowo wysokie i dlatego jednak niebezpieczne.

Przy małym prądzie zvarciowym  $I_1$ , tj. przy jednofazowym zvarciu w przypadku sieci wysokonapięciowej z izolowanym punktem zerowym lub z kompensacją dławikową, unikamy na przewodzie zerowym wtórnym niebezpiecznego napięcia długotrwałego spełniając warunek podobny do zależności (17)

$$(21) \quad R_z I_1 < U_{z1}, \quad R_z < \frac{U_{z1}}{I_1},$$

gdzie  $U_{z1}$  — dopuszczalne napięcie długotrwałe w przewodzie zerowym.

Przy wielkim prądzie zvarciowym  $I_2$ , tj. przy podwójnym zvarciu z ziemią (w przypadku zwarcia jednej fazy strony wy-

sokonapięciowej ze stroną niskonapięciową w transformatorze oraz jednoczesnego zwarcia drugiej fazy sieci wysokonapięciowej w innym miejscu) napięcie krótkotrwałe na przewodzie zerowym wtórnym wypadła znacznie wyższe, ale czas jest na ogół ograniczony do bardzo małej wartości wyłącznikiem lub bezpiecznikiem. Piszemy tu warunek

$$(22) \quad R_z I_2 < U_{z2}, \quad R_z < \frac{U_{z2}}{I_2},$$

gdzie  $U_{z2}$  — dopuszczalne napięcie krótkotrwałe w przewodzie zerowym dla określonego czasu trwania zwarcia.

Obydwie wartości napięciowe  $U_{z1}$ ,  $U_{z2}$  mogą przekraczać dopuszczalne napięcie dotykowe, występujące w zasadach 1, 2 i 3, jeżeli przewód zerowy jest wszędzie izolowany od osłon i innych przedmiotów, które mogą być dotknięte przez człowieka. Napięcie  $U_{z1}$  bywa przyjmowane w wysokości 125 V (na przykład w przepisach radzieckich i niemieckich), co określa niezbyt groźne zmiany napięć względem ziemi w całej sieci niskonapięciowej. W sprawie napięcia  $U_{z2}$  można sformułować żądanie, ażeby jego wartość była dostatecznie niska w porównaniu z wytrzymałością elektryczną urządzeń niskonapięciowych, a nawet niższa od napięcia zapłonowego stosowanych odgromników (wobec niebezpieczeństwa zniszczenia odgromnika przez prąd zvarciowy). Można by więc przyjąć  $U_{z2} = 1 \dots 2$  kV. Pomimo tak wielkich wartości  $U_{z2}$  pogodzenie zależności (22) oraz (20) może być niemożliwe przy większych prądach zvarciowych w sieci wysokonapięciowej. Warunek (21) można spełnić znacznie łatwiej, pomimo małej wartości  $U_{z1}$ , jeżeli w rachubę wchodzi stosunkowo małe prądy ziemnozwarciowe  $I_1$ .

Warunek (22) bywa często pomijany. Nie jest to słuszne, gdyż wielkoprądowe zvarcia podwójne i potrójne z ziemią zdarzają się w sieciach wysokonapięciowych według statystyk niezbyt rzadko.

Obok zalecenia, ażeby łączyć uziemienia osłonowe i piorunochronowe, wylania się jeszcze zagadnienie, czy należy stosować dodatkowe połączenia między osłonami urządzeń elektrycznych a zbliżonymi częściami piorunochronów (przewodami odprowadzającymi lub zwodami) na różnych wysokościach nad ziemią. Według rozważań w rozdz. 3 połączenie uziemień nie usuwa całkowicie niebezpieczeństwa iskier wtórnych, które mogą jeszcze powstawać wskutek napięć indukcyjnych. Jako środki zaradcze mamy do wyboru dostatecznie wielkie odstępki izolacyjne lub zwieranie odstępów. Nie ma zastrzeżeń przeciw pierwszemu sposobowi, ale dopuszczenie również drugiego ułatwia i upraszcza wykonanie urządzeń, zwłaszcza w budynkach o bogatym wyposażeniu elektrycznym.

Przepisy szwajcarskie [4] zabrały o takich połączeniach dodatkowych poza zalecanym połączeniem uziemień i żądają odłączenia instalacji elektrycznych od piorunochronowych. Norma czeskosłowacka [19] sprzeciwia się łączeniu osłon na urządzeniach elektrycznych z piorunochronami bardzo stanowczo. Zaleca ona odstępki izolacyjne nie mniejsze niż 2 m i nie pozwala na zwieranie odstępów, nawet gdy one wypadają mniejsze. Zastrzeżenia takie skłaniają do umieszczania przewodów piorunochronowych po stronie przeciwnej do zasilania z sieci niskonapięciowej.

Jeżeli jednak wybór dostatecznych odstępów izolacyjnych jest niemożliwy lub zbyt kosztowny, to zdaniem autora zupełnie właściwe są dodatkowe połączenia dalszych części instalacji piorunochronowej z uziemionymi osłonami na maszynach i przyrządach elektrycznych oraz z uziemionymi i dostatecznie grubymi osłonami na przewodach niskonapięciowych (na przykład z rurami izolacyjnymi pancernymi lub z rurami stalowymi). Niebezpieczeństwo iskier między przewodami fazowymi a osłonami jest wtedy niewielkie, jeżeli przewody te nie wychodzą znacznie poza osłony. W przeciwnym razie bezpieczeństwo może wymagać dodatkowych odgromników lub iskierników między przewodami niskonapięciowymi a osłonami lub częściami piorunochronu. Przepisy niemieckie [26] mówią o takich zabezpieczeniach dodatkowych. Podobnie do sprawy przewodów fazowych przedstawia się sprawa przewodu zerowego.

## 10. Koordynacja z instalacjami elektrycznymi przy stosowaniu zerowania.

Jeżeli w sieci niskonapięciowej stosuje się zerowanie, tj. łączenie osłon metalowych u odbiorców z przewodem zerowym w celu uniknięcia niebezpieczeństwa dotykowego, to dobre jest łączyć przewód zerowy z uziemieniami piorunochronowymi. Uzyskuje się w ten sposób dwie korzyści: 1) zmniejsza się różnice napięciowe powodujące iskry wtórne w budynkach przy piorunach, 2) poprawia się skuteczność zerowania, tj. zmniejsza się prawdopodobieństwo porażeń dotykowych przy zvarciach.

Rozwój normalizacji idzie wyraźnie w kierunku dopuszczania takich połączeń. Piśmiennictwo szwajcarskie, niemieckie i an-



gielskie wypowiada się za łączeniem. Przepisy czechosłowackie natomiast zalecają oddzielenie instalacji elektrycznych i piorunochronowych; w przypadku konstrukcji stalowych wyzyskiwanych w roli piorunochronów przepisy te dopuszczają jednak łączenie pod warunkiem, że oporność uziemienia jest mniejsza niż 2  $\Omega$ .

Bezpieczeństwo dotykowe w sieciach z zerowaniem opiera się na dwu bardzo prostych zasadach.

1) Przy zwarciu faza — osłona, stanowiącym zwarcie faza — przewód zerowy, powinno nastąpić szybkie stopienie bezpiecznika lub wyłączenie wyłącznika samoczynnego. Prąd zwarciovym musi więc być dostatecznie wielki pomimo różnych oporności w obwodzie zwarciovym, a w szczególności oporności przewodów. Jest to sformułowanie podobne do zasady 1 i 2 dla sieci z oddzielnymi uziemieniami osłonowymi, ale odpada tutaj wielkie trudności z opornościami uziemień.

Zerowanie nie zapewnia całkowitego bezpieczeństwa, jeżeli nie są spełnione li-c z n e w a r u n k i: dobry stan bezpieczników lub wyzwalaczy wyłącznikowych, pewność mechaniczna przewodów zerowych, dodatkowe uziemienia przewodów zerowych na końcach i w miejscach odgałęzień. Te dodatkowe uziemienia zmniejszają niebezpieczeństwo dotykowe w przypadku przerwania przewodu zerowego, kiedy odłączona od podstacji część przewodów zerowych mogłaby mieć przy zwarciu faza — osłona znaczne napięcie względem ziemi, występujące na osłonach u licznych odbiorców. Bardzo pożądane są jak najliczniejsze uziemienia dodatkowe, a wyzyskanie uziemień piorunochronowych jest dobrym rozwiązaniem.

2) W przypadku przerzutu ze strony wysokiego napięcia na stronę niskiego napięcia można uniknąć niebezpieczeństwa dotykowego w podstacji u odbiorców spełniając warunki uziemieniowe podobne do zasady 4 dla sieci z oddzielnymi uziemieniami osłonowymi:

$$(23) \quad R_{zw} I_1 < U_{d1}, \quad R_{zw} < \frac{U_{d1}}{I_1},$$

$$(24) \quad R_{zw} I_2 < U_{d2}, \quad R_{zw} < \frac{U_{d2}}{I_2},$$

gdzie  $I_1$  — mały prąd długotrwały zwarcia jednofazowego w sieci wysokonapięciowej z izolowanym punktem zerowym lub z kompensacją dławikową,

$I_2$  — wielki prąd krótkotrwały podwójnego zwarcia z ziemią w sieci wysokonapięciowej,

$R_{zw}$  — wypadkowa oporność uziemienia zerowego strony niskonapięciowej, mierzona w podstacji (z udziałem uziemień dodatkowych u odbiorców),

$U_{d1}$  — dopuszczalne napięcie dotykowe długotrwałe na osłonach i na przewodzie zerowym,

$U_{d2}$  — dopuszczalne napięcie dotykowe krótkotrwałe dla określonego czasu trwania zwarcia.

W porównaniu z zasadą 4 dla sieci z oddzielnymi uziemieniami osłonowymi należy tutaj brać w rachubę napięcia dotykowe  $U_{d1}$ ,  $U_{d2}$  zamiast dopuszczalnych napięć zerowych  $U_{z1}$ ,  $U_{z2}$ . Zważając na napięcie długotrwałe  $U_{d1}$ , rozumiane podobnie jak  $U_d$  w poprzednich rozważaniach (na przykład 50... 65 V), musi być znacznie niższe niż  $U_{z1}$ . Pomimo to warunki (23), (24) można spełnić stosunkowo łatwo, ponieważ w grę wchodzi oporność  $R_{zw}$  mniejsza niż oporność  $R_z$ , która decyduje w sieci z oddzielnymi uziemieniami osłonowymi. Wyzyskanie uziemień piorunochronowych przedstawia się tutaj bardzo korzystnie.

Podobnie jak w przypadku sieci z uziemieniami osłonowymi, należy jeszcze rozpatrzyć zagadnienie dodatkowych połączeń instalacji piorunochronowej, jej przewodów odprowadzających i zwodów, z bliskimi punktami przewodów zerowych lub osłon zerowych. Chodzi o uniknięcie iskiei wtórnych i porażen dotykowych, grożących wskutek napięć indukcyjnych — po uszkodzeniu napięć uziemieniowych.

Zdaniem autora można stosować takie dodatkowe połączenia. Piorunochrony tak łączone z instalacją elektryczną zapewniają bezpieczeństwo w sposób bardzo prosty, bez trudności związanych ze znacznymi odstępami izolacyjnymi. Niebezpieczeństwo zapłon iskiei wtórnych od przewodu zerowego do przewodów fazowych i od instalacji piorunochronowej do przewodów fazowych jest niewielkie, jeżeli przewody fazowe i zerowy są splecione i okryte wspólną osłoną metalową oraz jeżeli przewody fazowe nie tworzą wielkich pętlic bez biegnącego z nimi przewodu zerowego. Zerowanie dobrych osłon metalowych na przewodach, na przykład rurek izolacyjnych pancernych i rurek stalowych, zwiększa skuteczność ochrony.

Należy pamiętać o zastrzeżeniach w sprawie zwykłych rur i izolacyjnych płaszczów przy zwarciu faza — osłona w przyrządzie zerowanym może zdarzyć się przepływ znacznej części prądu przez płaszcz metalowy, jeżeli

ten płaszcz daje połączenie galwaniczne od osłony przyrządu do przewodu zerowego na początku instalacji (rola oporności różnych części, naskórkowość, przypadek przerwy w przewodzie zerowym). Znae są wypadki ciepłego uszkodzenia takich płaszczów przez znaczne prądy zwarciovie. Ażeby uniknąć związanego z tym niebezpieczeństwa pożaru lub wybuchu, należy przerwać płaszcz metalowy przed każdym przyrządem zerowanym.

# 11. Koordynacja z instalacjami telefonicznymi i radiofonicznymi.

Również w przypadku instalacji telefonicznych i radiofonicznych można przyjąć jako sposoby uniknięcia iskiei wtórnych i porażen dotykowych bądź łączenie uziemień i przewodów, bądź wybór odstępów izolacyjnych o dostatecznej wytrzymałości elektrycznej. Uzyskanie wymaganych odległości może być bardzo trudne, jeżeli instalacje mają oddzielne uziemienia lub jeżeli są izolowane od ziemi.

Zaleca się łączenie w miarę możliwości uziemień teletechnicznych i radiotechnicznych z uziemieniami piorunochronowymi, jeżeli między obwodami piorunochronowymi i teletechnicznym lub radiotechnicznym może znaleźć się człowiek przy niedostatecznych odległościach izolacyjnych. Niekiedy wypada również stosować dodatkowe połączenia w dalszych częściach budynku, w miejscach zbliżenia, jakkolwiek odgałęzienie części prądu piorunowego do słabej instalacji teletechnicznej lub radiotechnicznej może spowodować uszkodzenie.

Norma czechosłowacka [19] żąda o d d z i e l n y c h u z i e m i e ń, rozsuniętych co najmniej na 6 m. Urządzenia takie mogą przedstawiać bardzo wielkie niebezpieczeństwo iskiei wtórnych i porażen dotykowych, jeżeli nie zapewni się znacznych odstępów izolacyjnych. Prosta zasada odstępów większych niż 2 m — według normy czechosłowackiej — nie usuwa tych niebezpieczeństw.

Przepisy szwajcarskie [4] żądają łączenia wszystkich uziemień w ziemi, natomiast zalecają oddzielenie nadziemnych części urządzeń teletechnicznych od piorunochronów. Z drugiej jednak strony przepisy te zalecają łączenie wsporników izolatorów wejsciowych z instalacją piorunochronową. Tą drogą (przez iskrę na izolatorze) część prądu piorunowego w przypadku uderzenia w piorunochron może przedostać się do instalacji teletechnicznej.

Przepisy szwajcarskie zalecają łączenie metalowych wsporników w anten z piorunochronem. Jest to zasada słuszna, jeżeli antena jest wystawiona na bezpośrednie uderzenie piorunu. W przypadku takiego uderzenia prąd piorunowy może pójść w znacznej części przez iskrę na izolatorze antenowym do przewodów piorunochronowych, co zmniejsza niebezpieczeństwo w instalacji radioodbiorniczej. Natomiast umieszczając antenę w strefie osłonowej piorunochronu, lepiej jest zaniechać łączenia wspornika anteny z piorunochronem, jeżeli odstępy izolacyjne pozwalają uniknąć iskiei wtórnych do anteny i do całego obwodu radioodbiorniczego, w takich bowiem warunkach napięcia indukcyjne są mniej groźne niż przy połączeniu wspornika anteny z piorunochronem.

Uziemienie anteny zewnetrznej w czasie burzy znacznie zmniejsza niebezpieczeństwo porażenia przy odbiorniku. Również iskiernik o małej przerwie na drodze anteny zewnetrznej — uziemienie jest skutecznym środkiem. Dla anteny zewnetrznej należy wybierać miejsce dostatecznie oddalone od przewodów piorunochronowych.

## LITERATURA

- [1] Löbl O. Erdung, Nullung und Schutzschaltung, 1933.
- [2] Monnev A. Bull. Ass. Suisse El., 1933, s. 363
- [3] Morel Ch. Bull. Ass. Suisse El., 1934, s. 652
- [4] Ass. Suisse El. Publication No 113 f, 1934
- [5] Violet A., Böninger G. Gas- und Wasserfach 1937, s. 604
- [6] Secrétariat de l'ASE et de l'UES (Ch. Morel). Bull. Ass. Suisse El. 1940, s. 178
- [7] Schrank W. El. Zeitschrift, 1940, s. 925, 949
- [8] Taylor H. G. Journal Inst. El. Eng., 1941, t. 88/II, s. 415
- [9] Committee on Multiple Earthing. Journal Inst. El. Eng., 1942, t. 89/I, s. 312
- [10] Fritsch V. Gas- und Wasserfach, 1942, s. 303
- [11] McCann G. D. El. Engineering, 1942, s. 591
- [12] Shipley J. F. Journal Inst. El. Eng., 1943, t. 90/I, s. 501
- [13] National Bureau of Standards. Handbook H 40, 1945
- [14] Prawila ustroju zazieleni i zanuleni w elektriczeskich ustanowkach silnowo toka napiazeniem do 1000 V, 1946
- [15] British Standard, Code of Practice CP 326.101, 1948
- [16] Bładowski S. Zabezpieczenia przed porażeniami w urządzeniach elektriczych, 1948
- [17] Svoboda J. Zemnění, nulování a jiné ochrany v elektrických zařízeních, 1948
- [18] Silber F. Bull. Ass. Suisse El., 1948, s. 65
- [19] El. Svaz československý. ČSN ESC 113—149
- [20] Buchanan W. B. Transactions AIEE, 1950, t. 69/I, s. 654
- [21] Schirmer A. H. Transactions AIEE, 1950, t. 69/I, s. 657
- [22] Waghorne J. H. Transactions AIEE, 1950, t. 69/I, s. 660

- [23] Inspectorat des installations... (E. Riesen). Bull. Ass. Suisse El., 1951, s. 63  
 [24] Prawila ustroju elektrycznych ustanowok, 1950  
 [25] Stielkolnikow I. S., Komielkow W. S., Bogomołow A. F., Lichaczew F. A., Borisow W. N., Łopyszcz L. M. Grozozaszczita promyslnennych sooruzenij i zdaniij, 1951  
 [26] Ausschuss für Blitzauleiterbau, Blitzschutz, 1951

- [27] Korolkowa W. I. Elektrobezopasnost na promyslnennych przedpriijatjach, 1951  
 [28] Schrank W. Schutz gegen Berührungsspannungen, 1952  
 [29] Secrétariat de l'ASE. Bull. Ass. Suisse El., 1952, s. 428  
 [30] Zdralewicz M. Przegląd El., 1952, s. 451  
 [31] Karasiński Z. Przegląd El., 1952, s. 464  
 [32] Szpor S. Ochrona odgromowa, t. I, 1953  
 [33] Szpor S. Archiwum Elektrotechniki (w druku)

MGR INŻ. JAN KOPECKI  
 Zakł. Elektryf. Urząd. Gór.  
 A. G. -H.

## Zastosowanie hamowania dynamicznego do maszyn wyciągowych z asynchronicznym silnikiem napędowym

621-592.3.024.1:621.313.335:621.876

**Treść.** Hamowanie dynamiczne (prądem stałym) silników asynchronicznych wykazuje w porównaniu z innymi rodzajami hamowania elektrycznego zalety, które występują zwłaszcza w wypadku użycia silnika asynchronicznego do napędu maszyny wyciągowej. W artykule omówiono przebiegi w czasie hamowania dynamicznego oraz przeprowadzono krótkie porównanie z hamowaniem przeciwpądowym. Podano również sposoby regulacji wielkości momentu hamującego oraz zasadę działania niektórych układów spotykanych w praktyce.

**Применение динамического торможения для подъемных машин с асинхронным двигателем.** Динамическое торможение (постоянным током) асинхронных двигателей имеет в сравнении с иными родами электрического торможения преимущества, которые особенно проявляются в случае применения асинхронного двигателя для привода подъемной машины. В статье обсуждаются явления, связанные с процессом динамического торможения, и дается краткое сравнение его с торможением противотоком. Приведены также способы регулирования момента торможения и принципы действия некоторых схем, встречаемых на практике.

**Adoption of a system of dynamic braking of mine winders with asynchronous driving motors.** The dynamic braking (by means of D.C.) of asynchronous motors reveals, in comparison with other electrical braking methods, certain advantages particularly prominent in the case of asynchronous motors used for driving winding machines. The article deals with the processes occurring in dynamic braking, and a brief comparison with braking by means of inverse current. It also refers to the methods of controlling the magnitude of the braking moment, and to the principle of operation of certain systems met with in practice.

### 1. Wstęp.

We wszystkich przypadkach, kiedy opuszczanie nadwagi ma się odbywać (jak np. przy zjeździe ludzi) z prędkością zmniejszoną w porównaniu z prędkością stosowaną przy wydobyciu, a zatem kiedy przy maszynie wyciągowej z asynchronicznym silnikiem napędowym odpada możliwość hamowania generatorowego (nadsynchronicznego), należy stosować inny rodzaj hamowania elektrycznego lub hamowanie mechaniczne. Dotyczy to również okresu opóźnienia przy podnoszeniu nadwagi, jeżeli — przy przejściu do tego okresu — moment na wale silnika zmienia znak.

Stosowaniu hamulca mechanicznego przez dłuższy okres pracy maszyny wyciągowej towarzyszą niepożądane zjawiska, polegające na nadmiernym nagrzewaniu się i zużyciu klocków hamulcowych, co pociąga za sobą konieczność ich częstej wymiany. Natomiast elektryczne systemy hamowania — w danym wypadku hamowanie przeciwpądem lub hamowanie dynamiczne — nie mają tej wady.

Zeby móc stosować hamowanie przeciwpądem, należy wyposażyć maszynę wyciągową w opornicę, obliczoną na dłuższy okres pracy niż zwykły rozrusznik używany jedynie do rozruchu, a oprócz tego opornica ta musi mieć dodatkowe stopnie o odpowiednio zwiększonym oporze, umożliwiającym otrzymanie również małych momentów hamujących. Poza tym hamowanie przeciwpądem jest nieekonomiczne, gdyż jak wiadomo moc pobierana przez silnik asynchroniczny z sieci — przy pracy silnikowej, jak również przy hamowaniu przeciwpądem — zależy jedynie od wielkości momentu, który silnik musi wytworzyć, i prędkości synchronicznej, a nie od rzeczywistej prędkości ruchu. Wynika z tego, że zużycie energii pozostaje w odwrotnym stosunku do prędkości ruchu, z czym wiąże się również znaczna ilość ciepła wydzielanego w opornicy. Ciepło to pochodzi z energii dostarczonej przez sieć oraz energii potencjalnej opuszczanej nadwagi, względnie kinetycznej rozpadzonych mas. Dalszą wreszcie wadą hamowania przeciwpądem (o czym mowa będzie niżej) jest trudność regulacji prędkości ruchu, spowodowana w tym stanie pracy dużą usterpliwością charakterystyk mechanicznych silnika asynchronicznego.

Hamowanie dynamiczne uzyskujemy odłączając stojan silnika od sieci prądu trójfazowego, zasilając natomiast w odpowiednim układzie połączeń jedną, dwie a nawet wszystkie trzy jego fazy prądem stałym, gdy jednocześnie w obwód wirnika jest włączona opornica. Uzwojenie stojana wzbudzone prądem stałym wytwarza pole magnetyczne, które w obracającym się uzwojeniu wirnika wytwarza zmienny prąd trójfazowy. W tym wypadku więc silnik asynchroniczny działa jak generator prądu zmiennego o stałej (w wypadku opuszczania nadwagi w ruchu ustalonym) względnie zmiennej (w okresie zwolnienia) częstotliwości. Prąd stały zasilający można brać z zespołu specjalnego, z prostownika selenowego, wreszcie z prostownika rtęciowego.

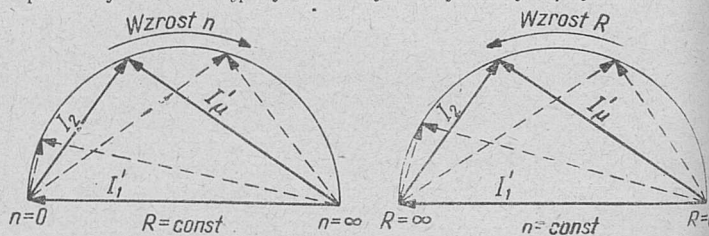
### 2. Hamowanie dynamiczne.

W sprawie samego sposobu wzbudzania silnika prądem stałym należy zaznaczyć, że dla silników pierścieniowych istnieje

możliwość wzbudzania zarówno stojana, jak i wirnika, i w razie stosowania tego drugiego sposobu opornica podczas hamowania dynamicznego musi być włączona do odłączonego od sieci stojana. Przy wyborze jednego z tych dwóch sposobów należy — z uwagi na źródło prądu stałego — mieć na względzie dążność do uzyskania niższych wartości prądu, a natomiast wyższych napięć wzbudzenia oraz możliwie prostego układu połączeń przy tym samym momencie hamującym.

Oba wymienione czynniki przemawiają na korzyść zasilania stojana (które też stosuje się z reguły), gdyż — jak zwykle bywa — przy znacznie mniejszej liczbie zwojów i mniejszym oporze uzwojenia wirnika niż to jest w stojanie w wypadku wzbudzania wirnika przy dużych prądach koniecznych do uzyskania pożądanego momentu hamującego — napięcia wzbudzenia wypadają małe, cały zaś układ znacznie się komplikuje ze względu na konieczność dodatkowych przełączeń przy przejściu do hamowania. Oprócz tego wzbudzenie stojana ma jeszcze tę zaletę, że pozwala zastosować dowolny układ połączenia faz bez względu na ich połączenie (w gwiazdę lub trójkąt) przy pracy silnikowej.

W celu przeanalizowania przebiegów w silniku w czasie hamowania dynamicznego należy stały prąd wzbudzenia stojana przeliczyć na zastępczy zmienny trójfazowy prąd wirnika.



Rys. 1. Zależność między prądem wzbudzenia  $I_1$ , prądem wirnika  $I_2$  i wypadkowym prądem magnesującym  $I_m$  przy zmianie liczby obrotów  $n$  lub opora  $R$

względnie odwrotnie. Przeliczenie to opiera się na zasadzie równości amperozwojów wytwarzanych przez każdy z wymienionych prądów w odpowiednim uzwojeniu.

Wielkość prądu wirnikowego — przy niezmienniej wielkości prądu stałego w stojanie oraz oporu opornicy — zależy od obrotów silnika w ten sposób, że ze wzrostem liczby obrotów prąd wirnika wzrasta. Prąd ten wytwarza swoje pole magnetyczne, które osłabia pole wytworzone prądem stałym w stojanie dając w rezultacie wypadkowe pole magnetyczne oraz odpowiadający mu wypadkowy prąd magnesujący (reakcja wirnika). Przy stałej wielkości prądu wzbudzenia stojana można przyjąć z dużym przybliżeniem, że prąd ten — w połączeniu z prądem wirnika oraz wypadkowym prądem magnesującym — tworzy trójkąt prostokątny o stałej przeciwprostokątnej odpowiadającej prądowi stojana (rys. 1). Ze zmianą obrotów silnika i oporu w obwodzie wirnika wierzchołek tego trójkąta odpowiadający kątowi prostemu opisuje półkoło.



Na rys. 1 oznaczają:

- $I_1$  — prąd wzbudzenia stojana przeliczony na uzwojenie wirnika,  
 $I_2$  — prąd wirnika,  
 $I'_\mu$  — wypadkowy prąd magnesujący,  
 $R$  — opór w obwodzie wirnika,  
 $n$  — liczbę obrotów silnika.

Ponieważ przy  $n = 0$  mamy  $I_2 = 0$ , a przy  $n = \infty$  mamy  $I_2 \cong -I'_\mu$ , prąd  $I'_\mu$  w tym zakresie maleje od  $I'_1$  do 0, a więc nasycenie magnetyczne zależy od  $I'_\mu$  nawet w zakresie stosowanej zmiany obrotów zmienia się znacznie, malejąc przy wzroście obrotów.

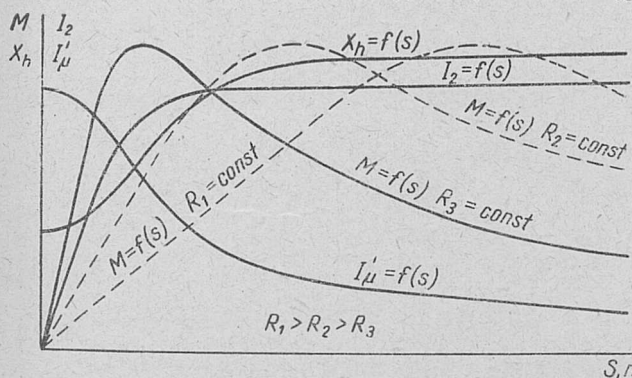
Moment (w kGm) wytwarzany przez silnik asynchroniczny w stanie hamowania dynamicznego określa się zależnością:

$$M = \frac{0,975 \cdot m_2}{n_0} \cdot \frac{I'^2_\mu \cdot X_h^2 \cdot S}{\left(\frac{R}{S}\right)^2 + X_2^2},$$

gdzie  $I'_\mu$  — wypadkowy prąd magnesujący (A),  
 $X_h$  — opór indukcyjny obwodu magnesującego ( $\Omega$ ),  
 $X_2$  — opór indukcyjny rozproszenia obwodu wirnika ( $\Omega$ ),  
 $R$  — całkowity opór czynny obwodu wirnika ( $\Omega$ ),  
 $n_0$  — prędkość synchroniczna (obr./min.),  
 $S$  — stosunek obrotów rzeczywistych do obrotów synchronicznych,  
 $m_2$  — liczba faz wirnika.

Z zależności tej wynika, że moment silnika osiąga przy pewnych obrotach maksimum, a następnie przy dalszym wzroście obrotów maleje na skutek spadku prądu magnesującego pod wpływem reakcji wirnika — mimo wzrostu oporu indukcyjnego z powodu zmniejszenia nasycenia.

Analogiczna zmiana momentu hamującego nastąpi wtedy, kiedy przy stałych obrotach opór obwodu wirnika będzie malał. Przebieg charakterystyki  $M = f(S)$  oraz krzywych  $I_2 = f(S)$ ,  $I'_\mu = f(S)$  i  $X_h = f(S)$  dla stałego prądu wzbudzenia i oporu czynnego obwodu wirnika przedstawiają na rys. 2 linie ciągłe.



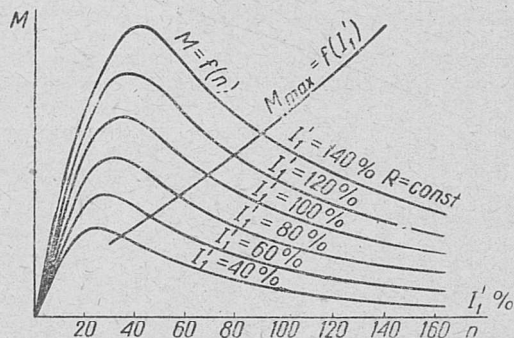
Rys. 2. Zależność momentu  $M$ , prądu wirnika  $I_2$ , prądu magnesującego  $I'_\mu$  oraz oporu  $X_h$  od liczby obrotów  $n$  przy stałym prądzie wzbudzenia

Linie przerywane na tym rysunku podają przebieg charakterystyk przy tym samym prądzie wzbudzenia, lecz dla różnych oporów w obwodzie wirnika.

Największy moment hamujący zależy od prądu wzbudzenia i przy prądzie tym, równym prądowi znamionowemu silnika, zależnie od układu zasilania dochodzi do wartości 1,0 ÷ 1,5 momentu znamionowego. Wielkość największego momentu hamującego przy stałym prądzie wzbudzenia niezależnie od oporu w obwodzie wirnika jest stała, natomiast obroty, przy których występuje, są tym większe, im większy jest ten opór. Analogicznie więc do pracy silnikowej charakterystyki są tym bardziej ustepliwie, im większy opór został włączony w obwód wirnika, czyli przy tym samym momencie napędzającym silnik wzrost oporu powoduje wzrost liczby obrotów. Należy przy tym zauważyć, że charakterystyki te wykazują większą sztywność, niż odzwierciedlają im (dla tego samego oporu w obwodzie wirnika) charakterystyki pracy silnikowej.

Wpływ zmiany prądu wzbudzenia na przebieg charakterystyk przy stałym oporze w obwodzie wirnika przedstawia rys. 3.

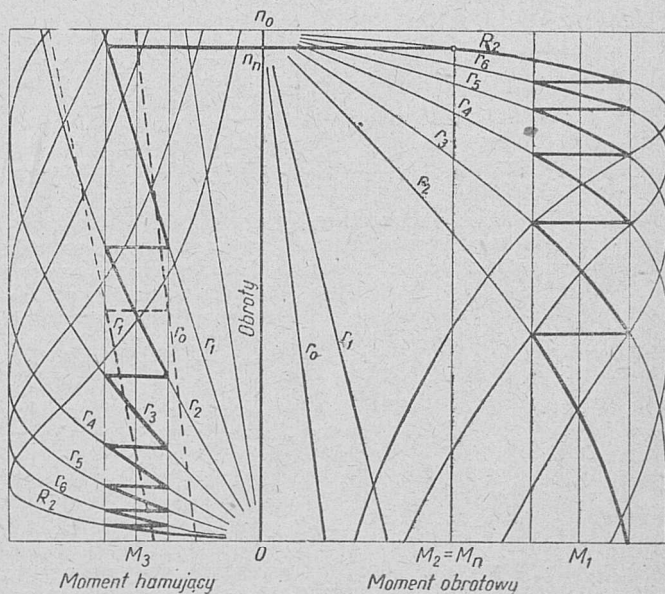
z którego wynika, że największa wartość momentu możliwego do uzyskania jest w przybliżeniu proporcjonalna do tego prądu (z wyjątkiem niskich wartości) i dla tego samego oporu w obwodzie wirnika przesuwają się wraz ze wzrostem prądu wzbudzenia w stronę większych wartości obrotów.



Rys. 3. Zależność momentu  $M$  od liczby obrotów  $n$  przy różnych prądach wzbudzenia  $I'_1$  i stałym oporze  $R$  oraz największego momentu  $M_{\max}$  od prądu wzbudzenia  $I'_1$

Z przytoczonych zależności można wywnioskować, że regulacja wielkości momentu hamującego może być osiągnięta na drodze regulacji oporu w obwodzie wirnika lub regulacji prądu wzbudzenia, względnie przez połączenie obu tych metod. Pierwszy sposób w zastosowaniu do sterowania maszyny wyciągowej z asynchronicznym silnikiem napędowym przedstawiony jest na rys. 4 i 5.

Rys. 4 odpowiada wypadkowi dodatniego statycznego obciążenia (tzn. kiedy statyczny moment obciążenia działa w kierunku

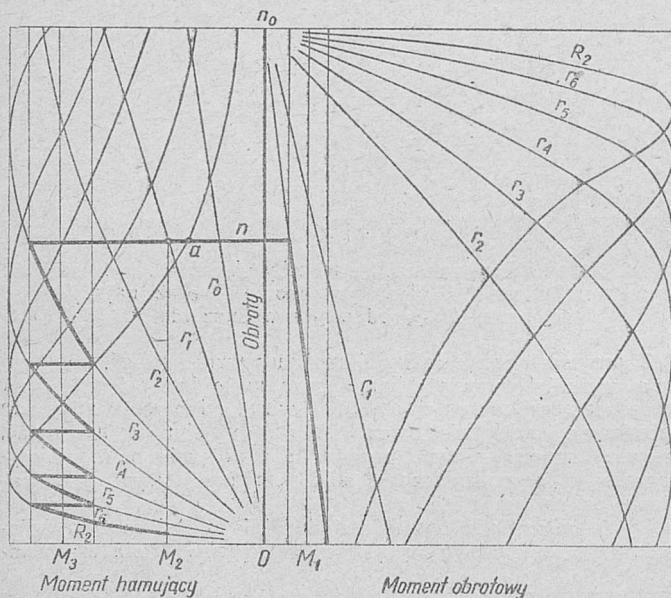


Rys. 4. Przebieg rozruchu i hamowania maszyny wyciągowej przy podnoszeniu nadwagi

ku przeciwnym do kierunku obrotów silnika — p o d n o s z e n i e nadwagi), przy czym silnik sterowany jest przy pomocy opornicy metalowej.

Rozruch maszyny wyciągowej odbywa się przy średnim momencie rozruchowym  $M_1$  poprzez charakterystyki oporowe  $r_2, r_3 \dots$  aż do charakterystyki własnej  $R_2$ . Charakterystyki  $r_0$  i  $r_1$  przy rozruchu nie są używane. Po zakończonym rozruchu ustala się punkt pracy przy ruchu ustalonym na charakterystyce własnej (w wypadku zrównoważonego wyciągu), podczas którego silnik wyciągowy wytwarza moment  $M_2$  przy obrotach  $n_n$  odpowiadających wartościom znamionowym. Zakładając wypadek, w którym w okresie opóźnienia moment na wale silnika zmienia znak — w celu przejścia silnika ze stanu pracy silnikowej przy obrotach znamionowych w stan hamowania dynamicznego przy tych samych obrotach, należy przełączyć stojan silnika z prądu zmiennego na stały i równocześnie włączyć w obwód wirnika opór, którego wielkość zależy od wymaganego momentu hamującego. Opór ten musi być tak dobrany, aby przy istniejących warunkach ruchu punkt pracy został ustalony na stałecznej

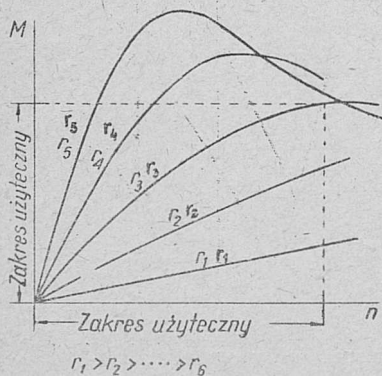
części jednej z charakterystyk hamowania. Przy założonym średnim momencie hamującym  $M_3$  — zgodnie z charakterystykami hamowania dynamicznego dla tych samych stopni opornicy, które po lewej stronie osi obrotów na rys. 4 przedstawione są linią pełną — należy zatem włączyć opór, któremu odpowiada charakterystyka  $r_1$ . Zatrzymywanie maszyny wyciągowej odbywa się przez stopniowe zmniejszanie — wraz ze spadkiem obrotów silnika — oporu opornicy w obwodzie jego wirnika aż do całkowitego jej zwarcia, czemu odpowiada charakterystyka



Rys. 5. Przebieg rozruchu i hamowania maszyny wyciągowej przy opuszczaniu nadwagi

własna dla hamowania dynamicznego ( $R_2$ ). Na charakterystyce tej obroty silnika spadają do zera, po czym maszyna winna być zahamowana hamulcem mechanicznym.

