

A: 12711

PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

ORGAN
MINISTERSTWA ENERGETYKI, MINISTERSTWA PRZEMYSŁU MASZYNOWEGO,
STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH

ROK XXX

ZESZYT 12

21.XII.1954

Polska Ludowa rozbudowała poważnie w ciągu ostatniego 5-lecia przemysł ciężki i maszynowy, który jest podstawą dalszego nieprzerwanego rozwoju sił wytwórczych naszego kraju. Produkujemy dziś maszyn 9-krotnie więcej niż przed wojną. Mamy dziś w Polsce szereg nowych, potężnie rozbudowujących się gałęzi przemysłu, których Polska przedwojenna w ogóle nie miała. Do takich gałęzi należy np. przemysł okrętowy, samochodowy, traktorowy, nowoczesne przemysły: maszyn rolniczych, ciężkich obrabiarek, maszyn górniczych i hutniczych, ciężkich maszyn elektrycznych, łożysk tocznych, narzędzi precyzyjnych i optycznych, kopalnictwo i hutnictwo miedzi itp. oraz szereg nowych działów przemysłu chemicznego, jak przemysł wielkiej syntezy chemicznej, włókien syntetycznych, mas plastycznych, szereg nowych gałęzi przemysłu farmaceutycznego itp. Przemysł nasz jest w całości już przemysłem socjalistycznym.

B. BIERUT



WYDAWNICTWO NACZELNEJ ORGANIZACJI TECHNICZNEJ

SPIS RZECZY

- Jakubowski J. L. Właściwe zadania, formy organizacyjne i metody pracy instytucji naukowo-badawczych.
- Ejsmond T. Zagadnienie projektowania zabezpieczeń przekątnikowych i urządzeń automatyki sieci 220-kilowoltowej.
- Dubicki B. Uzwojenia faliste nieprawidłowe.
- Demel W. Obłodzenie przewodów elektrycznych.
- Berson L. Zjawiska wewnątrz świetłówki.
- Mroczkowski Z. Układy przekątnikowe urządzeń samoczynnego załączania rezerwy w sieciach potrzeb własnych elektrowni parowych.
- Maison A., Łagodziński Z. Krajowa Wystawa Wynalazczości i Postępu Technicznego we Wrocławiu.
- Wendorff A. Teoria grup układów połączeń w transformatorach trójfazowych.
- Sprawozdanie z działalności oddziałów SEP w III kwartale 1954 r.
- Z działalności Oddziału Warszawskiego SEP.
- Wydawnictwa nadesłane.
- Biuletyn Instytutu Elektrotechniki:
Przebieg natężenia oświetlenia dziennego w czasie całkowitego zaćmienia słońca w dn. 30.VI.1954 r.
- Konkurs na recenzję książki technicznej.
- Przegląd Dokumentacyjny Elektrotechniki.

СОДЕРЖАНИЕ

- Якубовский Я. Л. Задачи, организационные формы и методы работы научно-исследовательских институтов.
- Эйсмонд Т. Вопросы проектирования релейной защиты и автоматических устройств в сетях 220 кв.
- Дубицкий Б. Волновые неправильные обмотки.
- Демель В. Обледенение электрических проводов.
- Берсон Л. Явления внутри люминесцентной лампы.
- Мрочковский З. Релейные схемы устройств для автоматического включения резервного оборудования в сетях, обслуживающих собственные нужды паровых электростанций.
- Мезон А., Лагодзинский З. Вроцлавская Выставка изобретений и технического прогресса.
- Вендорф А. Теория групп схем соединений в трехфазных трансформаторах.
- Отчет о деятельности отделов О.П.Э. за III квартал 1954 г.
- О деятельности Варшавского О.П.Э.
- Поступившие публикации.
- Бюллетень Электротехнического Института:
Изменение наружной освещенности во время полного затмения солнца (30.VI.54).
- Конкурс на рецензию о технической книге.
- Библиографический Обзор Электротехники.

CONTENTS

- Jakubowski J. L. Actual problems, correct organisational forms and work methods of scientific research institutes.
- Ejsmond T. The problems of designing relay protection and automatics equipment for a 220 kV system.
- Dubicki B. Irregular wave windings.
- Demel W. Ice accretion on electric conductors.
- Berson L. Phenomena manifested in fluorescent lighting tubes.
- Mroczkowski Z. Relay systems of automatic switchgear for reserve capacity in networks intended for the own use of steam-electric plants.
- Maison A., Łagodziński Z. Wrocław exhibition of inventions and engineering progress.
- Wendorff A. Theory of connection diagram groups in three-phase transformers.
- Report on the operations of A.P.E.E. branches for the 3-rd quarter of 1954.
- Operations of the Warsaw A. P. E. E. branch.
- Publications received.
- Bulletin of the Electrotechnical Institute:
Sequence of daylight intensity during the total solar eclipse on the 30-th June, 1954.
- Competition for the best review of engineering literature.
- Electrical Bibliographie Review.

Terminarz Technika na rok 1955 w 13 mutacjach – dla następujących branż: Budownictwo i Technika Sanitarna, Chemia, Elektryka, Geodezja i Wodno-Melioracja, Górnictwo, Hutnictwo i Odlewnictwo, Komunikacja, Leśnictwo i Drzewnictwo, Mechanika, Papiernictwo i Poligrafia, Przemysł Spożywczy, Włókiennictwo oraz Rolnictwo – jest do nabycia począwszy od dnia 20.XII.54 we wszystkich oddziałach Naczelnej Organizacji Technicznej.

PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

ORGAN

MINISTERSTWA ENERGETYKI, MINISTERSTWA PRZEMYSŁU MASZYNOWEGO,
STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH

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

Rok XXX

Warszawa, 21 grudnia 1954 r.

Zeszyt 12

PROF. DR. J. L. JAKUBOWSKI

Właściwe zadania, formy organizacyjne i metody pracy instytutów naukowo-badawczych

W ustroju socjalistycznym organizacja państwa jest oparta na podstawach naukowych. Dotyczy to również przemysłu. Stąd wynika kluczowa rola, którą instytuty naukowe winny odgrywać w procesie produkcyjnym. Tak pojęte instytuty przemysłu są u nas tworem bardzo młodym, bo powstałym dopiero w Polsce Ludowej, a pracującym w sposób zorganizowany zaledwie od 3—5 lat. Nic więc dziwnego, że w okresie realizacji uchwał II Zjazdu PZPR, gdy dąży się do jak największych osiągnięć przemysłu, do wyszukania i wyzyskania jego rezerw, uwaga wielu działaczy gospodarczych zwraca się w stronę instytutów. Czy instytuty spełniają rolę bazy naukowej dla przemysłu? Czy znajdują się one na właściwej drodze rozwojowej? Czy wydatki państwa na instytuty są uzasadnione?

Spróbujmy dać odpowiedź na te pytania, opierając się na znajomości organizacji, problematyki i wyników pracy Instytutu Elektrotechniki Ministerstwa Przemysłu Maszynowego (w skrócie IEIu). Z działalności tegoż Instytutu będą zaczerpnięte również przykłady dla ilustracji wysuniętych niżej tez.

Przemysł Polski Ludowej uzyskał wspaniałą, rewolucyjną rozwój dzięki entuzjazmowi klasy robotniczej, budującej zręby socjalizmu, oraz dzięki korzystaniu ze wzorów i pomocy Związku Radzieckiego. Warto więc zastanowić się, czy naśladujemy wzory produkujej nauki radzieckiej w dziedzinie organizacji instytutów.

W Związku Radzieckim istnieją zasadniczo dwa rodzaje instytutów przemysłowych: instytuty Akademii Nauk ZSRR i instytuty resortów gospodarczych. Poza tym w zakładach przemysłowych istnieją laboratoria fabryczne. Temu trójstopniowemu układowi placówek naukowych odpowiada wyraźny podział zakresu pracy. Instytuty akademickie prowadzą w zasadzie badania wybitnie długofalowe, perspektywiczne, o znaczeniu podstawowym, badania, których potrzeby życie gospodarcze jeszcze nie odczuwa, które zmierzają do zmiany zasadniczej całych dziedzin produkcji. W instytutach resortowych tworzy się postęp techniczny, na którym oparte są plany pięcioletnie i któremu kraj zawdzięcza nowe wytwory przemysłu i nowe, doskonalsze, mniej pracochłonne metody produkcji. Wreszcie laboratoria i biura konstrukcyjne fabryczne walczą głównie o jakość bieżącej produkcji i przeprowadzają jej kontrolę. Schematyzując można powiedzieć, że instytuty akademickie operują okresami dziesięcioleci, instytuty resortowe okresami lat, a laboratoria fabryczne okresami miesięcy. Oczywiście, schemat ten w praktyce bardzo często nie da się przeprowadzić. Życie gospodarcze jest tak złożone i tak związane z całością działalności państwa, że często zagadnieniom krótkofalowym daje się pierwszeństwo.

