

PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

ORGAN

MINISTERSTWA ENERGETYKI, MINISTERSTWA PRZEMYSŁU MASZYNOWEGO,
STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH

ROK XXIX

ZESZYT 7

21.VII.1953

ŚWIĘTO ODRODZENIA POLSKI

Ekonomika polska zmieniła się od podstaw z chwilą, gdy jej gospodarzem stał się lud pracujący, gdy jedynym jej włodarzem jest dziś naród polski. Jego potrzebom, jego interesom, wzmacnianiu jego sił, kształtowaniu jego przyszłości służy dziś cała nasza gospodarka narodowa.

Mocnym i niezawodnym oparciem dla praw obywatelskich i wolności demokratycznych są nasze przeobrażenia społeczno-gospodarcze oraz ludowy charakter naszej władzy i przodująca, kierownicza w niej rola polskiej klasy robotniczej, która strzec będzie zawsze niezłomnie sojuszu z podstawowymi masami chłopstwa pracującego w budownictwie nowego socjalistycznego ustroju społecznego.

Wyzwolenie ludu pracującego z jarzma wyzysku kapitalistyczno-obszarniczego nadało pracy nową treść, uczyniło z niej wolny i twórczy czynnik naszego nowego bytu, naszych przeobrażeń społecznych, czynnik nieustannego wzrostu siły i potęgi naszego państwa, a co za tym idzie — naszej wolności i niepodległości oraz twórczego rozwoju naszego narodu.

Nasza Konstytucja wyrasta z najgłębszych pokładów polskiej gleby, z walk i z woli polskiego ludu, wyrasta z dziejów naszego narodu i jest wcieleniem jego wielowiekowych dążeń, jest rozwinięciem jego najbardziej postępowych tradycji, które są dla nas przedmiotem dumy.

Uchwalenie przez Sejm Konstytucji Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej wzmocni siły naszego narodu, jeszcze bardziej scementuje nasz narodowy front walki o utrwalenie pokoju, o realizację Planu Sześcioletniego. Wzmocni to nasz wkład do walki, którą toczy dziś cały wielki światowy obóz pokoju i postępu.

Konstytucja Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej stanie się świadectwem wielkości naszego narodu, świadectwem trwałego zwycięstwa postępowego nurtu w dziejach naszego narodu, zwycięstwa sprawy klasy robotniczej i sojuszu robotniczo-chłopskiego.

Uchwalona przez Sejm Ustawodawczy Konstytucja Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej będzie tarczą i orężem naszego narodu w walce o rozkwit i świetność naszej Ojczyzny — Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej.

B. BIERUT
(18.VII.1952)



WYDAWNICTWO NACZELNEJ ORGANIZACJI TECHNICZNEJ

PRZEGŁĄD ELEKTROTECHNICZNY

Rok XXIX, z. 7
21 lipca 1953 r.

XXIX-й год, вып. 7
21 июля 1953 г.

Vol. XXIX, No 7
July 21, 1953

SPIS RZECZY

22 Lipca.
Do elektryków polskich. Odezwa VI Zjazdu Delegatów SEP (11.V.53).
Głowacki A. Rozruch wielostopniowy w napędzie elektrycznym wirówek cukrowniczych.
Sielski E. Uwagi w sprawie celowości stosowania pojedynczego układu szyn zbiorczych.
Kožuchowski J. Automatyka kotłowa.
Michalak W. Zagadnienia zabezpieczeń przekątnikowych.
Żurkowski J. Dobór wielkości oporu uziemienia w sieciach niskiego napięcia.
Bresler I. Utwardzanie elektroiskrowe narzędzi w świetle nowszych badań radzieckich.
Woynarowski Z. Wyposażenie łączników niskonapięciowych.
Fischer W. Zagadnienia ogólne w dziedzinie szkolenia.
Fischer W. Zadania i podstawowe kierunki działalności terenowej w zakresie szkolenia zawodowego (wytyczne dla referentów szkoleniowych Oddziałów SEP).
Srebrzyński J. Działalność ośrodków konsultacyjnych.
Dymecki T. Zagadnienia kursów specjalizacyjnych krótkoterminowych w terenie.
Narada szkoleniowa SEP 4.II.53 (przebieg obrad).
Archiwum Elektrotechniki.
Biuletyn Instytutu Elektrotechniki: Udoskonalenia mierników elektromagnetycznych.
Wydawnictwa nadesłane.
Przegląd dokumentacyjny elektrotechniki.

СОДЕРЖАНИЕ

22 июля.
Воззвание к польским электрикам (11.V.53).
Гловацкий А. Многоступенчатый пуск сахарных центрифуг с электрическим приводом.
Сельский Е. О целесообразности применения одиночной системы собирательных шин.
Кожуховский Я. Котельная автоматика.
Михаляк В. Проблемы релейной защиты.
Жураковский Е. Подбор величины сопротивления заземления в сетях низково напряжения.
Бреслер И. Электроискровое упрочнение инструментов в освещении новейших советских исследований.
Войнаровский З. Оснащение выключателей низкого напряжения.
Фишер В. Общие вопросы в области технического обучения.
Фишер В. Задачи и основные направления профессионального обучения на местах.
Сребжинский Ю. Деятельность консультантских центров.
Дымецкий Т. Вопросы краткосрочных курсов на местах для специалистов.
Советские О.П.Э. по вопросам технического обучения (4.II.53).
„Электротехнический Архив”.
Бюллетень Электротехнического Института:
Усовершенствование электромагнитных измерительных приборов.
Поступившие публикации.
Библиографический обзор электротехники.

CONTENTS

„July 22”.
Proclamation by the VI Session of Delegates of A.P.E.E. (11.V.53) to Polish electrical engineers.
Głowacki A. Multi-stage starting of electric drives for sugar centrifugals.
Sielski E. Notes on the practicability of the single bus-bar system.
Kožuchowski J. Boiler automatics.
Michalak W. Relay protection problems.
Żurkowski J. Selecting earthing resistance magnitudes in low-tension systems.
Bresler I. The electric spark system of tool hardening in the light of recent Soviet research.
Woynarowski Z. Low-tension switch equipment.
Fischer W. General problems of professional training.
Fischer W. Problems and basic trends of activities in professional training (directives for education officers of the A.P.E.E. training centres).
Srebrzyński J. Activities of consultation centres.
Dymecki T. The problem of short-term specialisation courses in educational areas.
A. P. E. E. consultation on educational problems (4.II.53).
Archiwum Elektrotechniki.
Bulletin of the Electrotechnical Institute:
Perfecting magnetic measuring instruments.
Publications received.
Electrical Bibliographic Review.

Warunki prenumeraty PRZEGŁĄDU ELEKTROTECHNICZNEGO w 1953 r.

I. Prenumerata normalna

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

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

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

II. Prenumerata ulgowa

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

Z prenumeraty ulgowej korzystać mogą tylko:

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

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

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

Zgłoszenia na prenumeratę ulgową należy składać:

na III kwartał — do 1 czerwca 1953 r.,

„ IV „ — do 1 września 1953 r.

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

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

Nakład 6100, ark. wyd. 10,6, Papier ilustr. kl. V 70 g. — 86 × 122/16. Oddano do składania 27. V. 53. Podp. do druku 7. VII. 53. Druk ukończ. 16. VII. 53. Druk. im. Rewolucji Październikowej. W-wa, Mińska 65. Zam. Nr 598c/53 4-B-14297.

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 Zarnecki

Rok XXIX

Warszawa, 21 lipca 1953 r.

Zeszyt 7

22 LIPCA



W dniu 22 lipca cały naród polski obchodzi swe radosne Święto Odrodzenia — rocznicę Manifestu PKWN i rocznicę uchwalenia Konstytucji Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej. W dniu tym we wszystkich zakładach pracy, we wszystkich skupiskach ludzkich dokonywamy przeglądu swych dotychczasowych osiągnięć. Z dumą, ale krytycznie spoglądamy na swoje zwycięstwa analizując, czy nie mogły być one jeszcze większe. Uprzypominamy sobie zadania stojące przed nami, dokonywamy przeglądu swych sił i wytyczamy metody walki o jeszcze lepsze rezultaty, o jeszcze szybszą budowę socjalizmu.

Nawet pobieżne spojrzenie na dotychczasowe owoce naszej pracy i naszej walki przypomina nam wypowiedź Lenina z 7 listopada 1918 r.: „Żyjemy w szczęśliwych czasach, kiedy przeprowadzenie wielkich socjalistów zaczęły się sprawdzać“.

Produkcja energii elektrycznej z 3980 mln. kWh w r. 1938 wzrosła pod koniec pierwszego — 3-letniego — planu do 8400 mln. kWh i wzrasta szybko w okresie obecnego 6-letniego planu budowy podstaw socjalizmu. Szybki rozwój gospodarczy Polski od r. 1945 osiągnęliśmy w wyniku realizacji postanowień Manifestu Lipcowego, przejścia władzy przez lud pracujący i unarodowienie przemysłu, w wyniku pomocy, którą otrzymujemy ze Związku Radzieckiego, w wyniku nowych stosunków gospodarczych między państwami demokratycznymi.

„Polska korzysta z olbrzymiego kredytu 2,2 mlrd. rubli, którego udzielił jej Związek Radziecki na bardzo dogodnych warunkach. W ramach tego kredytu otrzymujemy sprzęt i kompletne urządzenia dla kilkudziesięciu zakładów przemysłowych, projektowanych przez najlepszych radzieckich specjalistów, jak m. inn. kombinat metalurgiczny Nowa Huta, fabryki samochodów osobowych i ciężarowych, cementownię, szereg bardzo ważnych dla naszej gospodarki zakładów chemicznych. Rozwój polskiej energetyki oparty jest — poza dostawami z ZSRR — na imporcie z Czechosłowacji, NRD i Węgier“.

W r. 1953 z budżetu państwa będą sfinansowane między innymi następujące wielkie budowe socjalizmu bezpośrednio związane z rozwojem polskiej elektrotechniki i energetyki: budowa żerańskiej elektrowni-ciepłowni, budowa elektrowni Jaworzno II i Czechnica, budowa Dolnośląskich Zakładów Wytwarzających Maszyny Elektryczne we Wrocławiu i inne, a przecież duży jest dział elektrotechniki we wszystkich innych budowlach ze sztandarowym obiektem — Nową Hutą — na czele. Budżet przewiduje również kredyty na budowę szeregu instytucji naukowo-badawczych, między innymi Instytutu Elektrotechniki oraz Instytutu Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa.

Ustawa budżetowa przewiduje na 1953 r. wydatki na naukę i szkolnictwo wyższe na wysokości 2334,3 mln. zł, co umożliwi podniesienie liczby studiujących na wyższych uczelniach do 136 000 (wobec 125 000 w r. 1952 i 48 000 w r. 1937). Liczba katedr na wyższych uczelniach będzie trzykrotnie większa od przedwojennej.

Na VI Zjeździe delegatów SEP uchwaliliśmy w imieniu wszystkich elektryków podnieść jakość i skrócić terminy prac w instytucjach i biurach projektowych, w produkcji przemysłowej i w wykonawstwie inwestycyjnym w stosunku do obiektów, przeznaczonych dla Nowej Huty, tak, aby ta podstawa naszej przebudowy gospodarczej została zrealizowana możliwie nawet przed terminem.

Porywa nas wszystkich rozmach Planu 6-letniego. Ogół elektryków ze wzrastającą świadomością i z największym odaniem bierze udział w budownictwie socjalizmu. Nie oznacza to jednak, że nie ma niedociągnięć w naszej pracy, nie oznacza,

że Stowarzyszenie Elektryków Polskich w pełni wyzyskuje swoje możliwości dla podniesienia wydajności pracy i dla podniesienia poziomu kultury technicznej w elektryce, co jest niezbędnym warunkiem realizacji planu gospodarczego.

Zgodnie z podstawowym prawem socjalizmu nasze budownictwo i nasza produkcja muszą być utrzymywane na poziomie najwyższej techniki. Nieocenioną pomoc w tym względzie otrzymujemy ze Związku Radzieckiego. „Pomoc naukowo-techniczna, którą Związek Radziecki okazuje krajom demokracji ludowej, daje im możliwość osiągnięcia w najkrótszym czasie poziomu współczesnej przodującej nauki, techniki i kultury. I jeżeli Związek Radziecki w swojej bardzo trudnej walce o budownictwo socjalizmu musiał opierać się tylko na swoich własnych siłach i możliwościach, to kraje demokracji ludowej opierają się na bezinteresownej pomocy pierwszego na świecie socjalistycznego państwa, stworzonego przez geniusz Lenina i Stalina“.

Dla pełnego wyzyskania możliwości, które daje nam najnowocześniejsza technika radziecka, dla wniesienia własnego wartościowego udziału do wspólnej skarbnicy wiedzy powinniśmy wzmocnić swą pracę nad podniesieniem kwalifikacji techników i inżynierów. Ogromny deficyt kadr technicznych zmusił nas do wprowadzenia dwustopniowości nauczania w wyższym szkolnictwie technicznym; ogromna większość absolwentów I stopnia — młodzi inżynierowie z 3—4 latami studiów — weszła już i wchodzi w dalszym ciągu do produkcji, nie mając w pełni opanowanej wiedzy technicznej na najwyższym poziomie. Inżynierowie i technicy — absolwenci szkół i uczelni przedwojennych — nie mieli możliwości w czasie swych studiów zapoznać się z najnowszymi zdobyczami nauki i techniki szybko podnoszącymi się na coraz wyższe poziomy. I jednym i drugim musimy dać możliwość ugruntowania, uzupełnienia i rozwinięcia posiadanych wiadomości i umiejętności, ażeby dać im możliwość aktywnego udziału w rozwoju techniki i zapobiec niebezpieczeństwu hamującego oddziaływania przez nich na postęp techniczny.

„Fachowcy winni pamiętać, że — aby nie stracić wysokich kwalifikacji — winni iść z postępem, winni rozszerzać swój horyzont fachowy i polityczny. Wiadomo, że dowódca musi mieć szeroki horyzont myślowy, że musi rozumieć, co się dzieje w kraju i na świecie, że musi być politycznie wykształcony, musi się orientować w skomplikowanych i trudnych zagadnieniach politycznych; bez tego straci kierunek i busole w swym postępowaniu jako dowódca“. Te słowa Bolesława Bieruła wypowiedziane w styczniu b.r. do Dozoru Górniczego dotyczą i nas — techników i inżynierów, oficerów energetyki i przemysłu elektrotechnicznego. Stowarzyszenie Elektryków Polskich we współdziałaniu z jednej strony ze związkami zawodowymi, z drugiej zaś z instytucjami naukowo-badawczymi i wyższymi uczelniami technicznymi pod ogólnym kierunkiem przodującej siły, jaką jest w naszym narodzie Polska Zjednoczona Partia Robotnicza, ma tutaj wielkie pole do działania. Sądząc po wynikach dotychczasowej działalności w dziedzinie kursów korespondencyjnych i konferencji naukowo-technicznych, SEP jest w stanie wykonać to wielkie zadanie. Powinniśmy silniej niż do tej pory uaktywniać ruch racjonalizatorski, sterować nim, popierać go przez tworzenie brygad inżyniersko-technicznych. Osiągnięte w tej dziedzinie dotychczas rezultaty dowodzą istniejących możliwości w tym zakresie.

Mając w perspektywie szczęśliwą przyszłość — naszą i naszych dzieci — walczymy i będziemy jeszcze usilniej o zbudowanie socjalizmu, pierwszego etapu do ustroju komunistycznego, który według leninowskiej formuły jest połącze-

*) Gede T. Rola światowego rynku demokratycznego w umacnianiu współpracy krajów obozu socjalizmu (Nowe Drogi, 1953, 4, str. 23).

*) Mikołaj A. Wielki budowniczy komunizmu (Bolszewik, 1949, nr 24, str. 50—51).

niem władzy radzieckiej z elektryfikacją całego kraju. Budując socjalizm, utrwalamy pokój tak niezbędny dla naszego życia, jak powietrze.

Pracę swą, możliwości swych sił, umysłów i serc oddajemy w służbę Narodu dla realizacji planu państwowego, pomni

słów Bolesława Bieruta: „Plan to prawo niezłomne państwa budującego socjalizm. Wykonanie zadań planowych to najwyższy obowiązek każdego robotnika, technika, inżyniera, kierownika. Obowiązek ten musi utrwalić się w świadomości każdego z nas jako prawo, którego nie wolno łamać”.

DO ELEKTRYKÓW POLSKICH

Odezwa VI Zjazdu Delegatów SEP (11.V.53)

VI Zjazd Delegatów SEP odbywa się w momencie, kiedy uchwała Prezydium Rządu wysunęła na pierwszy plan w działalności techniczno-gospodarczej pracę na rzecz kombinatu Nowa Huta — czołowej inwestycji Planu 6-letniego, podstawy socjalistycznego uprzemysłowienia Polski.

Zebrań na Zjeździe delegaci, zdając sobie sprawę z ważności terminowego uruchomienia poszczególnych obiektów kombinatu i w świadomości głębokiego oddźwięku uchwały Prezydium Rządu wśród inżynierów i techników elektryków, członków Stowarzyszenia, zobowiązują się dołożyć wszelkich starań, aby elektrycy, pracujący w budownictwie, przemyśle, biurach projektowych i instytutach, swoją pracą i wysiłkiem przyspieszyli wykonanie dokumentacji i dostaw oraz montaż i uruchomienie wyposażenia elektroenergetycznego dla Nowej Huty.

Zjazd Delegatów zobowiązuje wszystkie Zarządy Oddziałów SEP do przeprowadzenia prac organizacyjnych i propagandowych dla przyciągnięcia do tej akcji ogółu członków, nawet tych, którzy byli dotychczas bierni.

Zjazd poleca Zarządom Oddziałów zorganizowanie systematycznej kontroli zobowiązań produkcyjnych, podejmowanych przez koła zakładowe, względnie przez poszczególnych członków, i udzielenie im pomocy w ich realizacji.

Praca na rzecz Nowej Huty, sprawa bezbłędnego i przedterminowego wykonania dostaw dla kombinatu niech będzie sprawą ambicji i honoru każdego elektryka, wszystkich kół zakładowych, ogółu członków Stowarzyszenia, niech będzie dowodem twórczego stosunku do budowy socjalizmu w naszym kraju.

MGR INŻ. ANDRZEJ GŁOWACKI
Instytut Elektrotechniki

Rozruch wielostopniowy w napędzie elektrycznym wirówek cukrowniczych

621.34.076;
621.928.3;
621.316.717

Treść. Charakterystyka napędu. Obciążenie cieplne silnika i sposoby jego zmniejszenia. Rozruch dwustopniowy silnika indukcyjnego i uzyskanie go w praktyce: silniki dwubiegowe i system dwóch sieci o różnych częstotliwościach. Obliczanie przetwornicy częstotliwości. Praca silnika indukcyjnego zasilanego prądem o zmniejszonej częstotliwości. Bilans energetyczny rozruchu dwustopniowego.

Многоступенчатый пуск сахарных центрифуг с электрическим приводом. Характеристики привода. Термическая нагрузка двигателя и способы ее уменьшения. Двухступенчатый пуск индукционного двигателя и его использование на практике: двигатели для двух скоростей и система двух сетей различной частоты. Расчет преобразователя частоты. Работа индукционного двигателя, питаемого током пониженной частоты. Энергетический баланс двухступенчатого пуска.

Multi-stage starting of electric drives for sugar centrifugals. Characteristics of drive. Rate of heating of motor and means of reducing it. Two-stage starting of induction motors, and its practical application: two-speed motors and two mains system with different frequencies. Computing frequency changers. Operation of induction motors fed with current of a reduced frequency. Power balance of a two-stage starting system.

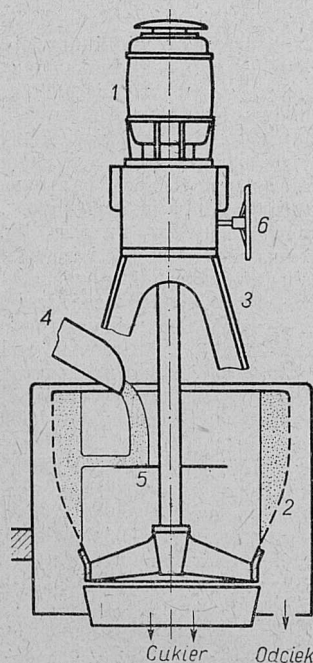
1. Wstęp.

Zasadniczym problemem napędu elektrycznego wirówek do cukru jest złagodzenie cieplnego obciążenia silnika. Jedną z dróg do tego celu jest omówiony niżej rozruch dwustopniowy, który można zrealizować przez zastosowanie silnika z przełączalną liczbą biegów albo przez wprowadzenie systemu dwóch częstotliwości. System ten powinien znaleźć szerokie zastosowanie w naszych cukrowniach, które obecnie stoją przed koniecznością unowocześnienia swego wyposażenia elektrycznego.

Praca niniejsza oparta jest w znacznej mierze na wynikach badań w tej dziedzinie Instytutu Elektrotechniki. Badania te obejmowały m. in. pomiary w szeregu cukrowni.

2. Charakterystyka napędu.

Wirówki w cukrownictwie służą do oddzielenia kryształów cukru zawartych w gęstej masie, tzw. cukrzy, od syropu międzykryształowego. Zasadniczym elementem wirówki jest bęben z otworami, wykonany z wysokogatunkowej stali (rys. 1).



Rys. 1. Schemat wirówki cukrowniczej

Bęben jest wyłożony wewnątrz sitem z dziurkowanej blachy mosiężnej lub miedzianej. Sito jest tak gęste, że nie przepuszcza kryształów cukru. Pozostają one wewnątrz bębna, płynna zaś część syropu jest podczas wirowania — dzięki sile odśrodkowej — wyrzucana na zewnątrz.

Bęben wirówki jest u dołu otwarty; dlatego napełnianie musi się odbywać przy obrotach dostatecznie dużych, aby cukrzyca nie spłynęła w dół. Do tego celu wystarcza około 200 — 400 obr./min. Napełnianie odbywa się w sposób następujący: pracownik otwiera dźwignię zasuwę i cukrzyca spływa z rozdzielacza rynną do wirówki, spada na talerz rozdzielczy i dzięki sile odśrodkowej rozpryskuje się równomiernie na ścianach bębna. Po napełnieniu wirówki silnik rozpędza ją do pełnych obrotów, które wynoszą zwykle ok. 970 obr./min. Wirowanie przy pełnych obrotach trwa do 15 minut, zależnie od rodzaju substancji, po czym wirówkę zatrzymuje się. Cukier, nie przyciskany siłą odśrodkową do ściany bębna spada teraz przez dolny otwór wirówki na umieszczony niżej przenośnik i wędruje dalej, wirówka zaś powtarza swój cykl pracy.

Jak widać, praca wirówki ma charakter okresowy. Liczba cykli roboczych (tak zwanych „szarż”) na godzinę zależy od rodzaju wirowanej substancji i waha się od 4 do 30 i więcej. Tyle też razy silnik musi rozpędzać wirówkę. Ponieważ jej bezwładność jest duża (moment zamachowy napełnionej wirówki wynosi ok. 1200 kgm²), rozruch trwa długo i powoduje wielkie straty energii, nagrzewając silnik.

W technice napędowej spotyka się często problem rozruchu dużych mas wirujących, szczególnie w hutnictwie (wałcarki) i górnictwie (maszyny wyciągowe). Tam jednak wchodzi w grę olbrzymie moce, rzędu tysięcy kilowatów, opłaca się więc instalować specjalne układy napędowe (np. układ Leonarda), zapewniające rozruch i wygodną regulację obrotów z bardzo małymi stratami. W dziedzinie wirówek nie ma potrzeby regulacji obrotów, chodzi zaś tylko o zmniejszenie strat energii przy rozruchu ze względów zarówno ekonomicznych, jak i złagodzenia obciążenia cieplnego silnika. Straty te nie są jednak aż tak duże, aby opłacało się stosowanie drogich i skomplikowanych urządzeń w rodzaju układu Leonarda. Rozwiązania zagadnienia trzeba poszukać na innej drodze.

- 1 — silnik napędowy
- 2 — bęben
- 3 — rama wirówki
- 4 — rynna do napełniania bębna
- 5 — talerz rozdzielczy
- 6 — koło hamulca ręcznego

Cukrownicy przywiązują dużą wagę do osiągnięcia dużej prędkości ruchu, co się tłumaczy szczególnym rodzajem pracy cukrowni. Powoduje to tendencję do jak najprostszego rozwiązania napędu, choćby kosztem pewnych strat energii. Z tej przyczyny niemal wyłącznie zastosowanie w napędzie wirówek znajdują silniki indukcyjne. Szczególnie zaś wiele cennych zalet — jak duża odporność mechaniczna, brak części podlegających zużyciu (szczotki i pierścienie), prosta obsługa, niska cena — mają silniki z wirnikiem zwartym, toteż te stosuje się najchętniej.

Największą wadą tych silników jest ich bardzo duży prąd rozruchu, co przy rozruchu trwającym ponad minutę (a taki czas jest w napędzie wirówek regułą) powoduje powstawanie w silniku wielkich ilości ciepła. Ciepło to ogranicza liczbę włączeń na godzinę (a więc liczbę szarż) silnika, co zmusza, celem uzyskania dostatecznie dużej liczby szarż do stosowania silników o mocy zbyt wielkiej. Zastosowanie silników zwartych dużej mocy często uruchamianych jest w wielu cukrowniach nie do pomyslenia ze względu na ograniczoną moc turbozespolów.

Głównym problemem napędu jest więc ciepło rozruchu. Jego ograniczenie lub odprowadzenie poza silnik decyduje o możliwości osiągnięcia przy niezbyt wielkiej mocy silnika zwanego stosunkowo dużej liczby szarż.

3. Obciążenie cieplne silnika.

W silniku indukcyjnym straty w miedzi wirnika (ciepło Joule'a) są proporcjonalne do poślizgu według wzoru:

$$(1) \quad \Delta P = P \cdot s.$$

Moc silnika P można wyrazić wzorem:

$$(2) \quad P = 1,027 M_s \cdot n_o,$$

gdzie n_o — obroty synchroniczne, M_s — moment obrotowy silnika, skąd

$$(3) \quad \Delta P = 1,027 M_s \cdot n_o \cdot s.$$

Moment silnika (M_s) pokonuje moment oporowy wirówki, na który składają się opory tarcia w łożyskach i o powietrze. Przebieg momentu oporowego w funkcji obrotów jest przedstawiony na rys. 2. Jak widać, moment ten jest podczas rozruchu bardzo mały w stosunku do momentu obrotowego silnika, który wynosi

Dla pełnego rozruchu, a więc gdy $s_2 = 0$, otrzymamy znany wzór:

$$(9) \quad A_{20} = \frac{1}{730} GD^2 n_o^2.$$

Wzór ten określa jednocześnie energię kinetyczną wirówki przy obrotach synchronicznych. Wynika stąd wniosek: straty cieplne w wirniku silnika indukcyjnego przy rozruchu do prędkości synchronicznej są równe energii kinetycznej mas wirujących, osadzonych na jego wale. Jak widać, tylko połowa mocy przekazanej na wirnik zużywa się na wykonanie pracy mechanicznej, w tym wypadku na rozpędzenie wirówki. Reszta zamienia się na ciepło i nagrzewa silnik. Ilość tego ciepła nie zależy od wielkości silnika ani od jego charakterystyki momentu, lecz zależy tylko od momentu zamachowego mas wirujących, osadzonych na jego wale i od końcowej liczby obrotów. Zależność ta jest ścisła, gdy moment oporowy jest równy zeru. W wypadku wirówek bład, spowodowany pominięciem tego momentu jest niewielki (rzędu 2—4%). Jedynym wyjątkiem mógłby być przypadek rozruchu silnika przy zniżonym napięciu fazowym, na przykład przy uzwojeniu połączonego w gwiazdę zamiast w trójkąt (np. przy użyciu przełącznika gwiazda-trójkąt). Wtedy moment obrotowy maleje znacznie, rozruch przedłuża się i ciepło rozruchu zwiększa się do 30%, zależnie od czasu trwania pracy w układzie gwiazda.

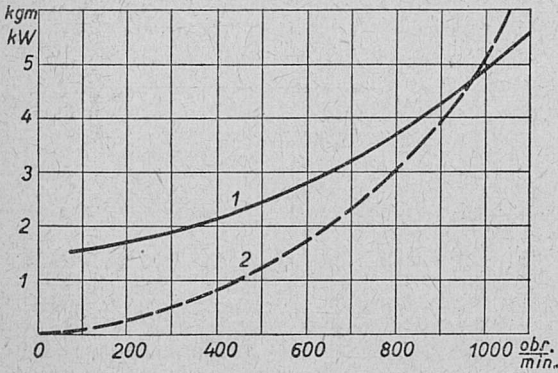
Z wzoru (9) można obliczyć, zakładając wartości $GD^2 = 1200 \text{ kgm}^2$ i $n_o = 1000 \text{ obr./min.}$, że straty w wirniku podczas jednego rozruchu wynoszą 0,455 kWh, czyli 392 kcal. Jeżeli przyjąć, że ciężar wirnika wynosi 80 kg, a średnie ciepło właściwe 0,1 kcal/kg°C, to taka ilość ciepła wystarczy do nagrzania wirnika o 50°C. Jednak temperatura w wirniku nie rozdziela się równomiernie, uzwojenie nagrzewa się znacznie więcej niż żelazo. W ten sposób przy ośmiu rozruchach w godzinę należy liczyć się z przyrostami temperatury przekraczającymi 200°C. Jasne jest, że taki stan rzeczy może być groźny dla silnika i dlatego należy przedsięwziąć środki zaradcze.

4. Środki zaradcze.

Środki te są rozmaite: uodpornienie silnika na wysoką temperaturę, wprowadzenie urządzeń pomocniczych stwarzających dogodne warunki rozruchu, zmniejszenie strat przez zastosowanie rozruchu wielostopniowego.

Silniki pierścieniowe są w sytuacji wiele korzystniejszej niż zwarte. Możliwe jest mianowicie włączenie w obwód ich wirnika na czas rozruchu stosunkowo dużego oporu. Ponieważ straty cieplne rozdzielają się na wszystkie elementy obwodu proporcjonalnie do ich oporności, przeważająca część ciepła wydzieli się w oporniku umieszczonym poza silnikiem, a nie w nim. Dzięki temu zyskuje się tak znaczne odciążenie termiczne silnika, że możliwe staje się osiągnięcie bardzo dużej liczby włączeń, a mianowicie do 40 na godzinę. Pod tym względem silniki pierścieniowe mają zdecydowaną przewagę nad klatkowymi. Jednakże liczba szarż zależy głównie od czasu odwirowania, którego dowolnie skracać nie można. Czas ten zależy od rodzaju produktu. Na przykład, dla otrzymania cukru białego należy cukrzycę poddawać odwirowaniu w ciągu około 1,5 min. Łącznie z czasem rozruchu silnika, hamowania i postoju daje to czas szarży równy 3 min., co stanowi 20 szarż na godzinę. Przy obecnie stosowanych wymiarach wirówki (średnica bębna 1250 mm) i obrotach odwirowania (około 970 obr./min.) ta liczba szarż stanowi, jak się zdaje, górną granicę dla cukru białego. Wirówki do półproduktu pracują przy znacznie mniejszej liczbie szarż (4—6). Dla takiej liczby cykli roboczych bardziej opłaca się zastosowanie silników z wirnikiem zwartym. Jednakże zwykły silnik zwarty ma bardzo małą wydajność (np. silnik o mocy 26 kW może wykonywać zaledwie 4 szarże na godzinę). Wprowadzenie izolacji, która jest odporna na wysoką temperaturę pozwala zwiększyć dopuszczalne przyrosty temperatury uzwojeń. Umożliwia to zwiększenie liczby szarż na godzinę o 40—50%. W niektórych wypadkach wykonuje się klatkę silnika nie z miedzi, lecz z brązu, przez co zwiększa się jej pojemność cieplną 5,8 raza. Są to jednak środki nie wystarczające.

Celem wydawnego powiększenia dopuszczalnej liczby szarż silnika zwanego wprowadza się urządzenia pomocnicze. Najczęściej z nich są stosowane sprzęgła cierne, wydzielające działające siły odśrodkowej. Sprzęgło takie łączy silnik z wirówką dopiero przy wysokich obrotach. Silnik rusza więc nie obciążony, toteż rozpędza się bardzo szybko. Dzięki temu czas poboru prądu dużej mocy ulega skróceniu do ułamka sekundy. Wprawdzie przez to całkowita ilość ciepła rozruchu nie ulega zmniejszeniu, ale znaczna jego część wydzieli się w sprzęgle, a nie w silniku. Silnik będzie odciążony tym skuteczniej, im



Rys. 2. Krzywe charakterystyczne wirówki przy zmianie jej obrotów

1 — przebieg momentu oporowego wirówki
2 — przebieg mocy potrzebnej do jego pokonania

przeciętnie 30—40 kgm. Całą nadwyżkę momentu silnika, czyli tzw. moment dynamiczny (M_d), zużywa się na wprawienie w ruch mas wirujących. W napędzie wirówek można pominąć moment oporowy jako niewielki i uważać, że moment silnika jest równy momentowi dynamicznemu. Wtedy można napisać

$$(4) \quad M_s = M_d = J \frac{d\omega}{dt},$$

gdzie J oznacza moment bezwładności mas wirujących, a ω prędkość kątową. Wyrażając te wielkości w jednostkach technicznych, otrzymamy wzór:

$$(5) \quad M_s = M_d = \frac{GD^2}{4g} \cdot \frac{2\pi}{60} \cdot \frac{dn}{dt} = \frac{1}{374} GD^2 \frac{dn}{dt} = - \frac{1}{374} GD^2 n_o \frac{ds}{dt}.$$

Ilość energii traconej w miedzi wirnika w czasie dt będzie:

$$(6) \quad dA_2 = P \cdot dt = 1,027 M_s \cdot n_o \cdot s \cdot dt.$$

Po podstawieniu wzoru (5) do wzoru (6) i scałkowaniu w granicach od s_1 do s_2 otrzymamy:

$$(7) \quad A_2 = - \frac{1,027}{374} GD^2 n_o \int_{s_1}^{s_2} s \cdot ds = - \frac{1}{365} GD^2 n_o \int_{s_1}^{s_2} s \cdot ds.$$

Ponieważ zwykle silnik rozpędza wirówkę ze stanu spoczynku, a więc $s_1 = 1$, można napisać:

$$(8) \quad A_2 = \frac{1}{730} GD^2 n_o (1 - s_2^2).$$

większe będą obroty, przy których sprzęgło łączy go z wirówką. Obroty te nazywa się obrotami chwytania.

Sprzęgło cierne umożliwia bardzo znaczne powiększenie dopuszczalnej liczby szarż (np. wzmiankowany wyżej silnik o mocy 26 kW może wykonywać przy odpowiednio dobranym sprzęgle do 10 szarż na godz. Zdawałoby się, że problem zmniejszenia obciążenia cieplnego silnika zwartego można w ten sposób rozwiązać. Niestety, nie. Sprzęgła cierne pracują zadowalająco tylko przy niewielkiej liczbie szarż. Przy pracy bardziej intensywnej ilości ciepła są tak wielkie, że powodują silne nagrzewanie i bardzo szybkie zużycie sprzęgła. Ale nawet przy małej liczbie szarż sprzęgła pracują bardzo niepewnie. Często do ich wnętrza dostają się różne zanieczyszczenia, na przykład cukrzyca, które powodują obniżenie przepisanego obrotów chwytania, a przez to zwiększenie obciążenia silnika. Nieraz wadliwie pracujące sprzęgło jest powodem przeciążenia silnika, a nawet jego uszkodzenia.

Sprzęgło cierne stanowi więc bardzo niepewne ogniwo układu napędowego, toteż w nowoczesnych rozwiązaniach unika się jego stosowania i wprowadza sprzęgło stałe, co jednak zmusza do użycia innych środków celem zmniejszenia obciążenia cieplnego silnika.

Jako przykład może służyć przewietrzanie obce. Daje ono bardzo duże korzyści, gdyż silniki wirówkowe, zwłaszcza o dużej liczbie szarż, pracują znaczną część cyklu roboczego przy niższych obrotach, a więc przy osłabionym przewietrzaniu. Temperatura otoczenia jest wysoka (wynosi przeciętnie 40°C), co w znacznym stopniu osłabia skutek przewietrzania. Jeśli do silnika doprowadzi się zimne powietrze z zewnątrz, to jego obciążenie cieplne znacznie zmaleje. W napędzie wirówek korzystniejszy jest na ogół indywidualny system przewietrzania obcego. Zasilanie centralne ma tę wadę, że w razie przerwania dopływu czynnika chłodzącego dalsza praca silników staje się niemożliwa. Sytuację można poprawić przez zainstalowanie rezerwowego wentylatora, który zapewni nieprzerwany dopływ czynnika chłodzącego.

Mimo teoretycznych korzyści przewietrzanie obce silników napędzających wirówki jest stosowane rzadko, gdyż zmniejsza pewność ruchu, powoduje trudności eksploatacyjne, zmusza do stosowania silników specjalnej konstrukcji i utrudnia rozbudowę instalacji. Sposób ten, jak i większość wymienionych wyżej, nie dotyczy największej wady silnika klatkowego, którą jest długotrwały pobór dużego prądu przy rozruchu. Jedynym urządzeniem, które tę wadę usuwało, było sprzęgło cierne. Zwykły katalogowy silnik klatkowy nie może pracować bez sprzęgła cierne. Jeśli więc zdecydowano się zaniechać stosowania sprzęgła cierne z powodu jego wad, trzeba było z konieczności użyć silnika pierścieniowego z odpowiednim opornikiem rozruchowym. Silniki pierścieniowe w napędzie wirówek nie pracują jednak zadowalająco. Duże prądy rozruchowe, zanieczyszczenia i wstrząsy podczas ruchu powodują często szybkie zużycie i wadliwą pracę szczotek i pierścieni. Drugim miejscem wrażliwym jest opornik rozruchowy. Duże ilości ciepła, wydzielające się w tym oporniku, powodują silne nagrzewanie, deformacje i trudne do usunięcia zwarcia poszczególnych segmentów. Z tych powodów silniki pierścieniowe są do napędu wirówek w cukrowniach stosowane niechętnie.

Nowoczesne rozwiązania napędowe stosują silniki klatkowe specjalnej konstrukcji. Silniki takie mają następujące charakterystyczne cechy: bardzo mały prąd rozruchowy, izolację uzwojenia odporną na wysoką temperaturę, intensywne przewietrzanie własne dzięki stosunkowo dużej mocy wentylatora i celowo zaprojektowanemu obiegowi powietrza wewnątrz maszyny.

O wielkości silnika decyduje obciążenie cieplne, nie zaś zapotrzebowanie momentu obrotowego. Wskutek tego silniki wirówkowe są pod względem elektromagnetycznym bardzo mało wydyskane. Nie zależy tutaj także na uzyskaniu dużej sprawności i współczynnika mocy, straty bowiem spowodowane złą sprawnością samego silnika nie mają znaczenia wobec strat rozruchu.

5. Rozruch dwustopniowy.

Omówione sposoby dotyczyły uodpornienia silnika na wysoką temperaturę, albo odprowadzenia ciepła rozruchu poza silnik i nie usuwały samej przyczyny zła.

Występowanie strat cieplnych w wirniku jest nieodłącznie związane ze zjawiskiem poślizgu, przy czym — jak wyprowadzono wyżej — straty te są tym większe, im dłużej silnik pracuje przy dużym poślizgu. Sprzęgła cierne rozwiązują tę sprawę drogą mechaniczną. Możliwe jest również zmniejszenie poślizgu na drodze elektrycznej przez prowadzenie rozruchu silnika w taki sposób, aby różnica prędkości wirnika i pola magnetycznego stojana była stale jak najmniejsza, w skrajnym wypad-

ku (nie możliwym do osiągnięcia w praktyce) równa zero. W momencie włączenia silnika prędkość pola powinna być więc niewielka i rosnąć w miarę wzrastania obrotów układu. Obroty wirowania pola magnetycznego czyli obroty synchroniczne silnika indukcyjnego określa wzór

$$(10) \quad n_0 = \frac{60 \cdot f}{p},$$

gdzie p oznacza liczbę par biegunów silnika, a f częstotliwość sieci, do której silnik jest włączony.

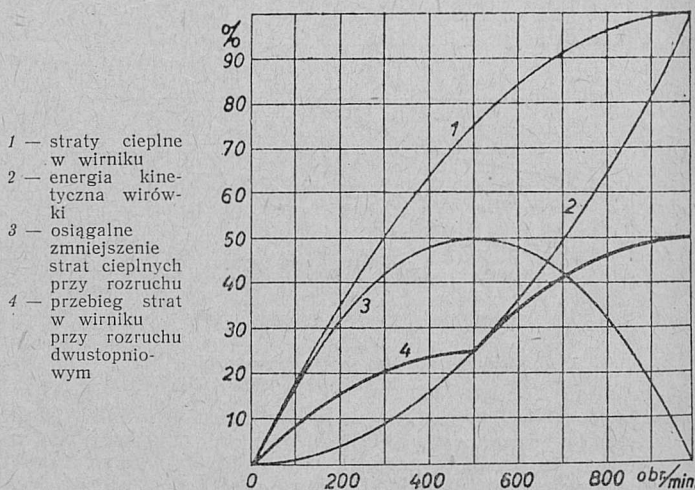
Jak z powyższego wzoru wynika, żądany warunek można spełnić drogą stopniowego powiększania częstotliwości prądu zasilającego albo drogą zmniejszania liczby par biegunów, przy czym ten drugi sposób daje możliwość zmieniania prędkości synchronicznej jedynie stopniami. Regulacja ciągła wymagałaby więc odpowiedniego zwiększania częstotliwości od wartości najmniejszej do takiej, przy której silnik miałby pożądane obroty. Wymagałoby to instalacji skomplikowanego urządzenia, osobnego dla każdego silnika, co byłoby całkowicie nieopłacalne. Włączenie szeregu silników do wspólnej sieci o zmiennej częstotliwości wymagałoby synchronizacji pracy wirówek, co w praktyce jest nie do pomyślenia.

Możliwe jest natomiast i stosowane w praktyce zmienianie częstotliwości prądu $s t o p n i a m i$ przez zainstalowanie kilku sieci o różnych częstotliwościach, zasilanych z osobnych przetwornic i kolejne przełączanie silnika przy rozruchu z jednej sieci na drugą. Urządzenie takie może być wspólne dla całej wirowni.

Zazwyczaj spotyka się urządzenia o dwóch tylko stopniach rozruchu, wymagające dwóch sieci: jednej, podstawowej, o częstotliwości równej z reguły 50 okr./sek., i drugiej, wstępnej, o częstotliwości niższej. Dzięki temu silnik zwarty ma dwie liczby obrotów synchronicznych — jedną wstępną i drugą podstawową, których wartości można obliczyć z wzoru (10).

Ten sam rezultat otrzyma się, gdy częstotliwość prądu zasilającego będzie stała, a liczba par biegunów zmieniana. Użytkuje się to przez zaopatrzenie silnika w specjalne uzwojenie przełączalne.

Na rys. 3 przedstawiono przebieg strat cieplnych podczas rozruchu i przebieg energii kinetycznej. Obie krzywe spotykają się w punkcie, odpowiadającym obrotom synchronicznym, gdyż



Rys. 3. Zależność strat cieplnych w wirniku od liczby obrotów (w procentach strat całkowitych)

w myśl równania (9) przy tych obrotach ciepło rozruchu jest równe energii mas wirujących. Przy innych obrotach tak nie jest. Szczególnie duża różnica występuje na początku rozruchu, gdy poślizg silnika jest duży.

Przypuśćmy, że mamy wirówkę rozpędzić do 1000 obr./min. Normalnie postępuje się w ten sposób, że włącza się bezpośrednio silnik sześciobiegunowy do sieci na 50 okr./sek. Wtedy w pierwszym okresie rozruchu, gdy silnik ma duży poślizg, straty cieplne rosną szybko i przy 500 obr./min. osiągają już 75% strat całkowitych (rys. 3), wirówka zaś przy tych obrotach ma dopiero 25% całkowitej energii kinetycznej.

Przy rozruchu dwustopniowym przebieg jest inny. Założmy, że wstępna synchroniczna liczba obrotów wynosi 500 obr./min. Równanie (9) będzie już przy tej prędkości spełnione. Ponieważ wirówka osiągnie wtedy dopiero 25% całkowitej energii kinetycznej, straty w wirniku wyniosą tyleż, to jest 25%, a nie

75% jak poprzednio. W dalszym etapie rozruchu — od 500 do 1000 obr./min. — straty będą w obu wypadkach takie same, mianowicie 25% strat całkowitych. W sumie więc straty przy dwustopniowym rozruchu będą równe tylko połowie strat przy rozruchu jednostopniowym.

Przebieg powstawania ciepła rozruchu w omawianym przypadku rozruchu dwustopniowego przedstawia krzywa 4 na rys. 3. Wykonując podobne obliczenia dla innych synchronicznych obrotów wstępnych, można się przekonać, że osiągalne zmniejszenie ciepła rozruchu jest równe różnicy rzędnych krzywych 1 i 2 przy tych obrotach. Należy zauważyć, że to zmniejszenie ciepła rozruchu stanowi jednocześnie całkiem poważną oszczędność energii. Rozwijając to zagadnienie analitycznie, otrzymujemy następujący wzór:

$$(11) \quad \Delta A_2 = \frac{1}{365} GD^2 n_0^2 s (1 - s),$$

określający możliwą oszczędność energii przy rozruchu. Wielkości n_0 i s dotyczą sieci podstawowej. Wzór ten przedstawiony jest na rys. 3 krzywą 3, która osiąga maksimum przy 500 obr./min. (w założeniu, że podstawowa prędkość synchroniczna wynosi 1000 obr./min.). Oszczędność możliwa w tym wypadku wynosi połowę całkowitych strat.

Jak z tego wynika, przy rozruchu dwustopniowym można zmniejszyć straty ciepłone najwyżej do połowy i to w wypadku, gdy wstępna prędkość synchroniczna będzie równa połowie podstawowej. W systemie dwóch częstotliwości warunek ten będzie spełniony, gdy przy częstotliwości podstawowej 50 okr./sek. częstotliwość sieci wstępnej będzie równa 25 okr./sek.

Ponieważ straty rozruchu stanowią połowę energii pobranej przez silnik (drugą połowę zużywa się na pracę mechaniczną), więc przez zmniejszenie tych strat do połowy oszczędza się 25% energii pobranej przez silnik podczas rozruchu.

6. Hamowanie wirówki.

Aby wirówkę zatrzymać, należy w jakikolwiek sposób pozabawić ją energii kinetycznej. Zazwyczaj stosuje się w tym celu hamowanie mechaniczne, przy którym energia kinetyczna wirówki przemieniana jest w ciepło. Przy intensywnym ruchu, gdy wirówkę zatrzymuje się kilkanaście razy w ciągu godziny, ciepło to powoduje silne nagrzewanie się części trących hamulca i szybkie ich zużycie. W niektórych wypadkach zachodzi potrzeba wymiany taśm hamulcowych co 2 — 3 dni. Zmusza to do chwilowego postoju wirówki, co w okresach największego obciążenia wirówki może być kłopotliwe. Hamowanie ręczne wymaga od pracownika dużego wysiłku i powoduje rychle zmęczenie, przez co obniża się jego wydajność pracy.

Z powyższych powodów w nowoczesnych układach napędowych unika się hamowania ręcznego: wyręcza się człowieka maszyną. Najczęściej stosujemy hamowanie elektryczne, wykorzystując silnik napędowy. Spośród rozmaitych systemów hamowania elektrycznego utrzymał się właściwie jeden: hamowanie przeciwpądowe, jako stosunkowo najprostsze. Wadą tego sposobu jest powstawanie w silniku wielkich ilości ciepła. Są one trzykrotnie większe niż ciepło rozruchu, toteż uniemożliwiają stosowanie tego rodzaju hamowania w silnikach z wirnikiem zwartym. Ale nawet silnikiem pierścieniowym nie hamuje się wirówki aż do zatrzymania, aby nie pogarszać jeszcze bardziej obciążenia cieplnego silnika, lecz odłącza się go od sieci, gdy obroty zmniejszą do ~ 300 obr./min. Dalsze hamowanie odbywa się ręcznie.

System dwóch częstotliwości daje możliwość innego sposobu hamowania silnikiem, bardziej korzystnego, mianowicie hamowania generatorowego. Dokonuje się tego przez przełączenie silnika biegnącego z pełną prędkością na sieć niższej częstotliwości. Wskutek tego silnik znajduje się w zakresie nadsynchronizmu i zaczyna pracować jako generator, wytwarzając energię elektryczną kosztem energii kinetycznej wirówki, dzięki czemu jej obroty szybko maleją. Taki sam rezultat otrzymamy z silnikiem dwubiegowym, przełączając jego uzwojenie z mniejszej liczby biegów na większą.

Hamowanie generatorowe ma tę wielką zaletę, że nie marnuje energii kinetycznej mas wirujących, ale pozwala jej część zamienić na energię elektryczną i zwrócić do sieci, gdzie mogą z niej korzystać inne silniki. Co prawda stosując ten sposób hamowania nie można wirówki całkowicie zatrzymać, można tylko zredukować jej obroty niemal do dolnych synchronicznych. Dalej już trzeba hamować mechanicznie. Nie jest to poważną wadą, bo jak wynika z rys. 3 po zahamowaniu np. do 500 obr./min. wirówka traci już 75% swej energii kinetycznej. Nie ma więc obawy szybkiego zużycia hamulca, gdyż wydzieli się w nim teraz tylko 25% poprzedniego ciepła.

Ilość energii elektrycznej, możliwej do uzyskania przy hamowaniu generatorowym, zależy przede wszystkim od ilości „wolnej” energii kinetycznej, ta zaś od różnicy obrotów na początku i końcu hamowania, czyli od tzw. zasięgu hamowania. Zasięg hamowania jest przy określonej podstawowej prędkości synchronicznej tym większy, im niższe są wstępne obroty synchroniczne. Przy hamowaniu generatorowym nie można więc wyzyskać całej energii kinetycznej wirówki, a można wyzyskać tylko jej część, tak zwaną wolną. Reszta zamienia się na ciepło w hamulcu mechanicznym.

Okazuje się jednak, że nawet wolnej energii kinetycznej nie udaje się całkowicie zamienić na energię elektryczną. Rozpatrując zagadnienie od strony elektrycznej dochodzi się do następującego wzoru na energię możliwą do uzyskania podczas hamowania generatorowego od obrotów synchronicznych podstawowych n_{02} do wstępnych n_{01} :

$$(12) \quad E_{el} = \frac{1}{365} GD^2 n_{01} (n_{02} - n_{01}).$$

Z wzoru tego wynika, że najwięcej energii elektrycznej otrzyma się gdy

$$n_{01} = \frac{1}{2} n_{02},$$

a więc jeśli $n_{02} = 1000$ obr./min., to $n_{01} = 500$ obr./min. Przy dalszym zwiększaniu zasięgu hamowania ilość uzyskanej energii poczyną maleć, choć wzrasta wolna energia kinetyczna.

Krzywa energii odzyskanej przy hamowaniu w procentach całkowitej energii kinetycznej wirówki jest identyczna z krzywą 3 z rys. 3, przedstawiającą możliwą oszczędność energii przy rozruchu dwustopniowym. Wynika z niej, że w najlepszych warunkach można odzyskać tylko połowę energii kinetycznej mas wirujących, co stanowi 25% ogólnego zużycia energii podczas rozruchu. W sumie więc przy dwustopniowym rozruchu i hamowaniu generatorowym można oszczędzić energię równą połowie energii pobieranej przez silnik w czasie rozruchu.

W rozważaniach powyższych nie było mowy o stratach w stojanie. Są one proporcjonalne do strat w wirniku w założeniu, że stosunek oporności stojana i wirnika pozostaje stały. Można więc wnioski wyciągnięte zastosować do strat całkowitych. W szczególności przebieg krzywych na rys. 3 pozostanie bez zmiany. Mimo to wzory podane nie są zupełnie ścisłe. Pominęto w nich mianowicie straty tarcia wirówki, przez które energia pobrana wzrasta (około 0,05 kWh na 1 rozruch), a oddana maleje. Ponadto moment zamachowy nie jest przez cały czas stały, lecz zmienia się wskutek napelnienia wirówki i odwirowania części zawartości bębna.

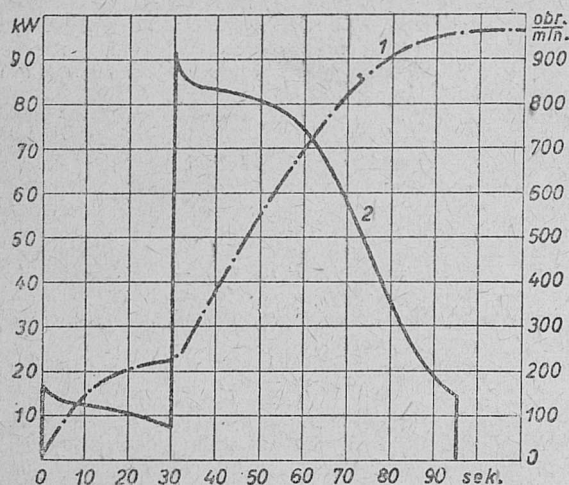
7. Silniki dwubiegowe.

Silniki z przełączalną liczbą biegów spotyka się obecnie w naszych cukrowniach dosyć rzadko. Mają one najczęściej 18 i 6 lub 24 i 6 biegów, możliwy jest więc rozruch dwustopniowy o kolejnych obrotach synchronicznych 333 i 1000 albo 250 i 1000 na minutę.

Na rys. 4 podany jest przebieg poboru mocy i obrotów silnika dwubiegowego o liczbie biegów 24/6 i mocy 16,3/63 kW. Silnik rusza przy połączeniu uzwojeń stojana dla większej liczby biegów i po 30 sekundach doprowadza wirówkę do około 230 obr./min., przy których odbywa się jej napelnianie. Po napelnieniu wirówki następuje przełączenie uzwojeń stojana na mniejszą liczbę biegów, dzięki czemu w krótkim czasie osiąga się pełne obroty. W chwili przełączenia pobór mocy wzrasta skokiem z 8 na 90 kW. Tak silne uderzenia są bardzo niepożądane w sieciach cukrowniczych, które zwykle są zasilane z własnych generatorów o niezbyt wielkiej mocy. Uderzenie to można by zmniejszyć przez podniesienie wstępnej prędkości, a więc zastosowanie silnika o liczbie biegów np. 18/6. Silnik taki byłby poza tym bliższy osiągnięcia największej oszczędności energii przy rozruchu, co jak wiemy występuje przy wstępnych obrotach 500 na min. Gdyby chcieliśmy wykorzystać tę możliwość, należałoby zastosować silnik o 12/6 biegów. W rozpatrywanym przypadku kierowano się przy obiorze wstępnej prędkości raczej względami technologicznymi, mianowicie dążeniem do napelniania wirówki przy stałych obrotach. Najdogodniejsze do tego celu obroty przypadają, jak wiemy, między 200 a 400 obr./min.

Silniki dwubiegowe są budowane z wirnikiem zwartym. Zmniejszenie ciepła rozruchu nie jest tu tak znaczne, aby można było uważać kwestię obciążenia cieplnego silnika za rozwiązana. Naturalnie, w stosunku do zwykłego silnika zwartego obciążenie to jest dużo mniejsze, można więc zrezygnować ze sprzęgła ciernego, którego stosowanie nie byłoby w tym wy-

padku słuszne i dać sprzężenie stałe. Wzajemnie tego silniki powinny mieć izolację wyższej klasy i specjalną konstrukcję wirnika, zapewniającą rozruch przy małym prądzie. Hamowanie generatorowe powiększa jeszcze bardziej obciążenie silnika i nie bywa na ogół stosowane, zwłaszcza dlatego, że z nim jest związ-



Rys. 4. Przebieg obrotów (1) i poboru mocy (2) w funkcji czasu dla silnika dwubiegowego mocy znamionowej 16,3/63 kW

zany duży pobór prądu biernego przez silnik, wskutek czego obniża się współczynnik mocy sieci zasilającej.

Wady te są stosunkowo nieznaczne wobec licznych zalet, które te silniki posiadają. Przede wszystkim należy podkreślić ich doskonałe dopasowanie do potrzeb technologicznych. Silniki te umożliwiają mianowicie napełnianie wirówki przy stałych obrotach. Dzięki temu osiąga się lepsze rozłożenie cukrzy cy wewnątrz bębna, co wpływa korzystnie na jednolitość otrzymanego produktu. Drugą ważną zaletą jest oszczędne zużycie energii. Zależnie od doboru silnika i rodzaju pracy można oszczędzić do 20% energii, zużywanej przez zwykły silnik z wirnikiem zwartym. Wprowadzając hamowanie generatorowe otrzymuje się dalszą oszczędność energii.

Dzięki tym zaletom silniki dwubiegowe zyskują ostatnio duże znaczenie w napędzie wirówek. Przy bardzo dużej liczbie szarż (30) stosuje się nawet silniki czterobiegowe, które umożliwiają jeszcze większą oszczędność energii.

8. Dwie sieci o różnych częstotliwościach.

System dwóch częstotliwości jest rozwiązaniem zupełnie równoważnym silnikowi dwubiegowemu.

W wykonywanych dotychczas za granicą urządzeniach stosowano jako wstępną częstotliwość $16\frac{2}{3}$ okr./sek. Przy obiorze tej częstotliwości zrezygnowano z osiągnięcia największej oszczędności energii, aby uzyskać możliwość napełniania wirówki przy stałych obrotach, wynoszących około 300 obr./min. Jak wynika z rys. 3, osiągalne zmniejszenie strat ciepłych wynosi w tym wypadku około 44%, a więc wzrost obciążenia, spowodowany odchyleniem od najkorzystniejszej częstotliwości nie jest duży.

Na rys. 5 jest przedstawiony uproszczony schemat urządzenia. Sieć podstawowa o napięciu 380 V i częstotliwości 50 okr./sek. jest zasilana z głównego generatora, sieć zaś częstotliwości wstępnej — w rozpatrywanym wypadku $16\frac{2}{3}$ okr./sek. i 140 V — z dwumaszynowej przetwornicy częstotliwości. Zespół przetwornicy składa się z generatora synchronicznego, napędzanego przez silnik indukcyjny przy jednej trzeciej obrotów znamionowych.

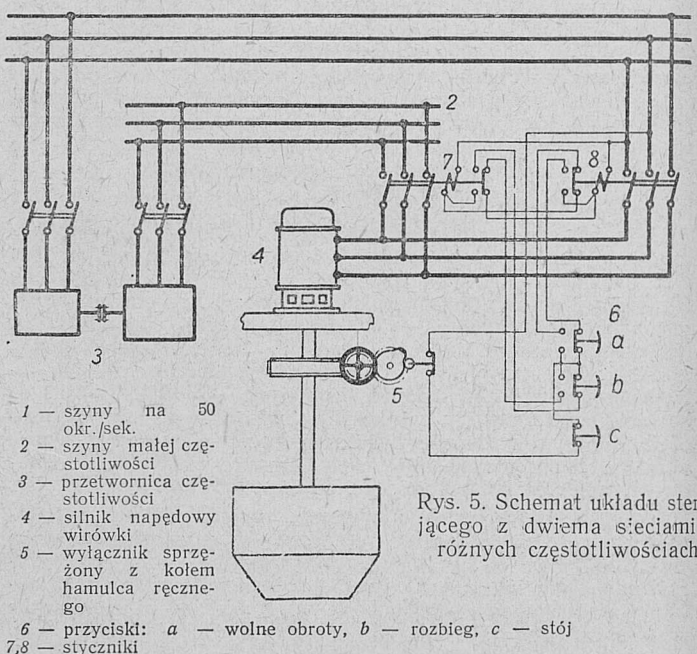
Silnik wirówki uruchamia się przyciskiem „wolne obroty”. Wtedy stycznik 7 włącza go do sieci małej częstotliwości. Po osiągnięciu pełnych obrotów, możliwych przy tej częstotliwości, i napełnieniu wirówki obsługa naciska przycisk „rozbieg”. Wskutek tego powstaje przerwa w obwodzie cewki stycznika 7, który otwierając swoje styki zamyka jednocześnie obwód cewki stycznika 8. Stycznik ten włącza silnik do sieci na 50 okr./sek. Następuje rozpedzenie wirówki do pełnych obrotów, wynoszących ok. 970 obr./min, przy których następuje odwirowanie odcieku. Po zakończeniu tego etapu wirówkę należy zatrzymać. Można w tym celu zastosować hamowanie generatorowe albo ręczne. Hamowanie generatorowe przeprowadza się przez włączenie silnika z powrotem na sieć niższej częstotliwości. Dokonuje się tego przez naciśnięcie przycisku „wolne obroty”. Gdy wskutek hamowania obroty wirówki zmniejszą się dosta-

tecnie, zatrzymuje się ją hamulcem ręcznym. Sprężony z kołem hamulca wyłącznik 5 wyłącza wtedy silnik i uniemożliwia powtórne włączenie, dopóki hamulec jest zaciśnięty. Zapasowy przycisk c służy do szybkiego wyłączenia silnika w razie potrzeby bez konieczności uruchamiania hamulca.