Na rys. 4 liniami przerywanymi przedstawiony jest przebieg zatrzymywania maszyny wyciągowej na zasadzie stosowania hamowania przeciwwrótowego. Jak wynika z rysunku, przy tym samym wymaganym momencie hamującym silnik wyciągowy musi być wyposażony w opornicę o jeszcze jednym stopniu, któremu odpowiada charakterystyka  $r_0$ . Oprócz tego charakterystyki hamowania przeciwwrótowego mają znacznie większą ustepliwość niż charakterystyki przy hamowaniu dynamicznym, wskutek czego cały przebieg zatrzymywania maszyny odbywa się przy użyciu jedynie dwóch stopni opornicy. Jest to duża wada hamowania przeciwwrótowego, gdyż mała zmiana momentu napędzającego silnik wywołuje dużą zmianę obrotów. Zagadnienie to jest szczególnie istotne przy małych obrotach i momentach, gdy wymagane jest dokładne sterowanie, a w tym właśnie zakresie charakterystyki przy hamowaniu dynamicznym są sztywne.



Rys. 6. Zależność momentu  $M$  od liczby obrotów  $n$  przy różnych prądach wzbudzenia i oporach  $r$  w obwodzie wirnika

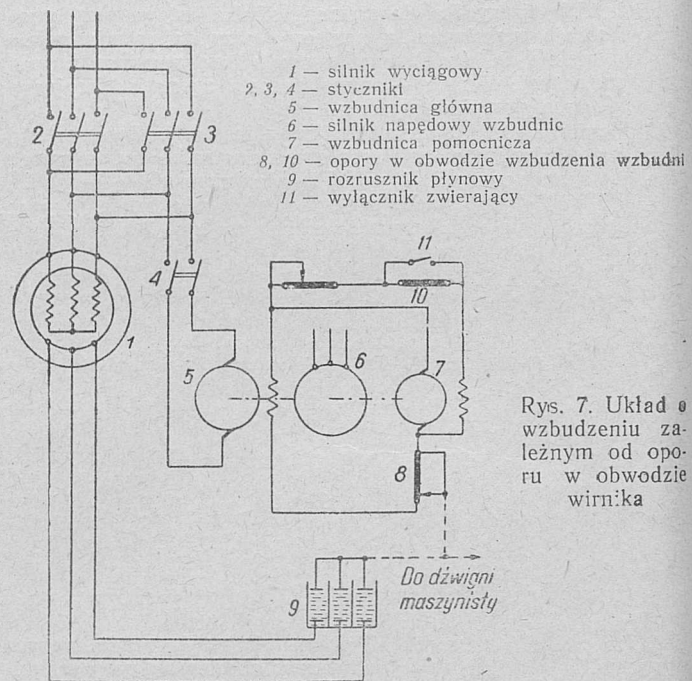
Wartość oporu włączonego w obwód wirnika musi być dobrana do momentu  $M_2$  statycznego obciążenia silnika i zadanych obrotów, tzn. należy włączyć opór, któremu odpowiada charak-

terystyka  $r_1$ . Na charakterystyce tej przy stałych obrotach i momencie (w wypadku zrównoważonego wyciągu) odbywa się ruch ustalony.

W okresie opóźnienia — w celu zwiększenia momentu hamującego do średniej wartości  $M_3$  — muszą być wyłączone dwa stopnie opornicy, po czym przez dalsze stopniowe zmniejszanie oporu aż do całkowitego zwarcia i przejścia na charakterystykę własną  $R_2$  następuje spadek obrotów silnika. Na charakterystyce tej wraz z dalszym nieznaczącym spadkiem obrotów maleje moment hamujący i z chwilą, gdy osiągnie on wartość bliską momentowi  $M_2$ , należy zahamować maszynę hamulcem mechanicznym. Wielkość momentu hamującego w obu omówionych przypadkach maszynista wyciągowy może kontrolować na podstawie wskazań amperomierza włączonego w obwód wirnika, gdyż z dużym przybliżeniem można przyjąć, że dla statecznej części charakterystyk obie powyższe wielkości są do siebie wprost proporcjonalne.

Regulacja momentu hamującego przez zmianę jedynie prądu wzbudzenia nie znajduje praktycznego zastosowania ze względu na nagrzanie uzwojeń, nasycenie magnetyczne i sam przebieg charakterystyk (rys. 3). Spotykane są natomiast układy, w których przy pomocy dźwigni sterującej odbywa się równocześnie regulacja oporu w obwodzie wirnika oraz prądu wzbudzenia stojana i to w ten sposób, że wraz ze spadkiem oporu prąd wzbudzenia wzrasta.

Aby wyjaśnić cel stosowania tego rodzaju rozwiązania, należy omówić wadę, którą ma sposób regulacji momentu hamującego jedynie przy pomocy oporu w obwodzie wirnika. Jeżeli mianowicie w wypadku przedstawionym na rys. 5 — po przejściu silnika w stan hamowania na charakterystyce  $r_1$  — maszynista chcąc zwiększyć moment hamujący nadmiernie zmniejszy



Rys. 7. Układ o wzbudzeniu zależnym od oporu w obwodzie wirnika

opór w obwodzie wirnika, wówczas ustali się punkt pracy na niestatecznej części jednej z dalszych charakterystyk. W skrajnym wypadku przedstawionym na rysunku, tzn. gdy opór zostanie całkowicie zwarty, punkt pracy przejdzie do punktu  $a$  na części niestatecznej charakterystyki własnej, a zatem zamiast pożądanego zwiększenia momentu nastąpi jego zmniejszenie, co przy ujemnym statycznym obciążeniu maszyny wyciągowej wiąże się ze wzrostem liczby obrotów, temu zaś towarzyszy dalszy spadek momentu itd., a to może być przyczyną jej rozbiegania się.

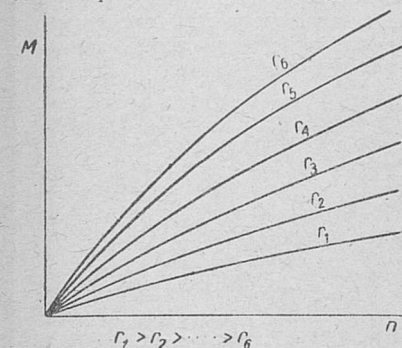
### 3. Układ z wzbudzeniem zależnym od oporu w obwodzie wirnika.

Stosując metodę regulacji, przy której zmieniają się równocześnie opór wirnika i prąd wzbudzenia w sposób wyżej podany, można otrzymać charakterystyki pokazane na rys. 6. Charakterystyki te w zakresie użytecznym momentu i obrotów nie mają części niestatecznej.

Układ oparty na tej zasadzie sterowania (Metropolitan Vickers) przedstawiony jest na rys. 7. Przy pracy silnikowej maszyna wyciągowa 1 jest zasilana przez jeden ze styczników

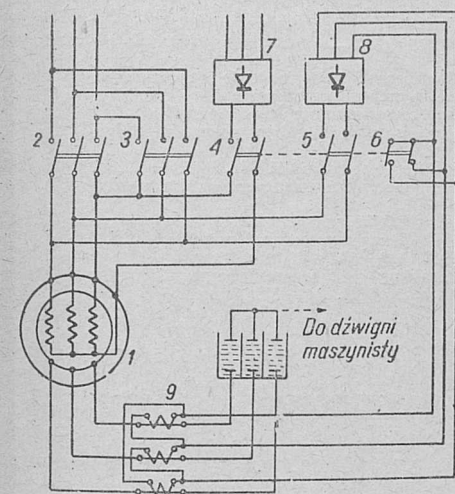


2 lub 3. Z chwilą przejścia do hamowania styczniki 2 i 3 muszą być otwarte, zamyka się natomiast stycznik 4, przez który główna wzbudnica 5, napędzana silnikiem zwartym 6 zasilą prądem stałym dwie fazy silnika wyciągowego. Silnik 6 napędza również pomocniczą wzbudnicę 7, która zasilą wzbudzenie głównej wzbudnicy. Zespół ten jest stale w ruchu, a więc hamowanie dynamiczne jest w każdej chwili możliwe. W obwodzie wzbudzenia wzbudnicy 5 jest opór 8, który zwierany jest wraz ze zmniejszeniem oporu rozrusznika plynowego 9, co daje wzrost prądu stałego wzbudzenia silnika wyciągowego.



Rys. 8. Zależność momentu  $M$  od liczby obrotów  $n$  przy kompensacji reakcji wirnika, dla różnych oporów w jego obwodzie

przeprzaniem silnika oraz ponieważ moment największy i tak nie jest wykorzystywany, wykonawcy tego układu poszli na kompromis: prąd wzbudzenia dla charakterystyki przy całkowitym zwarciu wirnika jest mniejszy i tak dobrany, że wprowadzenie ma ona część niestateczną w zakresie użytecznym, ale połączenie dźwigni sterującej z rozrusznikiem wykonane jest za pomocą serwowatora działającego z opóźnieniem. Czas opóźnienia serwowatora, który wynosi 8 do 12 sek. i po którego upływie następuje zwarcie wirnika, jest wystarczający do tego, aby prędkość ruchu maszyny spadała do granicy gwarantującej ustalenie się pracy na statecznej części charakterystyki. Opór 10, boczn-



Rys. 9. Układ o wzbudzeniu bezpośrednio zależnym od prądu w wirniku

1 — silnik wyciągowy  
2, 3, 4, 5, 6 — styczniki  
7, 8 — prostowniki  
9 — transformator prądowy

kowany normalnie wyłącznikiem 11, rozwiera się, gdy wymagane jest hamowanie przy zmniejszonej prędkości i mniejszym obciążeniu (np. przy rewizji szybu).

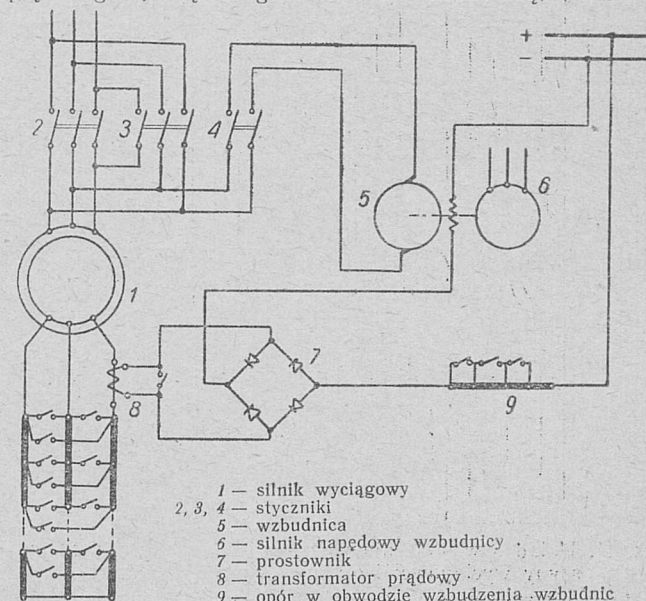
#### 4. Układ z wzbudzeniem zależnym od prądu wirnika.

Z przytoczonych na wstępie zależności wynika, że przyczyną spadku momentu hamującego jest rozmagnesowujące działanie prądu wirnika. Gdyby można było utrzymać wypadkowy strumień stałej wielkości, tzn. kompensować reakcję wirnika, wówczas charakterystyki przy hamowaniu również nie miałyby w zakresie użytecznym części niestatecznej, lecz przebieg ich byłby zgodny z pokazanym na rys. 8.

Zagadnienie kompensacji reakcji wirnika w sposób praktyczny rozwiązane jest dwojako: na zasadzie zmiany prądu w obwodzie wirnika oraz na zasadzie zmiany oporu w obwodzie wirnika i prędkości ruchu maszyny wyciągowej. Obie metody wyjaśniamy na przykładach.

Układ oparty na pierwszej metodzie przedstawiony jest na rys. 9 (Engl. Electr.). Zasilanie silnika wyciągowego 1 przy pracy odbywa się podobnie jak w poprzednim układzie. Z chwilą przejścia do hamowania — przy odłączonych obu stycznikach 2 i 3 zamykają się styczniki 4 i 5, otwiera natomiast stycznik 6,

wskutek czego silnik otrzymuje podstawowe wzbudzenie jednej fazy od prostownika selenowego 7. Wzbudzenie to w ciągu całego okresu hamowania jest stałe. Pozostałe dwie fazy stojana włącza się na prostownik 8, przeważnie również selenowy, który prostuje prąd otrzymywany od trójfazowego transformatora prądowego 9, włączony w obwód wirnika. Prąd wzbudzenia



Rys. 10. Układ o wzbudzeniu pośrednio zależnym od prądu w wirniku

zatem dostarczany przez prostownik 8 jest proporcjonalny do prądu w wirniku, wskutek czego wypadkowy strumień magnetyczny pozostaje w przybliżeniu stały.

Jak widać z powyższego, regulacja momentu hamującego odbywa się tu również na drodze zmiany oporu w obwodzie wirnika oraz prądu wzbudzenia, jednak prąd wzbudzenia dostosowuje się tu samoczynnie do istniejących warunków ruchu. Układ ten jest najprostszy ze wszystkich spotykanych, gdyż brak w nim w ogóle maszyn wirujących. Dalszą jego zaletą jest to, że większa część prądu wzbudzenia stojana pochodzi z obwodu wirnika.

Opartą na tej samej zasadzie metodę kompensacji reakcji wirnika zastosowano w układzie maszyny wyciągowej, zatwierdzonym przez Minist. Przem. Węgl. ZSRP jako typowy dla szybów pochyłych (rys. 10). Przejście silnika do hamowania dynamicznego odbywa się w tym układzie analogicznie jak w poprzednich. Wzbudzenie silnika dostarcza prądnicą 5 napędzana silnikiem 6. Uzwojenie wzbudzenia prądnicą 5 jest włączone na szynę prądu stałego. W obwód ten jest jeszcze włączony prostownik selenowy 7, zasilany z transformatora prądowego 8, oraz opór 9. Ze wzrostem prądu w obwodzie wirnika wzrasta prąd wzbudzenia prądnicą, a zatem i prąd wzbudzenia stojana silnika. Opór 9, którego poszczególne sekcje mogą być bocznikowane stykami pomocniczymi styczników opornicy metalowej obwodu wirnika, jest zwierany stopniowo wraz ze zwieraniem ostatnich sekcji tej opornicy. W ten sposób prąd wzbudzenia silnika wyciągowego zawsze, niezależnie od obciążenia, wzrasta przy zwieraniu wirnika. Daje to większą sztywność ostatnich charakterystyk.

Ostatnio opisany układ nie korzysta wprawdzie z energii opuszczanych czy rozpędzonych mas do wzbudzenia, daje jednak lepszą regulację prądu wzbudzenia.

Układy wyzyskujące zmianę prądu wirnika do kompensacji mają tę zaletę, że są niewrażliwe na zmiany oporu w obwodzie wirnika z powodu nagrzania się tegoż.

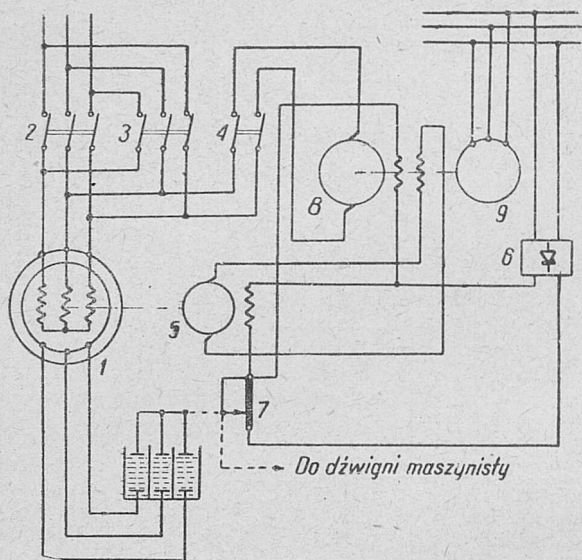
#### 5. Układ z wzbudzeniem zależnym od prędkości ruchu maszyny wyciągowej i oporu w obwodzie wirnika.

Metodę kompensacji reakcji wirnika na zasadzie zmiany prędkości ruchu maszyny wyciągowej i oporu wirnika objaśnia układ podany przykładowo na rys. 11 (Br. Thomson-Houston).

Jak wynika z dotychczas przytoczonych zależności dla hamowania dynamicznego, prąd w obwodzie wirnika jest tym większy, im większa jest liczba obrotów silnika i im mniejszy jest opór w obwodzie jego wirnika. Ponieważ dla uzyskania należytej kompensacji prąd kompensujący musi wzrastać ze wzrostem prądu w wirniku, przeto zmiany prądu kompensującego

należy przy tej metodzie kompensacji uzależnić od zmian prędkości i oporu wirnika.

Silnik wyciągowy 1 (rys. 11) jest przy pracy zasilany przez jeden ze styczników 2 lub 3, z chwilą zaś przejścia do



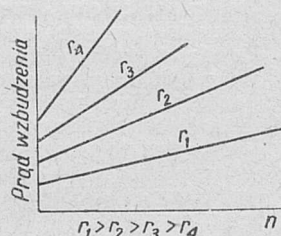
Rys. 11. Układ o wzbudzeniu zależnym od prędkości ruchu maszyny wyciągowej i oporu w obwodzie wirnika

- 1 — silnik wyciągowy 7 — opór w obwodach wzbudzenia wzbudni  
2, 3, 4 — styczniki 8 — wzbudnica główna  
5 — wzbudnica dodatkowa 9 — silnik napędowy wzbudnicy głównej  
6 — prostownik

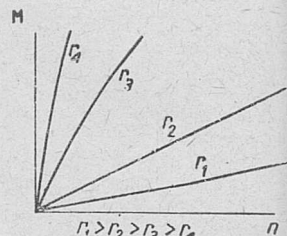
hamowania przez stycznik 4. Z silnikiem wyciągowym sprzężona jest wzbudnica dodatkowa 5, której wzbudzenie, zasilane przez prostownik 6, jest regulowane za pomocą oporu 7 w ten sposób, że prąd wzbudzenia w tym obwodzie wzrasta wraz ze spadkiem oporu w obwodzie wirnika silnika 1. Napięcie, które daje wzbudnica 5, jest więc tym wyższe, im maszyna wyciągowa ma większą liczbę obrotów i im mniejszy opór jest w obwodzie wirnika. Wzbudnica główna 8, napędzana przez silnik asynchroniczny 9, ma dwa uzwojenia wzbudzenia, a zatem dwa pola: pole stałe i pole zmienne. Uzwojenie pola zmiennego zasilane jest przez wzbudnicę 5; wielkość tego pola zależy zatem od oporu w obwodzie wirnika i od prędkości maszyny wyciągowej. Zmiany pola zmiennego są więc takie, jak zmiany napięcia danego przez wzbudnicę 5. Uzwojenie pola stałego zasilane jest przez prostownik 6. W obwodzie tym znajduje się również

opór 7, którego zmiana jest, jak wiadomo, związana ze zmianą oporu wirnika silnika 1, a więc wielkość pola stałego zależy jedynie od wielkości tego ostatniego oporu.

Tego rodzaju rozwiązanie pozwala regulować prąd wzbudzenia stojana silnika 1 w sposób pokazany na rys. 12, charakterystyki zaś hamowania dynamicznego otrzymywane w tym wypadku podaje rys. 13. Regulacją pola zmiennego zmienia się



Rys. 12. Zależność prądu wzbudzenia silnika wyciągowego od jego liczby obrotów  $n$  przy różnych oporach  $r$  w obwodzie wirnika



Rys. 13. Zależność momentu  $M$  od liczby obrotów  $n$  przy różnych oporach  $r$  w obwodzie wirnika

nachylenie krzywej, przedstawiającej prąd wzbudzenia jako funkcję prędkości (liczby obrotów) silnika (rys. 12). Ze względu na nagrzanie ma to tę dodatnią stronę, że wzbudzenie silnika wyciągowego spada wraz ze spadkiem obrotów. Jak wynika z rys. 13, regulacja według powyższego systemu zapewnia również wyeliminowanie części niestatecznych charakterystyk.

Wadą powyższego systemu jest to, że zmiany oporu wirnika wskutek nagrzania wywierają wpływ na przebieg hamowania, gdyż kompensacja reakcji wirnika nie pochodzi od zmian prądu w jego obwodzie.

#### LITERATURA

- Iwanow A. A. Eksperymentalnoe issledowanie elektrodinamicheskogo tormozhenia szachtnych podjomnykh maszyn s asynchronnym dwigatel'iem (Ugol, 5, 1949, 17—21).  
Miedunow W. K. Dinamicheskoe tormozhenie szachtnykh podjomnykh maszyn s privedom ot asynchronnogo dwigatelya (Ugol, 5, 1949, 22—25).  
Szkłarski F. N. K woprosu dinamicheskogo tormozhenia w primenienii k rudnicznomu podjomu s asynchronnym privedom (Ugol, 11, 1951, 26—28).  
Wasilewski M. N. i Bierłowski W. M. Samoregulirujemaja podjomnaja maszyn s dinamicheskim tormozheniem dla naklonnykh stwołow (Ugol, 2, 1951, 21—27).  
Broughton H. H. Electric Winders, London, 1948.  
Dudley N. Braking of alternating current winders (Colliery Engng, XXVIII, 325, marz. 1951, 116—120).  
Dudley N. Dynamic braking of alternating current winders (Colliery Engng, XXVIII, 326, kwiec. 1951, 143—150; czer. 1951, 241—252; listop. 1951, 448—452).

MGR INŻ. E. ROMER  
Zakł. Optyki i Mechan. Precyz.  
Politechn. Śląsk.

MGR INŻ. W. ROSNER  
Politechn. Gdańska

## Magnetyczne analizatory zawartości tlenu w gazach\*)

621.316.313+621.316:546.21:662.61

Treść. Korzyści stosowania analizy zawartości tlenu w spalinach przy kontroli spalania. Właściwości magnetyczne tlenu oraz podstawy fizyczne, na których oparte są analizatory magnetyczne. Zasady konstrukcji i działania czterech zasadniczo różnych typowych analizatorów, które już znalazły zastosowanie w praktyce.

Магнитные анализаторы содержания кислорода в газах. Выгода определения аналитическим путем содержания кислорода в продуктах горения для контроля процесса сжигания. Магнитные свойства кислорода и физические основы магнитных анализаторов. Принципы конструкции и действия четырех типов анализаторов, которые уже нашли применение на практике.

Magnetic analysers for determining the oxygen content in gases. Advantages accruing from determining, when controlling combustion, the oxygen content in gases. Magnetic properties of oxygen, and physical fundamentals on which magnetic analysers are designed. Principles of design and of operation of four types of analysers, radically differing from one another and which are already in practical use.

### 1. Znaczenie analizy spalin na tlen przy kontroli spalania.

Zaoszczędzenie węgla w procesach spalania jest równoznaczne ze zwiększeniem jego wydobywania, a nawet ma większe znaczenie, gdyż węgiel nie wydobyty może być jeszcze wyzyskany w przyszłości, węgiel zaś źle spalony jest bezpowrotnie zmarnowany. Według oceny Marsha można przez poprawienie spalania zaoszczędzić co najmniej 10% zużywanego węgla. Stąd wynika ważność zupełnego spalania paliwa przy możliwie małym nadmiarze powietrza.

Dla uzyskania dobrego spalania potrzebne są należyte dobrane urządzenia paleniskowe oraz aparatura pomiarowa, umożliwiająca obsługę stałą kontrolę przebiegu spalania.

\*) Referat wygłoszony na Sesji Naukowej, zorganizowanej przez Politechnikę Wrocławską w grudniu 1952 r.

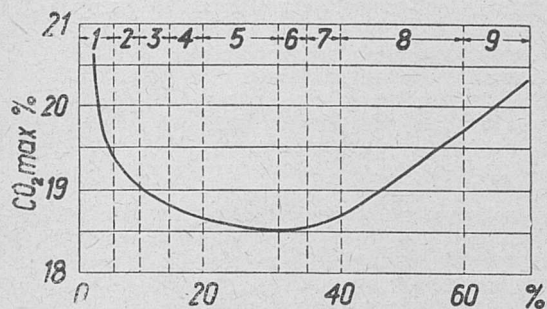
Obecnie są powszechnie stosowane analizatory, podające wartość  $\text{CO}_2$  w spalinach, zwykle wraz z aparatem wskazującym zawartość gazów palnych, tj.  $\text{CO}$  oraz  $\text{H}_2$ . Obsługa ocenia jakość spalania na podstawie wskazań tych analizatorów.

Jednak posługiwanie się wskaźnikiem  $\text{CO}_2$  nie jest w szeregu przypadków dostatecznie miarodajne, a niekiedy ocenę jakości spalania na podstawie tego tylko wskaźnika jest wręcz niemożliwa.

Podstawowymi pierwiastkami wchodzącymi w skład paliwa są węgiel i wodór. Przy zupełnym spalaniu przechodzą one w dwutlenek węgla i wodę. Do analizatorów dopływają spaliny, tzw. suche, tj. zawierające tylko tyle pary, ile odpowiada stanowi jej nasycenia w temperaturze spalin. Nadmiar wilgoci musi się skroplić. Podczas spalania w powietrzu część tlenu powietrza łączy się z węglem elementarnym, część z wodorem



Wskutek tego zawartość  $\text{CO}_2$  w spalinach jest mniejsza od 21%. Każdy rodzaj paliwa ma sobie właściwą maksymalną ilość  $\text{CO}_2$  w spalinach, która utworzyłaby się przy spalaniu zupełnym z teoretyczną ilością powietrza. Wartości te dla paliw stałych są podane na rys. 1, a dla paliw płynnych i gazowych



Zawartość części lotnych w paliwie bez wody i popiołu

Rys. 1. Maksymalna zawartość  $\text{CO}_2$  w spalinach różnych paliw

- |                 |                     |                     |
|-----------------|---------------------|---------------------|
| 1 — koks        | 4 — węgle półtłuste | 7 — węgle płomienne |
| 2 — antracyt    | 5 — węgle tłuste    | 8 — węgle brunatne  |
| 3 — węgle chude | 6 — węgle gazowe    | 9 — torf            |

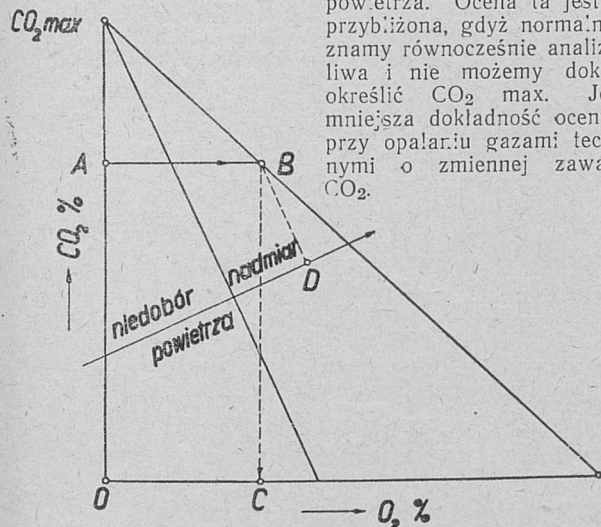
w tabl. I. Wynika z nich, że wskazania analizatora na  $\text{CO}_2$  mogą być użyteczne tylko w razie stosowania paliwa jednorodnego.

Ponieważ strata wskutek obecności gazów palnych w spalinach jest znacznie większa od straty wskutek zbytniego nadmiaru powietrza, ustawia się zwykle obok analizatora na  $\text{CO}_2$  także analizator na  $\text{CO}$  i  $\text{H}_2$ . Obsługa musi tak regulować

Tablica I. Maksymalne zawartości  $\text{CO}_2$  w paliwach płynnych i gazowych przy zupełnym spalaniu się nadmiaru powietrza

|                             |                |
|-----------------------------|----------------|
| Ropa naftowa i jej produkty | 14,7 do 15,7 % |
| Węglowod. pochodne          | 17,0 „ 18,5 „  |
| Gaz świetlny                | 11 „ 12 „      |
| „ koksowniczy               | 10 „ 11 „      |
| „ wielkopiecowy             | 23 „ 26 „      |
| „ generatorowy              | 17 „ 21 „      |
| „ ziemny                    | 12 „           |

spalanie, aby zawartość gazów palnych była równa zeru, a zawartość  $\text{CO}_2$  możliwie duża. Posługując się przy tym wykresem Ostwald'a (rys. 2) można określić zawartość tlenu w spalinach oraz nadmiar powietrza. Jeżeli np. odczytaliśmy zawartość  $\text{CO}_2$  równą A, a gazów palnych równą zeru — punkt B, to punkt C określa zawartość  $\text{O}_2$ , a D — nadmiar powietrza. Ocena ta jest tylko przybliżona, gdyż normalnie nie znamy równocześnie analizy paliwa i nie możemy dokładnie określić  $\text{CO}_2$  max. Jeszcze mniejszą dokładność oceny jest przy oparciu gazami technicznymi o zmiennej zawartości  $\text{CO}_2$ .

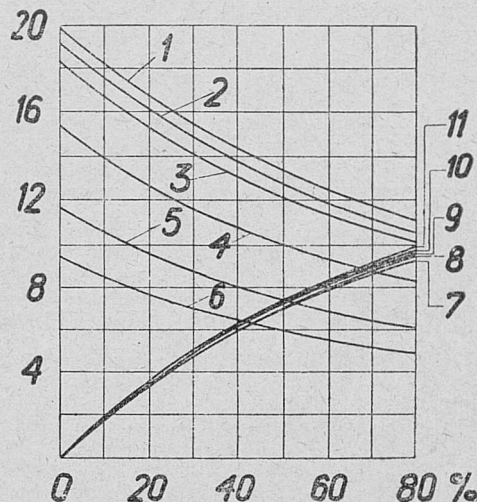


Rys. 2. Wykres Ostwald'a

Odczyty analizatora na  $\text{CO}_2$  nie dają wreszcie żadnej orientacji w razie opalania dwoma paliwami lub większą ich ilością równocześnie, np. mieszaniną dwóch lub trzech gazów, węglem i gazem ziemnym lub wielkopiecowym. Również trud-

no jest posługiwać się analizatorem  $\text{CO}_2$  np. do kontroli spalania w wapiennikach, gdy spaliny zawierają dwutlenek węgla nie tylko z procesu spalania, ale także z rozkładu węglanu wapnia. To samo można powiedzieć o przypadku spalania w powietrzu wzbogaconym w tlen, zawartość bowiem  $\text{CO}_2$  w spalinach zależy tu od chwilowej ilości doprowadzanego tlenu. Wzbogacanie tlenem powietrza rozpowszechnia się coraz bardziej w hutnictwie, np. do dmuchu w generatorach gazowych przy świeżeniu tlenem stali w piecach martenowskich. Były też robione próby opalania kotła parowego przy pomocy powietrza wzbogaconego w tlen. Podwyższenie zawartości tlenu tylko do 23% powiększyło sprawność małego kotła, opalanego węglem niskowartościowym (2300 do 3200 kcal/kg) z 50 do 57,5%.

Na podstawie zawartości  $\text{CO}_2$  w spalinach możemy ustalać nadmiar powietrza tylko dla określonego paliwa. Natomiast zawartość  $\text{O}_2$  w spalinach wykazuje praktycznie jednoznaczność z wielkością nadmiaru powietrza dla wszystkich paliw. Widać to z wykresów na rys. 3, przedstawiających zwią-



Rys. 3. Porównanie zawartości  $\text{O}_2$  i  $\text{CO}_2$  w spalinach jako wskaźników nadmiaru powietrza

Zawartość  $\text{CO}_2$  w zależności od nadmiaru powietrza dla następujących paliw: 1 — drewno, 2 — antracyt, 3 — węgiel, 4 — olej, 5 — gaz ziemny. Zawartość  $\text{O}_2$  w spalinach w zależności od nadmiaru powietrza dla następujących paliw: 7 — drewno, 8 — węgiel, 9 — olej, 10 — gaz ziemny, 11 — gaz koksowniczy.

zek nadmiaru powietrza z zawartością  $\text{CO}_2$  i  $\text{O}_2$  w spalinach typowych paliw. Krzywe zawartości tlenu biegną tak blisko siebie, że na podstawie wskazań analizatora  $\text{O}_2$  można od razu określić nadmiar powietrza przy spalaniu dowolnego paliwa, można więc obok podziałki zawartości tlenu umieścić drugą podziałkę — nadmiaru powietrza.

Z powyższego wynika, że analizator  $\text{O}_2$ , w połączeniu z analizatorem gazów palnych, może doskonale zastąpić wszędzie analizator  $\text{CO}_2$ , a poza tym spełniać dobrze funkcję wskaźnika dobroci spalania, gdzie analizator  $\text{CO}_2$  zawodzi. Zakres zastosowania analizatora  $\text{O}_2$  jest znacznie szerszy niż analizatora  $\text{CO}_2$ . Analizatory  $\text{O}_2$  zaczynają dopiero pojawiać się w ruchu, bo przemysłowe aparaty tego rodzaju zaczęły dopiero niedawno budować. Można się jednak spodziewać znacznego ich rozpowszechnienia. Trudno jest w tej chwili porównywać ceny analizatorów  $\text{O}_2$  i  $\text{CO}_2$ . Przypuszczalnie różnica nie będzie zbyt wielka.

Analizatory  $\text{O}_2$  powinny być stosowane łącznie z analizatorami gazów palnych. Obsługujący palenisko musi tak regulować proces spalania, by wskazówka analizatora gazów palnych stała na zerze, a zawartość tlenu była jak najmniejsza. Stanowi to podstawę do uzyskania dobrego spalania (tj. zupełnego spalania przy możliwie małym nadmiarze powietrza), niezależną od rodzaju używanego paliwa.

## 2. Magnetyczne właściwości tlenu.

Stosowanie analizatorów  $\text{CO}_2$  i  $\text{CO} + \text{H}_2$  do kontroli spalania — zamiast skuteczniejszych analizatorów tlenu — spowodowane było trudnością wykonania niezawodnych i prostych przyrządów do ciągłej analizy na  $\text{O}_2$ . Widać to z różnorodności zasad, które stosuje się do tego celu. Można je uszeregować w sposób następujący:

1) chemiczna — przez absorpcję przy pomocy kwasu pirogalusowego lub podobnych środków;

2) elektrochemiczna — polarografia lub depolaryzacja ogniwa elektrycznego;

3) katalityczna — przez wiązanie tlenu na katalizatorze (zazwyczaj platyna) po dodaniu nadmiaru palnego gazu;

4) termojonowa — przez obserwowanie wpływu tlenu na emisję drutu wolframowego;

5) optyczna — pomiar stopnia pochłaniania w zakresie ultrafioletu lub interferencja;

6) spektrografia masowa;

7) magnetyczna.

Ostatnia z tych metod — czysto fizyczna, najnowsza, bo rozpoczęta przed mniej więcej dziesięciu laty — ma wiele zalet w porównaniu z innymi. Prostota, dokładność, szybkość działania, brak w aparaturze pomiarowej części czy czynników zużywających się, a wreszcie wszechstronna stosowalność rokuje jej wielkie znaczenie.

Magnetyczna metoda pomiaru zawartości tlenu w mieszaninach gazowych opiera się na wyjątkowych właściwościach magnetycznych molekularnego tlenu. Jego zdolność magnetyczna (paramagnetyzm) jest liczbowo o dwa rzędy wyższa od ogromnej większości gazów technicznych. Wyjątek stanowią niektóre związki azotu i chloru (tabl. II).

Tablica II. Zdolność magnetyczna niektórych gazów (w jednostkach cgs  $10^9$  w stosunku do objętości, przy  $t = 20^\circ\text{C}$  i  $p = 760$  mm Hg)

| O <sub>2</sub> | N <sub>2</sub> | H <sub>2</sub> | CO <sub>2</sub> | Powietrze |
|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------|
| + 139          | — 0,49         | — 0,164        | — 0,83          | + 28,7    |

Znak + oznacza paramagnetyzm, znak — oznacza diamagnetyzm

Dalszą właściwością fizyczną tlenu wykorzystywaną w wielu analizatorach jest zależność zdolności magnetycznej gazów, a w szczególności tlenu, od temperatury i gęstości. Zdolność magnetyczną tlenu na jednostkę masy (1 g) możemy wyrazić wzorem:

$$(1) \quad \chi = \frac{C}{T},$$

gdzie  $T$  oznacza temperaturę bezwzględną, a  $C$  tzw. stałą Curie, równą dla tlenu  $3,02 \cdot 10^{-2}$ . Stąd otrzymujemy zdolność magnetyczną na jednostkę objętości (1 cm<sup>3</sup>):

$$(2) \quad X = \chi \cdot d = \frac{C}{T} d,$$

gdzie  $d$  oznacza gęstość gazu. Ponieważ gęstość gazu przy stałym ciśnieniu jest odwrotnie proporcjonalna do jego temperatury bezwzględnej, przeto zdolność magnetyczna tlenu jest odwrotnie proporcjonalna do kwadratu jego temperatury bezwzględnej:

$$(3) \quad X = \frac{C}{T^2} \cdot \text{const.}$$

Zależność ta odgrywa zasadniczą rolę w bardzo wielu analizatorach.

### 3. Sposoby wyzyskania właściwości magnetycznych tlenu do celów analitycznych.

Ciało, umieszczone w niejednostajnym polu magnetycznym, a mające inną zdolność magnetyczną niż otaczający je ośrodek, podlega działaniu siły, którą wyzyskuje się w różnoraki sposób w analizatorach na zawartość tlenu. Wielkość i kierunek tej siły zależą od natężenia pola magnetycznego, od jego gradientu oraz od różnicy zdolności magnetycznej ciała i ośrodka. Siłę działającą w kierunku  $x$  (rys. 4) na dostatecznie mały element objętościowy ciała  $\Delta v$  w polu magnetycznym o natężeniu  $H$  i gradientie w kierunku  $x$  równym  $\frac{dH}{dx}$  można określić wzorem

$$\Delta F = \Delta v (X_c - X_o) H \frac{dH}{dx},$$

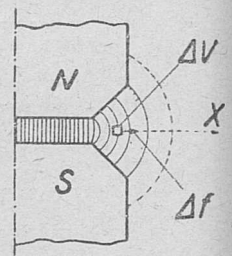
gdzie  $X_c$  i  $X_o$  oznaczają zdolność magnetyczną ciała i jego otoczenia. Kierunek działającej siły jest taki, że ciało o większej zdolności magnetycznej od jego otoczenia (tj. paramagnetyczne w stosunku do otoczenia) dąży w kierunku pola o większym natężeniu i odwrotnie ciało diamagnetyczne w stosunku do swego otoczenia dąży w kierunku pola o mniejszym natężeniu.