Niezależnie od placówek Akademii i przemysłu, twórczość naukowa w ZSRR rozwija się jeszcze w instytutach i w katedrach wyższych uczelni. Jest ona tu związana ze szkoleniem kadry naukowej, co odbija się na tematyce, której typ oscyluje między tematyką Akademii i instytutów przemysłowych. Tymi placówkami nie będziemy się dalej zajmować.

A jak wygląda układ instytutów u nas? Akademia Nauk powstała dopiero przed dwoma laty, jej placówki w zakresie nauk technicznych są dopiero w okresie tworzenia. Ponieważ rozwój przemysłu w kraju wymagał badań, należących do kompetencji placówek akademickich, musiały one być wykonywane przez instytuty resortowe. Taki stan wytworzył się w kilku większych instytutach przemysłu, jak w Instytucie Elektrotechniki lub w Instytucie Górnictwa. Z drugiej strony

w Polsce w wielu dziedzinach brak jest laboratoriów fabrycznych. Ich rolę również przejęły instytuty resortowe. Widzimy więc, że instytuty te często spełniały potrójną rolę: placówki wykonującej badania perspektywiczne, przygotowującej wprowadzenie nowej techniki i dokonującej kontroli produkcji. Nie wyszło to niektórym instytutom na dobre. Przy wielkim początkowym braku kadry naukowej, wywołanym wyniszczeniem wojennym oraz brakiem polityki szkoleniowej w okresie międzywojennym, instytuty naukowe przemysłu zostały zasypane wielką liczbą zamówień wielokrotnie przekraczającą ich możliwości wykonania. Odbija się to na produkcji naukowej, która w niektórych instytutach jest niejednolita i nieuporządkowana.

Jako środek zaradczy należy zastosować — z jednej strony — wyraźny rozdział tematyki między PAN i instytuty przemysłowe. Tam, gdzie brak instytutu przemysłowego na dostatecznie wysokim poziomie, PAN winna tworzyć własne nowe placówki, które zajmą się tematyką podstawową. W przypadkach, gdy instytuty przemysłowe mają duży potencjał wyposażenia naukowego i kadry, PAN winna stworzyć swe placówki opierając się na tych instytutach. Pozwoli to na lepsze wykorzystanie zarówno bardzo kosztownych nieraz laboratoriów, których powtarzanie jest gospodarczo niecelowe, jak i pracowników naukowych na najwyższym poziomie, których w Polsce odczuwamy ciągle brak. Na tej drodze została np. zorganizowana współpraca Zakładu Elektrotechniki PAN i Instytutu Elektrotechniki Ministerstwa Przemysłu Maszynowego.

Z drugiej strony konieczne jest organizowanie na szerszą skalę laboratoriów fabrycznych. Zwolni to instytuty resortowe od wielu prac usługowych i kontrolnych, które nie pozwalają im na pełne wykorzystanie swego potencjału naukowego. Poza tym laboratoria fabryczne, dzięki ścisłemu skojarzeniu z miejscem produkcji, będą miały większy wpływ na jej jakość, niż położone często w innym mieście instytuty resortowe. Hasło tworzenia laboratoriów fabrycznych było już przed kilku laty rzucone przez PKPG, ale nie zostało, niestety, wprowadzone w życie w zakresie wystarczającym.

Uwagi niniejsze są poświęcone głównie instytutom przemysłowym. Po usunięciu z ich planów tematów wybitnie długofalowych oraz prostszych prac usługowych i kontrolnych dla przemysłu zostanie, jako główny cel działania, walka o nową technikę w ramach planów pięcioletnich.

Czy oprócz wyboru właściwej tematyki instytutów istnieją jeszcze inne ich wady organizacyjne? Na to pytanie można odpowiedzieć, analizując wyniki prac instytutów, ich produkcję naukową. Terminu „produkcja naukowa” używamy celowo, gdyż dość często można się spotkać z przeciwstawianiem produkcji przemysłu i wyników pracy instytutów, z czego wynikają np. takie hasła, jak „najlepsi fachowcy winni iść do produkcji”, i próby zabierania tych fachowców z instytutów. Praktyka taka jest sprzeczna z samym założeniem naukowych instytutów przemysłowych. Jak mogą być w nich tworzone podstawy postępu technicznego, rewolucji technicznej, skoro pozbawimy je właśnie fachowców zdolnych do prac wybitnie koncepcyjnych? Ci, co głoszą ten błędny pogląd, zapominają, że praca instytutu i praca zakładu produkcyjnego to część tego samego procesu produkcyjnego. Jeśliby tak w praktyce miało nie być, to można by było kwestionować istnienie instytutów. Inna sprawa, że był w naszym rozwoju gospodarczym okres, w którym należało koncentrować wszyst-

Biblioteka

Politechniki

kie siły głównie na samym procesie produkcyjnym, ale okres ten należy już do przeszłości.

Analizując produkcję naukową instytutów można wydzielić trzy główne typy ich działalności.

Pierwszy typ — związany z produkcją przemysłu — stanowią prace nad wprowadzeniem nowej produkcji, nowych, nie znanych dotychczas aparatów i urządzeń oraz ulepszaniem dotychczasowych, nad udoskonalaniem procesu produkcyjnego, nad poprawą jego technologii i zmniejszeniem jego pracochłonności. Prace takie często kończą się na wykonaniu prototypów oraz uruchomieniu nowej produkcji. Do tej kategorii wyników należą w IELu np. odgromniki zaworowe dla napięć do 110 kV (opracowanie dokumentacji i prototypów); napędy elektryczne podstawowych maszyn budowlanych, wirówek cukrowniczych i traków; szereg prototypów przyrządów do pomiarów wielkości elektrycznych i nieelektrycznych oraz do pomiarów telemetrycznych; przewody jezdne stalowo-aluminiowe, izolacja przewodów w powłoce z tiokolu zamiast w gumie (opracowanie procesu technologicznego) i inne.

Odmianę prac omawianych wyżej stanowi opracowywanie urządzeń kompleksowych. Np. IEL prowadzi szerokie prace obliczeniowe przy pomocy specjalnych elektrycznych maszyn rachunkowych (analizatorów sieciowych), stworzonych koncepcyjnie i zbudowanych w IELu, które pozwalają na wielkie — sięgające dziesiątków milionów złotych — oszczędności przy budowie i eksploatacji linii wysokiego napięcia.

Drugi typ prac instytutowych, związanych głównie z eksploatacją czy użytkowaniem, stanowią prace, pozwalające na lepsze wykorzystanie gotowych już urządzeń przemysłowych. Wśród nich bardzo ważne miejsce zajmują opracowania urządzeń do tzw. badań profilaktycznych, które pozwalają uniknąć uszkodzenia cennych urządzeń. IEL ma np. na tym polu następujące osiągnięcia: modernizacja ochrony odgromowej i izolacji (koordynacja izolacji) wielu stacji transformatorowych najwyższych napięć; uruchomienie i oddanie do eksploatacji przewoźnego laboratorium dla profilaktycznego badania stanu izolacji wielkich generatorów i transformatorów (w r. 1953 zbadano kilkadziesiąt obiektywów, co pozwoliło na wykrycie osłabionych punktów w urządzeniach i zapobieżenie wielu nieuchronnym wypadkom i uszkodzeniom); przeprowadzenie szeregu prac mających na celu zwiększenie wydajności elektrycznych pieców łukowych w hutnictwie, co pozwoliło na wydatne podniesienie zdolności produkcyjnej wytopu stali szlachetnych; zmniejszenie liczby uszkodzeń podziemnych urządzeń metalowych (kable, rurociągi), wywołanych przez korozję związaną z prądami błądzącymi.