Jak widać, układ jest bardzo prosty i łatwy do obsługi. Styczniki 7 i 8 są wzajemnie blokowane tak, że nie jest możliwe włączenie obydwu jednocześnie (spowodowałoby to zwarcie między szynami 1 i 2). Możliwe jest włączenie silnika bezpośrednio do sieci na 50 okr./sek., jednakże można je stosować jedynie w wyjątkowych wypadkach, w razie uszkodzenia na sieci niższej częstotliwości. Liczba włączeń na godzinę musi być w takim wypadku bardzo ograniczona.

Sieć wstępna jest zasilana zwykle z generatora synchronicznego, napędzanego przy niższych obrotach przez silnik indukcyjny. Można tak dobrać obroty maszyn, że przekładnia między nimi stanie się zbędna. Na przykład do napędu generatora czterobiegowego o 1500 obr./min. można zastosować silnik o 500, 600 lub 750 obr./min. Otrzyma się wtedy częstotliwość $16\frac{2}{3}$, 20 lub 25 okr./sek.

Moc generatora zależy od liczby silników, od ich mocy i liczby włączeń na godzinę oraz od częstotliwości wstępnej. Im większa częstotliwość, tym więcej energii z generatora silnik pobiera podczas rozruchu, bo jest zasilany w ciągu dłuższego czasu i osiąga wyższe obroty. Obciążenie generatora mocą czyn-



Rys. 5. Schemat układu sterującego z dwiema sieciami o różnych częstotliwościach

ną jest nieduże, zwłaszcza że część energii jest zwracana w okresie hamowania generatorowego. Natomiast prądy bierne rozruchu i hamowania dodają się, wskutek czego prąd zastępczy generatora wypada bardzo duży. Przetwornica pracuje przy wyjątkowo niskim współczynniku mocy (rzędu 0,2).

Obliczenie generatora jest dość żmudne. Mianowicie, należy ustalić harmonogram pracy włączanych silników z uwzględnieniem ich wielkości i liczby szarż, a następnie dodawać wektorowo prądy, pobierane w poszczególnych okresach czasu przez włączone silniki. Po otrzymaniu w ten sposób wykresu obciążenia prądem można obliczyć prąd zastępczy i dobrać odpowiednią maszynę z katalogu. Należy przy tym wziąć pod uwagę, że generator wskutek niższych obrotów ma osłabione chłodzenie, toteż konieczne jest wprowadzenie przewietrzania obcego.

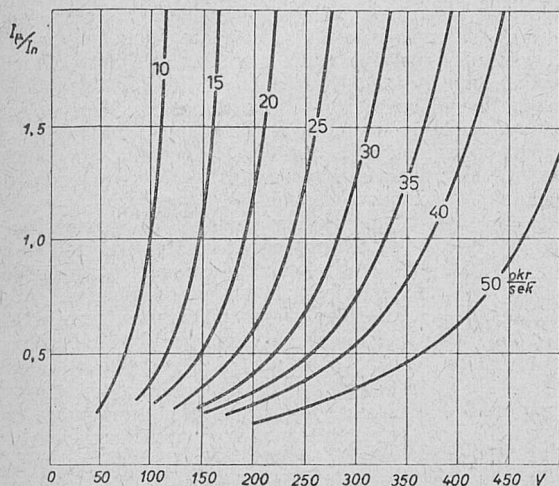
Moc znamionowa maszyny wybranej w ten sposób wynosi przy częstotliwości 25 okr./sek. do 30% łącznej mocy wszystkich zasilanych silników. Przy częstotliwości niższej maszyny wypadają mniejsze. Silnik do napędu generatora oblicza się tylko na moc czynną tego ostatniego, a więc moc silnika wynosi 50 — 70% mocy generatora.

9. Praca silnika indukcyjnego zasilanego prądem o niższej częstotliwości.

Przy zasilaniu silnika prądem o niższej częstotliwości ulegają zmianie jego parametry magnetyczne. Dlatego jest rzeczą ważną nie tylko brać pod uwagę zjawiska energetyczne, ale również zbadać bliżej, jakie warunki winny być spełnione, aby sil-

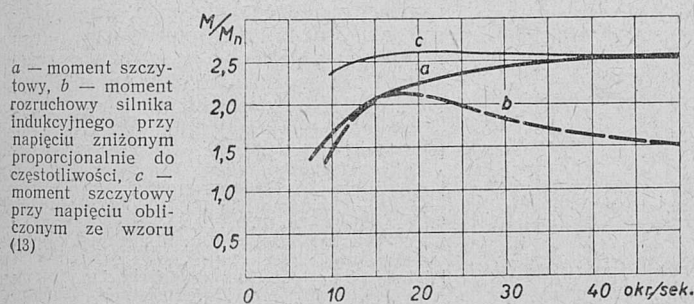
nik mógł pracować przy niższej częstotliwości równie dobrze, jak przy normalnej.

Należy przede wszystkim zauważyć, że napięcie sieci wstępnej musi być niższe, gdyby je bowiem pozostawić bez zmiany, wzrósłby w sposób niedopuszczalny prąd magnesujący, jak to wynika z rys. 6. Generator synchroniczny, zasilający sieć ma-



Rys. 6. Przebieg prądu magnesującego silnika indukcyjnego na 1,5 kW, 1000 obr./min., w zależności od napięcia przy różnych częstotliwościach

łej częstotliwości, ma przy niższych obrotach i nie zmienionym wzbudzeniu napięcie zmniejszone w stosunku obrotów. Takie napięcie byłoby jednak za niskie, bo przy zmniejszonej częstotliwości zmalałby moment obrotowy silników, jak to przedstawia krzywa a na rys. 7. Moment ten maleje tym szybciej,



Rys. 7. Krzywe momentów w zależności od częstotliwości

im bardziej oddalamy się od normalnej częstotliwości, i przy 15 okr./sek. zmniejsza się już prawie o 20%. Dzieje się tak dlatego, że przy obniżonej częstotliwości wzrasta procentowy spadek napięcia na oporach czynnych. Wskutek tego siła elektromotoryczna maleje więcej niż częstotliwość. Powoduje to zmniejszenie strumienia magnetycznego, a razem z nim i momentu szczytowego silnika. Stopień zmniejszenia zależy od konstrukcji silnika.

Aby spadek momentu wyrównać, trzeba napięcie sieci zwiększyć nieco, jednak nie za bardzo, aby prąd magnesujący nie stał się większy od znamionowego, bo to spowoduje zbyt wielkie straty w miedzi. To podwyższenie napięcia zwiększy wprawdzie indukcję w żelazie i straty na histerezę i prądy wirowe, jednakże z powodu małej częstotliwości straty te nie są duże.

Przy obciążeniu wskutek stosunkowo dużego czynnego spadku napięcia indukcyjna w żelazie maleje do normalnej wielkości. Zmniejsza się również prąd magnesujący tak, że całkowity prąd obciążenia nie jest większy niż przy normalnej częstotliwości i napięciu.

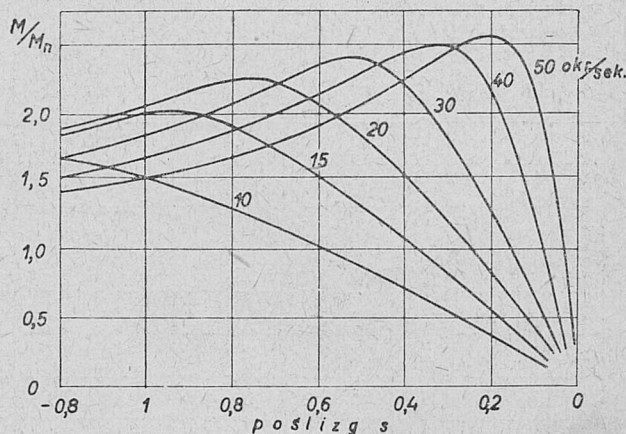
Aby wyrównać spadek momentu wystarczy stosunkowo niewielkie podwyższenie napięcia. Obiera się je z wzoru:

$$(13) \quad U_1 = U_2 \sqrt[1,1]{\frac{f_1}{f_2}}$$

Przy częstotliwości $f_1 = 16 \frac{2}{3}$ okr./sek. $f_2 = 50$ okr./sek. i napięciu $U_2 = 380$ V wypada z tego wzoru napięcie $U_1 = 140$ V.

Gdyby je obniżyć proporcjonalnie do częstotliwości, wypadłoby 127 V. Tak niewielką zwiększając napięcia można uzyskać przez powiększenie wzbudzenia (w stosunku do znamionowego) prądnic synchronicznej, dostarczającej prądu o niższej częstotliwości. Z przewzbudzeniem generatora trzeba jednak zachować ostrożność ze względu na możliwość przeciążenia go prądem biernym.

Przy obniżeniu częstotliwości ulega przesunięciu charakterystyka momentu silnika podobnie, jak się to dzieje w silnikach pierścieniowych wskutek włączenia w obwód wirnika dodatkowego oporu czynnego (rys. 8). Dzięki temu zwiększa się mo-



Rys. 8. Przebieg momentu obrotowego silnika indukcyjnego w funkcji poślizgu przy różnych częstotliwościach (napięcie zmniejszone proporcjonalnie do częstotliwości)

ment pociągowy silnika, co widać z krzywej b na rys. 7. Występuje to na skutek zmniejszenia się oporu biernego silnika przy niższej częstotliwości. Opór czynny pozostaje wtedy bez zmiany, a więc jego wpływ na charakterystykę momentu silnika staje się przy niższych częstotliwościach coraz większy. Przy pewnej wartości częstotliwości opory te są równe i wtedy moment pociągowy osiąga wartość największą, równą momentowi szczytowemu. Dalsze zmniejszanie częstotliwości powoduje szybki spadek momentu.

Widać więc, że przy odpowiednim doborze częstotliwości wstępnej możliwy jest rozruch nawet silnika zwartego przy największym momencie, a więc z największym przyspieszeniem, bez żadnych dodatkowych urządzeń. Częstotliwość, przy której występuje największy moment rozruchowy, zależy od konstrukcji silnika i może być różna. W przykładzie, przedstawionym na rys. 7 i 8, wynosi ona 15 okr./sek. Jest to jeszcze jeden argument za stosowaniem częstotliwości niższej od 25 okr./sek., mianowicie rzędu 20 — 15 okr./sek.

10. Oszczędność energii.

Rys. 9 przedstawia porównanie pracy silnika zwartego o mocy znamionowej 22 kW, napędzającego przez sprzęgło stałe wirówkę o pojemności 500 kg w systemie jednej (linie cienkie) i dwóch (linie grube) częstotliwości. Krzywe 1 oznaczają przebieg poboru mocy, krzywe zaś 2 przebieg obrotów. Częstotliwość wstępna w omawianym wypadku wynosiła 26 okr./sek., napięcie zaś 210 V. Jak widać z krzywej obrotów, silnik ma w tych warunkach dostatecznie duży moment, dzięki czemu szybko rozpędza wirówkę do ok. 300 obr./min. Wtedy rozpoczyna się jej napełnianie, objawiające się na wykresie przez wzrost poboru mocy i zmniejszenie przyspieszenia. Po napełnieniu wirówki silnik zostaje przełączony na sieć podstawową (50 okr./sek., 380 V) i rozpędza wirówkę do pełnych obrotów. Po pewnym czasie wirowania przy tych obrotach wirówkę należy zatrzymać. W systemie jednej częstotliwości dokonuje się tego ręcznie, a silnik wyłącza, bądź też stosuje się hamowanie przeciwpądowe używając na to przeciętnie 0,47 kWh. Przy dwóch częstotliwościach można wykorzystać możliwość hamowania generatorowego przez przełączenie silnika z powrotem na sieć małej częstotliwości. Oddaje on wtedy energię do sieci. Z rysunku widać, że hamowania generatorowego nie należy prowadzić aż do obrotów synchronicznych, odpowiadających częstotliwości wstępnej, bo w pobliżu tych obrotów hamowanie jest mało intensywne i daje tylko znikomą zysk energii. Dużo korzystniejsze jest więc nieco wcześniejsze odłączenie silnika i hamowanie dalej ręcznie.

Porównanie zużycia energii w obu przypadkach przedstawia tabl. 1. Liczby w niej podane nie uwzględniają zużycia energii podczas biegu ustalonego przy pełnych obrotach, gdyż wtedy

Tablica I. Zużyci energii w systemach jednej i dwu częstotliwości

System	Zużycie energii (kWh)		
	Rozruch	Planowanie	Ogółem
Jedna częstotliwość	1,3	— (0,47)	1,3 (1,77)
Dwie częstotliwości	1,0	— 0,13	0,87

połów mocy jest taki sam w obu wypadkach i wynosi około 6 kW. Wartości podane w nawiasach dotyczą pracy z hamowaniem prądem zwrotnym. Hamowanie takie stosuje się tylko w urządzeniach z silnikami pierścieniowymi.

Jak widać, różnice zużycia energii są duże. Na jednej szarży otrzymuje się zysk energii równy 0,43 kWh w zwykłych sil-

nikach będzie równa 110 kWh. Po odliczeniu 15% na straty w przetwornicy częstotliwości zostanie około 95 kWh. Oznacza to, że generator główny będzie miał obciążenie mniejsze średnio o 95 kW. Stanowi to mniej więcej — 10% jako całkowitej mocy i ma duże znaczenie w wypadkach, gdy jest ona nieco za mała lub stwarza rezerwę, która może być wyzyskana do dalszej mechanizacji zakładu.

Na tym nie kończą się zalety systemu dwóch częstotliwości. Najważniejszą korzyścią jest zmniejszenie obciążenia cieplnego silników, przez co możliwe staje się usunięcie sprzęgła ciernego. Przejście na system dwóch częstotliwości wymaga tylko nieznacznych przeróbek urządzeń istniejących. Można je przeprowadzić równolegle z unowocześnieniem aparatury, które jest bardzo pilną potrzebą, bo często przestarzała aparatura hamuje wydajność pracy. Ponadto możliwość utrzymania dwóch ustalonych szybkości jest niezmiernie korzystna dla obsługi,

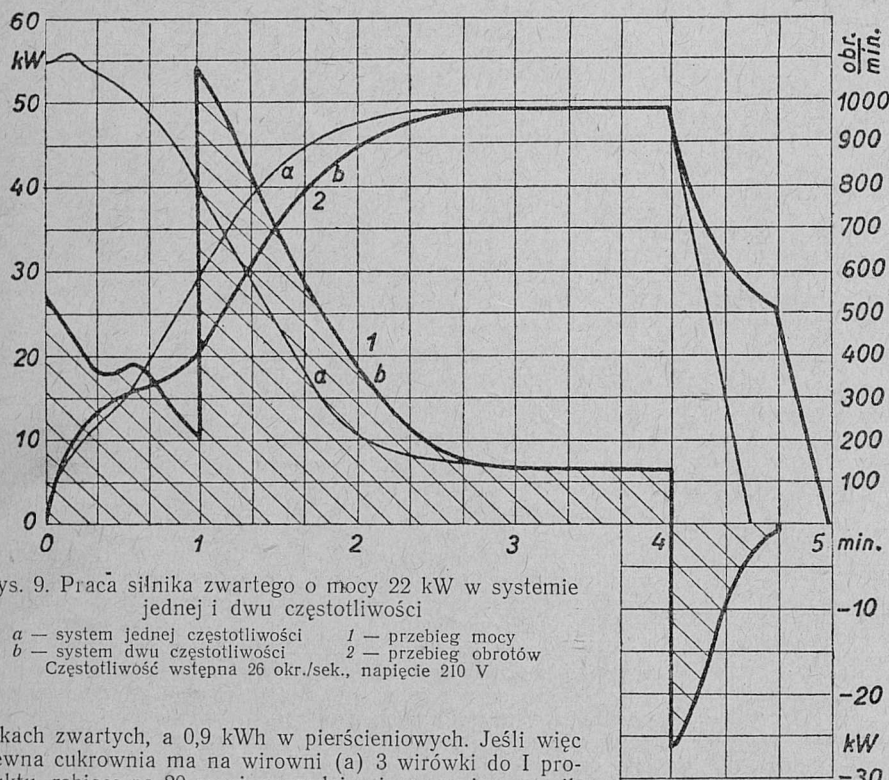
gdyż ułatwia wszystkie pomocnicze manipulacje i zwiększa bezpieczeństwo pracy.

W nowo instalowanych urządzeniach na leży jednak dać pierwszeństwo silnikowi dwubiegowemu, układ bowiem dwóch częstotliwości można zastosować tylko dla określonego z góry zespołu silników. Ponieważ silniki są razem z wirówkami dostarczane przeważnie pojedynczo dla zastąpienia urządzeń przestarzałych lub zużytych, muszą one stanowić samodzielną jednostkę, niezależną od żadnego centralnego systemu.

Obecnie jednak nie ma w kraju odpowiedniego typu silnika. Tę dotkliwą dla przemysłu cukrowniczego lukę zapewni prawdopodobnie w niedługim czasie dwubiegowy silnik wirówkowy na 20 szarż, opracowany przez Zakład Maszyn i Napędów El. Instytutu Elektrotechniki. Wprowadzenie nowego typu silnika nie rozwiąże od razu całego zagadnienia napędu wirówek. Prawdopodobnie przez długie jeszcze lata będą mogły pracować obecne urządzenia; należałoby je tylko unowocześnić. Duże możliwości stwarza tutaj system dwóch częstotliwości.

LITERATURA

- [1] Sliwiński St. Zużycie energii mechanicznej w cukrowniach, Warszawa 1933.
- [2] Popow W. K. Osnovy elektropriwoda, Moskwa — Leningrad, 1951.
- [3] Kasjanow W. T. Asinchronnaja maszina pri pieriemiennoj czastocie, Elektrichestwo, 1949, zes. 2, str. 38—47.
- [4] Leicher A. Über elektrische Zentrifugenantriebe in der Zuckerindustrie, Siemens Zeitschr., 1941.
- [5] Plettner B. Zur Berechnung des elektrischen Einzelantriebs von Zuckerzentrifugen, Siemens Zeitschr., 1943.
- [6] Riggensbach - Schoch. Der elektrische Einzelantrieb von Zuckerzentrifugen mit Kurzschlussläufermotoren, Brown-Boveri Mitt., 1951, str. 155—167.



Rys. 9. Praca silnika zwartego o mocy 22 kW w systemie jednej i dwu częstotliwości

a — system jednej częstotliwości 1 — przebieg mocy
b — system dwu częstotliwości 2 — przebieg obrotów
Częstotliwość wstępna 26 okr./sek., napięcie 210 V

nikach zwartych, a 0,9 kWh w pierścieniowych. Jeśli więc pewna cukrownia ma na wirowni (a) 3 wirówki do I produktu, robiące po 20 szarż na godzinę i wyposażone w silniki pierścieniowe, które hamują wirówkę prądem zwrotnym, (b) 8 wirówek do cukru białego z silnikami zwartymi, wyrabiające po 10 szarż na godzinę i (c) 10 wirówek do półproduktów, każda po 5 szarż, to całkowita oszczędność energii, która w ciągu godziny da się uzyskać dzięki systemowi dwóch często-

MGR INŻ. E. SIELSKI

Uwagi w sprawie celowości stosowania pojedynczego układu szyn zbiorczych

621.316.35.027.5:621.316.31

Treść. Omówiono celowość zastąpienia podwójnego układu szyn zbiorczych o napięciu 6—10 kV układem pojedynczym. Rozpatrzono możliwości realizacji tego bez zmniejszenia pewności ruchu elektrycznego. Wskazano, gdzie można stosować układ pojedynczy, a gdzie należy stosować układ podwójny.

О целесообразности применения одиночной системы собирательных шин. Обсуждается целесообразность замены двойной системы шин для 6—10 кв. одиночной. Рассмотрены возможности осуществления этого предложения без ущерба для надежности работы. Указано, где можно применять одиночную систему и где следует применять двойную систему.

Notes on the practicability of the single bus-bar system. Review of the practicability of replacing the double system of 6—10 kV bus bars by the single system. The author reviews the chances of achieving this object without impairing the reliability of service. Instances in which the single system can be used, and those calling for the double system.

1. Wstęp.

Ciągły wzrost zapotrzebowania energii elektrycznej ze strony szybko rozwijającego się przemysłu spowodował, między innymi, konieczność budowy wielkiej ilości urządzeń rozdzielczych wysokiego napięcia zarówno dla energetyki zawodowej, jak i dla przemysłu. Równocześnie jednak ostro stoi sprawa oszczędnego projektowania ze szczególnym uwzględnieniem możliwie małego zużycia materiałów w ogóle, a w szczególności metali kolorowych. Jednym ze środków, mających na celu oszczędne projektowanie szyn zbiorczych, jest stosowanie pojedynczego

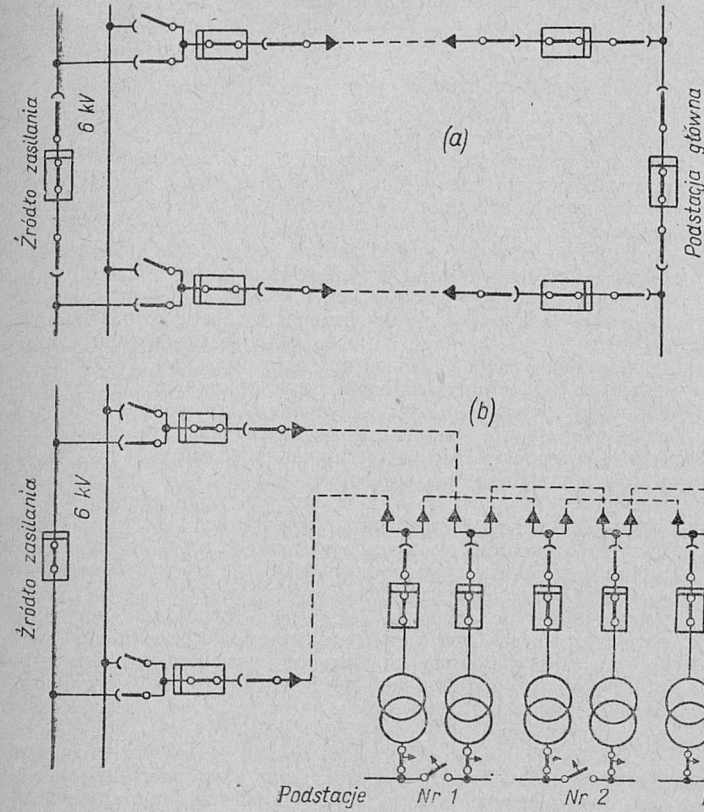
układu szyn w licznych i bardzo rozpowszechnionych rozdzielniach o napięciu znamionowym 6 i 10 kV.

W wybudowanych dotychczas rozdzielniach elektrownianych z rozdziałem znacznej mocy na napięciu prądnic oraz na głównych podstawach — po stronie 6 czy 10 kV — prawie wyłącznie spotyka się podwójny układ szyn zbiorczych. Rozwiązanie takie bywa na ogół uzasadniane następującymi argumentami:

a) możliwość remontu i czyszczenia szyn z utrzymaniem zasilania wszystkich odbiorów;

b) możliwość zastąpienia dowolnego wyłącznika wyłączni-

kiem sprzęgowym, przy czym związana z tym przerwa w pracy danego obwodu ogranicza się do czasu usunięcia z celki uszkodzonego wyłącznika i wykonania połączenia prowizorycznego;



b) czy pojedynczy układ szyn zbiorczych może zapewnić odbiorom zaopatrzenie w energię elektryczną z równym stopniem pewności, jak układ podwójny;

c) jakie korzyści eksploatacyjne, budowlane i montażowe daje przejście na pojedynczy układ szyn zbiorczych.

Co do punktu a) można stwierdzić, że uszkodzenia szyn zbiorczych zdarzają się na ogół dość rzadko, przy czym właśnie podwójny układ szyn zbiorczych — z tzw. „widelcem” z odłączników przy jednym wyłączniku na jedno odejście — zwiększa możliwości powstawania uszkodzeń. Nie ulega kwestii, że przełączanie obwodów z jednego układu szyn na drugi należy do czynności poważnych; występujące wówczas uszkodzenia odłączników wskutek nieprawidłowych manipulacji są zjawiskiem znacznie częstszym niż uszkodzenie szyn zbiorczych przy układzie pojedynczym. Dla zasilania tych odbiorów, dla których przerwy w dostawie energii są w ogóle niedopuszczalne, większe niebezpieczeństwo stwarza linia zasilająca, niż rozdzielnia i jeżeli linia nie ma rezerwy, to podwójny układ szyn zbiorczych nie zapewni ciągłości dostawy energii. Należy przy tym zauważyć, że każdy drobny nawet remont wewnątrz celki, np. konieczność wymiany choćby tylko izolatora, wymaga odłączenia całego odpływu od obu układów szyn zbiorczych, a więc powoduje przerwę w dostawie. W takim więc przypadku sam podwójny układ szyn zbiorczych nie zapobiegne przerwie w zasilaniu odbioru przyłączonego do celki, w której nastąpiło uszkodzenie, jeżeli odbiór ten nie ma innego, rezerwowego zasilania z sieci. Z powyższego wynika, że zaprojektowanie rozdzielni z dwoma układami szyn nie może być uważane za rozwiązanie prawidłowe i celowe w każdym przypadku. Można by zaryzykować twierdzenie, że w wielu przypadkach zastosowanie podwójnego układu w wybudowanych dotychczas rozdzielniach da się wytłumaczyć tylko brakiem krytycznego ujęcia zagadnienia. Jeżeliby udało się stworzyć system połączenia odbiorów z rozdzielniami o pojedynczym układzie szyn zbiorczych odpowiednio pewny i elastyczny pod względem zasilania, wówczas zalety układu podwójnego (konserwacja i remont części rozdzielni bez przerywania dostawy energii) utraciłyby poważną część swego znaczenia.

Co do punktu b) należy stwierdzić, że rozwiązywanie jednocześnie schematu rozdzielni ze schematem sieci zasilającej odbiory doprowadza w wielkiej liczbie przypadków do całkowicie uzasadnionego zastąpie-

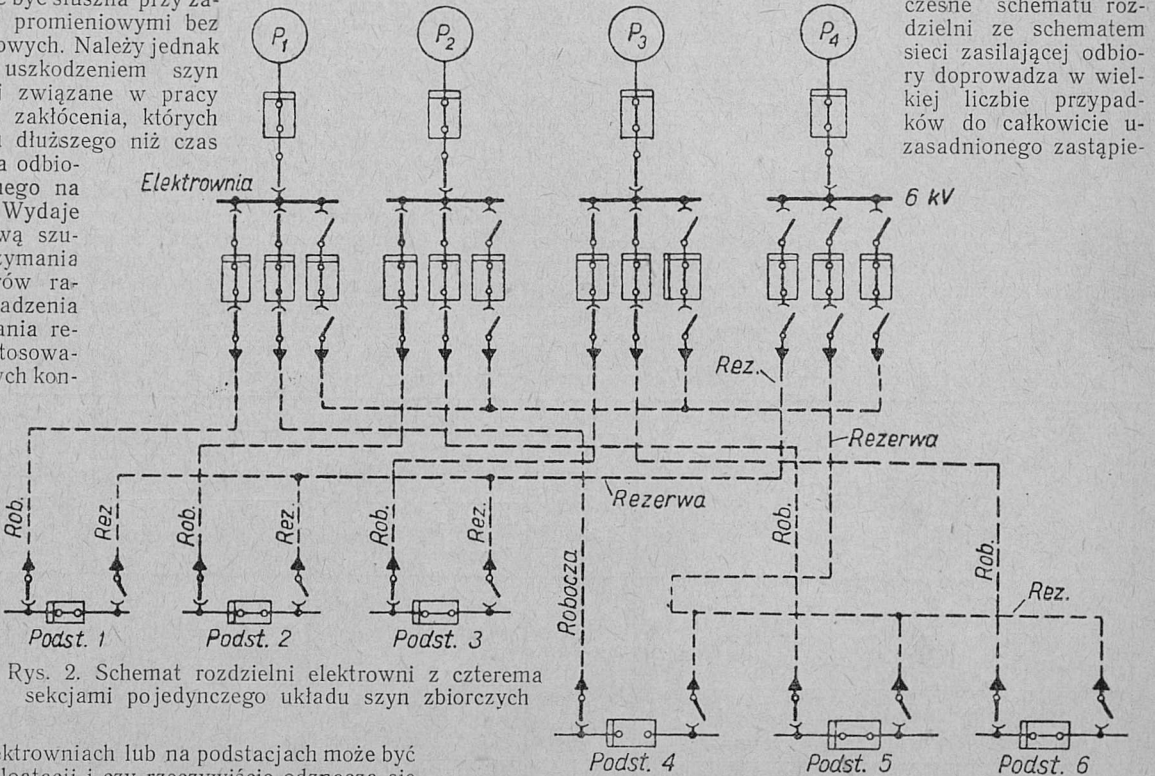
c) w przypadku uszkodzenia szyn zbiorczych przerwa w zasilaniu odbiorów trwa zaledwie tyle czasu, ile go trzeba na przełączenie odbiorów i jednostek prądotwórczych albo linii zasilających z układu uszkodzonego na układ zdrowy.

Ta argumentacja może być słuszna przy zasilaniu odbiorów liniami promieniowymi bez zapewnienia rezerw sieciowych. Należy jednak zwrócić uwagę, że z uszkodzeniem szyn zbiorczych są zazwyczaj związane w pracy elektrowni czy podstacji zakłócenia, których usunięcie wymaga czasu dłuższego niż czas potrzebny do przełączenia odbiorów z układu uszkodzonego na układ gotowy do pracy. Wydaje się rzeczą bardziej celową szukanie możliwości utrzymania stałego zasilania odbiorów raczej na drodze wprowadzenia i odpowiedniego wyzyskania rezerw sieciowych oraz stosowania nowoczesnych pewnych konstrukcji urządzeń rozdzielczych, niż przez podwajanie układu szyn zbiorczych.

2. Celowość zastąpienia podwójnego układu szyn zbiorczych układem pojedynczym.

Dla zorientowania się w tym zagadnieniu rozpatrzmy następujące zagadnienia:

a) czy podwójny układ szyn zbiorczych na napięciu prądnic w elektrowniach lub na podstacjach może być źródłem trudności w eksploatacji i czy rzeczywiście odznacza się poważnymi zaletami w porównaniu z układem pojedynczym — pod kątem zwiększenia pewności zaopatrzenia odbiorów w energię;



Rys. 2. Schemat rozdzielni elektrowni z czterema sekcjami pojedynczego układu szyn zbiorczych

nia podwójnego układu szyn układem pojedynczym, przy którym nierzadko uzyskuje się nawet większy stopień pewności ruchu.

Na rys. 1 pokazano przykładowo schematy sieci zasilanych z rozdzielni o dwóch sekcjach i o podwójnym układzie szyn zbiorczych. W obu tych przykładach linie i transformatory powinny być zaprojektowane z rezerwą 50 ÷ 100% w zależności od wielkości obciążeń, występujących u odbiorców I i II kategorii. Skasowanie w tych schematach drugiego, niesekcjonowanego, układu szyn zbiorczych w rozdzielniach zasilających nie pogorszyłoby warunków pracy; wręcz przeciwnie — schemat źródła zasilania stałby się wówczas prostszy, a zatem pewniejszy w ruchu. Istotne niebezpieczeństwo wystąpiłoby tylko przy równoczesnym uszkodzeniu szyn zbiorczych i sieci. Taki wypadek, jako bardzo mało prawdopodobny, nie może być decydującym przy wyborze schematu zasilania.

W innym przypadku, gdy schemat sieci przewiduje jedną linię rezerwową dla kilku linii roboczych, można także zastąpić podwójny układ szyn zbiorczych — w rozdzielni zasilającej sieć — układem pojedynczym. Jedynym warunkiem, aby zasilanie podstacji lokalnych lub oddziałowych było równie pewne, jak przy układzie podwójnym, jest dobranie odpowiedniej liczby sekcji szyn zbiorczych w rozdzielni głównej. Przedstawiony na rys. 2 schemat wyjaśnia, że w takim, przykładowym, układzie sieciowym nie jest groźne dla odbiorów ani uszkodzenie linii zasilającej, ani nawet szyn zbiorczych w elektrowni (podstacji głównej), choć nie posiadają one podwójnego układu szyn. Należy jedynie wykonać rozdzielnię z liczbą sekcji równą liczbie linii, tworzących wspólną grupę wraz z linią rezerwową.

Schematowi z rys. 2 można zarzucić, że uszkodzenie jednej sekcji szyn zbiorczych sprowadza tu odłączenie prądnicy (ewentualnie transformatora), przyłączonej do danej sekcji. Jednak podobną zupełnie sytuację, w której następuje odłączenie prądnicy (transformatora), wytworzy także nieplanowy remont wyłącznika, przez który jest przyłączona dana prądnica (czy transformator), również w przypadku podwójnego układu szyn zbiorczych. Toteż w rozwiązaniach radzieckich i amerykańskich wyczuwa się obecnie propozycje przyłączenia jednostki prądotwórczej (czy głównego transformatora zasilającego) przez dwa wyłączniki do dwu niezależnych sekcji szyn zbiorczych, a każdej z linii odpiływowych — przez jeden wyłącznik do jednej sekcji. Takie rozwiązanie nasuwa jednak zastrzeżenia, gdyż wymaga większej liczby wyłączników, które wciąż są jeszcze aparatami drogimi i stanowią jedną z zasadniczych pozycji wyposażenia rozdzielni.

Rozpatrując pytanie zawarte w punkcie c) można dojść do wniosku, że pojedynczy układ szyn zbiorczych, zaprojektowanych z uwzględnieniem warunków wynikających z punktu b), daje wyraźne korzyści eksploatacyjne. Już sam fakt znacznego uproszczenia schematu i zmniejszenia możliwości błędnych połączeń zwiększa pewność ruchu całego układu. Potwierdzenie tego można znaleźć w wynikach obserwacji, przeprowadzonych po wojnie przez jedno z przedsiębiorstw montażowych ZSRR w 32 zakładach różnych gałęzi przemysłu. Odstąpienie od podwójnego układu szyn zbiorczych na podstacjach tych zakładów nie pogorszyło, lecz przeciwnie poprawiło warunki zaopatrywania w energię elektryczną.

Stosowanie pojedynczego układu szyn zbiorczych daje oszczędności w kosztach budowy rozdzielni dzięki możliwości zmniejszenia objętości budynku, ilości materiałów i aparatury elektrycznej. Należy ponadto specjalnie podkreślić oszczędność metali kolorowych, które są przeważnie stosowane na szyny zbiorcze. Porównawcze zestawienie kosztów i kubatury budynków rozdzielni z pojedynczym i podwójnym układem szyn zbiorczych, według danych radzieckich, podaje tabl. I.

Oprócz wymienionych wyżej korzyści występuje jeszcze duża poważna korzyść, a mianowicie skrócenie czasu montażu rozdzielni z pojedynczym układem szyn zbiorczych. Ta ostatnia korzyść nabiera specjalnego znaczenia obecnie, kiedy tempo inwestycji jest duże, a personelu, szczególnie wykwalifikowanego, oraz sprzętu montażowego itp. wciąż nie wystarcza.

3. Możliwości realizacji.

Zastosowanie pojedynczego układu szyn zbiorczych w naszych elektrowniach zawodowych i podstacjach okręgowych wydaje się obecnie rzeczą jeszcze mało prawdopodobną. Linie sieci rozdzielczych, szczególnie niższych napięć, pracują obecnie bardzo często jako linie promieniowe bez rezerwowych połączeń, wyłączenie więc którejkolwiek sekcji pojedynczego układu szyn pozbawiłoby napięcia wszystkie linie odpiływowe przyłączone do takiej sekcji. Nawet przy projektowaniu nowej podstacji w sieci okręgowej przeważnie znana jest tylko część odbiorów, które będą z niej zasilane. Przy ciągłym wzroście obciążeń i konieczności przyłączania nowych linii do pracującego układu sieciowego bardziej celowe, z konieczności, jest jeszcze stosowanie rozdzielni z podwójnym układem szyn zbiorczych. Gdyby nawet trudności związane z przewidywaniem rozbudowy układu sieciowego dały się pokonać, to wprowadzenie w rozdzielniach elektrowni i podstacji okręgowych pojedynczego układu szyn zbiorczych wymagałoby głębokiej reorganizacji już istniejących sieci energetycznych, co byłoby, oczywiście, niewłaściwe.

Punkt ciężkości stosowania schematów tańszych i właściwszych przenosi się w naszych warunkach na dokładność i kompletność projektów zagospodarowania przestrzennego całego kraju i jego poszczególnych okręgów. Energetyk zawodowy, projektujący koncepcje sieciowe okręgowe i rozporządzający dokładnymi i wyczerpującymi projektami zabudowy przestrzennej, mógłby wówczas z pełnym powodzeniem przewidywać rozwiązania tańsze, lepsze, bardziej celowe i pewniejsze w ruchu. Ostrość zagadnienia planowania dalekowzrocznego od strony odbioru energii występuje tu z całą jaskrawością.

Już cokolwiek prościej przedstawia się to ważne zagadnienie przy projektowaniu koncepcyjnym sieci miejskich. Jak jednak doświadczenie poucza, i w tym przypadku plany zagospodarowania przestrzennego często w ogóle nie istnieją albo są tak niepewne w czasie i w opracowaniu, że wytrącają z ręki energetykowi wszelkie szanse stosowania celowych i tanich rozwiązań. I na tym więc przykładzie potwierdza się szczególnie trudna rola energetyki, która może projektować swe urządzenia racjonalnie dopiero wówczas, gdy nastąpi zupełne wyjaśnienie sytuacji od strony odbiorów energii, natomiast musi budować urz ą d z e n i a, nim jeszcze odbiory te powstaną. Jedynym przeto słusznym wyjściem jest utrzymywanie wysokiego nacisku na szybkość, dokładność i niezmiennosć opracowań projektowych od strony zabudowy przestrzennej terenu, a dopiero po ukończeniu tych opracowań przenoszenie nacisku na opracowania energetyczne od strony ich racjonalności i taniaści. W innych okolicznościach, to jest takich jak obecne, energetyka musi projektować drożej i, niestety, mniej racjonalnie.

Słuszne natomiast i zupełnie realne wydaje się szerokie wprowadzenie już obecnie zasady pojedynczego układu szyn zbiorczych w rozdzielniach potrzeb własnych elektrowni i na podstacjach głównych w zakładach przemysłowych. W obu tych przypadkach projekt podstacji (rozdzielni) może i powinien być wykonywany równocześnie z projektem przynależnej do niej sieci rozdzielczej. Rozdzielnie wysokiego napięcia potrzeb własnych

Tablica I. Porównanie kosztów i kubatury rozdzielni przy pojedynczym i podwójnym układzie szyn zbiorczych

Wskaźniki	Pojedynczy układ szyn					Podwójny układ szyn		
	Liczba elementów	Rozdzielnie typowe		Rozdzielnie kompletne szafowe		Liczba elementów	Rozdzielnie typowe	
		na 1 element	razem	na 1 element	razem		na 1 element	razem
Koszt celek dopływowych (tys. rb.)	6	70	420	67,5	405	5	90	450
Koszt celek odpiływowych (tys. rb.)	16	100	1600	95	1520	16	120	1920
Koszt celek dławik, sekcyjnych (tys. rb.)	2	160	320	155	310	1	170	170
Koszt ogólny (tys. rb.)	—	—	2340	—	2235	—	—	2540
Koszt ogólny (%)	—	—	92	—	88	—	—	100
Kubatura rozdzielni (m ³)	24	145	3480	120	2880	22	200	4400
Kubatura rozdzielni (%)	—	—	79	—	65	—	—	100

nowoczesnych elektrowni są przeważnie projektowane w myśl powyższej zasady. Co do zakładów przemysłowych, wymagających często nawet rozległej sieci wysokiego napięcia, należy zauważyć, że jeżeli zakład posiada odbiory I kategorii (nie znoszące przerw w dostawie energii), to rezerwy sieciowe muszą być przewidziane nawet i w tym przypadku, gdy podstacja zakładowa główna była wykonana z podwójnym układem szyn zbiorczych. Zakłady przemysłowe z odbiorami tylko II i III kategorii mogą znosić nawet kilkugodzinne przerwy w zasilaniu. Zakładowe podstacje nadają się więc wybitnie do zastosowania w nich pojedynczego układu szyn zbiorczych tym bardziej, że obsługa ich posiada zazwyczaj niższe kwalifikacje od obsługi podstacji w energetyce zawodowej, a więc każde uproszczenie schematu ma poważne znaczenie.

4. Kompletnie urządzenia rozdzielcze.

Zagadnienie szerokiego stosowania rozdzielni o pojedynczym układzie szyn zbiorczych wiąże się ze sprawą ulepszenia konstrukcji urządzeń rozdzielczych celem ograniczenia możliwości powstawania zakłóceń ruchu.

Do konstrukcji rozdzielni znacznie pewniejszych w ruchu niż rozdzielnie stałe, budowane od najmniejszych elementów w miejscu ich pracy, należy zaliczyć kompletne urządzenia rozdzielcze (zestawy rozdzielcze) wykonane w postaci celek-szaf. Rozdzielnie takie są w całych zestawach wykonywane systemem fabrycznym i mają szereg cennych zalet, które można krótko ująć w następujących punktach:

- a) seryjna produkcja celek w warunkach fabrycznych pozwala na większą dokładność wykonania;
- b) przy zachowaniu warunku szczelności celki-szafy pozwalają na prowadzenie długotrwałego ruchu elektrycznego bez okresowych czyszczeń i remontów;
- c) znacznie zwiększa się bezpieczeństwo obsługi dzięki całkowitemu zamknięciu wyposażenia wewnątrz szaf i możliwości zastosowania mechanicznych blokad, wykluczających błędne manipulacje;

- d) czas montażu na miejscu pracy skraca się do minimum;
- e) małe wymiary celek pozwalają na zmniejszenie objętości budynku blisko o 30%.

Wymienione zalety kompletnych szaf rozdzielniowych są szczególnie cenne ze względu na wymagania stawiane urządzeniom rozdzielczym, które mają pracować w zakładach przemysłowych. Znajdują też one tam coraz częstsze zastosowanie i należy sądzić, że w miarę przystosowywania się przemysłu do ich produkcji będą one wypierały konstrukcje rozdzielni stałych.

5. Wnioski.

I. W głównych rozdzielniach elektrowni i w okręgowych podstacjach energetycznych celowe jest obecnie stosowanie podwójnego układu szyn zbiorczych, jako bardziej elastycznego niż układ pojedynczy i umożliwiającego bardziej swobodną rozbudowę sieci energetycznej. Nie należy jednak rezygnować i dla takich rozdzielni z zalet stosowania pojedynczego, sekcjonowanego, układu szyn w każdym przypadku, gdzie da się to uzasadnić. Celem zaś rozszerzenia możliwości stosowania układu pojedynczego należy zastrzyć wymagania stawiane projektom zagospodarowania przestrzennego terenu.

II. W rozdzielniach potrzeb własnych elektrowni i w głównych podstacjach zakładów przemysłowych powinien znaleźć szerokie zastosowanie pojedynczy układ szyn zbiorczych.

III. Należy zwiększyć, ile to jest możliwe, produkcję fabryczną kompletnych urządzeń rozdzielczych w zakładach przemysłu elektrotechnicznego i szeroko stosować takie zestawy, szczególnie w instalacjach elektrycznych wszelkich zakładów przemysłowych.

LITERATURA

- Sławin M. I. Odnośna systema szyn na elektryczeskich stancjach i podstancjach (Elektr. Stancji, 1950, nr 4).
 Ob odnośnej systemie szyn na elektrostancjach i podstancjach (Elektr. Stancji, 1951, nr 1).
 Fiedorow A. A. i Kniazievski B. A. Elektrosnabżenie promyslennykh priepriatij.

PROF. DR INŻ. JAN KOŻUCHOWSKI
 Zakład Elektroenerg. Politechn. Wrocław.

Automatyka kotłowa

621.182(438)

Treść. Opisano najczęściej spotykane w praktyce układy automatyki kotłowej spalania, regulacji wody oraz regulacji temperatury. Oceniono ich wady i zalety na podstawie dotychczasowego doświadczenia, zebranego w krajowych elektrowniach oraz laboratorium badawczym.

Котельная автоматика. Описаны чаще всего встречаемые на практике в котельных установках системы автоматизации процессов сгорания, регулирования подачи воды и регулирования температуры. Дается критическая оценка недостатков и преимуществ этих систем на основании собранного до сего времени опыта на польских электрических станциях и в исследовательских лабораториях.

Boiler automatics. The article contains a description of the most conventional systems of boiler automatics — combustion, water and temperature control. A review is given, on the basis of experience hitherto gained by Polish electric power stations and research laboratories, of the merits and demerits of such devices.

Automatyka kotłowa została rozwiązana w kilku typowych układach, różniących się między sobą głównie sposobem przenoszenia impulsów nadajnika pomiarowego na urządzenie regulujące. Dla wyjaśnienia różnic podano niżej opisy urządzeń, znajdujących się w elektrowniach krajowych, z pominięciem teorii regulowania i szczegółów konstrukcyjnych.

1. Automatyka spalania.

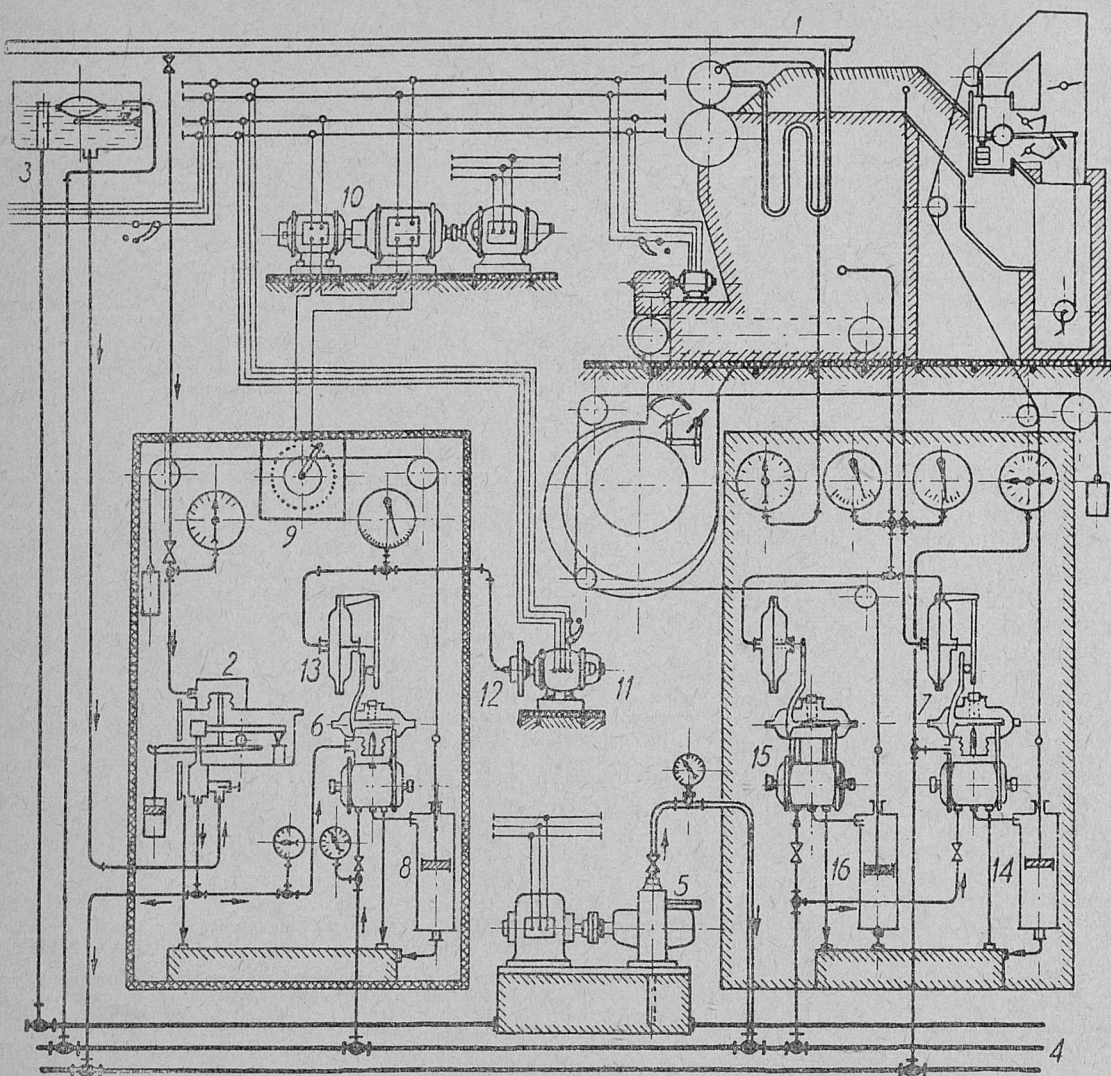
a) Automatyka systemu Arca (rys. 1a, 1b, 1c) oparta jest na hydraulicznym impulsowaniu.

Regulacja procesu spalania węgla dla utrzymania stałego ciśnienia w głównym przewodzie parowym 1 (rys. 1a) odbywa się przy pomocy czterech regulatorów. Regulator główny 2, którego szczegóły konstrukcyjne są podane na rys. 1b, wspólny dla wszystkich kotłów, ma komorę zamkniętą metalowym mieszkami. Szczegóły konstrukcyjne tego regulatora są podane na rys. 1b. Mieszek *a* pod wpływem zmian ciśnienia w komorze, odpowiadających zmianom ciśnienia regulowanego, wykonuje ruchy przenoszone na dwuramienną dźwignię *b* przez sworzeń *c* połączony z dnem mieszka. Jeden koniec dźwigni obciążony jest regulowanym ciężarem *d*, drugi działa na dźwignię jednoramienną *e*. Na ruchomym końcu dźwigni jednoramienną umieszczony jest sworzeń *f*, przesłaniający otwór wlotowy dyszy *g*. Dysza połączona jest z komorą, do której wpływa olej ze zbiornika górnego 3, położonego na wysokości kilkunastu metrów nad poziomem umieszczenia regulatora. Olej przedostaje się przez dławik *h*. W stanie równowagi ciśnienie oleju w komorze odpowiada poziomowi oleju w zbiorniku oraz przepływowi przez dyszę, ten zaś zależy od odległości sworzni od otworu wlotowego dyszy.

Wypływający z dyszy olej gromadzi się w zbiorniku olejowym dolnym 4, połączonym z pompą olejową 5. Gdy w komorze regulatora głównego ciśnienie pary spada, wówczas dno

mieszka przesuwają się ku górze, dźwignia dwuramienna wykonuje obrót w kierunku przeciwnym do ruchu wskazówki zegara, koniec dźwigni jednoramienną przesuwają się ku górze i w rezultacie mniej przesłonięty jest otwór dyszy. Powoduje to spadek ciśnienia oleju tym większy, im więcej będzie odsłonięty otwór dyszy i im więcej przysłonięty jest dławik. Na odsłonięcie otworu przy danym ciśnieniu pary wywiera wpływ wielkość regulowanego ciężaru. Umożliwia to odpowiednią korektę regulacji ciśnienia, konieczną dla prawidłowego działania urządzenia (kompensacja spadku ciśnienia w przewodach).

Komora olejowa i połączona jest z komorami olejowymi regulatora paliwa 6 i regulatora ciągu 15, których szczegóły konstrukcyjne są podane na rys. 1c. Regulatory posiadają analogiczne komory olejowe zamknięte metalowymi mieszkami. Przy malejącym ciśnieniu dno mieszka, do którego przymocowany jest sworzeń, przesuwają się ku dołowi, dźwignia *a* podparta sworzniem obraca się w kierunku zgodnym z ruchem wskazówki zegara i w rezultacie otwór kanału dyszowego *b* zostaje mocniej przesłonięty. Powoduje to wzrost ciśnienia oleju, który, będąc doprowadzonym przez pompę olejową do dławicy rozdzielczej *c*, napotyka w kanale dyszowym większy opór. Dławica rozdzielcza połączona jest przewodem z komorą ciśnieniową *d*, zamkniętą suwakiem sterującym *e*. Pod wpływem wzrostu ciśnienia suwak przesuwają się w lewo, dzięki czemu olej przepływa przez przewód dopływowy *f*, przewodu sterowniczego *g*, do cylindra 8. Przy spadku ciśnienia przesuw suwaka w prawo następuje pod wpływem sprężyny. Regulację przesuw suwaka umożliwiają śruby nastawcze. Tłok cylindra przesuwając się w dół zmienia — przez linkę napiętą równoważnym ciężarem — nastawienie opornika 9 zespołu Leonarda, co powoduje wzrost napięcia na szynach tego zespołu 10. Pod wpływem wzrostu napięcia silniki elektryczne przyłączone do szyn zespołu uzyskują wyższe obroty.



Rys. 1a. Schemat ogólny samoczynnej regulacji systemu Arca

- 1 — główny przewód parowy
- 2 — regulator główny (szczegóły konstrukcyjne na rys. 1b).
- 3 — zbiornik górny
- 4 — zbiornik dolny
- 5 — pompa olejowa
- 6 — regulator paliwa (szczegóły konstrukcyjne na rys. 1c)
- 7 — regulator ciągu
- 8 — cylinder regulacyjny
- 9 — opornik zespołu Leonarda
- 10 — zespół Leonarda
- 11 — silnik elektryczny
- 12 — dmuchawa
- 13 — komora ciśnieniowa (szczegóły konstrukcyjne na rys. 1c)
- 14 — cylinder regulacyjny
- 15 — regulator powietrza poddmuchowego
- 16 — cylinder regulacyjny

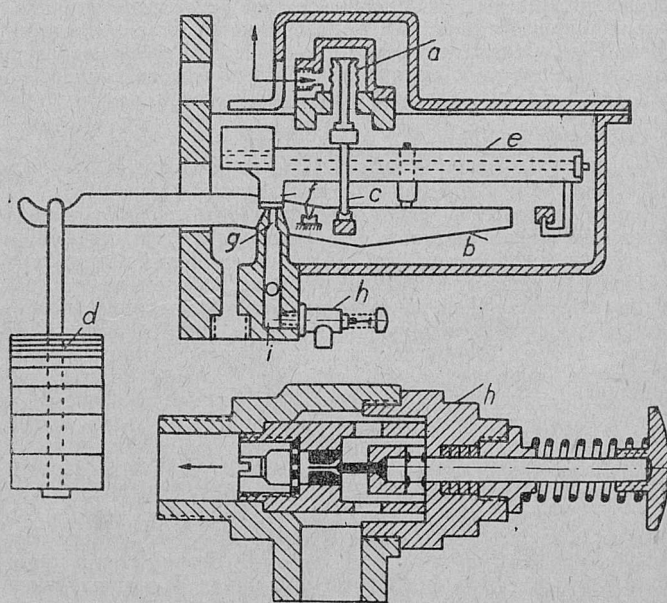
samym otworu kanału dyszowego regulatora. Olej sterowany przez suwak przedostaje się do cylindra 16, powodując przesunięcie tłoka w dół. Tłok przez połączoną z nim linkę otwiera zasłonę powietrza poddmuchowego aż do chwili ustalenia się podciśnienia na danym poziomie. Poziom ten nastawia się przy pomocy sprężyny.

W ten sposób została dopasowana ilość powietrza do dodatkowej ilości węgla podanego na ruszt przy założeniu, że spala się ten sam gatunek węgla. Należy dodać, że rozdział powietrza na strefy następuje przy pomocy ręcznej regulacji podobnie zresztą jak i w innych systemach.

Na wale silnika 11 zamocowana jest dmuchawa 12 połączona przez przewód z komorą ciśnieniową 13, która jest zamknięta skórzaną, gumową lub metalową membraną *h*, ze sworzniem rys. 1c). Pod wpływem zwiększonych obrotów spada ciśnienie w komorze, co powoduje przesunięcie się membrany, a więc i sworznia w lewo. Przesunięcie to wywołuje obrót dźwigni *i* odchylonej od pionu przez sworzeń. Dźwignia działa na drugą dźwignię *j* przez nastawialną rolkę *k*. Druga dźwignia pod wpływem otrzymanego impulsu obróci się w kierunku przeciwnym do ruchu wskazówek zegara, odsłaniając bardziej otwór wymienionego wyżej kanału dyszowego. W ten sposób uzyskuje się sprzężenie zwrotne, zapobiegające przeregulowaniu, które mogłoby nastąpić z powodu dużej bezwładności procesu spalania, a więc długiego okresu czasu między podaniem impulsu na dodatkową ilość węgla a powrotem regulowanego ciśnienia pary w głównym przewodzie do danego poziomu.

Sprężenie zwrotne działa opóźniająco na przeprowadzaną zmianę jednego stanu równowagi w drugi, przeciwdziała bowiem impulsowi regulatora głównego. Silniki napędzające ruszt podają do kotła, w rozważanym wypadku zaburzenia, większą ilość węgla. Regulator ciągu otrzymuje z regulatora głównego impuls ciśnieniowy oleju powodujący — przy obniżeniu ciśnienia pary w głównym przewodzie — przesunięcie suwaka sterowniczego podobnie jak w regulatorze paliwa. Dzięki temu przesunięciu zaczyna dopływać olej do cylindra 14, powodując przesunięcie tłoka w dół. Tłok przez połączoną z nim linkę otwiera zasłonę ciągu przed wentylatorem, powodując tym intensywniejszy przepływ gazów, a zatem wzrost podciśnienia w komorze paleniskowej. Sprężenie zwrotne rozwiązane jest analogicznie jak w regulatorze paliwa, przy czym ciśnienie mierzone jest bezpośrednio w czopuchu.