Jeden ze sposobów badania zawartości tlenu w mieszaninie gazu polega na pomiarze siły, która działa na próbne ciało o niezmienniej zdolności magnetycznej, umieszczone w odpowiednim polu magnetycznym — w przestrzeni zawierającej badaną

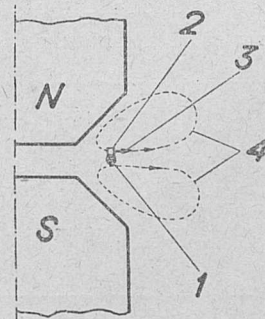
mieszaninę. Zbudowane na tej zasadzie analizatory będą opisane dalej.

Najbardziej rozpowszechnione są analizatory, wyzyskujące zjawisko, które w sposób obrazowy — choć niezupełnie ściśle — można by nazwać „wiatrem magnetycznym”. W polu magnetycznym o dużym gradientie umieszcza się grzejnik 1 (rys. 5), przedstawiony tutaj jako przekrój drutu ogrzewanego prądem. W otoczeniu magnesu niech znajduje się mieszanina gazów zawierających tlen. Jeśli grzejnik ma temperaturę otoczenia, to paramagnetyczna mieszanina gazów dążyć będzie wprawdzie w kierunku pola o największym natężeniu, ale ze względu na jednorodność mieszaniny natychmiast ustali się pewien stan równowagi. Natomiast gdy pod działaniem grzejnika 1 znajdujący się w jego pobliżu gaz ogrzeje się i stanie się mniej paramagnetyczny [ob. wzór (2)], to na rozpatrywany jego element 2 (rys. 5) zacznie działać siła 3 w kierunku mniejszego natężenia pola magnetycznego, co spowoduje ruch elementu 2 gazu w tym kierunku. Jego miejsce zajmie gaz chłodniejszy, co wywoła krążenie gazu, zaznaczone kreskowanymi krzywymi liniami 4. Oczywiście, niezależnie od „magnetycznego” powstanie też krążenie „cieplne”, a rzeczywisty przebieg będzie wypadkową obu krążeń.

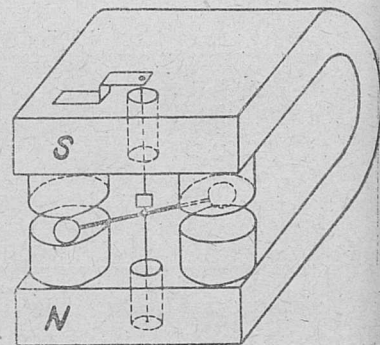
Intensywność opisanego krążenia zależy od magnetycznej zdolności mieszaniny, czyli — mówiąc z dokładnością dostateczną dla celów technicznych — od zawartości tlenu w analizowa-



Rys. 4. Siła działająca na ciało diamagnetyczne w niejednostajnym polu magnetycznym



Rys. 5. Schemat powstawania „wiatru magnetycznego”



Rys. 6. Analizator „klasyczny”

nej mieszaninie.

Zależnie od ukształtowania pola magnetycznego i grzejnika, od geometrycznych kształtów przestrzeni wypełnionej analizowaną mieszaniną, opisanie zjawisko może występować jako krążenie w ścisłym tego słowa znaczeniu, jako przepływ w jakimś określonym kierunku lub jako różnica ciśnień. Wszystkie te formy są stosowane w opisanych niżej analizatorach. Pomysłowość konstruktora dążyła do osiągnięcia następujących celów:

- 1) uzyskanie możliwości największego efektu pomiarowego;
- 2) wyeliminowanie wszelkich wpływów poza samą zawartością O<sub>2</sub>, w szczególności wyeliminowanie wpływu temperatury otoczenia, ciepła właściwego, przewodności cieplnej, lepkości oraz ciśnienia analizowanej mieszaniny;
- 3) zwiększenie szybkości odzewu przyrządu na zmiany zawartości tlenu;
- 4) uproszczenie konstrukcji, zmniejszenie jej kosztu, polepszenie mechanicznej wytrzymałości i niezawodności aparatury.

### 4. Analizator na zasadzie wypierania ciała niemagnetycznego z pola magnetycznego (analizator klasyczny).

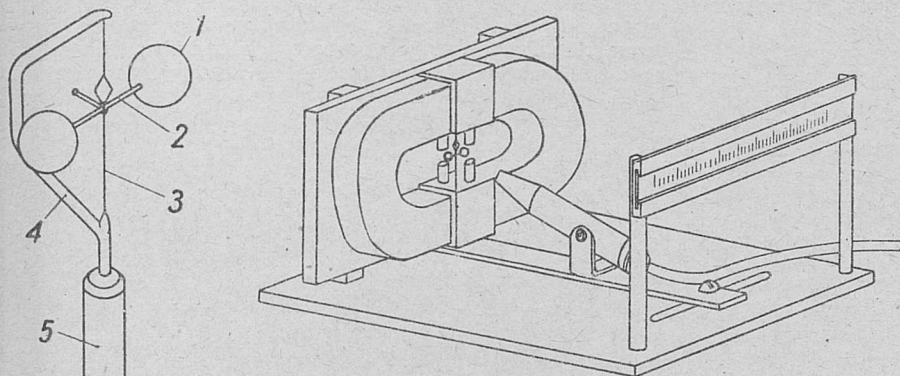
Miedzy nabiegownikami silnego magnesu ze stopu „alnico”, umieszczone są w zamkniętej przestrzeni (komora pomiarowa) dwie małe banki szklare połączone ze sobą przeciekami szklanymi, który umocowany jest na napiętym włóknie kwarcowym (rys. 6). Kulki są umieszczone w polu o dużym gradientie po obu stronach nabiegownika; włókno kwarcowe umieszczone jest symetrycznie w stosunku do pola magnetycznego. Przez komorę przepuszcza się powoli próbkę analizowanego gazu. Siły wypie-



rające szklane bańki z pola magnetycznego są tym większe, im większa jest zdolność magnetyczna analizowanego gazu, a ta zależy od procentowej zawartości tlenu. Siły powyższe wytwarzają moment, skręcający włókno kwarcowe, a wielkość skrętu odczytuje się przy pomocy wiązki światła odbijanej od zwierciadła, umocowanego na włóknie kwarcowym. Opisany przyrząd nazwano klasycznym, gdyż opiera się na metodzie analogicznej do tej, którą stosował Faraday przy pierwszych pomiarach zdolności magnetycznej gazów.

Rys. 7 przedstawia sam element pomiarowy. Kulki 1 mają średnicę 3 mm, łącznik 2 wykonany ze szkła ma 4 mm długości, włókno kwarcowe 3 ma średnicę 8  $\mu$  i jest przypojone do kwarcowego strzemięcia 4, zakłutowanego w mosiężnej oprawie 5. Części ruchome elementu pomiarowego waży ok. 3 mg.

Rys. 8 przedstawia schematyczny rysunek całego przyrządu. Nie jest na nim uwidoczniła obudowa przestrzeni między biegunami, ograniczonej do bardzo małej objętości dla zapewnienia



Rys. 7. Element pomiarowy analizatora „klasycznego“

Rys. 8. Analizator „klasyczny“ ze wskazówką świetlną

szybkiej wymiany analizowanej mieszaniny mimo małego natężenia przepływu.

Wskazania opisanego przyrządu są niezależne od takich właściwości gazów, jak lepkość, ciepło właściwe i przewodnictwo cieplne. Jedynie temperatura i ciśnienie mają wpływ. Stosuje się kompensację wpływu temperatury przy pomocy bocznika magnesu ze stopu o odpowiednio zmiennej przenikalności magnetycznej lub utrzymuje się temperaturę przyrządu i gazu na wymaganym poziomie przy pomocy termostatu. Wpływ ciśnienia musi być przy pomiarze uwzględniany.

Najmniejszy zakres pomiarowy normalnych analizatorów klasycznych wynosi 2,5%  $O_2$ . Wykonano jednak przyrząd bardzo czuły, z fotoelektrycznym multiplikatorem wskazań, pozwalający na wykrywanie znikomych zawartości tlenu rzędu kilka milionowych części. Charakter skali zależy od rozkładu pola magnetycznego i zazwyczaj odbiega nieco od liniowego. Szybkość wskazywania zmian — kilkanaście sekund. Dokładność ok. 1%; stałość zera dobra. Rejestracja wskazań jest możliwa na papierze światłoczułym.

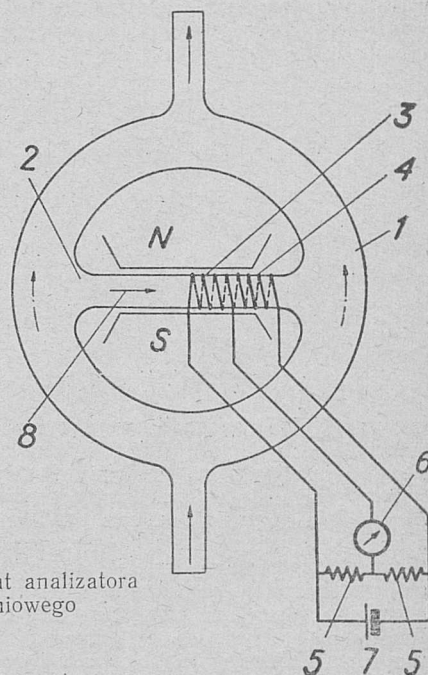
## 5. Analizator pierścieniowy.

Pierścieniowy analizator tlenowy, nazwany tak dlatego, że analizowany gaz przepływa przez przewód pierścieniowy, należy do najliczniejszej obecnie grupy analizatorów, opartych na zjawisku „wiatru magnetycznego“. Analizator pierścieniowy Lehrera jest pierwszym praktycznie zastosowanym analizatorem magnetycznym. Układ pomiarowy pomysłu Lehrera pozwolił ograniczyć do minimum wpływ przewodności cieplnej analizowanej mieszaniny, który początkowo stanowił zasadniczą trudność.

Analizowany gaz przepływa przez przewód pierścieniowy 1 (rys. 9) w kierunku oznaczonym strzałkami. Obie połowy pierścienia połączone są ze sobą cienkościenną rurką szklaną 2, połączoną zupełnie symetrycznie w stosunku do wejścia i wyjścia gazu; dzięki temu normalnie w poprzeczce gaz nie przepływa. Na rurce 2 umieszczone jest platynowe uzwojenie grzejno-pomiarowe 3 i 4, stanowiące wraz z oporami 5, galwanometrem 6 i baterią 7 układ mostkowy. Napięcie zasilania jest tak dobrane, że opory 3 i 4 ogrzewają się do temperatury ok. 100°C. Opory mostka są tak dobrane, by ten był w stanie równowagi, gdy gaz w pierścieniu jest magnetycznie nieaktywny.

Rurka 2 znajduje się w silnym polu magnetycznym między biegunami N i S. Analizowany gaz, który dostanie się w poprzeczce do części grzanej uzwojeniami 3 i 4, ogrzewa się, zmniejsza swą zdolność magnetyczną (oczywiście, jeżeli zawiera tlen) i wskutek tego zostaje wyparty przez zimny, bardziej paramagnetyczny gaz, znajdujący się w lewej części rurki 2. Powoduje to powstanie stałego przepływu gazu przez rurkę 2 w kierunku strzałki 8 o natężeniu proporcjonalnym do zawartości tlenu w gazie. Ponieważ gaz przepływający poprzeczką chłodzi uzwojenie 3 i tu ogrzany nie chłodzi już uzwojenia 4, powstaje różnica temperatury obu uzwojeń, a zatem i różnica ich oporów. Wytrąca to z równowagi mostek 3, 4, 5. Wychylenie miliwoltomierza 6, spowodowane nierównowagą mostka, jest — przy niezmiennych innych warunkach — miarą zawartości tlenu w analizowanej mieszaninie gazów.

Przyjęcie pewnego uproszczenia przebiegu zjawisk w opisanym analizatorze pozwala na wyprowadzenie następującego



Rys. 9. Schemat analizatora pierścieniowego

związku między napięciem nierównowagi mostka a procentową zawartością tlenu w mieszaninie:

$$e = k \frac{C_p}{\eta} p^2 f(T) \cdot z,$$

gdzie oznaczają:  $k$  — stałą przyrządu, w którą wchodzi wielkość elektryczna, magnetyczna i geometryczna,  $p$  — ciśnienie gazu,  $z$  — zawartość tlenu w procentach,  $f(T)$  — zawiła funkcja temperatury gazu i uzwojeń grzejnych,  $C_p$  — ciepło właściwe oraz  $\eta$  — lepkość analizowanej mieszaniny gazów. Jak widać,

stosunek  $\frac{C_p}{\eta}$  składników analizowanej mieszaniny wpływa w sposób zasadniczy na wyniki pomiarów. Wniosek ten, wynikły z teoretycznych rozważań, znalazł pełne potwierdzenie doświadczalne. Innymi słowy zmiany w składzie gazów zmieszanych z tlenem wprowadzają znaczny błąd pomiarowy. Daje się to odczuwać w szczególności przy zmianach zawartości  $H_2$ . Wpływ normalnych zmian ciśnienia barometrycznego odgrywa niewielką rolę, natomiast duży wpływ temperatury daje się łatwo skompensować odpowiednio dobranym oporem z materiału o dużym termicznym współczynniku oporu.

W warunkach praktycznych, gdy analizowany gaz (np. spaliny) w niedużym stopniu zmienia swój skład, wpływ zmian  $\frac{C_p}{\eta}$  małą tylko odgrywa rolę. Prócz tego, ponieważ zmiany te są proporcjonalne w całym zakresie, łatwo można analizator przewzorocować dla nowych warunków. Przyrząd, wykonany pierwotnie z elektromagnesem, został następnie udoskonalony przez zastosowanie silnych magnesów stałych i jest używany do zakresów od 1 do 100%  $O_2$ .

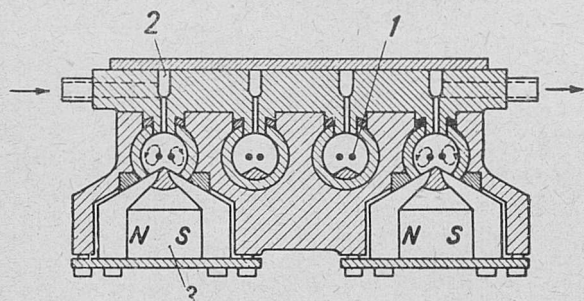
Do pomiaru i rejestracji napięć, występujących na mostku, tj. do wskazywania zawartości tlenu, stosuje się odpowiednio czułe miliwoltomierze, lub kompensatory samoczynne. Ponieważ

napięcie nierównowagi mostka jest prostą funkcją procentowej zawartości tlenu, podziałka skali jest w przybliżeniu równomierna.

## 6. Analizatory krążeniowe.

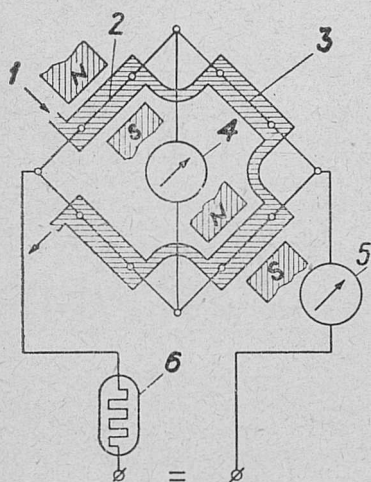
Analizatory krążeniowe wyzyskują bezpośrednio zjawisko „wiatru magnetycznego“, przedstawione na rys. 5. Intensywność krążenia zależy od zawartości tlenu w mieszaninie. Wszystkie znane przyrządy krążeniowe wyzyskują grzejnik równocześnie i do pomiaru intensywności krążenia, a więc do określenia procentowej zawartości  $O_2$ . Typowym, a prawdopodobnie i najlepszym tego rodzaju analizatorem jest przyrząd Siemens. Zastosowano tu układ, który w znacznym stopniu kompensuje wszelkie wpływy, fałszujące wynik pomiaru. Uzyskano to dzięki połączeniu dwu oporów grzejno-pomiarowych i dwu oporów grzejno-kompensacyjnych w układ mostkowy.

Rys. 10 przedstawia przekrój przez istotne części przyrządu. W czterech komorach, identycznych pod względem geometrycznym i termicznym, umieszczone są platynowe grzejniki 1. Ko-



Rys. 10. Przekrój analizatora krążeniowego

mory wypełnione są analizowanym gazem, który dostaje się do nich przez szczeliny 2. W dwu komorach druty grzejne znajdują się w polu silnych magnesów; w komorach tych powstaje stosunkowo silne krążenie ciepło-magnetyczne, zaznaczone na rysunku. Dwie pozostałe komory nie mają pola magnetycznego, a zatem w nich powstaje krążenie czysto ciepłe, mniej intensywne. Wskutek tego grzejniki w komorach z magnesami ulegają silniejszemu ochłodzeniu niż grzejniki w komorach bez magnesów. Wszystkie cztery grzejniki stanowią gałęzie mostka Wheatstone'a (rys. 11), a ponieważ są one identyczne pod względem elektrycznym, cieplnym i geometrycznym, więc przy nieobecności tlenu mostek pozostaje w równowadze; natomiast gdy mieszanina zawiera tlen, powstaje zakłócenie równowagi,



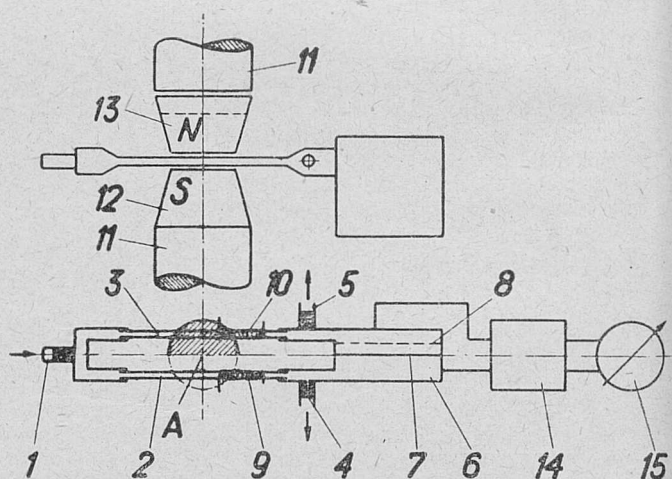
Rys. 11. Schemat analizatora krążeniowego

Zmiany ciśnienia w zakresie normalnych wahań barometrycznych są bez znaczenia, jeżeli przyrząd jest wzorcowany w jednostkach wagowych na jednostki objętościowe; natomiast przy wzorcowaniu w procentowej zawartości wpływ największych normalnie spotykanych wahań ciśnienia barometrycznego wynosi ok.  $\pm 2,6\%$ . Wpływ zmian składu mieszaniny analizowanej jest znikomy. W szczególności zastąpienie azotu dwutlenkiem węgla lub zmiana zawartości wodoru do ok. 10% nie powodują dostrzegalnych błędów. Pod tym względem przyrząd Siemens przewyższa wszystkie znane przyrządy z wyjątkiem klasycznych i ciśnieniowych.

Istnieje szereg analizatorów, wyzyskujących „wiatr magnetyczny“ jako czynnik chłodzący grzejniki umieszczone w polu magnetycznym, przy czym grzejniki stanowią równocześnie elementy układu mostkowego. Ten typ analizatorów jest obecnie najbardziej rozpowszechniony. Istnieją wykonania dla różnych zakresów w granicach od 1% do 100% zawartości  $O_2$  oraz dla różnych warunków pomiarowych. Na uwagę zasługuje przyrząd, zbudowany dla przeprowadzania analiz w krańcowych warunkach fizycznych, mianowicie przy ciśnieniach od 85 do 760 mm Hg i temperaturach od  $-50$  do  $+720^\circ C$ . Kompensację wpływów uzyskano przez doprowadzenie próbki analizowanej w samym przyrządzie do normalnego ciśnienia i temperatury.

## 7. Analizator ciśnieniowy.

Odminnym sposobem wyzyskał zjawisko paramagnetyzmu tlenu K. F. Luft. Opierał on analizę zawartości tlenu na różnicy ciśnienia, która powstaje w zamkniętym naczyniu, wypełnionym mieszaniną, a znajdującym się w polu magnetycznym. Do pomiaru znikomych ciśnień zastosował metodę kondensatorową, znaną z analizatora optycznego gazów absorbujących w zakresie podczerwieni. Rys. 12 przedstawia schematycznie analizator Lufta. Próbkę gazu przeciąga się przez kapilary 1, dwie równo-



Rys. 12. Schemat analizatora ciśnieniowego

legle, spłaszczone, niemagnetyczne rurki 2 i 3 i dwie kapilary 4 i 5. Rurki 2 i 3 są połączone z komorą 6, przedzieloną cienką sprężystą membraną metalową 7, do której równolegle umieszczona jest azurowa, izolowana od otoczenia, metalowa płytka 8, stanowiąca z membraną 7 dwie okładziny kondensatora. Na rurkach 2 i 3 umieszczone są uzwojenia grzejne 9 i 10. Obie rurki znajdują się w polu magnesu 11, zaopatrzonych w nabiegunki 12 i 13. Ten ostatni w połowie wykonany jest z materiału niemagnetycznego (niezakreskowana połowa w rzucie poziomym), wiruje on dookoła swej osi pionowej (punkt A), napędzany przez silnik synchroniczny (pominięty na rysunku). W momencie, gdy żelazna (zakreskowana) połowa nabiegunka znajdzie się nad jedną z rurek np. 3, zawierającą tlen zimą mieszanina gazów zostaje wciągnięta z lewej części rurki w pole magnetyczne o największym natężeniu. Powoduje to wypieranie w prawą ograniczonego gazu o mniejszej zdolności magnetycznej, przez co następuje zwiększenie ciśnienia w górnej (na rysunku) części komory 6. Równocześnie w rurce 2 następuje proces odwrotny: sprężony nieco w poprzednim cyklu gaz w dolnej części komory 6 rozpręża się i wpływa do rurki wskutek zmniejszenia natężenia pola magnetycznego. Proces ten powtarza się w takt obrotów nabiegunka 13. Wytwarza to pulsowanie ciśnienia na przemian w jednej i drugiej części komory 6 i oscylacje membrany 7, a co za tym idzie i napięcia na okładzinach kondensatora. Napięcie to — spotęgowane we wzmacniaczu 14 i wyprostowane — wskazuje miliwoltomierz 15. Ponieważ wielkość ciśnienia poszczególnych pulsów zależy od zawartości tlenu w mieszaninie, przyrząd 15 może być wzorcowany bezpośrednio w odsetkach zawartości tlenu.

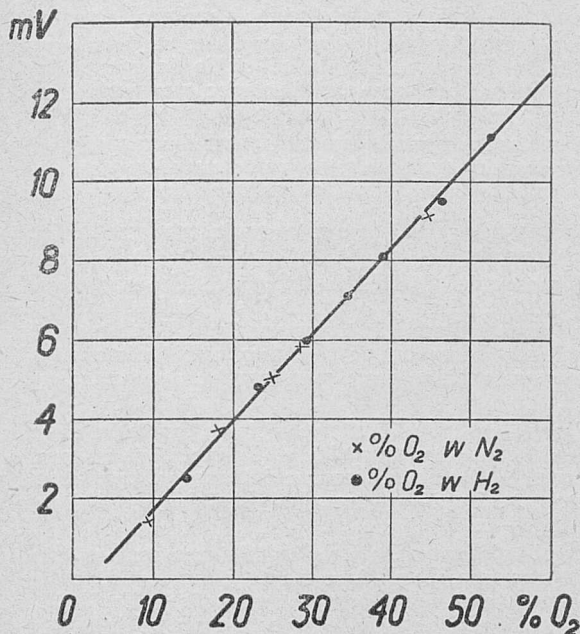
Wielkość ciśnienia różnicowego, powstającego w przyrządzie wyraża wzór:

$$\Delta p = (H_{\max}^2 - H_{\min}^2) (X_{T_1} - X_{T_2}) =$$

$$(6) \quad = (H_{\max}^2 - H_{\min}^2) X_{T_0} \left[ \left( \frac{T_0}{T_1} \right)^2 - \left( \frac{T_0}{T_2} \right)^2 \right],$$



gdzie oznaczają:  $H_{\max}$  i  $H_{\min}$  — natężenie pola magnetycznego w krańcowych położeniach wirującego nabiegunknika;  $X_{T_0}$ ,  $X_{T_1}$  i  $X_{T_2}$  — zdolność magnetyczną mieszaniny gazów przy temperaturach  $T_0$ ,  $T_1$  i  $T_2$ , te ostatnie zaś oznaczają kolejno: temperaturę otoczenia, temperaturę gazu w nieogrzejanej części rurki



Rys. 13. Krzywa wzorcowania analizatora ciśnieniowego

oraz średnią skuteczną temperaturę gazu w ogrzejanej części rurki (w skali bezwzględnej).

Jak widać ze wzoru (6), przyrząd powinien być niezależny od takich właściwości gazów zawartych w mieszaninie, jak ciepło właściwe, przewodność cieplna czy lepkość. Przeprowadzone doświadczenia z mieszaninami tlenu z azotem i wodorem potwierdziły te przypuszczenia. Wykres na rys. 13 przedstawia krzywą wzorcowania dla mieszaniny tlenu z azotem i wodorem. Przy analizatorach o wysokiej czułości (0—1% O<sub>2</sub>) istnieje pewien wpływ własności magnetycznych innych składników mieszaniny (poza tlenem). Z innych właściwości podkreślić należy bardzo krótki czas odzewu przyrządu, który może być zredukowany do ok. 1 sek. kosztem pewnego zmniejszenia dokładności.

Osiągalny najniższy zakres: 0—1% O<sub>2</sub>. Dokładność i stałość zera rzędu 1—2%.

Wspomnieć jeszcze można o pomysłach wyzyskania zmian natężenia strumienia magnetycznego do analizy tlenu. Szczelina magnesu miałaby być zapelniona kolejno analizowaną mieszaniną i ciałem o niezmiennych właściwościach magnetycznych. Napięcie indukowane w odpowiedniej cewce, obejmującej zmienny strumień magnetyczny, byłoby miarą procentowej zawartości O<sub>2</sub>. Analizator taki można by nazwać indukcyjnym, nie jest jednak znana jego realizacja.

### 8. Uwagi końcowe.

Analizatory tlenu na zasadzie magnetycznej znajdują się jeszcze w okresie szybkiego rozwoju. Osiągnęły jednak już obecnie wysoki stopień doskonałości. Pokrywają one cały zakres pomiarowy od znikomych śladów do 100% O<sub>2</sub>. Mogą być stosowane do analizowania niemal wszystkich spotykanych w technice i nauce mieszanin gazowych. Możliwe jest zastosowanie ich zarówno do pomiaru i rejestracji, jak i do regulacji. Dokładność i szybkość działania odpowiadają wszelkim normalnym potrzebom. Analizatory magnetyczne tlenu mogą oddać gospodarce Polski Ludowej ogromne usługi, zwłaszcza w dziedzinie kontroli spalania oraz w przemyśle chemicznym.

### LITERATURA

- Topierwlerch N. I. i Szerman M. Ja. Tiejplotiechn'czeskije izmjeritelnyje i regulirujuszczyje pribory na metalurgiczeskich zawodach, Moskwa, 1951.
- Fainberg M. M. Sowriemiennyje metody awtomatizieskowo analizy gazow w promyslenosti. Zawodskaja Laboratoria, 1949, nr 6.
- Marsh A. Smoke. London, 1947.
- Les diagrammes de combustion. Paris, 1942.
- Joshitoshi Oyama (i inni). Combustion of low grade coal in oxygen-enriched air. Rept. Sc. Research Inst. Tokyo (1949) 203.
- Luhns I. F. Trends in modern boiler control. Blast Furnace and Steel Plant, 37(1951)1.110.
- Sturm B. Neuzzeitliche physikalische Gasanalysegeräte. B.K.W., 3(1951)11, 374.
- Klauser P., Turowski E., v. Wolff T. Sauerstoffanalyse von Gasgemischen auf physikalischer Grundlage. Z. Angew. Chem., 54 (1941)494.
- Nauman A. Ein einfacher magnetischer Sauerstoffmesser A.T.M. Lieferung 197, Juni, 1952.
- Pauling L., Wood R. E., Sturdivant J. M. An Instrument for Measuring the Partial Pressure of Oxygen. J. Am. Chem. Soc., 68(1946)795.
- Oxygen Analyser. The Eng. Digest. XII (1951)1.
- Griffith R. H. Magnetic Oxygen Recorder. The Gas World, 134 (1951)522.
- Klauser P., Turowski E., v. Wolff T. Untersuchungen über das Verhalten paramagnetischer Gase im inhomogenen Magnetfeld. Z. f. Techn. Physik, 22(1941)223.
- Dyer C. A. A Paramagnetic Oxygen Analyser. Rev. Sc. Instr., 19 (1947)10.696.
- Luft K. F. Ueber eine neue Methode der magnetischen Sauerstoffanalyse. Z. f. Angew. Phys., (1951), 8, 300.

INŻ. WITOLD ZARĘBSKI

## Typizacja celek rozdzielni 6-kilowoltowych

621.316.344.027.5:558.51(47)

Treść. Znaczenie typizacji w ogóle i korzyści z niej płynące. Wykonanie typizacji celek 6-kilowoltowych i sposób korzystania z niej. Niektóre problemy techniczne związane z typizacją i kierunki dalszych prac nad typowymi celkami 6-kilowoltowymi.

Типизация распределительных камер для 6 кв. Значение типизации вообще и польза вытекающая из ее введения. Выполнение типизации камер для 6 кв и способ ее использования. Некоторые технические вопросы, связанные с типизацией, и направление дальнейших работ по типизации камер для 6 кв.

Standardising 6-kilovolt distribution cells. The importance of standardisation in general, and advantages accruing therefrom. The procedure in standardising 6-kilovolt cells, and the method of using them. Certain technical problems involved in standardising, and the trend of future work over standardised 6-kilovolt cells.

### 1. Wstęp.

Jednym z ważniejszych czynników, przyspieszających dostarczanie inwestorom dokumentacji technicznej przez biura projektowe, jest typizacja przygotowana we właściwy sposób. Wobec stojących przed energetyką rozległych zadań sprawa ta jest pierwszorzędnej wagi i dlatego tak silnie podkreślano zagadnienie typizacji na I Krajowej Naradzie Budownictwa Energetycznego w Jaworznie w lutym br.\*).

Korzyść z rozwiązań typowych nie ogranicza się do przyspieszenia przygotowania dokumentacji technicznej. Ich znaczenie jest daleko szersze. Przez staranne opracowanie rozwiązania typowego i wielokrotne powtórzenie go w obiektach uzyskuje się znaczne oszczędności w kosztach budowy i materiałów. Przy wykonywaniu projektu typowego należy zwracać uwagę na każdy kilogram stali czy metali kolorowych, na każdy metr sześcienny kubatury budynku. Drobne nawet oszczędności w pro-

jektach typowych dają w całości poważne zmniejszenie zużycia materiałów. Przez stosowanie projektów typowych można w szerokim zakresie prefabrykować poszczególne elementy, co z kolei znacznie skraca czas montażu, i wreszcie dzięki stosowaniu przede wszystkim rozwiązań typowych można łatwiej i szybciej przygotować i wyszkolić odpowiednie brygady montażowe.

Do obecnych planów typizacyjnych biur projektów energetycznych włączono m. in. celki rozdzielni wewnątrzowych. Na podstawie praktyki lat ubiegłych przekonano się, że typizacja całych stacji, spełniających z góry założone warunki, nie jest w szerokim stopniu stosowana. Typizacją należy obejmować przede wszystkim elementy, opierając się na już wykonanych projektach.

Typizacja celek 6-kilowoltowych została wykonana wspólnie przez Biuro Projektów Energetycznych i Elektroprojekt. Pracowanie typizacyjne obu biur współpracowały ze sobą, dzieląc się posiadanym doświadczeniem. Zaczęto od celek najczęściej stosowanych z pojedynczym układem szyn.

\*) Por. Przegl. Elektr., 1953, z. 6, w szczególności str. 258.

## 2. Uwagi o przyjętych schematach i rozwiązaniach.

Jednym z poważniejszych kłopotów przy omawianej pracy był brak obowiązujących polskich przepisów dla rozdzielni wewnętrznych, wobec czego trzeba było oprzeć się w szeregu przypadków na przepisach radzieckich.

Dotychczas w rozdzielniach 6-kilowoltowych stosowano na ogół aparaturę (izolatory, przekładniki, odłączniki) na napięcie znamionowe 10 kV. W opisanym opracowaniu użyto wszędzie tam, gdzie było to możliwe, aparaturę na napięcie znamionowe 6 kV (z wyjątkiem takiej aparatury, której w ogóle nie buduje się na to napięcie, a buduje się tylko na 10 kV).

Zalecono w szerokim stopniu stosowanie głowic kablowych olowianych. Cechują je następujące zalety w porównaniu z głowicami żeliwnymi: są lżejsze, zajmują mniej miejsca, są tańsze, nie zawierają łatwopalnej zalewy kablowej i mogą być montowane w dowolnej pozycji. Dotychczasowe małe ich rozpowszechnienie należy przypisać nieznamomości zasad montażu nie tyle trudniejszego, ile wymagającego pewnej wprawy i większej pieczołowitości.

Aparatura pomiarowa w opisywanych typowych celkach 6-kilowoltowych umieszczona jest bezpośrednio w celkach. Rodzaj i liczba przyrządów pomiarowych mogą być dobrane dość dowolnie, zależnie od potrzeb ruchowych.

Wylączniki olejowe na 10 kV produkcji krajowej zawierają 40 kg oleju. Według przepisów radzieckich z roku 1950 wylączniki olejowe o ilości oleju od 25 do 60 kg mogą być ustawiane w celkach otwartych tylko w tych przypadkach, kiedy moc wyłącznika jest co najmniej 1,5 razy większa od największej obliczonej dla danej rozdzielni mocy wyłączeniowej. W pozostałych przypadkach należy umieszczać je w komorach przeciwwybuchowych. Odcienie wyczuwa się tendencję do zlagodzenia tych dość surowych wymagań. Na przykład w lipcu 1951 roku zmieniono w ZSRR wartość współczynnika dla mocy wyłączalnej wyłączników, przy ustawieniu ich w celkach otwartych, z 1,5 na 1,2. Projekt polskich przepisów „Rozdzielnie i transformatorowne powyżej 1000 V” wprowadza dalsze zlagodzenie, dopuszczając ustawienie wyłączników olejowych z zawartością oleju do 100 kg w celkach, mających ściankę ochronną od strony napędu, przy jednoczesnym spełnieniu dodatkowego warunku co do wielkości prądu zwarcowego (przy 6 kV prąd ten nie powinien przekraczać 15 kA).

W opisanym opracowaniu sprawę tę rozwiązano w ten sposób, że zalecono ustawianie wyłączników olejowych na 10 kV w celkach otwartych przy mocy wyłączeniowej rozdzielni nie większej od 80 MVA, w celkach zaś mających ściankę ochronną od strony napędu — przy mocy wyłączeniowej równej mocy wyłączalnej wyłącznika, a wynoszącej tu 100 MVA. W pierwszym przypadku zastosowano jednak drzwi osłonne z blachy.

Pola z odłącznikami mocy połączonymi z bezpiecznikami rozwiązano bez odłącznika szynowego oraz alternatywnie — z odłącznikiem. Drugie rozwiązanie uzasadnione jest tym, że mechanizm odłącznika mocy z bezpiecznikami, wyłączający go przy przepaleniu się bezpiecznika, może zawieść. W takim przypadku, gdyby odłącznika szynowego nie było, należałoby celem usunięcia uszkodzenia wyłączyć całą stację. Dlatego też rozwiązanie z odłącznikami mocy połączonymi z bezpiecznikami i odłącznikami zalecono stosować w stacjach ważniejszych, w których nie można odłączyć źródła zasilania od szyn zbiorczych lub ich sekcji, celem rewizji mechanizmów odłącznika mocy zainstalowanego w jednym z pól.

Odłączniki mocy z bezpiecznikami w polach transformatorowych zalecono stosować przy transformatorach o mocy od 250 do 1000 kVA. Powyżej 1000 kVA należy już stosować wyłączniki i zabezpieczenia przekątnikowe (lub przy pomocy wyzwalaczy). Dla mniejszych transformatorów, o mocy do 200 kVA, zastosowano w polu zwykle odłączniki i bezpieczniki. Rozwiązanie takie jest możliwe, ponieważ prąd jałowy takich transformatorów jest mały i można go przerywać zwykłym odłącznikiem. Przy ustalaniu powyższych mocy oparto się na projekcie „Instrukcji oszczędnościowego projektowania urządzeń energetyki zawodowej”.

W omawianych celkach 6-kilowoltowych dopuszczono również stosowanie odłączników jednobiegowych dla tych rozdzielni, dla których nie przewiduje się częstych manipulacji odłącznikami. W polach pomiarowych zastosowano tylko odłączniki jednobiegowe.

Stosowanie daszków lukochronnych uzależniono od kategorii odbiorów zasilanych i od liczby celek całej rozdzielni lub

poszczególnych sekcji szyn zbiorczych. Dotychczasowe kryteria stosowania daszków lukochronnych, a mianowicie moc zwarcowa i częstota manipulacji odłącznikami, są obecnie kwestionowane. Przewidziano przeło takie daszki jedynie dla opisanego niżej typu C z załączeniem stosowania ich przy zasilaniu odbiorów I i II kategorii i przy liczbie celek w rozdzielni (lub w poszczególnych sekcjach szyn) większej od sześciu.

Pola łączników sekcji szyn pomyślane są jednak w ten sposób, że sekcje są oddzielone od siebie ściankami działowymi z izolatorami przepustowymi, tak więc możliwość przerzucenia się luku z jednej sekcji na drugą nie występuje.

W opisywanych rozwiązaniach uwzględniono również szereg spraw drobniejszych, np. stosowanie napędów do odłączników, uzimienia, a nawet takie drobiazgi jak np. zamki i klucze.