Wreszcie trzeci typ prac — najmniej efektywny, ale za to może najbardziej cenny dla gospodarki narodowej w jej obecnym stanie — stanowi pomoc dla produkcji i eksploatacji pod postacią ekspertyz i doradztwa. W instytutach skupiony jest duży potencjał zarówno naukowy, jak i gospodarczy, bo najcenniejsi pracownicy nauki, to ci, którzy mają za sobą również duże doświadczenie gospodarcze. Potencjał ten musi być wykorzystany dla bezpośredniej pomocy przemysłowi, bo nie możemy zapominać, że przemysł w wielu gałęziach staje dopiero na nowych podstawach i ma duże trudności. Setki ekspertów rocznie często o charakterze wybitnie koncepcyjnym i doradztwo pod postacią wypowiedzi na różnych konferencjach — to wkład instytutów, którego nie należy lekceważyć, choć jest zapisywany na konto zasług nie instytutów, lecz instytucji bezpośrednio związanych z produkcją przemysłową lub eksploatacją.

W związku z podaną wyżej klasyfikacją nie jest słuszne, jak to się często spotyka, oceniać instytuty tylko na podstawie liczby wdrożonych do produkcji prototypów nowej produkcji. Kryterium to jest właściwe tylko w odniesieniu do prac instytutowych pierwszego typu i to nie do wszystkich. Natomiast ogólnym kryterium jest niewątpliwie korzyść dla gospodarki narodowej.

A teraz na przykładzie IELu dokonajmy analizy efektów gospodarczych w trzech podanych wyżej zakresach działalności. Za podstawę weźmy plan r. 1952. Na 228 tematów zakończonych w r. 1952 było 151 w grupie pierwszej. Czy plan Instytutu pod tym względem został spełniony? Można śmiało odpowiedzieć, że tak. A czy wyniki zostały wdrożone w produkcji? Okazuje się, że tylko 127 rozwiązań wpłynęło efektywnie na zmianę produkcji, reszta, tj. 24 leży w biurkach i szafach w centralnych zarządach i w zakładach produkcyjnych.

Oto przykłady: Instytut opracował wytyczne ochrony odgromowej sieci radiofonicznych, zalecenia zmian konstrukcyjnych dla podwyższenia mocy silników tramwajowych

typu LT-31, szereg zagadnień dotyczących opraw oświetleniowych, np. drogowych i do lamp fluoryzujących, projekt wstępny napędu elektrycznego papiernicy, warunki techniczne na włókno szklane oraz technologię produkcji kabli w powłoce z tiokolu zamiast ołowiu itp., przemysł zaś nie wykorzystał tych prac. Spotykamy się tutaj z jedną z podstawowych wad w organizacji badań naukowych w dziedzinie przemysłu w Polsce. Wadą tą jest brak powiązania planów naukowych instytutów z planami technicznymi przemysłu, planami ministerstw, centralnych zarządów i zakładów produkcyjnych. Jest to jaskrawe przeciwstawienie do stylu pracy nauki radzieckiej, dzięki któremu wysunęła się ona na pierwsze miejsce na świecie. Pracę instytutów radzieckich cechuje opieka nad tematem, a ściślej mówiąc kierowanie nim przez wszystkie stadia jego rozwoju, począwszy od studiowania literatury, przez rozwiązania teoretyczne i konstrukcyjne, badania eksperymentalne, budowę prototypu i produkcję pierwszej serii w skali przemysłowej. Opieka taka u nas będzie możliwa dopiero wtedy, kiedy zostanie zapewniona kontynuacja prac instytutów w planach technicznych przemysłu.

Obecnie u nas w wielu przypadkach wynik tysięcy godzin pracy naukowców leży nie wykorzystany, bo po prostu odnośny zakład produkcyjny nie uwzględnił go w swych planach. Powiązanie planów technicznych przemysłu z planem naukowym instytutów jest jednym z najważniejszych dezyderatów, prowadzących do zwiększenia wyników gospodarczych pracy instytutów.

Druga przyczyna niedostatecznej liczby wdrożonych do produkcji osiągnięć instytutów — to często rzeczywista niemożność prowadzenia produkcji prototypowej, a więc jednocześnie i bardzo kłopotliwej, przez zakłady przemysłowe. Wzrastające stale zapotrzebowanie produktów przemysłowych, związane z rozwojem przemysłu i wzrostem dobrobytu szerokich mas pracujących, powoduje, że plany ilościowe fabryk są bardzo napięte. Na tym tle zrozumiała jest niechęć przemysłu do zajmowania się produkcją prototypową, choć przemysł rozumie jej wagę. Toteż jedyną radą — w wielu przypadkach — jest przejście i pod tym względem na wzory radzieckie i szybkie organizowanie i rozwijanie przy instytutach przemysłu specjalnych warsztatów prototypowych i biur konstrukcyjnych. Instytut Elektrotechniki wchodzi w szerszym zakresie na tę drogę właśnie w r. 1955.

Przejdźmy do analizy drugiej grupy tematów instytutowych, związanych z eksploatacją. Tu — w przeciwieństwie do grupy pierwszej — bezpośrednio osiągnięcia gospodarcze są znacznie większe. Np. w IELu na 72 tematy tej grupy, przewidzianych do zakończenia w r. 1952, zakończono i wdrożono 71, tj. 98%. Jest to zrozumiałe, gdyż opracowania instytutu są tutaj połączone z wykonaniem nie kosztownych i kłopotliwych prototypów, lecz często tylko urządzeń pomiarowych, do czego instytuty są na ogół przygotowane.

Trzecia grupa tematów — najmniej efektywna — odgrywa, jak już wspomniano, bardzo istotną rolę „pogotowia naukowego” dla produkcji i eksploatacji. IEL np. wykonał w roku 1953 około 600 ekspertyz, z czego szereg bardzo poważnych, np. zaopiniowanie działania bezłukowego sterowania napędów kopalnianych, którego wprowadzenie zwiększy bezpieczeństwo pracy w kopalniach i w przemyśle chemicznym, lub ujawnienie błędów technologicznych w przepustach transformatorowych 110-kilowoltowych, co dało podstawę do opracowania technicznych warunków odbioru przepustów. W ramach prac usługowych wykonano również próby odbiorcze pierwszej lokomotywy elektrycznej wyprodukowanej w kraju, polepszonej jakości zapłonników neonowych do lamp fluoryzujących, przeprowadzono badania prototypów różnego rodzaju sprzętu rentgenowskiego itp. oraz opiniowano wnioski racjonalizatorskie.

Liczba konferencji, zjazdów, kolegiów, komisji normalizacyjnych itp., na których wypowiadali swe poglądy najwybitniejsi naukowcy IELu, wyniosła w roku 1952 co najmniej 100. Wkład ten przejawia się niewątpliwie w poprawie jakości produkcji i eksploatacji, w zmniejszeniu kosztów produkcji, nie poddaje się jednak zbilansowaniu.

Niezależnie od podanych wyżej rozważań, które wykazują poważne braki organizacyjne, można pokusić się o odpowiedź na pytanie, czy obecne nakłady finansowe państwa na instytuty są uzasadnione. Sięgamy tutaj znowu do przykładu IELu. IEL to instytut o bardzo rozległym zakresie prac, jak zresztą rozległa jest sama elektrotechnika. Obejmuje on z grubsza 10 wielkich działów stanowiących odrębne dyscy-

pliny naukowe, jak technika wysokich napięć i wielkich mocy, maszyny i napędy elektryczne, oświetlenie, elektrotermia, automatyzacja procesów produkcyjnych, trakcja elektryczna itd. Jeżeli z każdej dziedziny będzie rozwiązany rocznie choć jeden poważny temat, to pokryte będą koszty całego Instytutu. Np. modernizacja rozdzielni Elektrowni Łódzkiej, przeprowadzona w roku 1952/53, powinna dać ok. 5 milionów zł oszczędności; modernizacja ochrony ogromowej 39 węzłów elektroenergetycznych dała według szacunku Ministerstwa Energetyki również wielomilionowe oszczędności, a uruchomienie produkcji odgromników zaoszczędzi rocznie ok. 11 milionów zł w dewizach zagranicznych. Samo zastosowanie przewodów jezdnych stalowo-aluminiowych prowadzi do oszczędzenia setek ton deficytowej miedzi rocznie. Podobne wnioski wyciągnąć można również w stosunku do innych instytutów.

Możliwość owocnej pracy instytutów zwiększy się jeszcze bardziej, gdy zostanie ustalony ich właściwy profil i powiązanie organizacyjne z gospodarką narodową. Skutki gospodarcze ich pracy staną się wtedy wprost nieocenione i przyczynią się do rewolucji technicznej w wielu dziedzinach.