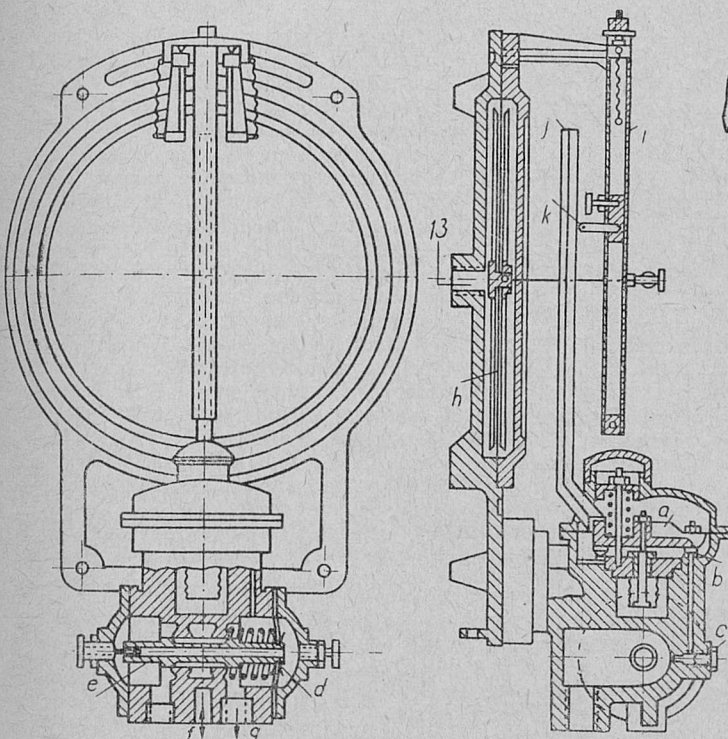
Regulator powietrza poddmuchowego 15 otrzymuje impuls z manometru membranowego mierzącego podciśnienie w komorze paleniskowej. W danym wypadku następuje przesunięcie membrany wraz z jej sworzniem w lewo i odsłonięcie tym



Rys. 1b. Schemat regulatora głównego

- a* — mieszek
- b* — dwuramienna dźwignia
- c* — sworzeń
- d* — ciężar regulowany
- e* — dźwignia jednoramienna
- f* — sworzeń
- g* — dysza
- h* — dławik
- i* — komora olejowa

b) Automatyka systemu Askania oparta jest również na hydraulicznym sposobie impulsowania. Elementem charakterystycznym jest tu ruchoma dysza przedstawiona na rys. 2. Olej doprowadzony przewodem *a* wypływa przez otwór dyszy *b* z dużą prędkością na ściankę znajdującą się w niewielkiej odległości, a następnie spływa do zbiornika przez kanał *c*. W ścianie znajdują się otwory dwóch przewodów olejowych *d* i *e*, przesunięte symetrycznie względem osi



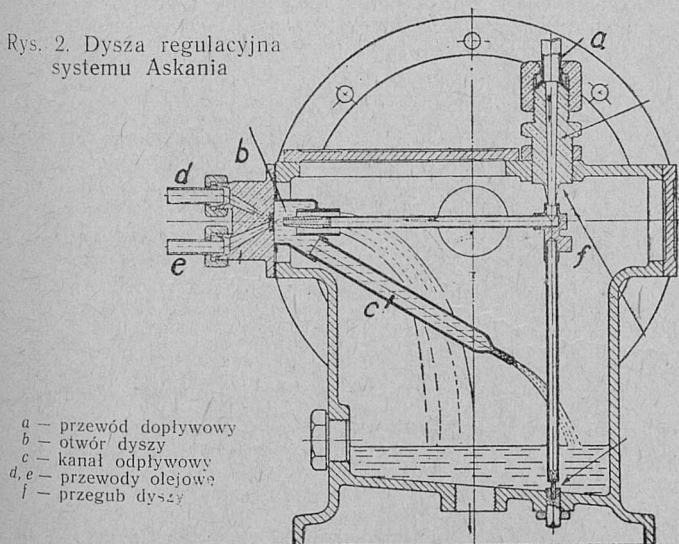
Rys. 1c. Schemat regulatora paliwa i regulatora ciągu

a — dźwignia
b — otwór kanału dyszowego
c — dławica rozdzielcza
d — komora ciśnieniowa
e — suwak sterujący
f — przewód dopływowy
g — przewód sterowniczy
h — membrana
i — dźwignia
j — dźwignia
k — rolka

13 — kanał z komory ciśnieniowej (por. rys. 1a)

odpowiadającej położeniu równowagi. Przy obróceniu dyszy na jej przegubie *f* wypływający olej trafia na otwór jednego z przewodów — zależnie od kierunku przesunięcia — i wywołuje w tym przewodzie wzrost ciśnienia oleju. Ciśnienie to działa

Rys. 2. Dysza regulacyjna systemu Askania

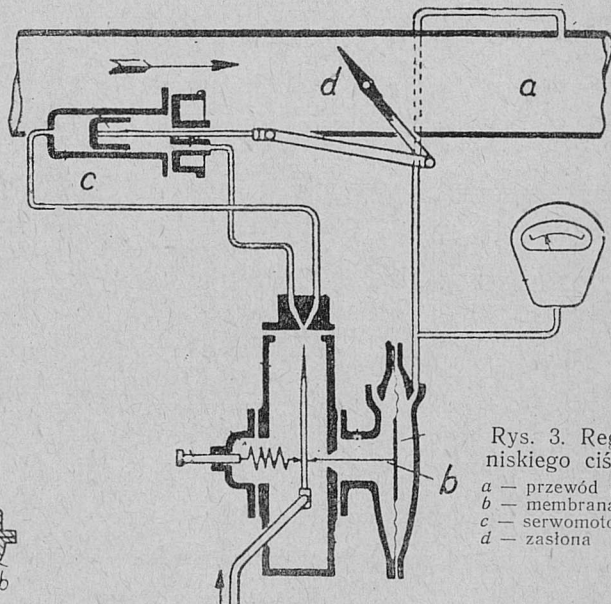


a — przewód dopływowy
b — otwór dyszy
c — kanał odpływowy
d, e — przewody olejowe
f — przegub dyszy

na tłok serwowatora, powodując jego przesunięcie. Tłok połączony jest z urządzeniem regulującym.

Obrót dyszy uzyskuje się przez działanie sworzni membrany, jak to przedstawia rys. 3 regulatora niskiego ciśnienia. Ponieważ ciśnienie ma być utrzymywane stałe, membrana równoważona jest przez sprężynę odpowiednio dobraną. Regulacja

odbywa się w następujący sposób: przy spadku ciśnienia w przewodzie gazowym *a* rdzeń membrany *b* przesuwają się w prawo, umożliwiając sprężynie przesunięcie dyszy w tym samym kierunku. Olej wypływający z dyszy powoduje wzrost ciśnienia oleju w prawym przewodzie, a tym samym przesunięcie w prawo tłoka serwowatora *c*. Tłok przez ciecisko uchyla zasłonę *d* póty, póki regulowane ciśnienie w przewodzie gazowym nie osiągnie zadanej wartości stałej, czyli póki dysza nie

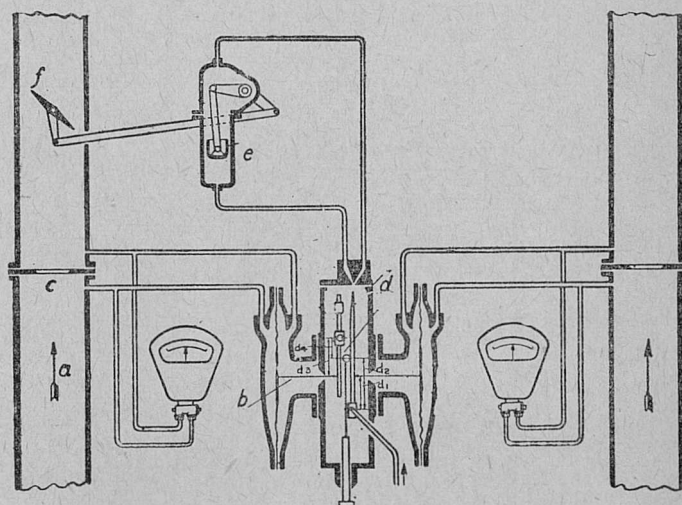


Rys. 3. Regulator niskiego ciśnienia

a — przewód gazowy
b — membrana
c — serwowator
d — zasłona

powróci do położenia równowagi. Przy regulacji wysokiego ciśnienia membranę zastępuje się metalowym mieszkiem.

Jeżeli regulator ma utrzymywać stały stosunek między zmiennymi parametrami, wówczas zamiast układu sprężyny i membrany stosuje się układ dwóch membran. Na rys. 4 podany jest schemat regulatora utrzymującego stały stosunek między ilością pary a ilością gazu. Jeżeli ilość przepływającego gazu *a* zmaleje, wówczas sworzeń manometru różnicowego *b*, włączonego po obu stronach zwężki *c*, spowoduje wychylenie dyszy *d* w prawo, wzrost ciśnienia oleju w prawym przewodzie sterowniczym, przesunięcie tłoka serwowatora *e* w dół i w rezultacie przemykanie zasłony *f*. Przemykanie będzie trwało póty, póki manometr róż-

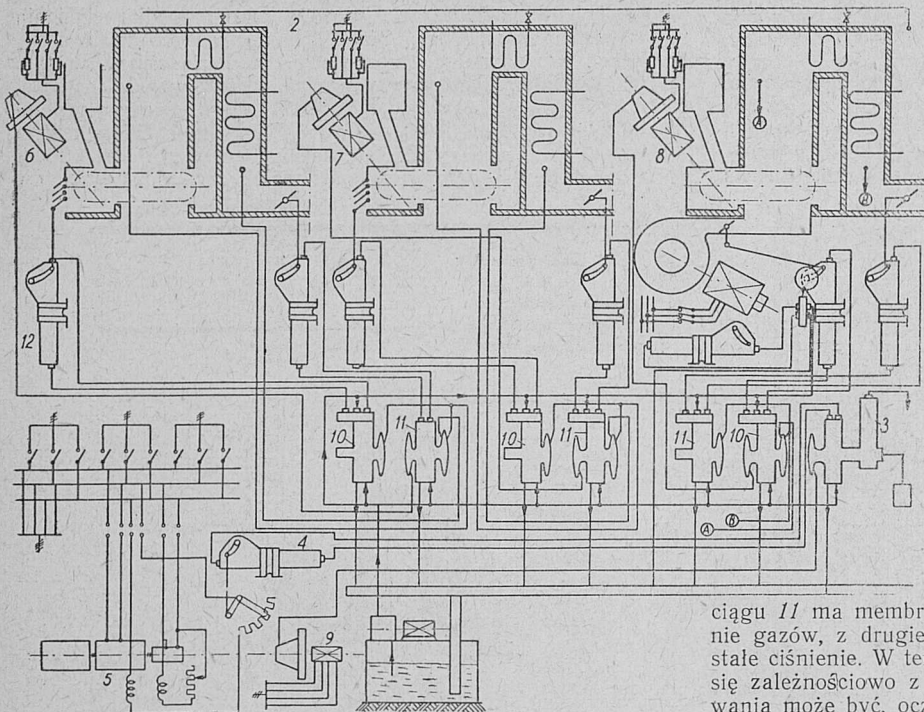


Rys. 4. Regulator utrzymujący stały stosunek dwóch wielkości mierzonych

a — przewód gazowy
b — manometr różnicowy
c — zwężka
d — dysza
e — serwowator
f — zasłona

nicowy, włączony po obu stronach zwężki zamocowanej w przewodzie gazowym, nie spowoduje powrotu dyszy do położenia równowagi.

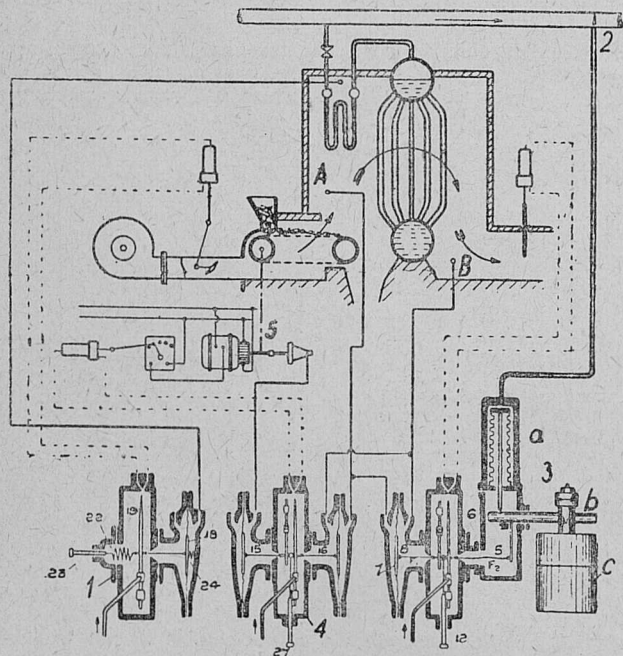
Przy pomocy powyższych elementów rozwiązuje się samoczynną regulację spalania węgla w dowolnej liczbie kotłów (rys. 5). Impuls pobiera się z głównego przewodu parowego 2



Rys. 5. Samoczynna regulacja spalania systemu Askania (schemat ideowy)

- | | |
|-------------------------------|---------------------------------|
| 2 — główny przewód parowy | 9 — silnik napędzający dmuchawę |
| 3 — regulator główny | 10 — regulator poddmuchu |
| 4 — serwowatorem | 11 — regulator ciągu |
| 5 — zespół Leonarda | 12 — serwowatorem |
| 6, 7, 8 — silniki elektryczne | A, B — punkty pomiaru ciśnienia |

i przenosi się hydraulicznie do komory olejowej regulatora głównego 3, zamkniętej mieszkem metalowym, widocznym na rys. 6 i oznaczonym tam literą *a*. Przy wzroście ciśnienia dno mieszka wraz ze sworzniem przesuwają się w dół, powodując obrót dwuramiennej dźwigni *b* w kierunku odwrotnym do ruchu wska-

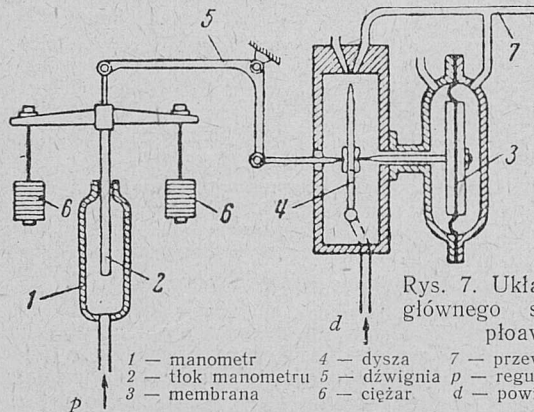


Rys. 6. Samoczynna regulacja spalania systemu Reavell-Askania

- | | |
|--|---------------------------|
| <i>a</i> — mieszek metalowy | 1 — regulator ciśnieniowy |
| <i>b</i> — dźwignia dwuramienna | 2 — główny przewód parowy |
| <i>c</i> — ciężar | 3 — regulator główny |
| A, B — punkty pomiaru ciśnienia | 4 — regulator paliwa |
| 5 — silnik elektryczny napędzający ruszt oraz dmuchawę | |

suw dyszy w prawo, wzrost ciśnienia oleju w prawym górnym przewodzie sterowniczym, dopływ oleju do serwowatorki 4 (rys. 5) i przesunięcie tłoka w prawo. Tłok przez dźwignię zmienia opór wzbudzenia zespołu Leonarda 5 i w rezultacie powoduje wzrost napięcia na szynach tego zespołu. Ze wzrostem napięcia zwiększają się obroty silników 6, 7, 8, napędzających ruszty poszczególnych kotłów oraz silnika 9, napędzającego dmuchawę. Ta zmienia ciśnienie, działając na membranę głównego regulatora, dając sprzężenie zwrotne. Na wałach silników rusztowych umieszczone są dmuchawy, podające impuls na membrany regulatorów poddmuchu 10. Sworzeń tych membran przesuwają dyszę, powodując wzrost ciśnienia oleju w przewodzie, a więc i w cylindrze serwowatorki 12. Tłok serwowatorki działa przez cięgło na zasłony w kanale poddmuchowym. Sprężenie zwrotne uzyskuje się z różnicy ciśnień komory paleniskowej i czopucha, mierzonej manometrem membranowym w punktach A i B. Regulator ciągu 11 ma membranę, na którą z jednej strony działa ciśnienie gazów, z drugiej — sprężyna. Nastawiony jest więc on na stałe ciśnienie. W ten sposób ilość przepływających gazów wiąże się zależnością z ilością spalanej węgla. Kolejność regulowania może być, oczywiście, również inna.

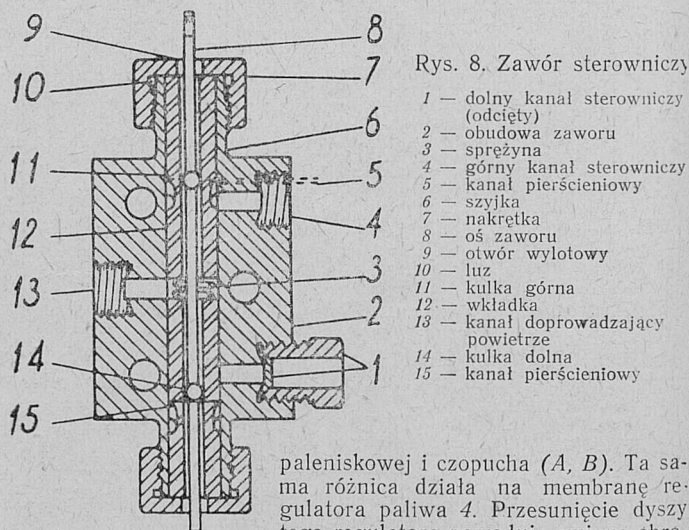
Dla przykładu podano schemat przedstawiony na rys. 6. Tu impuls ciśnienia pary w głównym przewodzie 2 działa przez



Rys. 7. Układ regulatora głównego systemu „Tie-pławomat”

- | | | |
|--------------------|--------------|--------------------------------|
| 1 — manometr | 4 — dysza | 7 — przewód regulacyjny |
| 2 — tłok manometru | 5 — dźwignia | <i>p</i> — regulacja ciśnienia |
| 3 — membrana | 6 — ciężar | <i>d</i> — powietrze |

mieszek metalowy na dźwignie, powodując wchylenie dyszy regulatora głównego 3. Wskutek tego przesuwają się zasuwki cięgnowe. Sprężenie zwrotne uzyskuje się z różnicy ciśnień komory



Rys. 8. Zawór sterowniczy

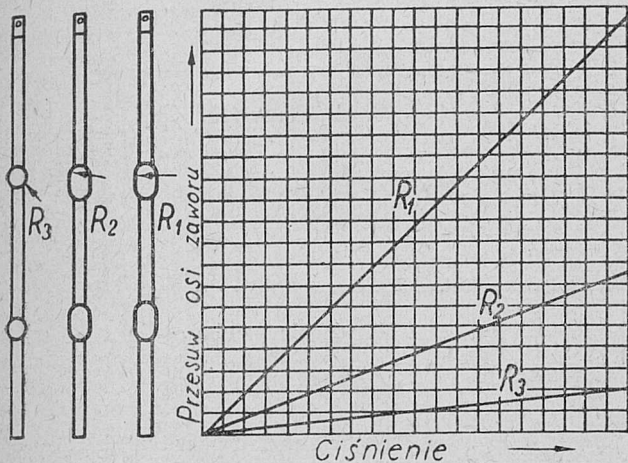
- | |
|---------------------------------------|
| 1 — dolny kanał sterowniczy (odcięty) |
| 2 — obudowa zaworu |
| 3 — sprężyna |
| 4 — górny kanał sterowniczy |
| 5 — kanał pierścieniowy |
| 6 — sztyłka |
| 7 — nakrętka |
| 8 — oś zaworu |
| 9 — otwór wylotowy |
| 10 — luz |
| 11 — kulka górna |
| 12 — wkładka |
| 13 — kanał doprowadzający powietrze |
| 14 — kulka dolna |
| 15 — kanał pierścieniowy |

paleniskowej i czopucha (A, B). Ta sama różnica działa na membranę regulatora paliwa 4. Przesunięcie dyszy tego regulatora powoduje zmianę obrotów silnika 5, napędzającego ruszt oraz dmuchawę, która daje sprzężenie zwrotne. Przy pomocy regulatora ciśnieniowego 1 utrzymuje się stałe ciśnienie gazów za przegrzewaczem pary. Sprężenie zwrotne stosuje się w tym systemie w formie najczę-

zówki zegara. Dźwignia równoważona jest ciężarem *c*, umieszczonym na jej końcu. Obrót dźwigni powoduje przez cięgło prze-

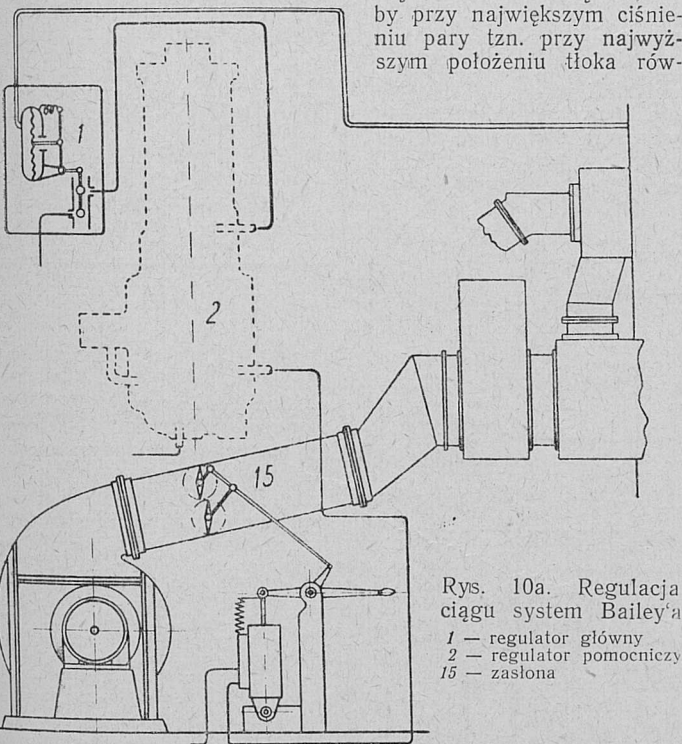
ściej spotykanych rozwiązań podanych wyżej, a ponadto w formie przysuwania lub oddalania dyszy w stosunku do otworów olejowych bez zmiany kąta jej wychylenia.

Istnieją również układy z dyszą, w których zamiast oleju stosuje się sprężone powietrze. W ten sposób jest na przykład



Rys. 9. Charakterystyki ciśnieniowe zaworu sterowniczego
 R_1, R_2, R_3 — promienie krzywych

rozwiązany główny regulator przedstawiony na rys. 7. Regulowane ciśnienie pary działa na tłok 2 manometru 1. Przy spadku ciśnienia tłok przesuwa się w dół, powodując przez dźwignię obrót dyszy 4 w prawo. Powietrze przepływające przez dyszę wywołuje wzrost ciśnienia powietrza w przewodzie sterowniczym 7, a tym samym wzrost siły działającej na membranę 3 i w rezultacie zrównoważenie układu przy pewnym nowym położeniu dyszy. Przy tym położeniu ciężar 6 jest równy sumie sił: siły działającej na tłok 2 oraz siły działającej na membranę pomnożonej przez współczynnik przekładni dźwigniowej. Ciężar 6 dobiera się tak, żeby przy największym ciśnieniu pary tzn. przy najwyższym położeniu tłoka rów-

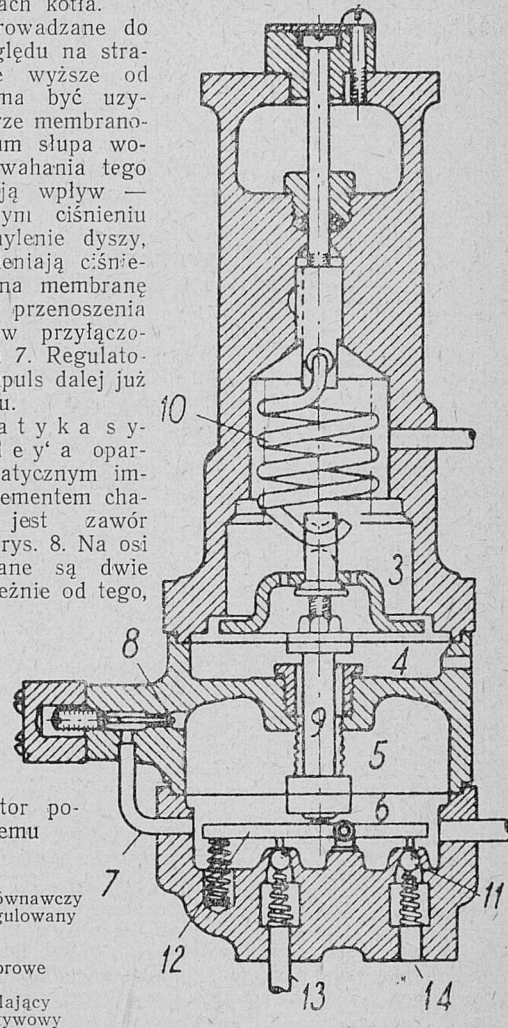


Rys. 10a. Regulacja ciągu system Bailey'a
1 — regulator główny
2 — regulator pomocniczy
15 — zasłona

mu poborowi pary z kotła, a najmniejsze — największemu. Przy takiej regulacji ciśnienie w walczaku pozostaje stałe przy różnych obciążeniach kotła.

Powietrze doprowadzane do dyszy musi, ze względu na straty, mieć ciśnienie wyższe od ciśnienia, które ma być uzyskane w manometrze membranowym (100–200 mm słupa wody). Ewentualne wahania tego ciśnienia wywierają wpływ — przy stałym danym ciśnieniu pary — na wychylenie dyszy, natomiast nie zmieniają ciśnienia działającego na membranę oraz na elementy przenoszenia innych regulatorów przyłączonych do przewodu 7. Regulatory te przenoszą impuls dalej już przy pomocy oleju.

c) Automatyka systemu Bailey'a oparta jest na pneumatycznym impulsowaniu. Jej elementem charakterystycznym jest zawór przedstawiony na rys. 8. Na osi zaworu zamocowane są dwie kulki lub rolki zależnie od tego,



Rys. 10b. Regulator pomocniczy systemu Bailey'a

- 3, 4, 5, 6 — komory
- 7 — kanał wyrównawczy
- 8 — dławik regulowany
- 9 — sworzeń
- 10 — sprężyna
- 11 — kulki zaworowe
- 12 — dźwignia
- 13 — kanał zasilający
- 14 — kanał odpływowy

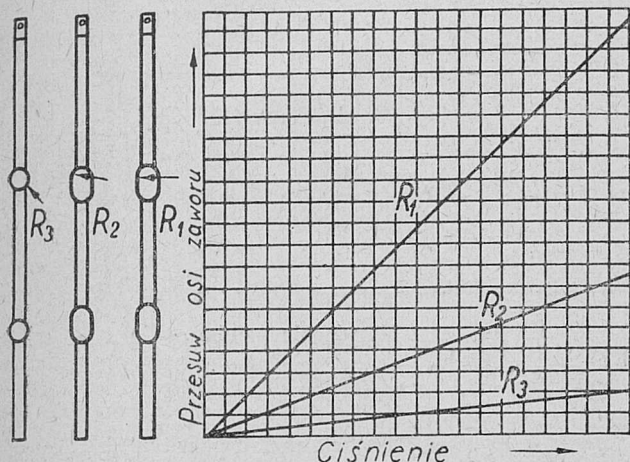
jaką chce się uzyskać charakterystykę wzrostu ciśnienia w funkcji przesuwu osi (rys. 9). Odstęp między kulkami a wewnętrzną cylindryczną ścianką zaworu jest rzędu setnych części milimetra, skutecznie więc dławik niekontrolowany nadmierny przepływ powietrza. Najmniejszy przepływ zapewnia praktycznie beztarciowy przesuw kulek. W ścianie zaworu są trzy otwory. Przez otwór środkowy doprowadzane jest z zewnątrz powietrze pod ciśnieniem około 2 kg/cm². Przechodzi ono między zwojami sprężyny i wypełnia wolną przestrzeń pomiędzy wewnętrzną ścianką zaworu a jego ciałem. W położeniu zerowym osi wyloty dwóch pozostałych kanałów w ścianie są odcięte od sprężonego powietrza przez kulki. Po przesunięciu osi w górę sprężone powietrze przedostaje się do górnego wylotu, powodując wzrost ciśnienia w kanale sterowniczym łączącym zawór z urządzeniem regulującym. Zależnie od funkcji, którą ma spełniać zawór, potrzebny jest jeden lub dwa kanały sterownicze. Rozwiązane jest to konstrukcyjnie w ten sposób, że zbędny kanał zostaje zamknięty przez wkładkę bez otworu, jak pokazano na rys. 8.

Przykładem zastosowania zaworu jest regulacja ciągu przedstawiona na rys. 10a i 10b. Regulator pomocniczy 2 (rys. 10b) ma cztery komory — 3, 4, 5, 6. Dwie pierwsze i dwie ostatnie przedzielone są między sobą metalowymi membranami. Komora 4 ma połączenie z atmosferą przez otwór w ścianie regulatora. Komory 5 i 6 połączone są między sobą kanałem 7, bocznikującym membranę i zawierającym dławik regulowany 8. Obie membrany sprężone są przez sworzeń 9 zawieszony na sprężynie 10. Sworzeń działa na dźwignię 12, z którą połączone są dwie kulki zaworowe 11 przesłaniające otwory kanału zasilającego 13 i kanału odpływowego 14. Przez kanał zasilający dopływa sprężone powietrze ze zbiornika lub pompy, przez kanał odpływowy powietrze uchodzi w atmosferę. Gdy ciśnienie gazu w kotle spadnie, zawór przesunie się do góry, powodując wzrost ciśnienia powietrza w komorach 3 i 6. Spowoduje to przepływ powietrza z komory 6 do komory 5 przy dalszym prze-

noważał sam siłę działającą na tłok. W tym stanie pracy regulatora dysza zajmuje położenie zerowe, przy którym strumień powietrza nie trafia na ciałko przewodu sterowniczego. Przy najmniejszym ciśnieniu pary dysza ustawia się na wprost otworu i sprowadza największe ciśnienie powietrza, działającego na membranę. Granice regulacji są tak dobrane, żeby odpowiadały największemu spadkowi ciśnienia pary w przewodzie na długości od walczaka do miejsca pomiarowego. Największe ciśnienie pary w punkcie pomiarowym odpowiada najmniejsze-

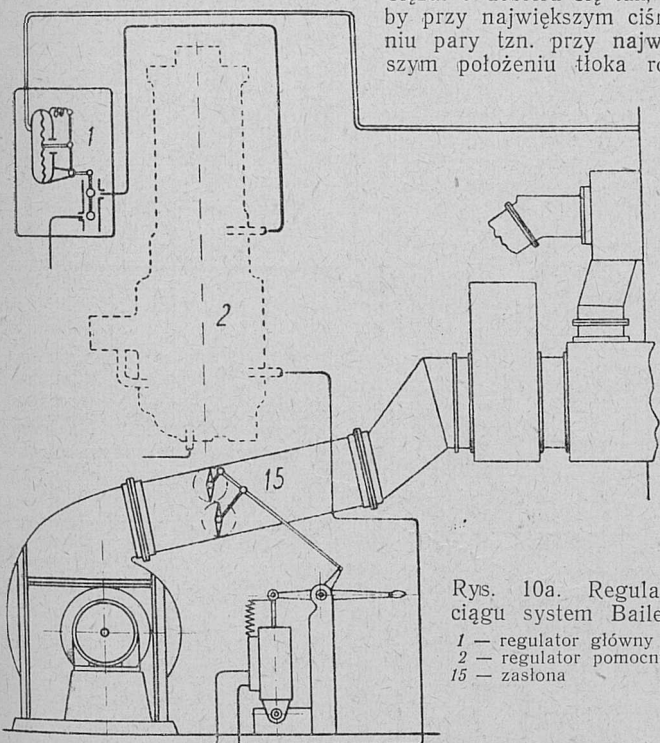
ściej spotykanych rozwiązań podanych wyżej, a ponadto w formie przysuwania lub oddalania dyszy w stosunku do otworów olejowych bez zmiany kąta jej wychylenia.

Istnieją również układy z dyszą, w których zamiast oleju stosuje się sprężone powietrze. W ten sposób jest na przykład



Rys. 9. Charakterystyki ciśnieniowe zaworu sterowniczego
 R_1, R_2, R_3 — promienie krzywizn

rozwiązany główny regulator przedstawiony na rys. 7. Regulowane ciśnienie pary działa na tłok 2 manometru 1. Przy spadku ciśnienia tłok przesuwa się w dół, powodując przez dźwignię obrót dyszy 4 w prawo. Powietrze przepływające przez dyszę wywołuje wzrost ciśnienia powietrza w przewodzie sterowniczym 7, a tym samym wzrost siły działającej na membranę 3 i w rezultacie zrównoważenie układu przy pewnym nowym położeniu dyszy. Przy tym położeniu ciężar 6 jest równy sumie sił: siły działającej na tłok 2 oraz siły działającej na membranę pomnożonej przez współczynnik przekładni dźwigniowej. Ciężar 6 dobiera się tak, że przy największym ciśnieniu pary tzn. przy najwyższym położeniu tłoka rów-



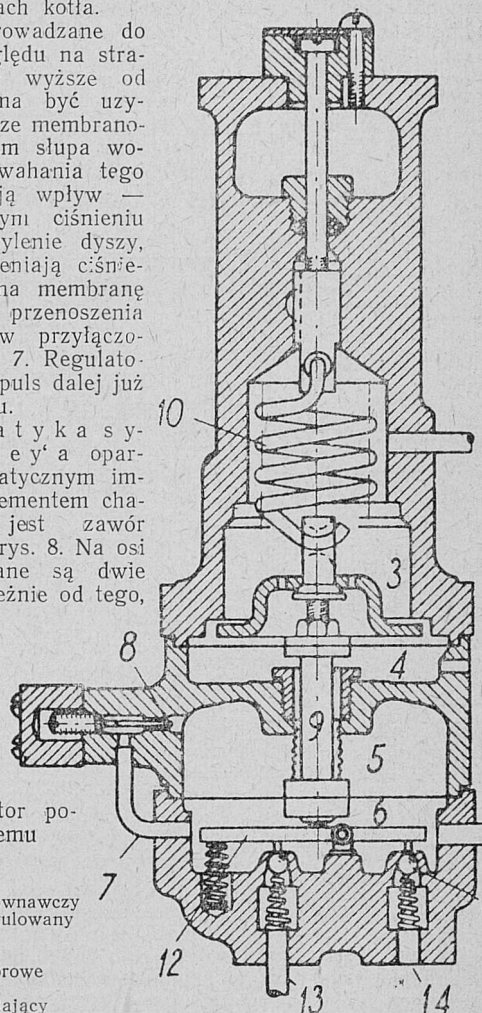
Rys. 10a. Regulacja ciągu system Bailey'a
1 — regulator główny
2 — regulator pomocniczy
15 — zasłona

noważał sam siłę działającą na tłok. W tym stanie pracy regulatora dysza zajmuje położenie zerowe, przy którym strumień powietrza nie trafia na ctwór przewodu sterowniczego. Przy najmniejszym ciśnieniu pary dysza ustawia się na wprost otworu i sprowadza największe ciśnienie powietrza, działającego na membranę. Granice regulacji są tak dobrane, żeby odpowiadały największemu spadkowi ciśnienia pary w przewodzie na długości od walczaka do miejsca pomiarowego. Największe ciśnienie pary w punkcie pomiarowym odpowiada najmniejsze-

mu poborowi pary z kotła, a najmniejsze — największemu. Przy takiej regulacji ciśnienie w walczaku pozostaje stałe przy różnych obciążeniach kotła.

Powietrze doprowadzane do dyszy musi, ze względu na straty, mieć ciśnienie wyższe od ciśnienia, które ma być uzyskane w manometrze membranowym (100–200 mm słupa wody). Ewentualne wahania tego ciśnienia wywierają wpływ — przy stałym danym ciśnieniu pary — na wychylenie dyszy, natomiast nie zmieniają ciśnienia działającego na membranę oraz na elementy przenoszenia innych regulatorów przyłączonych do przewodu 7. Regulatory te przenoszą impuls dalej już przy pomocy oleju.

c) Automatyka systemu Bailey'a oparta jest na pneumatycznym impulsowaniu. Jej elementem charakterystycznym jest zawór przedstawiony na rys. 8. Na osi zaworu zamocowane są dwie kulki lub rolki zależnie od tego,



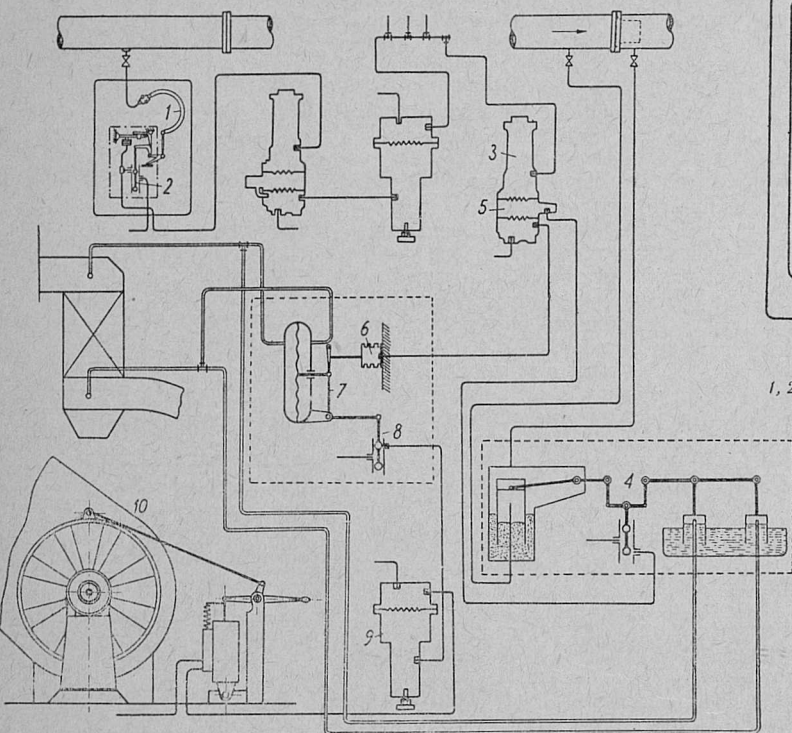
Rys. 10b. Regulator pomocniczy systemu Bailey'a

- 3, 4, 5, 6 — komory
- 7 — kanał wyrównawczy
- 8 — dławik regulowany
- 9 — sworzeń
- 10 — sprężyna
- 11 — kulki zaworowe
- 12 — dźwignia
- 13 — kanał zasilający
- 14 — kanał odpływowy

jaką chce się uzyskać charakterystykę wzrostu ciśnienia w funkcji przesuwu osi (rys. 9). Odstęp między kulkami a wewnętrzną cylindryczną ścianką zaworu jest rzędu setnych części milimetra, skutecznie więc dławik niekontrolowany nadmierny przepływ powietrza. Najmniejszy przepływ zapewnia praktycznie beztarcowy przesuw kulek. W ściance zaworu są trzy otwory. Przez otwór środkowy doprowadzane jest z zewnątrz powietrze pod ciśnieniem około 2 kg/cm². Przechodzi ono między zwojami sprężyny i wypłnia wolną przestrzeń pomiędzy wewnętrzną ścianką zaworu a jego ciałem. W położeniu zerowym osi wyloty dwóch pozostałych kanałów w ścianie są odcięte od sprężonego powietrza przez kulki. Po przesunięciu osi w górę sprężone powietrze przedostaje się do górnego wylotu, powodując wzrost ciśnienia w kanale sterowniczym łączącym zawór z urządzeniem regulującym. Zależnie od funkcji, którą ma spełniać zawór, potrzebny jest jeden lub dwa kanały sterownicze. Rozwiązane jest to konstrukcyjnie w ten sposób, że zbędny kanał zostaje zamknięty przez wkładkę bez otworu, jak pokazano na rys. 8.

Przykładem zastosowania zaworu jest regulacja ciągu przedstawiona na rys. 10a i 10b. Regulator pomocniczy 2 (rys. 10b) ma cztery komory — 3, 4, 5, 6. Dwie pierwsze i dwie ostatnie przedzielone są między sobą metalowymi membranami. Komora 4 ma połączenie z atmosferą przez otwór w ścianie regulatora. Komory 5 i 6 połączone są między sobą kanałem 7, bocznikiem membranę i zawierającym dławik regulowany 8. Obie membrany sprężone są przez sworzeń 9 zawieszony na sprężynie 10. Sworzeń działa na dźwignię 12, z którą połączone są dwie kulki zaworowe 11 przesłaniające otwory kanału zasilającego 13 i kanału odpływowego 14. Przez kanał zasilający dopływa sprężone powietrze ze zbiornika lub pompy, przez kanał odpływowy powietrze uchodzi w atmosferę. Gdy ciśnienie gazu w kotle spadnie, zawór przesunie się do góry, powodując wzrost ciśnienia powietrza w komorach 3 i 6. Spowoduje to przepływ powietrza z komory 6 do komory 5 przy dalszym prze-

suwaniu sworznia w dół, dalszym wzroście ciśnienia powietrza w komorze 6, mocniejszym przymknięciu zasłony 15 aż do wyrównania ciśnienia gazu w kotle do wartości stałej niezależnej od obciążenia.

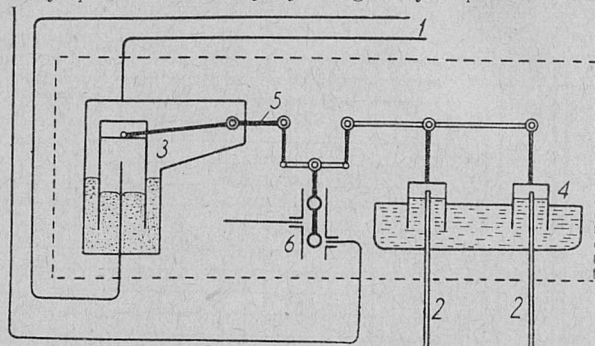


Rys. 11a. Regulacja powietrza systemu Bailey'a

- | | | |
|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 — manometr | 4 — urządzenie pomiarowe | 8 — zawór |
| 2 — oś zaworu | 5 — komora | 9 — regulator membranowy |
| 3 — urządzenie sumujące | 6 — mieszek metalowy | 10 — wentylator |
| | 7 — dźwignia | |

Na rys. 11a przedstawiony jest układ bardziej rozwinięty. Zmiana ciśnienia pary w głównym przewodzie parowym powoduje przez manometr 1 przesunięcie osi zaworu 2 (rys. 11b), a więc podanie impulsu na regulatory oraz tzw. urządzenie sumujące 3. Działanie urządzenia pomiarowego 4, będącego, jak i zawór, elementem charakterystycznym systemu Bailey'a, po-

lega na porównywaniu dwóch wielkości mierzonych przy pomocy manometrów różnicowych: przepływu pary oraz przepływu powietrza (rys. 11c). Manometry są odpowiednio przyłączone: pierwszy przed i za zwężką w głównym przewodzie paro-



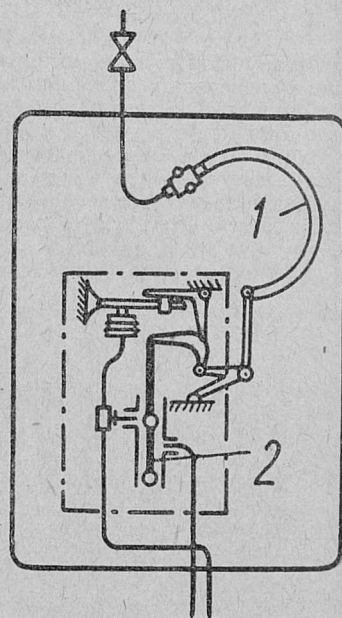
Rys. 11c. Urządzenie pomiarowe

- | | | |
|---------------------------|---------------------|-----------|
| 1, 2 — kanały sterownicze | 4 — kłosz profilowy | 6 — zawór |
| 3 — kłosz | 5 — dźwignię | |

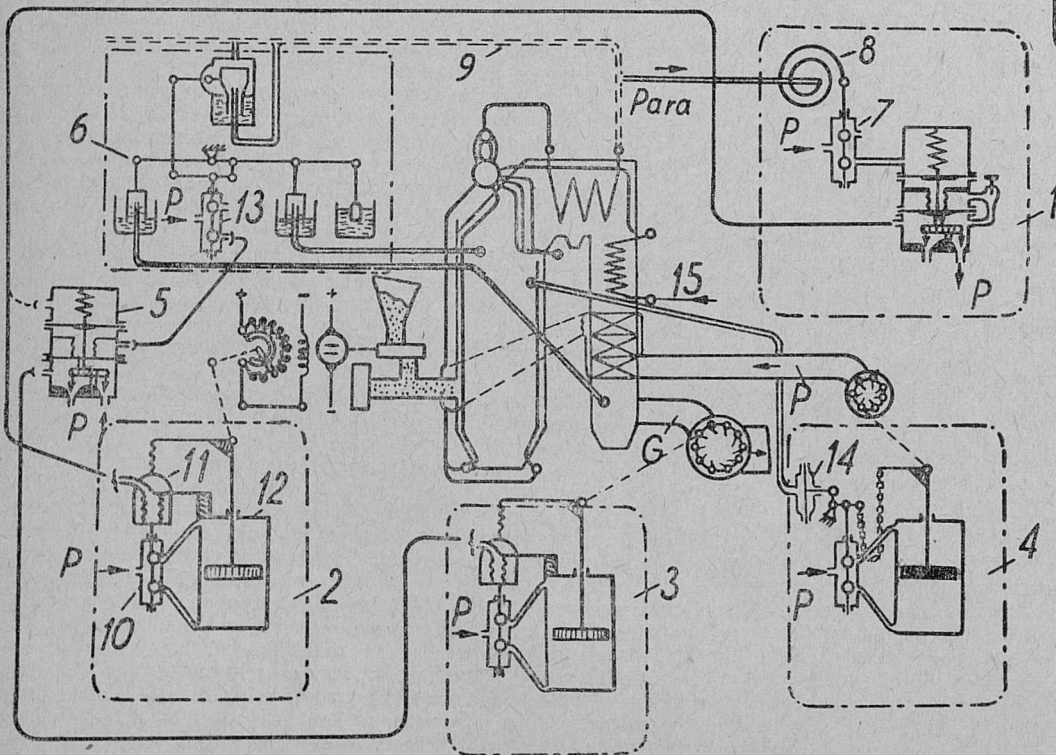
wym, drugi na różnicę ciągów między komorą paleniskową a czopuchem. Różnice ciśnień działają

Rys. 11b. Podawanie impulsów na regulatory

- | |
|---------------|
| 1 — sprężyna |
| 2 — oś zaworu |



kładają na dzwony zanurzone w płynie i połączone z dźwignią, powodując w wypadku zachwiania równowagi obrót dźwigni, a tym samym odpowiednie przesunięcie osi



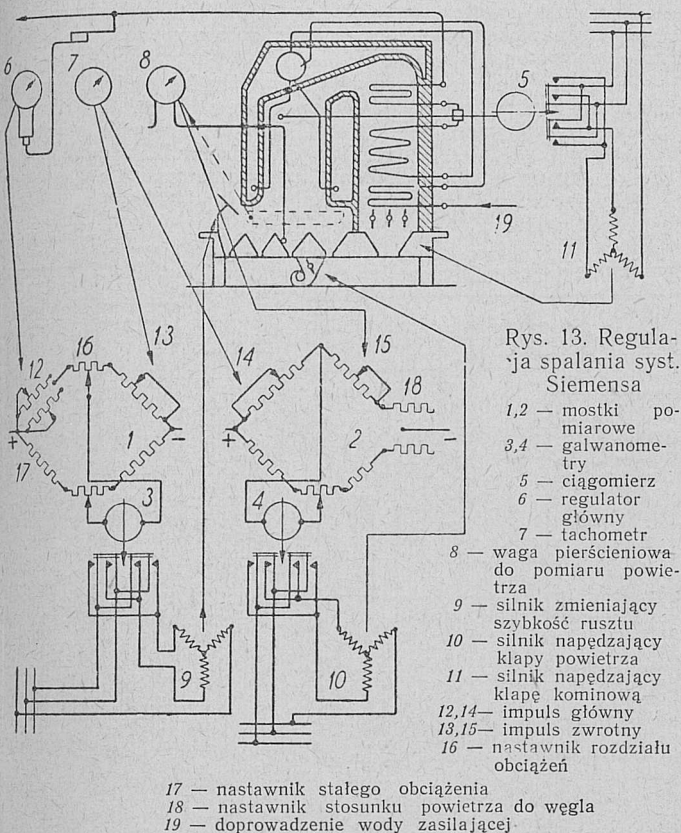
Rys. 12. Regulacja spalania systemu Bailey'a

- | |
|------------------------------|
| 1 — regulator główny |
| 2 — regulator paliwa |
| 3 — regulator ciągu |
| 4 — regulator podmuchu |
| 5 — urządzenie sumujące |
| 6 — urządzenie pomiarowe |
| 7 — zawór |
| 8 — manometr sprężynowy |
| 9 — przewód parowy |
| 10 — zawór parowy |
| 11 — palaczek |
| 12 — cylinder |
| 13 — zawór |
| 14 — manometr membranowy |
| 15 — dopływ wody zasilającej |
| P — powietrze |
| G — gazy |

zaworu i zmianę ciśnienia w w komorze 5 (rys. 11a) urządzenia sumującego. To ostatnie ciśnienie — łącznie z ciśnieniem, podanym przez urządzenie impulsujące zmianę ciśnienia w głównym przewodzie parowym — działa (rys. 11a) przez mieszek

metalowy 6, dźwignię 7, zawór 8 i regulator membranowy 9 na urządzenie regulujące obroty wentylatora 10.

Innym przykładem automatyki systemu Bailey'a jest układ przedstawiony na rys. 12. Składa się on z czterech regulatorów 1, 2, 3, 4, z urządzenia sumującego 5 i urządzenia pomiarowe-



go 6. Regulator główny 1, wspólny dla dowolnej liczby kotłów, pobudzany jest przez impuls zaworu 7, na który działa manometr sprężynowy 8, przyłączony do głównego przewodu parowego 9. Konstrukcję tego regulatora podano wyżej na rys. 10b.

Pod wpływem zmiany ciśnienia w komorze górnej następują zmiany ciśnienia w komorze dolnej, spełniające rolę spręż-

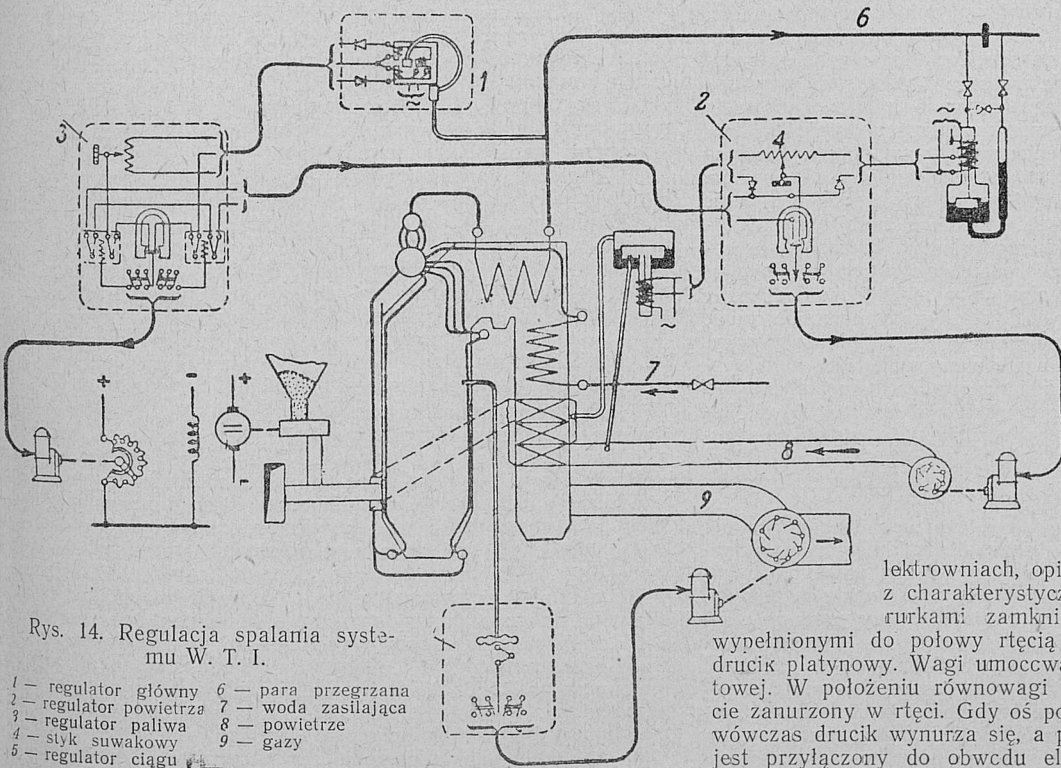
żenia zwrotnego oraz podające impuls na regulator paliwa 2 i na urządzenie sumujące 5. Regulator paliwa przyjmuje impuls przez mieszek, do którego dna przymocowana jest oś zaworu 10 oraz pałeczek 11. Górna część mieszka przytwierdzona jest do górnej części cylindra 12. Pałeczek zawieszony jest na sprężynie, która z kolei umocowana jest na ramieniu sztywno połączonym z tłokiem cylindra. Gdy ciśnienie w głównym przewodzie parowym wzrośnie, oś zaworu 7 przesunie się w dół, wzrośnie wtedy ciśnienie podawane przez regulator główny na regulator paliwa, wskutek czego dno mieszka wraz z osią zaworu przesunie się w dół. Powoduje to z kolei wzrost ciśnienia w dolnej części cylindra 12, a zatem przesunięcie tłoka w górę. Ruch ustanie w momencie, gdy dolna kulka zaworu przesłoni otwór kanału, przez który wpływało powietrze do dolnej części cylindra.

Jest oczywiste, że w tym położeniu siła działająca na tłok równoważy siłę działającą na dno mieszka. Gdyby bowiem takiej równowagi nie było, tłok przesunąłby się w dalszym ciągu, powodując napływ powietrza, a zatem i przyrost jego ciśnienia w tej części cylindra, której kanał sterowniczy jest otwarty dla powietrza doprowadzanego, przy jednoczesnym spadku ciśnienia w drugiej części cylindra. Ruch wobec tego musiałby nastąpić odwrotny. Położenie tłoka w nowej równowadze odpowiada przyrostowi ciśnienia w mieszku, który wywołał zaburzenie równowagi. Ponieważ tłok działa przez dźwignię na opornik w obwodzie wzbudzenia silnika, który napędza urządzenie podające pył węglowy, więc temu przyrostowi ciśnienia odpowiada również dodatkowa ilość doprowadzonego do kotła paliwa.

Na urządzenie sumujące działają dwa impulsy: przyrost ciśnienia pary w głównym przewodzie, poawany równocześnie na to urządzenie oraz na regulator paliwa, i impuls przychodzący z zaworu 13. Ten ostatni impuls spowodowany jest zmianą stosunku ilości przepływającej przez przewód główny pary oraz ilości przepływających przez kocioł gazów.

Żeby uzyskać wychylenie dźwigni proporcjonalne do zmiany tego stosunku, zastosowano ciężar odpowiedniego kształtu zanurzony w płynie i zawieszony na końcu dźwigni. Dzwony mają również specjalny kształt. Oba zsumowane impulsy zostają wzmocnione w dolnej komorze urządzenia i przesłane do regulatora ciągu 3, mającego analogiczną konstrukcję do konstrukcji regulatora paliwa. Wskutek przesunięcia tłoka uzyskuje się zmianę ciągu. Regulator poddmuchu 4 nastawiony jest na stałe ciśnienie w komorze paleniskowej, mierzone manometrem membranowym 14. Do membrany przymocowany jest sworzeń, który przenosi ruch na dźwignię, a więc i na oś zaworu. Gdy ciśnienie w komorze paleniskowej spadnie wskutek intensywniejszego ciągu, wówczas pod wpływem impulsu podawanego przez manometr zadziała zawór powodując odpowiednie przesunięcie tłoka. Do tłoka przymocowane jest ramię, na którego końcu przytwierdzony jest łańcuszek. Drugi koniec łańcuszka przytwierdzony jest do końca dźwigni zaworu. Im więcej tłok przesunie się do góry, tym więcej będzie obciążony wagą łańcuszka. Ten ostatni odgrywa więc podobną rolę, jak sprężyna w regulatorze paliwa. Położenie tłoka po ustaleniu się nowej równowagi odpowiada ilości dodatkowego powietrza poddmuchu, które jest potrzebne do spalania dodatkowej ilości pyłu podanego przez regulator paliwa. W ten sposób uzyskuje się całkowitą regulację spalania.

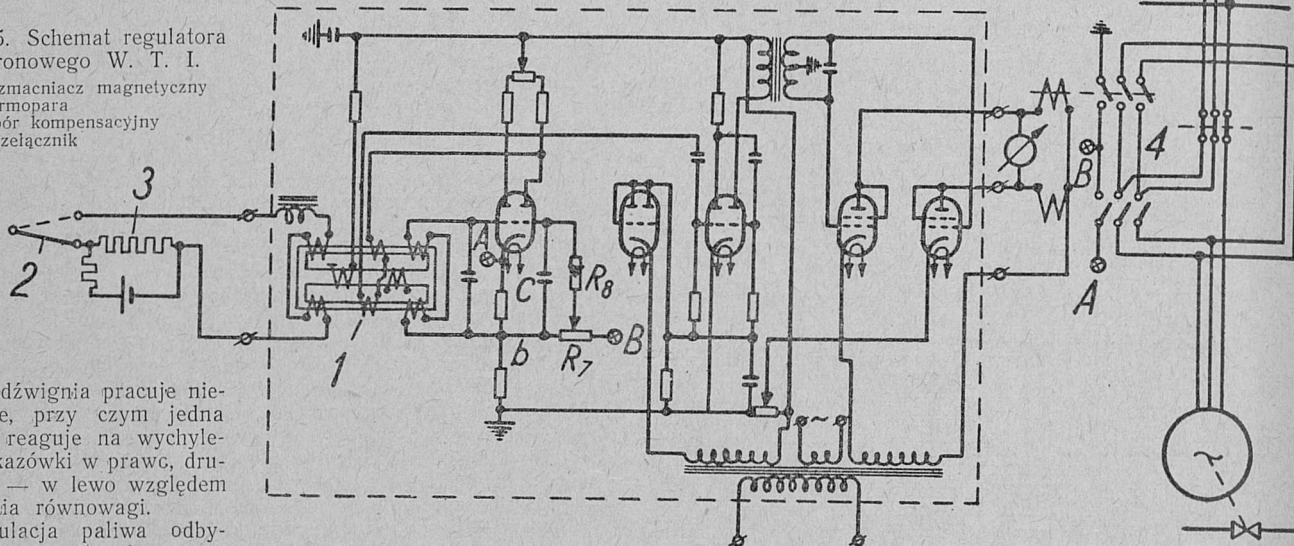
d) A u t o m a t y k a e l e k t r y c z n a, zainstalowana w kilku naszych elektrowniach, opiera się na układzie mostkowym z charakterystycznymi wagami pierścieniowymi: rurkami zamkniętymi w kształcie pierścienia, wypełnionymi do połowy rtęcią i zaopatrzonymi we wtopiony drucik platynowy. Wagi umocowane są centrycznie na osi obrotowej. W położeniu równowagi drucik platynowy jest całkowicie zanurzony w rtęci. Gdy oś pod wpływem impulsu obróci się, wówczas drucik wynurza się, a ponieważ jego wystający koniec jest przyłączony do obwodu elektrycznego, zamykającego się



przez rtęć, więc w obwodzie tym powstaje dodatkowy opór. Ten dodatkowy opór włączony jest szeregowo z oporami gałęzi mostka pomiarowego. Przyrząd magnetoelektryczny, reagujący na zaburzenia równowagi mostka, ma wskazówkę wychylającą się w płaszczyźnie poziomej. Wskazówka podbijana jest od dołu w równych odstępach czasu przez dźwignie, napędzane przy pomocy silniczków elektrycznych. Dźwignie uderzają wskazówkę listwą, w której są schodkowe wycięcia. Im wskazówka jest więcej odchylona od położenia równowagi, tym płytszym schodkiem trafia na nią listwa, wskutek czego dźwignia dłużej zostaje w swym wychyleniu przytrzymana, a samo wychylenie jest mniejsze. Z dźwignią sprzężone są rtęciowe styki, zamykające obwód urządzenia regulującego. Dłuższemu przytrzymaniu dźwigni odpowiada dłuższy czas zamknięcia styków rtęciowych, a więc i dłuższy czas pracy urządzenia regulującego.

Rys. 15. Schemat regulatora elektronowego W. T. I.

- 1 — wzmacniacz magnetyczny
- 2 — termopara
- 3 — opór kompensacyjny
- 4 — przełącznik



Każda dźwignia pracuje niezależnie, przy czym jedna z nich reaguje na wychylenie wskazówki w prawo, druga zaś — w lewo względem położenia równowagi.

Regulacja paliwa odbywa się w następujący sposób (rys. 13). Impuls zmiany ciśnienia w głównym przewodzie parowym przenosi się przez tłok głównego regulatora 6 na oś wagi pierścieniowej przy pomocy przekładni i dźwigni (waga wmontowana jest w manometrze głównym). Dla zmniejszenia tarcia przy przesuwie tłok wprowadzony jest w stały ruch obrotowy przez silniczek. Takie rozwiązanie stosuje się również w innych systemach regulacji. Pod wpływem obrotu wagi zmienia się oporność gałęzi mostka pomiarowego 1 i następuje wychylenie wskazówki przyrządu. Zależnie od wielkości wychylenia, a więc od wielkości zmiany ciśnienia pary w głównym przewodzie, styk rtęciowy zamyka się na określony czas, włączając silnik napędowy rusztu. Sprężenie zwrotne uzyskuje się przy pomocy tachometru 7 umocowanego na wale rusztu. Tachometr składa się z magnesu stałego, wirującego z szybkością zależną od przesuwu rusztu, oraz z bębna metalowego, którego osi pokrywa się z osią magnesu. Powstające w bębnie prądy wirowe wywołują moment obrotowy w kierunku wirowania magnesu. Momentowi temu przeciwstawia się moment zwrotny, wywołany przez sprężynę przytrzymującą bębenek. W rezultacie bębenek wychyli się przy danej szybkości posuwu rusztu o pewien kąt, skręcając zamocowaną na nim wagę pierścieniową. Drucik platynowy wagi wprowadza się do gałęzi mostka pomiarowego, kompensując dodatkowy opór włączony przez regulator główny. W ten sposób uzyskuje się ponownie równowagę mostka.