## 3. Sposób korzystania z opracowania typowych celek 6-kilowoltowych.

Opracowanie typowe powinno być tak przygotowane, aby korzystanie z niego było proste i aby można było zastosować je w jak największej liczbie przypadków. Wydaje się, że najkorzystniejszą formą będzie ta, którą niżej opisano i która też została przez biura projektowe przyjęta w omawianym przypadku.

Typowe celki 6-kilowoltowe ujęto w formie katalogu. Każdy typ celki oznaczono inną literą. Poszczególne typy różnią się między sobą sposobem rozwiązania oraz wyłącznikami. Katalog zawiera część opisową oraz karty katalogowe dla poszczególnych typów celek.

Część opisowa zaznacza czytelnika z przedmiotem opracowania oraz sposobem korzystania z katalogu i podaje uwagi o zastosowanych aparatach i rozwiązaniach. Część ta obejmuje w krótkości również sprawę wyboru typu celek.

Na podstawie kart katalogowych, stanowiących drugą część opracowania, projektant wybiera typ celek i potrzebne mu pola. Główną część kart katalogowych zajmują szkicowe rysunki przekrojów celek poszczególnych pól, a więc pola odbiorowe, zasilające, transformatorowe itd., wykonane w skali 1:50 z podaniem najważniejszych wymiarów. Obok rysunków celek pokazane są ich schematy elektryczne. W części opisowej karty katalogowej podano, kiedy dany typ należy stosować, i uwagi o wyborze wariantów poszczególnych pól.

Dla każdej celki pokazanej w karcie katalogowej wykonano komplet rysunków montażowych i konstrukcyjnych w skali 1:20 i większej, przy czym numery tych rysunków podane są również na kartach katalogowych.

Niektóre szczegóły celek mogą być zmienne, zależnie od warunków lokalnych, np. drzwi, których rodzaj może zależeć od stosowanych napędów i pomiarów. Toteż karty katalogowe zawierają również szkicowe rysunki tych szczegółów lub określają je w sposób opisowy, podając jednocześnie numery rysunków konstrukcyjnych.

Projektant, wybrawszy z katalogu celki, które odpowiadają założeniom projektowanej przez niego rozdzielni, zamawia odbitki rysunków montażowych i konstrukcyjnych. Gdy wyposażenie celki typowej odbiega w szczegółach od założeń, projektant dokonuje odpowiednich zmian na odbitkach rysunków, np. zakreśla dźwigniowe napędy odłączników, jeżeli ich nie przewiduje; wykreśla je również z zestawienia materiałów, a na rysunku konstrukcji wykreśla kątowniki przewidziane do ich umocowania.

W zestawieniach materiałów przewidziano puste okienka do wpisania danych, zależnych od warunków lokalnych, np. dla przekładników prądowych należy wpisać przekładnię, moc znamionową i numer katalogowy. Właściwie uzupełnione rysunki załącza się do konkretnego projektu rozdzielni, w którym do wykonania pozostanie rysunek zbiorczy wzajemnego usytuowania poszczególnych rodzajów celek, projekt głównych kanałów kablowych, szerokości korytarzy i wejść, wentylacji, doboru szyn, rodzaju izolatorów i wreszcie kosztorys całej rozdzielni.

Do każdego typu celki dołączany jest opis, ułatwiający projektantom dobór tych aparatów i urządzeń, których typ i rodzaj zależą od warunków lokalnych. Przewiduje się w przyszłości — dla ułatwienia prac kosztorysowych — przygotowanie również kosztorysów do poszczególnych celek.

## 4. Opis typów celek.

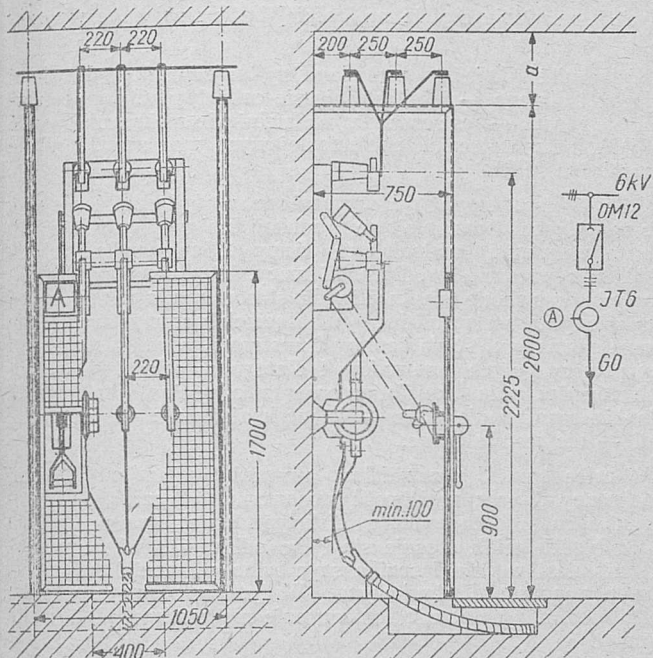
Dotychczas ukończono opracowanie czterech typów celek: typ A — celki przyścienne z odłącznikami mocy, typ B — celki wolnostojące z wyłącznikami olejowymi, typ C — celki przy-



ścienne z wyłącznikami olejowymi lub małoolejowymi, typ D — celki przyścienne z wyłącznikami olejowymi.

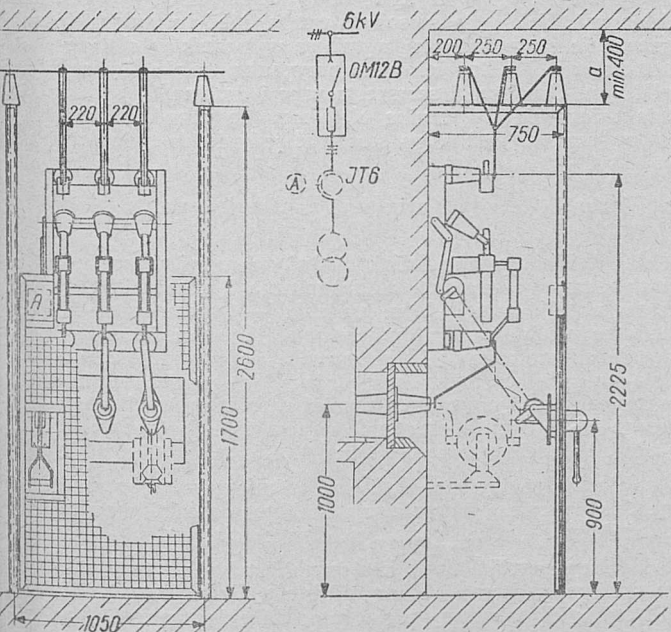
Typy te zaspokajają potrzeby większości małych i średnich rozdzielni przemysłowych i miejskich, natomiast nie zaspokajają potrzeb rozdzielni elektrownianych i dużych rozdzielni przemysłowych z bardziej rozbudowaną automatyzacją.

Celki typu A stosuje się wtedy, gdy w polach odbioru i zasilania nie przewiduje się żadnych zabezpieczeń. Przypadek



Rys. 1. Celka typu A, pole odbiorcze

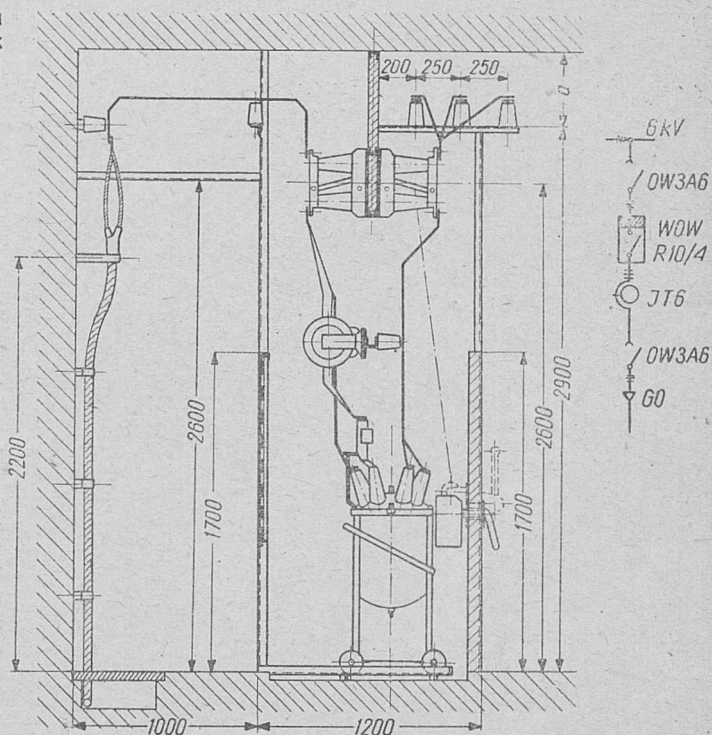
taki występuje w sieciach miejskich, gdy kilka punktów transformatorowych, połączonych kaskadowo, zasila się ze stacji rozdzielczej. Zabezpieczenia instaluje się wtedy jedynie w stacjach rozdzielczych. W takim układzie punkty transformatorowe mają z reguły trzy pola: pole zasilania z odłącznikiem, pole odbioru z odłącznikiem mocy i pole transformatorowe z odłącznikiem



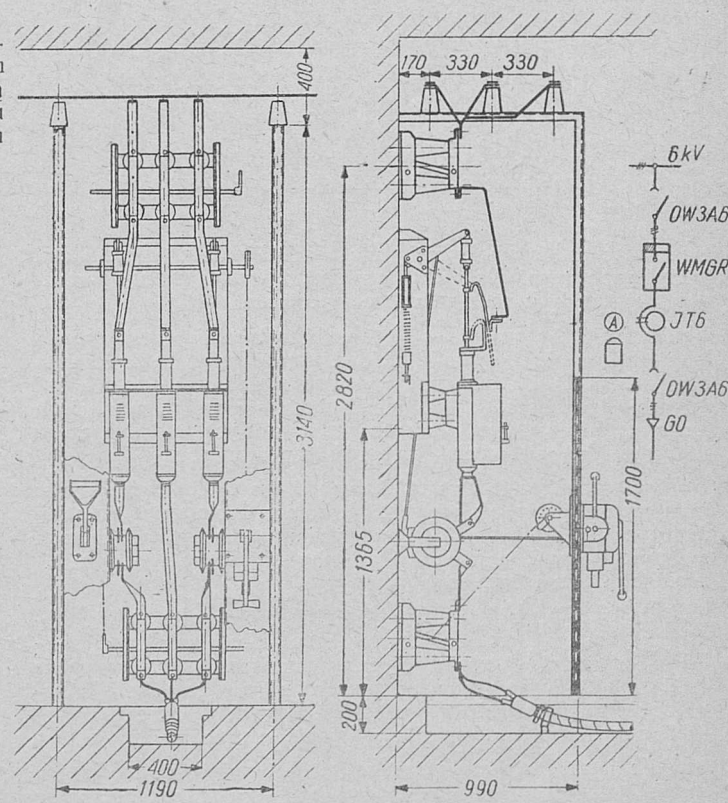
Rys. 2. Celka typu A, pole transformatorowe

mocy połączonym z bezpiecznikami. Z uwagi na stosowanie celki typu A w rozdzielniach o niewielkiej liczbie pól nie przewidziano w nich przegród łukochronnych między odłącznikami i szynami zbiorczymi.

Celki typu A mają dwa rozwiązania pól transformatorowych: 1) z odłącznikiem mocy połączonym z bezpiecznikami oraz 2) osobno z odłącznikiem i bezpiecznikami. Pierwsze rozwiązanie stosuje się przy transformatorach o mocy od 250 do 1000 kVA, drugie przy transformatorach o mocy do 200 kVA. W polu



Rys. 3. Celka typu B, pole odbiorcze

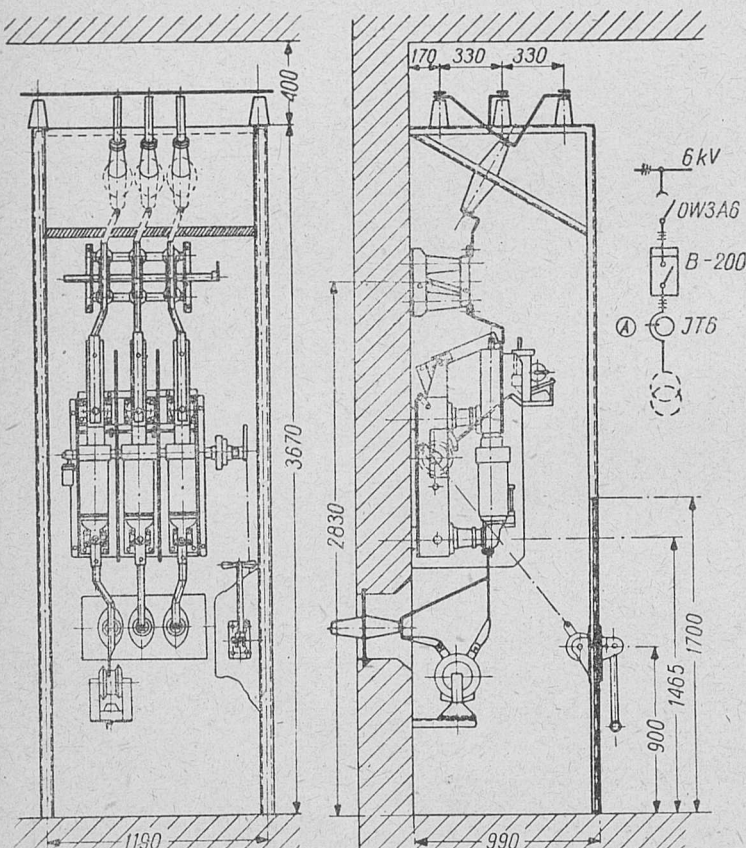


Rys. 4. Celka typu C, pole odbiorcze z wyłącznikiem WMGR

z odłącznikiem mocy połączonym z bezpiecznikami nie dano odłącznika pomiędzy szynami a odłącznikiem mocy, gdyż przewiduje się, że w stacjach, w których stosowane są celki typu A, będzie można wyłączyć całą rozdzielnię do rewizji mechanizmów

odłącznika mocy. Celki typu A przewidziano do pracy przy prądzie znamionowym nie przekraczającym 600 A (praktycznie 250 — 300 A) i mocy zwarciowej do 200 MVA. Na rys. 1 podano pole odbioru z zaznaczeniem najważniejszych wymiarów, na rys. 2 pole transformatora.

Poza wyżej wspomnianymi polami — odbioru, zasilania i transformatora — opracowano również w typie A pole pomiaru i łącznika szyn. Zastosowanie tych pól może zdarzyć się w sta-



Rys. 5. Celka typu C — wariant z daszkami łukochronnymi, pole transformatorowe z wyłącznikiem małoolejowym B-200

acjach przemysłowych. Rozwiązano również pola z odłącznikami jednobiegowymi dla tych przypadków, w których nie przewiduje się częstych manipulacji odłącznikami.

Celki typu B — są to celki wolnostojące z wyłącznikami olejowymi. Wyłączniki olejowe ustawione są tu za ścianką ochronną. Dzięki temu moc wyłączalna wyłącznika może być w pełni wykorzystana. Celki typu B będą stosowane w stacjach miejskich lub w mniej ważnych przemysłowych, wskutek czego nie przewiduje się w nich przegród łukochronnych.

Pole transformatorowe celki typu B ma cztery rozwiązania: 1) z wyłącznikiem olejowym, 2) z odłącznikiem mocy połączonym z bezpiecznikami, 3) z odłącznikiem mocy połączonym z bezpiecznikami, a ponadto z odłącznikiem szynowym, 4) z odłącznikiem i bezpiecznikami.

Pole transformatorowe z wyłącznikiem olejowym należy stosować tylko przy przekątnych zabezpieczeniach transformatora. Stosowanie pozostałych pól omówiono wyżej w opisie celki typu A. Trzecie z powyższych rozwiązań pola transformatora przewidziane jest dla tych stacji, których wyłączenie do rewizji mechanizmów odłącznika mocy nie jest możliwe.

Pole łącznika szyn wykonano w ten sposób, że dzieli ono sekcje przegrodami łukochronnymi zwiększając pewność pracy rozdzielni.

Pole zasilania jest wyposażone jedynie w odłącznik. Zaprojektowano alternatywnie umieszczenie w nim również przekładników napięciowych, jednak tego rodzaju rozwiązanie stwarza trudności przy eksploatacji, gdyż dla umożliwienia pracy przy przekładnikach trzeba otworzyć odłącznik w danej stacji oraz

w stacji sąsiedniej — zasilającej. Rozwiązanie to zaleca się do stosowania jedynie w przypadkach specjalnych np. z braku miejsca.

Na rys. 3 podano pole odbioru.

Zakres stosowania celki B: dla mocy zwarciowej 100 MVA i prądu znamionowego 600 A.

Celki typu C są to celki przyściennie z wyłącznikami olejowymi lub małoolejowymi. Wyposażenie ich jest najbogatsze i liczba wariantów największa w stosunku do celki wyżej opisanych. Przewiduje się, że najczęściej będą stosowane w przemyśle.

Wyłączniki olejowe ustawiane są tu jedynie za drzwiami z blachy i dlatego — jeżeli stosuje się celki typu C z wyłącznikami olejowymi — moc zwarcia rozdzielni nie może przekraczać 80 MVA. Przy wyłącznikach małoolejowych moc zwarcia może wynosić 200 MVA.

Pola odbioru mogą być wyposażone w wyłączniki olejowe albo w wyłączniki małoolejowe produkcji krajowej typu WMGR, albo w wyłączniki małoolejowe firmy „Sachsenwerk” typu B-200, albo wreszcie w odłączniki mocy. W polach transformatorowych przewiduje się możliwość stosowania również wyżej wymienionych wyłączników. W stacjach przemysłowych nie zawsze można przejść do komory transformatorowej z rozdzielni przy pomocy gołych przewodów i dlatego w celce typu C podano również pola transformatorów z odejściami kablowymi. Jednakże rozwiązanie takie — wobec konieczności oszczędzania kabli — nie jest zalecane.

W celce typu C przewidziano również wariant z daszkami łukochronnymi oraz możliwość stosowania odłączników jednobiegowych. W polu pomiaru celki typu C, jak i we wszystkich innych typach celki, stosuje się tylko odłączniki jednobiegowe, natomiast w polu łącznika szyn tylko odłączniki trójbiegunowe z napędem dźwigniowym. W tym ostatnim przypadku chodzi o to, aby odłącznik samoczynnie nie zamknął się lub nie otworzył.

Prąd znamionowy celki typu C wynosi, jak i poprzednio, 600 A.

Na rys. 4 pokazana jest celka pola odbioru z wyłącznikiem małoolejowym typu WMGR bez daszków łukochronnych; na rys. 5 — celka transformatora z wyłącznikiem małoolejowym B-200 i z daszkiem łukochronnym. Z porównania obu rysunków widać, że zastosowanie daszków powoduje podwyższenie budynku rozdzielni.

Celki typu D są to celki przyściennie z wyłącznikami olejowymi. Należy je stosować wtedy, kiedy w rozdzielni nie przewiduje się późniejszej wymiany wyłączników olejowych na małoolejowe. W przeciwnym przypadku należałoby stosować celki typu C wyżej i szersze, a więc i droższe. Typ D przewiduje ustawienie wyłącznika olejowego za drzwiami z blachy; z tego powodu można go stosować jedynie do mocy zwarciowej 80 MVA.

## 5. Kierunki dalszych prac nad typizacją celki 6-kilowoltowych.

Jak każda typizacja, tak i omówiona wyżej praca będzie co pewien czas poprawiana, aktualizowana i uzupełniana. Wszelkiego rodzaju uwagi, które nadejdą — przede wszystkim od pierwszego użytkownika opracowania, tj. od projektanta, a następnie od wykonawcy i użytkownika, będą skrzętnie notowane i po przeanalizowaniu uwzględnione w granicach słuszności w następnym opracowaniu. Również w miarę rozwoju krajowego przemysłu elektrotechnicznego opracowanie typizacyjne będzie podlegać dalszemu unowocześnieniu.

Katalog typowych celki będzie w miarę potrzeby rozszerzany. Już obecnie przygotowuje się typowe celki przeznaczone przede wszystkim dla rozdzielni elektrowniowych.

W liście uczestników I Krajowej Narady Budownictwa Energetycznego do Prezesa Rady Ministrów Bolesława Bieruta czytamy\*: „Zwiększymy zdolność produkcyjną naszych biur projektowych przez szersze opracowanie i stosowanie elementów typowych, doprowadzając stopień typizacji w 1953 roku w rozdzielniach do 50%”. Opisane wyżej opracowanie typowych celki 6-kilowoltowych jest krokiem naprzód w realizacji tego zobowiązania.

\* Por. Przegl. Elektr., 1953, z. 6, str. 221.



MGR INŻ. R. WIŚNIEWSKI  
MGR INŻ. W. WERNER  
MGR INŻ. H. CZAGACBANIAN

# Przewody szynowe w siłowych instalacjach przemysłowych

621.315.3:621.3.165.5.338

**Treść.** Wobec ważności wprowadzania typizacji dla wszelkich urządzeń szerokiego użytku opracowano opisaną przez autorów serię rozwiązań konstrukcyjnych dla przewodów szynowych na użytek zakładów przemysłowych różnych specjalności.

**Шинные провода в силовых промышленных установках.** В виду важности введения типизации для всякого рода устройств широкого потребления разработан описанный авторами ряд конструкций шинных проводов для нужд промышленных предприятий различной специальности.

**Bar conductors in industrial electric power installations.** The authors have, in view of the importance of standardising such equipment as is being widely used, drawn up a series of designs, as described in the article, for bar conductors to be used in various industrial enterprises.

Okres realizacji Planu 6-letniego, budowy podstaw socjalizmu, oznacza pod względem technicznym likwidację zacofania technicznego, pozostałego po ustroju kapitalistycznym, kiedy to nasz Kraj był traktowany jako półkolonialny o gospodarce rolniczo-surowcowej na niskim poziomie techniki. Obecny okres naszej pracy cechuje — przy stale podwyższającym się poziomie kultury technicznej — szeroki rozmach budownictwa, a przede wszystkim wielkie budowle socjalizmu, budowa wielkich obiektów przemysłowych, komunikacyjnych i innych, które są główną podstawą historycznego procesu uprzemysłowienia kraju. Na budowach tych koncentruje się ogromny wysiłek narodu, ogromne środki pieniężne, materiałowe, sprzęt techniczny, nakład pracy ludzkiej fizycznej i umysłowej, ogromny wysiłek organizacyjny i techniczny. Na budowach tych musimy rozwinąć olbrzymie tempo, nie spotykane w dotychczasowej historii naszej gospodarki, wzorem przodującego budownictwa Związku Radzieckiego.

Szybkie tempo rozwoju naszego przemysłu stawia specjalne — coraz większe i trudniejsze — zadania przed przedsiębiorstwami budowlanymi w ogóle, a przed przedsiębiorstwami elektromontażowymi budownictwa przemysłowego w szczególności. Wykonanie tych zadań możliwe jest tylko przy stałym podwyższaniu planów produkcyjnych, przy powiększeniu wydajności pracy, przy możliwie najwcześniejszym skracaniu okresów montażu, co przyspiesza oddanie do eksploatacji nowych obiektów przemysłowych. Dla dotrzymania wymaganych terminów uruchamiania nowych fabryk konieczna jest daleko idąca zmiana dotychczasowych metod pracy, ciągle i systematyczne podnoszenie ich na wyższy poziom, powiększanie udziału w montażu urządzeń elektrycznych elementów prefabrykowanych w formie gotowych całych zespołów lub podzespołów, a w rezultacie mniejsze zapotrzebowanie bezpośredniej siły roboczej.

Jednym z podstawowych elementów przyspieszających tempo pracy, zapewniających wzrost wydajności oraz zmniejszenie kosztów budowy jest typizacja urządzeń elektrycznych, na której należy oprzeć opracowanie elementów prefabrykowanych. Zagadnienie to nie jest ani proste, ani łatwe i dotychczas nie znalazło właściwego rozwiązania. Biura projektowe na terenie kraju poświęcają część swej zdolności produkcyjnej na wykonanie typowych projektów urządzeń elektrycznych. Choć takie projekty już istnieją, należy z całym naciskiem podkreślić brak projektów typowych w realizacji montażowej, gdyż biura projektowe wykonują projekty typowe jedynie w celu przyspieszenia i zwiększenia produkcji dokumentacji, a w zbyt małym stopniu uwzględniają moment przydatności swoich projektów typowych do potrzeb montażowych i możliwości zaopatrzenia przedsiębiorstw montażu urządzeń elektrycznych. Analiza dotychczasowych wyników osiągniętych przez biura projektowe w zakresie opracowań typowych projektów urządzeń elektrycznych potwierdza to w całej rozciągłości, wykazuje bowiem niedostateczne osiągnięcia, praktyczny brak wprowadzenia typowych projektów w wykonawstwie przedsiębiorstw montażu urządzeń elektrycznych oraz najzupełniej niedostateczną wymianę projektów typowych między poszczególnymi biurami projektowymi. Należy zatem stwierdzić na razie nie omawiając i nie analizując bliżej przyczyn i źródeł tych niedociągnięć, że biura projektowe dotychczas tego zadania nie rozwiązały.

Z drugiej strony należy podkreślić stały wzrost z roku na rok wymagań, stawianych przez naszą gospodarkę narodową przedsiębiorstwom montażowym w zakresie wielkości planów produkcyjnych i oddawania obiektów do eksploatacji w coraz krótszych terminach. Fakt ten wymaga niezwłocznego wprowadzenia szerokim frontem projektów typowych. Przyczyni się to niewątpliwie (1) do szybkiego zaopatrzenia wykonawcy montażu w dokumentację, w znacznie krótszym czasie niż dotychczas, (2) do usprawnienia zaopatrzenia w deficytową aparaturę, (3) do umożliwienia przygotowania całych zespołów i podzespołów w zakładach produkcji pomocniczej jako typowych prefabrykatów, (4) do obniżenia kosztów budowy.

Wobec powyższego Zjednoczenie „Elektroprojekt“ wystąpiło z inicjatywą opracowania serii typowych projektów przewodów szynowych, przeznaczonych dla wewnętrznych instalacji siłowych w zakładach przemysłowych, obejmując projektami również skrzynki przyłączowe z uwzględnieniem produkowanych dotychczas przez Zjednoczenie Produkcji Pomocniczej Centralnego Zarządu Montażu Urządzeń Elektrycznych.

Oceniając w pełni doniosłość zagadnienia CZMUE postanowił w ramach własnej organizacji rozwiązać problem uruchomienia seryjnej produkcji przewodów szynowych, polecając Zjednoczeniu „Elektroprojekt“ w Warszawie i Zjednoczeniu Produkcji Pomocniczej w Stalinogrodzie dokonanie analizy zagadnienia i przygotowanie produkcji. Zjednoczenia te nawiązały kontakty z biurami projektowymi, mającymi pewien dorobek w projektowaniu przewodów szynowych oraz z zakładami przemysłowymi produkującymi i eksploatującymi te urządzenia.

Stwierdzono, że Zjednoczenie Produkcji Pomocniczej wyprodukowało w roku 1952 na podstawie dokumentacji różnych biur projektowych i dla różnych inwestorów około 8 km przewodów szynowych w 16 różnych rozwiązaniach. Dodając do tego długość przewodów szynowych, wykonanych przez warsztaty zjednoczeń elektromontażowych oraz przez zakłady przemysłowe dla własnych potrzeb, otrzymujemy łącznie 14 km przewodów szynowych wyprodukowanych w skali krajowej w roku 1952. Osiągnięcie tak dużej produkcji — pomimo braku opracowanych katalogowych rozwiązań i konieczności każdorazowego projektowania całokształtu rozwiązań konstrukcyjnego — świadczy najdobitniej o potrzebie rozpoczęcia seryjnej produkcji znormalizowanych i odpowiednio wypróbowanych przewodów szynowych i wprowadzenia tego typu instalacji na stałe do naszych nowoczesnych zakładów przemysłowych.

Brak seryjnej produkcji przewodów szynowych zniechęca elektryków projektujących sieci wewnętrzne zakładów przemysłowych do ich stosowania i skłania projektantów do wysuwania innych typów instalacji nawet tam, gdzie korzyść z wprowadzenia elastycznej sieci siłowej zarówno w czasie montażu urządzeń i uruchomienia produkcji jak i w czasie późniejszej eksploatacji jest oczywista. Decyzja zastosowania mimo wszystko przewodów szynowych pociąga za sobą stratę cennych godzin projektantów na żmudne opracowywanie rysunków konstrukcyjnych i kosztorysów.

Przewody szynowe nadają się wszędzie tam, gdzie są wymagane lub przewidywane okresowe zmiany technologii produkcji, związane z wymianą i przestawianiem urządzeń, a więc zmianą obciążeń i punktów odbioru energii elektrycznej. Przewody szynowe pozwalają w tym wypadku uniknąć przeróbki sieci elektrycznej, gdyż stanowią sieć całkowicie elastyczną, od której odłącza się jedne odbiorniki, a przyłącza drugie. Specjalnie nadają się przewody szynowe do zakładów przemysłu metalowego z halami produkcyjnymi, wyposażonymi w obrabiarki ustawione w rzędach wzdłuż pewnych określonych linii produkcyjnych.

Dotychczas produkowane przewody szynowe są oparte przeważnie na indywidualnych projektach elektryków instalatorów bez udziału specjalistów konstruktorów, bez wykonania prototypów i bez żadnych prób laboratoryjnych czy eksploatacyjnych. Projekty opierały się głównie na wycuciu projektanta lub mniej więcej szczęśliwej adaptacji rozwiązań, zaczerpniętych z literatury zagranicznej. Przewody szynowe były wykonywane systemem warsztatowym, bez oprzyrządowania i w małych seriach. Nic też dziwnego, że wszystkie one mają obok indywidualnych wad i zalet następujące wspólne cechy charakterystyczne: dużą wagę, duży koszt produkcji oraz nadmierne zużycie cennych surowców przy małej pewności ruchu. Ten system projektowania i produkowania przewodów szynowych powodował i powoduje coraz większe straty dla naszej gospodarki narodowej.

Unikanie w projektach zastosowania instalacji typu szynowego powoduje straty z powodu kompletnego demontowania i wykonywania nowych instalacji jeszcze w czasie montażu

Tablica I. Typowe rozwiązania przewodów szynowych

| Nr                                         | 1                                                                               | 2                                                                                     | 3                                                                               | 4                                                                                                               | 5                                                                                                                                           |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Prąd znamionowy                            | 350 A                                                                           | 200 A                                                                                 | 200 A                                                                           | 200 A                                                                                                           | 200 A                                                                                                                                       |
| Szyny przewodowe                           | $3 \times (30 \times 8)$ Al<br>$40 \times 8$ Fe ułożone na płask w osi pionowej | $3 \times \emptyset 13$ Al w osi poziomej                                             | $3 \times (20 \times 5)$ Al ułożone na sztorc w osi poziomej                    | $3 \times (20 \times 5)$ Al ułożone na sztorc w osi poziomej                                                    | $3 \times (80 \times 3)$ Fe wykępowane w kształcie czownika i ułożone w płaszczyźnie poziomej                                               |
| Izolacja                                   | Bakielit                                                                        | Bakielit i rurki perti-naksowe                                                        | Szkło                                                                           | Bakielit                                                                                                        | Bakielit                                                                                                                                    |
| Obudowa                                    | Pełna z blachy o grub. 1 mm; wymiary 300 mm $\times$ 100 mm                     | Tylko boczna z blachy o grub. 2 mm; wymiary 180 mm $\times$ 70 mm                     | Pełna z blachy o grub. 2 mm; wymiary 180 mm $\times$ 100 mm                     | Pełna z blachy o grub. 2 mm; wymiary 140 mm $\times$ 100 mm                                                     | 1) Pełna z blachy o grub. 1 — 2 mm.<br>2) Boczna z blachy o grub. 2 mm; góra i dół — siatka z drutu stal. o wymiarach 220 mm $\times$ 70 mm |
| Skrzynki przyłączowe i styki               | Skrzynka z blachy stalowej, ruchome szczękowe, odstęp skrzynek ok. 50 cm        | Skrzynka z blachy stalowej, styki ruchome w formie wtyczki, odstęp skrzynek ok. 75 cm | Skrzynka z blachy stalowej, styki ruchome szczękowe, odstęp skrzynek ok. 50 cm. | Skrzynka żeliwna kształtu V, styki nieruchome, przyłączenia stałe na śrubę do maszyn, odstęp skrzynek ok. 70 cm | Skrzynka z blachy stalowej, styki ruchome liniowe, docisk do krawędzi blach sprężyną, odstęp skrzynek ok. 75 cm                             |
| Waga odcinka o długości 3 m z 4 skrzynkami | 68,5 kg                                                                         | 35,5 kg                                                                               | 41,5 kg                                                                         | 61 kg                                                                                                           | 59,5 kg                                                                                                                                     |

urządzeń i prób do przygotowywania produkcji przy zmianie założeń, a następnie kosztownych zmian, uzupełnień i przeróbek w czasie eksploatacji. Wypadki takie — nazbyt często obserwowane na naszych budowach — pociągają za sobą nadmierne zużycie przewodów izolowanych i kabli ziemnych, których brak odczuwamy coraz dotkliwiej.

W miarę rozszerzania planu inwestycyjnego, a więc i wzrostu z roku na rok produkcji zjednoczeń elektromontażowych, straty spowodowane instalowaniem niewłaściwych przewodów szynowych, bądź stosowaniem innych rodzajów instalacji tam, gdzie winny być przewody szynowe, będą stale wzrastały. Według orientacyjnych obliczeń przez racjonalne zaprojektowanie przewodów szynowych, oparte na wszechstronnym laboratoryjnym wypróbowaniu typu, oraz przez wprowadzenie produkcji seryjnej — dobrze przemyślanej i oprzyrządowanej — można będzie z łatwością obniżyć wagę o 25%, a koszty o 40%. Oszczędności uzyskane można szacować powyżej 2 mln. złotych rocznie przy zmniejszeniu zużycia surowców o 100 ton.

Spośród będących do dyspozycji kilkuinstytutów typów wykonanych dotychczas przewodów szynowych wybrano pięć najlepszych rozwiązań, przygotowano próbne odcinki trzymetrowe ze skrzynkami przyłączowymi i przeprowadzono wstępne badania laboratoryjne.

Wybrane przewody szynowe reprezentowały różne charakterystyczne rozwiązania poszczególnych elementów, jak podaje tabl. I.

Laboratorium „Elektroprojektu“ wykonało wstępne pomiary techniczne czterech przewodów szynowych na prąd znamionowy 200 A.

Przyjęto następujące cechy, charakteryzujące pod względem technicznym przewód szynowy przy obciążeniu znamionowym:

- 1) temperatura ustalonej szyn, która nie powinna być wyższa od 75°C dla szyn stalowych i 70° dla szyn aluminiowych;
- 2) spadek napięcia w szynie (w voltach na 1 m. b.), ograniczający długość przewodu szynowego przy założonym spadku napięcia;
- 3) strata mocy w przewodzie szynowym (w % na 1 m. b.);
- 4) oporność indukcyjna (w omach na 1 m. b.);
- 5) wydłużalność szyn względem obudowy (w mm na 1 m. b.);
- 6) stopień wyzyskania materiałów przewodzących prąd;
- 7) wytrzymałość na działanie prądów zwarciowych.

Większość wymienionych danych, określających jakość przewodów szynowych, otrzymano ze wstępnych pomiarów.

Wykonano pomiary przewodów szynowych w następującej kolejności:

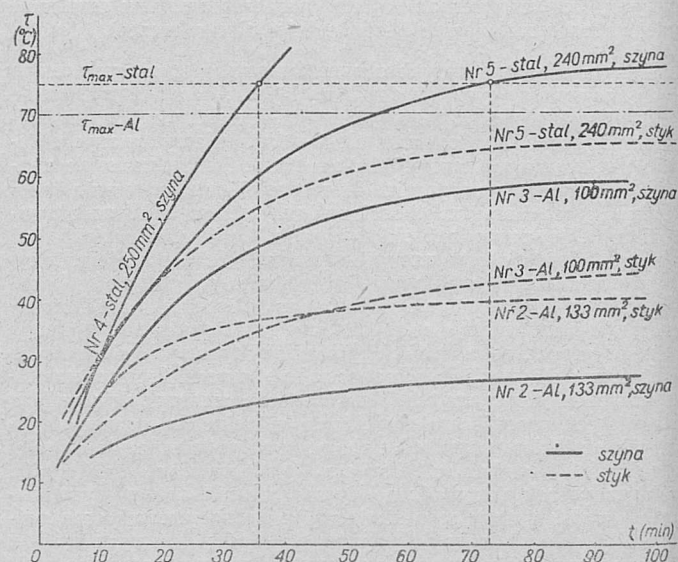
- 1) pomiar oporności izolacji;
- 2) próbne obciążenie przy jednoczesnym pomiarze temperatury i spadku napięcia na szynach i stykach ruchomych odgałęzień, wydłużalności szyn względem obudowy, oporności szyny na zimno i po nagraniu oraz temperatury obudowy;

3) próba wytrzymałości elektrycznej izolacji;

4) próba wytrzymałości mechanicznej.

Próby zwarciowe pominięto ze względu na trudności techniczne. Pomiaru izolacji dokonano induktorem na 500 V w ciągu 1 min. Próbie wytrzymałości izolacji wykonano prądem zmiennym na 50 Hz o napięciu 2000 V w ciągu jednej minuty. W obu wypadkach otrzymano wyniki dodatnie dla każdego przewodu szynowego.

Najwięcej materiału dostarczyły pomiary wymienione w punkcie drugim. Próby obciążeniowe wykonano celowo w najcięższych warunkach pracy przewodu szynowego, to zna-



Rys. 1. Przebieg nagrzewania przewodów szynowych z różnego materiału i różnych przekrojów pod stałym obciążeniem 200 A przy temperaturze otoczenia 130°C.

czy przy prądzie szyn równym prądowi znamionowemu 200 A z odgałęzieniem na prąd 60 A umieszczonym na końcu. Obudowy przewodów szynowych i skrzynek odgałęźnych były założone i dokręcone. W celu uniemożliwienia dodatkowego chłodzenia osłonięto badane elementy na początku i na końcu wata azbestową. Próby obciążenia były wykonywane prądem trójfazowym przy jednakowym obciążeniu trzech szyn.