Należy dodać, że instytuty coraz szerszym frontem atakują problemy nowoczesnej techniki — zwłaszcza związanej z wielkimi budowlami socjalizmu. Mamy tu na myśli w dziedzinie elektrotechniki możliwie pełną elektryfikację i automatyzację procesów produkcyjnych, energetyki, rolnictwa i kolejnictwa oraz innych dziedzin życia gospodarczego. Wskazane wyżej posunięcia natury organizacyjnej winny być wprowadzone w życie jak najprędzej. Bez nich będzie utrudnione spełnienie uchwał II Zjazdu PZPR w dziedzinie gospodarki narodowej. Dalszy rozwój instytutów wyzwoli dodatkowo entuzjazm wśród pracowników nauki gdy przekonają się, jakie korzyści ich praca przynosi społeczeństwu. Nasza kadra naukowa w instytutach, która w większości wyszkoliła się w Polsce Ludowej, już obecnie pracuje w wielu przypadkach z pełnym oddaniem. Kadra ta winna sobie uświadomić, że wkraczamy w okres, w którym udział jej staje się kluczowym dla budowy podstaw gospodarki socjalistycznej, i jeszcze bardziej zwiększyć wydajność swej pracy. W kadrze

naukowej tkwią wielkie rezerwy, które należy wyszukiwać i zmobilizować.

Wypowiedź o sytuacji instytutów nie byłaby pełna, gdyby nie wspomnieć o bolączkach organizacyjnych natury drobniejszej, ale bardzo istotnych. Wiele instytutów przeszło ramy organizacyjne, nadane im przez statuty i ustawę sprzed kilku lat. Pewne formy organizacyjne okazują się dziś przeżytkiem i hamulcem. Jak np. można tolerować w instytutach rady naukowe, które są wzorowane na kapitalistycznych spółkach akcyjnych, a których rolą jest „opiniowanie planów prac oraz preliminarzy dochodów i wydatków”? Rady te są oderwane od instytutu, nie wolno np. do nich należeć istotnym twórcom prac naukowych z samego instytutu. Idźmy za przykładem Związku Radzieckiego. Tam rada naukowa stanowi zespół doradczy dla kierownictwa instytutu, złożony z najwybitniejszych w dziedzinie koncepcyjnej pracowników nauki i przemysłu, przede wszystkim z wewnątrz Instytutu. Zespół ten bierze czynny udział w procesie produkcji naukowej, krytykuje go „in statu nascendi” i prostuje jego drogi, a więc spełnia funkcje merytoryczne, a nie formalne. Instytut Elektrotechniki uzyskał w nowym statucie taką radę typu radzieckiego; rewizji wymagają jednak statuty innych instytutów.

Również szereg innych spraw organizacyjnych ma ujęcie przestarzałe. Istotną bolączką wielu instytutów jest zwłaszcza nieuwzględnienie pracowników inżynierskich (a więc pomocy technicznej) w nomenklaturze stanowisk; nie przewiduje ich zupełnie ustawa z roku 1949, która zresztą była układana pod kątem widzenia wyższych uczelni.

Reasumując powyższe wywody, musimy stwierdzić, iż koncentracja instytutów przemysłowych na zagadnieniach postępu technicznego w ramach planów 5-letnich, powiązanie ich planu prac z planami technicznymi przemysłu oraz rewizja ram organizacyjnych pozwolą podnieść osiągnięcia instytutów na taki poziom, że dojdzie do zmian rewolucyjnych w szeregu dziedzin gospodarki narodowej. W połączeniu z dalszą mobilizacją pracowników nauki spowoduje to, że instytuty — już dziś opłacalne — staną się narzędziem o nie dającej się ocenić wartości dla budowy socjalizmu w Polsce.

INŻ. T. EJSMOND

Zagadnienie projektowania zabezpieczeń przekąźnikowych i urządzeń automatyki sieci 220-kilowoltowej

621.316.2:621.3.27.83:621.316.925

Treść. Konieczność pełnego i wszechstronnego projektowania zabezpieczeń i automatyki sieci szczególnie dla napięć 220- i 110-kilowoltowych. Koncepcja zabezpieczeń i automatyki jako pierwszy etap projektowania i zakres tej koncepcji. Zagadnienia specjalne, jak praca dwufazowa, wpływ kołysań itd.

Вопросы проектирования релейной защиты и автоматических устройств в сетях 220 кв. Необходимость комплексного проектирования в особенности для сетей напряжением 220 и 110 кв. Идеальная сторона, как первый этап проектирования, и ее пределы. Специальные вопросы, напр. двухфазная работа, влияние колебаний и др.

The problem of designing relay protection and automatics equipment for a 220 kV system. Necessity for thorough designing of protective devices and automatics, particularly for 220 and 110 kV systems. The conception of protective devices and automatics as the first step in designing, and the scope of this conception. Special problems, including two-phase operation, influence of oscillations, and other factors.

1. Projektowanie zabezpieczeń linii.

Rozwój energetyki polskiej od 1945 r., rewolucyjne przekształcanie się wąsko-koncesyjnych kapitalistycznych zakładów energetycznych w układy energetyczne, a następnie w wielki ogólnokrajowy układ energetyczny — stworzyły nowe, wielkie i odpowiedzialne zadania w zakresie zabezpieczeń przekąźnikowych i automatyki układów.

Zagadnienia te były i są rozwiązywane na ogół pomyślnie przez eksploatacyjne służby zabezpieczeń i automatyki, które, operując się na doświadczeniach produkujej techniki radzieckiej i pomocy ekspertów radzieckich, dokonały ogromnej pracy w zakresie modernizacji zabezpieczeń istniejących i mają poważny dorobek w zakresie nowych i oryginalnych układów i konstrukcji, przy czym należy podkreślić udział Instytutu Elektrotechniki i wydziałów elektrycznych politechnik we Wrocławiu i Gliwicach. Należy jednak stwierdzić, że prace powyższe dotyczą przede wszystkim zabezpieczeń i automatyki w zakresie elektrownianym jest już w obecnej chwili wchodzący w dalszym planie.

W biurach projektowych energetyki właściwe podejście do zagadnień zabezpieczeń i automatyki nastąpiło dopiero w ubiegłym roku, ale również przede wszystkim w odniesieniu do elektrowni.

Należy zastanowić się nad przyczynami tego zjawiska. Kadra przekąźnikowców powstała dopiero po wyzwoleniu. Przed wojną nie mogła powstać, gdyż nie było ani potrzeby, ani zainteresowania zagadnieniem zabezpieczeń. Paroosobowa kadra przystąpiła już w końcu 1947 r. do szerokiej akcji szkoleniowej, w której wyniku grono przekąźnikowców zatrudnionych w resorcie energetyki wzrosło do paru set osób; w tym jest szereg wysoko uzdolnionych jednostek, które dowiodły już swych kwalifikacji i rokują wielkie nadzieje na przyszłość.

Ten liczny „narybek”, zatrudniony w eksploatacji, nie miał sposobności, a często i czasu, zająć się zagadnieniami projektowymi. Natomiast organizacje projektowe, pozostawione same sobie, musiały stworzyć i stworzyły komórki projektujące, które jednak w okresie początkowym — wobec braku doświadczenia eksploatacyjnego i często niedostatecznej więzi z eksploatacją — nie mogły podjąć zadaniom.

Niemniej jednak sprawa projektowania zabezpieczeń i automatyki w zakresie elektrownianym jest już w obecnej chwili postawiona właściwie i dokumentacja opracowywana przez biura projektowe energetyki jest już na wysokim poziomie.

Inaczej wygląda sprawa w zakresie zabezpieczeń sieci i automatyki systemowej. Projektowanie jest tu dużo trudniejsze ze względu na złożoność zagadnienia. Nie można projekto-

wać zabezpieczeń dla poszczególnych obiektów sieciowych, a trzeba projektować zabezpieczenia i automatykę dla całych fragmentów sieci z uwzględnieniem powiązań z innymi fragmentami oraz z sieciami innych napięć.

Stąd wynika, że pierwszym etapem projektu zabezpieczeń sieci jest koncepcja zabezpieczeń, która określi dokładnie warunki techniczne dla poszczególnych zabezpieczeń i urządzeń automatyki, umożliwiając wybór aparatury, dopasowanie w ramach możliwości dostępnej aparatury do stawianych wymagań technicznych i wykonanie projektu technicznego zabezpieczeń i automatyki poszczególnych obiektów (linie, szyny, transformatory).