Jeżeli, jak to najczęściej się zdarza, pracuje kilka kotłów równolegle, można zmieniać stosunek obciążeń poszczególnych kotłów przez odpowiednie ustawienie ruchomego styku przyrządu pomiarowego na dodatkowej oporności mostka. Przez odłączenie regulatora głównego, podającego impuls ciśnienia pary, uzyskuje się stałe obciążenie kotła.

Regulator powietrza zbudowany jest analogicznie do regulatora paliwa, przy czym tu przyrząd pomiarowy zamyka obwód silnika elektrycznego napędzającego kłapy powietrzne. Impuls główny 14, zaburzeniowy, podawany jest przez tachometr, natomiast sprężenie zwrotne uzyskuje się przy pomocy wagi pierścieniowej 8, zamocowanej na manometrze mierzącym ciśnienie poddmuchu. Jeżeli stosunek powietrza do węgla musi ulec zmianie np. wskutek spalania innego gatunku węgla, wówczas przeprowadza się korektę przy pomocy dodatkowego oporu mostka pomiarowego. Regulator ciągu 5 nastawiony jest na stałe ciśnienie w komorze paleniskowej. Ciśnienie to podawane

jest przez manometr, włączający bezpośrednio organ wykonawczy.

Innym przykładem automatyki czysto elektrycznej jest układ (rys. 14), opracowany przez Wszeczwiązkowy Ciężkoenergetyczny Instytut im. F. E. Dzierżyńskiego (W.T.I.). Choć nie jest on, w odróżnieniu od wszystkich poprzednich, spotykany w naszych elektrowniach, jednak jest ciekawym nowoczesnym rozwiązaniem, które może być pomocne przy opracowywaniu polskiego prototypu automatyki kotłowej.

Regulator główny 1 tego układu ma bardzo czuły manometr sprężynowy przyłączony do przewodu parowego. Na wolnym końcu przymocowana jest zwora, która w zerowym położeniu manometru znajduje się naprzeciw rdzenia środkowego trójrdzeniowego transformatora. Rdzenie transformatora są rozdzielone wspólną szczeliną powietrzną. Na rdzeniu środkowym umiesz-

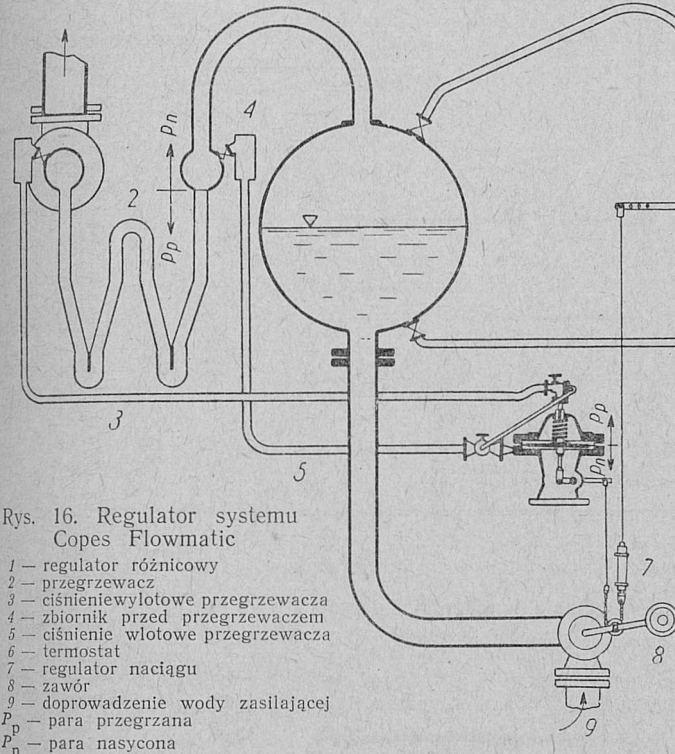
czono jest uzwojenie pierwotne, na skrajnych zaś wtórne, przy czym to ostatnie składa się z dwóch cewek, położonych naprzeciw siebie po obu stronach szczeliny powietrznej. Gdy zwora położona jest symetrycznie w szczelinie powietrznej względem trzech rdzeni, w cewkach wtórnych powstają jednakowe siły elektromotoryczne i w przewodzie zerowym, wyprowadzonym z punktu połączenia ze sobą obu cewek, prąd nie płynie. Inaczej będzie, gdy zworę wyprowadzi z tego położenia manometr, reagujący na zmianę ciśnienia pary. Wówczas w cewce umieszczonej na rdzeniu, do którego zwora zbliżyła się, powstanie pod wpływem większego strumienia magnetycznego większa siła elektromotoryczna, w drugiej zaś cewce mniejsza wskutek osłabienia strumienia. W rezultacie popłynie prąd wyprostowany w przewodzie zerowym, w galwanometrze oraz w dwóch szeregowo połączonych termoparach.

Wychylenie galwanometru — zależnie od tego, w którym kierunku nastąpiło — powoduje włączenie jednego z grzejników umieszczonych przy termoparach oraz uruchomienie urządzenia zmieniającego opór w obwodzie wzbudzenia silnika elektrycznego. Zmieniają się więc obroty silnika, a ponieważ napędza on podajnik pyłu, zmienia się tym samym ilość doprowadzonego do kotła paliwa. Jednocześnie pod wpływem grzejnika zadziała termopara, powodując powrót galwanometru do położenia równowagi. W ten sposób rozwiązane jest sprężenie zwrotne regulatora paliwa.

Obok tych samych grzejników w regulatorze paliwa umieszczone są termopary podające dodatkowy impuls na regulator powietrza 2. Dodatkowy impuls powoduje przepływ prądu przez galwanometr tego regulatora, a więc wychylenie wskazówki i włączenie urządzenia regulującego ilość dopływającego do kotła powietrza. Prócz tego impulsu regulator powietrza otrzymuje impuls główny w wypadku zmiany stosunku ilości pobieranej z kotła pary do ilości doprowadzonego do kotła powietrza. Ilości pobieranej pary i doprowadzonego powietrza mierzone są przy pomocy manometrów różnicowych, zaopatrzonych w dźwignie zanurzone w cieczy. Do dzwonów przymocowane są rdzenie objęte ruchomymi cewkami, zasilanymi prądem zmiennym na 12 V. Dolne połowki cewek połączone są ze sobą przewodami. Między te przewody włączony jest galwanometr regulatora. Przy właściwym stosunku ilości pary do ilości powietrza, galwanometr pozostaje w położeniu równowagi. Jest

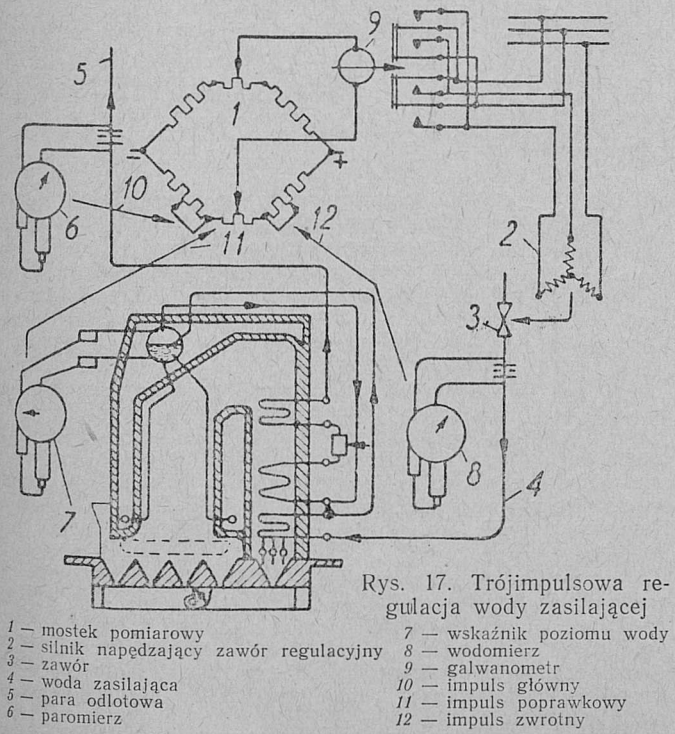
on nastawiony na to położenie przy pomocy suwakowego styku opornika 4. Jeżeli stosunek mierzonych wielkości ulegnie zmianie, wówczas galwanometr wychyli się powodując odpowiednią korektę ilości doprowadzanego powietrza. Wielkością niezależną jest tu ilość pary, natomiast ilość doprowadzanego powietrza równowagi zaburzenie.

Regulator ciągu 5 otrzymuje impuls z manometru membranowego, mierzącego ciśnienie w komorze paleniskowej. Impuls działa bezpośrednio na galwanometr, którego wychylenia uruchamiają urządzenie regulujące ciąg.



Rys. 16. Regulator systemu Copes Flowmatic
1 — regulator różnicowy
2 — przegrzewacz
3 — ciśnieniowylotowe przegrzewacza
4 — zbiornik przed przegrzewaczem
5 — ciśnienie wlotowe przegrzewacza
6 — termostat
7 — regulator naciągu
8 — zawór
9 — doprowadzenie wody zasilającej
 P_p — para przegrzana
 P_n — para nasycona

Przy pracy równoległej kilku kotłów każdy z nich wyposażony jest we wszystkie wymienione wyżej regulatory, a rozdział obciążeń stały lub programowy otrzymuje się przez odpowiednie nastawienie regulatorów paliwa.

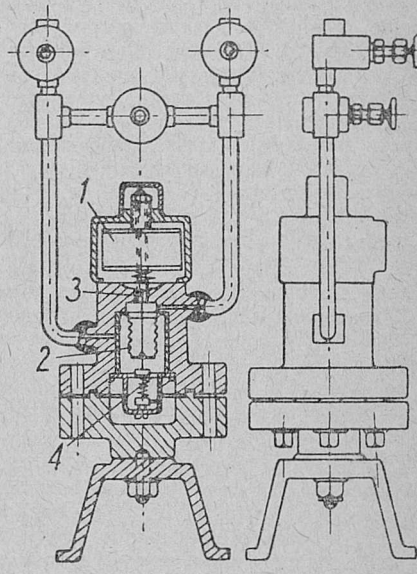


Rys. 17. Tróimpulsowa regulacja wody zasilającej
1 — mostek pomiarowy
2 — silnik napędzający zawór regulacyjny
3 — zawór
4 — woda zasilająca
5 — para odlotowa
6 — paromierz
7 — wskaźnik poziomu wody
8 — wodomierz
9 — galwanometr
10 — impuls główny
11 — impuls poprawkowy
12 — impuls zwrotny

W najnowocześniejszych rozwiązaniach automatyki zastąpiono niedogodny ruchowo galwanometr regulatorem elektro-

nowym. Na rys. 15 podany jest ogólny schemat regulatora wraz ze wzmacniaczem magnetycznym, opracowany przez wymieniony wyżej Instytut Wszelchizwiązkowy. Wzmacniacz magnetyczny 1 ma transformator trójrdzeniowy. Na rdzeniu środkowym umieszczone jest uzwojenie pierwotne prądu zmiennego oraz uzwojenie magnetyczne prądu stałego. Na

Rys. 18a. Manometr różnicowy systemu W. T. I.
1 — cewka
2 — miasek
3 — rdzeń
4 — sprężyna



rdzeniach zewnętrznych umieszczone są po trzy uzwojenia, połączone między sobą parami. Pierwsza para wchodzi w obwód urządzenia pomiarowego, składającego się w danym wypadku z termopary 2 oraz oporu kompensującego 3. Na oporze tym, przyłączonym do baterii, powstaje spadek napięcia równoważący siłę termoelektryczną przy temperaturze, która ma być utrzymana stałą. W ten sposób uzyskuje się w położeniu zerowym na końcówkach wzmacniacza napięcie równe zeru.

Druga para uzwojeń służy do uzyskania sprzężenia zwrotnego. Jest ona przyłączona do anody pierwszej lampy. Gdy przełącznik 4 urządzenia regulującego jest otwarty, wówczas potencjał punktu B jest taki sam, jak potencjał punktu b, wobec czego prądy anodowe lampy są jednakowe. Przy jednakowych prądach anodowych potencjał obu anod jest ten sam, a więc prąd nie płynie przez drugą parę uzwojeń. Po zadziałaniu jednego z przekaźników przełącznika zmienia się potencjał punktu B, co powoduje przepływ prądu przez opór R_7 , a zatem zmianę napięcia na prawej siatce lampy i ładowanie kondensatora C. W tych warunkach prądy anodowe nie będą już równe i przez drugą parę uzwojeń popłynie prąd równoważący impuls podany przez pierwszą parę. Gdy włączy drugi przekaźnik, wówczas przez opór R_7 popłynie prąd w przeciwną stronę, co spowoduje zmianę kierunku prądu w drugiej parze uzwojeń. Od doboru opornika R_8 zależy szybkość działania sprzężenia zwrotnego.

Trzecia para uzwojeń działa przy naruszeniu równowagi układu podając napięcie na siatkę lampy. Gdy pod wpływem zaburzenia popłynie prąd przez pierwszą parę uzwojeń, wówczas zmieni się nasycenie obu rdzeni skrajnych: wzrośnie ono w danym momencie w tym rdzeniu, w którym strumień magnetyczny wytworzony przez prąd stały ma ten sam zwrot, co strumień wytworzony przez uzwojenie prądu zmiennego, zmaleje natomiast w rdzeniu, w którym oba te strumienie mają zwroty przeciwne. Wskutek różnych przenikalności magnetycznych obu rdzeni strumień magnetyczny wytwarzany przez uzwojenie pierwotne prądu zmiennego rozdzieli się na nie nierównomiernie, co powoduje powstanie wypadkowej siły elektromotorycznej w trzeciej parze uzwojeń, a zatem i napięcie zmienne na wyjściu wzmacniacza magnetycznego. Faza tego napięcia zależy od tego, w którym kierunku nastąpiła zmiana temperatury w stosunku do temperatury utrzymywanej przez regulator na stałym poziomie. Napięcie wyjściowe zostaje wzmacnione w trzech stopniach: na lewej trójdzie pierwszej lampy, na lewej trójdzie trzeciej lampy i na prawej trójdzie trzeciej lampy. Napięcie to zostaje następnie przetransformowane na dwie lampy końcowego wzmocnienia, z których każda działa na określony kierunek zmiany temperatury regulowanej.

Prototyp regulatora elektronowego został również opracowany przez Zakład Elektroenergetyki Politechniki Wrocławskiej. Obecnie jest on wypróbowywany w zakładach przemysłowych.

2. Regulacja wody.

Regulacja wody zasilającej może być jedno-, dwu- lub tróimpulsowa. Regulacja jednoimpulsowa oparta jest na pomia-

rze poziomu wody w walczaku kotła. Pomiar odbywa się najczęściej przy pomocy rurki termostaticznej długości ok. 2 m i średnicy ok. 20 mm. Rurka połączona jest swym górnym końcem z przestrzenią parową walczaka, dolnym zaś z przestrzenią wodną. Połączenie górne jest dobrze izolowane dla zachowania możliwie wysokiej temperatury pary, dolne natomiast jest pozbawione izolacji, a czasem nawet chłodzone. Pochyleniem rurki można wyregulować odpowiednio położenie kotła. Przy zmianach poziomu wody w walczaku zmienia się powierzchnia rurki nagrzewana przez parę, a zatem i długość rurki. Zmiany długości rurki — bardzo niewielkie, bo milimetrowe — są przenoszone przez układ dźwigni o dużej przekładni na napęd zaworu przewodu wody zasilającej.

Tego rodzaju system regulacji ma zasadniczą wadę, a mianowicie wprowadza zmianę ilości wody w walczaku w funkcji obciążenia kotła. Charakterystyka regulacji jest statyczna: małowemu obciążeniu odpowiada wysoki poziom wody, natomiast dużemu niski. Tłumaczy się to tym, że poziom wody w walczaku zależy nie tylko od stosunku ilości pobranej z kotła pary do ilości doprowadzonej wody, ale i od szeregu innych czynników.

Największy wpływ wywiera zmiana poboru pary przy jednoczesnej zmianie ilości spalanej węgla. Jeżeli zmiany są jednokierunkowe, a tak najczęściej bywa, wówczas emulsja pary i wody w rurach kotła objętościowo przyrasta powodując podwyższenie poziomu wody w walczaku, chociaż w tym momencie istnieje deficyt wody równy przyrostowi pobranej pary. Regulator, reagując na podwyższenie poziomu, przymknie zawór wody zasilającej powodując tym pogłębienie deficytu. Równowaga ustali się na chwilę, gdy ustanie przyrost poziomu wody, spowodowany przez impuls dodatkowo spalanej ilości węgla oraz spadek ciśnienia pary w walczaku, po czym poziom znacznie się obniża wskutek rosnącego deficytu wody. Spowoduje to otwieranie zaworu pary, póki nie ustali się nowa równowaga. Ponieważ w międzyczasie ilość odprowadzonej pary nie ma pokrycia w ilości doprowadzonej do kotła wody, więc poziom wody w walczaku będzie niższy niż przed zaburzeniem stanu początkowego. Odwrotny skutek uzyska się, gdy zmiana obciążenia nastąpi w drugim kierunku.

Statyczna charakterystyka regulacji jest bardzo niepożądana, ponieważ oznacza ona obniżenie pewności pracy kotła zwłaszcza wtedy, kiedy kocioł pracuje na uderzeniowe zmiany obciążenia. Zmiany te mogą bowiem spowodować ze względu na pochyłość charakterystyki przekroczenie bezpiecznych granic poziomu wody w walczaku. Zeby usunąć te wady, zastosowano regulację dwu- lub trójimpulsową. Polega ona na tym, że działanie urządzenia regulującego uzależnione jest od poziomu wody w walczaku, od ilości pobranej z kotła pary oraz — przy trójimpulsowej regulacji — dodatkowo jeszcze od ilości doprowadzonej do walczaka wody.

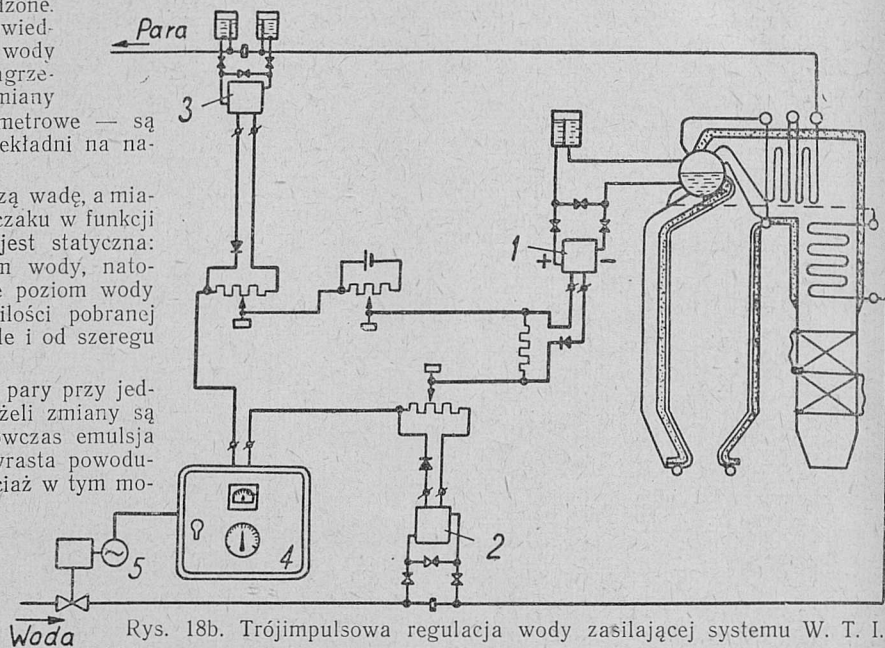
Przykładem systemu dwuimpulsowego jest układ przedstawiony na rys. 16 (Copes Flowmatic Regulator). Pomiar ilości pobieranej pary odbywa się przy pomocy manometru membranowego i jest przenoszony przez dźwignię na urządzenie regulujące.

Na rys. 17 przedstawiony jest układ elektrycznej trójimpulsowej regulacji. Impuls główny 10 podawany jest przez wagę pierścieniową manometru mierzącego ilość przepływającej pary, impuls zaś zwrotny 12 przez wagę pierścieniową manometru, mierzącego ilość dopływającej wody zasilającej. Druki oporowe wag włączone są szeregowo w gałęzie mostka pomiarowego 1. Dodatkowy impuls poprawkowy 11 podawany jest przez wskaźnik poziomu wody 7. Przy zaburzeniu równowagi układu wychyla się wskaźnikowy galwanometr 9, uruchamiając silnik 2 zaworu regulacyjnego.

Innym przykładem trójimpulsowej regulacji jest urządzenie opracowane przez Wszechzw. Ciepłotchn. Inst. im. F. E. Dzierżyńskiego (rys. 18a). Elementem charakterystycznym jest tu manometr różnicowy z metalowym mieszkem 2. Do dna mieszka przymocowany jest rdzeń, objęty nieruchomym uzwojeniem. Przy zmianie ciśnienia dno mieszka wraz z rdzeniem przesuwa się, powodując zmianę siły elektromotorycznej w uzwojeniu 1.

Uzwojenia trzech manometrów (rys. 18b), mierzących poziom wody, przepływ wody i przepływ pary, połączone są ze sobą szeregowo, więc napięcie na wejściu regulatora elektonowego odpowiada sumie sił elektromotorycznych poszczególnych uzwo-

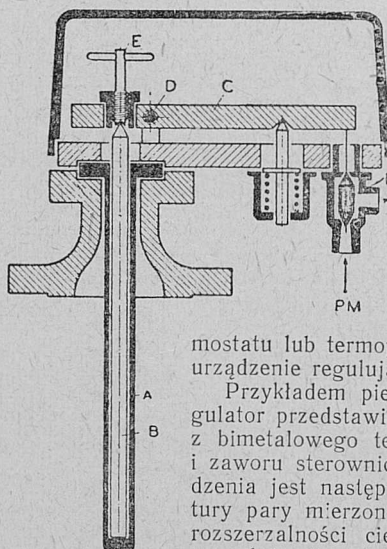
jeń. Napięcie to po wzmocnieniu działa na przekaźnik włączający napęd zaworu wodnego. Dzięki uzależnieniu położenia zaworu od przepływów pary i wody uzyskuje się w momencie zaburzenia równowagi zbilansowanie obu tych wielkości. Jeżeli więc wzrośnie obciążenie kotła, to jednocześnie wzrośnie odpowiednio i zasilanie w wodę.



Rys. 18b. Trójimpulsowa regulacja wody zasilającej systemu W. T. I.
1,2,3 — manometry różnicowe 4 — regulator elektonowy 5 — silnik napędzający zawór

3. Regulacja temperatury pary.

Regulacja temperatury pary przegrzanej może być wykonywana przez wtryskiwanie rozpylonej wody, przez dodanie pary o niższej temperaturze, bądź też przez chłodzenie pary w wymienniku ciepła. Temperaturę pary mierzy się przy pomocy ter-



Rys. 19. Regulator temperatury pary systemu Hagan

A, B — termostat dwumetalowy
C — dźwignia obrotowa się na osi D
F — zawór sterowniczy

mostatu lub termopary i pomiar przenosi się na urządzenie regulujące.

Przykładem pierwszego rozwiązania jest regulator przedstawiony na rys. 19. Składa się on z bimetalowego termostatu A, B, z dźwigni C i zaworu sterowniczego F. Działanie tego urządzenia jest następujące. Przy zmianie temperatury pary mierzonej rurką A z metalu o dużej rozszerzalności cieplnej zmienia się długość, powodując tym przesuwanie się względem niej pręta B z metalu o bardzo małej rozszerzalności cieplnej. Pręt działa na dźwignię C, powodując jej obrót. Na końcu dźwigni mieści się osłowa zaworu F, a więc w rezultacie otrzymuje się zmianę przesłonięcia otworu kanału zaworu i impulsy na serwowymotor. Serwowymotor uruchamia z kolei zawór przewodu czynnika chłodzącego.

Na rys. 20 przedstawione jest urządzenie do wtryskiwania wody. Woda przedostaje się do dyszy przez zawór, a ponieważ znajduje się pod wysokim ciśnieniem wypływa z dyszy z dużą prędkością, która powoduje rozpylenie. Ponieważ przy stałym otworze dyszy prędkość byłaby zmienna w zależności od ilości wtryskiwanej wody, więc otwór dyszy jest odpowiednio zmieniany przez termostat.

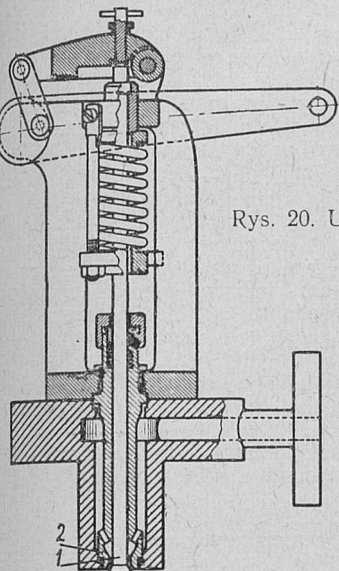
Regulację temperatury można również uzyskać stosując układ elektryczny. Układ taki, przedstawiony dla przykładu na rys. 21, składa się z mostka pomiarowego 1, w którym galwanometr

połączony jest szeregowo z termoparą. Sprężenie zwrotne używa się przy pomocy dwóch dodatkowych termopar umieszczonych w sąsiedztwie oporów grzejnych. Gdy na skutek zmiany temperatury pary nastąpi wychylenie galwanometru, wówczas zadziała silnik 2, napędzający zawór regulacyjny wtrysku 3, i włącza się jeden z oporów grzejnych zależnie od kierunku zmiany temperatury. Pod wpływem ciepła powstanie siła termoelektryczna, która zrównoważy impuls zaburzeniowy.

4. Ocena różnych systemów automatyki.

Z dotychczasowego rozwoju automatyki kotłowej trudno jest ustalić, który z

Rys. 20. Urządzenie do wtryskiwania wody systemu Hagan
1 — dysza 2 — termostat



podanych wyżej systemów posiada wyraźną przewagę nad pozostałymi. Świadczy o tym fakt, że były one i są w dalszym ciągu równocześnie rozpowszechniane w poszczególnych krajach, a nawet stosowane obok siebie w tych samych kotłowniach, jak jest np. w jednej z naszych elektrowni.

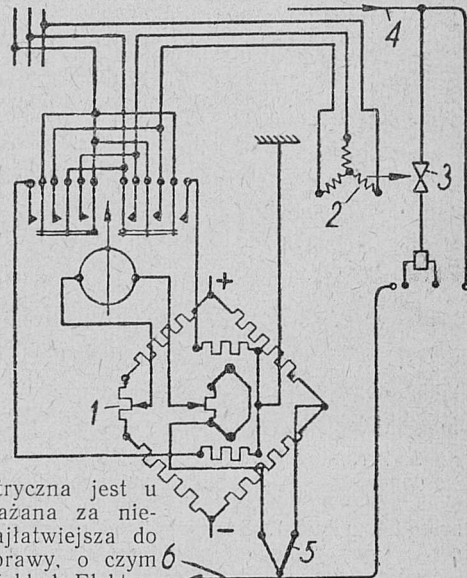
Według najnowszej literatury fachowej z tej dziedziny najmniej korzystna jest automatyka pneumatyczna przede wszystkim ze względu na jej wrażliwość na zanieczyszczenia ciałami stałymi oraz olejem, smarującym trące się powierzchnie zaworów i dysz (zapychanie się kanałów powierzchniowych).

Automatyka hydrauliczna przy swej wielkiej zaletce, którą jest prostota i trwałość, według tej opinii ustępuje miejsca elektrycznej, gdy w grę wchodzi większe odległości oraz bardziej skomplikowana sygnalizacja położenia urządzeń regulowanych. Opierając się na doświadczeniu zebranym przez personel naszych elektrowni oraz pracowników Zakładu Elektroenergetyki Politechniki Wrocławskiej dochodzi się do wniosku, że automatyka hydrauliczna zarówno systemu Arca jak i Askania jest bardzo pewna w pracy i łatwa do konserwacji. Na jednej z elektrowni zainstalowana na kilka lat przed ostatnią wojną automatyka Arca działała w normalnych warunkach cały czas bez zarzutu, dając w wyniku oszczędność na zużyciu węgla około 5%

i duże wyrównanie wahlowego obciążenia kotła, występującego przy ręcznej regulacji. Wydobytą z gruzów po wojnie została ponownie uruchomiona po niewielkiej naprawie, polegającej na wycięciu kilku segmentów metalowego mieszka. Automatyka Askania również pracowała i pracuje bez zarzutu, jeżeli pominąć uszkodzenia wynikające z niedostatecznej konserwacji silników prądu stałego.

Rys. 21. Elektryczna regulacja temperatury

- 1 — mostek pomiarowy
- 2 — silnik napędzający zawór regulujący wtrysk
- 3 — zawór
- 4 — woda zasilająca
- 5 — termopara
- 6 — para odlotowa



Automatyka elektryczna jest u nas niesłusznie uważana za niepewną. Jest ona najłatwiejsza do wykonania oraz naprawy, o czym świadczy fakt, że Zakład Elektroenergetyki Politechniki Wrocławskiej przystępując po raz pierwszy do tego rodzaju prac uruchomił w ciągu kilku miesięcy automatykę Siemens na czterech kotłach, nieczynną od czasu zakończenia działań wojennych, w tym jedną skomplikowaną w hutnictwie, a do końca bieżącego roku uruchomił nie tylko dalszych kilka nieczynnych uszkodzonych urządzeń, lecz wykona również dwa prototypy własnej konstrukcji. Według tych prototypów będzie można, o ile próby wypadną pomyślnie, zautomatyzować w przyszłym roku kilkadziesiąt kotłów nie korzystając zupełnie z importu ani pomocy ekspertów zagranicznych. Automatyka elektryczna wymaga należytej konserwacji, zresztą dość prostej, i przy zachowaniu tego warunku działa pewnie. Jeżeli w kilku naszych kotłowniach została uszkodzona, to właśnie wskutek zupełnego braku konserwacji, względnie nieprzemyślanych prób.

Dla ostatecznego skryształizowania poglądu o przydatności poszczególnych systemów automatyki prowadzone są obecnie u nas stałe obserwacje czynnych urządzeń oraz przygotowywana ich modernizacja.

MGR INŻ. W. MICHALAK

Zagadnienia zabezpieczeń przekąźnikowych (MKWSE 1952 R.)

W pracach 1952 r. przebiega dążność do jak najsilniejszego podkreślenia znaczenia nowoczesnych metod zabezpieczeń. Spośród szeregu systemów i układów zabezpieczeniowych forsuje się coraz bardziej zabezpieczenia porównawczo-kierunkowe o łączach wszelkich typów oraz stosowanie samoczynnego ponownego włączenia.

S. MARGOULIES, A. HUSKIN. Nowoczesny typ nastawni i wyniki pierwszego okresu jej eksploatacji [1]

Ogólny widok nastawni przedstawiony jest na rys. 1. Zasadniczymi jej cechami są: znaczne uproszczenie eksploatacyjne w stosunku do dotychczasowych rozwiązań, zmniejszenie ilości aparatury i przyrządów pomiarowych oraz całkowita automatyzacja sterowania.

Nastawnię wykonano dla elektrowni i stacji w Awirs (w pobliżu Leodium). Elektrownia jest przewidziana na 6 zespołów blokowych (kocioł i turbogenerator) o mocy 50 MW każdy i będzie połączona z sieciami na 150 kV i 70 kV. Poza tym każdy zespół ma własną rozdzielnię potrzeb własnych pracującą na napięciu 6,3 kV.

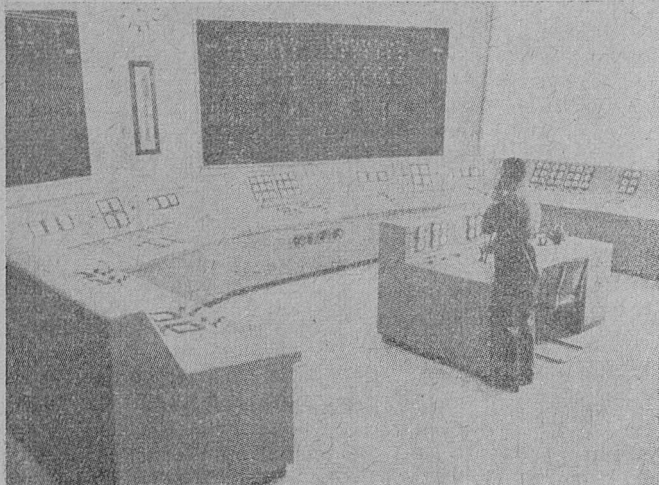
Całość urządzeń nastawniczych mieści się w sali o wymiarach 10 m × 10 m. Nastawnia składa się z trzech zasadniczych części: dwu tablic sygnalizacyjnych, pulpitu pomiarowo-sterowniczego (długość ok. 11 m) oraz biurka. Jedna tablica jest prze-

znaczona dla stacji na 150 i 70 kV, druga dla stacji na 6,3 kV. Pulpit składa się z pięciu części. Środkowa zawiera układ sterowniczy turbogeneratorów, sąsiednie są przeznaczone dla stacji, zewnętrzne dla pozostałych urządzeń.

Rys. 2 podaje widok tablicy, która zawiera wyłączanie schemat układu połączeń i ma za zadanie sygnalizować obecność (kolor czerwony) lub brak (kolor zielony) napięcia za pomocą normalnie stosowanego układu lampek umieszczonych w miejscu urządzeń. O stanie wyłącznika (zamknięty, otwarty) lub odłącznika informuje poziome względnie pionowe położenie sygnału świetlnego. Wyłączenie dokonane przez zabezpieczenie sygnalizują białe migające światła. Jednocześnie ukazują się obok symbol zabezpieczenia, które spowodowały wyłączenie. Poza powyższymi elementami tablice nie mają żadnych aparatów ani przyrządów. Sygnalizacja świetlna jest zasilana prądem zmiennym o napięciu 24 V. Jednak przewidziana jest możliwość regulacji napięcia. Zazwyczaj lampy pracują na napięciu 16–21 V. Z napięcia 24 V korzysta się tylko dla mocniejszego oświetlenia tego układu, w którym w danym momencie dokonuje się łączenia.

Zasadniczą cechą pulpitu pomiarowo-sterowniczego jest automatyzacja, która zmniejsza do minimum liczbę aparatów. Na rys. 3 pokazany jest układ sterowniczo-pomiarowy dla stacji 70-kilowoltowej.

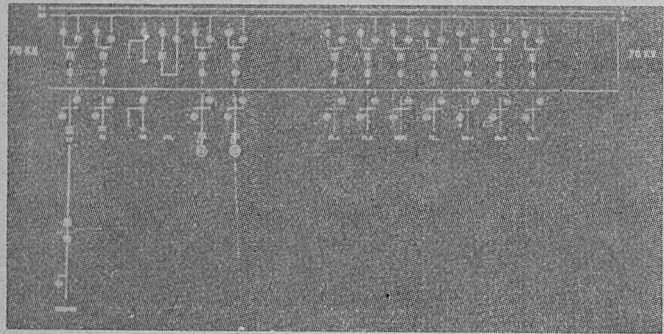
Jak widać, dla wszystkich odejść rozdzielni zastosowano tylko 6 amperomierzy oraz zespół przyrządów do synchronizacji. Do sterowania wprowadzono uproszczony schemat rozdzielni (w środku) oraz dwa układy przełączników wybierczych (po obu



Rys. 1. Nastawnia elektrowni: tablice sygnalizacyjne i pulpit pomiarowo-sterowniczy

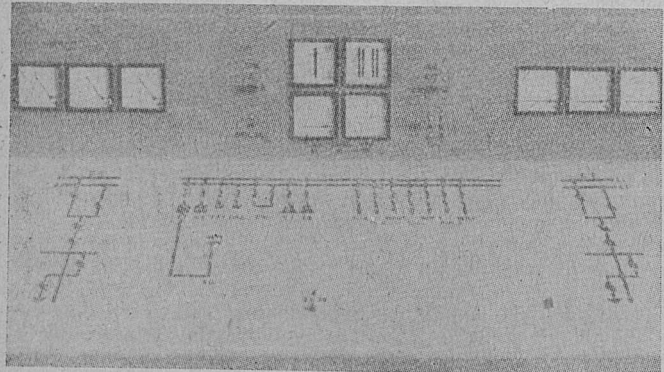
brzegach pulpitu). Operowanie układem sprowadza się do włączenia sterowania na pożądaný obwód i następnie dokonanie łączy za pomocą przełączników wybierczych. Uzyskano to przez zastosowanie układów wybierakowych telefonicznych.

Ciekawe jest rozwiązanie przełączania amperomierzy. Otwieranie obwodów przekładników prądowych jest niedopuszczalne,



Rys. 2. Tablica sygnalizacyjna stacji 70-kilowoltowej

zastosowano więc dodatkowy przekładnik prądowy o przekładni 1 : 0,1, włączony we wtórny obwód głównego przekładnika o prądzie wtórnym równym 1 A. W obwód wtórny pomocniczego przekładnika włączony jest opornik na 100 Ω . Gdy prąd osiąga wartość znamionową, na oporniku napięcie osiąga 10 V. Napięcie



Rys. 3. Pulpit pomiarowo-sterowniczy przy sterowaniu centralnym (stacja na 70 kV)

to jest włączone za pomocą przekładników na amperomierze pulpitu, które są właściwie woltomierzami odpowiednio wyskalowanymi. Zużycie mocy jest rzędu 2 VA.

Układ sterowniczy jest zabezpieczony przed wszelkimi przypadkami nieprawidłowych manipulacji oraz ma przewidzianą sygnalizację zakłóceń w układzie sterowniczym.

Obwody przekładników zabezpieczeniowych są całkowicie niezależne od obwodów pomiarowo-sterowniczych.

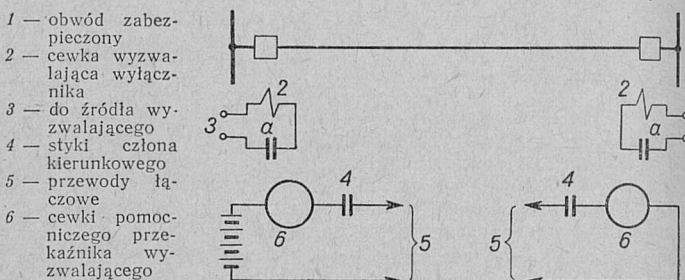
Wyniki pierwszego okresu eksploatacji (nastawnia oddana do ruchu 6. V. 51) wskazują na słusność wybrania takiego rozwiązania. Główne zalety nastawni to bardzo duża przejrzystość, niewielkie rozmiary, bardzo duża szybkość operowania.

S. C. LEYLAND, J. L. BLACKBURN. Zabezpieczenia łączowe w układach przesyłowych [2]

Przegląd i klasyfikacja zabezpieczeń łączowych stosowanych w układach przesyłowych i rozdzielczych w USA dają wyraźny obraz dotychczasowych osiągnięć i dzisiejszego stanu tego rodzaju zabezpieczeń w układach przesyłowych. Am. Stand. Ass. podaje następującą definicję zabezpieczeń łączowych: „Zabezpieczenie łączowe wyłącza układ zabezpieczany w przypadku zwarcia wewnątrz tego układu na podstawie porównania — przez odpowiednie urządzenia łączowe — stanów elektrycznych na obu krańcach układu. Jako łącze mogą służyć: a) specjalny dodatkowy zespół przewodów, b) przewody linii zabezpieczanej, na których przesyła się sygnał prądem wielkiej częstotliwości, c) krótkofalowy nadawczo-odbiorczy układ radiowy.” (Według słownictwa polskiego będą to: a) łącze przewodowe, b) łącze o prądzie nośnym wielkiej częstotliwości i c) łącze radiowe).

Przy łączy radiowym stosuje się często wyłączenie przez przesyłanie sygnału blokowania lub odblokowania z jednego krańca układu na drugi.

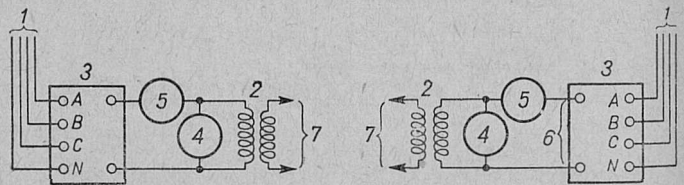
Zasadnicza zaleta zabezpieczeń łączowych to duża szybkość i równoczesność wyłączenia układu z obu stron, co zmniejsza



Rys. 4. Zasadnicze elementy zabezpieczenia porównawczo-kierunkowego o łączy przewodowym

do minimum szkody wywoływane zwarcie, zwiększa moc graniczną współpracujących maszyn oraz daje możliwość zwiększenia pewności przesyłu przez zastosowanie szybkiego ponownego włączania.

Przy wszystkich rodzajach łączy można porównywać kierunki przepływu energii na obu krańcach lub też wektory prądu.



Rys. 5. Zasadnicze elementy zabezpieczenia porównawczo-prądowego o łączy przewodowym

- 1 — do przekładników prądowych
- 2 — transformatory izolujące
- 3 — filtr składowych symetrycznych
- 4 — robocza cewka przekładnika
- 5 — blokująca cewka przekładnika
- 6 — napięcie wyjściowe (jednofazowe)
- 7 — przewody łączowe

dów na obu krańcach. W tym drugim przypadku porównywane mogą być wartości i fazy prądów lub też tylko same fazy.

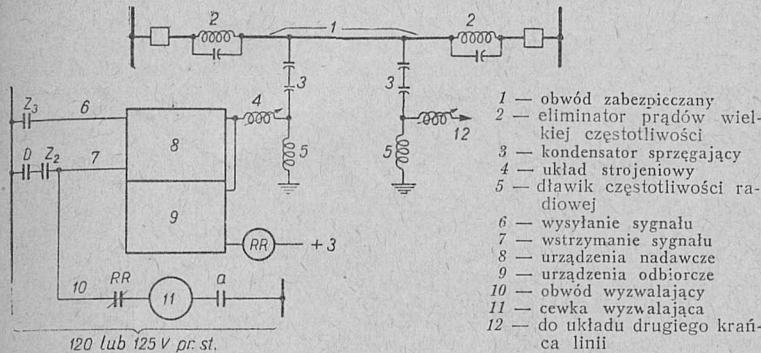
Według słownictwa polskiego będą to: zabezpieczenia porównawczo-kierunkowe i porównawczo-prądowe (przy porównywaniu samych faz — porównawczo-fazowe).

Zasadę układów poszczególnych typów wyjaśniają rys. 4, 5, 6, 7 i 8.

Układ zabezpieczenia porównawczo-kierunkowego o łączy przewodowym (rys. 4) składa się ze źródła prądu pomocniczego oraz łączy przewodowego. W obwód włączone są styki przekładników kierunkowych obu krańców oraz cewki przekładników wyzwalających. Wyłączenie (z obu stron) może nastąpić tylko wtedy, kiedy obydwa przekładniki kierunkowe zamkną swoje styki.

Na rys. 5 przedstawiony jest schemat ideowy zabezpieczenia porównawczo-prądowego o łączy przewodowym. Główne elementy zabezpieczenia są następujące: filtry składowych symetrycznych (dla uzyskania jednofazowego napięcia z układu trójfazowego).

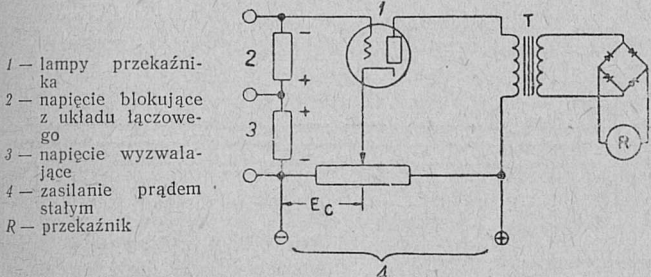
wego czteroprzewodowego), czułe przekąźniki o dwóch cewkach (roboczej i blokującej), transformatorki izolujące oraz przewody łączowe. Przy zwarciu zewnętrznym napięcia na filtrach są w połączeniu szeregowym, a więc prądy przepływające przez cewki blokujące są duże, natomiast przy zwarciu wewnątrz układu na-



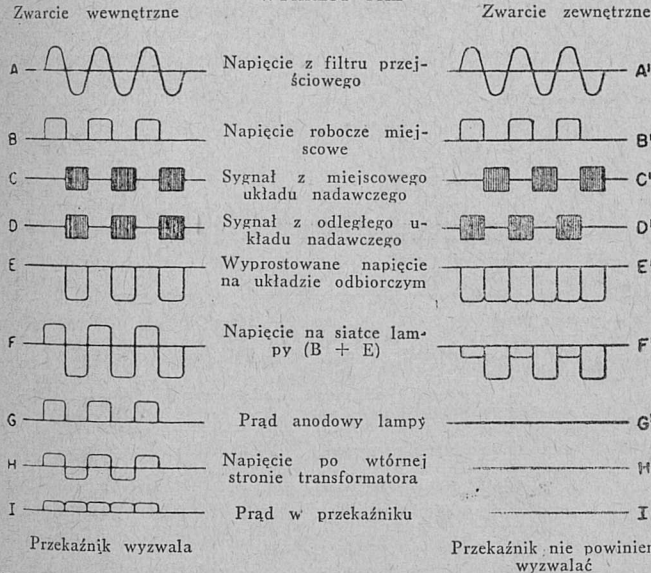
Rys. 6. Zasadnicze elementy zabezpieczenia porównawczo-kierunkowego o łączy na prądzie nośnym

pięcia są skierowane przeciw sobie, a więc prądy płyną przez cewki robocze.

Schemat ideowy zabezpieczenia porównawczo-kierunkowego o łączy na prądzie nośnym przedstawiony jest na rys. 6. Działanie zabezpieczenia jest następujące. W przypadku zwarcia



WYKRESY FAL

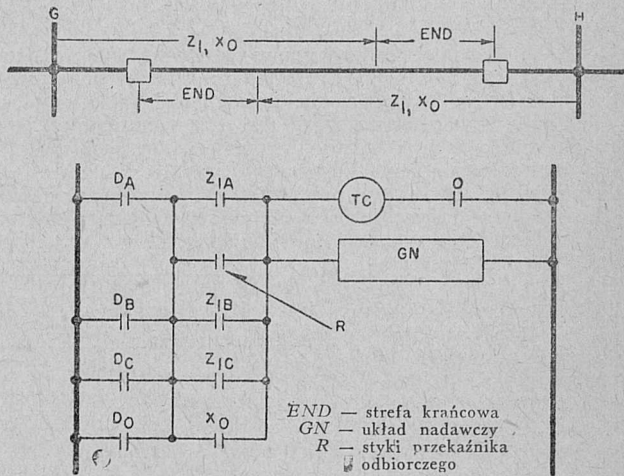


Rys. 7. Metoda porównywania kątów fazowych prądu w zabezpieczeniu porównawczo-prądowym

wewnątrz strefy zabezpieczonej wysłanie sygnału blokującego z jednego krańca na drugi jest blokowane przez styki przekąźnika kierunkowego D oraz rozruchowego Z_2 . Następuje wyłączenie z obu stron układu przez obwód D , Z_2 i RR . Jeżeli zwarcie jest zewnątrz, to z krańca, na którym przepływ prądu jest w kierunku na zewnątrz układu (wtedy styk D jest otwarty), wychodzi sygnał, który przejmuję układ odbiorczy i wzbudza przekąźnik RR , dzięki czemu styki RR otwierają się i wyłączenie nie może nastąpić.

Na rys. 7 przedstawiony jest schemat jednej z metod porównywania przesunięcia fazowego prądów na obu krańcach układu. Porównywanie odbywa się w każdej połowie okresu.

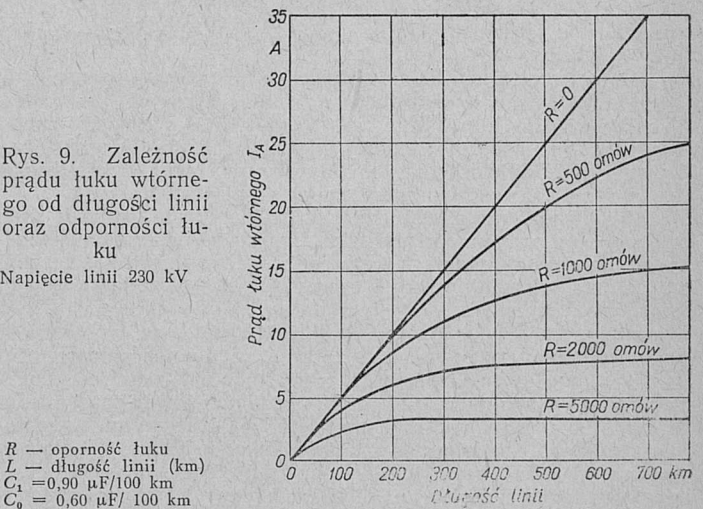
Siatka lampy przekąźnikowej jest spolaryzowana tak, że prąd nie płynie, jeżeli na niej nie ma napięcia z filtru składowych symetrycznych lub z układu nadawczego. Biegunowość napięć filtru i układu nadawczego nie pozwala na przepływ prądu przy zwarciu zewnętrznym (prądy co do fazy są jednakowe). Przy



Rys. 8. Metoda zabezpieczenia przez przesłanie sygnału wyzwalania przez łączy radiowe

zwarcia wewnątrz strefy chronionej prądy są przesunięte w fazie o 180° i przez lampę będą w poszczególnych półokresach płynęły prądy, które po przejściu przez transformator ulegają wyprostowaniu i przechodzą przez przekąźnik R , który spowoduje wyłączenie wyłącznika. Układ ma tę zaletę, że nie zadziała przy kołysaniach, ponieważ prądy przepływające przez linię będą miały kierunki zgodne na obu krańcach linii. Szczegóły wyjaśnia rysunek.

Działanie zabezpieczeń o łączy radiowej jest w zasadzie analogiczne do działania zabezpieczeń o łączy na prądzie nośnym z tą różnicą, że łączy jest inne. Łączy radiowe może być wykorzystane do przesłania sygnału odblokowania, dzięki czemu można



uzyskać specjalny układ zabezpieczenia, którego schemat ideowy przedstawiony jest na rys. 8. Na każdym krańcu układu zainstalowany jest zespół zabezpieczeń, składający się z członu pomiarowego i kierunkowego (dla każdej fazy) i mający tylko jedną strefę, obejmującą co najmniej połowę strefy zabezpieczonej. Poza tym układ musi być wyposażony w urządzenia radiowe nadawczo-odbiorcze. Działanie zabezpieczenia polega na tym, że przy przepływie prądu przez zabezpieczenie zamykają się styki X oraz Z i wysyłany jest sygnał do przekąźników krańca drugiego. Jeżeli jednocześnie nadejdzie sygnał z krańca drugiego, to następuje wyłączenie z obu stron.

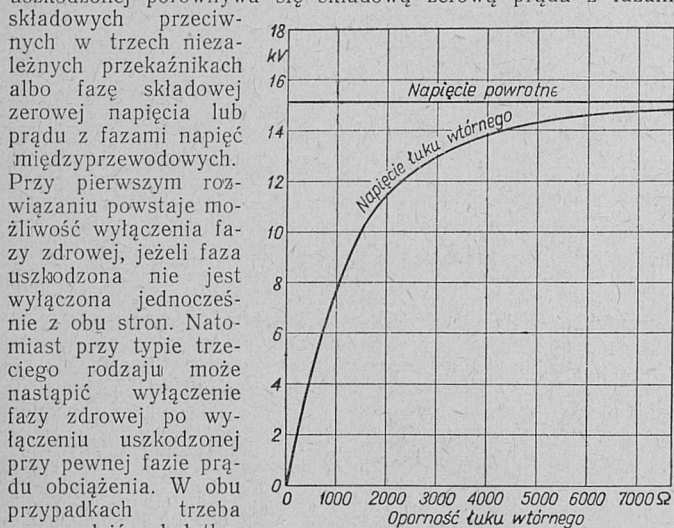
Zabezpieczenia o łączy przewodowym korzystne są przy liniach krótkich do 10 km; powyżej tej długości taniej wypada

zabezpieczenie na prądzie nośnym. Łącze radiowe może być korzystne w liniach dłuższych, gdzie liczba linii łączących stacje jest duża (trzy i więcej). W liniach kablowych zastosowanie może mieć tylko zabezpieczenie 0 łączu przewodowym.

W. P. DOBSON, V. V. MASON. Jednofazowe ponowne włączanie — zagadnienia i zabezpieczeniowe i czas gaszenia łuku [3]

Badania samoczynnego ponownego włączania w sieciach napowietrznych na 130 kV i 240 kV oraz próby zabezpieczeń prowadzonych w Kanadzie dla wyjaśnienia, jakie musi być wyposażenie zabezpieczeń, jaki jest czas minimalny ponownego włączania oraz jaki wpływ ma napięcie na gaszenie łuku. Stosowano zabezpieczenia łączowe na prądzie nośnym.

Przy jednofazowym ponownym włączaniu największą trudność stanowi zapewnienie wybiórczości. W celu wyłączenia fazy uszkodzonej porównywa się składową zerową prądu z fazami



Rys. 10. Zależność napięcia łuku od oporności łuku

Napięcie znamionowe linii 240 kV
Długość 200 km
 $C_0 = 1,20 \mu F$ $C_1 = 1,70 \mu F$ $C = 0,167 \mu F$

Jednym z nieprzewidzianych zjawisk odkrytych w czasie prób było stwierdzenie szkodliwego działania wyższych harmonicznych w prądzie łuku, które wywoływały fale blokujące działanie urządzeń zabezpieczeniowych wielkiej częstotliwości. Czas trwania blokady dochodził do 26 okresów (przy częstotliwości 60 okr./sek.). Srodki zaradcze są w opracowaniu.

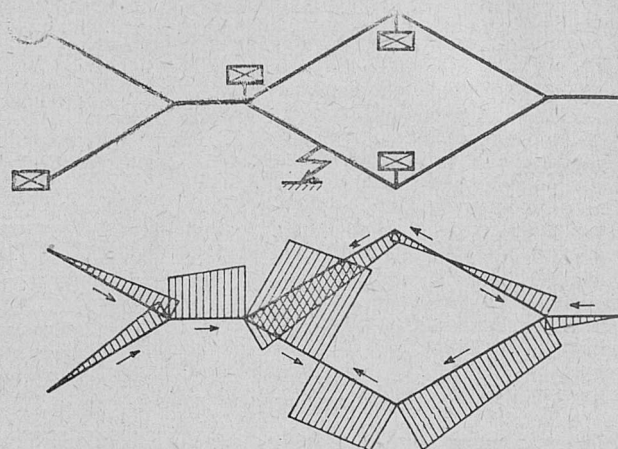
Najważniejszym odkryciem było stwierdzenie wpływu łuku wtórnego na czas dejonizacji łuku. Dotychczasowe badania laboratoryjne oraz obliczenia teoretyczne wskazywały na konieczność stwarzania większej przerwy czasowej niż to wynikało z przeprowadzonych badań. Jak stwierdzono, główną przyczyną było tu pomijanie wpływu oporności łuku. Okazuje się, że oporność łuku jest bardzo korzystna zwłaszcza w długich liniach. Na rys. 9 przedstawiono zależność prądu łuku wtórnego od długości linii (wyznaczono ją dla linii 230-kilowoltowej przy częstotliwości 60 okr./sek.). Przy oporności 1000 Ω prąd nie przekracza 16,65 A. Najmniejsza oporność łuku (według dokonanych pomiarów) jest rzędu 1000 Ω dla linii 230-kilowoltowej (po pierwszym okresie), trzeba więc spodziewać się dosyć szybkiej dejonizacji przerwy łukowej.

Oporność łuku ma poza tym korzystny wpływ na napięcie łuku. Zazwyczaj po zgaszeniu łuku wtórnego napięcie łuku wzrasta gwałtownie. Według dotychczasowych poglądów należy się spodziewać wzrostu napięcia do wartości powyżej dwukrotnej wynikającej z obliczenia wartości napięcia powrotnego. Wyniki prób na linii 240-kilowoltowej wykazały, że nie ma żadnej gwałtownej zmiany napięcia, jest jedynie stopniowy jego wzrost w ciągu ostatnich kilku okresów gaszenia łuku wtórnego. Wynika to z dużej oporności łuku wtórnego, która w ostatnich okresach sięga wartości rzędu 3000—5000 Ω, a więc napięcie łuku prawie nie różni się od napięcia powrotnego. Na rys. 10 przedstawiony jest (obliczony dla linii na 240 kV, 200 km) wykres napięcia łuku w funkcji oporności.

Czas trwania łuku maleje wraz z napięciem. Wynika to stąd, że napięcie indukowane w fazie izolowanej, praktycznie biorąc, nie zależy od napięcia sieci, co spowodowane jest wzrostem odległości przewodów i ich średnicy. Wartość prądu łuku wtór-

nego jest więc niezależna od napięcia sieci, natomiast długość łuku wzrasta, a zatem i gaszenie jest łatwiejsze.

Pomiary czasu dejonizacji dały następujące wyniki: przy trójfazowym ponownym włączaniu najmniejszy czas przerwy, konieczny do zdejonizowania drogi łuku, wynosił $5\frac{1}{2}$ okresu dla

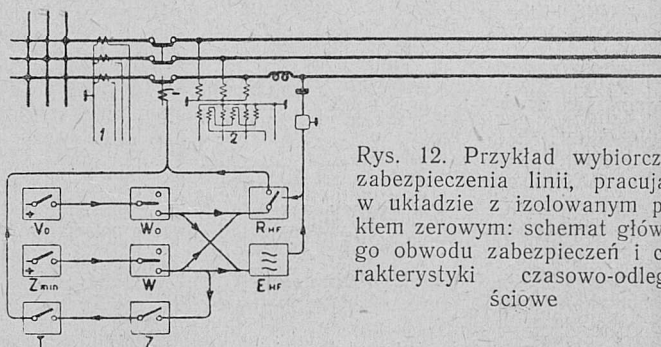


Rys. 11. Jednofazowe zwarcie doziemne w sieci o złożonym układzie linii (promieniowym i zamkniętym)

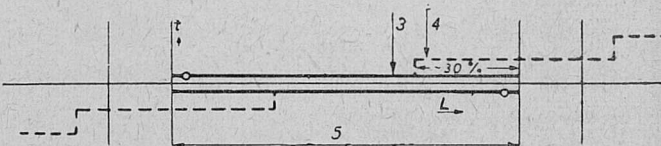
U góry: schemat sieci U dołu: rozpył składowych zerowych prądu

☒ — punkty odbioru lub transformowania energii

240 kV i 6 okresów dla 130 kV (przy częstotliwości 60). Czas trwania łuku wtórnego wahał się w granicach od 1 do 8 okresów.



Rys. 12. Przykład wybiórczego zabezpieczenia linii, pracującej w układzie z izolowanym punktem zerowym: schemat głównego obwodu zabezpieczeń i charakterystyki czasowo-odległościowe



1 — pomiar prądu
2 — pomiar napięcia
3 — zabezpieczenie podstawowe od doziemień jednofazowych i zwarc

4 — zabezpieczenie rezerwowe od zwarc
5 — linia zabezpieczona

Przełączniki od zwarc międzyfazowych:
 Z_{min} — przełącznik podpozorno-oporowy
 W — przełącznik kierunkowy watomierzowy

Przełączniki od zwarc z ziemią:
 V_0 — przekabnik nadmiarowo-napięciowy
 W_0 — przełącznik kierunkowy watomierzowy

Układ łączowy:
 E_{HF} — nadajnik wielkiej częstotliwości
 R_{HF} — nadajnik wielkiej częstotliwości

Poza tym stwierdzono korzystne działanie włączania szeregowych oporników przy przerywaniu prądu, gdyż dzięki temu ogranicza się prąd zwarcia (stosowano oporniki zmniejszające prąd do 50 A) i czas przerwy mógł być zmniejszony do wartości podanych wyżej.

A. PARRINI, E. SAILER, G. SEGRE. Układ zabezpieczeń od zwarc międzyfazowych oraz od zwarc z ziemią dla linii bardzo wysokiego napięcia oraz sieci zamkniętych z izolowanym punktem zerowym [4]

Znaczna część linii i sieci włoskich wysokiego napięcia (do 150 kV włącznie) w Alpach i Apeninach musi pracować z izolowanym punktem zerowym. Czynnikiem decydującym jest duża

liczba równolegle przebiegających linii telekomunikacyjnych, dla których w warunkach górskich nie można znaleźć osobnych tras odległych od linii energetycznych.