Wyniki pomiarów nagrzewania się szyn i styków przedstawiono wykreślić na rys. 1 i liczbowo w tabl. II. Pomiary były wykonane w hali fabrycznej, gdzie nie można było utrzymać stałej temperatury otoczenia.



Tablica II. Porównanie przewodów szynowych przy obciążeniu 200 A

| Nr przewodu szynowego | Materiał | Przekrój                                                                          |              |                         | Prąd znamionowy szyny I (A) | Znamionowa gęstość prądu J w szynie (A/mm <sup>2</sup> ) | Stosunek prądu próbnego do znamionowego | Spadek napięcia w przewodzie szynowym $\Delta U$ (V/m.b.) | Wydłużenie przewodu $\Delta L$ przy $t = 70^\circ$ (mm/m) | Temperatura otoczenia ( $^\circ\text{C}$ ) | Spadek napięcia na stykach ruchomych (mV) |
|-----------------------|----------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------|
|                       |          | profil                                                                            | wymiary (mm) | pole (mm <sup>2</sup> ) |                             |                                                          |                                         |                                                           |                                                           |                                            |                                           |
| 2                     | Al       |  | 13           | 133                     | 344                         | 2,58                                                     | 0,58                                    | 0,116                                                     | 1,5                                                       | 11,5                                       | 25                                        |
| 3                     | Al       |  | 20 × 5       | 100                     | 245                         | 2,45                                                     | 0,815                                   | 0,386                                                     | 1,19                                                      | 12,5                                       | 130                                       |
| 4                     | Stal     |  | 50 × 5       | 250                     | 180                         | 0,72                                                     | 1,11                                    | 0,49                                                      | 0,53                                                      | 15,0                                       | —                                         |
| 5                     | Stal     |  | 80 × 3       | 240                     | 255                         | 1,06                                                     | 0,775                                   | 0,455                                                     | 0,48                                                      | 13,5                                       | 60                                        |

Z rys. 1 wyraźnie widać, że przekrojów szyn przewodów szynowych nr 4 i nr 2 nie dobrano właściwie. Przewód szynowy nr 4 powinien pracować przy prądzie znamionowym  $I_n < 200$  A, przewód zaś nr 2 przy  $I_n > 200$  A.

Liniami przerywanymi przedstawiono na wykresie nagrzewanie się styków ruchomych odgałęzień. Styki odgałęzień od przewodów szynowych nr 3 i nr 5 miały duże powierzchnie, intensywnie odprowadzające ciepło. Temperatura styków na tych przewodach była niższa od temperatury szyn. Inaczej zachowywały się styki przewodu nr 2 (styki ruchome w formie wtyczki) o małych wymiarach. Spadek napięcia na styku ruchomym prawie nie ulegał zmianie przy wzroście temperatury szyn.

Z tabl. II można wyciągnąć następujące wnioski:

1) Ze względu na dopuszczalną gęstość prądu korzystniejszy jest przekrój szyn aluminiowych w przewodzie nr 2 niż nr 3 oraz przekrój szyn stalowych w przewodzie nr 5 niż nr 4.

2) Ze stosunku prądu przewodu szynowego do prądu znamionowego szyny wynika, że szyna w przewodzie szynowym nr 2 jest najmniej wykorzystana, co potwierdza też charakterystyka grzania. Natomiast przeciążenie przewodu szynowego nr 4 pociąga za sobą nadmierne grzanie szyn.

3) Spadki napięcia na szynach aluminiowych są znacznie mniejsze niż na szynach stalowych (pomijamy szyny nr 3, gdzie prawdopodobnie wzięto zanieczyszczone aluminium).

4) Zaletą stali w porównaniu z aluminium jest znacznie mniejsza wydłużalność szyn względem obudowy.

W celu ustalenia wpływu rodzaju obudowy na temperaturę szyn stalowych, wykonano na przewodzie szynowym nr 5 pomiary (a) przy obudowie blaszanej, (b) przy obudowie z siatki o oczkach 20 mm × 20 mm i (c) bez obudowy — przy temperaturach otoczenia 13,5; 14 i 100°C. Wyniki pomiarów podaje rys. 2. Po wprowadzeniu korekty temperatur otoczenia krzywe grzanie przewodu szynowego w obudowie z siatki i bez obudowy praktycznie pokrywają się.

Zmierzone również spadki napięć na szynie środkowej. Wyniki pomiarów (w V/m. b.) przy temperaturze 40°C są następujące:

|                | Obudowa z blachy | Obudowa z siatki | Bez obudowy |
|----------------|------------------|------------------|-------------|
| Szyna środkowa | 0,443            | 0,293            | 0,283       |

Wpływ obudowy na grzanie się i spadki napięć przewodów szynowych jest bardzo duży. Przez dobór odpowiedniej obudowy można znacznie zwiększyć obciążalność szyn oraz zasięg przewodu szynowego stalowego.

Następnym zadaniem laboratorium Zjednoczenia „Elektroprojekt” będzie wykonanie pomiarów prototypu przewodu szynowego w celu najkorzystniejszego jego wymiarowania z punktu widzenia: a) najmniejszych spadków napięć na szynach, b) najmniejszej straty mocy na 1 m. b., c) największego uzyskania przekroju szyn.

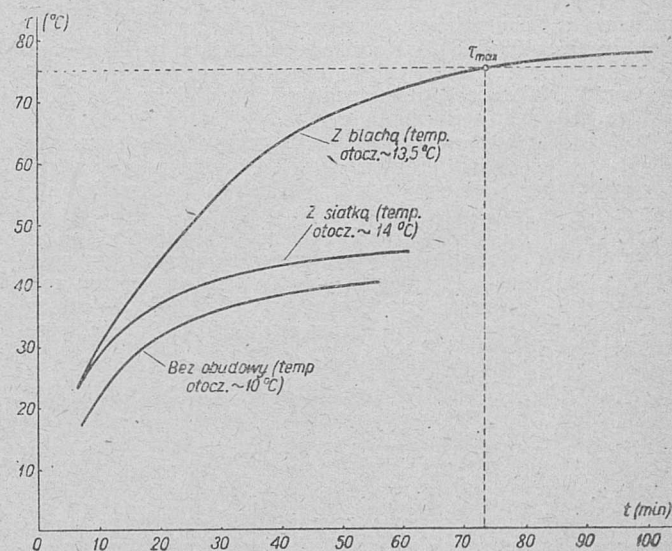
Celem ustalenia danych technicznych dla przewodów szynowych, przeznaczonych do produkcji seryjnej, odbyła się (24.IV.53) w Stalinogrodzie konferencja w szerokim gronie fachowców z udziałem przedstawicieli zainteresowanych biur projektowych i zakładów przemysłowych eksploatujących te urządzenia. Po zapoznaniu zebranych z aktualnym stanem prac odbył się w Zakładach Zjednoczenia Produkcji Pomocniczej pokaz próbników odcinków przewodów szynowych.

Dyskusja, w której zabierali głos przedstawiciele biur projektowych, użytkowników przewodów szynowych i Z. Z. P. P.

jako zakładu wytwórczego, wszechstronnie naświetliła problem i pozwoliła ustalić warunki, które winien spełniać przewód szynowy, aby zaspokoić najpilniejsze potrzeby naszego budownictwa przemysłowego.

Podstawowe wymagania techniczne, którym winien czynić zadość przyszły przewód szynowy w świetle dyskusji, są następujące.

1. P r ą d z n a m i o n o w y. Większość zebranych oświadczyła się w sposób zdecydowany za przewodem na prąd znamionowy 200 A. Przewody na mniejsze prądy przy mniejszej liczbie odbiorów nie są gospodarczo uzasadnione i słusniejszą rzeczą jest zastąpienie ich szafkami przyłączowymi.



Rys. 2. Wpływ obudowy na grzanie przewodu szynowego nr 5 (z korytka stalowego) pod działaniem prądu o stałym natężeniu 200 A przy stałej temperaturze otoczenia.

zawierającymi bezpieczniki dla kilku obwodów. Zapotrzebowanie przewodu na większe prądy znamionowe (250—400 A) zdarzają się stosunkowo rzadko, przyjęto więc dla rozwiązania typowego prąd znamionowy 200 A.

2. S z y n y z b i o r c z e. Ze względu na konieczność oszczędzania metali kolorowych wypowiedzi szły w kierunku zastosowania szyn stalowych. Obawy, że szyny stalowe z powodu dużej oporności indukcyjnej nadają się tylko do prądów nie przekraczających 80 A, upadły, gdyż dobre wyniki uzyskane przy obciążeniu szyn stalowych przewodu szynowego nr 5 prądem znamionowym 200 A dowodzą o możliwości zastosowania takich szyn.

Podrozszono duży wpływ rodzaju obudowy nie tylko na obciążalność szyn, ale i na spadek napięcia szczególnie przy szynach stalowych.

Przyjęto dla rozwiązania typowego szyny stalowe wykropane w formę ceownika z blachy grubości 3 mm. Szyny te wykazały dobre warunki chłodzenia przy równie dobrej wytrzymałości mechanicznej. Zebrani jednogłośnie zdecydowali, że szyna zerowa jest zbędna, a rolę przewodu uziemiającego względnie zerującego winna spełniać obudowa.

**3. Rodzaj styków dla odgałęzień.** Większość zebranych była zdania, że przestawienie odbiorników na hali produkcyjnej odbywa się stosunkowo rzadko, przy czym sprawa wyłączenia przewodu szynowego spod napięcia na czas przyłączenia nie następuje w ruchu żadnych trudności. Z tego powodu stosowanie styków ruchomych na odgałęzieniach jest zbędne i może być potrzebne tylko wyjątkowo.

W wyniku dyskusji przyjęto dla przewodu typowego styki stałe wyprowadzone na zewnątrz w postaci trzech zacisków fazowych i jednego uziemiającego. Zaciski te winny być zabezpieczone od przypadkowego dotknięcia.

**4. Gęstość odgałęzień.** Większość zebranych była zdania, że odgałęzienia występują najczęściej co 75—100 cm. Przyjęto dla przewodu szynowego typowego odległość między odgałęzieniami 100 cm.

**5. Zabezpieczenia odgałęzień.** Ze względu na kłopoty, związane z obsługą bezpieczników zainstalowanych u góry na odgałęzieniach od przewodów szynowych, zastanawiano się nad możliwością zrezygnowania z nich i przeniesienia zabezpieczenia na urządzenia odbiorcze. Większość zebranych wypowiedziała się jednak stanowczo za koniecznością instalowania bezpieczników na odpywach od przewodów szynowych, wysuwając następujące motywy:

a) W wypadku zwarcia w odgałęzieniach między przewodem szynowym a odbiornikiem przepalają się bezpieczniki odgałęźnych, nie naruszając pracy innych odbiorników. Jeżeli bezpieczników odgałęźnych nie ma, przepala się główne bezpieczniki, cały przewód szynowy odłączy się od sieci, co pociąga za sobą postój wszystkich przyłączonych odbiorników. Odszukanie miejsca zwarcia, szczególnie przy większej liczbie odbiorników, byłoby w tym wypadku bardzo utrudnione.

b) Na obrabiarkach nie zawsze jest dogodne miejsce na umieszczenie bezpieczników.

c) Bezpieczniki na odbiornikach ułatwiają wymianę ich przez ludzi z poza obsługi elektrycznej, co pozbawia kierownictwo ruchu elektrycznego kontroli nad prawidłową eksploatacją urządzeń elektrycznych.

d) Wykręcenie bezpieczników przy przewodzie szynowym pozwala na niezwłoczne odłączenie odbiornika spod napięcia do remontu bez potrzeby wyłączania całego przewodu szynowego.

**6. Obudowa.** Jak wykazały badania laboratoryjne, na zasięg przewodu szynowego, ograniczony dopuszczalnym spadkiem napięcia, ma znaczny wpływ rodzaj obudowy. Zastąpienie pokryw — górnej i dolnej wykonanych z blachy — siatkami z drutu stalowego pozwala na zwiększenie długości prze-

wodu szynowego o 50% (dla szyn stalowych) przy jednoczesnym zmniejszeniu wagi prawie o połowę.

Zdania zebranych były podzielone. Najmniej liczna grupa wypowiadała się za koniecznością obudowy z pełnej blachy ze wszystkich stron. Część zebranych była zdania, że można dopuścić siatkę od góry pozostawiając blachę z boków i od dołu. Pozostali natomiast uważali, że można zrezygnować również i z blachy od dołu pozostawiając osłony boczne z blachy a u dołu i u góry siatkę. Możliwość przypadkowego dotknięcia szyn od dołu przy transporcie cienkich i długich przedmiotów metalowych jest mało prawdopodobna, a pozostawienie blachy od dołu przy pozostawieniu od góry siatki spowoduje zbieranie się w pudle przewodu szynowego brudu i kurzu. Przyjęto dla przewodu szynowego typowego obudowę boczną z blachy stalowej, a osłonę górną i dolną z gęstej siatki z drutu stalowego. Na żądanie będzie mógł być dostarczony przewód szynowy w pełnej obudowie z blachy, przy czym jego obciążenie będzie musiało być odpowiednio obniżone.

**7. Długość elementów.** Ponieważ bednarka dostarczana jest w większych długościach, powstała propozycja produkowania przewodu szynowego w odcinkach 6-metrowych. Ze względu jednak na trudności produkcyjne i transportowe przyjęto dla przewodu typowego długość fabrycyjną 3 m.

**8. Wysokość umocowania.** W dyskusji ustalono, że wysokość zawieszenia względnie podparcia przewodu szynowego jest zależna od warunków lokalnych panujących w hali fabrycznej i nie może być ograniczona. Za najkorzystniejszą wysokość uznano 2,25—3 m. Dla przewodu szynowego typowego wysokość umocowania nie została znormalizowana, lecz jako zalecaną przyjęto wysokość 2,25 m.

Przewód szynowy, odpowiadający wyżej podanym warunkom technicznym został opracowany i poddany szczegółowemu próbom w centralnym laboratorium Zjednoczenia „Elektroprojekt”. Zjednoczenie Produkcji Pomocniczej Centralnego Zarządu Montażu Urządzeń Elektrycznych rozpoczęło już serijną produkcję znormalizowanego przewodu szynowego, a zjednoczenia elektromontażowe zaprzestały wykonywania i dostarczania przewodów szynowych nietypowych. Zainteresowane biura projektowe otrzymały już rysunki katalogowe przewodu szynowego z wyceną i wszystkimi danymi technicznymi potrzebnymi przy projektowaniu instalacji, wykonywanych z przewodów szynowych. Znormalizowany przewód szynowy zaoszczędzi wiele godzin pracy projektantom instalacji elektrycznych; przemysł uzyska oszczędności w kosztach inwestycyjnych i materiał pewny w eksploatacji.

## Zagadnienia wyłącznikowe (MKWSE, 1952)

R. SKARŻYŃSKI

### 1. Wstęp.

Zagadnienia wyłącznikowe z sesji 1952 r. dotyczą napięć powrotnych (współczynnika amplitudy i prędkości wzrostu napięcia powrotnego), prądów połączkowych, nowych rozwiązań konstrukcyjnych i wyników prób zwarciovych z wyłącznikami wysokiego napięcia. Prace ogłoszone nie dają ostatecznych rozwiązań wymienionych zagadnień. Podanych wyników i wniosków nie można uogólniać na inne obwody, odbiegające od rozpatrywanych w tych pracach, ponieważ poczynione przez autorów założenia i uproszczenia, potrzebne im do rozwiązania danego zagadnienia, mogą być przyczyną błędów w przypadku ogólnym. Jednak prace te niewątpliwie rozszerzają poglądy na poruszane zagadnienia; przy rozważnym stosowaniu można je wyzyskać do układów praktycznych, odbiegających nieco od rozpatrywanych.

### 2. Współczynnik amplitudy i szybkość wzrostu napięcia powrotnego w sieciach i zwarciościach.

Wpływ oporności liniowych [1]

Wyjaśniono wpływ oporności liniowej, która może stanowić element składowy wyłącznika, pracującego w obwodzie o określonych parametrach  $L$  i  $C$ , na napięcie powrotne (amplitudy pierwszej i drugiej, jak również czasy osiągnięcia tych amplitud przez napięcie powrotne). Ponieważ podczas gaszenia łuku wartość prądu spada nagle do zera, wprowadzono hipotetyczny prąd o przebiegu sinusoidalnym, którego wartość początkowa jest równa wartości prądu rzeczywistego w chwili jego ucięcia, znak zaś jest przeciwny znakowi prądu rzeczywistego. Prąd ten ma być odzwierciedleniem prądu, który by istniał, gdyby

nie nastąpiło zgaszenie łuku. Wprowadzenie prądu hipotetycznego ma na celu ujęcie analityczne powyższego zagadnienia, przy czym — co należy podkreślić — prąd ten wprowadzony do obwodu ma dać przebiegi napięciowe identyczne z przebiegami, wywołwanymi w tymże obwodzie przez wyłączenie prądu rzeczywistego.

Prąd hipotetyczny wyraża się wzorem

$$(a) \quad I \sin(\omega t - \Theta);$$

w przypadku czasu dostatecznie krótkiego wyrażenie to upraszcza się i wyniesie w przybliżeniu

$$(b) \quad -I \sin \Theta + (\omega \cos \Theta) It;$$

w przypadku szczególnym, kiedy ucięcie prądu nastąpi przy wartości szczytowej, wzór przybiera postać

$$(c) \quad I \sin(\omega t - 90^\circ) = -I_c \cos \omega t,$$

co dla czasu dostatecznie krótkiego daje wartość  $-I$ . Dla powyższych wartości prądu hipotetycznego (a, b, c) obliczono wartości napięć powrotnych na stykach głównych wyłącznika przy trzech wartościach  $R$ :

$$R > \frac{1}{2} \sqrt{\frac{L}{C}}; \quad R = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{L}{C}}; \quad R < \frac{1}{2} \sqrt{\frac{L}{C}}.$$

Nomogram na rys. 1 ułatwia wyznaczenie następujących wartości: indukcyjności  $L$  (w H), częstotliwości drgań własnych  $f_0$  (w kHz) i oporności krytycznej  $R_c$  (w  $\Omega$ ) przy danych wartościach następujących: mocy zwarciowej  $P_z$  (w MVA), napięcia znamionowego  $U_n$  (w kV) oraz pojemności  $C_R$  i  $C_F$ . Nomogram dotyczy układu jednofazowego. Na rysunku podano





częstotliwości należy interpolować wartości otrzymane z wykresów dla  $f_0 = 3183$  i  $7598$  Hz.

Przypadek a). Dla wartości  $k_i = \frac{1540}{14} = 110$  oraz dla

$k > 1000$  (przyjmując  $k = 1000$  popełniamy mały błąd) z wykresów na rys. 2 wyznaczy się wartość stosunku napięć  $f_{u1} = -0,155$  dla pierwszej i  $u_{u2} = 2,15$  dla drugiej amplitudy oraz wartości odpowiadających im czasów  $t_1 = 26,2 \mu s$  i  $t_2 = 190 \mu s$ , a z wykresów na rys. 3 znajdujemy stosunek napięć  $n_{u1} = -0,75$  dla pierwszej i  $n_{u2} = 2,75$  dla drugiej amplitudy oraz odpowiednio wartości czasów  $t_1 = 19 \mu s$  i  $t_2 = 82 \mu s$ . Droga interpolacji otrzyma się dla pierwszej fazy otwartej: wartość pierwszej amplitudy  $-0,376 \cdot \sqrt{2,15} = -48,5$  kV i odpowiadający jej czas  $t_1 = 24 \mu s$ ; wartość drugiej amplitudy  $2,376 \cdot \sqrt{2,15} = 370$  kV i odpowiadający jej czas  $t_2 = 150 \mu s$ .

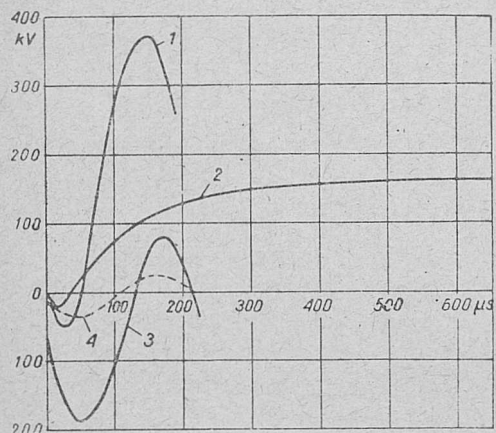
Przypadek b), gdy oporność jest włączona obocznie do styków głównych. Z nomogramu (rys. 1) dla pierwszej fazy otwartej wyznaczony opór krytyczny ma wartość  $4800 \Omega$ , a stąd  $k = \frac{3000}{4800} = 0,625$ . Po interpolacji wartości odczytanych z wykresów na rys. 2 i 3 otrzyma się dla pierwszej fazy otwartej: wartość pierwszej amplitudy  $-0,1376 \cdot \sqrt{2,15} = -21,1$  kV i czas  $t_1 = 13 \mu s$ ; wartość drugiej amplitudy  $1,76 \cdot \sqrt{2,15} = 162$  kV i czas  $t_2 = 660 \mu s$ .

Przypadek b), gdy oporność jest włączona posobnie do styków pomocniczych. Napięcie powrotne na stykach pomocniczych będzie równe sumie napięcia na stykach głównych i napięcia na oporze. Wartość napięcia na stykach głównych jest równa wartości napięcia na indukcyjności i wobec tego wyniesie

$$\frac{7600 \cdot 314 \cdot 0,22}{\sqrt{3000^2 \cdot (314 \cdot 0,22)^2}} = 1750 \text{ kV},$$

wartość zaś największa 2480 kV.

Wartość amplitudy prądu wyłączanego wyniesie  $\frac{76000\sqrt{2}}{3000} = 36$  A, a wartość prądu w chwili jego ucięcia 14 A; stąd  $k_i = 2,53$  i  $k > 1000$ . Stosując wykresy (rys. 2 i rys. 3) przy wartości  $k = 1000$  i interpolując otrzymamy na pierwszej fazie otwartej wartości następujące: dla pierwszej amplitudy  $-36,2480,15 = -134$  kV i  $t_1 = 51 \mu s$ , dla drugiej amplitudy  $38,2480,15 = 141$  kV i  $t_2 = 166 \mu s$ .



Rys. 4. Charakterystyki napięć powrotnych

1 — bez oporu  
2 — opór  $3000 \Omega$  włączony obocznie do styków głównych  
3 — opór  $3000 \Omega$  włączony posobnie do styków pomocniczych  
4 — wyłączenie prądu o wartości 3 A

Wartość napięcia na zaciskach oporu wyniesie  $U = 76000 \sqrt{2,15} \sin(\omega t - \Theta) = 161000 (\sin \omega t \cos \Theta - \cos \omega t \sin \Theta)$  i dla czasów, które nas interesują, będzie:

$\sin \omega t \approx \omega t$  i  $\cos \omega t \approx 1$  z wartością  $\sin \Theta = \frac{1}{k_i} = 0,394$ ; w przypadku  $\Theta = 0,405$  otrzyma się w końcu:

$$U = 161000 (\omega t \cos \Theta - \sin \Theta) = 161000 (0,919,324 t - 0,394).$$

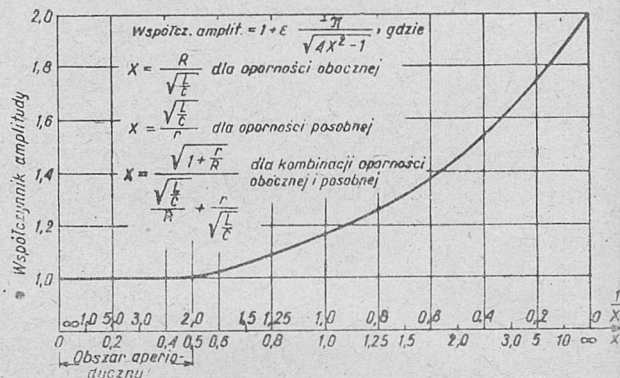
Podstawiając wartość czasów odpowiednich  $51 \mu s$  i  $166 \mu s$  otrzymamy wartości, które po dodaniu odpowiednio do wartości otrzymanych na stykach głównych dadzą szukane wartości

pierwszej i drugiej amplitudy napięcia powrotnego na stykach pomocniczych.

Przebiegi napięć powrotnych dla rozpatrywanych przypadków są przedstawione na rys. 4.

### Współczynnik amplitudy napięcia powrotnego [2]

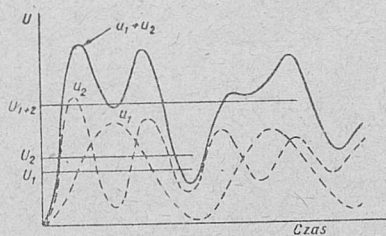
Wszystkie obwody, dające napięcie powrotne z częstotliwością drgań własnych, można przedstawić w formie układu grup



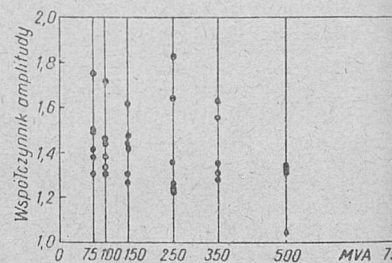
Rys. 5. Zależność współczynnika amplitudy od parametrów obwodu

indukcyjności i pojemności połączonych obocznie z kombinacją oporności, włączonych posobnie z indukcyjnością, a obocznie z pojemnością. Ta kombinacja daje tłumienie przebiegu napięcia powrotnego ze względu na oporności znajdujące się w układzie. Tłumienie wywołane przez oporności posobne, które są wynikiem połączeń i uzwojeń będących w układzie, jest tym większe, im większa jest częstotliwość drgań własnych, ponieważ wchodzi w grę wpływ nasłórkowości. W praktyce stwierdzono też ogólnie, że gdy napięcie układu wzrasta, częstotliwość drgań własnych maleje, wskutek czego maleje tłumienie, a wzrasta współczynnik amplitudy.

W zwarciołówniach oporność oboczna jest na ogół ograniczona upływnością szyn i dzielnikiem napięcia typu oporowego, którego używa się do pomiaru. Te dwa typy oporności mają duże wartości i dlatego ich tłumienie dodatkowe ma małe znaczenie.



Rys. 6. Współczynnik amplitudy fali o częstotliwości wielokrotnej



Rys. 7. Współczynnik amplitudy dla obwodu na 6,6 kV

Dla obwodu dającego pojedynczą częstotliwość drgań własnych, gdzie tłumienie jest mniejsze od tłumienia krytycznego, kształt fali napięcia powrotnego można ująć wzorem

$$e = E \left[ 1 - \varepsilon \cdot \frac{\cos(2\pi ft - \Phi)}{\cos \Phi} \right],$$

gdzie  $e$  — ustalające się napięcie powrotne;  $E$  — wartość szczytowa sinusoidy napięcia powrotnego;  $\alpha = \frac{1}{2RC} + \frac{r}{2L}$ ;

$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1 + \frac{r}{R}}{LC} - \alpha^2}$ ;  $\Phi = \arctg \frac{\alpha}{2\pi f}$ . Współczynnik amplitudy wynosi  $1 + \varepsilon \frac{\pi}{\sqrt{4X^2 - 1}}$ . Na rys. 5 podana jest krzy-

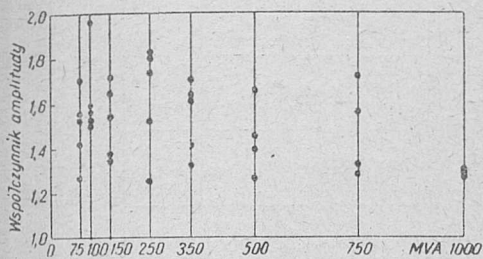
wa, oparta na powyższym równaniu, wraz z wartościami  $X$ . Można z niej określić współczynnik amplitudy dla każdego parametru tłumienia.

Jeżeli drgania własne napięcia powrotnego cechują dwie częstotliwości składowe, przesunięte względem siebie w ten

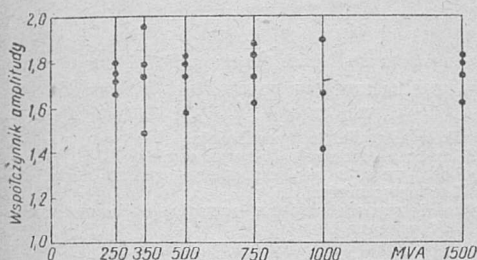


sposób, że dół jednej z nich zbiega się ze szczytem drugiej, to wartość amplitudy wypadkowej będzie znacznie obniżona, jak pokazuje rys. 6.

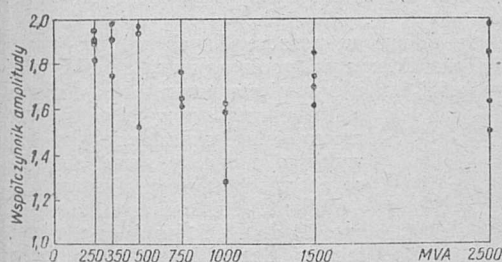
Jeżeli współczynnik amplitudy danego obwodu jest niski, a chcemy go powiększyć, należy zwiększyć pojemność obwodu, wskutek czego zmniejszy się częstotliwość drgań własnych



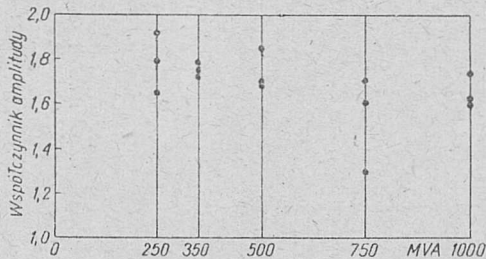
Rys. 8. Współczynnik amplitudy dla obwodu na 11 kV



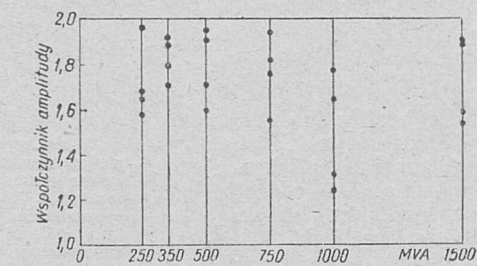
Rys. 10. Współczynnik amplitudy dla obwodu na 33 kV



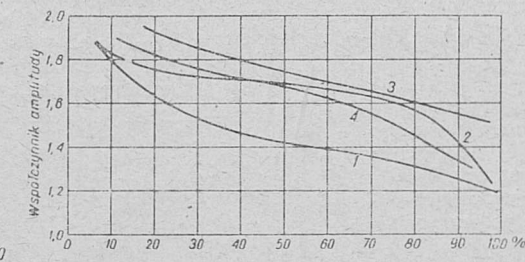
Rys. 12. Współczynnik amplitudy dla obwodu na 132 kV



Rys. 9. Współczynnik amplitudy dla obwodu na 22 kV



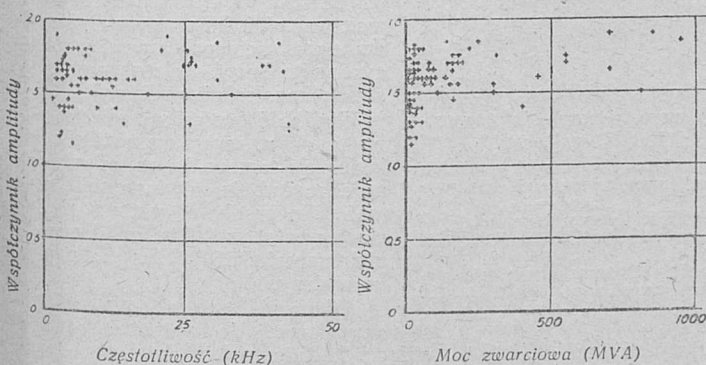
Rys. 11. Współczynnik amplitudy dla obwodu na 66 kV



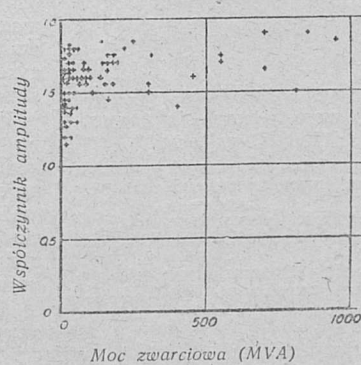
Rys. 13. Procent obwodów probierczych, których współczynnik amplitudy przekracza podaną wartość

- 1 — obwody probiercze na 6,6 i 11 kV
- 2 — obwody probiercze na 22 kV
- 3 — obwody probiercze na 33, 66 i 132 kV
- 4 — suma obwodów probierczych wszystkich napięć

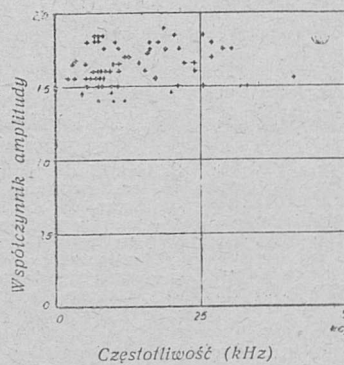
! w ten sposób znacznie zmniejszy się oporność posobna, ale pociąga to za sobą zmniejszenie prędkości wzrostu napięcia powrotnego. Jeżeli obwód jest siedliskiem oscylacji, to zwiększenie pojemności dla jednej z fal składowych może na ogół polepszyć współczynnik amplitudy przez zmianę stosunku między częstotliwościami składowymi.



Rys. 14. Współczynnik amplitudy w sieci szwedzkiej w zależności od częstotliwości drgań własnych



Rys. 15. Współczynnik amplitudy w sieci szwedzkiej w zależności od mocy zwarcia



Rys. 16. Współczynnik amplitudy głównej zwarcia szwedzkiej w zależności od częstotliwości drgań własnych

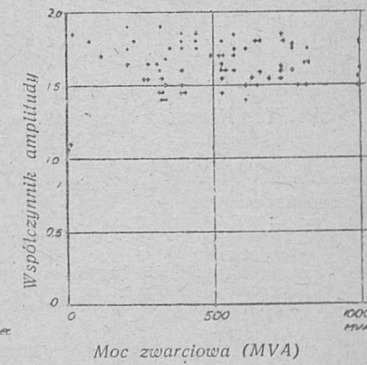
Rys. 7 do 12 podają współczynniki amplitudy uzyskane w zwojniach ASTA (w obwodach normalnie używanych) przy napięciach 6,6, 11, 22, 33, 66 i 132 kV przy próbach zwarciowych prądem symetrycznym (100%) dla obszaru mocy wyłączalnego według normy brytyjskiej (116, 1937, cz. I i II). Dotyczą one obwodów bez pojemności i indukcyjności dodatkowych z wyjątkiem obwodów o bardzo wysokiej oporności pozornej, które były wykonane na końcu pomiarów.

Na rys. 13 podano rozkład współczynnika amplitudy w obwodach probierczych.

Badania w sieciach współczynnika amplitudy i szybkości wzrostu napięcia powrotnego [3]

Współczynnik amplitudy w szwedzkich sieciach i w głównej zwarcia określono z pomiarów oscylograficznych, dokonanych za pomocą indykatora przeznaczanego do pomiaru napięcia powrotnego, nie można bowiem było użyć metody pomiarowej opartej na włączeniu przyrządu do obwodu głównego lub do obwodu pomiarowego, gdyż sposoby te mogłyby zmienić stan obwodu głównego przy badaniach. Celem określenia współczynnika amplitudy w sieciach dokonano 79 badań statystycznych w 70 obwodach w kombinacji linii, kabli, transformatorów, oporności, prądnic i przyrządów występujących w sieci rzeczywistej. Średnia arytmetyczna współczynnika amplitudy uzyskana z tych pomiarów wynosi 1,59, przy czym największa wartość zmierzona wynosi 1,9, najmniejsza zaś 1,05. W 32% przypadków wartość ta była równa 1,5 lub niższa, a w 77% przypadków równa 1,7 lub wyższa. Wyniki pomiarów są podane na rys. 14 i 15.

Celem określenia współczynnika amplitudy w głównej zwarcia wykonano próby i otrzymano 77 oscylogramów, z których określono współczynniki amplitudy. W obwodach badanych nie było dodatkowych pojemności i zastosowane w razie

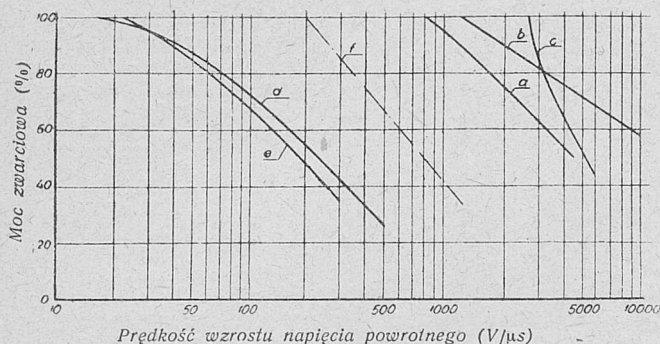


Rys. 17. Współczynnik amplitudy głównej zwarcia szwedzkiej w zależności od mocy zwarcia

potrzeby transformatory miały opory bierne względnie małe. Średnia arytmetyczna współczynnika amplitudy uzyskana z tych pomiarów wynosi 1,64, przy czym największa wartość zmierzona

na wynosi 1,9, a najmniejsza 1,1. W 87% przypadków wartość ta była równa 1,5 lub wyższa, a w 43% przypadków równa 1,7 lub wyższa. Wyniki pomiarów są podane na rys. 16 i 17.

Dla wyznaczenia prędkości wzrostu napięcia powrotnego wykonano badania w sieciach o napięciu 200, 130, 50, 10 i 6



Rys. 18. Charakterystyki różnych wyłączników powietrznych

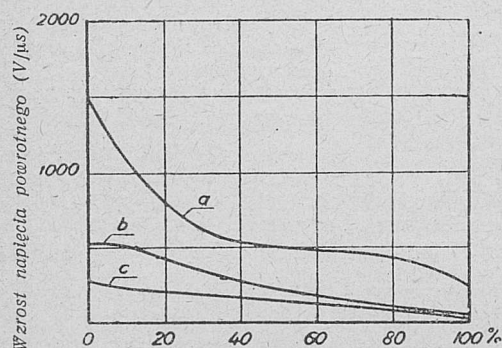
- a — wg Thommena  
b — wg Hammarlunda i Johansena  
c — wg Maya  
d — wg Puppikofera i Juillarda  
e — wg Puppikofera  
f — spadek charakterystyki porównawczej, opracowanej przez autora

kV. Ponadto wykonano badania przy 10 i 6 kV w rozdzielczej sieci podziemnej wielkiego miasta i w kilku miastach małych oraz w kilku sieciach przemysłowych, w tym w sieci kolejowej 6-kilowoltowej. Obliczona prędkość wzrostu napięcia powrotnego w każdym przypadku jest największą prędkością, uzyskaną dla danego wyłącznika przy jego prądzie wyłączalnym. Dla definicji prędkości wzrostu zastosowano ogólnie przyjęty wzór  $s = 4 f U$ , gdzie  $s$  — prędkość wzrostu napięcia powrotnego (V/μs),  $f$  — częstotliwość (kHz),  $U$  — wartość szczytowa napięcia powrotnego przy częstotliwości technicznej (kV). Dla pier-

wszej fazy otwartej  $U = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \cdot 1,5 U_1$ , gdzie  $U_1$  — wartość skut-

teczna napięcia międzyfazowego.