Na specjalną uwagę zasługuje sprawa dopasowania aparatury do stawianych wymagań technicznych. Zabezpieczenie sieci jest problemem bardziej zindywidualizowanym niż zabezpieczenie elektrowni i nawet w Związku Radzieckim zabezpieczenia przekątnikowe produkowane przez przemysł nie zawsze dają się zastosować bez odpowiednich przeróbek i modyfikacji. Dział zabezpieczeń i równowagi wielkiej organizacji projektowej Związku Radzieckiego — „Tiepłoelektroprojektu” — posiada świetnie wyposażone laboratorium i warsztaty, które nie tylko dokonują odpowiednich przeróbek zabezpieczeń pochodzenia fabrycznego, ale konstruują nowe przekątniki i nowe układy zabezpieczeń, przeprowadzają próby modelowe i techniczne nowych urządzeń.

W naszych warunkach zadanie to będzie musiał spełnić — przynajmniej w pierwszym etapie — Zakład zabezpieczeń i automatyki Instytutu Energetyki.

2. Koncepcja zabezpieczeń sieci.

Na tle powyższych rozważań należy się zastanowić nad problemem, w jaki sposób winny być przeprowadzone prace projektowe zabezpieczeń i automatyki sieci 220-kilowoltowych. Jest rzeczą jasną, że pierwszym etapem będzie koncepcja, ustalająca warunki techniczne poszczególnych zabezpieczeń i urządzeń automatyki.

Ale to nie wystarcza. Literatura techniczna zawiera szereg fragmentarycznych wiadomości dotyczących różnych rodzajów zabezpieczeń, ich wad i zalet, przy czym literatura jest na ogół o 2 i więcej lat opóźniona w stosunku do eksploatacji.

Zagadnienie SPZ-ów wygląda podobnie, gdyż opisy w literaturze dotyczą poszczególnych urządzeń, a nie kryteriów wyboru takich czy innych warunków pracy.

Dodatkowym utrudnieniem jest nieprodukowanie w kraju ani wyłączników, ani zabezpieczeń dla linii 220-kilowoltowych.

W tych warunkach konieczność opracowania koncepcji zabezpieczeń i automatyki sieci tego napięcia staje się sprawą zasadniczą, gdyż tylko na podstawie szczegółowo i dokładnie sprecyzowanych warunków technicznych będzie można zamówić potrzebną aparaturę zabezpieczeń i automatyki oraz dokonać ewentualnie koniecznych przeróbek czy uzupełnień.

3. Założenia do projektowania koncepcji zabezpieczeń linii.

Czas wyłączenia. Wszystkie zabezpieczenia winny wyłączać zwarcia w czasie możliwie krótkim. Przegląd zabezpieczeń produkowanych w różnych krajach pozwala określić czas zadziałania na około 0,1 sek. Niektóre działają szybko, ale tylko dla pewnych rodzajów zwarć (około 1 okresu).

Czas wyłączenia wyłączników wynoszą również ok. 0,1 sek., przy czym czas od podania impulsu na wyłączenie do zgasnięcia łuku waha się od 0,02 do 0,04 sek. i bezpiecznie będzie przyjąć czas wyłączenia od chwili powstania zwarcia do zgaszenia łuku w wyłączniku rzędu 0,15 sek. Taki czas przyjmuje „Tiepłoelektroprojekt” dla aparatury produkowanej w Związku Radzieckim. W naszych warunkach ze względu na różnorodność importowanej aparatury będzie raczej wskazane przyjąć 0,2 sek. Wstępne obliczenia wykazały, że przy tym czasie wyłączenia równowaga dynamiczna będzie zachowana.

Aby osiągnąć zadziałanie zabezpieczeń na obu końcach zabezpieczonego odcinka z jednakowym czasem 0,1 sek., konieczne jest sprzężenie ich przy pomocy łącza w cz. W etapach rozbudowy sieci jest możliwe, że poszczególne odcinki 220-kilowoltowe nie będą wyposażone w chwili uruchomienia w łącza w cz., skąd wynika konieczność rozpatrzenia ewentualności wyłączania zwarć na końcu odcinka (w odniesieniu do rozpatrywanego zabezpieczenia) z czasem dłuższym, a mianowicie rzędu 0,5 — 0,7 sek. plus czas wyłącznika. Należy sprawdzić, czy jest to dopuszczalne z punktu widzenia równowagi dynamicznej.

Rodzaj SPZ. Wszystkie wyłączniki winny być wyposażone w SPZ jednofazowe.

SPZ jednofazowe umożliwia utrzymanie pracy równoległej przez 2 fazy + ziemia przez okres, gdy jedna faza jest wyłączona. Jest to bardzo ważne, gdyż zwarcia jednofazowe stanowią 70% (do 90%) wszystkich rodzajów zwarć, szczególnie na liniach o słupach żelaznych kratowych, które są stosowane i przewidziane w sieci krajowej 220-kilowoltowej.

Przy wyłączeniu jednofazowym czas przerwy beznapięciowej musi być dłuższy od 0,3 sek. (czas dejonizacji przestrzeni łukowej przy 220 kV) i wynosić około 0,6 sek. ze względu na indukowanie w wyłączonej fazie napięć i prądów kolejności zerowej. Jest to szczególnie ważne przy liniach dwutorowych.

SPZ jednofazowe wymaga wybieracza uszkodzonej fazy, przy czym typ wybieracza zależy zarówno od typu obranego zabezpieczenia, jak i od warunków pracy danego odcinka sieci.

Wyłaniają się przy tym jeszcze inne zagadnienia: czy w wypadku trwałego zwarcia jednofazowego należy po SPZ wyłączyć linię trójfazowo, czy też przejść na pracę dwufazową? Czy w wypadku zwarcia wielofazowego należy od razu definitywnie wyłączyć trójfazowo linię, czy też zastosować SPZ trójfazowe?

Te dwa zagadnienia wymagają głębokiej analizy. Dla pierwszego zagadnienia kryterium stanowić będzie z jednej strony stopień asymetrii obciążenia generatorów i asymetria napięć u odbiorców, co w wyniku da zdolność przesyłową linii przy pracy dwufazowej, z drugiej strony — równowaga statyczna po zakłóceniach, jeżeli odcinek rozpatrywany stanowi fragment pierścienia sieciowego.

Dla drugiego zagadnienia kryterium stanowić będzie równowaga dynamiczna systemu.

Niezależnie od tych kryteriów należy uwzględnić wpływ rozcięcia układu przy nieudanym SPZ (zwarcie trwałe) na pracę poszczególnych fragmentów układu, możliwość zapewnienia zasilania odbiorców w warunkach pozakłóceńowych, konieczność wyłączeń w wypadku zaburzeń itp.

Dodatkowo należy rozpatrzyć prawidłowość działania zabezpieczeń przy dwufazowej pracy linii i ewentualne uzupełnienia dla zabezpieczeń, by tę prawidłowość zapewnić.

Uziemianie punktów gwiazdowych. Jest niewątpliwie, że wszystkie stacje i elektrownie układu 220-kilowoltowego muszą mieć uziemiony gwiazdowy punkt co najmniej jednego transformatora od strony 220 kV. Jest to konieczne dla prawidłowego działania wybieraczy uszkodzonej fazy. Ale to nie wszystko. Należy jeszcze zbadać, ile transformatorów w każdej stacji czy elektrowni tego układu winno mieć uziemiony punkt gwiazdowy. Będzie to zależało od konieczności uzyskania skutecznego uziemienia punktu gwiazdowego

$\left(\frac{X_0}{X_1} < 4\right)$ oraz od konieczności uzyskania właściwego

dla zadziałania zabezpieczeń rozprężu i wielkości prądów kolejności zerowej. Jest to szczególnie ważne dla uniknięcia wyłączeń kaskadowych, przedłużających czas likwidacji zwarcia, oraz dla zapewnienia prawidłowego wyłączania zwarć jednofazowych. Należy przy tym pamiętać, że musi być zachowany warunek

$\frac{X_0}{X_1} > 1$, w przeciwnym bowiem razie moc

zwarcia jednofazowa będzie większa od mocy zwarcia trójfazowej.

Zabezpieczenia rezerwowe. Wszystkie linie muszą mieć oprócz zabezpieczenia głównego zabezpieczenie rezerwowe.