Praca z izolowanym punktem zerowym stwarza duże trudności w zabezpieczeniu sieci zamkniętych. Zabezpieczenia takich sieci winny być wyposażone w przełączniki zdolne do wybiórczego wykrywania doziemień. Wykorzystuje się do tego celu składowe zerowe napięcia i prądu wywołane uziemieniem jednej fazy. Składowa zerowa napięcia praktycznie biorąc ma stałą wartość w całej sieci, natomiast składowa zerowa prądu osiąga największą wartość w punkcie zwarcia i maleje wraz z odległością proporcjonalnie do niej. Na rys. 11 przedstawiony jest przykład rozprzysięgu składowych zerowych prądu w pewnej sieci zamkniętej.

Ziennozwarciove zabezpieczenie sieci można rozwiązać na zasadzie porównawczo-kierunkowej, zapewniającej całkowitą wybiórczość przy zwiarcach jednofazowych. Problem jest jednak trudniejszy przy zwiarcach doziemnych dwóch różnych faz ze względu na czułość zabezpieczeń. Teoretyczne rozważania wykazują, iż należy starać się, żeby przełączniki kierunkowe miały największą czułość przy przesunięciu fazowym składowych zerowych prądu i napięcia równym 60—65°; wtedy przy zwarcu jednofazowym (przesunięcie 90°) zabezpieczenie ma dostateczną czułość.

Zabezpieczenie ziennozwarciove musi być, oczywiście, skoordynowane z zabezpieczeniem od zwarć międzyfazowych.

Zasadniczy układ aparatów zabezpieczenia wybiórczego dla sieci zamkniętych z izolowanym punktem zerowym nie różni się (poza zabezpieczeniem rezerwowym) niczym od zabezpieczenia porównawczo-kierunkowego z punktem zerowym uziemionym. W obu przypadkach daje się dwa zespoły kierunkowe, reagujące odpowiednio na zwiarcia międzyfazowe i doziemne, przy czym w drugim przypadku wystarcza jeden obwód łączowy do porównywania kierunków prądu. W konsekwencji łatwo jest wykonać zabezpieczenie sieci zamkniętej z izolowanym punktem zerowym.

Schemat ideowy typowego pełnego zabezpieczenia (zarówno dla zwarć międzyfazowych, jak i doziemień) przedstawiony jest na rys. 12. Układ ten składa się z zespołu odległościowego pozornoporowego dla zwarć międzyfazowych (3 przełączniki pozornoporowe, 1 przełącznik kierunkowy indukcyjny, którego jeden ze styków włączony jest w obwód łącza, 1 przełącznik prądowy reagujący na składową zerową prądu i służący do wykrywania zwarć dwufazowych z ziemią, 1 przełącznik przeciwkolejansowy, 1 przełącznik odległościowy, 1 przełącznik zwłoczny, przełączniki pomocnicze) oraz zespołu przełączników od zwarć z ziemią (1 przełącznik napięciowy, 1 przełącznik rozruchowy oraz przełącznik kierunkowy, reagujący na składowe zerowe prądu i napięcia).

Zabezpieczenie od zwarć doziemnych reagowało na prąd zerowy 0,1 A (co odpowiada długości 10 km linii 130-kilowoltowej). Dla zwiększenia czułości do 0,05 A konieczne jest bardzo dokładne dobranie przekładników. Czas wyzwiania zabezpieczeń od zwarć międzyfazowych był rzędu 0,1—0,12 sek. Opóźnienie wynikające z przesyłania sygnałów było rzędu 0,1 sek. Czas wyzwiania przy zwarcu doziemnym 0,1—0,15 sek.

Pierwsze próby działania zabezpieczeń na modelu linii 130-kilowoltowej oraz sieci 45-kilowoltowej można uważać za zadowalające.

S. MARGOULIES, E. H. HUBERT. Sprawozdanie z prac Międzynarodowego komitetu zabezpieczeń i przełączników [5,6]

Prace Komitetu w ciągu dwu lat od 1950 do 1952 szły w dwu kierunkach: a) organizacji międzynarodowych statystyk działania zabezpieczeń i b) analizy i studiów zasadniczych zagadnień zabezpieczeń przełącznikowych.

Już w sprawozdaniu z 1950 r.*) podkreślona była trudność organizacji międzynarodowej współpracy ze względu na różnorodność terminologii oraz odmienność typów urządzeń, aparatów itp. W celu nieopóźniania prac zrezygnowano chwilowo z ustalenia klasyfikacji urządzeń i typów zabezpieczeń, przyjmując jedynie pewien schemat sprawozdań, które mają być podstawą dalszych prac.

Zebrało statystyki ilościowe zdarzeń zabezpieczeń w częściach sieci angielskich, belgijskich, francuskich, szwajcarskich, szwedzkich, włoskich i czeskich.

Komitet zajął się poza tym ważniejszymi ogólnymi zagadnieniami zabezpieczeniowymi, a przede wszystkim opracował pewną syntezę pięciu zasadniczych zagadnień zabezpieczeniowych: 1) zabezpieczenia prądnic i bloków prądnic-generator, 2) zabezpieczenia odległościowe, 3) zabezpieczenia odgałęzień liniowych, 4) zabezpieczenie linii napowietrznych od przeciążeń i 5) zagadnienie zabezpieczeń rezerwowych.

SPIS REFERATÓW

- [1] Margoulies S., Huskin A. Réalisation et premiers résultats d'exploitation d'une salle de commande et de contrôle de conception nouvelle (ref. 118).
- [2] Leyland S. C., Blackburn J. L. Pilot relaying for transmission system (ref. 310).
- [3] Dobson W. P., Mason V. V. Single-pole reclosing: relaying problems and arc extinction times (ref. 316).
- [4] Parrini A., Sailer E., Segre G. Development and testing of an experimental system of discriminating protection for faults between phases and phase to earth on H. V. lines and networks with the neutral completely insulated (ref. 318).
- [5] Margoulies S., Hubert E. H. Report of the International study committee on protection and relays (ref. 325).
- [6] Margoulies S., Hubert E. H. Report of study committee on protection and relaying (ref. 332).

*) Por. Zagadnienie zabezpieczeń przełącznikowych (MKWSE, 1950) w opracowaniu autora (PE, 1952, z. 7, str. 274 — 279).

MGR INŻ. JERZY ŻURAKOWSKI

Dobór wielkości oporu uziemienia w sieciach niskiego napięcia

621.316.1.027.2:621.316.993(083.1)(47)

Treść. Wymagania, stawiane uziemieniom w sieciach niskiego napięcia, izolowanych względem ziemi i z uziemionym punktem zerowym. Sprawy doboru wielkości uziemienia w świetle przepisów radzieckich, niemieckich i szwajcarskich. Wyprowadzenie wzorów na obliczenie oporności uziemień w układzie uziemień ochronnych i zerowania. Krytyczna analiza wzorów i układów uziemień z punktu widzenia ochrony przed porażeniami oraz pod względem gospodarczym.

Подбор величин сопротивления заземления в сетях низкого напряжения. Требования, предъявляемые заземлениям в сетях низкого напряжения, изолированным по отношению к земле и с заземленной нулевой точкой. Вопросы подбора величины сопротивления в советских, германских и швейцарских правилах. Вывод формул для расчета сопротивления заземлений в системе защитных заземлений и занулений. Критический анализ формул и схем для заземлений с точки зрения защиты от удара и с экономической точки зрения.

Selecting earthing resistance magnitudes in low-tension systems. Requirements to be complied with by low-tension earth connections in systems with insulated neutral and with earthed neutral. Problems of selecting earthing resistance magnitudes in the light of Soviet, German and Swiss regulations. Formulae for computing the resistance of protective earth and neutral wire connections. Critical analysis of earthing formulae and systems from the point of shock protection and economics.

1. Wstęp.

Właściwy dobór oporu uziemienia, aby instalacja uziemiająca spełniała należycie swe zadanie, ma bardzo duży wpływ na zabezpieczenie przed porażeniami.

Dobór oporu uziemień w sieciach niskiego napięcia zależy od następujących czynników:

- 1) od przyjętego systemu sieci, tj. od tego, czy sieć jest izolowana względem ziemi, czy też jest uziemiona;
- 2) od przyjętego w rozpatrywanej sieci systemu ochrony przed porażeniem elektrycznym, tj. od tego, czy w danej sieci przyjęto system uziemień ochronnych, czy też zerowanie;
- 3) od przeznaczenia uziemienia (rodzaju uziemienia).

Czynniki te wpływają na metodę obliczania oporów uziemień, a na samą wielkość tych oporów będą ponadto wpływać: a) napięcie sieci i b) rodzaj pomieszczenia, w którym uziemienie ma

być wykonane. Przy rozróżnianiu pomieszczeń z punktu widzenia niebezpieczeństwa porażenia należy uwzględnić przewodność podłogi i ścian, wpływ wilgotności, wykwalifikowanie osób stykających się z częściami, które mogą znaleźć się przypadkowo pod napięciem, wreszcie ewentualne uzbrojenie obsługi w sprzęt ochronny. Rodzaj pomieszczenia można wyrazić we wzorach różnymi wielkościami dopuszczalnych napięć względem ziemi (części chronionych).

Według przepisów radzieckich z 1950 r. przewiduje się następujące dopuszczalne napięcia:

w pomieszczeniach bez zwiększonego niebezpieczeństwa 65 V,
w pomieszczeniach o zwiększonym niebezpieczeństwie 36 V,
w pomieszczeniach szczególnie niebezpiecznych 12 V.

Projekt polskich przepisów przewiduje również zróżnicowanie dopuszczalnych napięć względem ziemi w zależności od charakteru i zagrożenia pomieszczenia.

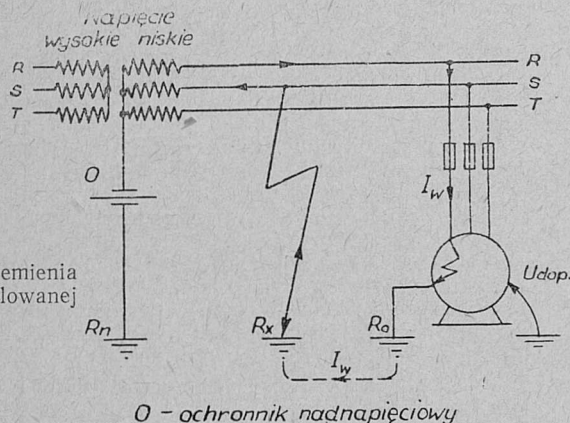
2. Uziemienia w sieciach izolowanych względem ziemi.

Jako sieci izolowane rozumie się takie sieci, w których żaden punkt (ani punkt gwiazdowy, ani punkt przewodu fazowego) nie jest trwale połączony (małym oporem) z ziemią. W sieciach tych jeden wybrany punkt łączy się z ochronnikiem, który w przypadku przerzutu wysokiego napięcia zwiiera ten punkt z ziemią.

Z punktu widzenia doboru uziemienia rozróżnić tu wypada sieci z niekontrolowanym stanem izolacji od sieci, w których stan izolacji jest stale kontrolowany, a obniżenie się izolacji choćby jednego przewodu do wartości, zagrażającej porażeniem elektrycznym, powoduje natychmiastowe automatyczne wyłączenie instalacji.

W naszych warunkach w większości przypadków spotyka się sieci, w których stan izolacji nie jest automatycznie kontrolowany.

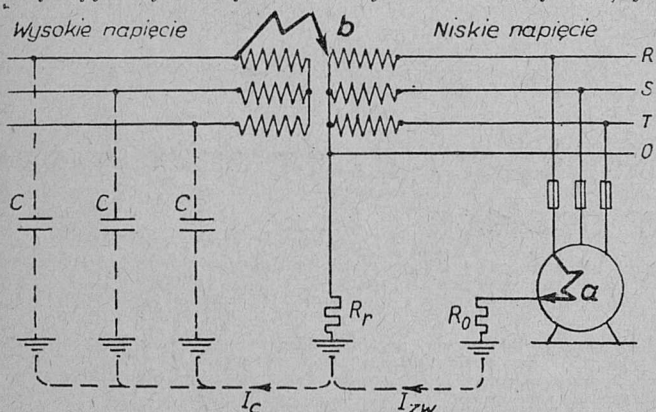
a) Sieci bez ciągłej kontroli stanu izolacji. W sieciach takich z konieczności trzeba liczyć się z tym, że przed



Rys. 1. Uziemienia w sieci izolowanej

doziemieniem w jednej fazie istniało już doziemienie w innej fazie. Doziemienie w tym przypadku przeradza się w dwufazowe zwarcie z ziemią.

Opór uziemienia ochronnego powinien w tym wypadku być tak dobrany, aby przy przepływie prądu dowolnego nastąpiło szybkie wyłączenie uszkodzonej instalacji, bądź też aby utrzymujące się dłuższy czas na częściach chronionych napięcie



Rys. 2. Sieć z uziemionym punktem zerowym i układem uziemień ochronnych

- a — zwarcie z ziemią w silniku niskiego napięcia I_c — prąd pojemnościowy doziemienia
b — przerzut wysokiego napięcia R_r — opór uziemienia roboczego
 I_{zw} — prąd zwarcia z ziemią R_o — opór uziemienia ochronnego

względem ziemi nie przekroczyło dopuszczalnej dla danego pomieszczenia wartości U_{dop} (rys. 1).

Warunek ten jest spełniony, gdy

$$(1) \quad R_o \leq U_{dop}/I_w \quad (\Omega),$$

gdzie R_o — opór uziemienia ochronnego w omach,

U_{dop} — dopuszczalne napięcie względem ziemi w woltach,
 I_w — najmniejszy prąd wyłączający w krótkim czasie w amperach.

Jako prąd wyłączający w „krótkim czasie” przyjmuje się w praktyce radzieckiej i niemieckiej dla bezpieczników prąd równy 2,5-krotnemu prądowi znamionowemu, dla wyłączników

zaś prąd: w ZSRR $I_w = 1,2 \times$ prąd nastawienia przekaźnika maksymalnego (szybkodziałającego), w Niemczech $I_w = (6 \div 8) \times$ prąd znamionowy wyłączników samoczynnych.

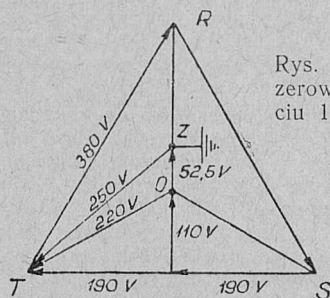
W Polsce panują tendencje przyjęcia w przypadku bezpieczników $I_w = (7 \div 20) I_n$, dla wyłączników zaś samoczynnych taką wielkość prądu, która powoduje wyłączenie w czasie nie dłuższym niż 0,2 s. Należy nadmienić, że wyżej wymienione wartości zagraniczne również są oparte na czasie wyłączenia ok. 0,2 s. Większa wartość prądu dla bezpieczników krajowych tłumaczy się większym opóźnieniem ich działania.

Spełnienie warunku (1) jest bardzo trudne przy większych odbiornikach. Na przykład, przy oporze uziemienia $R_o = 2 \Omega$ i w pomieszczeniach przemysłowych, dla których przyjmuje się $U_{dop} = 65$ V, warunek (1) może być zachowany przy bezpiecznikach o prądzie znamionowym $I_n = 65 : (2 \cdot 2,5) = 13$ A, czyli co najwyżej $I_{nbezp} = 10$ A.

W przypadku, gdy niemożliwe jest osiągnięcie dostatecznie niskiej oporności uziemienia, trzeba się uciec do stosowania środków specjalnych (np. przekaźników).

Co do oporu uziemienia ochronnika nadnapięciowego R_n (rys. 1) należy zwrócić uwagę, że w przypadku przerzutu wysokiego napięcia może nastąpić zespawanie płytek ochronnika, a wtedy punkt sieci, do którego przyłączono ochronnik, uzyska połączenie metaliczne z ziemią. Stan taki może trwać czas dłuższy, jeśli nie prowadzi się bieżącej kontroli stanu izolacji względem ziemi. Z tego względu opór uziemienia ochronnika nadnapięciowego R_n należy obliczać tak samo, jak opór uziemienia roboczego w sieciach uziemionych z układem uziemień ochronnych (ob. niżej).

b) Sieci z ciągłą kontrolą izolacji. W sieciach izolowanych względem ziemi przy ciągłej kontroli izolacji uzie-



Rys. 3. Dopuszczalne napięcie punktu zerowego względem ziemi przy zwarciu 1-fazowym z ziemią w sieci 3-fazowej na 380/220 V

mienia ochronne mogą być w pewnych warunkach w ogóle zaniedbane. Jest to do pomyślenia, jeśli do kontroli stanu izolacji zastosuje się czuły przekaźnik, który powodować będzie natychmiastowe (czas rzędu poniżej 0,2 s) wyłączenie instalacji, gdy poziom izolacji jednego, dwu lub trzech przewodów obniży się do poziomu niebezpiecznego dla człowieka. Oznacza to, iż wyłączenie instalacji powinno nastąpić niezwłocznie przy obniżeniu się oporu izolacji do takiego stopnia, że przy dotknięciu ręką gołego przewodu, będącego pod napięciem, przez ciało ludzkie przepłynąłby prąd zagrażający życiu człowieka tj. wielkości około 20 mA. Tak postawiony warunek spotyka się u autorów belgijskich [4]. Jest to warunek ostrzejszy od warunków ogólnie stawianych w innych państwach, idących po linii zabezpieczenia przed porażeniem w przypadku dotknięcia części, nie będących normalnie pod napięciem. Warunek ten wymaga specjalnie czułego przekaźnika i dużego oporu izolacji sieci, co w rozległych sieciach jest bardzo trudne lub nawet niemożliwe do osiągnięcia, zwłaszcza w przypadku zasilania dużej liczby drobnych odbiorców.

3. Uziemienia w sieciach z uziemionym punktem zerowym.

W sieciach tych może być stosowany jako ochrona przed porażeniami zarówno układ uziemień ochronnych, jak i zero-

wanie.

a) Układ uziemień ochronnych

W sieci z uziemionym punktem zerowym przy stosowaniu układu uziemień ochronnych (rys. 2) rozróżniamy dwa rodzaje uziemień — uziemienie robocze i uziemienie ochronne.

Opór uziemienia roboczego oblicza się na podstawie następujących warunków:

(1) napięcie żadnego przewodu fazowego względem ziemi nie powinno przekroczyć 250 V;

(2) napięcie punktu zerowego i przewodu zerowego nie może przekroczyć 65 V przy przepływie największego prądu, nie powodującego szybkiego wyłączenia (0,2 s).

W praktyce niemieckiej warunki te obowiązują w przypadku zwarcia z ziemią w sieci niskiego napięcia (rys. 2), natomiast

w wypadku przerzutu wysokiego napięcia stawia się w praktyce niemieckiej warunek łagodniejszy, a mianowicie:

(3) napięcie punktu zerowego względem ziemi w przypadku przerzutu wysokiego napięcia na sieć niskiego napięcia nie powinno przekraczać 125 V.

Warunek (1) jest istotny przy zwarciu jednej fazy niskiego napięcia z ziemią dla sieci o napięciu międzyprzewodowym powyżej 250 V, tj. praktycznie tylko dla sieci trójfazowej na 380/220 V, gdyż przy zwarciu jednej fazy z ziemią napięcie pozostałych faz względem ziemi nie może przekroczyć napięcia międzyprzewodowego.

Jak wynika z rys. 3, napięcie punktu zerowego względem ziemi U_{oz} musi w tym wypadku czynić zadość równaniu

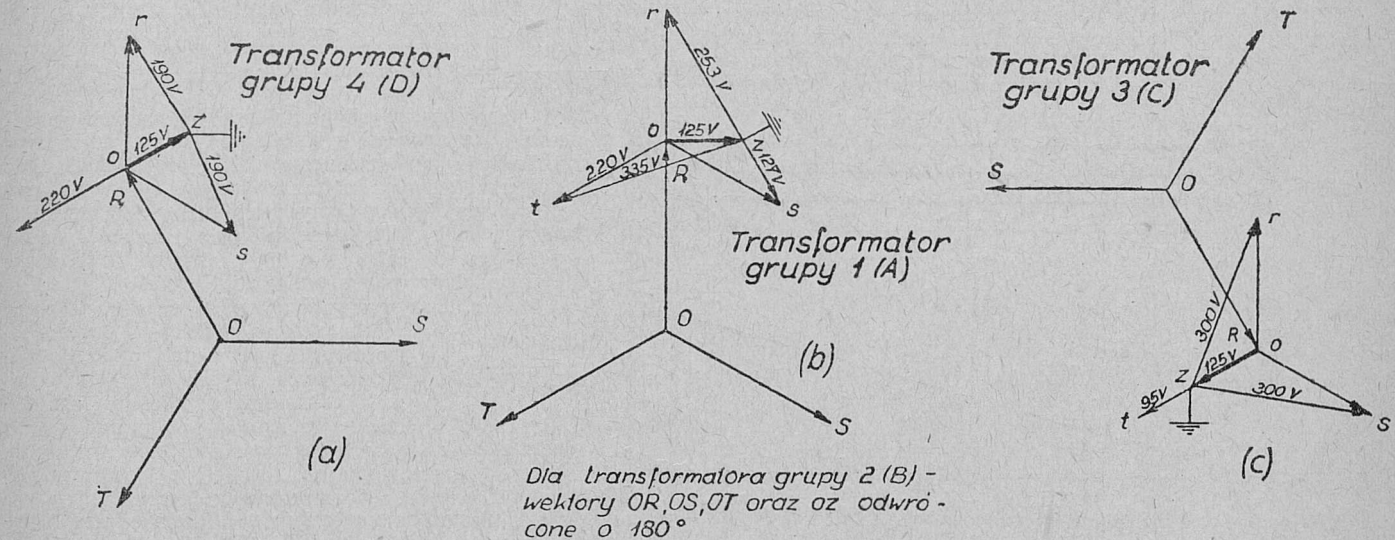
$$(U_{oz} + 110)^2 = 250^2 - 190^2 = 26400 \text{ (V}^2\text{)},$$

skąd $U_{oz} = 52,5 \text{ V}$. Warunek ten jest dla sieci trójfazowych na 380/220 V ostrzejszy, niż warunek (2). Niemniej w praktyce niemieckiej w sieciach na 380/220 V dopuszcza się $U_{oz} = 65 \text{ V}$, tzn. napięcie faz „zdrowych” względem ziemi 260 V.

Warunek (1) oznacza, że opór uziemienia roboczego jest

$$(2) \quad R_r \leq 52,5/I_{\max} \text{ (}\Omega\text{)},$$

gdzie $I_{\max}$ — prąd wyłączający w krótkim czasie największego bezpiecznika lub wyłącznika samoczynnego w danej sieci.



Rys. 4. Wskazy napięć w przypadku przerzutu wysokiego napięcia (z fazy R) na niskie napięcie w transformatorach grupy 4 (rys. 4a), grupy 1 i 2 (rys. 4b) i grupy 3 (rys. 4c)

Założono spadek napięcia na oporze uziemienia zerowego przy przepływie prądu pojemnościowego we wszystkich przypadkach 125 V
OR, OS, OT — napięcia fazowe pierwotne (wys. napięcie)
or, os, ot — napięcia fazowe wtórne (nisk. napięcie 220 V)
oz — napięcie p. zerowego względem ziemi
zr, zs, zt — napięcia przewodów fazowych nisk. napięcia względem ziemi

Warunek (2) można wyrazić nierównością:

$$(3) \quad R_r \leq 65/I_{\max} \text{ (}\Omega\text{)};$$

warunek (3) oznacza, że

$$(4) \quad R_r \leq 125/I_c \text{ (}\Omega\text{)},$$

gdzie I_c oznacza całkowity prąd doziemienia w sieci wyższego napięcia lub też prąd resztkowy, jeśli w sieci wyższego napięcia stosowana jest kompensacja prądów doziemnych.

W przypadku, gdy prąd wyłączający w czasie do 0,2 s po stronie wysokiego napięcia wynosi mniej niż prąd doziemienia, można zamiast prądu I_c do wzoru (4) wstawić ten prąd wyłączający.

Tu wypada zwrócić uwagę, że warunek ten w przypadku sieci o napięciu 380/220 V zezwala na powstanie napięć przewodów fazowych względem ziemi znacznie przekraczających 250 V. Fakt ten uzasadnia się tym, że przerzut wysokiego napięcia zdarza się bardzo rzadko, a powstałe w ten sposób doziemienia są na ogół likwidowane w dość krótkim czasie.

Napięcia poszczególnych faz względem ziemi, przy przerzucie wysokiego napięcia, zależą od grupy połączeń transformatora. Najwyższe napięcia faz względem ziemi powstają przy transformatorach grupy 4 tj. Dy 11 lub Yz 11 i gdy napięcie punktu zerowego niskiego napięcia względem ziemi wynosi 125 V, napięcia te w sieci na 380/220 V wynoszą 190, 190 i 345 V (rys. 4a). W tych samych warunkach dla transformatorów grupy 1 i 2 (np. Yy 0, Yy 6) napięcia przewodów fazowych względem ziemi wynoszą 253, 127 i 335 V (rys. 4b), dla grupy zaś 3 (np. Dy 5) 300, 300 oraz 95 V (rys. 4c).

Gdyby stać sztywno na stanowisku warunku (1) również w przypadku przerzutu wysokiego napięcia, otrzymaloby się bardzo ostry warunek na R_r , np. dla transformatora Dy 11 $R_r \leq 30 I_c \text{ (}\Omega\text{)}$. Tak ostry warunek z wyżej przytoczonych względów wydaje się nieusprawiedliwiony.

Opór uziemienia roboczego należy więc obliczyć jako największą wartość, spełniającą równocześnie dla sieci na 380/220 V warunki (2) i (4), a — praktycznie biorąc — dla wszystkich sieci niskiego napięcia wystarcza spełnienie warunków (3) i (4).

Uziemienia ochronne. Opór uziemienia ochronnego winien być tak dobrany, aby w przypadku zwarcia przewodu fazowego z częściami chronionymi był spełniony jeden z trzech warunków:

(a) nastąpiło natychmiastowe wyłączenie instalacji uszkodzonej;

(b) nastąpiło natychmiastowe wyłączenie instalacji w przypadku pojawienia się na częściach chronionych napięcia względem ziemi wyższego od dopuszczonego dla danego pomieszczenia;

(c) napięcie względem ziemi, utrzymujące się przez długi czas na częściach chronionych, nie przekroczyło wartości dopuszczalnej.

Warunkom tym odpowiadają kolejno następujące nierówności:

$$(5) \quad \frac{U_f}{\sqrt{(R_o + R_r + R_L)^2 + X_L^2}} \geq I_w,$$

$$(6) \quad R_o \leq \frac{U_{dop}}{I_w} \text{ (}\Omega\text{)},$$

$$(7) \quad \frac{R_o}{\sqrt{(R_o + R_r + R_L)^2 + X_L^2}} \leq \frac{U_{dop}}{U_f}.$$

W nierównościach tych oznaczają:

R_L — opór czynny przewodu jednej fazy od transformatora do danego odbioru (Ω),

X_L — opór indukcyjny przewodu jednej fazy (Ω),

U_f — napięcie fazowe (V),

I_w — prąd wyłączający w krótkim czasie daną instalację spod napięcia najwyższego bezpiecznika lub wyłącznika samoczynnego w danym urządzeniu odbiorczym (A).

Pozostałe oznaczenia, jak w poprzednich wzorach.

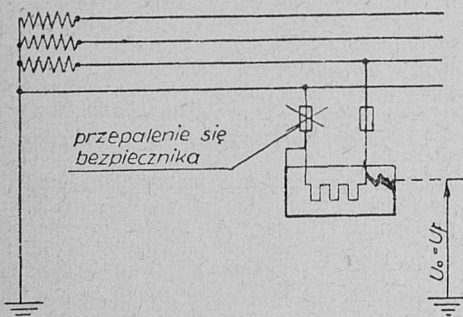
Jeżeli pominie się oporność indukcyjną linii X_L , która na ogół jest bardzo nieduża i nie wpływa na wynik (zwłaszcza przy liniach kablowych), warunki (5) i (7) ulegną uproszczeniu, jak następuje:

$$(8) \quad \frac{U_f}{R_o + R_r + R_L} \geq I_w \quad \text{czyli} \quad R_o \leq \frac{U_f}{I_w} - R_r - R_L,$$

$$(9) \quad \frac{R_o}{R_o + R_r + R_L} \leq \frac{U_{dop}}{U_f} \quad \text{czyli} \quad R_o \leq \frac{U_{dop}}{U_f - U_{dop}} \cdot (R_r + R_L).$$

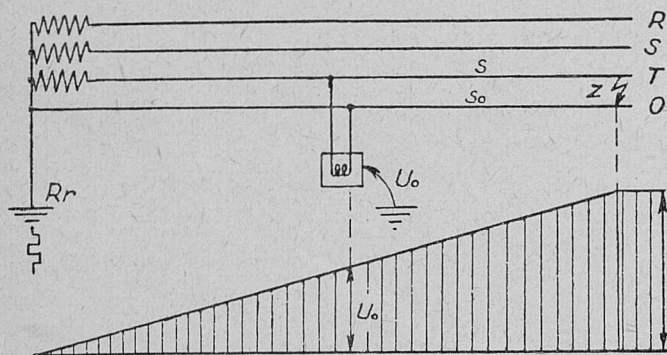
Co do warunku (9), tj. utrzymania napięcia względem ziemi mniejszego od napięcia dopuszczalnego bez względu na wielkość prądu zwarcia z ziemią, należy zwrócić tu uwagę na następujące okoliczności.

Jeśli na oporze uziemienia ochronnego utrzymane może być długi czas napięcie np. 65 V, to prawie cała pozostała część napięcia fazowego umiejscowi się na oporze uziemienia roboczego, gdyż opór linii R_L jest zazwyczaj nieduży. W sieciach o na-

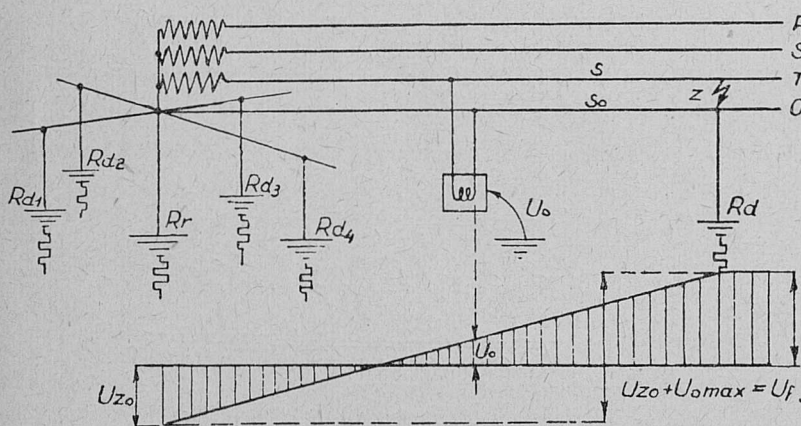


Rys. 5. Powstanie niebezpiecznego napięcia na osłonie odbiornika przy stosowaniu bezpiecznika w przewodzie zerowym

pięciu 380/220 V napięcie punktu zerowego względem ziemi przekracza w tym wypadku znacznie 65 V, a więc napięcie przewodów fazowych względem ziemi przekracza znacznie 250 V, co znów jest sprzeczne z warunkami ustalonymi dla uziemienia roboczego.



a) pojedyncze uziemienie robocze



b) wielokrotne uziemienie przewodu zerowego

Dla uzupełnienia wypada wspomnieć, że przepisy szwajcarskie na tym właśnie warunku oparły obliczanie uziemień ochronnych, przyjmując

$$(10) \quad \frac{R_r}{R_o} = \frac{U_f - 50}{50} \quad \text{oraz} \quad R_r \leq 20\Omega.$$

Przyjęcie tego warunku w sieciach na 380/220 V jest jednoznaczne z rezygnacją utrzymania napięcia przewodów względem ziemi w granicach do 250 V. Pozwala ono jednakże na stosunkowo łatwe i tanie wykonanie uziemień ochronnych, nawet dla dużych odbiorów. Ujemną stroną tego rozwiązania jest brak samoczynnego odłączenia instalacji w przypadku zwarcia z ziemią.

W praktyce polskiej, jak i w praktyce niemieckiej, przekroczenie napięcia przewodów względem ziemi znacznie ponad 250 V przez dłuższy czas uważa się w sieciach niskiego napięcia za niedopuszczalne. Pozostawiałyby zatem dwa warunki do wyboru — (6) i (8), przy czym należy wybrać ten warunek, który daje rozwiązanie gospodarczo korzystniejsze czyli większy opór R_o . Na ogół warunek (8) jest łagodniejszy, choć bez obliczenia trudno to z góry ustalić.

Warunek (8) według przepisów niemieckich sprowadzony został do prostszej, choć mniej dokładnej postaci. Przyjęto mianowicie na podstawie przeliczonych przykładów, że przy przepływie prądu zwarcia z ziemią o wielkości, powodującej na tychmiastowe wyłączenie, mniej więcej połowa napięcia fazowego przypada na opór ochronny. Stąd też pochodzi przybliżony wzór:

$$(11) \quad R_o = U_f / 2 I_{zw} (\Omega).$$

b) Wady układu uziemień ochronnych

Jeżeli od wzorów ogólnych przejść do szczegółowego obliczenia oporów uziemień ochronnych, można stwierdzić zarówno w sieciach izolowanych, jak i w sieciach uziemionych, że — przy stosunkowo niedużych prądach znamionowych zabezpieczeń — oporności uziemień wypadają około 1 — 2 Ω lub jeszcze mniejsze. Np. dla bezpiecznika o prądzie znamionowym $I_n = 20$ A i sieci na 380/220 V z wzorów (3) i (11) wypada

$$R_r = \frac{65}{2,5 \cdot 20} = 1,3 (\Omega) \quad \text{oraz} \quad R_o = \frac{110}{2,5 \cdot 20} = 2,2 (\Omega)$$

Wykonanie sztucznych uziemień o tak małych opornościach połączone jest z wysokimi kosztami i poważnymi trudnościami technicznymi. W przypadkach, gdy brak jest uziomów naturalnych (np. rur wodociągowych, konstrukcji żelaznych budynków, płaszczy ołowianych kabli) wykonanie uziemień o żądanej oporności jest często technicznie bardzo trudne, a ze względu na ekonomiczne wyczerpanie niemożliwe.

Stosowanie wbrew słuszności układu uziemień ochronnych w sieciach o dużych odbiornikach doprowadzić może do niebezpiecznych wypadków. Wedle powszechnie przyjętego przekonania, że uziemienie jest tym lepsze, im mniejszy ma

opór, stosuje się często w podstawach uziemienie robocze o oporze małym, np. 2 Ω . Jeśli zaś odbiorca, którego odbiory są zabezpieczone bezpiecznikami np. na 100 A, nie jest w stanie wykonać uziemienia ochronnego lepszego, niż o oporności 4 Ω , wówczas prąd zwarcia byłby (dla sieci o napięciu 380/220 V)

$$I_{zw} \approx \frac{220}{2 + 4} = 36,5 \text{ A.}$$

Prąd taki nie spowoduje wyłączenia odbiornika, ale na częściach chronionych wywoła trwale napięcie względem ziemi 36,5,4 = 146 V, które może być niebezpieczne dla obsługi. Przy takich trudnościach rozsądniejsze wydaje się stosowanie wzorów szwajcarskich przy równoczesnej kontroli napięcia punktu zerowego względem ziemi.

$$U_{o \max} = U_f \frac{S}{S + S_o} \cdot \frac{R_d}{R_d + R_z}$$

$$\frac{1}{R_z} = \frac{1}{R_r} + \frac{1}{R_{d1}} + \frac{1}{R_{d2}} + \frac{1}{R_{d3}} + \frac{1}{R_{d4}}$$

$$U_{z0} = U_f \frac{S}{S + S_o} \cdot \frac{R_z}{R_z + R_d}$$

Rys. 6. Rozkład napięć przewodu zerowego i części zerowanych względem ziemi przy zwarcu jednofazowym

Z powyższych wywodów wynika, że układ uziemień ochronnych może być skuteczny dla sieci o małych odbiornikach, zabezpieczonych bezpiecznikami o prądzie znamionowym rzędu do ok. 20 A.

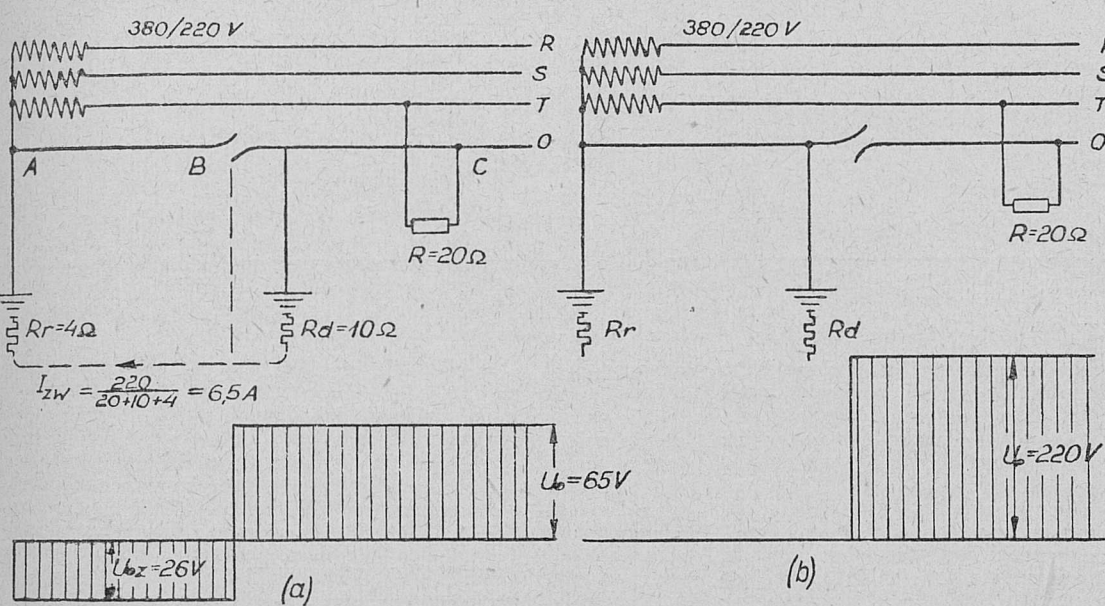
c) Uziemienia przy stosowaniu zerowania

Celem zerowania jest przede wszystkim spowodowanie wyłączenia tej części obwodu elektrycznego, w której nastąpiło zwarcie fazy z osłoną aparatu lub częścią chronioną. W przypadku niewyłączenia przewodu fazowego, który uległ zwarcu z częścią zerowaną, powstają na części tej i — co gorsza — na wszystkich częściach zerowanych, połączonych wspólnym przewodem zerowym, napięcia względem ziemi,

które mogą być niebezpieczne dla obsługi. Rozważmy poszczególne warunki stosowania zerowania.

a) Przy zerowaniu nie wolno stosować bezpieczników w przewodzie zerowym (nawet przy odgałęzieniach jednofazowych). Zakaz ten ma na celu zapobieżenie przepalaniu się bezpiecznika w przewodzie zerowym przy zwarciu z osłoną, nim przepali się bezpiecznik w przewodzie fazowym, gdyż wtedy na chronionej osłonie powstałoby napięcie względem ziemi, równe napięciu fazowemu (rys. 5). Ten tak sam przez się zrozumiały warunek wymaga podkreślenia ze względu na to, że dotychczasowe przepisy PNE-10, nie przewidując zerowania, nakazują zabezpieczać przewód zerowy w odgałęzieniach jednofazowych.

β) Przewody fazowe i zerowe muszą mieć takie przekroje, aby w przypadku zwarcia jednofazowego bądź zapewniły natychmiastowe wyłączenie (warunek konieczny dla sieci o napięciu 380/220 V), bądź też nie dopuszczały na częściach chronionych wyższego napięcia względem ziemi, niż napięcie dopuszczalne dla danego pomieszczenia.



Rys. 7. Napięcia przewodu zerowego i części zerowych względem ziemi przy przerwaniu przewodu zerowego
a — przerwa przewodu zerowego między uziemieniami b — przerwa przewodu zerowego za ostatnim uziemieniem

W przypadku, gdyby przy zwarciu jednofazowym miejsce zwarcia nie zostało odłączone od reszty sieci na przewodzie fazowym i połączonych z nim osłonach, pojawiłyby się napięcia U_0 , których rozkład i wielkość zależą od napięcia fazowego U_f , stosunku wzajemnego przekrojów przewodów fazowego S i zerowego S_0 oraz od oporności i rozmieszczenia uziemień roboczych R_r i ewentualnych uziemień dodatkowych R względem przewodu zerowego.

W przypadku pojedynczego uziemienia roboczego (rys. 6a) największe napięcie przewodu zerowego względem ziemi wyniesie

(12)
$$U_{0 \max} = U_f \cdot \frac{S}{S + S_0} \quad (\text{V}),$$

co wyraża się liczbami zestawionymi w tabl. I. Zastosowanie dodatkowych uziemień obniża największą wartość napięcia przewodu zerowego względem ziemi. Dla

Tablica I. $U_{0 \max}$ przy uziemieniu pojedynczym (rys. 6a)

Napięcie sieci (V)	S/S_0		
	1	1,6	2,0
380/220	110	135	147
220/127	63,7	78	85

układu uziemień jak na rys. 6b można obliczyć wyżej wymienione napięcia w miejscu zwarcia $U_{0 \max}$ i przy punkcie zerowym transformatora U_{zo} z wzorów przybliżonych:

(13)
$$U_{0 \max} = U_f \cdot \frac{S}{S + S_0} \cdot \frac{R_d}{R_d + R_z} \quad (\text{V}),$$

(14)
$$U_{zo} = U_f \cdot \frac{S}{S + S_0} \cdot \frac{R_z}{R_d + R_z} \quad (\text{V}).$$

Wartości liczbowe dla stosunku $S/S_0 = 1,6$ podaje tabl. II.

Wzory (13) i (14) i tabl. II podają wartości przybliżone, tym bardziej zbliżone do wartości rzeczywistych, im opór prze-

Tablica II. $U_{0 \max}$ przy uziemieniach wielokrotnych dla $S/S_0 = 1,6$ (rys. 6a)

Napięcie sieci (V)	$R_d : R_z$		
	4 : 1	5 : 1	6 : 1
380/220	108	112	116
220/127	65	65	67

wodu zerowego jest mniejszy w stosunku do sumy oporności uziemień $R_d + R_z$. Wielkości podane wyżej ulegają dalszemu pomniejszeniu, jeśli wzdłuż toru zainstaluje się kilka uziemień dodatkowych.

Na podstawie pomiarów w niemieckich sieciach stwierdzono, że praktycznie R_d/R_z nie przekracza 5 : 1. Jeżeli zwrócimy uwagę na tabl. II, dochodzimy do wniosku, że dla sieci o napięciu 220/127 V i niższym zbędny jest przy pewnych założeniach warunek takiego doboru przekrojów przewodów, aby nastąpiło przy zwarciu jednofazowym natychmiastowe wyłączenie miejsca zwarcia. Mianowicie, gdy sieć zasila pomieszczenia o dopuszczalnych napięciach względem ziemi nie niższych niż 65 V i gdy stosunek przekrojów przewodu fazowego i zerowego (S/S_0) jest co najmniej równy 1,6, warunki bezpieczeństwa będą spełnione. Rolę odgrywa tu nie tyle wielkość oporności uziemień roboczego i dodatkowych, ile miejsca ich przyłączenia i stosunki oporności. Przepisy radzieckie wymagają, aby dawać w sieci co najmniej 3 uziemienia dodatkowe o oporności 10 Ω (wyjątkowo, gdy dopuszczona jest oporność uziemienia roboczego 10 Ω, oporność uziemienia dodatkowego może wynosić 30 Ω). Przepisy niemieckie natomiast przewidują oporność uziemień dodatkowych wielkości 5 Ω.

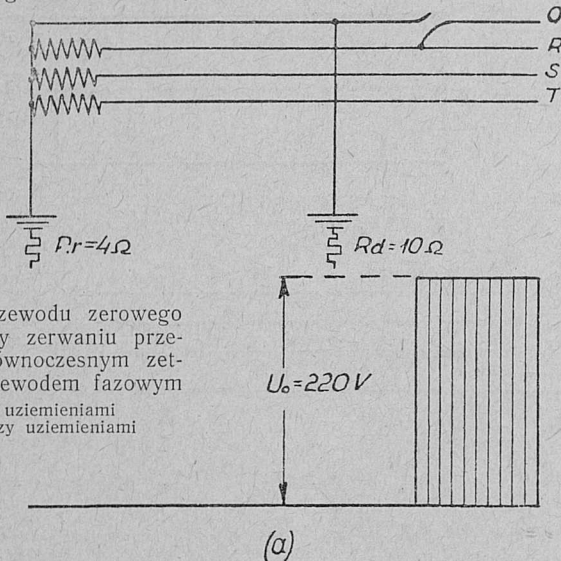
γ) Niebezpieczne napięcia na częściach zerowanych mogą wystąpić również w przypadku przerwania przewodu zerowego. W tym wypadku zastosowanie uziemień dodatkowych również zmniejsza niebezpieczeństwo porażenia (rys. 7a i b). Dzieje się to dzięki zmniejszeniu napięć względem ziemi przewodu zerowego w przypadku, gdy przerwa nastąpi pomiędzy jego uziemieniami (rys. 7a).

Wielkości napięć, przedstawione na rys. 7, są ważne dla obciążenia jednofazowego. Im bardziej symetryczne będzie obciążenie wszystkich faz, tym napięcia części zerowanych względem ziemi będą mniejsze, a przy symetrycznym obciążeniu wyniosą zero. Należy więc dążyć do symetrycznego obciążania faz.

Gdy przewód zerowy ulegnie zerwaniu i równocześnie zetknie się z przewodem fazowym, wówczas również występują niebezpieczne napięcia na częściach zerowanych (rys. 8). Co gorsza, w tym wypadku wielkość napięć nie zależy praktycznie od stopnia asymetrii obciążeń i napięcia te występują również przy całkowitej symetrii obciążeń.

Z przykładów przytoczonych na rys. 7 i 8 widać, że najwyższe napięcia względem ziemi mogą powstać na częściach zerowanych, gdy przerwa przewodu zerowego nastąpiła poza ostatnim uziemieniem. Z tego względu zaleca się instalować uziemienia dodatkowe nie tylko w miejscach rozgałęzień sieci,

lecz również na końcach torów, szczególnie w tych wypadkach, gdy przewód zerowy narażony jest na zerwanie. Dotyczy to przede wszystkim linii napowietrznych i linii kablowych, w których przewód zerowy ułożony jest oddzielnie (co wyraźnie podkreślają przepisy radzieckie). Równocześnie powinna być wprowadzona bieżąca kontrola napięcia przewodu zerowego względem ziemi oraz ciągłości przewodu zerowego. Ponadto szczególną uwagę należy zwrócić przy zerowaniu na staranne ułożenie przewodu zerowego i staranne wykonanie połączeń.



Rys. 8. Napięcie przewodu zerowego względem ziemi przy zerwaniu przewodu zerowego i równoczesnym zatkanie się go z przewodem fazowym
a — przerwa poza uziemieniami
b — przerwa między uziemieniami

Wyłączenie przewodu zerowego może być dozwolone tylko łącznie z przewodami fazowymi. Zaleca się, aby wyłączenie przewodu zerowego było opóźnione, włączanie zaś przyspieszone w stosunku do wyłączania i włączania przewodów fazowych. Przewód zerowy w liniach napowietrznych należy umieszczać poniżej przewodów fazowych.

δ) W przypadku zwarcia fazy z przedmiotem uziemionym, ale nie przyłączonym do przewodu zerowego (rys. 9), na uziemieniu roboczym R_r powstaje spadek napięcia, który przenosi się na wszystkie części zerowane, przyłączone w danej sieci do przewodu zerowego. Równocześnie ulega zaciwianiu symetria napięć poszczególnych faz względem ziemi.

Opór uziemienia roboczego winien być zatem tak dobrany, żeby:

1) napięcie przewodów fazowych względem ziemi nie przekroczyło 250 V;

2) spadek napięcia na oporze uziemienia roboczego U_{oz} nie przekroczył najmniejszego dopuszczalnego w danej sieci napięcia względem ziemi $U_{dop min}$.

Z warunku 1) wynika, że dla sieci na 380/220 V (rys. 4) opór uziemienia musi odpowiadać nierówności:

$$(15) \quad R_r \leq \frac{52,5}{220} \cdot (R_r + R_{pr}),$$

gdzie R_{pr} — opór przygodnego uziemienia przedmiotu, nie połączanego z przewodem zerowym.

Warunek 2) wyraża nierówność:

$$(16) \quad R_r \leq \frac{U_{dop min}}{U_f} \cdot (R_r + R_{pr}).$$

Dla sieci o napięciu 220/127 V i niższym obowiązuje tylko warunek (16), dla sieci o napięciu międzyprzewodowym powyżej 250 V oba warunki (15) i (16) równocześnie, należy więc wybrać wartość mniejszą z obu warunków.

Napięcie na częściach zerowanych

$$(17) \quad U_{oz} = U_f \cdot \frac{R_r}{R_r + R_{pr}}$$

jest więc tym wyższe, im wyższe jest napięcie fazowe i im mniejszy jest opór uziemienia przygodnego R_{pr} .

W celu wyeliminowania uziemień o małym oporze, nie przyłączonych do przewodu zerowego, należy: 1) wszystkie uziemienia naturalne o małym oporze łączyć z przewodem zerowym; 2) zaniechać w sieciach z zerowaniem stosowania uziemień ochronnych, nie połączonych z przewodem zerowym (zakaz).

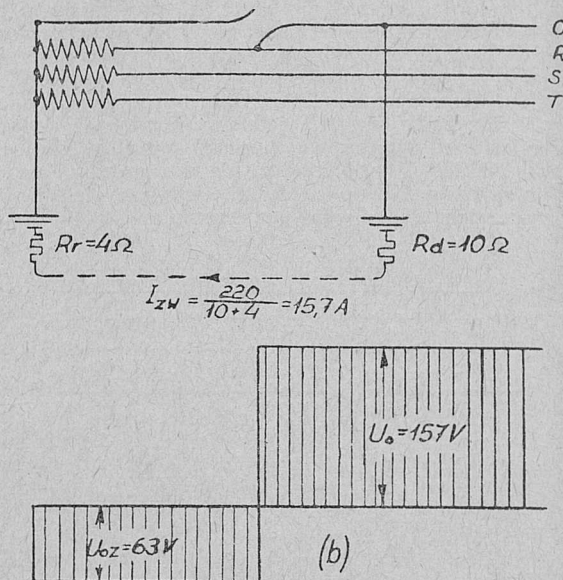
Przy zachowaniu tych warunków przyjęto w praktyce niemieckiej, że opór uziemienia przypadkowego R_{pr} nie będzie

mniejszy niż 5 Ω. Po wprowadzeniu tej wielkości otrzymano z warunku (15)

$$(18) \quad R_r = \frac{52,5 \cdot 5}{220 - 52,5} = 1,57 \Omega$$

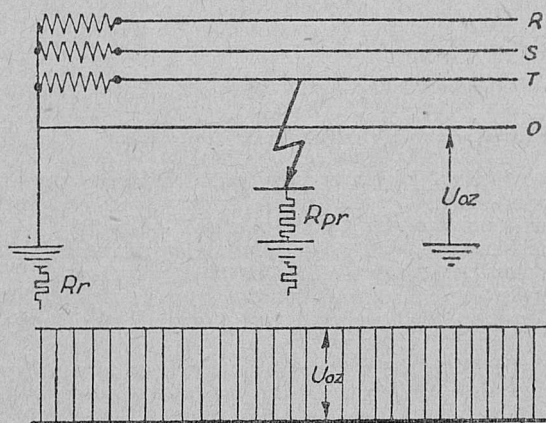
(w zaokrągleniu można przyjąć $R_r = 2 \Omega$) oraz z warunkiem (16)

$$(19) \quad R_r = \frac{5 \cdot U_{dop min}}{U_f - U_{dop min}}$$



co przy $U_{dop min} = 65$ V dla sieci na 380/220 V wyniosłoby również około 2 Ω.

Na podstawie doświadczeń dokonanych w ZSRR stwierdzono, że założenia niemieckie są zbyt ostrożne, przy czym przyjęto w przepisach radzieckich [8], że opór uziemienia roboczego nie powinien przewyższać 4 Ω, a dla generatorów i transformatorów o mocy nie wyższej od 100 kVA — 10 Ω. Jak wynika z nierówności (15) i (16), należy wówczas pamiętać, żeby



Rys. 9. Powstanie niebezpiecznych napięć na częściach zerowanych w przypadku zwarcia przewodu fazowego z osobnym uziemieniem

wszystkie uziemienia o oporze poniżej 10 Ω, z którymi przewody fazowe mogłyby się zetknąć, były połączone z przewodem zerowym. W systemie zerowania ważne więc jest łączenie z przewodem zerowym wszystkich możliwych uziemień naturalnych.

Jak wynika z powyższych rozważań, system zerowania nie zabezpiecza przed pojawieniem się napięć na częściach chronionych, lecz umożliwia szybkie i wyborcze wyłączenie miejsca uszkodzenia. W porównaniu z systemem uziemień ochronnych ma tę zaletę, że pozwala — niezależnie od mocy odbiorników i przy większych oporach uziemień, czyli przy mniejszym nakładzie kosztów — na ochronę przed porażeniem w przypadku dotknięcia części metalowych, będących przypadkowo pod napięciem. System zerowania wymaga natomiast dużej staranności w pracach montażowych, jak i kontroli stanu urządzeń w czasie eksploatacji.

4. Uziemienia pomocnicze.

Są one stosowane w układach do pomiaru napięcia względem ziemi na częściach chronionych. Elementem pomiarowym są zazwyczaj cewki przekąźników lub wyzwalaczy, które w przypadku przekroczenia nastawionej wartości napięcia powodują wyłączenie tej części instalacji, w której nastąpiło uszkodzenie izolacji.

Napięcie względnie prąd zadziałania cewek wyzwalaczy wynoszą zależnie od ich typu: $U_{wyzwal} = 4$ do 20 V oraz $I_{wyzwal} = 15$ do 60 mA . Oporność pozorną cewki jest rzędu kilkuset do 1000 omów.

Opór uziemienia pomocniczego można — przy jego dostatecznej odległości od chronionej osłony — obliczyć z warunku:

(20)
$$\frac{U_{dop}}{\sqrt{(R_w + R_p)^2 + X_w^2}} \geq I_{wyzwal}$$

gdzie R_w, X_w — opór czynny i indukcyjny cewki wyzwalacza, R_p — opór uziemienia pomocniczego.

Jeśli przyjmie się w najniekorzystniejszym wypadku, że oporność pozorną cewki Z_w jest równa oporności czynnej, to uzyska się wzór przybliżony

(21)
$$R_p = Z_w \cdot \frac{U_{pom} - U_{wyzwal}}{U_{wyzwal}}$$

Warunek (21) jest wystarczający, ale daje wartości oporu uziemienia pomocniczego zbyt ostre, gdyż prawa strona równania przedstawia tylko część oporu R_p .

Napięcie mierzone U_{pom} jest zazwyczaj częścią dopuszczalnego napięcia względem ziemi ze względu na trudności wyjścia z uziemieniem pomocniczym poza zasięg oddziaływania uziemień przypadkowych. Ale z wzoru (21) widać wyraźnie, że należy dążyć do objęcia możliwie największego napięcia mierzonego. Praktycznie przy napięciu mierzonym, wyższym od napięcia wyzwalania U_{wyzwal} o 50%, wystarcza, gdy opór uziemienia pomocniczego wynosi nie więcej niż $100\ \Omega$.

Przy zabezpieczeniach wyłącznikiem ochronnym rozróżnić można dwa przypadki: 1) część chroniona jest izolowana względem ziemi w sposób naturalny lub sztuczny; 2) część chroniona jest przymusowo uziemiona.

W pierwszym przypadku przewód ochronny (ab na rys. 10) należy izolować, przewód zaś uziemiający (cd) może być goły. W drugim przypadku — odwrotnie — przewód ochronny może być goły, przewód zaś uziemiający izolowany (kabel). Zarówno przewód ochronny, jak i uziemiający, należy chronić od uszkodzenia mechanicznego (układać w rurce), albowiem przerwa w obwodzie cewki niweczy jej działanie.

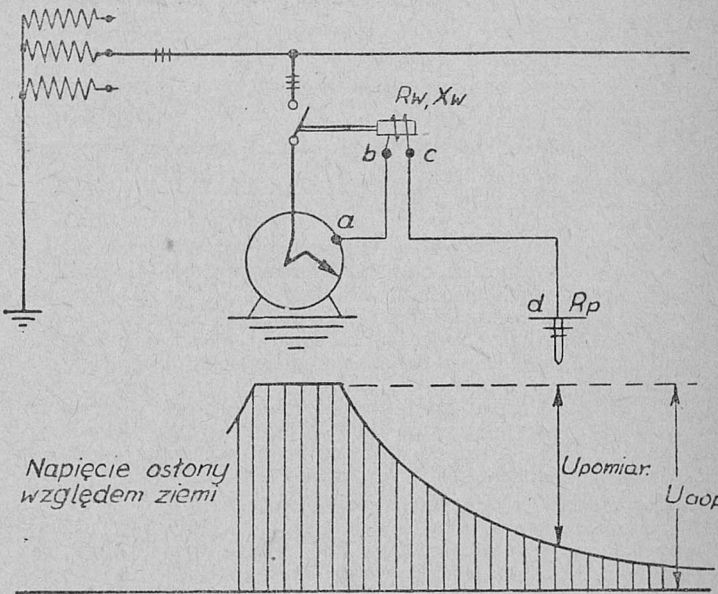
5. Uwagi końcowe.

Dla porządku należy zwrócić uwagę, że wielkość oporu uziemienia ulega zmianom wraz ze zmianami klimatycznymi w zależności od wilgotności i temperatury gruntu. Opór uziemienia, obliczony na podstawie wyżej przytoczonych wzorów, winien więc być utrzymywany nawet przy najbardziej niekorzystnych warunkach, co można uwzględnić przez wprowadzenie odpowiednich współczynników przy pomiarach oporności wykonanego już uziemienia [14].

Jako ogólne wskazanie przy projektowaniu uziemień należy podkreślić celowość wykorzystywania uziomów naturalnych (rur wodociagowych, rur studni artestyjskich, konstrukcji żelaznych budynków, pancerzy i powłok ołowianych kabli itp.). Wyjątek stanowią rurociągi, przeznaczone do cieczy lub gazów palnych. Powyższe dotyczy sieci prądu zmiennego, natomiast w sieciach prądu stałego wykorzystanie uziomów naturalnych budzi zastrzeżenia ze względu na niebezpieczeństwo zniszczenia ich przez korozję. Należy również przestrzec przed stosowaniem płaszczy ołowianych, jako jedynych uziomów, gdyż

płaszcz może ulec wytopieniu wskutek przepływu prądów dużych prądów zwarcia.

Określony powyższymi wzorami opór należy traktować, jako wypadkowy opór uziemienia sztucznego R_s i uziemienia natu-



Rys. 10. Zasada działania wyłącznika ochronnego R_p — opór uziemienia pomocniczego R_w, X_w — opory cewki wyzwalacza

ralnego R_N . Znając opór uziemienia naturalnego, możemy obliczyć opór uziemienia sztucznego ze wzoru

(22)
$$R_s = \frac{R_N \cdot R}{R_N - R}$$

gdzie R — żądany opór wypadkowy uziemienia.

Wyzyskanie w jak najszerszym stopniu uziomów naturalnych może się przyczynić do zwiększenia bezpieczeństwa przed porażeniami elektrycznymi i osiągnięcia znacznych oszczędności w urządzeniach uziemiających.