Dla każdego zainstalowanego wyłącznika otrzymano pewną wartość mocy zwarcia (MVA) i odpowiadającą jej wartość prędkości wzrostu napięcia powrotnego. Dla ułatwienia porównania różnic między wyłącznikami i dla ułatwienia badań statystycznych

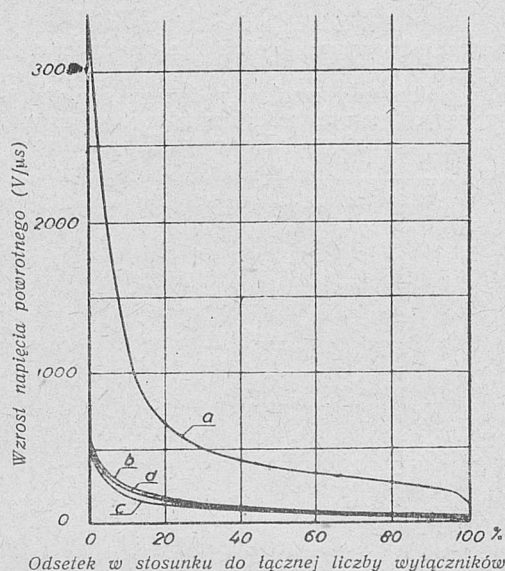


Rys. 19. Prędkość wzrostu napięcia powrotnego w sieci 200-kilowoltowej

- Odsetek liczby wyłączników dla różnych prędkości:  
a — bez porównawczej mocy zwarcia (76 wyłączników)  
b — sprowadzenie prędkości wzrostu napięcia powrotnego do mocy zwarcia 3200 MVA (54 wyłączniki)  
c — sprowadzenie prędkości wzrostu napięcia powrotnego do mocy zwarcia 5000 MVA (76 wyłączników)

zastosowano metodę, która pozwala na użycie związku między mocą zwarcia i prędkością wzrostu napięcia powrotnego, stanowiącego charakterystykę wyłącznika porównawczego i pozwalającą odnieść prędkość wzrostu do mocy odniesienia z góry wybranej.

Rys. 18 podaje charakterystyki wyłączników, ogłoszone w różnych publikacjach. Podaje on także wspomnianą wyżej charakterystykę porównawczą, którą przy dobranym układzie współrzędnych można przedstawić w postaci linii prostej. Na-



Rys. 21. Prędkość wzrostu napięcia powrotnego w sieci 50-kilowoltowej

- Odsetek liczby wyłączników dla różnych prędkości:  
a — bez porównawczej mocy zwarcia (252 wyłączniki)  
b — sprowadzenie prędkości wzrostu napięcia powrotnego do mocy zwarcia 750 MVA (229 wyłączników)  
c — sprowadzenie prędkości wzrostu napięcia powrotnego do mocy zwarcia 1000 MVA (252 wyłączniki)  
d — sprowadzenie prędkości wzrostu napięcia powrotnego do mocy zwarcia 750 MVA (52 wyłączniki)

leży zaznaczyć, że chodzi tu o stromość charakterystyki porównawczej, a nie o wartość bezwzględną prędkości wzrostu napięcia powrotnego.

Znając moce zwarcia w poszczególnych miejscach sieci można za pomocą charakterystyki porównawczej określić odpowiadające im prędkości wzrostu napięcia powrotnego dla zain-

stalowanego tam wyłącznika, jeżeli rzeczywista charakterystyka tego wyłącznika ma tę samą stromość co charakterystyka porównawcza.

Wyniki obliczeń są podane na rys. 19 do 23, które podają odsetek łącznej liczby badanych wyłączników dla różnych prędkości wzrostu napięcia powrotnego, przy czym na każdym wykresie jest podana krzywa (a) nie uwzględniająca konkretnej wartości mocy zwarcia.

Autor proponuje przyjęcie prędkości dla wzrostu napięcia powrotnego przy wartościach mocy zwarcia niższych i wyższych od 500 MVA. Przy doborze tych wartości należy brać pod uwagę prędkości wzrostu spotykane w sieciach oraz wartości, które mogą być uzyskane w istniejących zwiarciozniach, a ponadto liczyć się z ekonomiczną stroną konstrukcji wyłącznika.

Prędkość wzrostu napięcia powrotnego w zwiarciozniach zależy od koncepcji samego laboratorium; panuje pogląd, że powinno się otrzymać jako prędkości wzrostu napięcia powrotnego 1000 V/μs dla średnich napięć i 2500 V/μs dla napięć najwyższych.

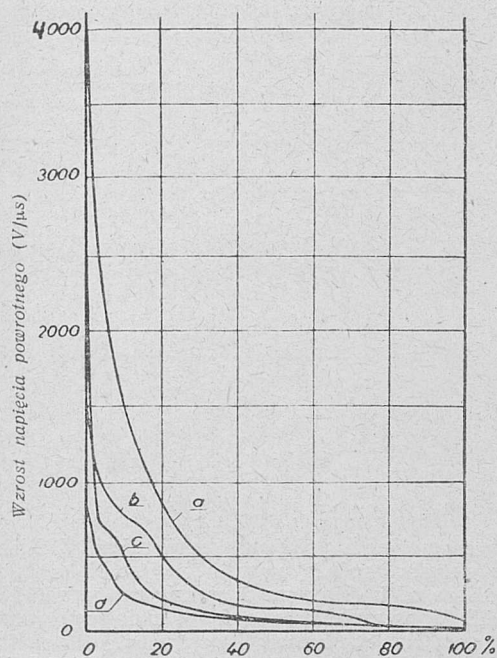
Zdaniem autora przy próbach zwiarcioznych do sprawdzenia mo-

wyłączalnej (100%) wyłącznika nie należy brać pod uwagę prędkości wzrostu napięcia powrotnego z krzywych na rys. od 19 do 23, ponieważ byłoby to nieekonomiczne, lecz przyjąć wartości podane na rys. 24, gdzie dobrano krzywe tak, że 90% wyłączników miałoby wartości prędkości wzrostu napięcia powrotnego niższe od wartości proponowanych.

Na rys. 25 podano częstotliwości drgań własnych w zależności od napięcia, przy czym wyznaczono je drogą obliczeniową na podstawie wykresów z rys. 24.



Przy próbach zwarciovych dla sprawdzenia 60% i niższej mocy wyłączania wyłącznika dobór prędkości wzrostu napięcia powrotnego jest uzależniony od zwarciołwni, ponieważ z obniżaniem tam mocy zwarciovej maleje prędkość wzrostu, co jest



Odsetek w stosunku do łącznej liczby wyłączników

Rys. 22. Prędkość wzrostu napięcia powrotnego w sieci 10-kilowoltowej

Odsetek liczby wyłączników dla różnych prędkości:

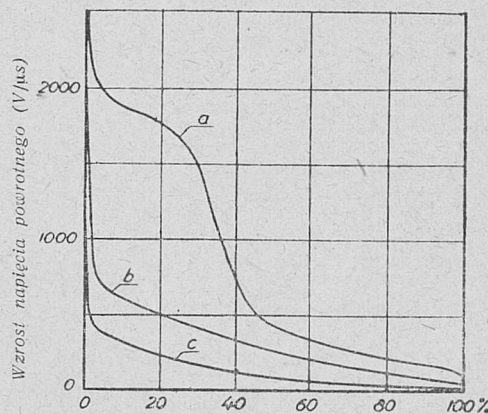
- a — bez porównawczej mocy zwarciovej (313 wyłączników)
- b — sprowadzenie prędkości wzrostu napięcia powrotnego do mocy zwarciovej 150 MVA (115 wyłączników)
- c — sprowadzenie prędkości wzrostu napięcia powrotnego do mocy zwarciovej 500 MVA (242 wyłączników)
- d — sprowadzenie prędkości wzrostu napięcia do mocy zwarciovej 750 MVA (313 wyłączników)

przeciwieństwem w stosunku do sieci. Autor proponuje, by próby te wykonywano przy prędkości 2000 V/μs lub takiej, jaką można osiągnąć w zwarciołwni, gdy moc wyłączalna wyłącznika jest równa lub niższa od 500 MVA. Gdy moc wyłączalna wyłącznika jest wyższa od 500 MVA, próby te powinny być wykonywane z prędkością równą 5-krotnej prędkości przy próbie 100-procentowej.

Badania w sieci amplitudy częstotliwości własnych napięcia powrotnego [4]

Referat omawia wyniki pomiarów oscylograficznych, przeprowadzonych w celu wyznaczenia amplitud i częstotliwości drgań

własnych napięć powrotnych w 3 stanowiskach sieci belgijskiej (Hainaut), przy czym pomiary te ograniczyły się do szyn 30- i 6-kilowoltowych. Należy zaznaczyć, że sieć 6-kilowoltowa była siecią kablową. Do pomiarów użyto oscylografu pętlcowego Blondela oraz oscylografu elektronowego. Rys. 26, 27 i 28 podają układy rozpatrywanych stanowisk. Wyniki pomiarów są ujęte w tabl. 1.

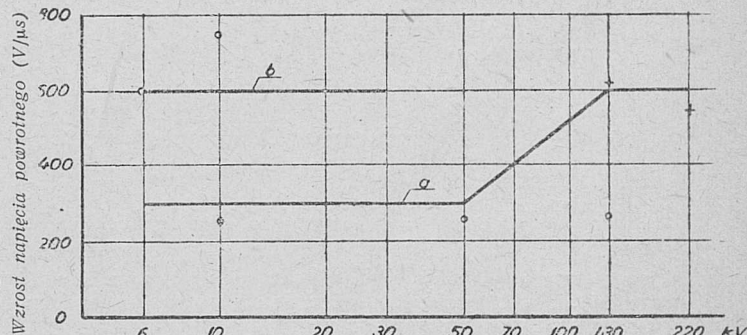


Odsetek w stosunku do łącznej liczby wyłączników

Rys. 23. Prędkość wzrostu napięcia powrotnego sieci 6-kilowoltowej

Odsetek liczby wyłączników dla różnych prędkości:

- a — bez porównawczej mocy zwarciovej (395 wyłączników)
- b — sprowadzenie prędkości wzrostu napięcia powrotnego do mocy zwarciovej 150 MVA (231 wyłączników)
- c — sprowadzenie prędkości wzrostu napięcia powrotnego do mocy zwarciovej 500 MVA (395 wyłączników)



Rys. 24. Prędkości wzrostu napięcia powrotnego w funkcji napięcia

- a — moc zwarciova powyżej 500 MVA
- b — moc zwarciova poniżej 500 MVA
- o = 90% liczby wyłączników
- + = 100% liczby wyłączników

Tablica I. Wyniki prób zwarciovych

| Podstacja | Sposób wykonywania próby — uziemiono: | Liczba prób | Amplituda prądu zwarciowego (A) |         | Napięcie powrotne                           |                        |                                             |            |         | MVA |
|-----------|---------------------------------------|-------------|---------------------------------|---------|---------------------------------------------|------------------------|---------------------------------------------|------------|---------|-----|
|           |                                       |             | asymetr.                        | symetr. | wyłączenie przez $D_2$<br>(napięcie 30 kVA) |                        | wyłączenie przez $D_1$<br>(niskie napięcie) |            |         |     |
|           |                                       |             |                                 |         | $f_2$ (Hz)                                  | $K_2$<br>Blondel    OE | $f_1$ (Hz)                                  | $K_1$      |         |     |
| C         | 1 fazę                                | 3           | 4000                            | 1850    | 600                                         | 1                      | 1,57                                        | 32500 (BO) | 2(BO)   | 730 |
|           | 2 fazy                                | 2           | 6200                            | 3300    | 500                                         | 1,1                    | 1,2                                         | 32500 (ZO) | 1,8(ZO) |     |
|           | 3 fazy                                | 2           | 6170                            | 2620    | 560                                         | 1,315                  | 1,9                                         | 2300       | 1,2     |     |
| D         | 1 fazę                                | 1           | 3840                            | 2000    | 500                                         | 1                      | —                                           | 385 i 4000 | 1,42    | 675 |
|           | 2 fazy                                | 1           | 3720                            | 2500    | 535                                         | 1                      | —                                           | 420        | 1,7     |     |
|           | 3 fazy                                | 2           | 6080                            | 2980    | 420                                         | 1,31                   | 1,42                                        | —          | 2,88    |     |
| E         | 1 fazę                                | 1           | 950                             | 335     | 600 i 3000                                  | 1                      | 1,25                                        | —          | —       | 700 |
|           | 2 fazy                                | 1           | 1685                            | 850     | 600                                         | 1                      | —                                           | —          | —       |     |
|           | 3 fazy                                | 2           | 2120                            | 1200    | 700                                         | 1                      | 1,35                                        | —          | —       |     |

Podana moc zwarciova dotyczy mocy na szynach 30-kilowoltowych w chwili próby

$K_1$  — współczynnik przebiecia od strony szyn 6-kilowoltowych

$K_2$  — „ „ „ 30-kilowoltowych

Blondel — oscylograf pętlcowy

OE — „ „ elektronowy

$f_1$  — częstotl. drgań własnych napięcia od strony szyn 6-kilowoltowych

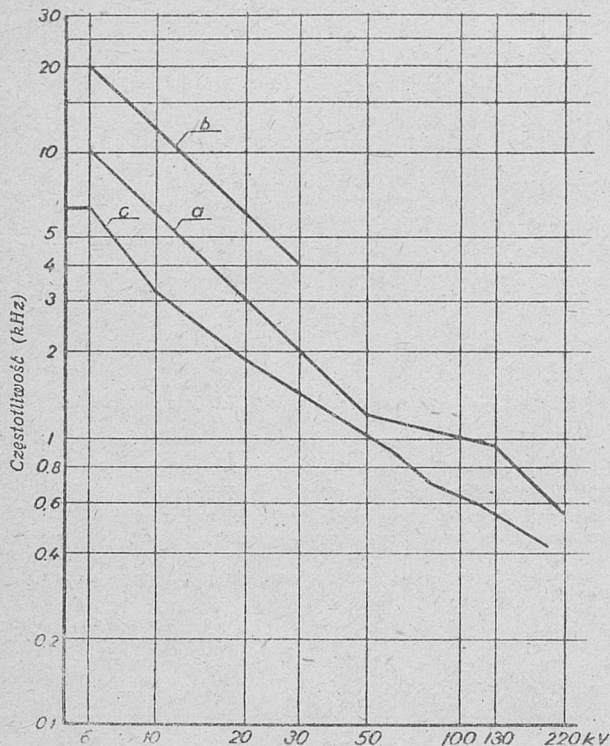
$f_2$  — „ „ „ 30-kilowoltowych

BO — wyłącznik bez oporu

ZO — „ „ z oporem

### Badanie napięcia powrotnego na analizatorze [5]

Praca podaje wyniki pomiaru napięć powrotnych w sieciach o napięciu 132 kV, otrzymane przy pomocy specjalnego analizatora. W tym celu dobrano model zastępczy sieci, odtwarzający ją za pomocą układu elementów, na które składały się odpowiednio dobrane czwórniki typu II lub T. Należy zaznaczyć, że badana sieć jest bardzo rozgałęziona i dokładny model zastępczy byłby bardzo skomplikowany. Dlatego też zastosowano mo-

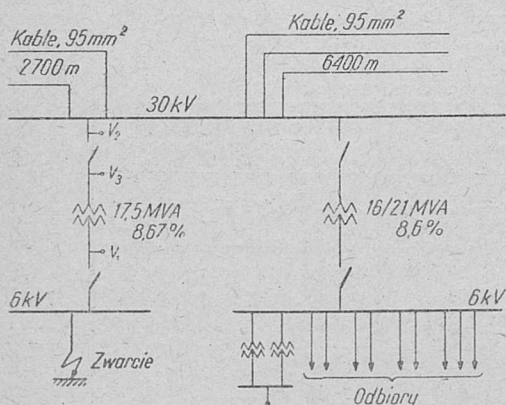


Rys. 25. Częstotliwość drgań własnych napięcia powrotnego w zależności od napięcia

a — moc zwarcia powyżej 500 MVA  
b — moc zwarcia poniżej 500 MVA  
c — częstotliwość drgań własnych przyjęta w znowelizowanej normie szwajcarskiej

del uproszczony. Wskutek tego metoda nie jest w zupełności zadowalająca, można jednak uważać, że stanowi najlepszy kompromis spośród możliwych obecnie.

Rozpatrywano sieć trójfazową z uziemionym zerem i nie-uziemionym zwarcie trójfazowym. Wyniki dotyczą pierwszej fazy otwartej.



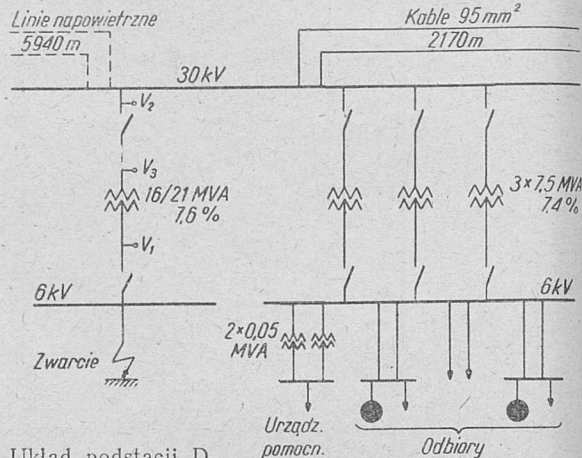
Rys. 26. Układ podstacji C

Dla trzech stacji — HH, C i W — dokonano pomiarów i obliczeń w różnych modyfikacjach rozpatrywanych układów (przez zważanie lub rozszerzanie tych układów).

Rys. 29, 30, 31, 32 i 33 podają przykładowo schemat układu stacji C wraz z krzywymi, przedstawiającymi wyniki pomiarów.

Mimo wad użytej metody, wpływających z trudności dokładnego określenia charakterystyk sieci (trudność określenia

strat w poszczególnych elementach), pozwala ona na uzyskanie dostatecznie wiarygodnych informacji w sprawie współczynnika amplitudy i prędkości wzrostu napięć powrotnych. Błąd ma większe znaczenie dla współczynnika amplitudy niż dla prędkości wzrostu napięcia; ta może osiągnąć wartości sięgające 7,5 kV/μs, np. w przypadku użycia wyłącznika za dławkim.

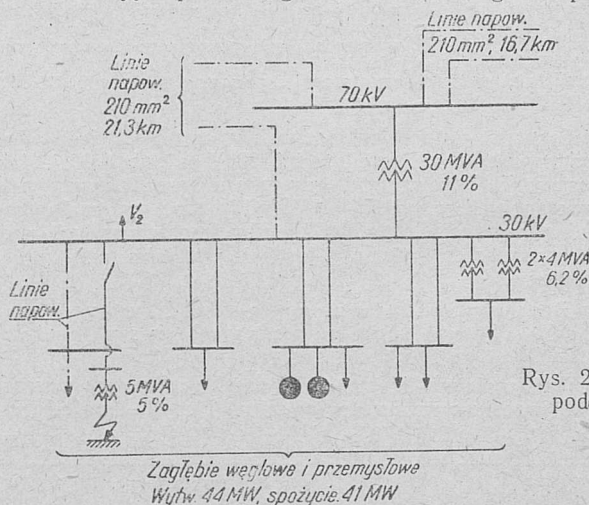


Rys. 27. Układ podstacji D

W obecnym stanie rozpatrywanej sieci 132-kilowoltowej prędkość wzrostu napięcia powrotnego jest dla szyn zbiorczych ogólnie niższa od 1 kV/μs, współczynnik zaś amplitudy nie przewyższa 1,8. W przyszłości, w związku z dalszym rozwojem sieci, prawdopodobnie w poszczególnych wypadkach prędkość wzrostu napięcia będzie mogła przekroczyć wartość 1 kV/μs.

### Prądy połukowe [6]

Prądy połukowe nie znalazły dotychczas szerszego omówienia w literaturze ze względu na trudności pomiarowe związane z konstrukcją odpowiedniego miernika. Z uwagi na sposób włą-



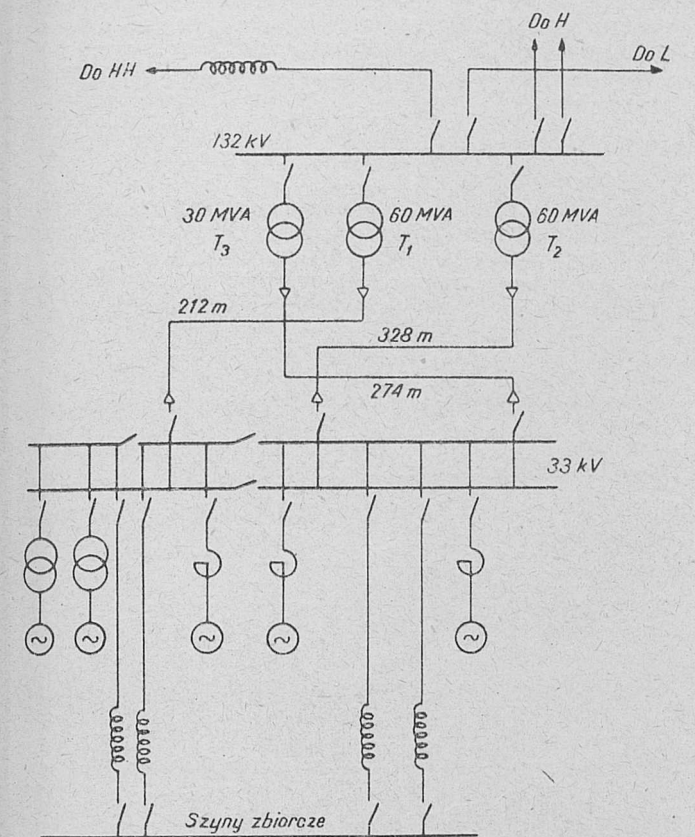
Rys. 28. Układ podstacji E

czenia miernika powinien on jednocześnie rejestrować wielki prąd zwarcia i mały prąd połukowy. Poza tym urządzenie to powinno zapewnić wyeliminowanie błędów, pochodzących od pól elektromagnetycznych przy rejestracji zjawisk o bardzo krótkim czasie trwania (mikrosekundy). Działanie prądu połukowego może być korzystne lub niekorzystne dla procesu wyłączania prądu zwarcia przez wyłącznik. Można je ująć przy pomocy pojęcia oporu resztkowego przestrzeni połukowej.

Wpływ oporu resztkowego zaznacza się korzystnie w trzech przypadkach: przy wyłączaniu dużych prądów zwarcia (może nawet wystąpić aperiodyczny przebieg napięcia powrotnego); przy wyłączaniu transformatora w stanie jałowym (ograniczenie napięcia powrotnego z uwagi na progresywny odpływ energii nagromadzonej w polu magnetycznym indukcyjności) i przy wyłączaniu linii w stanie jałowym (zmniejszenie prędkości wzrostu napięcia powrotnego na stykach wyłącznika). Niekorzystny wpływ oporu resztkowego występuje: w przypadku wyłączników zawierających pośrodkowo włączające komory gaszące, gdyż w poszczególnych komorach powstają zakłócenia w rozkładzie napięcia (jeżeli komory nie są zbocznikowane dostatecznie małymi oporami) oraz w próbach pośrednich.

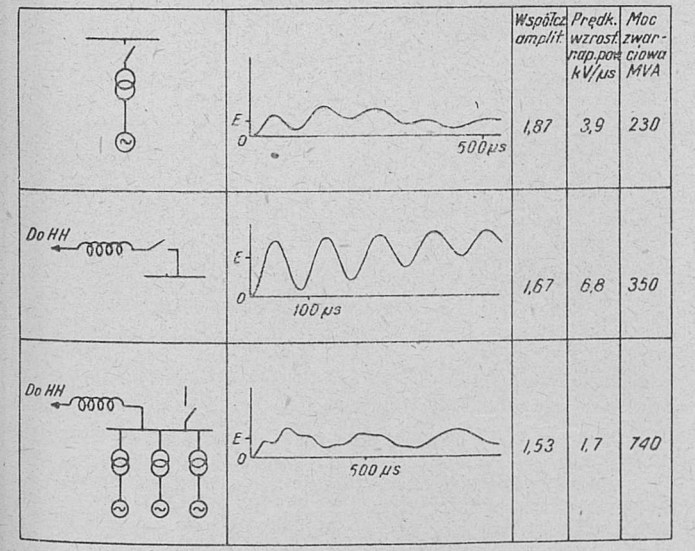


W celu zmierzenia prądu połukowego należy wprowadzić w obwód prądu posobnie z wyłącznikiem opór bezindukcyjny (bocznik), który powinien odpowiadać wymaganiom następującym: a) napięcie proporcjonalne do prądu połukowego powinno być wymierne; b) napięcie wywołane przepływem prądu wyłącz-



Rys. 29. Połączenia na szynach 132-kilowoltowych w stacji C

Wzrost napięcia powrotnego nie powinno być zbyt wielkie; c) opór powinien umożliwiać rozproszenie ciepła wytworzonego największym prądem wyłączeniowym; d) stała czasu oporu powinna być do pominięcia w porównaniu z czasem trwania prądu połukowego



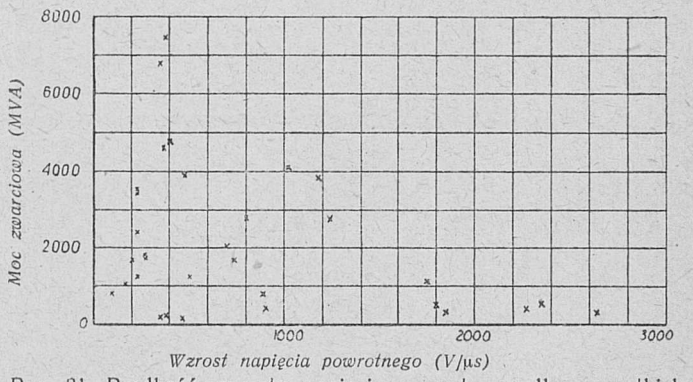
Rys. 30. Wyniki pomiarów w stacji C

Warunki te spełnia opór wykonany z płytek miedziowo-niklowych ułożonych jedna za drugą. Powstałe na tym oporze spadki napięcia od prądu połukowego są rzędu kilku miliwoltów i powinny być wzmocnione, a od prądu wyłączanego są rzędu kilkudziesięciu woltów i powinny być ucięte.

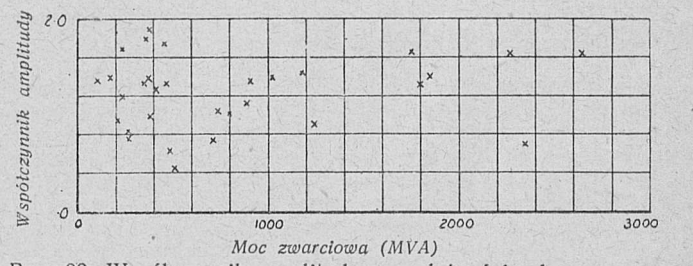
Wzmacniacz powinien odpowiadać następującym wymaganiom: a) powinien zmieniać się w granicach od 100 do 10 000; b) powinien zachowywać stałą wartość aż do 100 000 Hz; c)

powinien ograniczać impulsy o wielkości przekraczającej 1 V; d) powinien zachowywać punkt zerowy niezależnie od wahań napięcia zasilającego; e) nie powinien wzbudzać się po dołączeniu kabla wejściowego o długość 30 m; f) nie powinien wprowadzać zniekształceń fazowych.

W powyższym celu przewidziano środki następujące: a) wysoki stopień stabilizacji napięć zasilających; b) ogranicznik am-

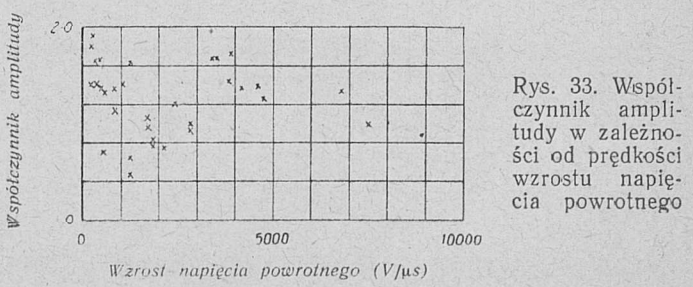


Rys. 31. Prędkość wzrostu napięcia powrotnego dla wszystkich badanych sieci 132-kilowoltowych w zależności od mocy zwarcia



Rys. 32. Współczynnik amplitudy w zależności od mocy zwarcia

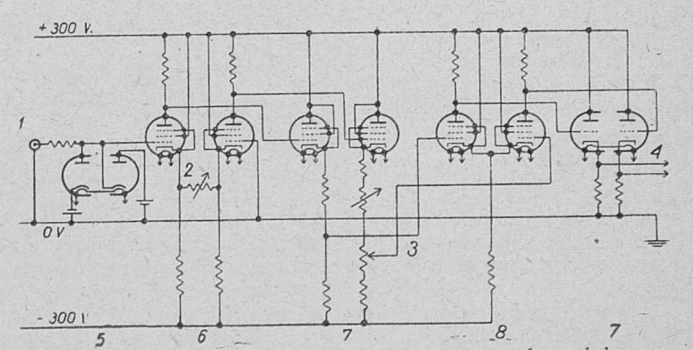
plitudy napięcia wejściowego; c) stopnie wzmacniacza o dużym wzmocnieniu i szerokiej wstępie przenoszenia; d) sprzężenie bezpośrednie międzystopniowe małooporowe; e) minimum



Rys. 33. Współczynnik amplitudy w zależności od prędkości wzrostu napięcia powrotnego

zniekształceń osiągnięte za pomocą ujemnego sprzężenia zwrotnego.

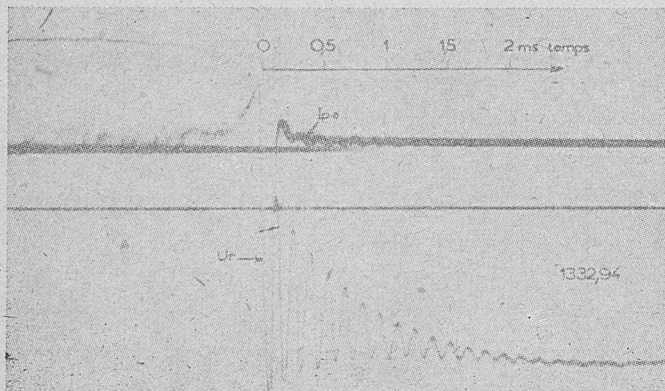
Rys. 34 podaje schemat wzmacniacza użytego do pomiarów.



Rys. 34. Schemat wzmacniacza do pomiaru prądu połukowego (bocznik nie podany)

- 1 — wejście
- 2 — regulacja wzmocnienia
- 3 — regulacja położenia zerowego
- 4 — wyjście
- 5 — ogranicznik
- 6 — pierwszy stopień wzmocnienia
- 7 — wtórnik katodowy
- 8 — drugi stopień wzmocnienia

Szykłość reagowania urządzenia i wierność odtwarzania sprawdzono za pomocą oscylografu dwustrumieniowego, rejestrując napięcie udarowe powstające z wyładowania kondensatora przez opór bezindukcyjny raz bezpośrednio, drugi raz przez badany wzmacniacz, wykorzystując drobną część spadku napięcia na oporze.

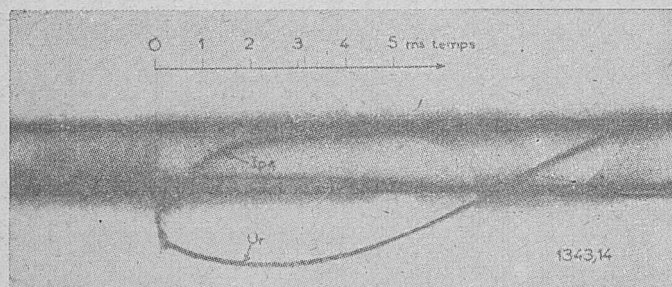
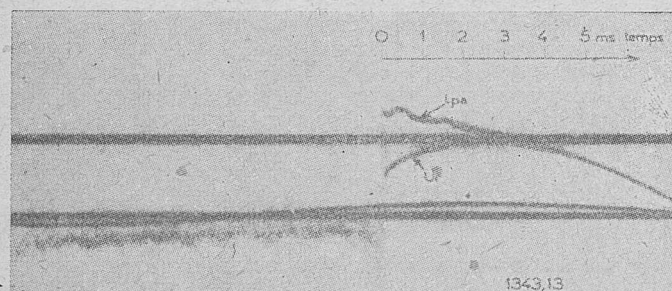


Rys. 35. Oscylogram prądu połukowego ( $I_{pa}$ ) i napięcia powrotnego ( $U_r$ ) otrzymany przy otwieraniu wyłącznika małoolejowego na wysokie napięcie

Napięcie powrotne  $U = 57 \text{ kV}_{sk}$ ; symetryczny prąd zwarciaowy  $I = 5250 \text{ A}_{sk}$

Na trzech typach wyłączników (olejowy, małoolejowy i powietrzny) przeprowadzono pierwszą serię prób pomiaru napięć powrotnych i prądów połukowych. Wyniki tych pomiarów podano na rys. 35, 36 i 37.

Tłumaczenie wyników pozwala sądzić, że prąd połukowy nie jest bezpośrednio zależny od prądu zwarciaowego. Wydaje się jednak, że prąd połukowy jest wymierny dopiero przy pewnej



Rys. 36 a, b. Oscylogramy prądu połukowego ( $I_p$ ) i napięcia powrotnego ( $U_r$ ) otrzymane przy otwieraniu wyłącznika olejowego z komorą gaszącą

Napięcie powrotne  $U_r = 23 \text{ kV}$ ; symetryczne prądy zwarciaowe  $I_{zw} = 12 \text{ kA}$  i  $I_{zw} = 12,5 \text{ kA}$

wartości prądu zwarciaowego. Duże rozproszenie otrzymanych wyników nie pozwala ustalić określonej zależności między prądem zwarciaowym a prądem połukowym. Sporządzono krzywe zmienności oporu resztkowego w czasie, które przedstawiają przebieg bilansu elektronowego w przestrzeni połukowej. Opór ten zmienia się od 26 do 200  $\text{k}\Omega$  w ciągu 300  $\mu\text{s}$  wg rys. 36a i od 1 do 15  $\text{k}\Omega$  w ciągu 360  $\mu\text{s}$  wg rys. 37d.

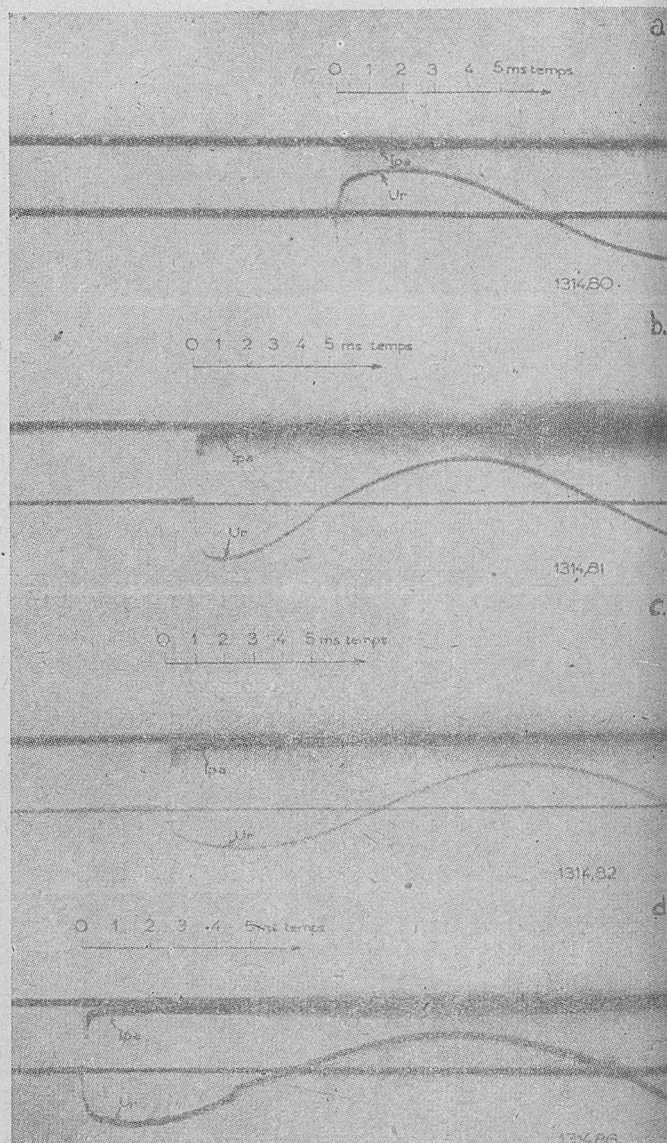
Na podstawie otrzymanych wyników autorzy uważają, że dla równomiernego rozkładu dynamicznego napięcia na poszczególne komory gaszące wyłącznika wieloprzerwowego — w gra-

nicach odpowiadających wartościom założonym do 10% — trzeba przewidzieć opory bocznikujące te komory równe około 20% oporu resztkowego. Przy próbach pośrednich wyłączników z napięciem pomocniczym dla każdej zastosowanej metody jest konieczne, aby oporność pozorną wewnętrzną źródła była znacznie mniejsza od oporności połukowej resztkowej  $R_e$  (nie przekraczała  $0,45 R_e$  w przypadku oporności indukcyjnej lub pojemnościowej i  $0,1 R_e$  w przypadku oporności tylko czynnej).

### 3. Konstrukcja wyłączników wysokiego napięcia i ich próby zwarciaowe.

Uproszczenie i potanie konstrukcji wyłączników bardzo wysokiego napięcia [7]

We Francji od 1946 r. obserwowano zachowanie się wyłączników wysokiego napięcia w sieciach elektrycznych i otrzymano kilka interesujących wniosków.