Wyżej wysunięto wymaganie, żeby zabezpieczenia linii były typu z łączem w cz. Rozróżniamy dwie grupy tych zabezpieczeń. Do pierwszej należą odległościowe porównawczo-kierunkowe i odległościowe współbieżne, do drugiej porównawczo-kierunkowe i porównawczo-fazowe.

Zabezpieczenia pierwszej grupy stanowią swoimi elementami odległościowymi rezerwy zarówno dla własnego odcinka linii (w wypadku uszkodzenia łącza w cz.), jak i dla sąsiedniego. Zabezpieczenia drugiej grupy, jako odcinkowe, wymagają niezależnego zabezpieczenia rezerwowego.

Nasuwać się dwa pytania: 1) czy należy zabezpieczenia pierwszej grupy uzupełnić zabezpieczeniem rezerwowym (jakim) dla linii odchodzących od 220-kilowoltowych szyn elektrowni, by uniknąć wyłączenia bloków generator-transformator przy zawiedzeniu zabezpieczenia, które jest skomplikowane, a więc podlega uszkodzeniu? 2) jakie należy zastosować zabezpieczenia rezerwowe dla zabezpieczeń grupy drugiej?

Niezależnie od tego wymaga rozpatrzenia sprawa kaskadowych wyłączeń zabezpieczeń rezerwowych przy zwarcia na drugim odcinku na skutek odbiorów lub zasilania na końcu

pierwszego odcinka. Specjalny problem stanowią tu linie dwutorowe i podwójne.

Blokiady od kołysań. Wszystkie zabezpieczenia linii, mogące zadziałać nieprawidłowo na skutek kołysań, muszą być wyposażone w blokady od kołysań.

Ustalenie konieczności stosowania blokady od kołysań jest zagadnieniem trudnym i pracochłonnym, wymagającym wniesienia krzywej kołysań na wykresy kołowe poszczególnych typów zabezpieczeń i stwierdzenia prawdopodobieństwa zadziałania zabezpieczeń przy kołysaniach. Jedynie zabezpieczenie porównawczo-fazowe oraz zabezpieczenia nie reagujące na składową prostą prądu i napięcia są niewrażliwe na kołysania.

Jednoczesność zakłóceń. Przy projektowaniu zabezpieczeń nie należy uwzględniać możliwości dwóch zakłóceń jednoczesnych lub zakłócenia następującego po zakłóceniu trwałym. Należy natomiast uwzględnić w pierścieniach sieciowych możliwość wystąpienia zakłócenia w okresie, kiedy jeden z odcinków pierścienia jest wyłączony dla remontu.

Koordinacja zabezpieczeń. Zabezpieczenia linii 220-kilowoltowej nie mogą reagować na zakłócenia w sieci niższych napięć.

4. Zabezpieczenie transformatorów i szyn.

Wybór zabezpieczeń transformatorów jest określony w ekspertyzach radzieckich i w przepisach. Natomiast zabezpieczenie szyn, konieczne dla wszystkich rozdzielni 220-kilowoltowych, jest zagadnieniem u nas nowym i będzie wymagało szczegółowego opracowania.

5. Wnioski.

Jak wynika z powyższych wywodów, opracowanie koncepcji zabezpieczeń i automatyki sieci 220-kilowoltowej nie jest rzeczą prostą ani łatwą, będzie wymagało licznych pomiarów na analizatorze (prądy zwarcia — symetryczne i asymetryczne, poziomy napięcie przy zwarciach, równowaga dynamiczna i statyczna, asymetria przy dwufazowej pracy linii i inne) oraz głębokiej i wnikliwej analizy wyników pomiarów i warunków pracy układu 220-kilowoltowego.

W wąskich ramach niniejszego artykułu niesposób było ująć całej problematyki koncepcji zabezpieczeń i automatyki sieci 220-kilowoltowej. Zagadnienie jest znacznie obszerniejsze i podano tu tylko problemy podstawowe.

Opracowana według wyłożonych wytycznych koncepcja zabezpieczeń i automatyki będzie stanowiła podstawę do wykonania szczegółowych projektów technicznych zabezpieczeń dla poszczególnych linii i stacji.

Wyniki pomiarów wykonanych dla koncepcji oraz warunki techniczne określone koncepcją będą służyły do wyboru właściwego typu zabezpieczeń linii, szyn i transformatorów oraz umożliwią obliczenie nastawień tych zabezpieczeń.

Po raz pierwszy w Polsce będzie rozwiązane zagadnienie całokształtowego projektowania zabezpieczeń i automatyki układu energetycznego.

LITERATURA

- A. I. Rielejnaja zaszczyta wysokowoltnych sie-
tej, 1949
Czernin A. B. Korotkije zamykanja pri niepołnofaznych riezi-
mach, 1952
Fiedosiejew A. N. Rielejnaja zaszczyta elektriceskich si-
stiem, 1952
Hubert E. H. Contribution théorique et expérimentale des possi-
bilités d'application du réenclenchement automatique des disjon-
cteurs. Prix Décennal Montefiore, 1951
Kimbar E. W. Power system stability, I, II, 1950
Markowicz I. M. Energieticeskije sistemy i ich rieżimy, 1952
Sołowiow A. E. Awtomatizacija energieticeskich sistiem, 1950
Syromiatnikow I. A. Rieżimy raboty sinchronnych gieniera-
torow, 1953
Uljanow S. A. Korotkije zamykanja w elektriceskich sietiach,
1952
Electrical transmission and distribution reference book (Westing-
house), 1950
Zdanow P. S. Ustojczywost' energieticeskich sistiem, 1948

DR INŻ. BOLESŁAW DUBICKI

Prof. Politechn. Warsz.

Uzwojenia faliste nieprawidłowe

621.3-045.001.2

Treść: Zakres stosowania uzwojeń falistych nieprawidłowych. Uzwojenia o martwych prętach. Uzwojenia ze sztucznym połączeniem.

Волновые неправильные обмотки. Область применения этих обмоток. Обмотки с мертвыми стержнями. Обмотки с искусственными соединениями.

Irregular wave windings. Range of applicability of irregular wave windings. Idle bar windings. Artificially connected windings.

1. Wstęp.

Uzwojenia faliste mają szereg zalet, które pozwalają na szerokie zastosowanie tych uzwojeń. Zależność poskoku komutatorowego dla tych uzwojeń wyrażona jest wzorem

$$(1) \quad y_k = \frac{K \mp a}{p},$$

gdzie y_k — poskok komutatorowy, czyli odległość pomiędzy końcem a początkiem zezwoju mierzona liczbą wycinków na komutatorze,

K — liczba wycinków komutatora,

p — liczba par biegunów,

a — liczba par gałęzi.

Jak wynika ze wzoru (1), są ograniczenia w doborze uzwojeń, gdyż nie dla każdej wartości K , p i a wartość poskoku komutatorowego wypada jako liczba całkowita.

Jeżeli przekształcić wzór (1) podstawiając

$$K = \frac{u}{2} \cdot \dot{Z},$$

gdzie u — liczba boków zezwojów w jednym żłobku ($u = 2, 4, 6, 8, \dots$),

$\dot{Z}$ — liczba wszystkich żłobków twornika,

to otrzymamy

$$(2) \quad y_k = \frac{\frac{u}{2} \cdot \dot{Z} \mp a}{p}.$$

Z analizy tego wzoru wynikają wartości u , p i a , dla których otrzymujemy y_k jako liczbę całkowitą, a więc uzwojenie jest wykonalne. W podręcznikach uzwojeń prądu stałego podawane są tabele wartości u , p i a dla wykonalnych uzwojeń falistych. Dla innych liczb nie podanych w tabelach uzwojenia faliste są niewykonalne. Do takich niewykonalnych uzwojeń należy uzwojenie faliste proste ($a = 1$) przy $2p = 4$,

a więc maszyny czterobiegunowej przy liczbie boków w żłobku $u = 4$.

Ponieważ maszyny czterobiegunowe, jako najkorzystniejsze ekonomicznie w przypadku średniej lub małej mocy, są maszynami najczęściej spotykanymi, niemożność stosowania $u = 4$ jako liczby boków w żłobku, prowadziła do konieczności do stosowania $u = 2$ lub $u = 6$, co w wielu przypadkach jest rozwiązaniem mało ekonomicznym. Toteż w tym przypadku, jak i w innych podobnych, wykonuje się tzw. uzwojenia nieprawidłowe z martwymi prętami lub ze sztucznym połączeniem.