LITERATURA

[1] Bładowski St. Zabezpieczenia przed porażeniami w urządzeniach elektrycznych, 1948.
[2] Bloomquist W. C. Grounding of industrial systems, Gen. El. Review, Aug. 1951, str. 46.
[3] Bodier M. G. Mise au sol et mise à la terre des masses métalliques. Protection des travailleurs contre les dangers dus au contact avec une masse métallique accidentellement sans tension, Bull. de la Soc. Française des Electriciens, 1951.
[4] Briffaux J. Protection contre les dangers des réseaux électriques à basse tension. Contrôle de l'isolement, Bull. de la Soc. Française des Electriciens, 1951.
[5] Karasiński Zb. Uziemienia ochronne i zerowanie w urządzeniach niskonapięciowych, Przegl. El., 1952, z. 11, str. 451.
[6] Kuznecow A. J. Technika bezpieczeństwa w elektrycznych urządzeniach, 1952.
[7] Prawila ustroju elektrotechnicznych установок, выпуск 2, 1950
[8] Prawila ustroju zaziemienij i zanulienij w elektrycznych установках silnowo toka naprjażeniem do 1000 V, 1946.
[9] Ryszkowski I. J. Tiagowije podstancij, 1949.
[10] Schrank W. Schutz gegen Berührungsspannungen, 1942.
[11] SEP, Praca zbiorowa: Bezpieczeństwo pracy przy urządzeniach elektrycznych, 1950.
[12] Silber F. Mises à la terre de protection, de service et séparées pour la protection de production et de distribution d'énergie électrique, Bull. (S. E. V.) ASE, 1948, 3, str. 65.
[13] Woronow W. J., Łowcki N. N. Projektowanie siłowo elektrooborudowanija promysленных priepriatij, 1950.
[14] Zdralewicz M. Uziemienia ochronne w urządzeniach elektrycznych, Przegl. El., 1952, z. 11, str. 464.
[15] Ziátkowski A. P., Szustow A. W. Macztowije transformatornyje podstancij, 1950.

Monografia działalności prof. W. Krukowskiego

Komisja do opracowania monografii i wydania prac prof. dra inż. Włodzimierza Krukowskiego przy Wydziale IV Nauk Technicznych Polskiej Akademii Nauk zwraca się z prośbą do wszystkich osób, posiadających jakiegokolwiek materiały dotyczą-

ce pracy i życia zmarłego, o uprząstępnienie ich dla prac Komisji oraz przesłanie pod adresem: Warszawa, ul. Nowy Świat 72.

MGR INŻ. I. BRESLER

Utwardzanie elektroiskrowe narzędzi w świetle nowszych badań radzieckich

621.788.2:621.319.51:621.9:608.1.001.2(47)

Treść. Istota utwardzania elektroiskrowego. Możliwości zastosowania przy tej metodzie prądu zmiennego. Stosowane układy elektryczne i rodzaj materiału elektrod. Zakres zastosowania. Utwardzanie elektrodukowe.

Электроискровое упрочнение инструментов в освещении новейших советских исследований. Сущность электроискрового упрочнения. Возможности применения переменного тока для этого метода. Принятые электрические схемы и род материала для электродов. Область применения. Электродуговое упрочнение.

The electric spark system of tool hardening in the light of recent Soviet research. Principle of the electric spark system of hardening. Prospects of using alternating current for this method of hardening. Electrical schemes and electrode materials used for this purpose. Range of application. Electric arc hardening.

1. Wstęp.

Utwardzanie elektroiskrowe od szeregu lat znalazło szerokie zastosowanie w ojczyźnie obróbki elektro-erozyjnej — w Związku Radzieckim. Również i u nas w ostatnich latach zaczyna się rozpowszechniać ta metoda, stwarzająca możliwość dużych oszczędności dla gospodarki krajowej. Mowa jest nawet o uruchomieniu w najbliższym czasie seryjnej produkcji aparatów do utwardzania elektroiskrowego.

W związku z tym interesujące będzie dla osób zatrudnionych w przemyśle zapoznanie się z obecnymi poglądami na zjawiska zachodzące przy utwardzaniu elektroiskrowym od strony zarówno teoretycznej, jak i praktycznej.

2. Zarys teorii utwardzania elektroiskrowego.

Technika utwardzania elektroiskrowego oparta jest na wytwarzaniu wyładowań iskrowych między elektrodą utwardzającą — najczęściej węglikiem spiekany lub grafitem — i powierzchnią narzędzia podlegającego utwardzaniu.

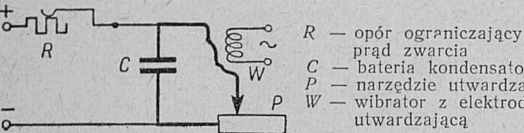
Stwierdzono, że miejsca zaatakowane wyładowaniami iskrowymi mają twardość i odporność na ścieranie znacznie większe,

Hartowanie powierzchniowe. Jak wiadomo, temperatura wyładowania iskrowego wynosi 4 000—10 000°C. Jest to temperatura wystarczająca nie tylko do stopienia metalu, lecz nawet do doprowadzenia go do stanu gazowego.

Charakterystyczna dla impulsu iskrowego jest ponadto jego niezwykła krótkotrwałość (rzędu $10^{-4} \div 10^{-5}$ sek.), co pociąga za sobą rozszerzanie się działania ciepłego na bardzo małej powierzchni (o średnicy poniżej 0,3—0,5 mm) i małej głębokości zaatakowanego materiału.

W miejscu przeskoku iskry następuje gwałtowne topienie się cząstek metalu i ich częściowe ulatnianie się. W ślad za tym następuje ochłodzenie zaatakowanej powierzchni z szybkością wielokrotnie przekraczającą szybkość zmian temperatury we wszelkich innych procesach obróbki termicznej.

Skutkiem mechanicznym wyładowania iskrowego jest powstanie na powierzchni zaatakowanej małego wgłębienia w kształcie krateru (rys. 2). Szereg następujących po sobie wyładowań, przy dostatecznie powolnym przesuwaniu elektrody, powoduje „przeoranie” powierzchni utwardzanej, która traci gład-



Rys. 1. Układ połączeń aparatu do utwardzania elektroiskrowego

niż części nienaruszone wyładowaniem iskrowym. Na rys. 1 przedstawiono najprostszą zasadniczą układ połączeń aparatu elektroiskrowego.

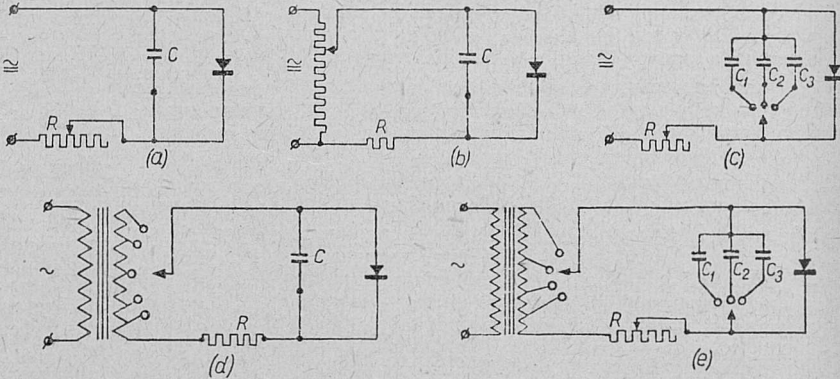
Do niedawna panował pogląd, że istota procesu utwardzania sprowadza się do narzucenia warstewki metalu pod działaniem kierunkowym pola elektrycznego z elektrody utwardzającej (np. węglika spiekanego), połączonej z biegiem dodatnim źródła prądu — na powierzchnię narzędzia utwardzanego, połączonego z biegiem ujemnym. Wyrazem tego poglądu były między innymi spotykane w naszej prasie technicznej określenia „napiływanie, opylanie, metalizacja elektroiskrowa”. Bezspornym wnioskiem praktycznym z takiej teorii było przekonanie, że utwardzanie elektroiskrowe może i powinno odbywać się tylko przy zastosowaniu prądu stałego, tzn. przy określonej biegunowości elektrody utwardzającej i narzędzia utwardzanego. Stąd też wszystkie liczne odmiany konstrukcyjne urządzeń do utwardzania zawierały, jako element niezbędny, źródło prądu stałego w postaci przetwornicy maszynowej lub też prostowników różnego typu.



Rys. 2. Ślad pojedynczego impulsu iskrowego na powierzchni utwardzonej

Nowsze badania wykazały, że nie jest to warunek konieczny. Doświadczenia wykazały również, że utwardzanie nie następuje, jeżeli wyładowanie iskrowe jest wywołane metodą bezstykową; konieczne są chwilowe zetknięcia mechaniczne elektrod. Wreszcie nie udaje się przy stosowanych dotychczas metodach utwardzania uzyskać przyrostu wymiarów utwardzanego narzędzia większego niż kilkadziesiąt mikronów.

Fakty powyższe oraz głęboka analiza zjawisk, poparta licznymi badaniami metalograficznymi, z zastosowaniem trawienia elektrolitycznego (zwykle trawienie okazało się nie wystarczające) i promieni Roentgena wykazały, że w procesie utwardzenia elektroiskrowego występują następujące zjawiska (nie zawsze jednak jednocześnie): 1) hartowanie powierzchniowe, 2) azotowanie, 3) cementowanie, 4) uszlachetnianie dodatkami stopowymi. Omówimy nieco bliżej te zjawiska.



Rys. 3. Układy połączeń urządzenia do utwardzania elektroiskrowego
(a) układ zasilany prądem stałym lub zmiennym z regulacją prądu
(b) to samo z regulacją napięcia
(c) to samo z regulacją prądu i pojemności
(d) układ zasilany prądem zmiennym z regulacją napięcia
(e) to samo z regulacją napięcia, prądu i pojemności

kość dzięki pojawieniu się ogromnej liczby „kraterów”, nieraz częściowo zachodzących na siebie.

Wskutek oddziaływania ciepłego wyładowania powierzchnia utwardzona przedstawia warstwę grubości 3—100 mikronów, której struktura świadczy o dokonanym procesie zahartowania.

Tabl. I ilustruje szybkość zmian temperatury przy utwardzaniu elektroiskrowym w porównaniu z innymi metodami obróbki cieplnej.

Azotowanie. Badania utwardzonej warstwy pozwoliły stwierdzić, że jednym z czynników utwardzających jest azot atmosferyczny, który w warunkach wysokiej temperatury wyłado-

T a b l i c a I. Szybkość zmian temperatury metalu przy różnych metodach obróbki cieplnej

Sposób nagrzewania	Szybkość osiągalna (°C/sek.)	
	nagrzania	stygnięcia
W piecach	10 — 100	—
W wannach	100 — 500	—
Sposobem stykowym, prądami częstotliwości przemysłowej	500 — 1000	poniżej 1000
Sposobem indukcyjnym, prądami wysokiej częstotliwości	100 — 500	—
Łukiem elektrycznym	10 000	5 000 — 10 000
Iskrą elektryczną	100 000	10 000 — 100 000

wań iskrowych ulega dysocjacji i wiąże się chemicznie z elementami metalicznymi zawartymi w warstwie powierzchniowej, tworząc twarde azotki.

Cementowanie. Węgiel, obecny w elektrodzie utwardzającej (np. grafitowej) lub w atmosferze otaczającej, wiąże się chemicznie z metalicznymi składnikami warstwy powierzchniowej, tworząc węgliki żelaza, chromu, tytanu itp. i powodując w ten sposób cementowanie powierzchni utwardzanej.

Uszlachetnianie materiału. W chwili okresowych zetknięć elektrody utwardzającej z powierzchnią utwardzaną występują zjawiska stykowego przenoszenia płynnego materiału elektrody utwardzającej do płynnego materiału elektrody utwardzanej (utwardzanego narzędzia). Zjawisku temu towarzyszy dyfuzja metali w stanie gazowym oraz dyfuzja poszczególnych składników elektrody utwardzającej w głąb warstwy utwardzanej. Dzięki temu materiał utwardzanej powierzchni narzędzia uszlachetnia się dzięki wzbogaceniu go cennymi dodatkami stopowymi. Niekiedy obserwujemy „przylepianie się” części metalu z elektrody utwardzającej do powierzchni utwardzanej.

Jeżeli oprzeć się na podanym opisie zjawiska i zanalizować kolejno każdy z omówionych czynników, dojdziemy do wniosku, że stosowanie prądu stałego dla utwardzania elektroiskrowego nie jest konieczne. Wszystkie bowiem opisane zjawiska, jako uwarunkowane jedynie wysoką temperaturą, mogą się odbywać równie dobrze przy prądzie zmiennym.

Z rozważań powyższych nasuwa się bezpośredni — ważny szczególnie w naszych warunkach — wniosek praktyczny: utwardzanie elektroiskrowe może być wykonywane również przy prądzie zmiennym, a więc można spowodować znacznie szybsze rozpowszechnienie w kraju tego cennego zabiegu przez stosowanie bez porównania prostszych i tańszych układów prądu zmiennego bez potrzeby uciekania się do prostowników lub innych źródeł prądu stałego.

Wniosek taki zaczyna przeważać w Związku Radzieckim, aczkolwiek brak na razie danych, które pozwoliłyby stwierdzić, że jest on ostateczny.

Ciekawe są następujące informacje podawane w radzieckiej prasie technicznej [3].

1) Badania porównawcze struktury warstwy powierzchniowej utwardzonej prądem zmiennym i stałym nie wykazały żadnych istotnych różnic.

2) Stopień utwardzenia (powiększenie czasu użytkowania narzędzia) przy użyciu prądu zmiennego i stałego jest w przybliżeniu jednakowy, co potwierdza analiza wyników stosowania 140 urządzeń pracujących na prądzie stałym i 30 urządzeń na prądzie zmiennym. Tabl. II zawiera dane porównawcze dla obu wariantów.

Tablica II. Wyniki utwardzania elektroiskrowego

Rodzaj narzędzia	Trwałość narzędzia utwardzonego w stosunku do nieutwardzonego (%)	Rodzaj prądu
Frezy o średnicy 90 mm	160 — 205	zmienny
Przecinak	150 — 300	zmienny
Frezy końcowe o średnicy 70	110 — 210	stały
Pily do marmuru	175	zmienny
Noże tokarskie	180	stały
Noże tokarskie	300	zmienny
Frezy profilowe	190	zmienny
Frezy różne	160	stały

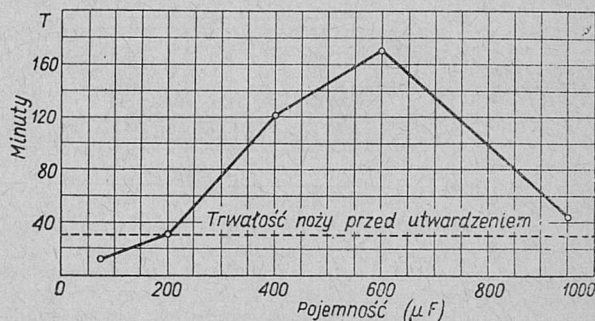
3) Analiza gospodarcza wykazała, że rezygnując ze stosowania prądu stałego można uzyskać obniżenie kosztów wykonania jednego urządzenia blisko o 1000 rubli. Ponieważ zakłady budowy maszyn średniej wielkości z reguły korzystają z 10—15 stanowisk do utwardzania, można sądzić, że przejście na prąd zmienny pozwoli zaoszczędzić w skali krajowej wielkie sumy.

3. Zasadnicze układy elektryczne urządzeń do utwardzania elektroiskrowego.

Obecnie znajduje zastosowanie szereg odmian układów elektrycznych. Rys. 3 ilustruje pewne ich przykłady nie wyczerpujące wszystkich odmian. Niektóre układy mają zastosowanie wyłącznie na prądzie zmiennym (rys. 3d, e), inne są uniwersalne (rys. 3a, b, c).

Pożądane i możliwe jest wyeliminowanie oporu ograniczającego R w obwodzie prądu ładowania; przyspiesza to proces

ładowania baterii kondensatorów, a więc powiększa wydajność operacji utwardzania. Osiąga się to przez zasilanie urządzenia z transformatora o dużym rozproszeniu w układach prądu zmiennego i układach z prostownikiem lub przez stosowanie indywidualnej przetwornicy wirującej z prądnicą bocznikową niewielkiej mocy o stromej charakterystyce $U = f(I)$.



Rys. 4. Wpływ pojemności układu wyładowań na trwałość noży tokarskich

4. Dobór warunków elektrycznych obróbki.

Jak widać z podanych wyżej schematów, możliwe są (i stosowane w praktyce) różne sposoby regulacji warunków elektrycznych obróbki.

Bliższa analiza mechanizmu procesu elektroiskrowego potwierdzona próbami wykazała, że wyniki jego są uzależnione przede wszystkim od wielkości jednostkowych „porcji energii”, przenoszonych przez impulsy iskrowe. Od nich zależna jest średnica i głębokość powstającego krateru; od nich zależy także głębokość, na którą rozciąga się działanie cieplne impulsów iskrowych.

Energia pojedynczego wyładowania określa się wzorem:

$$W = \frac{C \cdot U^2}{2}$$

Wynika stąd na pozór, że identyczny efekt wyładowania pojedynczego uzyskamy zarówno przy dużej pojemności i niskim napięciu, jak też odwrotnie — przy małej pojemności i wyższym napięciu. Jednak wniosek taki jest kwestionowany przez niektórych badaczy. Np. Iwanow [2] podaje wykres zależności skutku utwardzenia narzędzia (wyrażonego wzrostem czasu użytkowania) od pojemności w obwodzie wyładowań (rys. 4). Jak widać z wykresu, istnieje pojemność najkorzystniejsza 600 μF , przy której efekt utwardzenia jest największy. Inne badania natomiast wskazywały, że np. pojemność 50 μF jest wartością najkorzystniejszą. Dlatego przy obecnym stanie badań przyjmuje się, że skutek użyteczny utwardzenia jest funkcją energii pojedynczego impulsu, a więc jest proporcjonalny (w pewnych granicach) do wartości $C \cdot U^2$.

Badania wykazały, że najlepsze własności powierzchni utwardzanej uzyskuje się przy energii jednego impulsu w granicach $0,1 \div 1$ dżula. Zakres ten można w przybliżeniu podzielić na pasma podane w tabl. III. Na podstawie tych danych można

Tablica III. Energia impulsu (w dżulach) dla różnych rodzajów obróbki elektroiskrowej

Rodzaj obróbki	Energia wyładowania (J)
Wykończająca	0,05 — 0,1
Średnia	0,1 — 0,5
Zgrubna	0,5 — 1
Bardzo gruba	1 — 4

w przybliżeniu dobierać pojemność i napięcie obwodu wyładowań, posługując się wzorem na energię jednego impulsu.

Moc źródła zasilającego, czyli prąd ładujący, decyduje o szybkości ładowania baterii kondensatorów, a więc i o tym, czy kondensatory do chwili rozwarcia elektrod zdążą naładować się do pełnego napięcia. W ten sposób również wielkość prądu ładującego wpływa na energię impulsu iskrowego

5. Wibrator do utwardzania elektroiskrowego.

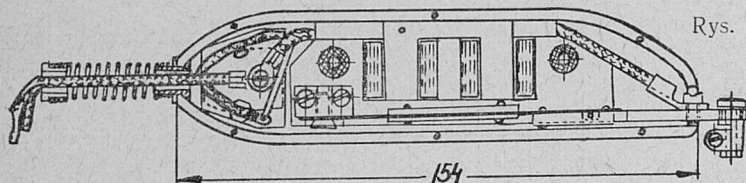
Nieco uwagi należy poświęcić konstrukcji narzędzia, przy którego pomocy odbywa się utwardzanie. Z podanych wyżej rozważań wynika, że do przenoszenia składników elektrody utwardzającej na powierzchnię utwardzaną konieczne jest mechanicz-

ne zetknięcie się tych elementów. Najprostszym sposobem powodowania na przemian zwarcia i rozwarcia elektrod jest wprowadzenie elektrody utwardzającej w stan wibrowania o dostatecznej amplitudzie, np. za pomocą oddziaływania na zwoję stałową zmiennym polem magnetycznym. Zwykle pole takie wzbudza się cewką na rdzeniu żelaznym, zasilaną z sieci prądu zmiennego (50 Hz) bezpośrednio lub też za pośrednictwem transformatora obniżającego napięcie do wartości bezpiecznej.

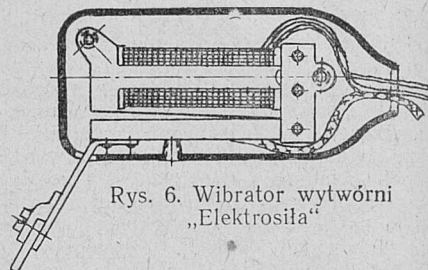
Konstrukcje wibratorów są w szczególności dosyć różnorodne. Ograniczymy się tu do podania kilku typowych wykonani (rys. 5, 6, 7). Wadą wszystkich wibratorów jest to, że amplituda ich drgań zależy od siły nacisku ręki obsługującego. Dlatego bardzo często skutkiem nadmiernego nacisku amplituda drgań wibratora maleje i „czas zetknięcia” elektrod w pełnym okresie drgania wzrasta, a „czas rozwarości” elektrod maleje. Powoduje to obniżenie napięcia wyładowań (kondensatory nie

elektrografit, żeliwo białe, ferrochrom. Często stosuje się kombinacje elektrod np. utwardzanie zgrubne węglikiem spiekany lub ferrochromem, wykańczanie elektrografitem.

Przy wyborze elektrody utwardzającej należy kierować się zasadą, że węgliki spiekane stosuje się w wypadkach, gdy mniejsza gładkość powierzchni i niewielkie zmiany wymiarów



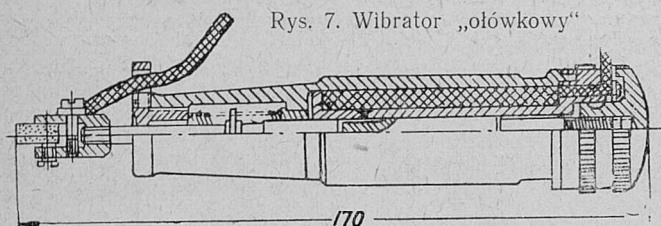
Rys. 5. Wibrator typu UPR-2



Rys. 6. Wibrator wytwórni „Elektrosila”

negu (50 Hz) bezpośrednio lub też za pośrednictwem transformatora obniżającego napięcie do wartości bezpiecznej.

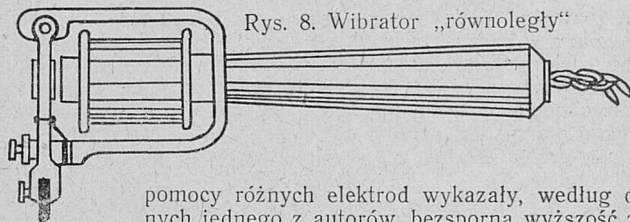
Konstrukcje wibratorów są w szczególności dosyć różnorodne. Ograniczymy się tu do podania kilku typowych wykonani (rys. 5, 6, 7). Wadą wszystkich wibratorów jest to, że amplituda ich drgań zależy od siły nacisku ręki obsługującego. Dlatego bardzo często skutkiem nadmiernego nacisku amplituda drgań wibratora maleje i „czas zetknięcia” elektrod w pełnym okresie drgania wzrasta, a „czas rozwarości” elektrod maleje. Powoduje to obniżenie napięcia wyładowań (kondensatory nie



Rys. 7. Wibrator „ołówkowy”

nie mają istotnego znaczenia. Tam natomiast, gdzie ściśle zachowanie wymiarów oraz duża gładkość powierzchni są konieczne, stosuje się obok odpowiedniego złagodzenia warunków elektrycznych elektrody elektrografitowe.

Niektóre źródła [2] zalecają stosowanie żeliwa białego do utwardzania. Badania porównawcze noży utwardzonych przy



Rys. 8. Wibrator „równoległy”

zadają się naładować), a zatem i pogorszenie warunków obróbki. W rezultacie uzyskuje się co prawda lepszą gładkość powierzchni utwardzanej, ale jednocześnie obniża się stopień utwardzenia.

Wspomniana wada wibratorów zmniejsza się w miarę nabywania wprawy przez pracownika, który przyucza się do podtrzymywania właściwego i możliwie niezmiennego docisku wibratora. Jeden z autorów [1] zaleca stosowanie wibratora z kierunkiem wibracji elektrody równoległym do powierzchni utwardzanej (rys. 8). Wibrator takiej konstrukcji jest znacznie mniej wrażliwy na różnice w sile docisku. Okazuje się, że nierówności powierzchni utwardzanej oraz nieuniknione drobne zanieczyszczenia wystarczają do przerywania obwodu wyładowań. Podkreślić jednak trzeba niecelowość stosowania wibratora „równoległego” przy dużej pojemności w obwodzie wyładowań, małe okresy rozwarcia nie wystarczą bowiem do pełnego odnawiania ładunku kondensatorów. Jedną z zalet „wibratora równoległego” jest zmniejszenie możliwości wyładowań na ostrzach i krawędziach narzędzi utwardzanych.

Oceniając ogólnie różne konstrukcje wibratorów, należy stwierdzić, że trudno jeszcze obecnie ustalić w sposób zdecydowany wyższość jednego z dotychczasowych rozwiązań. Dlatego zalecałoby się wykonywanie różnych odmian wibratorów (w skali krajowej) dla nagromadzenia doświadczenia. Celowe byłoby natomiast stosowanie w wibratorach części, produkowanych przez przemysł do innych potrzeb, np. użycie w obwodzie magnetycznym wibratora blach zwory i jarzma sygnału dźwiękowego samochodowego (rys. 9a, b).

6. Dobór materiału elektrody utwardzającej.

Z teorii procesu utwardzania można wnioskować, że zasadniczo utwardzenie nastąpi przy użyciu elektrody z dowolnego materiału przewodzącego. Zostało to potwierdzone doświadczalnie przez użycie elektrod z metali miękkich np. miedzi, aluminium [1].

W takich wypadkach odpada czynnik uszlachetniania powierzchni utwardzanej domieszkami stopowymi, ale pozostaje bardzo szybko hartowanie, azotowanie, a niekiedy także cementacja powierzchni.

Do celów praktycznych stosuje się z reguły elektrody, których składniki uszlachetniają materiał utwardzany, tworząc z nim związki chemiczne lub stopy. Ważne jest również, żeby materiał elektrody miał możliwie dużą wartość minimalnego napięcia łuku, co sprzyja utrzymaniu charakteru iskrowego wyładowań przy stosunkowo dużym napięciu i prądzie ładowania.

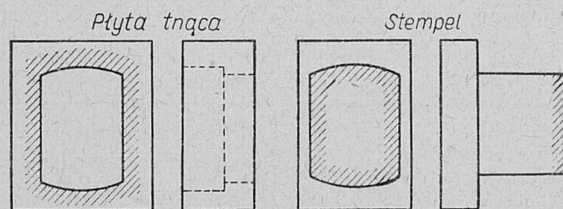
Najczęściej stosowane są jako elektrody węgliki spiekane z zawartością tytanu, kobaltu, wolframu. Ponadto stosuje się

pomocy różnych elektrod wykazały, według danych jednego z autorów, bezsporną wyższość żeliwa białego nawet w stosunku do węglików spiekanych.

Ciekawe jest, że również noże z nakładkami z węglików spiekanych podlegają utwardzeniu przy pomocy elektrody grafitowej, która powoduje powstawanie węglików metali, znajdujących się w spieku w stanie chemicznie wolnym.

7. Zakres stosowania utwardzania elektroiskrowego.

Utwardzeniu mogą podlegać narzędzia do obróbki skrawaniem i tłoczeniem (pomijamy tu możliwość takich zastosowań,

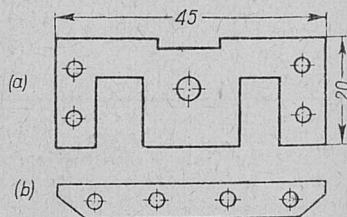


Rys. 9. Blacha jarzma (a) i zwory (b)

jak utwardzanie czopów i powierzchni łożyskowych wałów maszyn, lemieszów plugów, narzędzi stolarskich, górniczych itp.).

Technologia utwardzania poszczególnych typów narzędzi (dobór warunków elektrycznych, miejsc utwardzania, materiału elektrody) stanowi odrębne zagadnienie, które wykracza poza ramy niniejszego artykułu. Zwrócimy natomiast uwagę na zagadnienie utwardzania płyt tnących i stempli wykrojników. Rys. 10 wskazuje, jakie miejsca podlegają utwardzeniu. Rezultaty utwardzania wykrojników należą do najbardziej przekonujących przykładów zalet tego sposobu utwardzania. Przeciętny wzrost trwałości wykrojnika, obliczany w sztukach części wycinanych między dwoma kolejnymi ostrzeniami, wynosi 200 — 500%.

Na podkreślenie zasługują fakty dużego wzrostu trwałości matryc niehartowanych, lecz utwardzonych w stanie surowym. Jak stwierdzono [1], trwałość matryc surowych wzrasta w takim stopniu, że przekracza trwałość analogicznych wykrojników zahartowanych, ale nie utwardzonych elektroiskrowo



Rys. 10. Miejsca utwardzania wykrojnika

Oczywiście, fakt ten, jeżeli będzie potwierdzony przez dalsze doświadczenia, umożliwi niejednokrotnie (przez rezygnację z hartowania) uniknięcie zniszczenia matryc źle poddających się obróbce cieplnej, np. z uwagi na skomplikowane kształty wykrójów.

Warto nadmienić, że zdaniem niektórych autorów [3] stopień wzrostu trwałości narzędzia jest największy dla narzędzi niedostatecznie zahartowanych, może się natomiast okazać znikomy dla narzędzi ze stali szlachetnych dobrze obrabianych termicznie.

Dotychczas brak warsztatowego sposobu, umożliwiającego jednoznacznie szybkie określenie jakości utwardzenia. Kontrolę doraźną skutecznie się zasadniczo przez oględziny przy pomocy lupy. Powierzchnia narzędzia powinna być utwardzona równomiernie — bez prześwitu podłoża, krawędzie i ostrza powinny być nienaruszone przez wyładowania. Próba twardości aparatem Rockwella nie daje wyników z uwagi na zachodzące wgniatania twardej „skorupy” do bardziej miękkiego podłoża. Możliwe jest ewentualne sprawdzanie twardości przez próbę zadrasnięcia rysikiem.

8. Mechanizacja i automatyzacja utwardzania elektroiskrowego.

Przy utwardzaniu dużych narzędzi, np. pił tarczowych lub noży gilotynowych, celowe jest zastosowanie urządzeń do mechanicznego, a nawet samoczynnego prowadzenia elektrody utwardzającej lub narzędzia utwardzanego. Już obecnie w Związku Radzieckim znajduje się w użyciu szereg zmechanizowanych i zautomatyzowanych urządzeń tego typu [1].

W warunkach polskich pilną rzeczą wydaje się zajęcie się zagadnieniem częściowej mechanizacji, np. prowadzenia elektrody utwardzającej z utrzymaniem stałej amplitudy wibracji.

9. Utwardzanie elektrołukowe.

Jeżeli z układu do utwardzania elektroiskrowego usunąć baterię kondensatorów, wyładowania iskowe przejdą w łukowe.

Z doświadczeń niektórych zakładów radzieckich wynika, że przy napięciu zasilania $90 \div 110$ V prądu stałego i prądzie zwarcia $3 \div 5$ A można wyładowania łukowe wyzyskać do utwardzania narzędzi podobnie jak wyładowania iskowe. I w tym wypadku hartowaniu towarzyszy azotowanie, dyfuzja składników elektrody utwardzającej do powierzchni utwardzanej, a niekiedy również stykowe przenoszenie cząstek elektrody utwardzającej.

Utwardzanie może nastąpić przy użyciu wibratora lub też bez niego — przez prowadzenie bezstykowe „zapalonego” łuku. Ciągłość łuku łatwiej podtrzymać, jeżeli elektroda robocza jest katodą, bo wtedy plamka katodowa jest ciągle jednakowo rozgrzana i emisja termoelektronowa jest intensywniejsza niż w przeciwnym wypadku, gdy plamka katodowa powstaje w coraz to nowym punkcie powierzchni utwardzanej.

Przy łączeniu elektrody utwardzającej z katodą warstwa utwardzana jest głębsza i bardziej równomierna, ale powierzchnia — nierówna i utleniona. Dlatego częściej stosuje łą-

czenie przedmiotu utwardzanego z katodą. Grubość warstwy utwardzonej waha się od 35 do 120 mikronów zależnie od warunków procesu.

Publikacje o wynikach utwardzania elektrołukowego są jeszcze nie dość liczne, aby można było podać dostatecznie pewne dane, charakteryzujące skuteczność tej metody. Dwa leningradzkie zakłady drzewne uzyskały przy utwardzaniu narzędzi do obróbki drewna wzrost ich trwałości w granicach $1,2 \div 2,4$.

Nie wdając się w głębsze rozważania na temat widoków zastosowania tej metody, ograniczymy się do wypowiedzenia przypuszczenia, że będzie ona stanowić jeszcze jeden ze sposobów miejscowego utwardzania powierzchniowego narzędzi, części maszyn i aparatów.

10. Zakończenie i wnioski.

1) Pożądane jest w interesie szybkiego rozpowszechnienia utwardzania elektroiskrowego uruchomienie produkcji urządzeń nie tylko prądu stałego, ale również — i to przede wszystkim — prądu zmiennego.

2) Należy dążyć do opracowania konstrukcji urządzeń do utwardzania z zastosowaniem elementów produkowanych już przez przemysł krajowy.

3) Należy zainteresować zagadnieniem utwardzania elektroiskrowego jak najszersze koła racjonalizatorów i pracowników inżyniersko-technicznych w naszym przemyśle. Przy odpowiedniej koordynacji prac i usprawnieniu wzajemnej wymiany doświadczeń (zjazdy, konferencje) da to wynik równorzędny z opracowywaniem zagadnienia w większej liczbie instytutów naukowych.

Celem niniejszego artykułu jest zachęta do przeniesienia na teren naszego kraju wspaniałej praktyki Związku Radzieckiego, gdzie elektryczne metody obróbki dawno już wyszły poza pracownie instytutów naukowych.

Obróbka elektroerozyjna — w tej liczbie również utwardzanie elektroiskrowe — ma w chwili obecnej setki i tysiące zwolenników i entuzjastów we wszystkich zakątkach ZSRR. Umiejętna wymiana informacji technicznych pozwala na szybkie rozpowszechnienie osiągnięć poszczególnych jednostek.

LITERATURA

- [1] Aleksiejew A. W. i Popiłow L. J. Elektrouproczenie instrumenta (Maszgiz, 1952).
- [2] Iwanow G. P. Elektroiskrowoje uproczenie rieżuszczich instrumentow (ITEIN — Instytut Informacji Ekonomiczno-Technicznej, 1951).
- [3] Popiłow L. J. O primienienii pieriemennowo toka dla elektrouproczenia instrumentow i detaliej maszyn (Wiستن, Maszynostr. 1952, 9).
- [4] Ulicki E. J. Elektrieskije metody obrabotki w proiswostwie i eksploataciji instrumenta, (Maszgiz, 1951).
- [5] Zołotykh B. N. Elektroiskrowoj kontaktnyj sposob uproczenia metalliczeskich powierzchniej (Goseniergoizdat, 1951).
- [6] Maczniew E. W. Elektroiskrowoje uproczenie rieżuszczewo instrumenta (Maszgiz, 1952).
- [7] Ulicki E. J. i Zamałin W. S. Elektrieskije metody obrabotki metalłow (Trudrezewizdat, 1952).
- [8] Ilik I. A. i Niewieżyn W. K. Elektroiskrowoj sposob obrabotki metalłow (Oborongiz, 1952).
- [9] Elektrieskije metody obrabotki metalłow, pod red. Ulickiego E. J. (Maszgiz, 1951).

ZBIGNIEW WOYNAROWSKI
Śląskie Zakł. Wytw. Aparat. Elektr.

Wypożyczenie łączników niskonapięciowych*)

62.002.612:621.316.027.2

Treść. Łączniki niskonapięciowe tylko wtedy mogą najlepiej pracować, jeżeli przez dobór właściwego wyposażenia będą przystosowane do wymagań odbiorcy i warunków pracy. Krótka charakterystyka wyposażenia wraz z próbą typizacji poszczególnych elementów ma na celu ujawnienie w ich asortymencie braków, których uzupełnienie będzie niezbędne dla gospodarki narodowej.

Оснащение выключателей низкого напряжения. Выключатели низкого напряжения могут хорошо действовать только тогда, когда их оснащение соответствует требованиям потребителя и условиям работы. Дается краткая характеристика оснащения и предлагается типизация его элементов, имеющая целью выявить в их ассортименте недостатки, пополнение которых необходимо по хозяйственным соображениям.

Low-tension switch equipment. Low-tension switches will only then give optimum service if they are adapted, by being provided with the correct type of equipment, to consumers' requirements and to working conditions. The brief survey of the features of such equipment and an attempt at scheduling the types of individual elements are intended to bring to light likely deficiencies in the range of equipment available, the supplementation of which would be vital in the interests of national economy.

1. Określenia i ogólny podział wyposażenia.

Wyposażeniem łączników nazywamy urządzenia lub części, służące do przystosowania łączników do wymagań odbiorcy i warunków pracy.

Wyposażenie, tworzące z łącznikiem konstrukcyjną całość, nazywamy wyposażeniem związanym. Urządzenie, stanowiące uzupełnienie obwodu roboczego lub pomocniczego łączników, lecz nie połączone mechanicznie z samym łącznikiem, nazywamy wyposażeniem niezwiązanym.

Niektóre przyrządy i urządzenia, stanowiące wyposażenie łączników, mogą zależnie od sposobu ich zastosowania należeć do jednej lub drugiej grupy wyposażenia.

Choć prawie każdy rodzaj łączników ma kilka elementów

wyposażenia, najbardziej szeroki zespół urządzeń pomocniczych wykazują wyłączniki zapadkowe i stycznikowe.

2. Podział wyposażenia związanego i niezwiązanego.

W skład wyposażenia związanego wchodzi:

- 1) napędy: a) ręczne, b) sterowane,
- 2) wyzwalacze i przekaźniki,
- 3) łączniki pomocnicze i sterownicze,
- 4) wskaźniki i mierniki,
- 5) osłony,
- 6) bezpieczniki topikowe i inne wyposażenie.

Do wyposażenia niezwiązanego zaliczamy:

- 1) łączniki sterownicze,
- 2) przekaźniki pomocnicze.

*) Por. Woynarowski Zb. Łączniki niskiego napięcia. Przegl. Elektr. 1953, z. 4, str. 158.

3. Napędy.

Napędy ręczne dzieli się na bezpośrednie i pośrednie.

Napędy bezpośrednie działają wprost na zamek wyłącznika i zależnie od sposobu umieszczenia w stosunku do osi symetrii aparatu dzielą się na boczne i przednie.

W zależności od sposobu uruchomienia rozróżnia się napędy przyciskowe, napędy dźwigniowe i napędy pokrętne. Ostatnie dwa rodzaje mogą być stałe i odcinane. W przypadku umieszczenia wyłączników niezbyt daleko od miejsca obsługi korzysta się z ręcznych napędów pośrednich, które mogą być wykonane jako dźwigniowe, linkowe, łańcuchowe lub przekładniowe z kołami zębatymi, stożkowymi itp.

Najczęściej spotyka się obecnie napędy ręczne bezpośrednie boczne. Korzystniejsze są napędy przednie, gdyż ułatwiają kostkową budowę rozdzielni, oszczędzając miejsca. Obsługa ich jest jednak nieco mniej wygodna zwłaszcza przy wyłącznikach na większe prądy znamionowe, które wymagają większych sił przy załączaniu.

Ręczne uruchomienie aparatu może się również odbywać z pewnej odległości, nie przekraczającej kilku metrów. Służą do tego celu ręczne napędy pośrednie, gdzie do przenoszenia ruchu stosuje się układy dźwigni, kół zębatych, łańcuchów przegubowych i inne mechanizmy. Z ręcznych napędów pośrednich najczęściej stosuje się napęd dźwigniowy, który dzięki dodatkowej przekładni zmniejsza wysiłek przy załączaniu.

Napędy sterowane spotyka się przy stycznikach i przy wyłącznikach zapadkowych. W pierwszym przypadku mają one nazwę napędów sterowanych bezpośrednich. Napędy sterowane wyłączników zapadkowych nazywamy napędami zdalnymi.

Wyłączniki zapadkowe na prądy znamionowe do 1000 A mogą być wyposażone w elektromagnesowy napęd zdalny, zasilany prądem stałym lub zmiennym. Zaletą tych napędów jest ich prostota, wadą — znaczny pobór mocy przy prądzie stałym i silny rzut prądu załączania przy prądzie zmiennym. Mechanizmy wolnych sprzęgieł i zamków muszą przy tym wytrzymywać silne uderzenia mechaniczne. Uzwojenia elektromagnesów, obliczone na pracę krótkotrwałą, dopuszczają najwyżej do 10 łączeń na godzinę w odstępach pięciosekundowych.

Wyłączniki na prądy znamionowe powyżej 1000 A wyposaża się w pneumatyczne lub silnikowe napędy zdalne.

Pneumatyczne napędy zdalne pracują bez uderzeń i łatwo osiągają potrzebną do załączenia siłę. Wymagają one jednak istnienia instalacji sprężonego powietrza, chociaż w pewnych przypadkach mogą być zasilane z butli. Można przy tym przyjąć, że butla o pojemności 50 litrów i ciśnieniu 120 atm wystarcza na wykonanie 3000 do 4000 łączeń. Do sterowania napędem pneumatycznego służy zawór powietrzny, uruchamiany niewielkim elektromagnesem.

Silnikowe napędy zdalne mają bardziej złożoną budowę. Zawierają one zwykle element, ograniczający wartość przenieszonego momentu, w postaci sprzęgła poślizgowego lub sprzężyny. Uruchomienie napędu nie wymaga dużego poboru mocy z sieci sterowniczej, a załączanie odbywa się szybko i bez wstrząsów. Napędy winny być tak skonstruowane, żeby można je było w łatwy sposób przystosować do wyłącznika bez potrzeby rozbierania skomplikowanych sprzęgieł lub wykonywania innych trudnych zabiegów montażowych.

Przy łączeniu elektromagnesów o znacznym poborze prądu przyciskiem steruje się stycznik (przekaznik) pośredniczący, którego styki wytrzymują prąd roboczy elektromagnesów. Również przy włączaniu silnikowego napędu zdalnego na prąd trójfazowy korzysta się ze stycznika pośredniczącego. Stosuje się go z reguły stycznik trójbiegunowy. Przy napędach zasilanych prądem stałym dwa bieguny łączy się szeregowo celem zwiększenia zdolności wyłączeniowych stycznika.

Ważnym uzupełnieniem każdego napędu zdalnego (tabl. I) jest układ uniemożliwiający tzw. pompowanie napędu w przypadku sterowania impulsem ciągłym przy załączeniu wyłącznika na istniejące zwarcie lub przeciążenie.

Wyłączniki zapadkowe z napędami zdalnymi znajdują coraz szersze zastosowanie, przyczyniając się do rozpowszechnienia mechanizacji i automatyzacji procesów technologicznych.

4. Wyzwalacze i przekazy.

Zdalne wyłączenie oraz samoczynne działanie wyłączników uzyskuje się przy pomocy przekazy i wyzwalaczy. Wyzwalacz jest to urządzenie, które pod wpływem mechanicznych lub elektrycznych impulsów działa mechanicznie na zamek wyłącznika powodując jego wyłączenie. Przekazy są pomocniczym łącznikiem, który pod wpływem zmian wielkości elektrycznych steruje działaniem innych łączników.

Zależnie od sposobu zasilania rozróżnia się wyzwalacze i przekazy napięciowe i prądowe.

Wyzwalacze napięciowe zanikowe działają przy spadku i zaniku napięcia zasilającego. Mogą być wykonywane jako szybkie i jako zwolnione. W tym drugim przypadku wyłączenie nie następuje natychmiast, lecz po upływie określonego czasu. Pozwala to na utrzymanie nieprzerwanego ruchu ważnych urządzeń i napędów przy krótkotrwałych zanikach lub spadkach napięcia w sieciach. Czas opóźnienia zadziałania nie przekracza zwykle 5 sek. Opóźnienie uzyskuje się przy pomocy tłumika mechanicznego lub układu elektrycznego, opartego na działaniu zwoju zwartego lub kondensatora. Uzwojenie wyzwalacza zasila się wówczas przez prostownik.

Wyzwalacz napięciowy wybijałkowy służy do zdalnego wyłączania wyłączników zapadkowych. Dzięki dużej sile, uzyskanej przez elektromagnes zasilany napięciem w chwili zadziałania, wyzwalacz działa niezawodnie nawet przy znacznych spadkach napięcia sieci zasilającej. Uzwojenie jego jest jednak obliczone na pracę krótkotrwałą i nie dopuszcza więcej niż 10 łączeń na godzinę w odstępach pięciosekundowych. Dla zmniejszenia liczby części zapasowych pożądane jest używanie jednolitych elementów w wyzwalaczach napięciowych szeregu wyłączników.

Do zabezpieczenia przewodów i urządzeń przed skutkami zwarć i przeciążeń stosuje się wyzwalacze i przekazy nadprądowe, działające przy przekroczeniu określonej wartości prądu.

Elektromagnetyczne wyzwalacze nadprądowe o szybkim działaniu służą przede wszystkim jako zabezpieczenie zwarciowe. Celem zapewnienia wybiórczości działania i niewrażliwości na uderzenia prądów rozruchowych ich prąd zadziałania powinien przewyższać przewidywane największe wartości prądu rozruchowego.

Wyłączniki zapadkowe używane do celów rozdzielczych powinny mieć wyzwalacze nastawione na możliwie duże prądy — w granicach $(5 \div 10) I_n$, gdzie I_n jest prąd znamionowy wyłącznika. Elektromagnetyczne szybkie zabezpieczenie nadprądowe wyłączników używanych do uruchamiania i zabezpieczania silników nastawia się w granicach 5- do 10-krotnego prądu znamionowego silnika w zależności od jego konstrukcji i związanych z tym wartości prądu rozruchowego. Niskie wartości prądów zadziałania wyzwalaczy (np. wyłącznik na $I_n = 400 \text{ A}$, $I_{wyzw} = 400 \div 800 \text{ A}$) potrzebne są tylko w przypadku użycia wyłącznika do zbiorowego zabezpieczenia kilku równocześnie biegnących, lecz nierównocześnie uruchamianych silników pierścieniowych, jak to bywa np. przy dźwigach.

Dla zabezpieczania przewodów, silników i urządzeń przed przeciążeniem służą głównie wyzwalacze i przekazy cieplne.

T a b l i c a I. Dane techniczne napędów zdalnych

Rodzaj napędu	Do wyłączników o obciążalności (A)	Blizsze dane techniczne	Wypożyczenie dodatkowe
Elektromagnesowy	400, 600, 1000	Na prąd zmienny jednofazowy — 220, 380, 500 V Na prąd stały — 110, 220 V	Stycznik pośredniczący 3-biegunowy
Pneumatyczny	1000, 1600, 3200	Sprężone powietrze o ciśnieniu 4 — 7 atm	Elektrozawór z elektromagnesem na napięcie 24, 48, 125, 220 V prądu zmiennego i 24, 110, 220V prądu stałego; butla i urządzenie redukcyjne
Silnikowy	1000, 1600, 3200	Na prąd trójfazowy — 220, 380, 500 V	Stycznik pośredniczący trójbiegunowy sterowany napięciem 220, 380, 500 V prądu zmiennego i 110, 220 V prądu stałego

ne, oparte na właściwości termo-bimetalu, wykonanego z dwu warstw stopu o różnej rozszerzalności cieplnej. Bimetal taki pod wpływem nagrzania ugina się i może służyć do dawania mechanicznego lub elektrycznego impulsu wyzwalamącego. W wyzwalaczach cieplnych pierwotnych, prąd roboczy płynie bezpośrednio przez element bimetalowy. Wyzwalacze i przekazyńniki pierwotne mają ograniczoną wytrzymałość zwarciovą. Dlatego też w przypadku większych prądów zwarciovych, jak również dla większych wartości prądów znamionowych, zasila się przekazyńniki lub wyzwalamce za pośrednictwem przekładników prądowych. Przekazyńniki te i wyzwalamce nazywamy wtórnymi; działają one na wyzwalamc napięciowy zanikowy, wybijakowy lub mechaniczny. Przy napędach urządzeń o utrudnionym lub przedłużającym się rozruchu stosuje się przekładniki o rdzeniach przesyconych. Zachowując prawidłowo zabezpieczenie silników w zakresie przeciążeń, zniekształcają one przekładnię przy wartościach prądów rozruchowych.

W napędach nie dopuszczających przerwy w ruchu przekazyńniki cieplne nie działają na wyzwalamc wyłącznika, lecz tylko uruchamiają wskaźnik optyczny lub dźwiękowy, sygnalizujący obsługę przeciążenia lub nienormalny stan silnika. Obsługa może wówczas uruchomić napęd zapasowy lub odpowiednio przygotować urządzenie, umożliwiające zatrzymanie przeciążonego napędu. Układy takie spotyka się często w instalacjach potrzeb własnych elektrowni cieplnych.

Przekazyńniki cieplne pierwotne są normalnym wyposażeniem wyłączników samoczynnych stycznikowych (styczników samoczynnych). Jeżeli jednak sterowanie styczników odbywa się przy pomocy czujników lub innych urządzeń, dających ciągły impuls sterowniczy, należy stosować przekazyńniki, których łącznik wyposażony jest w urządzenie zatraskowe. W przekazyńniku tego typu styki pozostają w takim stanie, jak po zadziałaniu, do czasu, póki nie będą sprowadzone do ponownego stanu gotowości przez nacięcie sprężyny mechanizmu lub podobną czynność.

Przekazyńniki powinny być budowane z jednolitych elementów i zapewniać łatwą zmianę zakresu zadziałania i układu styków oraz umożliwiać przełączenie ich mechanizmu swobodnego na mechanizm zatraskowy.

5. Łączniki pomocnicze i sterownicze.

Do łączenia obwodów wskaźnikowych i uzależniających wyposaża się wyłączniki zapadkowe i styczniki w łączniki pomocnicze. Są one mechanicznie sprzężone z układem styków głównego wyłącznika i mają styki zwierające (normalnie otwarte) oraz styki rozwierające (normalnie zamknięte). Podobne łączniki pomocnicze spotyka się również przy przełącznikach i nastawnikach walcowych. Znaczna liczba styków pomocniczych potrzebna jest szczególnie przy tworzeniu zespołów stycznikowych. Wyłączniki zapadkowe mogą otrzymać do 4 styków zwierających i 4 styków rozwierających. Normalne styczniki samoczynne mają zwykle nie więcej niż 2 styki zwierające i 2 rozwierające.

Styczniki manewrowe mają łączniki pomocnicze o kilku do kilkunastu stykach pomocniczych. Dotychczas w każdym z rodzajów łączników spotykało się inną konstrukcję łączników pomocniczych. Jest to jednak element, który powinien być znormalizowany i budowany najwyżej w dwóch wielkościach. Proponowane dane znamionowe podaje tabl. II. Wielkość I nadaje się do wyłączników zapadkowych, styczników silnikowych do wiel-

Tablica II. Dane znamionowe znormalizowanych łączników pomocniczych

Wielkość	Obciążalność (A)	Załączalność (A)	Wyłączalność robocza (A)					
			prąd zmienny (V)			prąd stały (V)		
			220	380	500	110	220	440
I	10	25	2	1	0,5	1	0,5	0,1
II	15	40	6	3	1,5	2	1	0,2

kości 4, do styczników manewrowych o obciążalności do 200 A oraz jako element łącznikowy przycisku lekkiego. Wielkość II może być użyta do styczników większych oraz jako przycisk ciężki.

Przyciski sterownicze stanowią częste wyposażenie związane styczników elektromagnetycznych i wyłączników zapadkowych z napędami zdalnymi. Przyciski te winny odznaczać się załączalnością, wyłączalnością i obciążalnością, ujętą w tablicy łączników pomocniczych i odpowiadającą wartości prądów roboczych napędów.

6. Wskaźniki i mierniki.

Wyłączniki dźwawkowe i zapadkowe umieszczone w osłonach lub te, których styki mieszczą się wewnątrz komór łukowych, powinny umożliwiać łatwe stwierdzenie położenia styków. W tym celu korzysta się często z położenia dźwigni lub wolka napędu w stosunku do oznaczeń umieszczonych na osłonie. Wyłączniki zapadkowe wyposażone w wolne sprzęgło mają wskaźniki położenia styków, napędzane bezpośrednio od wału głównego. W stycznikach olejowych wskaźnik napędzany jest przez poprzecznice. Od wskaźnika położenia styków wymaga się dobrej widoczności i wyraźnego określenia stanu wyłącznika. Przy stycznikach są często stosowane barwne wskaźniki świetlne, załączane łącznikiem pomocniczym.

Do wskazywania przebiegów, występujących w obwodach elektrycznych łączników, służą mierniki prądu i napięcia, a także watomierze i liczniki, umieszczone zwykle we wspólnej osłonie wraz z przynależnymi przekładnikami, opornikami dodatkowymi i bocznikami. Średnica tarczy mierników nie przekracza zwykle 100 mm, a zakres ich musi być dobrany stosownie do napięcia i prądu roboczego łączników, lecz zgodnie ze znormalizowanymi wykonaniami.

7. Osłony.

Do oddzielenia łączników od otoczenia stosuje się osłony. Łącznik wykonany bez osłony nazywa się otwartym (S1 wg VDE 0660). Ponieważ dostęp do części pod napięciem nie jest niczym utrudnionym, łączniki otwarte umieszcza się w pomieszczeniach zamkniętych oraz w obrebie rozdzielni wolnostojących i przyściennych. Łączniki otwarte w postaci np. łączników walcowych umieszcza się również w odpowiednich wnękach w kadłubach maszyn i urządzeń, które wówczas pełnią funkcję osłon.

Osłony lekkie wykonane są z blachy stalowej lub materiału izolacyjnego.

Osłona lekka otwarta (S2 wg VDE 0660) ma otwory służące do wprowadzenia przewodów i otwory wentylacyjne, które są jednak tak wykonane, że uniemożliwiają przypadkowe lub umyślne dotknięcie części pod napięciem. Osłona zabezpiecza również przed dostaniem się do jej wnętrza większych obcych przedmiotów. Obsługa nie jest bezpośrednio narażona na działanie łuku i par metalu.

Osłona lekka kryta ma otwory zabezpieczone daszkami przed kroplami kapiącej wody. Daszki te winny przy tym być tak ukształtowane, żeby krople nie mogły dostać się do wnętrza osłony nawet przy wychyleniu aparatu o 45° w dowolną stronę od położenia pionowego, lub przy padaniu kropli pod tym kątem.

Osłona lekka zamknięta (S3 wg VDE 0660) zabezpiecza przed dotknięciem części łącznika pod napięciem i utrudnia przedostawanie się do jej wnętrza grubszego pyłu i zanieczyszczeń. Osłonę lekką można zwykle łatwo zdjąć do przeglądu i naprawy łącznika. Stosuje się więc szybkie zamknięcie sprężynowe lub śrubowe, nie wymagające narzędzi do otwarcia.

Osłona uszczelniona (S4 wg VDE 0660) nie ma niezabezpieczonych otworów i chroni zamknięty w niej łącznik przed pyłem, wodą kapiącą i deszczem. Jej powierzchnie zamknięcia opatrzone są szczelnymi. Zabezpieczenie przed pyłem i wodą nie musi być jednak hermetyczne.

Osłona uszczelniona odporna na uderzenia mechaniczne nazywa się okapturzeniem (S5 wg VDE 0660). Osłona tego rodzaju zapewnia pełną ochronę obsługi przed skutkami łuku i zwykle odznacza się wyższym stopniem szczelności na wilgoć i pył.

Osłony specjalne, jak osłona wodoszczelna przy strumieniu wody (strugoszczelna), osłona wodoszczelna przy zanurzeniu na określoną głębokość (S6 wg VDE 0660), osłona przeciwybuchowa (S7 wg VDE 0660) stanowią wyposażenie, wykonywane i próbowane według określonych przepisów. W obrebie tych osłon znajdują się łączniki specjalne lub budowy normalnej odpowiadające odpowiednim przepisom. Wymiary osłon uszczelnionych wyłączników zapadkowych i styczników samoczynnych powinny odpowiadać modułowi rozdzielnic okapturzonych. Projekt zaklasyfikowania osłon podaje tabl. III.

Niekiedy sama konstrukcja kadłubów i pokryw aparatów zapewnia określony rodzaj zabezpieczenia przed czynnikami zewnętrznymi. Osobna osłona jest wówczas zbędna. Przy opisie takiego aparatu podaje się rodzaj budowy lub wykonania, odpowiadający rodzajowi osłony o tym samym charakterze zabezpieczenia. Rozróżnia się więc aparaty no. w osłonie uszczelnionej i aparaty budowy uszczelnionej.

T a b l i c a III. Rodzaje osłon łączników

Ozna- czenie	Rodzaj osłony	Z a b e z p i e c z e n i e p r z e d										Wa- runki tech- nicz- ne wg PN-E
		dot- knię- cie części pod napię- ciem	świat- nym i ciepl- nym działa- niem łuku	ude- rze- niem me- cha- nicz- nym	grub- szym pyłem	drob- nym pyłem	kro- plami wody	desz- czem	stru- mie- niem wody pod ciśnie- niem	zanu- rze- niem do wody na głębo- kość h	gaza- mi i pa- rami wybu- cho- wymi	
O0	brak (wykonanie otwarte)											
O1	lekka otwarta	•	•									
O11	lekka kryta	•	•				•					
O2	lekka zamknięta	•	•		•							
O3	uszczelniona	•	•		•	•	•	•				
O31	okapturzona	•	•	•	•	•	•	•				
O41	wodoszczelna przy strumieniu wody pod ciś- nieniem (strugoszczelna)	•	•	•	•	•	•	•	•			
O42—h	wodoszczelna przy zanurzeniu na głębokość h	•	•		•	•	•	•	•	•		
O51	przeciwwybuchowa odporna na ciśnienie, ko- palniana (metan)	•	•	•	•		•				•	
O52—X	przeciwwybuchowa odporna na ciśnienie X gazu lub pary	•	•	•	•		•				•	

8. Zaciski i zespoły zaciskowe obwodów pomocniczych.

Dla ułatwienia przyłączenia przewodów poszczególnych obwodów sterowniczych, sygnalizacyjnych czy uzależniających potrzebne są w obrębie łącznika odpowiednio zbudowane zaciski. Powinny one umożliwiać łatwe i pewne przyłączenie jednego lub dwóch przewodów o przekroju do 2,5 mm² bez potrzeby tworzenia oczek lub nasadzania końcówek. Zaciski są zwykle tak zbudowane, że można je obsługiwać normalnym narzędziem, np. wkrętakiem. Połączenia są zabezpieczone przed samoodkręcaniem przy wstrząsach, pochodzących od otoczenia lub czynności łączyliwych.

Dużą wygodę przy montażu stwarzają wielozaciskowe zespoły przyłączowe, umieszczone na łączniku w sposób zapewniający łatwy dostęp do zacisków i dogodne prowadzenie przewo-
dów.

9. Bezpieczniki topikowe i inne łączniki.

W skład wyposażenia łączników wchodzi często bezpieczniki topikowe, a także i inne łączniki. Bezpieczniki topikowe, które w sieciach przemysłowych z reguły poprzedzają styczniki silnikowe jako zabezpieczenie zwarciove, służą również jako odłączniki, stanowiąc widoczną przerwę obwodu. Używa się w zależności od warunków zwarciowych bezpieczników instalacyjnych lub bezpieczników na większą moc.

Również łączniki walcowe lub płytkowe pełnią często w stosunku do wyłączników zapadkowych i styczników rolę odłączników, przełączników nawrotnych lub przełączników uzależniających.

Wyłączniki, które nie powinny być uruchamiane przez osoby niepowołane, otrzymują tzw. wyłącznik sekretny. Jest to wyłącznik uruchamiany specjalnym kluczem i przerywający obwód sterujący załączaniem.

10. Łączniki sterownicze niezwiązane.

Do typowych elementów wyposażenia niezwiązanego należą różnego rodzaju łączniki sterownicze, które można podzielić na łączniki przyciskowe, walcowe, stycznikowe, krzywkowe, łączniki drogowie, sterowniki i czujniki.

Łączniki przyciskowe spotyka się w dwóch wykonaniach — jako przyciski lekkie i przyciski ciężkie. Ich dane znamionowe podaje tabl. I. Przyciski ciężkie umieszcza się często w osłonach uszczelnionych, a napęd guzikowy działa przez szczelną membranę gumową. Odmianą przycisków sterowniczych są przyciski skrzydełkowe, w których do włączania i wyłączania służy wspólny element napędu.