Rys. 37 a, b, c, d. Oscylogramy prądu połukowego i napięcia powrotnego  $U_r$  otrzymanych przy otwieraniu wyłącznika powietrznego, mającego opór jako element składowy. Napięcie powrotne  $U_r = 24$  i  $22 \text{ kV}$  dla czterech przypadków; symetryczne prądy zwarciaowe odpowiednio 11,2, 12,9, 15,5 i 17,5 kA

a) Zakłócenia wywołane w sieci elektrycznej przez wyłączniki miały swoje źródło przeważnie w izolacji, napędzie i mechanizmie przenoszenia wyłącznika.

b) Bezpieczeństwo eksploatacji związane jest z prostotą organów mechanicznych i pneumatycznych wyłącznika (jeżeli zastosowano powietrze sprężone do napędu); ważne jest, żeby małe (drugorzędne) uszkodzenia części mechanizmu nie wywoływały pośrednio osłabienia lub zepsucia ważnej części wyłącznika i nie odbiły się na sprawności przyrządu.



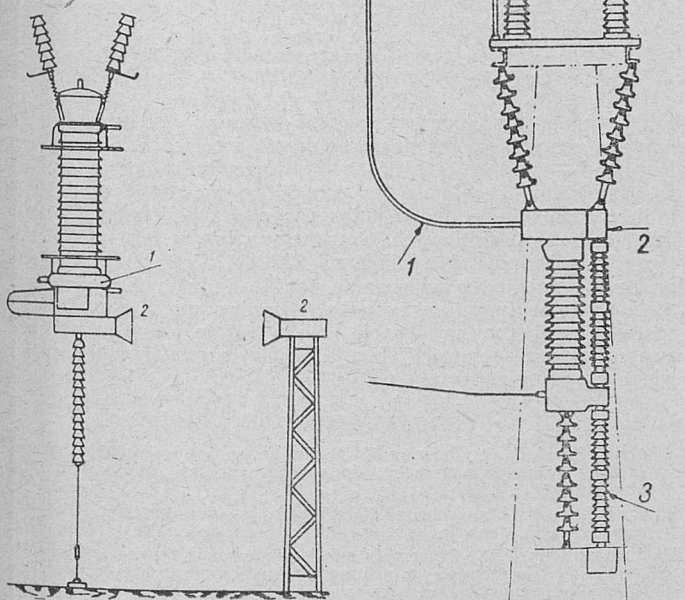
c) Bezpieczeństwo eksploatacji powinno być osiągane przez podział funkcji, to jest przez rozkład wyłącznika jako całości złożonej na całości oddzielne niezależne, mające tylko punkty wspólne nieodzowne do działania wyłącznika, dążąc przy tym równocześnie do jak najdalszej oszczędności pod względem inwestycyjnym i eksploatacyjnym.

W wyniku poszukiwania rozwiązań opowiadających powyższym wnioskom ustalono ogólne zasady, którymi należałoby kierować się w nowych konstrukcjach i w przystosowaniu starych wyłączników do nowych zasad. Zasady te dotyczyły izolacji, mechanizmu przenoszenia i napędu wyłącznika.

Izolacja: zamiast porcelanowej kolumny wsporczej, która służy do podtrzymania komory gaszącej, a jest ciężka, o dużej pojemności, krucha i trudna w wykonaniu, należy dać odpowiednie łańcuchy izolatorów lub zespół izolatorów wsporczych (liniowych lub szynowych), które służyłyby odpowiednio do zawieszenia lub podparcia komory gaszącej wraz z napędem wyłącznika. Jeżeli przy wyłączniku jest odłącznik izolacyjny, należy go oddzielić od wyłącznika z warunkiem zsynchronizowania go z wyłącznikiem; przy tym założeniu odłącznik taki może zastąpić normalny odłącznik liniowy lub transformatorowy.

Mechanizm przenoszenia i napęd wyłącznika: celem uproszczenia mechanizmu przenoszenia można napęd sprząc bezpośrednio ze stykiem ruchomym umieszczając go tuż pod komorą gaszącą, tzn. przyjęto, że napęd będzie stałe pod napięciem.

Podane niżej rozwiązania uwzględniają powyższe zasady. Wyłącznik małoolejowy „Jeumonta” na 225–250 kV typu G. P. H. 7 uległ modyfikacji w czterech rozwiązaniach. Rozwiązanie pierwsze polegało na tym, że rurę porcelanową wsporcą zastąpiono trójnikiem z 18 izolatorami typu SP60. Napęd olejowo-pneumatyczny służący do włączania (wyłączanie jest zapewnione jak zwykle przy pomocy sprężyny) zawiera zbiornik, w którym powietrze o ciśnieniu 250 kg/cm<sup>2</sup> jest sprężane do 300 kg/cm<sup>2</sup> przez wstrzykiwanie oleju (za pomocą silnika uniwersalnego o niewielkiej mocy). Olej jako pośrednik do podwyższania ciśnienia jest zatrzymywany przez odpowiedni za-



Rys. 38. Wyłącznik wiszący sterowany za pomocą fal krótkich  
1 — zbiornik powietrza sprężonego  
2 — nadajnik, odbiornik

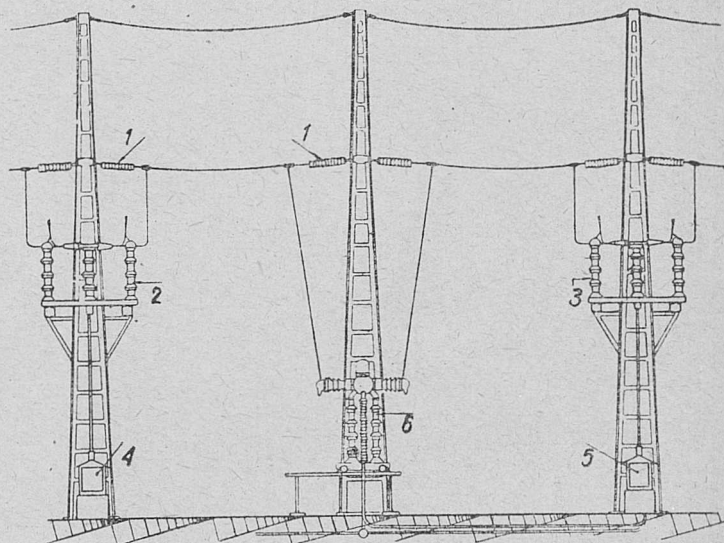
Rys. 39. Wyłącznik z odłącznikiem o napędzie pneumatycznym

1 — rura powietrza i przewód  
2 — zbiornik powietrza sprężonego i zawory  
3 — rura izolacyjna do napędu zaworów

wór. Ruch napędu przenosi się za pomocą mechanizmu znajdującego się w kolumnie równoległej do izolatorów wsporczych. Wyłącznik ten był wypróbowany w Fontenay w 1951 r. Największy prąd wyłączany wynosił 6300 A.

Trzy dalsze rozwiązania to wyłączniki zawieszane na łańcuchach izolatorów, które są przymocowane do kołnierza wyłączników za pośrednictwem sprężyn. Dla uniknięcia kołysania wyłącznika od wiatru dano dodatkowy łańcuch izolatorów, który zakotwicza wyłącznik w ziemi. Wyłączniki te różnią się napę-

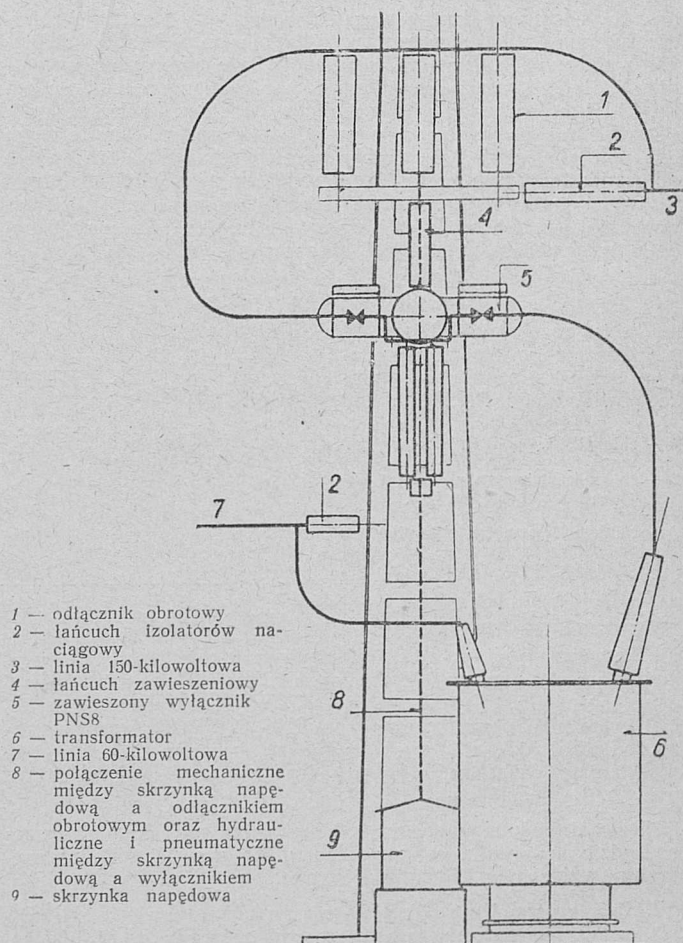
dami. Jeden z nich ma napęd olejowo-pneumatyczny. Mieści się on częściowo na ziemi i pod komorą wyłącznika. Dwa pozostałe rozwiązania napędowe mają 2 butle z powietrzem sprężo-



Rys. 40. Wyłącznik powietrzny na 150 kV z dwoma odłącznikami

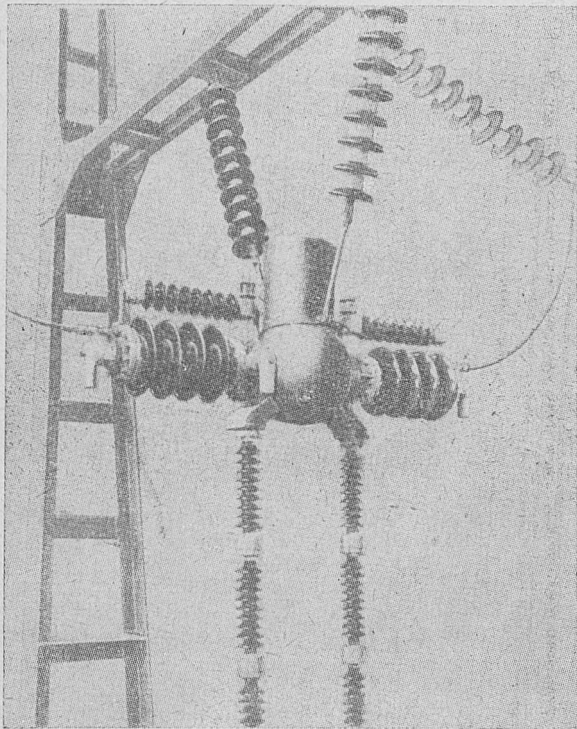
1 — łańcuch izolatorów  
2 — odłącznik obrotowy  
3 — odłącznik obrotowy zsynchronizowany  
4 — skrzynka napędowa odłącznika  
5 — skrzynka napędowa odłącznika 1  
6 — odłącznik powietrzny

nym do 200 kg/cm<sup>2</sup> umieszczone na dolnej obudowie komory gaszącej wyłącznika, a więc pozostające pod napięciem. Liczba łączy możliwych wynosi 500, jeżeli nie uwzględnić ułatniania się powietrza. W jednym z tych dwóch rozwiązań sterowanie zdalne jest zrealizowane za pomocą dwu elektromagnesów, umieszczonych w skrzynce na ziemi, w drugim — za pomocą fal krótkich. Rys. 38 podaje to ostatnie rozwiązanie.



Rys. 41. Wyłącznik powietrzny zawieszony (150 kV)

Inny typ wyłącznika małoolejowego (Delle), mającego odłącznik i napęd pneumatyczny, zmodyfikowano w następujący sposób. Ze względu na małe zapotrzebowanie powietrza zastosowano dwie butle ze sprężonym powietrzem o dużym ciśnieniu.

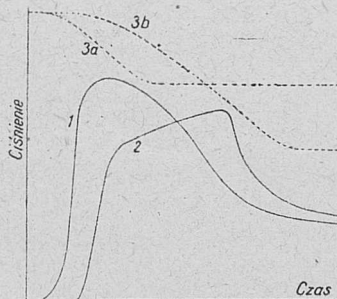


Rys. 42. Wylłącznik na 150 kV zawieszony

ni. Butle są zaopatrzone w zawór redukcyjny i zasilają zbiornik automatycznie utrzymujący ciśnienie potrzebne do działania wylłącznika. Butle i zbiornik mogą być podwoziem wylłącznika i dlatego łatwo jest skontrolować ciśnienie i ładować butle. Odseparowano odłącznik izolujący dodając konieczne rury, doprowadzające powietrze do napędu odłącznika. Rury te mogą być pod napięciem i mogą być przewodnikami. W ten sposób odłącznik ten może zastąpić odłącznik liniowy lub transformatorowy. Ponadto wylłącznik ten może być umieszczony na rusztowaniu, co zmniejsza zapotrzebowanie miejsca. Na rys. 39 podano rozwiązanie najbardziej uproszczone.

Rys. 43. Przebieg ciśnienia w komorze gaszącej w zależności od położenia zbiornika ze sprężonym powietrzem (dla wylłącznika powietrznego PNS8 na 150 kV)

- 1 — zbiornik w pobliżu komory gaszącej
- 2 — zbiornik związany z komorą gaszącą za pomocą rury ceramicznej
- 3 — ciśnienie wewnątrz zbiornika (3a odpowiada krzywej 1, 3b odpowiada krzywej 2)



W dalszych rozwiązaniach (Merlin Gérin) oddzielono odłącznik izolacyjny od wylłącznika, umieszczono zbiornik ze sprężonym powietrzem w bliskim sąsiedztwie z komorami gaszącymi i usunięto kolumnę wsporczą. Na rys. 40 podano instalację wylłącznika powietrznego typu PNS 8, 150 kV wraz z dwoma odłącznikami, z których lewy jest obrotowy niezależny od wylłącznika, drugi zaś (prawy) jest specjalnie zsynchronizowany z wylłącznikiem.

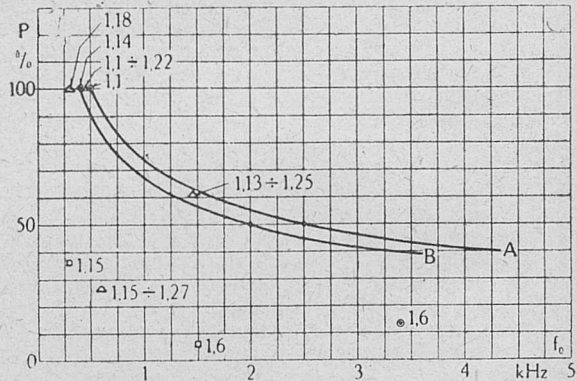
Rys. 41 podaje stację na 150/60 kV jak najdalej uproszczoną, gdzie wylłącznik jest zawieszony. Na rys. 42 widać zawieszenia wylłącznika 150-kilowoltowego.

Miejsce ustawienia zbiornika ze sprężonym powietrzem wpływa na zużycie powietrza. Umieszczenie zbiornika w pobliżu komory gaszącej daje najmniejsze zużycie powietrza, co widać z rys. 43.

Zasilanie zbiornika powietrzem sprężonym zależy od liczby łążeń wymaganej w eksploatacji. Stosowane są do tego następujące urządzenia: a) grupa kompresorów i zbiornik; b) butle ze sprężonym powietrzem o bardzo wysokim ciśnieniu (250 kg/cm<sup>2</sup>) przeważnie dla stacji bez dozoru, przy czym ponowne ładowanie butli odbywa się w stacji centralnej; c) mała grupa kompresorów zasilających bezpośrednio zbiornik biegunów. Urządzenia te umieszcza się na krawędzi napędu u stóp słupa.

Próby wylłącznika powietrznego nowego typu [8]

Ze względu na małe moce zwarciove przy bardzo wysokich napięciach w zwarciowniach w stosunku do mocy zwarciove wymaganej przez sieci dla wylłączników, próby wylłączników na bardzo wysokie napięcie dokonywa się tylko w sieciach. Je



Rys. 44. Moc wylłączalna w zależności od częstotliwości drgań własnych

Moc wylłączalna P jest podana w procentach największej mocy zwarciowej w miejscu próby. Liczby podane dla każdego punktu oznaczają wartość współczynnika amplitudy

- — próby w sieci 130 kV (Dixence)
- △ — próby w sieci 220 kV (Fontenay)
- — próby w sieci 220 kV (Grand Coulee)
- B — krzywa odpowiadająca wylłącznikom na 220 kV
- A — krzywa odpowiadająca wylłącznikom na 150 kV

żeli biegun jest wieloprzerwowy, to — znając dokładnie rozkład napięcia powrotnego na poszczególnych przerwach bieguna wylłącznika — można określić moc wylłączalną tego wylłącznika w zwarciowni, ale nie da się tam odtworzyć próby wylczania linii w stanie jałowym, wskutek czego przypadek ten sprowadza się do prób sieciowych. Sprawdzano już w ten sposób wylłączniki powietrzne w sieciach na 220 kV, 6000 MVA. Niekiedy próby obejmują tylko wylczanie prądów indukcyjnych i pojemnościowych. W innych przypadkach oprócz mocy zwarciowych sprawdzano jeszcze wylczanie linii w stanie jałowym lub moc zwarciową przy opozycji faz. Wpływ częstotliwości drgań własnych podany jest na rys. 44.

#### WYKAZ REFERATÓW

- [1] Mortlock J. R., Jones K. M. Influence des résistances linéaires insérées pendant l'interruption du courant sur les circuits à courant alternatif. (Ref. 101).
- [2] Cliff J. S. Les facteurs d'amplitude des tensions transitoires de rétablissement dans les stations d'essais de disjoncteurs. (Ref. 102).
- [3] Johansen O. S. Recherches sur les valeurs de la vitesse d'accroissement de la tension transitoire de rétablissement et du facteur d'amplitude dans les réseaux suédois d'énergie et proposition concernant les valeurs de référence de la vitesse d'accroissement de la tension transitoire de rétablissement. (Ref. 104).
- [4] Belot R. Amplitude et fréquences propres de la tension de rétablissement dans les réseaux de l'Union des Centrales Electriques du Hainaut. (Ref. 109).
- [5] Gosland L., Vosper J. S. Etude, à l'aide de la table à calcul des tension transitoires inhérentes de rétablissement sur le réseau britannique à 132 kV. (Ref. 120).
- [6] Teszner S., Guillaume A., Fourmarier P., Blase J., Walch P. Contribution à l'étude des courants post-arc dans les interrupteurs à haute tension. (Ref. 130).
- [7] Allran L. Evolution envisagée par l'Electricité de France pour la construction des disjoncteurs à très haute tension en vue d'obtenir une simplification des appareils et une réduction des frais d'installation et d'exploitation. (Ref. 136).
- [8] Meyer H. Compte-rendu des essais sur réseau exécutés avec un nouveau type de disjoncteur pneumatique à très haute tension. (Ref. 115).
- [9] Killgore C. L., Wanger W. Essais d'un disjoncteur pneumatique Brown-Boveri à la Centrale de Grand Coulee, 230 kV, 10000 MVA. (Ref. 137).



# PRZEGLĄD DOKUMENTACYJNY ELEKTROTECHNIKI

opracowany przez OŚRODEK DOKUMENTACJI ELEKTROTECHNIKI

Dodatek do miesięcznika PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

Rocznik 6

Warszawa, styczeń 1954 r.

Nr 1

Gwiazdkami, obok porządkowych liczb artykułów, oznaczone są publikacje znajdujące się w bibliotece Instytutu Elektrotechniki

## Wiadomości ogólne

1\* 621.3.011:537.713 D1  
Poliwanow K. M.: **Określenie jednostek elektrycznych absolutnego układu praktycznego.** „Opriedielenje elektriczeskich jedinic absolutnoj praktičeskoj sistemy”. Elektrichestwo, Moskwa, mies., Nr 2, marz. 52, s. 69; A4, 5 str., 5 poz. bibl. — Podział praktycznych jednostek wielkości elektrycznych na absolutne i międzynarodowe. Zalety absolutnego praktycznego układu jednostek. Wzory na określenie siły wzajemnego oddziaływania przewodów i warunki ich stosowności. Wzory na określenie magnetycznej przenikalności próżni. Określenie ampera absolutnego.

2\* 621.3.012.8:538.551.23.001.24 D1  
Puchow G. J.: **Teoria metod obwodów składowych.** „Tieoria metod podschiem”. Elektrichestwo, Moskwa, mies., Nr 8, sierp. 52, s. 65; A4, 9 str., 7 rys., 16 poz. bibl. — Obliczanie skomplikowanych układów elektrycznych za pomocą metody rozbijania ich na obwody składowe. Podstawowe równania obwodów składowych. Kolejność obliczeń układów elektrycznych podaną metodą. Przykład zastosowania metody.

## Elektrownie

3\* 621.311.21 D1  
Kammerlocher L.: **Elektrownia wodna w Chastang.** Wyposażenie elektromechaniczne. „L'usine génératrice hydroélectrique du Chastang. Equipement électromécanique”. Rev. gen. Electr., Paris, mies., t. 61, Nr 7, lip. 52, s. 293; A4, 31,5 str., 27 fot., 4 rys. — Opis sytuacji terenowej elektrowni wodnej przyplywowo-zbiornikowej o rocznej produkcji energii elektrycznej 540.10<sup>6</sup> kWh. Schemat spiętrzeń. Dokładny opis zapor wodnych i szczegóły ich budowy. Hala maszyn, rozdzielnia, opis wyprowadzeń kablowych. Jednoprzewodowy schemat obwodów W. N. oraz obwodów sterowniczych. Urządzenia telekomunikacyjne do współpracy z innymi elektrowniami. Synchronizacja. Turbiny typu Francis. Generatory o mocy 85 000 kW 15 kV. Obwody pomocnicze. Dyspozycja, urządzenia mechaniczne.

4\* 621.311.22 D1  
Mascarin R., Balfourier P.: **Elektrownia ciepła w Herseange.** „L'usine génératrice thermique d'Herseange”. Rev. gen. Electr., Paris, mies., t. 62, Nr 2, luty 53, s. 57; A4, 13 str., 22 rys. — Ogólny opis rozplanowania oraz urządzeń parowej elektrowni ciepłej o mocy zainstalowanej 200 MVA. Elektrownia położona w dużym ośrodku hutnictwa żelaznego jako paliwa używa gazów wielkopieczowych z 17-tu wielkich pieców.

## Maszyny elektryczne

5\* 621.313.3.001.24 D1  
Kouskoff G.: **Metoda obliczeń oporności pozornej i strat w przewodach umieszczonych w żłobku maszyny elektrycznej.** Zastosowanie do prętów o słabym podziale. „Méthode de calcul des impédances et des pertes dans les conducteurs logés dans une encoche de machine électrique. Application aux barres faiblement subdivisées”. Rev. gen. Electr., Paris, mies., t. 61, Nr 1, stycz. 52, s. 29; A4, 16 str., 5 rys., 7 wyk., 3 tabl., 12 poz. bibl. — Metoda obliczeń odnosząca się do przewodów o przekroju prostokątnym, przez które przepływają prądy sinusoidalne o określonej pulsacji, oparte na schemacie elektrycznym i pojęciu oporności pozornej specyficznej strefy żłobka. Zastosowanie do różnych uzwojeń maszyn elektrycznych w szczególności do uzwojeń indukcyjnych kolektorowych oraz obliczanie strat w uzwojeniach o prętach słabo dzielonych na wysokość.

6\* 621.213.361:621.316.761.2 D1  
Ważnow A. I., Mkrtezian E. S.: **Trójfazowa kolektorowa prądnica szeregową jako ujemna oporność.** „Triochnyjnij posledowatielnyj kolektornyj genierator kak otriciatelnoje soprotiwlenije”. Elektrichestwo, Moskwa, mies., Nr 11, list. 52, s. 16; A4, 7 str., 3 rys., 4 wyk., 6 poz. bibl. — Działanie trójfazowej kolektorowej prądnicy szeregową jako kompensatora oporności czynnej. Współpraca prądnicy kolektorowej i synchronicznej przy trójfazowym zwarciu. Schematy szeregową kolektorową prądnicy z jednym i z dwoma uzwojeniami stojana. Schemat włączenia prądnicy kolektorowej dla kompensacji oporności.

## Transformatory

7\* 621.314.21 D1  
Transformatory. „Transformatoren”. Brown Boveri Mitt., Baden, mies., Nr 1/2/3, stycz.-luty-marz. 52, s. 43; A4, 6,5 str., 9 fot. —

Nowe osiągnięcia w dziedzinie budowy transformatorów. Badanie oscylograficzne przebiegów udarowych w transformatorze. Wykrywanie uszkodzeń metodą elektroakustyczną. Przykłady jednostek trójfazowych i jednofazowych produkcji BBC, zainstalowanych w różnych krajach. Postęp w budowie zespołów jednofazowych. Regulacja napięcia. Różne typy iskierników na przepustach transformatorów. Zagadnienie budowy transformatora 400 kV, 130 MVA.

8\* 621.314.21:621.316.2:621.396.67 D1  
Gessen W. J., Iwaszew W. W., Kożemiakin W. G., Naumowskij L. D.: **Transformator dla pojemnościowego poboru mocy z elektrycznych przesyłowych linii wysokiego napięcia.** „Transformator dla jomkostnowo otbora moszcznosti ot vysokowolnyh linij elektropriedacz”. Elektrichestwo, Moskwa, mies., Nr 10, paźdz. 52, s. 25, A4, 6 str., 5 rys., 4 wyk., 3 tabl. — Teoria pojemnościowego poboru mocy z linii przesyłowej wysokiego napięcia. Wykorzystanie linki odgromowej jako anteny. Zasada działania i konstrukcji transformatora dla pojemnościowego poboru mocy. Wyniki doświadczeń i dalsze drogi rozwoju.

9\* 621.314.21.018.6:621-218 D1  
Baron P.: **Przenoszenie drgań przez fundamenty.** Zastosowanie w przypadku transformatorów mocy. „La transmission des vibrations par les fondations. Application au cas des transformateurs de puissance”. Rev. gen. Electr., Paris, mies. t. 61, Nr 2, luty 52, s. 61; A4, 8 str., 1 fot., 4 rys., 6 wyk., 3 tabl., 4 poz. bibl. — Uproszczona teoria przenoszenia drgań oraz wyniki doświadczeń izolowania od drgań mechanicznych transformatorów 4800 kVA (ciężar 11 ton) i 33000 kVA (ciężar 80 ton). Wskazanie korzyści wynikających z pomiarów kontrolnych. Wyjaśnienie rozbieżności w otrzymanych wynikach oraz udowodnienie, że właściwa budowa fundamentów pozwala na prawie całkowite zredukowanie drgań bez potrzeby uciekania się do elastycznych materiałów izolacyjnych.

10\* 621.314.212.027.2 D1  
Chevalier H.: **Konstrukcja dużych transformatorów wysokiego napięcia.** „Construction des grands transformateurs à haute tension”. Bull. Soc. franc. Electr., Paris, mies., Nr 24, grud. 52, s. 681; A4, 8,5 str., 6 rys., 2 wyk., 5 poz. bibl., 2 osc. — Transformator typu „Shell-form-fit” o rdzeniu płaszczyznowym z blach o kryształach orientowanych jako nowoczesna konstrukcja dla transformatorów b. dużej mocy i wysokiego napięcia (ponad 18 MVA i 110 kV). Rdzeń anizotropowy (o kryształach orientowanych). Porównanie konstrukcji płaszczyznowej i rdzeniowej obwodu magnetycznego. Wypełnienie okna. Wytrzymałość udarowa (przy fali udarowej pełnej i uciętej). Względę termiczne.

## Wzmocniacze prądu zmiennego

11\* 621.314.3.621.318.4 D1  
Pistoulet B.: **Wzmocniacze magnetyczne i ich ostatnie postępy.** „Les amplificateurs magnétiques et leurs recents progrès”. Rev. gen. Electr., Paris, mies., t. 61, Nr 1, stycz. 52, s. 45, A4, 7,5 str., 4 rys., 13 wyk., 1 tabl., 14 poz. bibl. — Przypomnienie zasady działania transduktorów oraz wskazanie możliwości ich zastosowania jako wzmocniaczy magnetycznych dzięki użyciu materiałów magnetycznych o dużej przepuszczalności początkowej i łatwo nasycalnych. Analiza charakterystyki statycznej transduktora oraz jego działania w zależności od stopnia nasycenia rdzenia.

## Przekształtniki

12\* 621.314.5/6: 621.3.012 D1  
Bajew A. W., Kriczenowa J. A., Polakow W. J., Sinkow W. M., Srednych W. J.: **Charakterystyki przekształtników.** „O charakteristikach priobrazowatielnych ustanowok”. Elektrichestwo, Moskwa, mies., Nr 11, list. 52, s. 51; A4, 2 str., 2 wyk. — Sposób wyznaczania charakterystyk urządzeń przekształtnikowych (prostownikowo-przekształtnikowych). Dwa wykresy zawierające zestawienie charakterystyk dla obliczeń eksploatacyjnych.

## Prostowniki

13\* 621.314.67.001.24 D1  
Akodis M. M.: **Regulacja szybkości narastania powrotnego napięcia w obwodach z jonowymi prostownikami.** „Riegluirowanie skorosti narastanja obratnowo napriazhenja w cepiach s jonnyimi wientilami”. Elektrichestwo, Moskwa, mies., Nr 10, paźdz.



52, s. 31; A4, 7 str., 3 rys., 4 wyk., 6 poz. bibl. — Zmniejszanie szybkości narastania powrotnego napięcia przez zastosowanie nasyconych cewek indukcyjnych w układach prostownikowych z jonowymi prostownikami. Zabezpieczenie przed zabloneń zwrótnym i zwiększenie użytkowej mocy prostowników. Włączanie pojemności do obwodów. Wybór parametrów układów prostownikowych z nasyconymi dławikami. Sposób obliczania szybkości narastania powrotnego napięcia.

#### Materiały izolacyjne

14\* 621.3.017.143:621.315.611 D1  
Bonifas H.: Nowy sposób przedstawienia strat dielektrycznych w materiałach izolacyjnych stałych. „Un nouveau mode de représentation des pertes diélectriques dans un isolant solide”. Rev. gen. Electr., Paris, mies., t. 62, Nr 3, marz. 52, s. 129; A4, 7 str., 10 rys. — W świetle nowych teorii Debye'go dla stałych materiałów izolacyjnych schemat zastępczy rzeczywistego należy przedstawiać złożony z trzech elementów: 1) idealna pojemność, 2) szeregowy opór rzeczywisty (straty spowodowane ruchami cząsteczkowymi wewnątrz dielektryka) oraz 3) bocznikowy opór rzeczywisty (straty Joule'a w dielektryku). Wyrażenie kąta i współczynnika stratności dla nowego schematu zastępczego kondensatora. Badanie nad ilościowym udziałem strat dielektrycznych obu wyżej wymienionych kategorii. Zastosowanie teoretycznych rozważań dla otrzymania optymalnych warunków ogrzewania substancji przez straty w dielektrykach.

15\* 621.315.612.6 D1  
Materiały izolacyjne „Cetaver” na podstawie jedwabiu szklanego. „Isolants „Cetavers” à base de soie de verre”. Mesures, Paris, mies., r. 18, Nr 191, kw. 53, s. 221; A4, 1,5 str. — Właściwości materiałów izolacyjnych szklanych. Materiały firmy Bourgeois: nici szklane o różnych grubościach (wytrzymałość na rozwaranie), taśmy plecione z nici szklanych zastępujące „zakonetkę” stosowaną w maszynach elektrycznych, tkaniny szklane różnych grubości. Różne odmiany materiałów szklanych.

16\* 621.315.614.64 D1  
Riennje W. T.: Starzenie się nasyczonej papierowej izolacji przy napięciu stałym i zmiennym. „Starjenje popitannoj bumażnoj izolacji pri pieriemiennom i postojannom napriazienjach”. Elektricestwo, Moskwa, mies., Nr 4, kw. 52, s. 71; A4, 4,5 str., 4 wyk., 12 poz. bibl. — Zależność elektrycznej wytrzymałości nasyczonej papierowej izolacji od długości czasu działania napięcia. Analogia przebiegu starzenia się nasyczonej papierowej izolacji w kablach i w papierowych kondensatorach. Podobieństwo procesu starzenia się izolacji papierowej przy zmiennym i przy stałym napięciu.

17\* 621.313.048:621.315.617.3 D1  
Pagani D.: Rozwój lakierów izolacyjnych w zastosowaniu do konstrukcji maszyn elektrycznych. „Evoluzione delle vernici isolanti impiegate nella costruzione delle macchine elettriche”. Elettrotecnica, Milano, mies., t. 39, Nr 6, czerw. 52, s. 270; A4, 6,5 str., 9 wyk., 4 tabl. — Znaczenie lakierów izolacyjnych w konstrukcji maszyn elektrycznych. Lakierowane do izolacji blach. Rodzaje, skład chemiczny i własności fizyczne lakierów do impregnacji uzwojeń. Orientacyjne wytyczne dalszego rozwoju dziedziny lakierów izolacyjnych do maszyn elektrycznych.

#### Izolatory

18\* 621.315.626.1.004.5:621.386.1 D1  
Fiedczenko I. K., Ijeruzalimow M. J.: Nowy sposób profilaktycznych badań izolatorów w aparatach. „Nowyj metod profilaktičeskich ispytanyj apparatnych izolatorow”. Elektricestwo, Moskwa, mies., Nr 10, paźdz. 52, s. 45; A4, 4 str., 2 rys., 1 wyk., 1 tabl., 7 poz. bibl. — Badanie izolatorów przepustowych w aparatach elektrycznych przy pomocy prześwietleń rentgenowskich. Ogólne zasady prześwietlenia i wyboru najlepszych warunków. Wyniki badań. Schematyczny szkic zestawu rentgenowskiego.

#### Przęsła

19\* 621.315.661 D1  
Prystaj B. A.: Obliczanie granicznych wielkości przęseł linii napowietrznych. „Rasczot priediennyh prolotow wozduschnych linij”. Elektricestwo, Moskwa, mies., Nr 9, wrzes. 52, s. 40; A4, 5 str., 2 wyk., 1 tabl., 1 poz. bibl. — Wzory empiryczne, oparte na równaniach linii łańcuchowej, służące do łatwego i dokładnego obliczania granicznych wielkości przęseł linii napowietrznych o różnych poziomach zawieszenia.

#### Sieci i podstacje

20\* 621.316.025.3:621.2.016.313 D1  
Genkin M. D.: Równoważenie zmiennego obciążenia jednofazowego w sieci trójfazowej przy pomocy oporności biernych o stałej wartości. „Équivalence d'une charge monophasée variable sur un

réseau triphasé à l'aide de réctens fixes”. Rev. gen. Electr., Paris, t. 62, Nr 4, kw. 53, s. 198; A4, 12,5 str., 12 rys., 5 tabl., 4 poz. bibl. — Zagadnienie obciążenia jednofazowych wywołujących stan nierównowagi w sieci trójfazowej. Obliczenie i wykresy działania układu kompensującego przy pomocy oporności biernych statycznych, stan nierównowagi oraz kąt przesunięcia fazowego przy zmiennych obciążeniach jednofazowych (prądy, napięcia, oporności kompensujące, kąt przesunięcia fazowego oraz stopień nierównowagi). Działania — wady oraz zalety transformatora trójfazowego. Przykład przeliczania układu kompensującego przy pomocy oporności biernych w zastosowaniu dla spawarki elektrycznej.

21\* 621.316.1:63 D1  
Gitman M. I.: Zagadnienia zasilania energią elektryczną wsi w rejonach wielkich budów komunizmu. „Woprosy elektrosnabżenija sielskowo choziajstwa w zonach wielkich strojk komunizma”. Elektricestwo, Moskwa, mies., Nr 9, wrzes. 52, s. 28; A4, 7 str., 3 rys., 2 wyk., 4 tabl., 4 poz. bibl. — Rozmieszczenie na terenie i charakter obciążeń elektrycznych na wsi. Napięcie na sieci rozdzielczej. Charakterystyka sieci i podstacji. Metoda przybliżonego obliczania wiejskiej sieci rozdzielczej przy uwzględnieniu zagadnień technicznych i ekonomicznych.

22\* 621.316.15.027.2 D1  
Szczegłow A. P., Kosariew W. K.: Doświadczenia ze stosowania układów półzamkniętych i zamkniętych w miejskich sieciach elektrycznych. „Opyt wwiedienja poluzamknutyh i zamknutyh schiem w gorodskuju elektrosiet”. Elektricestwo, Moskwa, mies., Nr 8, sierp. 52, s. 76; A4, 5 str., 5 rys., 7 poz. bibl. — Uzasadnienie niewłaściwości stosowania układów otwartych w miejskich sieciach niskiego napięcia. Doświadczenia z eksploatacji półzamkniętej sieci z uwzględnieniem wad tego układu. Wyniki badań sieci zamkniętej. Porównanie doświadczeń eksploatacyjnych półzamkniętych i zamkniętych miejskich sieci niskiego napięcia.

23\* 621.316.15.027.3:621.315.2 D1  
Nikogosow S. N.: Zasady budowy miejskich sieci kablowych średniego napięcia. „O principach postrojenja gorodskich kablennyh sietiej sredniewo napriazienja”. Elektricestwo, Moskwa, mies., Nr 8, sierp. 52, s. 45; A4, 5 str., 6 rys., 2 wyk., 2 tabl. — Podstawowe zalecenia przy wyborze układu sieci. Stosowanie punktów rozdzielczych i ich zdolność przepustowa. Sześć schematów sieci o różnych układach. Równoległe linie zasilające i linie zerwowe.