Uzwojenia nieprawidłowe trzeba zazwyczaj wykonywać wówczas, gdy chcemy wyzyskać gotowy twornik w stanie surowym (zblachowany) o liczbie żłobków, która była przystosowana do innego uzwojenia. Okoliczności takie zdarzają się często w przypadkach przeróbek gotowych już maszyn, przy przewijaniu, lub gdy trzeba wykonać maszynę odbiegającą od normalnej seryjnej konstrukcji, a nie opłaca się ze względu na termin dostawy lub koszty wykonywać odmiennych wykrojników.

2. Uzwojenie o martwych prętach.

Zasada tego uzwojenia opiera się na następujących przesłankach.

Jeżeli dla uzwojenia falistego, które przy pewnych danych jest niewykonalne, próbujemy obliczyć poskok komutatorowy ze wzoru (1) dla uzwojenia falistego wielokrotnego

$$y_k = \frac{K \mp a}{p}$$

lub dla uzwojenia falistego prostego

$$(3) \quad y_k = \frac{K \mp 1}{p},$$

to otrzymujemy na y_k liczbę niecałkowitą. Aby otrzymać na y_k liczbę całkowitą, odejmujemy od licznika wzoru (1) lub (3)

odpowiednią liczbę k (liczba dodatnia całkowita), a więc otrzymujemy

$$(4) \quad y_k = \frac{K \mp 1 - k}{p},$$

$$(5) \quad y_k = \frac{K \mp a - k}{p}.$$

Odjęcie w liczniku liczby k będziemy rozumieć praktycznie w ten sposób, że komutator będzie mieć o k wycinków mniej. Równania (4) i (5) mogą dać na y_k liczby całkowite przy różnych k , z zasady jednak wybieramy najmniejszą możliwą wartość k , która spełnia ten warunek.

Zbudowanie komutatora o $K - k$ wycinkach zamiast K nie nastroża praktycznie większych trudności. Ponieważ jednak do każdego wycinka dołączony jest jeden zezwój, to przy

i boków nie numerujemy i przy połączeniu omijamy je. Martwe wycinki rozmieszczamy na komutatorze symetrycznie.

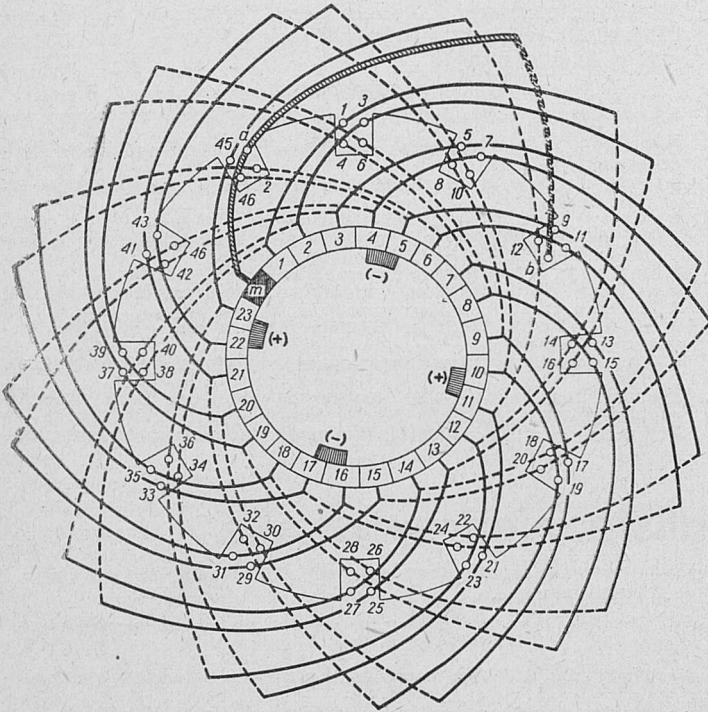
Martwe pręty można rozmieszczać w dwojaki sposób: a) tak, jak powinny leżeć, gdyby należały jako boki zezwojów do odpowiednich wycinków, b) symetrycznie na obwodzie twornika; w tym ostatnim przypadku nie mają one między sobą połączeń czołowych. W przypadku a) otrzymujemy uzwojenie o dużej niesymetrii, lecz o zezwojach jednakowej rozpiętości, w przypadku b) udaje się zazwyczaj uzyskać lepszą symetrię, lecz zezwoje są wtedy najczęściej o różnych rozpiętościach.

Z uzwojeń nieprawidłowych najczęściej stosuje się uzwojenia faliste proste.

Przykład. Uzwojenie faliste proste jako nieprawidłowe z martwymi prętami dla następujących danych:

$$\dot{Z} = 12, 2p = 4, u = 4;$$

$$\text{stąd } K = \frac{u}{2} \dot{Z} = \frac{4}{2} \cdot 12 = 24;$$

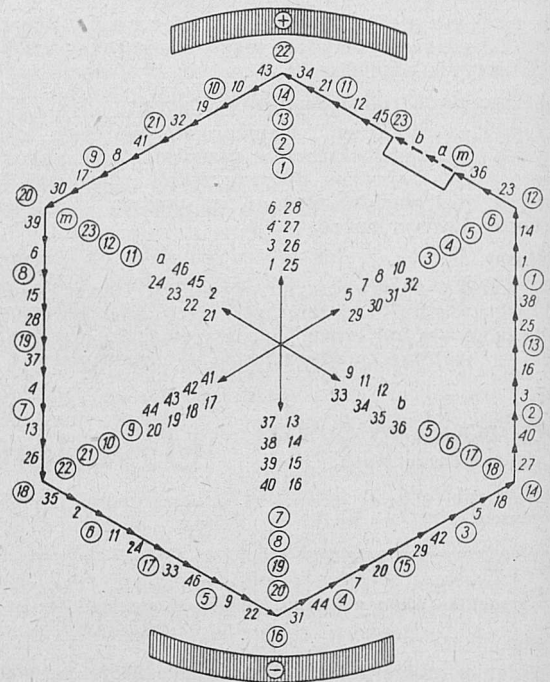


Rys. 1. Schemat uzwojenia falistego prostego nieprawidłowego z martwymi prętami ($\dot{Z} = 12, 2p = 4, K = 23, u = 4$)

m — martwy wycinek
 a, b — martwe pręty, rozmieszczone na obwodzie twornika tak, jak boki jednego zezwoju
Uzwojenie o zezwojach jednakowej rozpiętości; oba martwe pręty tworzą razem zezwój.

zmniejszonej liczbie wycinków otrzymamy również liczbę zezwojów twornika zmniejszoną o k , a zatem k zezwojów nie będzie dołączonych do komutatora, boki tych zezwojów będą tylko wypełniały miejsce w odpowiednich żłóbkach. Zezwoje takie nazywa się zezwojami martwymi. Ponieważ każdy zezwój składa się z dwóch boków — górnego i dolnego, więc na obwodzie twornika otrzymamy k górnych boków martwych i k dolnych boków martwych.

Uzwojenia z martwymi prętami oblicza się i rysuje tak samo, jak zwykle uzwojenia faliste, ale martwych wycinków



Rys. 2. Gwiazda i wielobok napięć uzwojenia falistego prostego nieprawidłowego z martwymi prętami z rys. 1 ($\dot{Z} = 12, 2p = 4, K = 23, u = 4$)

Napięcia oznaczone liczbami w kółkach dotyczą wycinków lub zezwojów

m — wektor napięcia wzbudzonego w zezwoju martwym

Napięcia oznaczone liczbami bez kółek dotyczą boków

a, b — napięcia prętów martwych

poskok żłobkowy, czyli odległość między bokami zezwoju mierzona liczbą żłobków:

$$y_2 \approx \frac{\dot{Z}}{2p} = \frac{12}{4} = 3.$$

Ze wzoru (4) otrzymamy na y_k liczbę całkowitą, gdy przyjmujemy $k = 1$.

Przyjmujemy uzwojenie lewokrętne nieskrzyżowane; wtedy

$$y'_k = \frac{K - 1 - 1}{p} = \frac{24 - 1 - 1}{2} = 11,$$

a więc uzwojenie będzie mieć $k = 1$ zezwojów martwych lub $2k = 2$ boki martwe i $k = 1$ wycinek martwy. Przy $y_2 = 3$ poskok częściowy pierwszy wyrażony liczbą boków będzie $y_1 = u \cdot y_2 + 1 = 4 \cdot 3 + 1 = 13$; poskok uzwojenia $y = 2y_k = 2 \cdot 11 = 22$; poskok częściowy drugi $y_2 = y - y_1 = 22 - 13 = 9$.