Skomplikowane zespoły aparatury sterowane są często wieloobwodowymi przełącznikami sterowniczymi, budowanymi w postaci łączników walcowych lub zespołów małych styczników mechanicznych z napędem krzywkowym. Wielostopniowe łączniki tego rodzaju przeznaczone do znacznej częstości łączy nazy-

wają się nastawnikami sterowniczymi lub sterownikami. Znajdują one coraz szersze zastosowanie w centralnym sterowaniu napędów, w urządzeniach dźwigowych i hutniczych. Wykonane jako łączniki walcowe mają mniejszą trwałość mechaniczną i elektryczną i dopuszczają w porównaniu ze sterownikami stycznikowymi mniejsze częstości łączy. Sterowniki stycznikowe krzywkowe, utworzone z szeregu styczników i przerwników mechanicznych, które uruchamia wspólny wał krzywkowy, mają zwykle wszystkie części ruchome osadzone w łożyskach tocznych i dopuszczają najwyższe częstości łączy. Charakterystycznym aparatem jest tu sterownik hutniczy. Różne układy dźwigni napędowych pozwalają na wspólne i niezależne sterowanie kilkoma urządzeniami oraz na tworzenie zespołowych stanowisk sterowniczych. Sterowniki dźwigowe i łączniki drogowie są omówione łącznie z aparaturą dźwigową.

Do sterowania łączników określonymi stanami energetycznymi służą czujniki temperatury, poziomu cieczy, ciśnienia i inne. Można je podzielić na kilka rodzajów:

- 1) czujnik poziomu cieczy:
 - a) dla zbiorników, otwartych,
 - b) dla zbiorników pod ciśnieniem;
- 2) czujnik ciśnieniowy:
 - a) zanikowy,
 - b) graniczny;
- 3) czujnik temperatury:
 - a) z czujką termistorową,
 - b) termometryczny,
 - c) z czujką termobimetalową.

11. Przekazniki pomocnicze niezwiązane.

Oprócz szeregu przekazników nadprądowych takich samych, jak stosowane w wyposażeniu związanym, lub podobnych do nich, korzysta się przy tworzeniu różnego rodzaju złożonych układów nastawczych i rozdzielniczych z przekaznikami specjalnymi, jak zwrotnoprdowe, zmiany kierunku mocy, napięciowe czasowe, i innych. Wielka liczba przekazników tego rodzaju potrzebna jest przy pełnej automatyzacji różnych procesów produkcyjnych. Przekazniki te budowane są zwykle na prąd stały i pracują przy wielkiej częstości łączy w warunkach przemysłowych, bez ochrony przed pyłem, często na otwartym powietrzu.

Opracowanie podstawowego zespołu przekazników przemysłowych jest niezbędne dla zaspokojenia potrzeb energetyki przemysłowej, hutnictwa i trakcji.

12. Uwagi ogólne.

Wyposażenie związane powinno stanowić szeroki zespół części i urządzeń wytwarzanych seryjnie, łatwych do zestawienia i wymiany. Łącznik podstawowy powinien pozwalać na jak największą różnorodność wyposażenia, jego łatwy dobór i prosty montaż przy użyciu nieskomplikowanych narzędzi. Zasada konstruk-

cyjna, spełniająca te warunki, otrzymała nazwę budowy kostkowej.

Przy przestrzeganiu tej zasady można sprostać najbardziej skomplikowanym wymaganiom co do wyposażenia łączników bez naruszania zasady wielkoseryjności produkcji. Budowa kostkowa wymaga zwiększonego nakładu pracy konstruktorskiej i utrzymywania większych zapasów wyposażenia na składzie. Korzyści uzyskane przez możliwość łatwego i szybkiego dostosowania wyposażenia do każdorazowych potrzeb równoważą w pełni zwiększone nakłady.

Katalog krajowej aparatury niskonapięciowej zawiera dość obszerny wykaz wyposażenia do zasadniczych rodzajów łączników. Potrzeby energetyki i przemysłu stwarzają jednak konieczność dokonania pewnych uzupełnień, przeprowadzenia normalizacji i unifikacji sprzętu. Pozwoli to na przejście z indywidualnego montażu do produkcji seryjnej podstawowych elementów wyposażenia, z których łatwo można będzie tworzyć pożądane zespoły.

Przy pobieżnym przeglądzie braków wyposażenia nasuwają się następujące uwagi w sprawie ich usuwania:

- 1) ręczny napęd przedni wyłączników zapadkowych umożliwi oszczędną budowę zwartych zespołów rozdzielczych;
- 2) pneumatyczny i silnikowy napęd zdalny pozwoli na zdalne załączanie wyłączników na prądy znamionowe powyżej 1000 A (jest to szczególnie potrzebne z uwagi na stosowanie takich wyłączników w sieciach o silnych prądach zwarciovych);
- 3) w ośrodkach przemysłowych odczuwa się brak napięciowego wyzwalacza zanikowego zwłocznego do wyłączników samoczynnych zapadkowych;
- 4) oprócz szybkich wyzwalaczy elektromagnetycznych nadprądowych zachodzi potrzeba zbudowania nadprądowych wyzwalaczy elektromagnetycznych zwłocznym o charakterystyce prądowej zależnej; zastąpią one wyzwalacze i przekładniki ciepłe na małe prądy znamionowe, nie mające dostatecznej wytrzymałości zwarciovowej;

5) dostatecznie szeroki rząd wyzwalaczy i przekładników ciepłych należy uzupełnić przekładnikami wtórnymi z przekładnikami o rdzeniach przesyconych;

6) należy przystosować cieplną i dynamiczną wytrzymałość zwarciovą wyzwalaczy i przekładników ciepłych do wymaganej wytrzymałości zwarcioviej przynależnych łączników;

7) potrzebny jest jednolity typ łącznika pomocniczego o zdolności załączania i wyłączania co najmniej odpowiadającej wartości tabl. II;

8) konieczne jest opracowanie w dalszym etapie rzędu osłon uszczelnionych z blachy stalowej, umożliwiającego włączenie wyłączników w układ rozdzielni skrzynkowych, z których przez ewolucję powinny powstać kostkowe zespoły rozdzielcze w osłonach z blachy stalowej, eliminujące ciężkie i kosztowne rozdzielnice żeliwne;

9) opracować nowy typ przycisków ciężkich na podstawie jednolitego łącznika pomocniczego;

10) należy stworzyć rząd sterowników stycznikowych krzywkowych wykonanych ze znormalizowanych elementów stycznikowych, dostosowanych do potrzeb hutnictwa, portów i przemysłu okrętowego;

11) zachodzi potrzeba opracowania szeregu czujników;

12) przez opracowanie zasadniczych typów przekładników przemysłowych należy stworzyć podstawy automatyzacji.

Zadaniem wyposażenia jest przystosowanie łączników do wymagań odbiorcy i do warunków pracy. Szeroki zakres wyposażenia prawidłowej budowy stanowi ważny czynnik postępu technicznego, gdyż ułatwia i przyspiesza pracę biur projektowych i umożliwia lepsze wyzyskanie wszystkich możliwości urządzeń przemysłowych.

Różnorodność wyposażenia musi iść jednak w parze z ułatwieniem jego produkcji. Można to uzyskać przez jak najdalej posuniętą unifikację, normalizację i kostkową budowę sprzętu.

PROBLEMY SZKOLENIOWE W ELEKTROTECHNICE

MGR INŻ. WACŁAW FISCHER
Przewodniczący CKSzkE

Zagadnienia ogólne w dziedzinie szkolenia

Szkolenie po linii stowarzyszeniowej stopniowo i stale rozwija się pod względem ilości i jakości. Do akcji wciągnięto kolegów z oddziałów terenowych przez utworzenie ośrodków konsultacyjnych dla potrzeb Korespondencyjnych Kursów Przygotowawczych do egzaminu na stopień inżyniera elektryka i łączności oraz przez organizowanie w terenie i prowadzenie licznych kursów specjalizacyjnych na poziomie inżyniera i technika.

Ostatnio zarysowuje się bardzo istotna i interesująca zmiana nastawienia resortów w stosunku do uczestników kursów, a mianowicie ich praw, przywilejów i obowiązków. Ministerstwo Energetyki np. zamierza wprowadzić następujące nowe kierunki opieki i zobowiązań:

1. Przedsiębiorstwa wysuwają na podstawie narad roboczych w zakładach i wniosków załogi określoną liczbę kursantów.
2. Obok dotychczasowych ośrodków konsultacyjnych wprowadza się konsultacje na zakładach pracy; do prowadzenia ich będą zobowiązani odpowiedzialni pracownicy danego zakładu, lub większych zakładów sąsiednich.
3. Wydziały szkoleniowe zarządów i przedsiębiorstw są zobowiązane do sprawowania nadzoru i opieki nad kursantami we-

dlug list imiennych. Komórki powyższe zobowiązane są również do utrzymywania ciągłego kontaktu z miejscowym oddziałem SEP dla stałej opieki nad kursantami i interwencji w przypadkach złego przebiegu studiów.

4. Kierownik zakładu powinien interesować się ukończeniem studiów przez kursanta na równi z kursantem i realizować praktycznie powyższą zasadę. W szczególności jest on zobowiązany do bezpośredniej opieki nad podlegającymi mu służbowo kursantami, powinien równocześnie stawiać przed kursantami perspektywy awansu pod względem stanowiska i uposażenia po ukończeniu studiów. Pożądane jest, aby kierownik zakładu przystosowywał do biegu studiów teoretycznych kursanta jego praktykę zawodową.

Jest bardzo pożądane, aby w innych resortach zagadnienia kursów były stawiane w podobny sposób.

Następujące sprawy należy podać do wiadomości SEPów: 1) zagadnienia odczytowe i referat odczytowy włączono do Centralnej Komisji Szkolnictwa Elektrotechnicznego SEP; 2) w lutym b. r. zorganizowano naradę roboczą z referentami szkoleniowymi oddziałów SEP.

MGR INŻ. WACŁAW FISCHER

Zadania i podstawowe kierunki działalności terenowej w zakresie szkolenia zawodowego

Wytyczne dla referatów szkoleniowych oddziałów SEP*)

Głębokie przemiany w ustroju Polski Ludowej oraz świadomości społeczno-politycznej społeczeństwa polskiego w wyniku realizacji socjalizmu znajdują zasadnicze odbicie w działalności technicznych stowarzyszeń branżowych. Jej zasadniczy kierunek — szkolenie i doszkalanie zawodowe nie tylko swych członków, ale również szerokiej rzeszy fachowców na wszystkich stopniach od majstra do inżyniera — realizowany i rozwijany w coraz większym zakresie wskazuje dobitnie na pełną świadomość wśród polskiego świata technicznego, że wiedza jest wielkim i wspólnym dobrem całego społeczeństwa, że

przestała być udziałem nielicznej garstki wybranych, że współczesny świat techniczny odczuwa coraz żywszą potrzebę jej pogłębiania, rozwijania i rozpowszechniania celem stworzenia kadr potrzebnych do realizacji wspaniałych planów rozwoju gospodarki narodowej oraz do wprowadzenia postępu technicznego we wszystkich dziedzinach gospodarki.

Działalność szkoleniowa SEP rozwija się od połowy 1951 r. w terenie dzięki: a) utworzeniu stanowisk referentów szkoleniowych w oddziałach SEP, albo powierzeniu zadań szkoleniowych referentom odczytowym; b) tworzeniu i prowadzeniu specjalizacyjnych kursów krótkoterminowych; c) zorganizowaniu

*) Referat wygłoszony na naradzie szkoleniowej SEP 4.II.53.

i prowadzeniu ośrodków konsultacyjnych dla potrzeb Korespondencyjnego Kursu Przygotowawczego do egzaminu na stopień inżyniera elektryka i łączności.

Niektóre oddziały SEP, jak np. Warszawski, Stalinogrodzki, Lubelski, przystąpiły z wielkim zapałem i inicjatywą do rozwijania powyższych kierunków działalności i mają już zanotowane znaczne sukcesy. Duża liczba oddziałów wykazuje niezbyt aktywną, nawet bierną postawę wobec szeroko propagowanych ogólnie zadań szkoleniowych. Wreszcie kilka oddziałów, jak np. Białostocki, Łódzki, Jeleniogórski, nie wykazują żadnej działalności w zakresie szkoleniowym, co wiąże się również, zapewne nie przypadkowo, z kompletnym zastojem w ogólnej działalności tych oddziałów.

Zadaniem zwołanej narady roboczej jest: a) wspólne przeanalizowanie przyczyn złego lub niedostatecznego poziomu działalności szkoleniowej w większości oddziałów oraz ośrodków; b) w szczególności omówienie ośrodków usprawniających akcję specjalizacyjnych kursów krótkoterminowych oraz ośrodków konsultacyjnych; c) ustalenie innych ważnych kierunków, nieujawnianych w dotychczasowej działalności szkoleniowej oddziałów.

Ponieważ właściwym kierunkiem szkoleniowej działalności stowarzyszeń branżowych jest rozpowszechnienie akcji szkoleniowej w terenie tak głęboko, aby objęła ona wszystkich członków — zarówno chcących udzielić swej wiedzy i chcących ją pogłębić albo zdobyć; ponieważ świadomość ważności szkolenia, tkwiąca zapewne już dzisiaj w umysłach wszystkich członków SEP, powinna przemieniać się w czyn oraz stwarzać nurt potrzeb i nowych koncepcji, wpływających z dołu, z terenu do CKSzkE, wydaje się słuszne wysunięcie przez CKSzkE do dyskusji poniższych tez.

1. Każdy oddział powinien stworzyć formy organizacyjne, zabezpieczające aktywną terenową działalność szkoleniową. W tym celu należy powołać odrębnego referenta szkoleniowego przy zarządzie oddziału, a jedynie w małych oddziałach dopuszczalne jest powierzenie zagadnień szkoleniowych referentowi odczytawemu. Celem zwiększenia skuteczności działania referenta szkoleniowego czy szkoleniowo-odczytawego powinien mieć pełnomocnictwa do bezpośredniego porozumienia się z CKSzkE oraz Sekretarzem Generalnym SEP. Dla zapewnienia ciągłości działania stanowisko referenta szkoleniowego nie powinno podlegać zmianie wraz ze zmianą zarządu oddziału.

2. Każdy oddział SEP przeprowadzi w planie działalności

na 1953 r. co najmniej jeden kurs specjalizacyjny z dziedziny najbardziej właściwej w lokalnych warunkach.

3. Oddziały wyznaczone do prowadzenia ośrodka konsultacyjnego dla potrzeb Kursu Korespondencyjnego zapewnią najsprawniej jego działania w ramach określonych ogólnie wytycznych.

4. Każdy oddział SEP zorganizuje w planie działalności na 1953 r. zebrania dyskusyjne nad problemem szkolenia zawodowego w gronie członków zainteresowanych tym problemem. Na zebraniach należy podjąć oprócz tematów, aktualnych dla danego rejonu, poniższe tematy ogólnego charakteru.

a) Wnioski co do zreorganizowania Korespondencyjnego Kursu Przygotowawczego do egzaminu na stopień inżyniera elektryka i łączności pod względem zarówno poziomu i specjalizacji, jak i sposobu prowadzenia Kursu. Temat ten jest bardzo aktualny wobec przewidywanego organizowania w bliskim czasie III turnusu tego Kursu. Ponieważ jednak już na II turnus uczęszcza znaczna liczba kursantów, nie posiadających uprawnień do ubiegania się o tytuł inżyniera, określonych ustawą o stopniu inżyniera, istnieje tendencja stworzenia kursu, mającego na celu doksztalcenie i specjalizowanie techników, który równocześnie spełniałby rolę kursu przygotowawczego do egzaminu na stopień inżyniera. Również ważne byłoby wskazówki terenu co do poszerzenia zakresu działalności ośrodków konsultacyjnych. Opinie zebrań oddziałów na powyższy temat są pilne.

b) Krytyka specjalizacji oraz programów szkoleniowych na poziomie inżyniera i magistra. Ze względu na przewidywane wystąpienie do Ministerstwa Szkolnictwa Wyższego pożądany termin nadsyłania wyników zebrań do CKSzkE — najpóźniej koniec sierpnia br.

c) Nowe tematy krótkoterminowych kursów specjalizacyjnych; usprawnienia w metodyce prowadzenia kursów.

d) Krytyka programów wydawnictw technicznych albo ostatnich nowości wydawniczych głównie pod względem tematyki oraz dydaktyki. Krytykę tę zamierza się publikować w czasopismach technicznych.

e) Program działalności szkoleniowej oddziału na 1954 r., na 1953 r., na kwartał 1953 r.

Należy się spodziewać, że realizacja powyższych tez pozwoli w sposób bardziej zorganizowany i wydajny rozwijać akcję szkoleniową w terenie i zacieśnić współpracę w tym zakresie oddziałów z Centralną Komisją Szkolnictwa Elektrotechnicznego.

MGR INŻ. JÓZEF SREBRZYŃSKI

Działalność ośrodków konsultacyjnych*)

Szkolenie korespondencyjne jest szczególnym sposobem nabywania wiedzy. Odbiega ono wyraźnie od metod, do których przyzwyczajają szkoła normalna swego wychowanka, wyrabiająca w nim przeświadczenie, że słowo żywe trafia łatwiej do przekonania, a podręcznik stanowi zbiór wiadomości, z których tylko niektóre należy wykorzystać. Z tych względów niektórzy wykładowcy chętnie widzą opracowane przez słuchacza konспекty wykładów w formie skrótu niezbędnych wiadomości, pozbawione treści ogólnej.

Na kursach korespondencyjnych przygotowujących do egzaminu na stopień inżyniera przewiduje się szkolenie, mające na celu uzupełnienie wiadomości przeważnie teoretycznych oraz przyswojenie wiadomości z tych nowych dziedzin techniki, które rozwinęły się w tym czasie, kiedy kursant zajęty swą pracą zawodową nie mógł ich studiować. Dlatego CKSzkE, mająca zasadniczy wpływ na przyjęcie programów nauczania i zatwierdzająca układ podręczników dla kursów korespondencyjnych, dążyła do jak najszerzego uwzględnienia postulatu przygotowania podręcznika w ten sposób, aby mógł on zastąpić wykład, aby podkreślał ważniejsze wnioski i wzory, które należy sobie przyswoić, i wreszcie aby przygotował kursanta do samodzielnego rozwiązania zagadnień, z którymi się zetknie na terenie swej pracy zawodowej z uwzględnieniem czekającego go egzaminu przed komisją weryfikacyjno-egzaminacyjną na wyższej uczelni.

Mimo jednak tak przygotowanego doboru podręczników w formie specjalnie opracowanych skryptów wystąpiła konieczność stworzenia ośrodków konsultacyjnych, których głównym zadaniem jest uzupełnienie podanych wiadomości w formie żywego słowa, trafiającego łatwiej do słuchacza niż tekst pisany, zgodnie z nawykami, które studium nabył od lat najmłodszych.

Rozszerzając rolę ośrodków konsultacyjnych należy pamiętać, że mają one być przede wszystkim pomocą do usuwania wątpliwości, które występują u kursanta przy studiowaniu podręczników. Wątpliwości te mogą mieć charakter indywidualny, związany ze stopniem przygotowania i wiedzą kursanta, oraz zbiorowy, jeżeli jakieś zagadnienie jest przedstawione w podręczniku w sposób niejasny. Wobec tego kierownik przedmiotu w ośrodku konsultacyjnym ma możliwość, dzięki bezpośredniej wymianie uwag, zorientowania się, które ustępy podręcznika należy wyjaśnić w formie wykładu i jakie ćwiczenia należy przerabiać, aby systematycznie podnosić poziom umysłowy słuchacza, wreszcie przez bezpośredni kontakt kierownik wyjaśnia sobie braki, które należy uzupełnić w przedmiocie przezeń prowadzonym.

Ponieważ starszych wiekiem kursantów może kępować zadawanie przed audytorium pytań w sprawach wątpliwych, należy nawiązywać ze słuchaczami kontakt bezpośredni, eliminujący moment fałszywego wstydu i pozwalający na należyte wyjaśnienie wątpliwości. Stąd wynika dla referenta szkoleniowego oddziału SEP konieczność sprawdzania — przy wizytacji ośrodka konsultacyjnego — sposobu prowadzenia konsultacji oraz rzeczowego załatwiania spraw w sposób nie urażający niczyjej ambicji.

Ośrodki konsultacyjne powstały dopiero w drugim turnusie Kursów Korespondencyjnych. W pewnej mierze brak wszystkich skryptów, które były opracowywane w toku trwania szkolenia, również utrudniał tworzenie ośrodków. Obecnie istnieje 10 ośrodków konsultacyjnych w oddziałach, mających większą liczbę kursantów. Obok sprawozdawczości administracyjnej pożądane byłoby: ocena konsultacji przez referentów szkoleniowych z punktu widzenia fachowego, wykazanie korzyści osiągniętych przez kursantów, podanie opinii kursantów o konsultacjach, wiadomości o frekwencji itd. Wiąże się z tym ściśle wybór kie-

*) Referat wygłoszony na naradzie szkoleniowej SEP 4.II.53.

rowników przedmiotów, którymi mogą być rutynowani wykładowcy uczelni bądź inżynierowie specjaliści z ruchu. Wiadomości te byłyby pomocne przy organizowaniu dalszych ośrodków konsultacyjnych.

Sprawa programów na Kursach Korespondencyjnych została odgórnie rozwiązana przez CKSzkE. Programy rozesłane ośrodkom konsultacyjnym obowiązują w bieżącym okresie, ale mogą i muszą ulegać zmianom wynikającym z potrzeb i rozwoju naszej techniki. Bardzo pożądane byłyby sugestie osób biorących udział w szkoleniu co do modyfikacji programów z celem unowocześnienia i podniesienia poziomu szkolenia. Oczekujemy od referentów szkoleniowych odpowiednich wniosków, opracowanych na zebraniach roboczych oddziałów.

Sprawa powyższa wiąże się ściśle z przewidywaną przemianą korespondencyjnego kursu przygotowawczego do egzaminu na stopień inżyniera na kurs, uzupełniający wyszkolenie technika i inżyniera. Z tym musi być związana poważna zmiana programu, polegająca na rozszerzeniu poziomu naukowego, mo-

dyfikacji materiału nauczania, być może na zmianie czasu trwania kursu, wystawianiu ocen na świadectwach ukończenia kursu itd. Jest rzeczą prawdopodobną, że tak zmodyfikowany kurs byłby kursem korespondencyjnym, a częściowo również słuchowym. Stanowiłby on niewątpliwie twór przejściowy, z którego wyłonią się nowe formy organizacyjne. W tym wypadku rola ośrodków konsultacyjnych również uległaby zmianie. Planując na tak daleką metę rozwój naszych Kursów Korespondencyjnych winniśmy zawczasu przewidzieć, a tym samym wstępnie przedyskutować to zagadnienie.

Z podsumowania działalności ośrodków konsultacyjnych wyłaniają się następujące punkty do dyskusji: 1) najwłaściwszy sposób prowadzenia konsultacji w ośrodku, 2) dobór odpowiednich kierowników, prowadzących konsultacje w ośrodku, 3) sugestie ośrodków konsultacyjnych w sprawie modyfikacji programów nauczania, 4) kierunki rozwojowe ośrodków konsultacyjnych w miarę przekształcania się istniejących kursów inżynierskich.

INŻ. TADEUSZ DYMECKI

Zagadnienia kursów specjalizacyjnych krótko-terminowych w terenie*)

Przewidziane w Planie 6-letnim nowoczesne zakłady przemysłowe potrzebują wysoko kwalifikowanych i odpowiedzialnych pracowników dla terminowego wykonania i przekroczenia ustalonych zadań produkcyjnych. Wymaga to stałego i systematycznego szkolenia personelu z każdej dziedziny. Stowarzyszenia techniczne powinny podnosić kwalifikacje fachowe swych członków odpowiednio do najnowszych zdobyczy postępu technicznego. Szkolenie takie zapozna słuchaczy z osiągnięciami nowoczesnej techniki, ruchu racjonalizatorskiego i oszczędności w przemyśle.

SEP prowadzi akcję kursową w zasadzie na poziomie technika i inżyniera. Ponieważ życie gospodarcze kraju wymaga dopływu sił fachowych, na kursy mogą być przyjęci nie tylko technicy i inżynierowie, posiadający przygotowanie formalne, ale i inne osoby, wykonujące czynności powierzane zwykle technikom i inżynierom.

Opieka, organizowanie i finansowanie kursów poniżej poziomu technika należy do kompetencji Centralnego Urzędu Szkolenia Zawodowego i zainteresowanych działów gospodarki państwowej. Kursy organizowane przez SEP mają na celu uzupełnianie lub podnoszenie ogólnej wiedzy zawodowej albo też pogłębianie wiedzy fachowej w wąskiej specjalności. Krótko-terminowe kursy specjalizacyjne są formą szkolenia terenowego, najlepszą i najprostszą formą bezpośredniego wglądu w braki zawodowe danego terenu i doraźnego uzupełniania tych braków. CKSzkE pod tym właśnie kątem widzenia opracowała programy ramowe kilku wzorcowych kursów specjalizacyjnych i skierowała je do dyskusji i wykorzystania w terenie.

Do programów tych należą na kursach silnoprądowych: 1) Energetyka zakładu przemysłowego, 2) Energetyka skojarzona, 3) Zabezpieczenie sieci okręgowych, 4) Elektryczne metody obróbki metali; na kursach telekomunikacyjnych: 1) Konserwacja central telefonicznych, 2) Zasady budowy pomiarowych przyrządów łączności, 3) Budowa i kontrola łącznic i aparatów telefonicznych.

W przygotowaniu jest kurs silnoprądowy — Elementy bezpieczeństwa pracy przy projektowaniu i wykonawstwie instalacji oraz kurs telekomunikacyjny — Urządzenia zasilające łączności.

CKSzkE wysyłając programy w teren kierowała się nie chęcią narzucenia tematyki, lecz chęcią pomocy przez poddanie do dyskusji tematów, które wydają się najistotniejsze, oraz przez wzbudzenie w oddziałach poczucia celowości kursów w terenie.

Oddział terenowy zna najlepiej potrzeby swego okręgu i powinien w najstosowniejszej chwili stworzyć kurs odpowiedni dla danego terenu. Oddział powinien tak zorganizować kurs, żeby wyniki były jak najlepsze. Np. Oddział Zagłębia Węglowego przyjął program ramowy kursu „Energetyka zakładu przemysłowego”, celem tego kursu jest wyspecjalizowanie personelu nadzorującego w zakładach przemysłowych w dziedzinie gospodarki energią elektryczną i ciepłą. Według programu ramowego opracowano programy szczegółowe, wykłady i skrypty. Ponieważ okazało się, że ze względu na wybitnie przemysłowy charakter terenu punkt ciężkości zagadnień przesuwają się na

gospodarkę energią ciepłą, Oddział Zagłębia Węglowego zmodyfikował program ramowy odpowiednio do potrzeb i według tego programu prowadzi II turnus kursu już przy zdwojonej liczbie słuchaczy.

Niektóre oddziały, znając potrzeby swego terenu, wystąpiły z własnymi propozycjami stworzenia kursów: Oddział Warszawski urządził kurs „Projektowanie oświetlenia elektrycznego zakładów przemysłowych”, który cieszył się bardzo dużym powodzeniem i był bodźcem do stworzenia dalszego kursu — „Racjonalizacji oświetlenia w zakładach przemysłowych”; Oddział Bydgoski wobec ważności pełnego wyzyskania kotłów parowych, likwidowania marnotrawstwa paliwa i właściwego rozdziału energii cieplnej wystąpił z wnioskiem uruchomienia kursu „Automatyka kotłowa”; organizują lub projektują uruchomienie kursów Oddziały — Stalinogrodzki, Warszawski, Wałbrzyski, Lubelski, Szczeciński, Bydgoski, Krakowski, Olsztyński, Poznański, zapoznawszy się z instrukcją NOT, regulującą sprawy administracyjne, finansowe i inne.

Z pozostałych oddziałów niepokojąca jest obojętność i milczenie takich, jak Łódzki i Wrocławski. Oddziały te nie interesują się sprawą szkolenia, gdy we Wrocławiu potrzebny byłby np. kurs „Nowoczesna instalacja elektryczna w budynkach”, a w Łodzi, mającej kilkanaście elektrowni i kilkadziesiąt kotłowni, potrzebny byłby kurs „Energetyka zakładu przemysłowego” lub „Energetyka skojarzona”.

Oddział organizujący kurs powinien brać pod uwagę jakość i ilość sił wykładowych, które bardzo często ograniczają poziom, a nawet cel kursu. Kursy specjalizacyjne powinny pewną ilość czasu przeznaczać na ćwiczenia i dlatego należy liczyć się z możliwościami zorganizowania ćwiczeń. Kursy krótko-terminowe mogą doskonale wiązać wykłady teoretyczne z częścią praktyczną, czego dowodem jest nowy rodzaj kursu „Zasady budowy pomiarowych przyrządów łączności”, który na 40 godzin wykładów teoretycznych będzie miał 120 godzin ćwiczeń i zajęć praktycznych. Także II turnus kursu „Energetyka zakładu przemysłowego” w Stalinogrodzie i kurs „Elektryczne metody obróbki metali” połączone są z dużą ilością ćwiczeń.

SEP oczekuje, że wynikiem obecnej narady będzie zorganizowanie w terenie najpotrzebniejszych kursów krótko-terminowych. Do zaplanowania ich potrzebne są następujące informacje: 1) tematyka kursów interesujących dany okręg; 2) poziom słuchaczy i zakres ich wiedzy, do czego należy przystosować poziom ramowego i szczegółowego programu kursów; 3) zagadnienie stosunku godzin ćwiczeń laboratoryjnych do godzin wykładowych na tle warunków i możliwości miejscowych; 4) jakimi siłami wykładowymi (specjalnościami) oddział rozporządza; 5) najwłaściwsza liczba słuchaczy na kursie; 6) okres trwania kursu; 7) warunki finansowe; 8) sprawa wydawania skryptów i pomocy naukowych na kursie; 9) możliwości współpracy oddziałów SEP z zakładami pracy przez organizowanie specjalizacyjnych kursów przyzakładowych oraz odczytów szkoleniowych z interesującej zakład wąskiej specjalności.

Kursy specjalizacyjne są nie tylko szkołą zawodową, ale i szkołą wyrobienia obywatelskiego, szkołą człowieka pracy, świadomego swych celów i obowiązków, gospodarza kraju, idącego do dobrobytu i jasnej przyszłości — do socjalizmu.

*) Referat wygłoszony na naradzie szkoleniowej SEP 4.II.53.

Narada szkoleniowa SEP 4.II.53 (przebieg obrad)

W naradzie wzięli udział przedstawiciele oddziałów terenowych SEP, członkowie CKSze i Zarządu Głównego SEP oraz przedstawiciele NOT.

Po wysłuchaniu referatów kolegów W. Fischera, J. Srebrzyńskiego i T. Dymckiego odbyła się dyskusja, podzielona na 3 grupy zagadnień.

1. Sprawy szkoleniowe ogólne, zasadnicze

Kol. Karasiński (ZG SEP). Szkolenie należy do naczelných zadań Stowarzyszenia; tam, gdzie są możliwości trzeba nawiązać łączność ze związkami zawodowymi celem zorganizowania kursów na poziomie niższym niż poziom technika i inżyniera, tj. takich kursów, jakich NOT dotychczas nie obejmował swą działalnością.

Kol. Wróblewski (NOT). Analiza zagadnień finansowych kursów specjalizacyjnych wskazuje na konieczność silnej współpracy z resortami i zakładami pracy. Konieczne jest ostrożne planowanie liczby słuchaczy na kursie i odpowiedni dobór kandydatów.

Kol. Kędzierski (SEP, Łódź). Mała frekwencja na odczytach wywołana jest zbyt wysokim poziomem odczytów.

Kol. Zakrzewski (SEP, Poznań). Oddział Poznański opiera się w swej działalności na współpracy ze związkiem zawodowym i z zakładami pracy, na kołach zakładowych i rozwijaniu akcji odczytowej w zakładach pracy.

Kol. Kołodziejczyk (SEP, Gdańsk). Część odczytów powinna być na wyższym poziomie, szczególnie dla absolwentów uczelni, którzy pragnęliby zdobywać na odczytach wiadomości potrzebne do specjalizowania się.

Kol. Paweł (SEP, Stalinogród). Podobne narady szkoleniowe powinny odbywać się częściej, przynajmniej co 3 miesiące.

Kol. Fischer (ZG SEP). Dyskusja wykazała: 1) tezy wysunięte w referatach uznano za słuszne i przyjęte; 2) środki na realizację planów szkolenia terenowego nie mogą ograniczać tej akcji, lecz muszą być dostosowane do jej potrzeb; 3) rozszerzenie akcji kursów specjalizacyjnych wiąże się z koniecznością wejścia na zakład pracy; 4) narady szkoleniowe będą się odbywać co kwartał.

2 Sprawy ośrodków konsultacyjnych

Kol. Kaniak (SEP, Lublin). Kursanci proszą o terminowe dostarczanie skryptów.

Kol. Paweł (SEP, Stalinogród). Uczestnicy konsultacji mają najwięcej trudności z matematyką i narzekają na

złą stronę graficzną skryptów. Ośrodki nie mają, niestety, pełnego kompletu skryptów.

Kol. Karasiński (ZG SEP). Czynnione są starania o zwalnianie kursantów zmuszonych dojeżdżać do ośrodka, lecz koszty dojazdu mają ponosić sami kursanci.

Kol. Fischer (ZG SEP). Do komisji weryfikacyjno-egzaminacyjnych przy politechnikach będą wysyłane zaświadczenia, zawierające opinie o kursantach. Ponadto opinia o postępach kursanta w nauce będzie jednym z czynników, wpływających na zakwalifikowanie przez Komisję Kwalifikacyjną SEP.

Kol. Srebrzyński (CKSze). W czasie nauki nie udziela się urlopów, lecz kursant może otrzymać 3-tygodniowy urlop, kiedy ma przystąpić do egzaminu.

Kol. Kowalski (NOT). W związku z projektowanym utworzeniem politechniki korespondencyjnej, ośrodki konsultacyjne istniejące powinny stać się pomocą dla słuchaczy tej politechniki, a więc ośrodki powinny mieć charakter stały.

Kol. Zarnecki (ZG SEP). Należy liczyć się z obstrzeżeniem Ustawy o stopniu inżyniera. Wniosek zmiany charakteru kursów przygotowawczych na długoterminowe doskonalenie kadr technicznych zasługuje na poparcie.

Kol. Fischer (ZG SEP). Dyskusja stwierdziła: 1) należy doprowadzić do dobrego i sprawnego działania ośrodków; 2) pożądane jest zaplanowanie większej liczby godzin dla pracy ośrodków w przyszłym turnusie; 3) należy wprowadzić bezpośrednie sprawdzanie wiadomości słuchaczy drogą zdawania repetycji przez kursantów, bezpośrednio w ośrodkach; 4) należy rozważyć dopasowanie III turnusu, jako dwupoziomowego, do nowej sytuacji.

3. Sprawy kursów krótkoterminowych

Kol. Srebrzyński (CKSze). Liczbę kursów należy planować realnie: najwyżej dwa kursy równoległe na oddział.

Kol. Senator (SEP, Wałbrzych). Pożądane jest wprowadzenie silniejszego odświeżenia słuchaczy.

Kol. Turowski (SEP, Warszawa). Konieczne jest opracowanie jednolitego formularza świadectw.

Kol. Kędzierski (SEP, Łódź). Pożądane byłoby rozsyłanie przez CKSze do Oddziałów biuletynu szkoleniowego.

Kol. Fischer (ZG SEP). Z dyskusji wypływają następujące wnioski: 1) w akcji szkoleniowej winna obowiązywać rytmiczność działania; 2) należy znaleźć środki na to, aby słuchacze przechodzili żelazną kadrą przez cały kurs; 3) należy dokonywać selekcji słuchaczy, zabezpieczyć im przynależne przywileje w zakładzie pracy i szeroko stosować perswazję wobec kursantów.

Archiwum Elektrotechniki

Polska Akademia Nauk – Zakład

Badania Drgań i Zakład Elektroniki

Kolegium redakcyjne: profesorowie J. Groszkowski — przewodniczący, J. L. Jakubowski, B. Konorski, I. Malecki, P. Nowacki, P. Szulkin, St. Szpor. Tom I, rok 1952, zeszyt 1. — Spis rzeczy: J. Groszkowski. Generatory wielkiej stałości częstotliwości z ujemnym sprzężeniem zwrotnym. — I. Malecki. Wpływ kształtu membrany na jej promieniowanie akustyczne. — A. Smoliński. Wpływ pierwszego magnesowania na przenikalność magnetyczną.

Przedmowa: Jak udowodnił Pierwszy Kongres Nauk Polskiej, przemysł w Polsce międzywojennej będący na usługach kapitału prywatnego i w dużym zakresie zagranicznego celowo wytworzył próżnię w dziedzinie podbudowy naukowej. Polska Ludowa od pierwszych chwil swego istnienia rzuciła wielkie środki materialne, aby wypełnić tę próżnię. Liczba wydziałów elektrycznych i łączności w politechnikach wynosi obecnie 11 zamiast 2 w okresie międzywojennym. Odpowiednio powiększyła się liczba katedr prowadzących badania naukowe. Powstał naukowy Instytut Elektrotechniki związany ściśle z przemysłem elektrotechnicznym i energetyką. Instytut Łączności i Przemysłowy Instytut Telekomunikacji pracują nad zagadnieniami, o których trudno było myśleć przed wojną. Wreszcie Polska Akademia Nauk powołała ostatnio dwie placówki związane z elektrotechniką: Zakład Elektroniki i Zakład Badania Drgań z pracownią Elektroniki Teoretycznej.

Obecne wyekwipowanie placówek naukowych pozwala na wykonywanie prac na najwyższym poziomie, na przykład na badania udarowe wysokonapięciowe za pomocą generatora na 2,8 MV, 32 kW, badanie sieci elektrycznych za pomocą analizatorów prądu zmiennego, wykonywanie lamp elektronowych specjalnej konstrukcji.

Obrazem niskiego poziomu naukowego okresu międzywojen-

nego było piśmiennictwo. Nieliczne prace naukowe musiały być publikowane za granicą wobec braku odpowiedniego organu lub też trafiały do „Przeglądu Elektrotechnicznego” bądź „Przeglądu Telekomunikacyjnego”, gdzie długo musiały czekać na ukazanie się.

„Archiwum Elektrotechniki” powołane przez Wydział Nauk Technicznych Polskiej Akademii Nauk ma za zadanie wypełnienie istniejącej dotąd luki w piśmiennictwie przez publikowanie prac na najwyższym poziomie. W pierwszym rzędzie będą to prace odzwierciedlające realizację planów Komitetu Elektrotechniki i zakładów badawczych Polskiej Akademii Nauk.

Komitet Elektrotechniki opracował plan zagadnień szczególnie ważnych, obejmujących dziedzinę energetyki, telekomunikacji, przemysłu elektrotechnicznego oraz automatyzacji procesów produkcyjnych; racjonalne rozwiązywanie tych zagadnień powinno się opierać na silnej podbudowie teoretycznej, dotychczas u nas zaniebdywanej i postawionej na zbyt niskim poziomie. Ta podbudowa musi być w szybkim tempie przygotowana i właśnie przede wszystkim dla tych prac łamy „Archiwum Elektrotechniki” stoją otworem.

Należy jednak zdawać sobie sprawę, że osiągnięcie najwyższego poziomu nie jest rzeczą łatwą i nie od razu nastąpi. Nie mniej, postawione zadanie zmierza do osiągnięcia wielkich celów, które wskazał Prezydent Bolesław Bierut w liście do I Kongresu Nauki Polskiej.

„Cel i zadania nauki polskiej polegają w pierwszym rzędzie na tym, aby narodowi wyzwolonomu z pęt wyższu i tyranii kapitalistów swoich i obcych pomóc w szybkim zlikwidowaniu ponurej spuścizny zacofania w produkcji, w technice, w rozwoju jego sił wytwórczych, jak również w podniesieniu jego kultury i warunków bytu.”

BIULETYN INSTYTUTU ELEKTROTECHNIKI

Rok VII — nr 46

Warszawa, Piękną 68

Lipiec 1953 r.

Zakład Automatyki
i Miernictwa Elektrycznego

UDOSKONALENIA MIERNIKÓW ELEKTROMAGNETYCZNYCH

Mierniki elektromagnetyczne (o ruchomym rdzeniu) wyróżniają się prostotą budowy mechanizmu pomiarowego, łatwością wykonania, małym zużyciem materiałów i, co za tym idzie, taniością. Dlatego ważne jest stosowanie ich w jak najszerszym zakresie, wyzyskanie wszystkich możliwości zastosowań.

Jako przyrządy tablicowe prądu zmiennego od dawna znalazły szerokie rozpowszechnienie i wyparły inne typy mierników. Mogą też być budowane dla prądu stałego oraz jako mierniki precyzyjne nawet najwyższej klasy dokładności 0,2.

W przeciwieństwie do prostej budowy właściwości i teoria mierników elektromagnetycznych są skomplikowane, literatura na ten temat jest nieliczna i obejmuje tylko fragmenty zagadnienia, spotyka się twierdzenia błędne lub sprzeczne. Udoskonalenia i nowe zastosowania mierników wymagają jednak dokładnego poznania ich właściwości i zależności teoretycznych.

Z powyższych względów Zakład Automatyki i Miernictwa El. poświęcił miernikom elektromagnetycznym kilka prac o charakterze częściowo praktycznym, częściowo teoretycznym. Pierwszym zagadnieniem było ustalenie, w jakim stopniu materiał użyty na rdzeń ruchomy wpływa na dokładność mierników prądu zmiennego. Odpowiedź na to pytanie była sprawą pilną dla przemysłu z względu na brak wysokogatunkowych materiałów magnetycznych nie produkowanych w kraju. Obliczenia i pomiary wykazały zgodnie, że nie ma przeszkód w zastosowaniu na rdzenie mierników tablicowych prądu zmiennego zwykłej stali węglowej miękkiej.

Wpływ żelaza na własności miernika najprościej można wyjaśnić w następujący sposób: odchylenie wskazówki, spowodowane odpychaniem się namagnesowanych przez prąd rdzeni, zależy od wartości indukcji magnetycznej w tych rdzeniach. Wskazania miernika są prawidłowe, jeżeli indukcja magnetyczna jest proporcjonalna do prądu w cewce. Amperozwoje cewki (a więc i prąd mierzony) można podzielić na dwie części: amperozwoje dla drogi strumienia magnetycznego w żelazie i w powietrzu. Część prądu mierzonego potrzebna na namagnesowanie rdzeni (rzędu paru procentów) nie jest proporcjonalna do indukcji wskutek zakrzywienia charakterystyki magnesowania oraz histerezy i powoduje uchyby wskazań. Przy prądzie stałym wskazania są różne zależnie od tego, czy prąd maleje, czy też rośnie; przy prądzie zmiennym występuje wpływ kształtu krzywej mierzonego prądu. Prąd o tej samej wartości skutecznej daje mniejsze lub większe odchylenie wskazówki zależnie od kształtu krzywej. Im krzywa jest bardziej spiczasta, tym wyższe wartości osiąga indukcja magnetyczna w rdzeniach. Na początkowej części krzywej magnesowania daje to wzrost wskazań (przenikalność magnetyczna rośnie), na górnej części natomiast — zmniejszenie wskazań przy spiczastej krzywej (nasylenie żelaza, spadek przenikalności). Wpływ kształtu krzywej w normalnych warunkach jest nieznaczny, trzeba się z nim liczyć tylko w miernikach precyzyjnych. Pewna zmiana wskazań może też nastąpić po silnym przeciążeniu wskutek trwałego namagnesowania się części żelaznych miernika. Jak stwierdzono, zjawisko to nie ma większego znaczenia przy prądzie zmiennym.

Rozważania powyższe prowadzą do wniosku, że zbudowanie precyzyjnego miernika elektromagnetycznego na prąd zmienny nie przedstawia specjalnych trudności. Oprócz wymienionych czynników niezmiennie ważne jest jeszcze zmniejszenie wpływu zewnętrznych pól magnetycznych, na które mierniki elektromagnetyczne są bardzo wrażliwe. Można to uzyskać za pomocą osłon magnetycznych lub układu astatycznego cewek (dwie jednakowe cewki tak ze sobą połączone, że ich pola mają przeciwny kierunek).

Jednakże precyzyjne mierniki prądu zmiennego są skalowane prawie zawsze prądem stałym metodą kompensacyjną ze względu na dużą dokładność tej metody i brak równie dokładnych metod prądu zmiennego. Skalowanie prądem stałym jest możliwe, jeżeli przy zachowaniu określonej metody postępowania otrzymuje się zgodność wskazań ze wskazaniami przy prądzie zmiennym. Aby jednak miernik mógł służyć i do p o m i a r ó w przy prądzie stałym, występujące tu dodatkowe uchyby

muszą się mieścić w dopuszczalnych granicach niezależnie od warunków pomiaru.

Dodatkowe uchyby, występujące przy prądzie stałym, są to: wpływ kierunku prądu, uchyb histerezy magnetycznej, wpływ przeciążenia. Produkowane przez firmy zagraniczne mierniki elektromagnetyczne klasy 0,2, choć mają na skali oznaczenia obu rodzajów prądu (stały i zmienny), przeważnie mogą być tylko sprawdzone prądem stałym. Ich dodatkowe uchyby wymienione wyżej przekraczają znacznie wartości dopuszczalne dla klasy 0,2. Na przykład jeden ze zbadanych mierników wykazywał wpływ kierunku prądu dochodzący do 1% końcowej wartości podziałki, drugi natomiast — uchyb histerezy 0,6%. Wpływ kierunku prądu daje się wyeliminować przy skalowaniu lub sprawdzaniu przez dwukrotny pomiar przy dwu kierunkach prądu i wzięcie średniej, uchyb histerezy — przez kilkakrotne włączanie i wyłączanie prądu przed odczytem. Tego rodzaju postępowanie przy pomiarach jest jednak nie do pomyślenia.

Wady te świadczą o trudności jednoczesnego spełnienia wszystkich wymagań stawianych miernikom klasy 0,2.

Wpływ kierunku prądu spowodowany bywa ziemskim polem magnetycznym lub trwałym namagnesowaniem żelaznych części miernika. Wpływ pola ziemskiego, jak i innych pól magnetycznych zewnętrznych, daje się zmniejszyć przez zastosowanie ekranu. Jednakże ekran może ulec trwałemu namagnesowaniu powodując dodatkowy uchyb. Prócz tego ekran powoduje wzrost uchybu histerezy, gdyż strumień magnetyczny cewki miernika musi się przezeń zamknąć. Wad tych nie ma układ astatyczny, uważany jednak za mniej skuteczny.

Jak wykazały przeprowadzone badania, na właściwości miernika precyzyjnego wpływają w znacznym stopniu wszystkie części żelazne, jak na przykład ekran, stalowa ośka itp. Ograniczenie się do rozpatrywania tylko wpływu kształtu i materiału rdzeni jest niesłuszne. Wzory na uchyb histerezy podawane w literaturze mają z tego powodu ograniczone zastosowanie. Jako przykład może służyć jeden ze zbadanych mierników produkcji obcej: po zdjęciu ekranu uchyb histerezy (różnica wskazań dla tej samej wartości prądu przy odchyleniu wzrastającym i malejącym) zmniejszył się z 0,6% do 0,3%. W amperomierzu produkcji krajowej z ośką stalową uchyb histerezy wynosił 0,7%, a po zastąpieniu ośki stalowej przez mosiężną wzrósł do 2,1%. Jak widać, ośka stalowa wywiera działanie przeciwne — zmniejsza uchyb histerezy — co tłumaczy się tym, że ośka bocznikuje strumień magnetyczny, przenikający przez rdzeń miernika i wytwarzający moment obrotowy. Zjawisko to można by wykorzystać do skompensowania histerezy rdzeni, gdyby nie to, że ośka stalowa ulega łatwo trwałemu namagnesowaniu, na przykład przy przeciążeniu, i staje się powodem zależności wskazań od kierunku prądu. Prócz tego kompensacja jest całkowita tylko dla jednego punktu podziałki i dla określonego cyklu zmian prądu. Pętla histerezy dla stali ma bowiem inny kształt niż dla materiałów magnetycznie miękkich, z których wykonywa się rdzenie.

Wpływ zewnętrznych pól magnetycznych jest ograniczony przez przepisy niezależnie od klasy miernika do 3% (przy natężeniu pola zewnętrznego 5 erst). Wartość ta jest uzasadniona z punktu widzenia producentów, dla użytkowników mierników precyzyjnych jest jednak bardzo niekorzystna. W warunkach laboratoryjnych jest bardzo trudno, a nieraz niemożliwe z braku miejsca, ustrzec się wpływu pól rozproszenia przewodów, transformatorów, innych mierników itd. W nowszych konstrukcjach mierników precyzyjnych widać dążenie do jak największego ograniczenia wpływu pól magnetycznych. Mierniki elektromagnetyczne nieastatyczne i nieekranowane wykazują wpływ pól zewnętrznych od 6 do 10% (w najniekorzystniejszych warunkach). W 2 zbadanych miernikach astatycznych produkcji obcej stwierdzono zmniejszenie tego wpływu do 2,7% i 3%, a w 2 miernikach ekranowanych — do 1,4% i 1,8%. Dopiero zastosowanie w jednym z mierników produkcji obcej obu sposobów jednocześnie dało praktycznie zniesienie wpływu pola zewnętrznego (<0,3%) kosztem jednak znacznego uchybu histerezy (0,6%) i skomplikowanej konstrukcji.

Przy badaniu wpływu zewnętrznego pola magnetycznego należy rozważyć następujące przypadki: a) pole jednorodne i pole niejednorodne, b) pole o kierunku zgodnym z polem własnym cewki miernika i o dwu kierunkach prostopadłych do pola własnego, c) przy prądzie zmiennym różne fazy prądu w cewce miernika względem fazy pola obcego, przy prądzie stałym dwa kierunki prądu w cewce miernika, d) różne odchylenia wskazówki miernika.

Badania wykazały, że największy wpływ na mierniki niestandardowe ma z reguły pole o kierunku zgodnym z polem własnym; jednak w niektórych przypadkach pole prostopadłe ma wpływ nie wiele mniejszy, przy tym niezależny od kierunku prądu w cewce miernika (przy obu kierunkach prądu wskazania pod wpływem pola obcego wzrastają). Oczywiście, układ astatyczny jest w tych razach nieskuteczny, bo odwrócenie kierunku prądu w jednej z cewek nie nie zmienia.

Istnieją znaczne różnice, jeżeli chodzi o wpływ pól magnetycznych, pomiędzy trzema zasadniczymi odmianami konstrukcyjnymi mierników elektromagnetycznych: o rdzeniu odpychanym, o rdzeniu wciągającym i o cewce ukośnej. Najkorzystniej

przedstawia się miernik o rdzeniu wciągającym (z płaską cewką). Wpływ pola prostopadłego jest bardzo nieznaczny, wpływ pola o kierunku zgodnym z polem własnym — teoretycznie o połowę mniejszy niż innych. Ponieważ ta konstrukcja wyróżnia się również mniejszym (teoretycznie o połowę) uchybem histerezy, wydaje się, że jest to właściwe rozwiązanie dla miernika precyzyjnego. Celowe jest przy tym zastosowanie układu astatycznego. W miernikach tablicowych zaniechano co prawda stosowania mechanizmu o rdzeniu wciągającym na korzyść mechanizmu o rdzeniu odpychanym (o cewce okrągłej), jednak zdecydowały o tym względy konstrukcyjne i technologiczne.

S. D.

Wydawnictwa nadesłane

SKOWROŃSKI JERZY. MATERIAŁOZNAWSTWO ELEKTRYCZNE. Część I: Materiały przewodzące. 1952, Warszawa, Państwowe Wydawnictwa Szkolnictwa Zawodowego. Format B5, str. 228, rys. 66, cena zł 9,70. — Spis rzeczy: Metale. Metale przewodzące i konstrukcyjne. Materiały magnetyczne. Materiały oporowe. Materiały stykowe. Materiały na ogniwa termoelektryczne. Bimetały. Materiały pomocnicze. Półprzewodniki. — Z przedmowy autora: Podręcznik niniejszy ma na celu podanie wiadomości o surowcach przemysłu elektrycznego w zakresie potrzebnym do rozumienia ich użytkowania. Przeznaczony jest w zasadzie dla kształcących się do zawodu technika-elektryka, może być jednak przydatny również dla studentów wydziałów elektrycznych i energetycznych szkół inżynierskich.

OBRAPALSKI JAN, prof. Politechniki Śląskiej. GOSPODARKA ENERGETYCZNA. 1953, Warszawa, Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Format B5, str. 336, cena zł 31. — Spis rzeczy: Źródła energii. Sposoby wykorzystania głównych form energii. Siły wodne. Gospodarka energetyczna w zakładach przemysłowych. Ogrzewnictwo i ciepłownia. Gospodarka elektryczna. Gazownictwo. Przesyłanie energii elektrycznej prądem stałym. — Informacje wydawcy: Książka obejmuje całość gospodarki energetycznej, zarówno w energetyce zawodowej (elektrownie ciepłowne i wodne oraz ciepłownie), jak i w energetyce przemysłowej. Szerzej została potraktowana gospodarka elektryczna według jej współczesnych tendencji rozwojowych. Książka przeznaczona jest dla inżynierów energetyków oraz dla studentów ostatniego roku oddziałów energetycznych na wyższych uczelniach technicznych.

GROSKOWSKI JANUSZ, inż., prof. Politechn. Warsz. TECHNOLOGIA WYSOKIEJ PRÓŻNI. 1953, Warszawa, Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Format B5, str. 348, rys. 84, cena 36 zł. — Spis rzeczy: Wiadomości wstępne. Wstęp. Ważniejsze wyniki rozważań kinetycznej teorii gazów. Przepływ gazu przez przewody i otwory. Zjawiska elektryczne w gazach rozrzedzonych. — Wytwarzanie próżni. Wstęp. Pompy działające na zasadzie wzrostu objętości. Pompy działające na zasadzie porywania cząstek gazu przez ruchomą powierzchnię. Pompy działające na zasadzie porywania cząstek gazu przez strumień cieczy. Pompy działające na zasadzie porywania cząstek gazu przez strumień pary. Współpraca pomp dyfuzyjnych z pompami obrotowymi. Przykłady. — Pomiar próżni. — Próżniomierze. Próżniomierze kompresyjne. Próżniomierze ciepło-przewodnościowe. Próżniomierze jonowe. Próżniomierze termomolekularne. Próżniomierze lepkościowe. Pomiar szybkości pompowania. Uwagi końcowe. — Polepszanie wysokiej próżni. Polepszanie próżni przez pochłanianie. Polepszanie próżni przez wyrażanie. — Utrzymywanie wysokiej próżni. Szkła stosowane w technice próżni. Materiały ceramiczne stosowane w technice próżni. Spajanie szkła z materiałami ceramicznymi. Spajanie szkła z metalem. Spajanie materiałów ceramicznych z metalami. Odgazowywanie materiałów dla potrzeb wysokiej próżni. — Aparatura próżniowa. Przewody próżniowe i urządzenia rozdzielcze. Elementy pomocnicze aparatury próżniowej. Wgrzewanie na pompie. Określenie stanu próżni za pomocą wyładowań elektrycznych. Wykrywanie nieszczelności. Opisy aparatów wysokiej próżni. Metalizowanie próżniowe. — Informacja wydawcy: Książka przeznaczona jest dla inżynierów i techników, mających do czynienia z technologią wysokiej próżni, oraz dla osób, które studiują tę dziedzinę.

Stowarzyszenie Elektryków Polskich. Polski Komitet Oświetleniowy. OŚWIETLENIE ZAKŁADÓW PRZEMYSŁOWYCH. 1953, Warszawa, Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Format A5, str. 336, cena zł 20,50. — Spis rzeczy: A. Wiadomości ogólne. Baran I. Korzyści wynikające z dobrego oświetlenia. — Szmyt J. Oko i widzenie. — Baran I. Fizyka światła. — Oleszyński T. Podstawowe wielkości i jedno-

stki w technice świetlnej. — B. Oświetlenie elektryczne. Arendt A. Elektryczne źródła światła. — Marciniak H. Oprawy oświetleniowe. — Felhowski W. Zasady dobrego oświetlenia. — Oleszyński T. Projektowanie urządzeń oświetleniowych w zakładach przemysłowych. — Marciniak H. Obsługa i konserwacja urządzeń oświetleniowych. — Felhowski W. i Jaworski S. Instalacje elektryczne do światła. — C. Oświetlenie dzienne. Baran I. Obliczanie oświetlenia dziennego. — Baran I. Urządzenia oświetlenia dziennego. — Baran I. Konserwacja i eksploatacja urządzeń oświetleniowych. — Informacja wydawcy: Książka jest przeznaczona dla projektujących i eksploatujących urządzenia oświetleniowe w zakładach przemysłowych.

LIS BRONISŁAW, mgr inż. LICZNIKI ENERGII ELEKTRYCZNEJ. Działanie — użytkowanie — instalowanie. 1953, Warszawa, Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Format A5, str. 140, rys. 90, cena 7,50 zł. — Spis rzeczy: Zasada działania i budowa licznika prądu zmiennego. Rodzaje i typy liczników. Zegary przełączające. Liczniki na większe natężenie prądu i wyższe napięcie. Układy połączeń liczników. Błędy w połączeniach liczników. Transport liczników. Instalowanie liczników. Wyłączanie liczników. Odczytywanie liczników. Kontrola liczników u drobnych odbiorców. Kontrola liczników u wielkich odbiorców. Dodatek: Przepisy bezpieczeństwa pracy przy robotach specjalnych. Granice błędów (uchybów) liczników energii elektrycznej. — Informacja wydawcy: Książka przeznaczona jest dla monterów-licznikowców oraz inżynierów zatrudnionych przy obsłudze liczników energii elektrycznej. Korzystać z niej może również personel kierowniczy obsługi odbiorców.

WALENTYNOWICZ BOHDAN, mgr inż., ŻMIGRODZKI WACŁAW, mgr inż. APARATY ELEKTRYCZNE NISKIEGO NAPIĘCIA. 1952, Warszawa, Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Format A5, str. 392, cena zł 21,50. — Spis rzeczy: Wiadomości ogólne o aparatach niskonapięciowych. Materiały i główne części składowe stosowane w aparatach. Przybory instalacyjne. Łączniki ręczne. Zadania zabezpieczające aparatów elektrycznych. Aparaty samoczynne. Zadania sterownicze aparatów. Aparaty sterowane. Bezpieczniki. Wyzwalacze i przełączniki. Wyłączniki zapadkowe. Napędy wyłączników zapadkowych. Styczniki. Układy stycznikowe. Aparaty rozruchowe i regulacyjne do maszyn elektrycznych. Aparaty dźwigowe. Aparaty trakcyjne. Skrzynkowe urządzenia rozdzielcze. Urządzenia tablicowe. Instalowanie aparatów elektrycznych. Bezpieczeństwo pracy przy aparatach niskonapięciowych. — Informacja wydawcy: Książka przeznaczona jest jako podręcznik zastępczy dla uczniów wydziału aparatów elektrycznych niskiego napięcia zasadniczych szkół elektrycznych oraz jako książka pomocnicza dla uczniów pozostałych wydziałów zasadniczych szkół elektrycznych jak również dla uczniów techników elektrycznych i elektryczno-energetycznych.

WIERCIAK JAN, mgr inż. KABLE I PRZEWODY. 1952, Warszawa, Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Format A5, str. 264, rys. 110, cena zł 8,60. — Spis rzeczy: Podstawowe wiadomości o wyjściowych procesach przygotowania metali używanych na żyły przewodzące. Podstawowe pojęcia o budowie kabli elektroenergetycznych i teletechnicznych oraz przewodów. Konstrukcja i budowa kabli i przewodów oraz ich znakownictwo. Produkcja kabli elektroenergetycznych, teletechnicznych i przewodów. Kontrola techniczna kabli elektroenergetycznych, teletechnicznych i przewodów. Transport, układanie oraz eksploatacja kabli i przewodów. — Informacja wydawcy: Praca zawiera wiadomości dotyczące surowców, maszyn i urządzeń, procesów technologicznych oraz budowy kabli i przewodów elektrycznych. Podaje również wiadomości z dziedziny znakownictwa transportu, montażu i eksploatacji kabli i przewodów. Książka zatwierdzona do użytku szkolnego w charakterze podręcznika dla uczniów wydziału kabli i przewodów zasadniczych szkół kierunku elektrycznego.

PRZEGLĄD DOKUMENTACYJNY ELEKTROTECHNIKI

opracowany przez OŚRODEK DOKUMENTACJI ELEKTROTECHNIKI
Dodatek do miesięcznika PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

Rocznik 5

Warszawa, lipiec 1953 r.