#### Wylączniki

24\* 621.316.57.064.24:621.314.21.016.26 D1  
Baltensperger P.: Wylączanie transformatora na biegu jałowym przy pomocy nowoczesnego wyłącznika powietrznego BBC, 150 kV w podstacji Bottmingen. „Abschaltung eines leerlaufenden Transformators mit einem modernem 150 kV Brown Boveri Druckluftschaltner im Unterwerk Bottmingen der ATEL”. Brown Boveri Mitt., Baden, mies., Nr 8/9, sierp.-wrzes. 52, s. 335; A4, 7 str., 6 rys., 1 tabl., 6 poz. bibl. — Próba wylączania nieobciążonego transformatora przeprowadzona przez komisję SEV. Transformator 150/50 kV z regulacją. Układ probierczy z oscylogramami katodowymi po obydwu stronach transformatora. Opis wyłącznika. Wyniki pomiarów — współczynniki przepięć przy współpracy z siecią małoobciążoną i z generatorem (do 2,21 wartości szczytowej napięcia przewodowego lub 3,7-fazowego). Przykłady oscylogramów przy ultra-szybkim wylączaniu (oscylograf katodowy i pętlicowy). Zanotowanie wyższych przepięć po stronie niższego napięcia.

#### Regulacja

25\* 621-578.3:621.316.71 D1  
Mieżin J. K.: Samowzbudne sprzęgło z kolektorem. „Samowozbuzdajuszczajasja mufta s kollektorom”. Elektricestwo, Moskwa, mies., Nr 7, lip. 52, s. 17; A4, 3 str., 1 rys., 1 wyk., 1 poz. bibl. — Zasada działania samowzbudnego szeregowego sprzęgła elektromagnetycznego. Poślizg sprzęgła i jego regulacja za pomocą dodatkowego oporu w obwodzie twornika. Krytyczna wielkość oporu i krytyczna liczba obrotów. Warunki normalnej pracy sprzęgła.

26\* 621.316.722 D1  
Jurjew A.: Obliczenie ferorezonansowego stabilizatora napięcia. „Berechnung eines Spannungs-Ferroresonanzstabilisators”. Nachrichten — Techn., Berlin, mies., Nr 3, marz. 52, s. 20; A4, 1,5 str., 1 rys., 1 wyk., 1 poz. bibl. — Transformator z obwodem pierwotnym dostrojonym do rezonansu z częstotliwością prądu zasilającego jako stabilizator napięcia. Metody obliczenia i konstrukcja transformatora; dobór pojemności. Przykład liczbowy obliczenia transformatora i układu stabilizującego małej mocy (12 W).



- 27\* 621.316.722 D1  
Hjelms E.: Nowe źródło napięcia stabilizowanego o dużej dokładności regulacji. „Eine neue Konstantspannungsquelle hoher Regelpgenauigkeit“. ETZ, Wuppertal, dwutyg., r. 73, Nr 14, lip. 52, s. 458; A4, 1 str., 1 fot., 2 rys. — Stabilizator napięcia sieciowego jako źródło zasilania dla przyrządów o dokładności stabilizacji 0,1%. Schemat połączeń układu. Stabilizator w wykonaniu laboratoryjnym.
- 28\* 621.316.722.1:621.3.076.7 D1  
Ziemelman M. A.: Metoda dokładnej stabilizacji napięcia prądu stałego. „Mietod tocznoj stabilizacji napriazhenja postojannowo toka“. Elektricestwo, Moskwa, mies., Nr 8, sier. 52, s. 74; A4, 2 str., 3 rys., 1 poz. bibl. — Metoda stabilizacji napięcia prądu stałego z dokładnością do setnych części procentu przy zmianach, w szerokim zakresie, napięcia zasilającego i obciążenia. Zastosowanie elektronowego stabilizatora napięcia w układzie ze wzmacniaczem.
- Urządzenia zabezpieczające
- 29\* 621.316.925:621.316.57.064.22 D1  
Elmund H., Holm T.: Urządzenia przekaźnikowe dla samoczynnego powtórnego włączania. „Relay equipment designed for automatic reclosing“. ASEA J., t. 25, Nr 7-8, lip.-sier. 52, s. 91; A4, 11 str., 14 rys., 4 poz. bibl. — Ogólny przegląd warunków dotyczących stosowania samoczynnego powtórnego włączania w rozdzielczych sieciach wysokiego napięcia. Podstawowe wymagania stawiane automatycznym urządzeniom przekaźnikowym, stosowanym przy powtórnym włączaniu w zależności od typu wyłącznika, ochrony przekaźnikowej oraz rodzaju obciążenia. Dane doświadczalne z eksploatacji.
- 30\* 621.316.933.027.3 D1  
Teszner S., Ledoux Ch.: Stan obecny zagadnienia odgromników wysokiego napięcia. „La position actuelle du problème des parafoudres à haute tension“. Bull. Soc. franc. Electr., Paris, mies., Nr 22, paźdz. 52, s. 555; A4, 19 str., 6 rys., 12 wyk., 6 poz. bibl. — Artykuł ogólny omawiający dzisiejsze zagadnienia związane z konstrukcją i eksploatacją odgromników. Przepięcia występujące w sieciach — ich charakterystyki oraz metody ochrony. Warunki działania oraz wytrzymałości, którym odgromniki muszą odpowiadać. Wymagania stawiane odgromnikom z punktu widzenia skuteczności działania, wytrzymałości oraz wprowadzenia dodatkowych zaburzeń w urządzeniach (skutki ucięcia fali udarowej). Próby odgromników.
- Miernictwo elektryczne
- 31\* 621.317.351.015.3:621.314.21.045 D1  
Robinson B. C., Gray A.: Nowa metoda pomiaru napięć udarowych w uzwojeniach. „A new method for the measurement of surge voltages in windings“. Proc. Inst. El. Engrs, London, dwumies., t. 100, cz. 2, Nr 73, luty 53, s. 28; A4, 2,5 str., 3 rys., 1 oscylogr. 2 poz. bibl. — Pomiar rozkładu napięć udarowych w uzwojeniach transformatorów przy pomocy oscylografu o wielokrotnym zapisie udarów bez konieczności uszkodzania izolacji zwojowej. Metoda ta polega na przyłączaniu oscylografu do uzwojenia przy pomocy odczepów pojemnościowych (folii owiniętej na izolacji zwojowej). Istnieją dwie metody pomiaru: 1) przy pomocy wykorzystania dzielnika pojemnościowego utworzonego z pojemności płytek odchylowych oscylografu oraz pojemności odczepu, 2) przy pomocy wtórnika katodowego (metoda dokładniejsza, gdyż niezależna od pojemności odczepu pojemnościowego). Dane otrzymane w praktyce dla obu metod pomiaru.
- 32\* 621.317.39:531.787 D1  
Reynolds F. H.: Manometr elektryczny do ciśnień gazów w zakresie do 40 mm Hg. „An electrical manometer for gas pressures up to 40 mm of mercury“. J. sci. Instrum., London, mies., t. 30, Nr 3, marz. 53, s. 92; A4, 4,5 str., 2 rys., 6 wyk., 5 poz. bibl. — Podstawy teoretyczne wykorzystania zmian przewodności cieplnej gazu w zależności od ciśnienia do pomiaru małych wartości ciśnień. Charakterystyki zależności ciśnienia od temperatury dla czystego wolframu, umieszczonego w postaci cienkiego druczka w atmosferze neonu lub argonu. Budowa manometru o gorącym druczku. Obwód pomocniczy, kompensujący nieliniową charakterystykę przyrządu. Charakterystyki cechowania manometru (odchylenie w funkcji ciśnienia).
- 33\* 621.317.29:535.241.431:628.9 D1  
Luksonierz do pomiarów oświetlenia publicznego. „Luxmètre pour mesures d'éclairage public“. Mesures, Paris, mies., r. 18, Nr 191, kw. 53, s. 219; A4, 1,5 str., 1 fot., 1 rys. — Zagadnienia pomiarów oświetlenia na drogach publicznych (niskie zakresy pomiarowe, trudności wykonywania pomiarów). Wymagania odnośnie odpowiedniego luksonierza. Charakterystyka przyrządu (czułość, zakresy pomiarowe, wymiany). Budowa przyrządu, dokładność.
- 34\* 621.317.43:621.3.042.2:621.3.082.63 D1  
Krächter H.: Określanie stratności blach transformatorowych metodą kalorymetryczną. „Kalorimetrische Bestimmung der Verluste von Transformatorblechen“. ETZ, Wuppertal, dwutyg., Nr 11, czerw. 52, s. 362; A4, 4 str., 1 rys., 1 wyk., 5 tabl., 7 poz. bibl. — Zagadnienie pomiaru stratności blach transformatorowych (trudności dokładnych pomiarów, wady aparatu Epsteina). Metoda kalorymetryczna pomiaru stratności blach (rozdziel strat w żelazie i w miedzi, układ pomiarowy, elementy układu, obliczenia wyników). Zestawienie wyników pomiarów stratności metodą kalorymetryczną i aparatem Epsteina przy 10 000 Gs i 15 000 Gs. Zestawienie wyników pomiarów różnymi metodami przy 18 000 Gs. Dokładność metody kalorymetrycznej.
- 35\* 621.317.6 D1  
Wieksler G. S.: Sposób otrzymywania podstawowej krzywej magnesowania. „Mietod poluczenija osnovnoj krywój namagnicziwanija“. Elektricestwo, Moskwa, mies., Nr 10, paźdz. 52, s. 53; A4, 6,5 str., 4 rys., 9 wyk., 8 poz. bibl. — Otrzymywanie podstawowej krzywej magnesowania na ekranie lampy oscylograficznej. Schemat i opis urządzenia doświadczalnego. Badania doświadczalne i ich wyniki. Uchyby przy pomiarach wielkości B i H. Uproszczenie i przyspieszenie pomiarów przy badaniach materiałów magnetycznych.
- 36\* 621.317.722.082.73 D1  
Brewer A. W.: Woltomierz lampowy o szerokim zakresie. „An electrometer valve voltmeter of wide range“. J. sci. Instrum., London, mies., t. 30, Nr 3, marz. 53, s. 91; A4, 1,5 str., 2 rys., 3 poz. bibl. — Zalety opisanego woltomierza lampowego, np. bardzo duża oporność wewnętrzna, szeroki zakres pomiarowy. Układy przyrządu w dwóch odmianach: obwód z triodami lub pentodami. Dane techniczne elementów układu. Zastosowanie przyrządów.
- 37\* 621.317.725.001 D1  
Budarov A., Leichter L. E.: Teoria i obliczenie woltomierza refleksyjnego. „Theorie und Berechnung eines Reflex-Voltmeters“. Nachrichten Techn., Berlin, mies., r. 2, Nr 11, list. 52, s. 326; A4, 6 str., 3 rys., 8 wyk., 4 poz. bibl. — Układ połączeń i charakterystyka woltomierza lampowego. Teoretyczne podstawy pracy woltomierza o liniowej charakterystyce podziałki. Obliczenie wychyleń, oporu i prądu woltomierza. Zestawienie właściwości i zakresy przyrządów. Wyniki badania woltomierzy lampowych, charakterystyki i dane techniczne (np. zastosowanie lampy). Schematy blokowe woltomierzy lampowych.
- 38\* 621.317.733 D1  
Krotkow I. N.: Klasyfikacja układów mostkowych prądu stałego i zmiennego. „Klassifikacija mostowych schiem postojannowo i pieriemiennowo tokow“. Elektricestwo, Moskwa, mies., Nr 10, paźdz. 52, s. 60; A4, 7,5 str., 4 rys., 6 tabl., 5 poz. bibl. — Ogólne wiadomości o pomiarowych układach mostkowych. Klasyfikacja układów mostkowych w zależności od rozmieszczenia elementów wzorcowych. Tablice zależności dla różnych wariantów. Nowa klasyfikacja mostków według układu elementów składowych.
- 39\* 621.317.724 D1  
Moerder C.: Specjalny omomierz z ruchomą zwojnicą. „Spezielle Drehspiel-Ohmmeter“. Arch. techn. Messen, München, mies., Nr 205, luty 53, s. 37; A4, 4 str., 5 rys., 1 wyk., 2 poz. bibl. — Omomierz z potrójną skalą dla pomiaru R, L, C (skala w formie diagramu). Objaśnienie sposobu odczytywania wartości na skali. Zastosowanie omomierza w technice radiowej. Nowy układ omomierza z przełączaniem oporu dodatkowego. Przykłady wykonywania pomiarów przy pomocy opisanego omomierza (wybór prądu przy pomiarze indukcyjności). Układ pomiarowy omomierza na zasadzie porównania spadków napięć.
- 40\* 621.317.784.025.1:625.3.025.3:621.3.029.3 D1  
Nowy astatyczny precyzyjny watomierz 1- i 3-fazowy dla częstotliwości akustycznych. „Neue astatische Einphasen und Dreiphasen Präzisionsleistungsmesser für Tonfrequenz“. Nachrichten Techn., Leipzig, mies., r. 2, Nr 3, marz. 52, s. 74, A4, 5 str.: 1 fot., 5 rys., 3 wyk., 5 poz. bibl. — Nowy elektrodynamiczny watomierz o zawieszaniu taśmowym układu ruchomego i wskazówce świetlnej. Astatyczna budowa watomierza, obliczenie momentu napędowego, indukcji i stałej przyrządu. Przyrząd wykonany jako watomierz 3-fazowy. Obliczenie momentu skracającego, zawieszenia układu ruchomego. Układ optyczny wskaźnika świetlnego. Uchyby i wpływy obce przy wielkich częstotliwościach. Kompensacja uchybów.
- 41\* 621.317.784.029.5 D1  
Wilde H.: Watomierz o prostowniku do pomiaru obciążenia przy wielkiej częstotliwości. „Hochfrequenz — Leistungsmesser mit Trockengleichrichter“. Arch. techn. Messen, München, mies., Nr 204, stycz. 53, s. 5; A4, 2 str., 2 rys., 3 wyk., 5 poz. bibl. — Przyrządy do pomiaru mocy przy wielkiej częstotliwości. Wato-



miernik z prostownikami czuymi na fazę (układ połączeń, wykres wektorowy). Watomierze elektrodynamiczne o prostownikach. Charakterystyka watomierza do pomiaru mocy przy wielkiej częstotliwości (do 200 kHz). Dokładność i zużycie własne przyrządu.

#### Cewki i przekładniki

42\* 621.3.012.3:621.318.33.001.24 D1  
Tagg G. F.: **Nomogramy pomocne przy projektowaniu cewek elektromagnesów prądu stałego.** „Nomographic aids to the design of d.c. magnet coils”. Beama J., London, t. 59, Nr 179, maj 52, s. 131; A5, 4 str., 2 rys., 3 wyk. — Obliczanie cewek elektromagnesów prądu stałego stosowanych do przyrządów i w przekładnikach. Wyznaczenie wymiarów, poboru mocy, maksymalnej wartości amperozwoju dopuszczalnej ze względu na grzanie, przy pomocy podanych nomogramów. Wyprowadzenie zależności reprezentowanych przez nomogramy.

43\* 621.318.54.001.24 D1  
Briesler A. M.: **Indukcyjny przekładnik oporowy.** „Indukcyjnoje riele soprotiwlenja”. Elektricestwo, Moskwa, mies., Nr 9, wrzes. 52, s. 57; A4, 4 str., 2 rys., 1 wyk. — Zasadz działania indukcyjnego przekładnika oporowego. Obliczanie przekładnika oporowego dla różnych charakterystyk z małym uchybem wskutek przeciwdziałających momentów mechanicznych.

#### Oświetlenie elektryczne

44\* 621.327.3:628.971.7:725.346.5 D1  
Felzer C. A.: **Para rtęci dla oświetlenia tunelu.** „Mercury vapor for tunnel lighting”. Illum. Engng., New-York, t. 47, Nr 8, sier. 52, s. 422; A4, 1 str., 1 fot. — Oświetlenie lampami rtęciowymi tunelu długości 450 m. Przejście z dziennego światła za pomocą lamp gęściej umieszczonych w bliskości wejść, sterowanych fotoelektrycznymi komórkami.

45\* 621.327.38:628.972:66/68 D1  
Noël E. B., Lindsay E. A.: **Odbłyśnikowe lampy rtęciowe i ich przemysłowe zastosowanie.** „Reflectorized mercury lamps and their industrial applications”. Illum. Engng., New York, mies., t. 47, Nr 10, paźdz. 52, s. 547; A4, 6 str., 8 fot., 2 wyk., 1 tabl., 3 poz. bibl. — Cztery typy lamp rtęciowych o srebrzonej lub aluminiowej bańce. Nowy sposób przeprowadzania doprowadzenia prądu przez ścianki wewnętrznej bańki kwarcowej przy użyciu folii molibdenowej. Zastosowanie tych lamp do celów ogólnego oświetlenia i specjalnych.

46\* 621.327.4:621.316.722 D1  
Burns C. H., Bachman H. E.: **Nowy stabilizator pojemnościowo-indukcyjny dla lamp wyladowczych.** „A new lead-lag ballast for discharge lamps”. Illum. Engng., New York, mies., t. 47, Nr 10, paźdz. 52, s. 534; A4, 4, 5 str., 20 fot., 2 rys., 3 tabl., 2 poz. bibl. — Rodzaje dwulampowych układów dotychczas używanych. Opis nowego układu sprzężonego. Analiza pracy. Analiza startu. Praca lamp po dłuższym czasie świecenia. Trwałość. Podsumowanie.

47\* 621.327.42 D1  
Gugelberg H. L.: **Lampy wyladowcze o zimnej katodzie.** „Kaltkathodenröhren”. Bull. SEV, Zurich, dwutyg., Nr 3, 7 lut. 53, s. 81; A4, 7 str., 3 rys., 2 wyk., 5 poz. bibl. — Ostatnie postępy w dziedzinie lamp wyladowczych o zimnej katodzie w szczególności lamp świetlanych. Rodzaje lamp świetlanych, ich charakterystyki, mechanizm działania, sterowanie. Kilka typowych przykładów zastosowania lamp świetlanych, jak np. do elektronowych maszyn do liczenia, do sygnalizacji, jako bardzo czułych przekładników itd.

48\* 621.327.43:621.316.722 D1  
André P.: **Niektóre zagadnienia związane ze stabilizatorami lamp fluoryzujących.** „Quelques problèmes posés par ballasts pour tubes fluorescents”. Bull. A. I. M., Liège, mies., r. 64, Nr 3, marz. 51, s. 165; A4, 5 str., 4 fot., 2 rys., 5 wyk. — Analiza zagadnienia stabilizacji lamp fluoryzujących, przeprowadzona na tle dostosowania stabilizatora do lampy oraz do sieci prądu zmiennego. Omówienie elementów składowych stabilizatora dla układu duo oraz części mechanicznej i termicznej zagadnienia.

49\* 621.327.43:621.385.12 D1  
Gruber W.: **Fluoryzujące świetlówki o zimnej katodzie.** „Kaltkathoden-Fluoreszenz-Leuchtröhren”. Bull. SEV, Zurich, dwutyg., Nr 5, marz. 52, s. 164; A4, 2 fot., 6 rys., 3 poz. bibl. — Szybki rozwój budowy i zastosowania świetlówek. Przegląd historii

od 1907 r. Różnice między lampami i rurami fluoryzującymi. Przykłady konstrukcji lamp wysokiego i niskiego napięcia. Materiał elektrod. Porównanie katody zimnej i żarzonej. Zalety rur fluoryzujących o zimnej katodzie: duża trwałość, regulacja jasności, proste przybory pomocnicze, łatwy sposób łączenia w zespoły.

50\* 621.327.43:621.396.823 D1  
Volta E.: **Uwagi o zakłóceniach niskiej częstotliwości spowodowanych przez lampy fluoryzujące.** „Beobachtungen über durch Leuchtröhren verursachte Niederfrequenz-Störungen”. Elektrotechnik (Berlin), Leipzig, mies., Nr 4, kw. 52, s. 154; A4, 4, 5 str., 19 fot., 13 rys., 10 poz. bibl. — Analiza zakłóceń małej częstotliwości spowodowanych przez lampy fluoryzujące. Pomiar oscylograficzne dla różnych układów połączeń z jedną i kilkoma lampami. Pochodzenie zakłóceń. Uwagi o dławikach i zapłonnikach.

51\* 621.327.43:628.974.7 D1  
Fonsèque J.: **Reklama i reklamy świetlne.** „Publicité et enseignes lumineuses”. Lux, Paris, 5 zes. w ciągu roku, r. 21, Nr 1, stycz.-lut.-marz. — kw. 53, s. 8; A4, 4 str., 4 fot. — Krótki przegląd historyczny rozwoju reklam świetlnych. Wskazanie możliwości uzyskania nowych rozwiązań przez zastosowanie do celów reklam lamp fluoryzujących, które dzięki rozległej gamie barw przyczyniają się do podniesienia nocnej dekoracji miasta. Liczne ilustracje zrealizowanych rozwiązań.

52\* 621.327.43.002.2 D1  
Brunin M.: **Niektóre zagadnienia dotyczące produkcji lamp fluoryzujących.** „Quelques problèmes relatifs à la fabrication des lampes fluorescentes”. Bull. A.I.M., Liège, mies., r. 64, Nr 3, marz. 51, s. 159; B5, 6 str. — Schematyczne przedstawienie toku automatyzowanej produkcji taśmowej lamp fluoryzujących z gorącą katodą. Omówienie na przykładzie pudrowania lamp i produkcji katod, wskazanie jak bardzo są złożone, trudne i delikatne poszczególne czynności produkcyjne oraz jak ważne zagadnienia techniczne, fizyczne, chemiczne i inne wiążą te czynności.

#### Trakcja elektryczna

53\* 621.331.001.24:625.1/2 D1  
Vince S. A.: **Od rozkładu jazdy do obciążeń podstacji.** „From time-table to substations”. Railway Gaz., London, tyg., t. 98, Nr 8, lut. 53, s. 206; A4, 2, 5 str., 2 rys., 1 tabl., 9 poz. bibl. — Omówienie sposobów obliczania w projektowaniu kolei elektrycznej. Wychodząc z założonych parametrów ruchowych, podano sposób obliczenia mocy lokomotywy, nagrzewania się silników, zapotrzebowania mocy, sprawdzenia rozmieszczenia podstacji oraz dobór zespołów prostownikowych. Szereg pozycji bibliograficznych.

54\* 621.332.324:621.315.52/53:621.335.43 D1  
Albert L.: **Trwałe zastosowanie dla R.A.T.P. przewodów jezdnych stalowo-aluminiowych.** „L'emploi systématique par la RATP des fils de contact en aluminium acier”. Rev. Alumin., Paris, mies., r. 29, Nr 191, wrzes. 52, s. 308; A4, 3 str., 3 fot., 1 rys. — Opis badań przedsięwziętych przez R.A.T.P. nad stalowo-aluminiowymi przewodami jezdnymi dla trolejbusów. Sprawozdanie obejmuje wyniki badań za okres 5 lat eksploatacji sieci trolejbusowej z tych przewodów. Osiągnięte wyniki dowodzą, że zastosowanie AlFe na przewody jezdne nie jest rozwiązaniem zastępczym, lecz poważnym krokiem naprzód w tej dziedzinie.

55\* 621.233:621.3.047.43.004.6 D1  
Neukirchen J.: **Rowki od kurzu oraz odciski na węglowych szczotkach silników tramwajowych.** „Staubwillen und Petschafformen an Kohlenbürsten von Strassenbahnmotoren”. Elektr. Bahnen, München, mies., r. 24, Nr 4, kw. 53, s. 89; A4, 3 str., 11 fot., 2 rys. — Opis uszkodzeń szczotek węglowych na skutek kurzu oraz nierównomiernego odbioru na powierzchni styku. Liczne przykłady uszkodzeń typowych, ilustrowane fotografiami. Znaczenie filtrowania powietrza chłodzącego w silnikach tramwajowych.

#### Napędy elektryczne

56\* 621.34:622.233.244-8 D1  
Kikiewicz N. A.: **Napęd elektryczny kombajnu węglowego typu „Donbas”.** Elektropriwod uogolno kombajna tipa „Donbas”. Elektricestwo, Moskwa, mies., Nr 4, kw. 52, s. 24; A4, 7 str., 1 rys., 9 wyk., 4 tabl., 10 poz. bibl. — Podstawowe dane silnika głównego i pomocniczego. Charakterystyki mechaniczne i elektryczne silników. Wpływ zastosowanego silnika głównego na wydajność kombajnu. Sposób wyznaczenia podstawowych parametrów głównego silnika i przykład liczbowy.

Niniejszy Przegląd Bibliograficzny zawiera jedynie część analiz dokumentacyjnych publikacji z zakresu elektrotechniki. Pełna dokumentacja ukazuje się w postaci kart dokumentacyjnych, wydawanych przez Centralny Instytut Dokumentacji Naukowo-Technicznej (Warszawa, Al. Niepodległości 188). CIDNT przyjmuje prenumeratę kart dokumentacyjnych, która może obejmować zarówno całą dokumentację naukowo-techniczną, jak i działy lub poszczególne zagadnienia i tematy techniczne.

CIDNT wykonuje za zwrotu kosztów fotokopie i mikrofilmy publikacji objętych Przeglądem Dokumentacyjnym jak i kartami dokumentacyjnymi.





## KONKURS

### na najlepszy opis pracy stowarzyszeniowego koła zakładowego ogłoszony przez Naczelną Organizację Techniczną i Komitet do Spraw Radiofonii „Polskie Radio”

Koło zakładowe jest nową i podstawową formą organizacyjną ruchu stowarzyszeniowego, jest najważniejszym odcinkiem zorganizowanej walki stowarzyszeń naukowo-technicznych o postęp techniczny i realizację narodowych planów gospodarczych.

#### 1. Cel konkursu.

Celem konkursu jest:

- 1) popularyzacja ruchu stowarzyszeń naukowo-technicznych przez pokazanie pracy podstawowej komórki tego ruchu,
- 2) propaganda szerokiej akcji organizowania kół zakładowych,
- 3) zebranie możliwie obszernego materiału dla ustalenia metod i zakresu pracy koła stowarzyszeniowego,
- 4) upowszechnienie metod i form pracy przodujących kół zakładowych.

#### 2. Warunki konkursu.

1) Kto może wziąć udział w konkursie? Uczestnictwo w konkursie nie jest niczym ograniczone, musi tylko dotyczyć koła zakładowego i ściśle opierać się na faktycznym materiale. Autorami pracy mogą być zarówno poszczególne osoby, jak i zespoły, zarówno członkowie stowarzyszeń, jak i osoby postronne.

2) Jakie wymagania stawia się pracy konkursowej?

a) Objętość pracy nie powinna w tekście przekraczać 10 stron i 60 znaków w wierszu maszynopisu (tj. około 2000 znaków na stronie przy 35 wierszach); rysunki, fotografie, wykresy związane z tekstem nie wchodzi do obliczenia powyższej objętości i w tym zakresie nie stawia się żadnych ograniczeń.

b) Forma pracy konkursowej może być dowolna, a więc zarówno ściśle sprawozdanie techniczne, jak reportaż lub inne opracowanie literackie.

3) Ogólna dyspozycja treści pracy. Przedmiotem pracy konkursowej mogą być tylko zdarzenia i fakty, które miały miejsce w czasie od początku 1952 roku do dnia 25 lutego 1954 roku. Pożądane jest, aby praca konkursowa obejmowała możliwie całokształt działalności koła zakładowego, wiążąc tę działalność z wszechstronną walką inżynierów i techników o postęp techniczny w ich zakładzie pracy.

Spośród ważniejszych zagadnień, które mogą być tematem prac konkursowych należy w szczególności wymienić następujące:

a) ujawnienie i pełne wykorzystanie mocy produkcyjnej zakładu;

b) naukowo-techniczne ustalenie warunków i kontrola istniejących procesów technologicznych oraz prace związane z wyborem i wprowadzeniem nowych metod i nowych procesów technologicznych;

c) prace związane z ulepszeniem organizacji i dyscypliny pracy, ustaleniem właściwych norm użycia materiałów, paliw i energii elektrycznej oraz podniesieniem wydajności i bezpieczeństwa pracy;

d) walka o polepszenie jakości produkcji i obniżenie kosztów własnych;

e) współpraca koła zakładowego z administracją przemysłową oraz z zakładowymi organizacjami społecznymi.

Inne formy pracy kół zakładowych, które mogą stanowić tematykę prac konkursowych, są wymienione w wytycznych organizacyjnych dla kół zakładowych podanych w załączniku do Regulaminu Ramowego Kół Zakładowych (wydawnictwo NOT), oraz w „Przeglądzie Technicznym” nr 7/1952.

#### III. Organizacja konkursu.

1) Organizatorzy: Naczelna Organizacja Techniczna i Komitet do Spraw Radiofonii „Polskie Radio”.

2) Terminy: a) konkurs ogłoszony został przez radio i w prasie codziennej w grudniu 1953 r. oraz w grudniowych (ew. styczniowych 1954 r.) zeszytach czasopism technicznych NOT; b) prace konkursowe wolno nadsyłać od chwili ogłoszenia konkursu do dnia 1 marca 1954 r. (data stempla pocztowego); c) wyniki konkursu ogłoszone będą do dnia 15 kwietnia 1954 r.

3) Sposób oceny prac konkursowych. Ocena prac konkursowych dokonywana będzie przez dwie instancje, najpierw przez komisje stowarzyszeniowo-branżowe, a następnie przez Komisję Główną Konkursu. Kryteria oceny wynikają z ogólnych dyspozycji, dotyczących treści prac (ob. p. II, § 3). W przypadku uznania danej pracy za nie odpowiadającą założeniom i celowi konkursu przez komisję stowarzyszeniowo-branżową praca ta nie będzie przedstawiona do rozpa-

trywania Komisji Głównej. Po uzyskaniu oceny pozytywnej i opinii kwalifikującej daną pracę ze strony komisji stowarzyszeniowo-branżowej praca będzie przejrzana przez Komisję Główną, która po zapoznaniu się z wszystkimi zakwalifikowanymi pracami konkursowymi dokona podziału nagród. W skład Komisji Głównej Konkursu wchodzi przedstawiciele NOT powołani przez Komisję Główną Postępu Technicznego NOT oraz przedstawiciel Komitetu do Spraw Radiofonii „Polskie Radio”.

Komisje stowarzyszeniowo-branżowe będą powołane przez Komisję Główną Konkursu w porozumieniu z zarządami głównymi stowarzyszeń naukowo-technicznych. Będą to komisje następujące (w nawiasie podano odpowiadające im stowarzyszenia):

1) Komisja Budownictwa, Instalacji Budowlanych i Drogo-wnictwa (Polski Związek Inżynierów i Techników Budownictwa, Stowarzyszenie Naukowo-Techniczne Inżynierów i Techników Komunikacji PRL, Stowarzyszenie Naukowo-Techniczne Inżynierów i Techników Sanitarnych, Ogrzewnictwa, Gazownictwa i Terenów Zielonych, Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Wodno-Melioracyjnych PRL).

2) Komisja Chemii (Stowarzyszenie Naukowo-Techniczne Inżynierów i Techników Przemysłu Chemicznego).

3) Komisja Elektrotechniki (Stowarzyszenie Elektryków Polskich).

4) Komisja Górniczo-Hutnicza (Stowarzyszenie Naukowo-Techniczne Inżynierów i Techników Górnictwa, Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Przemysłu Hutniczego i Stowarzyszenie Naukowo-Techniczne Inżynierów i Techników Przemysłu Naftowego).

5) Komisja Mechaniki i Odlewnictwa (Stowarzyszenie Inżynierów i Mechaników Polskich i Stowarzyszenie Naukowo-Techniczne Odlewników Polskich).

6) Komisja Drzewnictwa i Papiernictwa (Stowarzyszenie Naukowo-Techniczne Inżynierów i Techników Leśnictwa i Drzewnictwa i Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Przemysłu Papierniczego w Polsce).

7) Komisja Geodezyjna (Stowarzyszenie Naukowo-Techniczne Geodetów Polskich).

8) Komisja Włókiennictwa (Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Przemysłu Włókienniczego).

9) Komisja Spożywczo-Rolnicza (Stowarzyszenie Naukowo-Techniczne Inżynierów i Techników Rolnictwa, Stowarzyszenie Naukowo-Techniczne Inżynierów i Techników Przemysłu Spożywczego).

W skład każdej komisji stowarzyszeniowo-branżowej wchodzi 3 osoby: sekretarz generalny jednego z odpowiednich branżowo stowarzyszeń, redaktor jednego z odpowiednich czasopism oraz przewodniczący jednej z odpowiednich branżowo komisji postępu technicznego.

Ponadto w zebraniach komisji stowarzyszeniowo-branżowych uczestniczyć będzie sekretarz Głównej Komisji Konkursowej lub jeden z jej członków.

4) Sposób nadsyłania prac. Prace powinny być przysyłane w kopercie adresowanej jak następuje: Naczelna Organizacja Techniczna, Warszawa ul. Czackiego 3/5 „Konkurs na opis pracy koła zakładowego”.

Na odwrocie koperty powinno być podane godło wysyłającego pracę. W kopercie obok pracy konkursowej, podpisanej godłem i wskazującej na wstępie, którego koła zakładowego praca ta dotyczy, powinna znajdować się druga, załączona, koperta zawierająca nazwisko i adres osoby zgłaszającej pracę.

5) Ustalono następujące nagrody konkursowe:

|                      |            |            |
|----------------------|------------|------------|
| jedna nagroda I      | zł 5000    | — 5000 zł, |
| trzy nagrody II      | po zł 2000 | — 6000 zł, |
| sześć nagród III     | po zł 1000 | — 6000 zł, |
| szesnaście nagród IV | po zł 500  | — 8000 zł. |

Główna Komisja Oceny Prac Konkursowych może nie przyznać pierwszej nagrody w przypadku, kiedy żadna z prac nie będzie reprezentowała dostatecznie wysokiego poziomu.

6) Prawa do prac zgłoszonych na konkurs. Prace zgłoszone na konkurs są pod ochroną obowiązującego prawa autorskiego z tym, że Główna Komisja Konkursowa po opłaceniu honorarium zgodnie z obowiązującymi stawkami ma prawo pierwszeństwa w drukowaniu zgłoszonych prac w całości lub częściowo, według swego uznania, w czasopismach technicznych lub prasie codziennej w okresie od ogłoszenia konkursu (3. XI. 53 r.) do 31. XII. 1954 r.

## Informacja w sprawie rozpowszechniania w roku 1954 „PRAC INSTYTUTÓW NAUKOWO-BADAWCZYCH” wydawanych przez Państwowe Wydawnictwa Techniczne

Podobnie jak w roku 1953 „Prace Instytutów Naukowo-Badawczych” będą rozprowadzane w roku 1954 systemem abonamentowym.

Zakłady pracy, instytucje i osoby prywatne, które pragną zapewnić sobie otrzymywanie kolejnych zeszytów „Prac INB” w roku 1954 powinny przesłać zamówienie na ich dostawę pod adresem:

*Księgarnia Techniczna „Domu Książki”  
Warszawa, ul. Bracka 20.*

Zamówienia należy składać na formularzu, który otrzymać można w tej księgarni. Zamówienia złożone na rok 1953 tracą swą ważność po wysłaniu przez księgarnię ostatniego zeszytu „Prac INB” za rok 1953. Na rok 1954 każdy abonent powinien złożyć nowe zapotrzebowanie.

Przesłane zamówienie zobowiązuje do odbioru i opłacania wszystkich zeszytów (lub tylko zeszytów zamówionej serii) wychodzących w ramach planu wydawniczego danego instytutu na rok 1954.

### *Zwroty nie będą przyjmowane*

Na podstawie zamówień księgarnia „Domu Książki” będzie wysyłać zamawiającemu kolejne zeszyty „Prac INB” z roku 1954.

Przesyłka nastąpi w miarę ukazywania się poszczególnych zeszytów za zaliczeniem pocztowym z doliczeniem kosztów przesyłki. Na odbiorcy ciąży obowiązek wykupienia z poczty paczki zaraz po zawiadomieniu o nadejściu, gdyż zwłoka powoduje odesłanie paczki przez pocztę z powrotem do księgarni, niepotrzebną korespondencję i koszty powtórzonego wysłania.

Księgarnia będzie dostarczać — również na zamówienie — poszczególne zeszyty „Prac INB” z roku 1951, 1952 i 1953 w przypadku posiadania ich na składzie.

W roku 1954 będą w obrocie księgarskim „Domu Książki” prace następujących instytutów:

1. Głównego Instytutu Górnictwa w seriach: A. Górnictwo (obejmuje: górnictwo właściwe, mechaniczną przeróbkę węgla, petrologię, geologię węgla itp.); B. Koksownictwo i badania węgla (obejmuje: koksownictwo, wytłewanie, chemiczną przeróbkę węgla i węglowod. pochodnych, badania analityczne itp.);

2. Instytutu Mechanizacji Górnictwa;
3. Instytutu Naftowego w seriach: A. Kopalnictwo, B. Rafinerie;
4. Instytutu Ministerstwa Hutnictwa;
5. Instytutu Odlewnictwa;
6. Instytutu Mechaniki (łącznie wydawnictwo Instytutów: Metaloznawstwa i Aparatury Naukowej, Obrabiarek i Obróbki Skrawaniem oraz Obróbki Plastycznej);
7. Instytutu Spawalnictwa;
8. Instytutu Techniki Ciepłej;
9. Instytutu Urbanistyki i Architektury w seriach: I. Architektoniczna, II. Urbanistyczna, III. Tereny zieleni i układy wieloprzestrzenne;
10. Instytutu Techniki Budowlanej w seriach: I. Materiały budowlane, II. Konstrukcje budowlane, III. Drogi i mosty;
11. Instytutu Budownictwa Mieszkaniowego;
12. Instytutu Organizacji i Mechanizacji Budownictwa;
13. Instytutu Technologii Krzemianów;
14. Głównego Instytutu Przemysłu Rolnego i Spożywczego;
15. Instytutu Przemysłu Mleczarskiego;
16. Instytutu Elektrotechniki;
17. Przemysłowego Instytutu Telekomunikacji;
18. Instytutu Łączności;
19. Instytutu Włókiennictwa;
20. Instytutu Jedwabiu Naturalnego;
21. Instytutu Przemysłu Włókien Łykowych;
22. Instytutu Celulozowo-Papierniczego;
23. Instytutu Gospodarki Komunalnej;
24. Centralnego Instytutu Ochrony Pracy;
25. Instytutu Ekonomiki i Organizacji Przemysłu w seriach: 0. Ogólnoprzemysłowej, 01. Przemysłu ciężkiego, 02. Przemysłu lekkiego, 03. Rolnictwa oraz przedsiębiorstw przemysłu rolnego i spożywczego; wskazane jest, aby abonenci poszczególnych serii „01” „02” lub „03” zamawiali równocześnie serię „0”;
26. Instytutu Wzornictwa Przemysłowego.