Nr 7

Gwiazdkami obok porządkowych liczb artykułów, oznaczone są publikacje znajdujące się w bibliotece
Instytutu Elektrotechniki

Wiadomości ogólne

313* 621.3.002.3 D1
Hering H.: **Materiały**. „Werkstoffe“ ETZ-A, Wuppertal, dwutyg., r. 73, Nr 18, wrzes. 52, s. 608; A4, 1 str. — Próby zastąpienia ołowianego płaszczka kabla płaszczem stalowo-aluminiowym. Zwiększenie zużycia selenu i germanu do budowy prostowników. Udoskonalenie materiałów magnetycznych (Alnico). Stosowanie gazów sprężonych do izolacji kabli. Rozwój dielektryków kondensatorów o wysokiej stałej dielektrycznej (chloropochodne). Coraz szersze zastosowanie sylikonu.

314* 621.31.027.3/7 D1
Lesch G.: **Technika wysokich napięć**. „Hochspannungstechnik“ ETZ-A, Wuppertal, dwutyg., r. 73, Nr 18, wrzes. 52, s. 600; A4, 1,5 str., 7 poz. bibl. — Zagadnienia wysokonapięciowe linii na 380 kV. Wpływ uziemienia punktu zerowego na dobór poziomów izolacji. Opracowywanie prób udarowych. Konstrukcja przepustów o polu sterowanym. Skrócenie czasu własnego wyłączników. Ponadto wspomniano o zagadnieniach: ochrony za pomocą odgromników, rozwoju konstrukcji przekładników, budowy izolatorów liniowych, metod badań wysokonapięciowych i innych.

315* 621.3.047.2:621.3.017 D1
Markov M.: **Straty i nagrzewanie się komutatorów**. „Ztráty a otepleni komutátorů“. Elektrotechn. Obz., Praha, mies., t. 41, Nr 1, stycz. 52, s. 35; A4, 4 str., 6 wyrk., 1 tabl., 11 poz. bibl. — Straty przejścia i wpływ na nie prądu, docisku szczotek i prędkości obwodowej komutatora. Straty tarcia szczotek. Odprowadzanie ciepła z komutatora i obliczanie jego przyrostu temperatury. Przykład obliczania nagrzewania się komutatora.

316* 621.312:621.755.519.2 D1
Strauch H.: **Próby przy odbiorze w świetle statystycznej metody badań**. „Abnahmeprüfung im Lichte der statistischen Forschungsmethode“. ETZ-A, Wuppertal, dwutyg. r. 73, Nr 17, wrzes. 52, s. 542; A4, 3,25 str., 7 rys., 14 poz. bibl. — Zagadnienie oceny jakości przy masowej produkcji. Metoda próby przypadkowych elementów i ocena całości na podstawie rachunku prawdopodobieństwa — rozkład Bernouillego. Określenie prawdopodobieństwa uzyskania nieodpowiedniego materiału (tzw. ryzyko odbiorcy) na podstawie prawa Poissona. Wprowadzenie systemu próby podwójnej i zalety tego systemu.

Maszyny elektryczne

317* 621.313.025.3:621.316.576.078 D1
Francuzow E. M.: **Samoczynne powtórne włączenie silników elektrycznych**. „Автоматическое повторное включение электродвигателей“ Elektr. Stancji, Moskwa, mies. Nr 7, lip. 52, s. 59; A4, 0,9 str., 2 rys. — Układ do samoczynnego włączania silników po ustąpieniu zaniku napięcia powstającego podczas zwarcia. Zalety i prostota układu. Zadowalające wyniki działania układu w warunkach eksploatacji. Możliwość stosowania układu dla silników dużej mocy.

318* 621.313.126:621.316.722:621.316.842 D1
Sokołow N. I.: **Zastosowanie oporów nieliniowych dla zwiększenia stateczności wzbudnic prądnic synchronicznych**. „Применение нелинейных сопротивлений для повышения устойчивости возбуждителей синхронных генераторов“. Elektr. Stancji, Moskwa, mies., Nr 8, sier. 52, s. 34; A4, 3 str., 2 rys., 5 wyrk., 1 poz. bibl. — Sposób uzyskiwania statecznej pracy wzbudnic przy dużym zakresie regulacji napięcia przez włączenie w obwód wzbudzenia oporów o dużym dodatnim lub ujemnym cieplnym współczynniku oporności. Metoda projektowania takiego opornika wykonanego z drutu stalowego.

319* 621.313.32.028:624.317.6 D1
Picchi M.: **Przyczynę doświadczalną do badania oporności synchronicznych maszyn różnej konstrukcji**. „Contributo sperimentale allo studio delle reattanze sincrone della macchine anisotrope e isotrope“. Energia elettr., Milano, mies., t. 29, Nr 7, lip. 52, s. 427; A4, 11 str., 10 fot., 6 rys., 13 wyrk., 15 poz. bibl. — Wyniki pomiarów oporności synchronicznej podłużnej i poprzecznej maszyny o 2 wymiennych wirnikach: z biegunami utajonymi i z biegunami wydajnymi. Oporności synchroniczne wyznaczono mierząc kąt obciążenia. Dla wirnika z biegunami utajonymi wprowadzono pomiary wykonane poprzednią metodą za po-

mocą galwanometru balistycznego. Oscylograficzne wyznaczenie rozkładu indukcji w szczelinie powietrznej dla obydwu wirników.

320* 621.313.322.044.53:516 D1
Kucera J.: **Wirujący układ współrzędnych w analizie tensorowej maszyn elektrycznych**. „Les repères tournants dans l'analyse tensorielle des machines électriques“. Rev. gen. Electr., Paris, mies., t. 61, Nr 7, lip. 52, s. 325; A4, 13 str., 7 rys., 2 poz. bibl. — Zastosowania praktyczne rachunku tensorowego w teorii maszyn elektrycznych prądu zmiennego. Związek pomiędzy nowoczesną geometrią a teorią maszyn elektrycznych. Układanie macierzy oporności i przewodności dla maszyn elektrycznych oraz ich przekształcenie. Przykład zastosowania ogólnej teorii w przypadku maszyn synchronicznej z biegunami wydajnymi: macierze oporności i przewodności oraz wykres prądu.

321* 621.313.322.1:621.3.018.6 D1
Finow K. T.: **Zmienne drgania prądnic turbinowych**. „Pieremien-naja wibracija turbogeneratorow“. Elektr. Stancji, Moskwa, mies., Nr 8, sier. 52, s. 58; A4, 0,7 str. — Opisano przypadki powstawania drgań prądnic turbinowych. W pierwszym przypadku drgania wywołane były niewłaściwym pasowaniem wału i piasty wieńca łopatek turbiny. W drugim przypadku przyczyną drgań było zwarcie międzyzwojowe w wirniku, w trzecim zaś przypadku nieprawidłowe ustawienie łożyska.

322* 621.313.322.2:621.316.729 D1
Fajnsztejn E. G.: **Synchronizacja z gruba prądnicy napędzanej turbiną wodną i wzbudzanej z oddzielnego zespołu**. „Самосинхронизация гидрогенератора с агрегатом возбуждения“ Elektr. Stancji, Moskwa, mies., Nr 7, lip. 52, s. 43; A4, 1,5 str., 2 rys., 2 wyrk. — Zagadnienie synchronizacji prądnicy przy bezpośrednim jej włączeniu na sieć w przypadku, kiedy zamiast wzbudnicy przewidziany jest oddzielny zespół wzbudzający. Rozpatrzono dwa przypadki: gdy zespół wzbudzający zasilany jest z oddzielnej prądnicy oraz gdy zasilanie silnika zespołu odbywa się z zacisków wzbudzanej prądnicy.

323* 621.313.322.2:621.316.729 D1
Turkija G. E., Cagarejszwili G. N., Elkin S. R.: **Automatyczna synchronizacja z gruba prądnic napędzanych turbinami wodnymi**. „Автоматическая самосинхронизация гидрогенераторов“. Elektr. Stancji, Moskwa, mies., Nr 7, lip. 52, s. 45; A4, 3 str., 1 rys., 4 wyrk. — Opis działania samoczynnego układu do synchronizacji z gruba dwóch prądnic w pewnej elektrowni wodnej. Spośród różnych próbowanych układów połączeń najlepszy okazał się układ z różnicowym przekładnikiem częstotliwościowym i przekładnikiem czasowym.

324* 621.313.322.2.016.313-181.2:621.3.018.6 D1
Tier-Gazarjan G. N., Timofiejew B. B.: **Niesymetryczne obciążenie wielkiej prądnicy napędzanej turbiną wodną**. „Несимметричный режим крупного гидрогенератора“. Elektr. Stancji, Moskwa, mies., Nr 7, lip. 52, s. 48; A4, 3,6 str., 10 fot., 1 rys. — Działanie momentu pulsującego, który powstaje podczas niesymetrycznego obciążenia prądnicy synchronicznej. Analiza drgań prądnicy o mocy 47 MVA wywołanych tym momentem. Wyniki pomiaru metodą magnetyczną naprężeń mechanicznych w szwach spawanych prądnicy. Wnioski z pomiarów.

325* 621.313.325:621.316.729 D1
Jakusza G.: **Włączanie kompensatora synchronicznego sposobem synchronizacji z gruba**. „Включение синхронного компенсатора способом самосинхронизации“. Elek. Stancji, Moskwa, mies., Nr 8, sier. 52, s. 59; A4, 1,9 str., 4 rys., 1 wyrk., 1 tabl. — Przebieg włączania kompensatora synchronicznego na 15 MVA na pewnej podstacji. Zastosowany nowy uproszczony sposób włączania. Czynności przy uruchamianiu kompensatora oraz przebieg prądu i napięcia. Porównanie pomierzonej i obliczonej wartości prądu płynącego przy włączaniu maszyny.

326* 621.313.39-8:621.318.2 D1
Saunders, Weakley: **Konstrukcja prądnicy prądu zmiennego z magnesami stałymi**. „Design of permanent-magnet alternators“. Trans. amer. Inst. electr. Engrs, New-York, t. 70, cz. 2, 1951, s. 1578; A4, 3 str., 1 rys., 1 wyrk., 12 poz. bibl. — Zastosowanie generatorów z magnesami stałymi dawniej i obecnie. Zagadnienie rozmagnesowywania magnesów stałych. Magnesowanie, rozmagnesowanie, energia magnetyczna (wykresy). Konstrukcja obudowy i wirnika. Cztery metody magnesowania wirnika.

Wzmacniacze prądu stałego

327* 621.314.12:621.314.3:621.3.073 D1
Romey R.: **O regulacji wzmacniaczy magnetycznych.** „On the control of magnetic amplifiers“. Trans. amer. inst. Electr. Engrs., New York, t. 70, cz. II, 51, s. 2124; A4, 4,5 str., 1 fot., 9 rys., 1 wykr., 1 poz. bibl. — Nowa teoria działania wzmacniaczy magnetycznych na podstawie nieliniowych charakterystyk ferromagnetycznych materiałów. Jednordzeniowy wzmacniacz magnetyczny, użyty jako ilustracja nowych układów. Układy, współzależności między krzywą prądu, napięcia i strumienia. Źródło napięcia jako element regulacyjny w układzie wzmacniacza. Zastosowanie triod i tyratronów.

328* 621.314.12:621.314.3:621.318.42 D1
Miles G. J.: **Bibliografia wzmacniaczy magnetycznych i urządzeń z dławikiem nasyconym.** „Bibliography of magnetic amplifier devices and the saturable reactor art“. Trans. amer. Inst. electr. Engrs., New York, t. 70, cz. II, 51, s. 2104; A4, 13,5 str. — Zestawienie 900 pozycji bibliograficznych książek, artykułów i patentów, dotyczących dławików o rdzeniu nasyconym, transformatorów, stanowiących elementy wzmacniaczy magnetycznych, wzmacniaczy. Teoria układów magnetycznych, charakterystyki materiałów magnetycznych od roku 1887 do 1951. Zastosowanie dławików, kontrola i regulacja przy pomocy układów magnetycznych; aparaty i urządzenia, regulatory napięcia, transduktory (teoria i zastosowanie). Zastosowanie magnetyzmu. Ferrity. Wykaz patentów amerykańskich.

Transformatory elektryczne

329* 621.314.21:621.317.333.8(083.74) D1
Proponowane zmiany w normie na próbę wytrzymałości dielektrycznej transformatorów. „Proposed changes in standard tests for transformer dielectrics“. Electr. Engng., New-York, mies., t. 71, Nr 5, maj 52, s. 459; A4, 3 str. — Zmiany próby udarowej transformatorów. Próba udarowa punktu zerowego transformatora przez bezpośrednie przykładanie udaru, gdy punkt zerowy jest wyprowadzony, lub przez uziemienie punktu zerowego przez znaczny opór i przykładanie udaru do początku uzwojenia, gdy punkt zerowy nie jest wyprowadzony przez izolator przepustowy. Przebieg całej próby udarowej transformatora. Stan końców uzwojeń niebadanych. Nastawienie przełącznika zaczepów. Metody wykrywania uszkodzeń w czasie próby.

330* 621.314.212:537.528 D1
Hurrle K.: **Badanie powstawania wyładowań na brzegach cewek zanurzonych w oleju uzwojeń prądu zmiennego.** „Untersuchungen über den Entladungseinsatz an Spulenkanten von Hochspannungswicklungen unter Öl.“ Arch. Elektrotechn., Berlin, t. 40, Nr 2, 1951, s. 75; A4, 13,2 str., 21 rys., 5 poz. bibl. — Wytrzymałość elektryczna elektrod ostrzowych zanurzonych w oleju. Układ zastępczy cewek transformatora. Układ pomiarowy do badania napięciem zmiennym. Pomiar dla cewek gołych i w izolacji papierowej. Wyniki pomiarów wyładowań początkowych. Wyjaśnienie przyczyn powstania wyładowań na kantach cewek. Rozkład pola wzdłuż izolacji. Próby teoretycznego ujęcia zagadnienia przez modyfikację wzoru Dreyfuss'a.

Wzmacniacze prądu zmiennego

331* 621.314.3.001:621.3.082.8 D1
Romey R.: **O mechanice działania wzmacniacza magnetycznego.** „On the mechanics of magnetic amplifier operation“. Trans. amer. Inst. electr. Engrs., t. 70, cz. II, 51, s. 1214; A4, 8,5 str., 6 rys., 12 wykr., 1 poz. bibl. — Ogólna charakterystyka wzmacniaczy magnetycznych. Proste układy szeregowych wzmacniaczy (równania obwodów pierwotnych i wtórnych). Analiza matematyczna obwodów magnesujących. Charakterystyki magnesowania; krzywe napięcia prądu i strumienia. Charakterystyka czasu reakcji wzmacniacza. Nowy szeregowy wzmacniacz magnetyczny (przy zastosowaniu poprzednio podanych równań). Charakterystyki. Wzmacniacze połączone równolegle. 1) Badanie modelu. 2) Charakterystyki prądowe.

Prostowniki

332* 621.314.6:621.331:621.316.1.025.3 D1
Kilb E.: **Oddziaływanie pręmienników kolejowych na sieć prądu trójfazowego.** „Rückwirkungen von Bahnnumrichtern auf die Drehstromnetze“. El. Bahnen, München, mies., t. 23, Nr 5, maj 52, s. 111; A4, 4,3 str., 2 wykr., 1 tabl., 17 poz. bibl. — Rodzaj i stopień zniekształcenia sinusoidy prądu spowodowane stosowaniem pręmienników. Wpływ tego zniekształcenia na wirujące maszyny oraz urządzenia oświetleniowe zainstalowane do sieci trójfazowej na 50 Hz.

333* 621.314.653:621.331 D1
Remmele G.: **Ignitron.** „Das Ignitron“. El. Bahnen, München, mies., t. 23, Nr 5, maj 52, s. 106; A4, 4,3 str., 9 rys., 3 wykr.,

10 poz. bibl. — Opis konstrukcji i zasady działania prostowników pojedynczoanodowych — ignitronów. Różne rozwiązania urządzeń zapłonowych — stosowanie półprzewodników. Zastosowanie ignitronów w trakcji elektrycznej.

Linie napowietrzne

334* 621.315.027.3:621.3.014.3.015.3 D1
Meyer H.: **Przemijające zwarcia doziemne w sieciach wysokich napięć.** „Erdschlusswischer in Hochspannungsnetzen.“ ETZ-A, Wuppertal, dwutyg., r. 73, Nr 17, wrzes. 52, s. 537; A4, 5 str., 3 rys., 1 tabl., 11 poz. bibl. — Ustalenie przyczyn zwarć w sieci na 110 kV. Statystyka z ostatnich 20 lat. Szczególnie częste zwarcia przy napięciu roboczym w miesiącach letnich podczas wschodu słońca. Wpływ zabrudzeń izolatorów na prawdopodobieństwo powstania przeskoku. Zwarcia na skutek skroplenia się mgły lub rosy na powierzchni izolatora. Porównanie różnych typów izolatorów liniowych pod względem drogi przeskoku na sucho i na mokro. Metoda rozwijania powierzchni izolacyjnej.

335* 621.315.051.2:621.3.054.42 D1
Dorjickow A., Starr E. C.: **Kondensatory szeregowo w liniach wysokiego napięcia Zarządu Energetycznego w Bonneville.** „Series capacitors in high-voltage lines of the Bonneville Power Administration.“ Electr. Engng., New-York, mies., t. 71, Nr 3, marz. 52, s. 228; A4, 4,5 str., 2 fot., 4 rys., 1 wykr., 5 poz. bibl. — Zastosowania kondensatorów szeregowych dla zwiększenia równowagi układu elektroenergetycznego. Zmniejszenie indukcyjności układu przesyłowego dzięki zastosowaniu kondensatorów. Zabezpieczenie kondensatorów przed przepięciami spowodowanymi prądami zwarciovymi iskiernikiem z wydmuchem powietrznym. Uniknięcie zakłóceń pracy zabezpieczeń przekątnikowych odległościowych pozorno-oporowych przez zainstalowanie kondensatorów w środku linii.

336* 621.3.054.42:621.315.051.2 D1
Jancke G., Akerstrom F. K.: **Kondensatory szeregowo w Szwecji.** „The series capacitor in Sweden“ Electr. Engng., New-York, mies., t. 71, Nr 3, marz. 52, s. 222; A4, 6 str., 1 fot., 4 rys., 4 wykr., 7 poz. bibl. — Zastosowanie kondensatorów szeregowych daje zwiększenie mocy naturalnej linii na 220 kV do 300 MW i na 400 kV do 800 MW. Celowe jest stosowanie kondensatorów szeregowych w długich liniach dla napięć wyższych od 110 kV o małym stosunku oporu czynnego do biernego indukcyjnego. Wpływ lokalizacji kondensatorów na ich wielkość i na skuteczność zabezpieczeń przekątnikowych. Zabezpieczenie kondensatorów przed przepięciami przez odpowiednie nastawienie odstępu bocznikującego iskiernika. Próby zwarć linii z kondensatorami szeregowymi.

337* 621.315.1:621.396.67:621.3.011.4 D1
Jurenkow W. D.: **Pojemnościowy pobór energii z linii przesyłowej za pomocą anteny.** „Antennnyj jomkostnyj otbor energii ot linii elektropieredaczii“. Elektricestwo, Moskwa, mies., Nr 7, lip. 52, s. 32; A4, 8,5 str., 13 rys., 1 poz. bibl. — Zastąpienie układu linią wieloprzewodową — antena układem uproszczonym (pojemności cząsteczkowe). Przypadek linii dwutorowej z przewodami odgromowymi. Obliczanie potencjału i pojemności anteny. Zagadnienia typowego transformatora do poboru energii. Charakterystyka obciążenia urządzenia do pojemnościowego poboru energii. Ustalenie optymalnych warunków pracy.

338* 621.315.17.056.3/4:621.316.98 D1
Wallace P. G.: **Uszkodzenia napowietrznych przewodów uziemionych spowodowane drganiami przewodu.** „The failure of overhead ground wires caused by aeolian vibration.“ Electr. Engng., New-York, mies., t. 71, Nr 1, stycz. 52, s. 77; A4, 3 str., 4 rys., 2 poz. bibl. — Doświadczenia eksploatacyjne dotyczące drgań linek odgromowych w liniach wysokiego napięcia. Rejestracja drgań linii. Zależność częstotliwości i amplitudy od kierunku i siły wiatru. Przy stosowanych przy 16°C naprężeniach rzędu 35% naprężeń zrywających, zarejestrowano uszkodzenia, przy zmniejszeniu naprężeń do 14% i przy zastosowaniu urządzeń tłumiących nie było uszkodzeń. Zastosowanie elastycznych podwieszek i tłumików pozwala na zwiększenie naprężeń.

Izolatory

339* 621.315.172.027.3 D1
Furkert W.: **Stan rozwoju armatur izolatorów liniowych wysokiego napięcia.** „Der Entwicklungsstand der Hochspannungsarmaturen“. Elektrotechnik (Berlin), Leipzig, mies., r. 5, Nr 9, wrzes. 51, s. 397; A4, 4 str., 12 fot., 5 rys., 3 poz. bibl. — Zagadnienie oporności przejścia w zaciskach łączeniowych przewodów wysokiego napięcia. Kształty armatur na izolatorach długopniowych i łańcuchu izolatorów wiszących (typu K lub VK) w przypadku stosowania przewodów pojedynczych i wiązkowych. Rozkład pola elektrycznego w układzie przewodów wiązkowych. Stęrowanie pola i wydmuchiwanie łuku elektrycznego.

Kable
340* 621.315.23 D1
Liwszic D. S.: **Kable nowych typów. „Kabeli nowych marek“** Raboczij Energ., Moskwa, mies., Nr 8, sierp. 52, s. 31; A4, 2,5 str., 4 tabl. — Charakterystyka nowych kabli niskiego napięcia, produkcja radzieckiej. Wytrzymałość ciepła kabli. Współczynniki poprawkowe na temperaturę otoczenia. Dobór znamionowych prądów bezpieczników. Zakres stosowania kabli różnych typów.

Przewody izolowane
341* 621.315.3:621.315.53 D1
Najfeld M. R.: **Zastosowanie izolowanych przewodów aluminiowych. „Primienienie aluminium izolowanych przewodów“**. Raboczij Energ., Moskwa, mies., Nr 8, sierp. 52, s. 35; A4, 1 str., 1 tabl. — Zarządzenie Ministerstwa Elektrowni ZSRR o wprowadzeniu w instalacjach elektrycznych przewodów aluminiowych. Dopuszczalne obciążenia przewodów aluminiowych w izolacji gumowej w zależności od sposobu ułożenia. Dobór prądów znamionowych bezpieczników.

Materiały izolacyjne
342* 621.315.616 D1
Wallder V. T.: **Polyetylen dla przewodów i kabli. „Polyethylene for wire and cable“** Electr. Engng., New-York, mies., t. 71, Nr 1, stycz. 52, s. 59; A4, 6 str., 6 fot., 5 wykr., 18 poz. bibl. — Doświadczenia eksploatacyjne z izolacją polyetylenową jako płaszczem przewodów napowietrznych i kablowych. Szkodliwa działalność promieni słonecznych. Urządzenie do przyspieszonego badania odporności polyetylenu na czynniki atmosferyczne. Kruchłość w niskich temperaturach główną cechą zesterzenia się polyetylenu. Przyczyny uszkodzenia izolacji kabli. Wpływ różnych dodatkowych składników chemicznych na trwałość polyetylenu.

343* 621.315.616:621.314.224 D1
Mc Donnel Crabtree H.: **Ocena izolacji butylowej dla zewnętrznych przekładników. „Evaluation of Butyl Insulation for Outdoor Instrument Transformers“**. Trans. amer. Inst. Electr. Engrs., New York, t. 70, cz. II, s. 2021; A4, 5 str., 5 fot., 5 rys., 4 wykr., 2 tabl., 9 poz. bibl. — Zastosowanie przekładników w sieciach wysokiego napięcia. Wymagania odnośnie wytrzymałości izolacji przekładników. Skład chemiczny i właściwości butylu. Przykłady konstrukcji przekładników z izolacją butylową. Badania i ich wyniki odnośnie właściwości butylu: przepuszczania wody, odporność na wpływy atmosferyczne, odporność powierzchniową; inne właściwości butylu jak twardość, elastyczność, odporność na starzenie. Układ do badania odporności powierzchniowej. Zestawienie właściwości butylu, ocena jego przydatności jako izolacji przekładników, pracujących na odkrytej przestrzeni.

344* 621.315.618.2:537.521.6 D1
Neubert U.: **Wpływ gazu elektroujemnego na napięcie przeskoku. „Beitrag zum Verhalten elektronegativer Gase auf die Durchbruchfeldstärke“** Arch. Elektrotech., Berlin, t. 40, Nr 6, 1951, s. 370; A4, 6 str., 10 rys., 14 poz. bibl. — Zachowanie się chlorów i fluorów metylu w polu elektrycznym. Układ do badań napięciem stałym. Wpływ domieszki różnych gazów elektroujemnych na wytrzymałość powietrza oraz wodoru. Celowość stosowania domieszek ze względów izolacyjnych. Wyjaśnienie fizyczne wpływu domieszek, zależność od ciężaru cząsteczkowego.

345* 621.315.62.027.3 D1
Estorff W., Cron H.: **Zagadnienie warstwy zanieczyszczeń na izolatorze wysokonapięciowym. „Der Hochspannungsisolator als Fremdschichtproblem“**. ETZ, Wuppertal, dwutyg., r. 73, Nr 3, luty 52, s. 57; A4, 6 str., 9 rys. 6 poz. bibl. — Określenie przyczyny powstawania i możliwy skład warstwy ciał obcych na powierzchni izolatora. Ułatwianie powstania częściowych przeskoków na izolatorze. Różne rodzaje wyładowań wstępnych, charakterystyczny rozkład pola przy wyładowaniach. Zależność rozwoju wyładowania od gęstości prądu upływu. Zjawiska w warstwie zanieczyszczeń w formie kroplistej. Przyczyny osiadania zanieczyszczeń na izolatorach. Metody podwyższenia wytrzymałości izolatora przez lokalizację zanieczyszczeń.

346* 621.315.623.42 D1
Dehn A.: **Izolator na napięcie 10 kV o wysokości porcelany 90 mm, wewnętrznym kitowaniu i rurkowej powierzchni. „10 kV Rillenisolatoren mit 90 mm Porzellanhöhe und Innenkitung“** Elektrotechnik (Berlin), Leipzig, mies., r. 5, Nr 9, wrzes. 51, s. 404; A4, 2,2 str., 2 fot., 2 rys., 2 tabl. — Celowość zastąpienia w urządzeniach wewnętrznych izolatorów wewnętrznych izolatorami w wykonaniu napowietrznym. Porównanie własności elektrycznych i mechanicznych izolatorów wsporczych o gładkiej i rowkowanej powierzchni. Przykłady nowoprojektowanych izolatorów wsporczych i przepustowych. Szczegółne zalety w pomieszczeniach wilgotnych i w obecności pyłu.

Stupy elektryczne
347* 621.315.668.3 D1
Mors M.: **Stan obecny metod budowy słupów kratowo-rurowych. „Der heutige Stand der Rohrgittermast-Bauweise“** ETZ-A Wuppertal, dwutyg., r. 73, Nr 18, 11 wrzes. 52, s. 593; A4, 4,25 str., 4 rys., 1 tabl. — Rozwój konstrukcji słupów w ostatnim dziesięcioleciu. Wady dawnych konstrukcji kratowo-rurowych. Nowa metoda wypełniania rur stalowych betonem. Obliczenia wytrzymałościowe rur wypełnionych betonem. Przegląd różnych profili słupów stalowych. Porównanie kosztów i wagi słupów z rur wypełnionych betonem ze słupami wykonanymi z kątowników. Szczególnie dobre wyniki dla najwyższych napięć.

Sieci i podstacje
348* 621.316.267:621.3062 D1
Jakowlew A. F.: **Urządzenia bocznikujące. „Ob obchodnych ustrojtswach“** Elektr. Stancji, Moskwa, mies., Nr 8, sierp. 52, s. 60; A4, 0,5 str. — Remont wyłączników stacyjnych wysokiego napięcia bez wyłączania linii przy zastosowaniu odłączników bocznikujących wyłącznik. Charakterystyka stacji, na której zastosowano bocznikowanie wyłączników przy remoncie. Doświadczenia eksploatacyjne zastosowania bocznikowania aparatury rozdzielczej przy remontach.

349* 621.316.37 D1
Tschuni F.: **Wysoko- i niskonapięciowe zamknięte urządzenia rozdzielcze. „Gekapselte Hoch- und Niederspannungs — Schaltanlagen“** Brown Boveri Mitt., Baden, mies., r. 39, Nr 4, kw. 1952, s. 143; A4, 9 str., 6 fot., 7 rys. — Przegląd rozwoju urządzeń rozdzielczych, ze szczególnym uwzględnieniem produkcji zakładów Brown Boveri. Zaniechanie stosowania oleju i mas izolacyjnych. Rysunki typowych celek rozdzielczych, zwymiarowane przekroje rozdzielni. Przykłady rozdzielni z pojedynczym i podwójnym nakładem szyn. Porównanie wad i zalet urządzeń rozdzielczych o budowie zwartej i zamkniętej. Zagadnienie kosztów, łatwości montażu, oszczędności miejsca i bezpieczeństwa eksploatacji.

Wyłączniki
350* 621.316.542.027.3 D1
Heumann G. W.: **Wyłączniki do silników wysokiego napięcia. „High-voltage A—C motors controllers“** Electr. Engng., New York, mies., t. 71, Nr 1, stycz. 52, s. 54; A4, 3,5 str., 3 fot., 1 rys., 2 wykr., 1 poz. bibl. — Wyłączniki do silników prądu zmiennego dla napięć od 601 V do 5000 V. Wyłączniki na moce zwarcio-we do 50 MVA do wyłączania prądów obciążeniowych, rozruchowych i zwarcio-owych. Wyłączniki w układach o większej mocy zwarciowej do 250 MVA, służą do wyłączania prądów obciążeniowych i rozruchowych, zainstalowane są łącznie z bezpiecznikami wysokiego napięcia. Uproszczony sposób obliczenia mocy zwarciowej w miejscu zainstalowania silników. Porównanie wyłączników olejowych i powietrznych. Rozwój konstrukcji wyłączników powietrznych.

Regulacja
351* 621.316.722 D1
Scorgie D. G., Schaefer D. H.: **Charakterystyki stanu ustalonego węglowych regulatorów napięcia. „Steady-state characteristics of carbon-pile voltage regulators“** Trans. amer. Inst. electr. Engrs, New-York, t. 70, cz. 2, 1951, s. 1572; A4, 5 str., 2 rys., 10 wykr., 3 poz. bibl. — Teoria działania regulatora. Układ do badania regulatora węglowego. Wyniki badań przy stałej temperaturze. Charakterystyki oporności paleczek węglowych przy różnych wartościach prądu i temperatury otoczenia. Omówienie charakterystyk (histereza, wpływ temperatury, oporność paleczek przy różnych napięciach, wpływ nastawiania regulatora, wpływ wielkości natężenia prądu.

Urządzenia zabezpieczające
352* 621.316.96 D1
Brodski E. A.: **Schemat blokady przewodów jezdnych. „O schiemie blokirowki trolley“** Raboczij Energ., Moskwa, mies., Nr 8, sierp. 52, s. 20; A4, 1 str., 2 rys. — Nieprawidłowy układ blokady rozruszników dźwigu przy zerwaniu przewodu jezdnego. Schemat prawidłowego układu blokady pomysłu Jakubowicza i Solncewa. Działanie układu przy zerwaniu przewodu.

353* 621.316.98 D1
Schwenkhaugen H. F.: **Nowe ujęcie ochrony odgromowej budynków. „Neuere Erheuntnisse über die Gebäudeblitzschutz“** ETZ, Wuppertal, dwutyg., r. 73, Nr 3, luty 52, s. 63; A4, 5,2 str., 7 rys. — Przegląd przepisów budowy piorunochronów. Niebezpieczeństwo przeskoku pioruna z instalacji piorunochronowej do konstrukcji budynku. Uwzględnienie przebiegów falowych w przewodach uziemiających. Zaleta łączenia przewodów uziemiających z uziomami naturalnymi. Zagadnienie strefy chronionej i wybiórczości pioruna. Materiał i wymiary instalacji pio-

runochronowej. Pomiary uziemień i kontrola instalacji piorunochronowej.

Miernictwo elektryczne

354* 621.317.083.7:621.3.089.6 D1
Philips W.: Układ do pomiarów zdalnych o dużej prędkości z samoczynnym wzorcowaniem. „A high-speed telemetering system with automatic”. Trans. amer. Inst. Electr. Engrs., New York, t. 70, cz. II, 51, s. 1256; A4, 5 str., 1 fot., 5 rys., 2 poz. bibl. — Metoda pomiarów zdalnych przy użyciu 2 pasm częstotliwości 20–25 Hz i 80–100 Hz. Wymagania odnośnie systemów przenoszenia, pomiarów na odległość (wąskie pasmo częstotliwości, niska częstotliwość, niezależność od harmonicznych, od temperatury itp.). Układ przesyłowy. Elementy odbornika filtry, podwajacz częstotliwości. Układ rejestrujący. Cechowanie. Charakterystyka urządzenia telemetrycznego (poziom sygnałów, wpływ temperatury, czas reakcji, dokładność, wpływ zmiany mocy wejściowej).

355* 621.317.312:537.321 D1
Schrader H. J.: Kompensacyjne pomiary prądu zmiennego z pośrednio granzami oporami o ujemnym współczynnikiem cieplnym. „Wechselstrom-Kompensationsmessungen mit indirekt geheizten NTC-Widerständen”. ETZ-A, Wuppertal, dwutyg., r. 73, Nr 17, 1 wrześ. 52, s. 547; A4, 3 str., 4 rys., 3 wykr., 2 poz. bibl. — Bardzo dokładne pomiary wartości skutecznej prądu zmiennego na drodze porównania nagrzania przewodu prądem mierzonym i znanym prądem stałym. Mostkowy układ oporów z ujemnym współczynnikiem cieplnym oporności do pomiaru prądu zmiennego. Czułość urządzenia pomiarowego. Zależność dokładności mostka pomiarowego od temperatury otoczenia. Stabilizacja temperatury oporów o ujemnym współczynniku. Układ mostkowy jako wzorzec dla prądu zmiennego (np. 10 mA). Zastosowania mostka do badania symetrii w układach 3 fazowych, do kontroli regulatorów napięcia itp.

356* 531.7.082.77:621.317.39 D1
Basel C.: O pomiarach elektrycznych wielkości mechanicznych w przemyśle i badaniach naukowych. „Zum elektrischen Messen mechanischer Grössen in Industrie und Forschung”. E und M, Wien, dwutyg., r. 69, Nr 15/16, 1 sierp. 52, s. 352; Nr 17, 1 wrześ. 52, s. 389; A4, 7 str., 3 fot., 10 rys., 4 poz. bibl. — Zalety elektrycznych metod pomiaru w porównaniu z mechanicznymi. Elektryczne metody pomiaru ciśnienia (opór węglowy, metoda elektrodynamiczna i piezoelektryczna). Metody pomiaru drgań (wymagania odnośnie aparatury: stały punkt zero, zależność od temperatury, wysoka częstotliwość własna, stała czułość). Wzorowa metoda elektryczna pomiaru wielkości mechanicznej (modulacja amplitudy częstotliwości nośnej). Elementy układu pomiarowego — nadajnik, aparatura elektrowna (wzmocniacze, prostowniki, generator lampowy). Dokładność pomiarów. Układ połączeń mostka pomiarowego „Vibrometer”. Przegląd nadajników (nadajniki odkształcenia dla różnych warunków pomiaru: odkształcenia bardzo małe, odkształcenia przy dużych naprężeniach, odkształcenia zapór wodnych; pomiar przyspieszenia; pomiar ciśnienia).

357* 621.317.363/37:621.317.712 D1
Wichmann H. J.: Miernik ilorazowy Ferrarisa wskazujący w czterech ćwiartkach. „Ferraris-Quotientenmesswerk mit Vierquadrantenanzeiger”. ETZ-A, Wuppertal, dwutyg., r. 73, Nr 14, 11 lip. 52, s. 455; A4, 2,5 str., 4 rys., 1 fot., 4 wykr., 1 poz. bibl. — Zasada działania i budowa miernika indukcyjnego, wskazującego w czterech ćwiartkach skali. Przebieg podziałki. Układy połączeń mierników jako synchronoskopu i miernika współczynnika mocy w sieci 1 fazowej i 3 fazowej równomiernie obciążonej. Wpływ częstotliwości na dokładność wskazań. Wykresy wektorowe układu pomiarowego.

358* 621.317.49:531.717.11 D1
Harrison E. G.: Nowa konstrukcja magnetycznego miernika grubości. „A magnetic thickness gauge of new design.” J. scien. Instrum., London, mies., t. 29, Nr 3, marz. 52, s. 89; A4, 2 str., 2 rys., 1 wykr. — Zestawienie znanych metod pomiaru grubości powłoki niemagnetycznej na materiałach magnetycznych. Konstrukcja i części składowe przyrządu do pomiaru grubości (magnes trwały, statyw z żelaza miękkiego, magnes pomocniczy, przeciwwaga, skala pomiarowa). Charakterystyki urządzenia w różnych warunkach pracy. Inna konstrukcja przyrządu dla bardzo cienkich powłok niemagnetycznych. Sposób posługiwania

nia się przyrządem. Dokładność przyrządu (10%), zakresy pomiarowe (0,0001 — 0,01 cala).

359* 621.317.732.002.612 D1
Barber C. R., Gridley A., Hall J. A.: Konstrukcja wzorcowych cewek oporowych. „A design for standard resistance coils”. J. scient. Instr., London, mies., t. 29, Nr 3, marz. 52, s. 65; A4, 5 str., 2 fot., 2 rys., 1 wykr. — Wymagania odnośnie normalnych zwojnic oporowych (stałość oporu w czasie, mały współczynnik cieplny oporności itp.). Konstrukcja oporowego termometru platynowego jako wzór dla budowy nowej zwojnicy oporowej. Materiał i kształt płyty podstawowej dla zwojnicy 1000Ω (wymiar, właściwości izolacyjne Perspexu). Materiał; wymiary i właściwości materiału oporowego (manganin). Obróbka cieplna uzwojenia. Montaż i cechowanie zwojnic (obróbka cieplna całości, wypełnianie gazem). Charakterystyka wykonanych zwojnic (wpływ temperatury, grzanie się zwojnic, stałość właściwości).

360* 621.317.75:621.317.082.78:621.316.313 D1
Schurch E. C., Schleif F. R.: Magnetyczny oscylograf taśmowy do analizy sieci. „A magnetic tape oscillograph for power system analysis”. Trans. amer. Inst. electr. Engrs., New York, t. 70, cz. 2, 51, s. 1296; A4, 5 str., 3 rys., 2 wykr., 5 poz. bibl. — Porównanie urządzeń samoczynnych do rejestracji zjawisk w sieciach z oscylografem magnetycznym. Układ oscylografu, wzmacniacza i przyrządów zapisujących. Charakterystyki przyrządów zapisujących. Model opisanego urządzenia i wyniki badań. Oscylogramy krzywych sinusoidalnej i złożonych. Możliwości praktycznego zastosowania urządzenia. Dyskusja.

361* 621.317.785.089.6 D1
Franck S.: Nowe urządzenie regulacyjne w liczniku elektrycznym. „Eine neue Justiervorrichtung für Elektrizitätszähler. ETZ-A, Wuppertal, dwutyg., r. 73, Nr 13, 1 lip. 52, s. 429; A4, 2,5 str., 3 rys., 3 wykr. — Trzy zasadnicze grupy urządzeń regulacyjnych w licznikach indukcyjnych (regulacja prędkości obrotowej tarczy, regulacja przesunięcia fazowego między strumieniami. Kompensacja tarcia). Przegląd dawnych metod regulacji. Zagadnienie przeciążalności liczników (150–400% mocy znamionowej). Liczniki przeciążalne (z bocznikiem magnetycznym). Zalety i wady stosowania bocznika magnetycznego. Urządzenie do ustalania granicznego obciążenia, przy którym uchyb licznika ma dopuszczalną wartość. Charakterystyki obciążenia liczników z nowym urządzeniem regulacyjnym.

Dławiki
362* 621.318.42 D1
Bennon S.: Dławik o zamkniętym rdzeniu. „The closed core reactor”. Trans. amer. Inst. electr. Engrs., New York, t. 70, cz. II, 51, s. 2026; A4, 4 str., 3 fot., 2 poz. bibl., 10 wykr. — Teoretyczne ujęcie charakterystyk dławika o rdzeniu żelaznym zamkniętym (oscylogram napięcia i prądu, wzory, współzależności między parametrami). Praktyczna metoda analizy właściwości dławików. Przykłady konstrukcji dławików. Porównanie wyników pomiarów i wartości obliczonych podanych wzorów. Teoretyczna analiza przypadków szczególnych: $R \gg X$, $R = 0$; $X = 0$.

Kondensatory
363* 621.319.015.532:537.242 D1
White H. J.: Zastosowanie wyładowań ulotowych w filtrach elektrostatycznych. „The role of corona discharge in the electrical precipitation process”. Electr. Engng., New-York, mies., t. 71, Nr 1, stycz. 52, s. 67; A4, 6 str., 2 rys., 3 wykr., 17 poz. bibl. — Jony wytworzone przez ulot doprowadzają do naładowania osadu kominowego co powoduje jego strącanie przez odpowiednią elektrodę. Wielkość napięcia, prądu i mocy pobieranej przez wyładowania ulotowe. Zastosowanie napięcia przeskoku. Mechanizm ulotu ujemnego. Wpływ ładunku przestrzennego na ulot. Zjawisko ulotu z elektrody pasywnej (strącającej). Obliczenie ilości usuwanego osadu przez jonizację ulotową.

364* 621.319.4.002.612:621.315.61 D1
Hanson O. N.: Konstrukcja kondensatorów jednostkowych dla szeregowego połączenia. „The design of capacitor units for series connection”. Trans. amer. Inst. electr. Engrs., New York, t. 70, cz. II, 51, s. 1824; A4, 5 str., 2 fot., 1 rys., 9 wykr. — Zasadnicze elementy konstrukcyjne kondensatorów: elektrody, papier, oleje nasycające. Właściwości dielektryczne papieru w funkcji jego grubości. Wytrzymałość dielektryczna różnych papierów na impulsy napięcia, napięcie stałe i zmiennie. 30-kilowarowa jednostka kondensatora w wykonaniu ASEA. Układy kondensatorów dla napięć 3 kV i 220 kV.

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). CINDT przyjmuje prenumeratę kart dokumentacyjnych, która może obejmować zarówno całą dokumentację naukowo-techniczną, jak i działy lub poszczególne zagadnienia i tematy techniczne.

CINDT wykonuje za zwrotem kosztów fotokopie i mikrofilmy publikacji objętych Przeglądem Dokumentacyjnym jak i kartami dokumentacyjnymi.



Wydawnictwa nadesłane

GOGOLEWSKI ZYGMUNT, prof. Politechniki Śląskiej. NAPĘD ELEKTRYCZNY. 1952, Warszawa. Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Format B5, str. 391, rys. 352, cena 53 zł. — Spis rzeczy: Części składowe napędu. Klasyfikacja. Ogólne warunki pracy napędu. Stany przejściowe. Pojęcia mocy i warunki pracy silników. Metody obliczania mocy silników dla różnych rodzajów pracy praktycznej. Rodzaje budowy silników. Silniki trójfazowe asynchroniczne. Silniki asynchroniczne jednofazowe. Silniki synchroniczne. Silniki bocznikowe prądu stałego. Silniki szeregowo-prądu stałego. Silniki szeregowo-bocznikowe. Obliczenie regulatora obrotów dla silnika bocznikowego. Połączenia pędne i przekładnie. Przyrządy sterujące i zabezpieczające. Automatyzacja napędów. Sieci zasilające dla urządzeń napędowych. Specjalne układy regulacyjne. Współczynnik mocy w napędach elektrycznych. Napęd pomp i wentylatorów. Napędy dźwigni i urządzeń transportowych. Napędy w górnictwie. Napędy w hutnictwie. Napędy w przemyśle metalowym. Napędy w przemyśle papierniczym. Napędy w przemyśle chemicznym. Napędy w przemyśle cementowym. Napędy w przemyśle włókienniczym. Napędy w rolnictwie. Napędy w przemyśle drzewnym. Napędy na okrętach. — Przedmowa wydawcy: Książka zawiera ogólną teorię napędu elektrycznego i dane dotyczące stosowanych układów napędowych, maszyn i przyrządów oraz przegląd stosowanych rozwiązań napędu w poszczególnych działach przemysłu. Przeznaczona jest dla inżynierów pragnących usystematyzować i pogłębić swe wiadomości z dziedziny napędu oraz dla studentów szkół wyższych.

MINISTERSTWO PRZEMYSŁU MASZYNOWEGO. Centralny Zarząd Zbytu. BEZPIECZNIKI NISKIEGO NAPIĘCIA. Katalog J-2, Wrzesień 1952. Format A5, str. 62. — Spis rzeczy: Wstęp. Zasada działania bezpieczników. Budowa bezpieczników. Zdolność wyłączalna bezpieczników. Zastosowanie bezpieczników. Zasady doboru bezpieczników. Selektowne działanie bezpieczników. Wskazania dotyczące obsługi i konserwacji bezpieczników. Literatura techniczna. — Bezpieczniki rurkowe Br. Budowa. Zastosowanie. Zestaw styków nożowych. Rury bezpiecznikowe. Wkładki topikowe. Zestawienie odpowiadających sobie elementów składowych bezpiecznika. — Bezpieczniki instalacyjne (gwintowe) Bi. Budowa. Zastosowanie. Gniazda bezpiecznikowe. Wstawki dolne. Wkładki topikowe. Główki

bezpiecznikowe. Zestawienie odpowiadających sobie elementów składowych bezpiecznika. — Bezpieczniki wielkiej mocy Bm. Budowa. Zastosowanie. Podstawy bezpiecznikowe. Wkładki topikowe. Uchwyt do zakładania wkładek topikowych. Zestawienie odpowiadających sobie elementów składowych bezpiecznika. — Skrzynki bezpiecznikowe. Skrzynki bezpiecznikowe SBI i SBIm. Skrzynki bezpiecznikowe SBI i SBm. Dławiki uszczelniające, mufy kablowe.

CENTRALA HANDLOWA PRZEMYSŁU ELEKTROTECHNICZNEGO. OSPRZĘT SIECIOWY DO LINII NAWIETRZNYCH I POŁĄCZEŃ W ROZDZIELNIACH. Katalog J-6, maj 1952. Format A5, str. 42 — Spis rzeczy: Osprzęt do linii nawiętrznych. Złączki rurkowe do karbowania. Złączki rurkowe karbowane do przewodów miedzianych, aluminiowych, aldrejowych, stalowych. Złączki rurkowe karbowane do przewodów stalo-aluminiowych. Złączki faliste dzielone. Złączki faliste dzielone śrubowe do linek miedzianych i aluminiowych. Złączki odgałęźne kabłkowe do łączenia przewodów miedzianych, aluminiowych, stalo-aluminiowych, aldrejowych i stalowych. Wkładki środkowe do zacisków kabłkowych. Zaciski do łączenia przewodów z jednakowych lub podobnych metali. Zaciski odgałęźne jedno- i dwuśrubowe do przewodów miedzianych. Zaciski odgałęźne dwuśrubowe do przewodów miedzianych. Zaciski odgałęźne dwuśrubowe do przewodów aluminiowych, stalo-aluminiowych i aldrejowych. Zaciski mostkowe do przewodów aluminiowych, stalo-aluminiowych i aldrejowych. Zaciski odgałęźne aluminiowo-miedziane i zaciski przelotowo-odprowadzeniowe aluminiowo-miedziane do łączenia przewodów aluminiowych, stalo-aluminiowych i aldrejowych z przewodami miedzianymi. Uchwyty płytkowe i pętlicowe. — Osprzęt do połączeń w rozdzielniach wnętrzowych. Osprzęt do połączeń przewodami miedzianymi. Złączki koncentryczne przelotowe, przelotowe kątowe, przelotowe w spore. Złączki koncentryczne odgałęźne trójnikowe, odgałęźne trójnikowe redukcyjne, odgałęźne krzyżowe. Złączki koncentryczne przyłączeniowe. Końcówki koncentryczne proste i kątowe. Wkładki stożkowe zaciskowe, wkładki stożkowe zaciskowe z gwintem. Nakrętki. Osprzęt do połączeń przewodami aluminiowymi (zaciski nakładkowe przelotowe i odgałęźne trójnikowe). Osprzęt do połączeń przewodów miedzianych z aluminiowymi (zaciski przyłączeniowe ze sworzniem gwintowanym).

PRZEGŁĄD TECHNICZNY, organ główny Naczelnej Organizacji Technicznej, nr 5/53 zawiera następujące artykuły: Gebert B. Razem z milionami robotników. — Porębski J., inż. O zadaniach prasy technicznej. — Płaskowski J., inż. Rozwój produkcji książki technicznej. — Zamojski T., inż. Rola stowarzyszeń technicznych w propagowaniu książki technicznej. — Switkowski J., inż. Zadania stowarzyszeń technicznych w sprawach normalizacyjnych. — Marucha S. Prze-

budowa rolnictwa — wielkie pole pracy dla inżynierów i techników. — Skrzekot J., inż. Budownictwo wysokościowe. — Piechota A., inż. Z obrad Węgierskiego Kongresu Energetycznego dla spraw wykorzystania źródeł energii wótrnej. — Sawicki K., inż. Nasza pierwsza politechnika. — Wolna Trybuna: Jak dramat zamienia się w farsę. — Sprawy organizacyjne NOT i stowarzyszeń. — Wśród książek i wydawnictw. — Kronika. — Biuletyn CINDT. — Przegląd Dokumentacyjny CINDT. — Biuletyn GUM.

Nakładem Państwowych Wydawnictw Technicznych została wydana i ukazała się w sprzedaży księgarskiej książka opracowana przez Naczelną Organizację Techniczną pt.

„GOSPODARKA REMONTOWA”

format B5, s. 304, rys. 96, tablice, cena zł 8

Książka oparta na materiałach i rezolucjach Pierwszej Krajowej Rady Remontowej oraz doświadczeniu techniki radzieckiej, stawia po raz pierwszy w Polsce zagadnienie gospodarki remontowej pod kątem całości rozwiązań organizacyjnych i technicznych. Celem jej jest mobilizacja kadr technicznych do walki o przedłużenie życia maszyn oraz o maksymalne wykorzystanie zdolności produkcyjnej zakładów wytwórczych.

Książka omawia szereg konkretnych tematów z zakresu postępowych metod technologii remontów oraz podaje obszerną bibliografię liczącą ponad 700 pozycji z literatury polskiej i zagranicznej, szczególnie radzieckiej.

GOSPODARKA REMONTOWA może być z pożytkiem wykorzystana przez wszystkich pracowników służb produkcyjnych, w szczególności konserwacyjno-remontowych, może również

służyć jako lektura pomocnicza w szkołach średnich i wyższych technicznych.

Książkę GOSPODARKA REMONTOWA można nabywać w księgarniach technicznych Domu Książki oraz zamawiać (do przesyłki pocztą) w następujących ekspozyturach Domu Książki:

Warszawa, ul. Wiejska 16	Gdańsk, ul. Miszewskiego 16
Bydgoszcz, ul. Parkowa 2	Koszalin, ul. Grunwaldzka 1
Poznań, pl. Kolegiacki 17	Szczecin, Wojska Polskiego 29
Łódź, ul. Piotrkowska 96	Zielona Góra, Rynek Drzewny
Kielce, ul. M. Bucza 33	Wrocław, ul. Rynek 60
Lublin, ul. Dąbrowskiego 8	Opole Gł., ul. Kropidły 5
Białystok, ul. Sienkiewicza 2	Stalinogród, pl. Wolności 12a
Olsztyn, pl. Wolności 2/3	Kraków, ul. Smoleńska 33
Rzeszów, ul. Asnyka 18	

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWA TECHNICZNE

Nowości wydawnicze

- BARTOSZEWICZ S., PIECHOWICZ M.: Nawilżanie gliny para w przemyśle ceramiki budowlanej. 1953, s. 60, zł 3.50
- BEREZIN B. I.: Materiałoznawstwo poligraficzne. Tłum. z ros. W. Tacikowski. 1953, s. 379, zł 21.—
- BESKI W.: Schematy czyszczarni młynskich 1953, s. 64, zł 3.90
- BIEŁOW M. W., KARTASZEW I. P.: Mechanizacja pracochłonnych operacji. Tłum. z ros. W. Natanson. 1953, s. 32, zł 1.50
- BOGDANOW S. G.: Metaloznawstwo i obróbka cieplna stali. Tłum. z ros. W. Chitruk. 1953, s. 260, zł 20.— (w oprowie)
- CIBOROWSKI J.: Inżynieria chemiczna. Część III. 1953, s. 363, zł 45.— (w oprowie)
- CZAJKOWSKA J.: Próbkę geologiczne i rdzenie wiertnicze, 1953, s. 49, zł 3.—
- DOBRSKI J., POPPE J., RUDZINSKI J.: Aparaty rentgenowskie. Instalacja, obsługa, konserwacja. 1953, s. 132, zł 8.—
- DRECKI A.: Naparzalnie niskoprężne. 1953, s. 186, zł 14.50
- DUBOIS J.: Technologia torfu. 1953, s. 224, zł 22.— (w oprowie)
- ELIASZ S.: Szkodliwe drobnoustroje w przemyśle piwowarskim. 1953, s. 56, zł 3.—
- GIERDZIEJEWSKI K.: Odlewnictwo. Wyd. 2 poprawione i uzupełnione. 1953, s. 356, zł 11.50
- GISMAN S.: Opanowywanie górotworu w kopalniach węgla. 1953, s. 88, zł 5.—
- KARRER P.: Chemia organiczna. Tom I. Część II—VI. Tłum. z niem. zespół, s. 299, zł 24.50
- KLIMIENKO K. J.: Sposoby podniesienia wydajności pracy w przemyśle maszynowym ZSRR. Tłum. z ros. E. Koch. 1953, s. 172, zł 10.90
- KOCHANOWSKI J., SŁUZEWSKI Z.: Walka z zakażeniem mięsa w produkcji. 1953, s. 72, zł 3.60
- KORCZAGIN N. W., NIKOLSKI W. S.: Normowanie w kopalni. Tłum. z ros. H. Dębska. 1953, s. 124, zł 12.—
- KOSMACZEW I. G., LEBIEDIEW N. A.: Ostrzarka anodowo-mechaniczna konstrukcji N. A. Lebediewa. Tłum. z ros. Z. Kościółek. 1953, s. 44, zł 2.30
- KOWALSKI F.: Użytkowanie i konserwacja sprzętu pożarniczego. 1953, s. 152, zł 8.70
- KOZŁOWSKI T.: Wytwarzanie i własności lotnych produktów koksovania. 1953, s. 64, zł 4.—
- MATALIN A. A.: Podstawy wymiarowe i technologiczne. Tłum. z ros. W. Wasiljew. 1953, s. 150, zł 11.90
- MOISIEJEW S. L.: Mistrz organizator wzorcowego odcinka budowlanego. Tłum. z ros. L. Kołodzki. 1953, s. 26, zł 2.—
- MONES I. M.: Zastosowanie tarcz małej średnicy do budowy miejskich budowli podziemnych. Tłum. z ros. W. Szczep. 1953, s. 234, zł 15.—
- MYRONOWICZ M.: Anodowe wytwarzanie powłok na aluminium. 1953, s. 56, zł 3.50
- PINDERA J. T.: Zarys elastooptyki. 1953, s. 350, zł 28.— (w oprowie)
- POSZEPczyński W.: Magazynowanie mięsa i jego przetworów. 1953, s. 122, zł 6.50
- Praca tkacki na krośnie automatycznym do bawełny. Metod inż. F. Kowalewa. 1953, s. 56, zł 3.—
- RADZIWICKI K.: Wykrywanie i usuwanie wad wlewków stalowych. 1953, s. 52, zł 3.—
- STAPF H.: Podstawy chemii i technologii dla zatrudnionych w przemyśle. Tłum. z niem. Z. Bańkowski. 1953, s. 376, zł 28.50 (w oprowie)
- SYROMIATNIKOW I. A.: Praca silników asynchronicznych. Tłum. z ros. B. Walentynowicz. 1953, s. 224, zł 23.— (w oprowie)
- Taktyka walki z pożarami. Komenda Główna Straży Pożarnej. 1953, s. 170, zł 8.50
- TIERPIGORIEW A. M., DIEMIDOW P. N., PROTODIAKONOV M. M.: Maszyny górnicze do wybierania pokładów kopali użytecznych. Tłum. z ros. L. Ballenstedt i O. Przysiecki. 1953, s. 512, zł 45.20 (w oprowie)
- TOLŁOCZKO B.: Kotły parowe. Tom I. Zeszyt 3. 1953, s. 72, zł 6.40
- WOJCIECHOWSKI W.: Roboty malarskie w budownictwie. 1953, s. 131, zł 6.70
- Wykłady o mechanizacji robót górniczych. Zeszyt 4 — Planowanie i organizacja robót zmechanizowanych. Praca zbiorowa. Instytut Mechanizacji Górnictwa. 1953, s. 128, zł 12.—

Do nabycia w księgarniach technicznych Domu Książki

ANKIETA CZYTELNICZA

„Głosu Pracy” i Państwowych Wydawnictw Technicznych

Redakcja „Głosu Pracy” i Państwowe Wydawnictwa Techniczne ogłaszają ankietę czytelniczą, której najlepsze rezultaty zostaną nagrodzone.

Ankieta polega na udzieleniu odpowiedzi na następujące pytania:

1. Podaj tytuł i autora książki technicznej (lub książek) wydanej przez Państwowe Wydawnictwa Techniczne, która pomogła ci w zdobyciu lub pogłębieniu twojej wiedzy zawodowej.

2. Jakie realne korzyści dało ci przeczytanie tej książki (np. opracowanie pomysłu racjonalizatorskiego, polepszenie jakości produkcji, opanowanie nowej techniki, udoskonalenie metod pracy, zwiększenie bezpieczeństwa pracy itp.)?

3. W jakim stopniu książka ta została spopularyzowana w twoim środowisku, jaką rolę w nim odegrała?

4. Jakże są dobre, a jakże złe strony tej książki (czy jest napisana w sposób jasny i zrozumiały, czy rysunki są czytelne i łatwe do zrozumienia, czy jest ich dostateczna ilość, czy druk jest odpowiedni dla czytelnika, czy i które części książki należałoby przerobić w następnym wydaniu i w jaki mianowicie sposób itd.)?

5. Na jakie tematy należałoby opracować nowe książki techniczne?

6. Czy wypożyczasz książki techniczne z biblioteki fabrycznej, związkowej lub innej? Jeżeli tak, to z jakiej?

7. Czy kupujesz książki techniczne? U kogo — w księgarni, czy u kolportera zakładowego?

8. Jakże masz inne uwagi lub życzenia dotyczące książek technicznych?

Za najlepsze odpowiedzi przyznane będą ich autorom następujące nagrody:

3 nagrody po zł 400, 6 nagród po zł 300, 10 nagród po zł 200 oraz 50 nagród książkowych. Wyróżniające się odpowiedzi będą drukowane na łamach „Głosu Pracy” i honorowane według stawek autorskich.

Wraz z odpowiedzią na pytania zawarte w ankiecie uczestnik konkursu powinien podać następujące dane dotyczące jego osoby: nazwisko, imię, adres, wiek, zawód, stanowisko, wykształcenie.

Odpowiedź wraz z powyższymi danymi należy przesłać w terminie do 15 sierpnia 1953 r. w kopercie, zaadresowanej do redakcji „Głosu Pracy”, Warszawa, Smolna 12; na kopercie należy zaznaczyć: Ankieta czytelnicza.

Sąd konkursowy w składzie przedstawicieli: redakcji „Głosu Pracy”, Państwowych Wydawnictw Technicznych i Naczelnej Organizacji Technicznej ogłosi wyniki do dnia 15 października 1953 r.

W związku z powyższą ankietą czytelniczą Naczelna Organizacja Techniczna i Państwowe Wydawnictwa Techniczne zwracają się z apelem do członków stowarzyszeń technicznych zrzeszonych w NOT o jak najszerze propagowanie ankiety i zachętę, aby w niej wziął udział cały aktyw techniczny poszczególnych zakładów pracy.