Tablica I. Uzwojenie faliste proste nieprawidłowe z martwymi prętami (rys. 1)

$$\dot{Z} = 12, 2p = 4, K' = 23, u = 4, y_k = 11, y_1 = 13, y = 22, y_2 = 9, s = 46$$

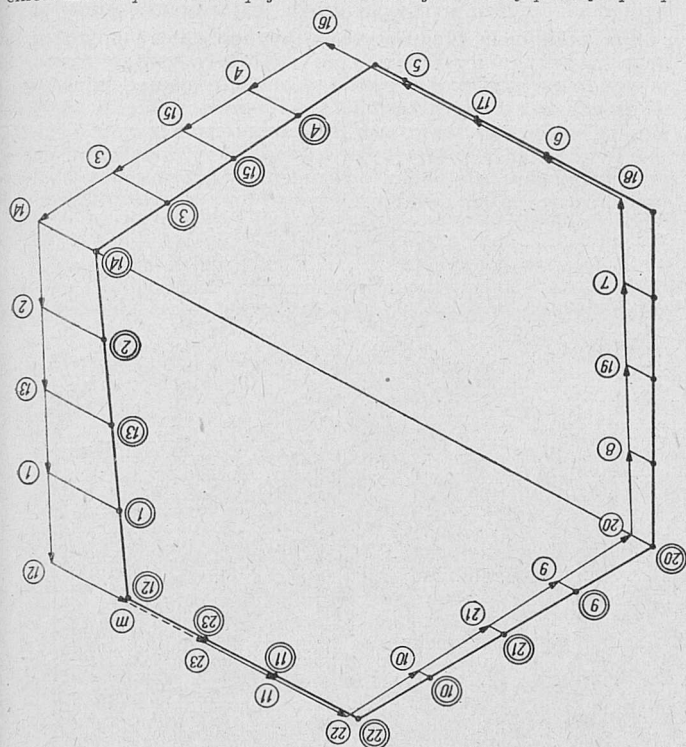
Martwych prętów 2 [a] po boku 45, b) po boku 12]

Martwych wycinków 1 (między wycinkiem 23 i 1)

Wycinki	Boki	Wycinki	Boki	Wycinki	Boki	Wycinki	Boki
1	1 — 14	21	41 — 8	18	35 — 2	15	29 — 42
12	23 — 36	9	17 — 30	6	11 — 24	3	5 — 18
23	45 — 12	20	39 — 6	17	33 — 46	14	27 — 40
11	21 — 34	8	15 — 28	5	9 — 22	2	3 — 16
22	43 — 10	19	37 — 4	16	31 — 44	13	25 — 38
10	19 — 32	7	13 — 26	4	7 — 20	1	1

Alternatywa 1. Wykonanie uzwojenia według sposobu a), to znaczy, że boki martwe leżą w tych miejscach na obwodzie, jak gdyby należały do jednego zezwoju.

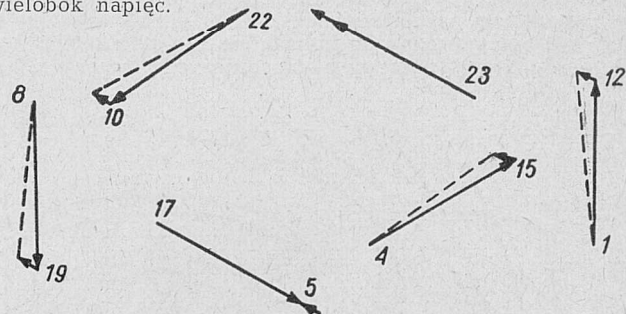
Uzwojenie w tej alternatywie pokazane jest na rys. 1. Wycinek martwy m obrany jest dowolnie jako leżący między wy-



Rys. 3. Zmiana (pod wpływem prądu wyrównawczego) kształtu wieloboku napięć z rys. 2 (cienka linia) na nowy kształt (grubsza linia)

ciwkami 23 i 1. Pręty martwe oznaczamy nie tak, jak inne, liczbami, lecz literami a i b ; jak widać z rysunku, leżą one tak, jak gdyby należały do jednego zezwoju o posokoju częściowym pierwszym $y_1 = 13$. Pozostałe boki i wycinki otrzymują numerację według zwykłych zasad: górne boki są nieparzyste, przy czym numerem 1 oznaczamy bok z prawej strony po boku a , numerem zaś 45 — z lewej strony. Prawe boki dolne oznaczamy liczbami parzystymi tak, aby wypadło, że $y_1 = 13$. Kolejność następstwa wycinków i boków uzwojenia wynika z tabl. I.

Dla poznania, jak wpływa obecność martwych prętów na działanie uzwojenia, wykreślamy w znany sposób gwiazdę i wielobok napięć.



Rys. 4. Zmiana napięć poszczególnych zezwojów po uwzględnieniu spadku napięcia od prądu wyrównawczego

Kąt fazowy między napięciami boków leżących w sąsiednich żłóbkach $\alpha = \frac{p}{Z} \cdot 360 = \frac{2}{12} \cdot 360 = 60^\circ$; najwyższy wspólny dzielnik liczb p i Z jest $t = 2$; kąt pomiędzy promieniami gwiazdy $\alpha' = \frac{t}{Z} \cdot 360 = \frac{2}{12} \cdot 360 = 60^\circ = \alpha$; liczba promieni gwiazdy $S = \frac{Z}{t} = \frac{12}{2} = 6$.

Gwiazda i wielobok napięć

Tablica II. Odmiany uzwojenia falistego z martwym zezwojem

Odmiana	Znaki wycinka martwego m i zezwoju martwego $a - b$		Fragmenty schematu odpowiednio do rys. 1	Fragmenty wieloboku odpowiednio do rys. 2	Rodzaje prądów wyrównawczych
	m	$a - b$			
1	X	+			I
2	XX	+			I, II
3	XX	++			I, II
4	XX	+++			I, II, III,
5	XXX	+			I, II
6	XXX	++			I, II

Oznaczenia:

X — usunięty z komutatora
XX — nie połączony z innym wycinkiem
XXX — połączony z sąsiednim wycinkiem

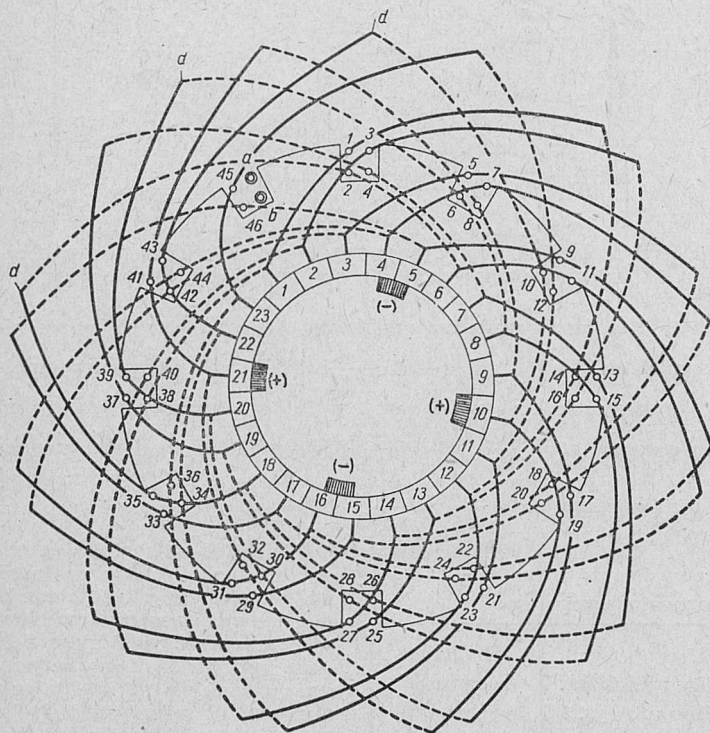
+ — nie połączony z innym wycinkiem
++ — połączony z wycinkiem m
+++ — połączony z innym wycinkiem

pokazane są na rys. 2. Jak widać z tego rysunku, wielobok nie zamyka się, gdyż do zamknięcia brak napięć przedstawionych przez wektory a i b ; stan jest taki, jak gdyby między wycinkiem 12 a 23 była przerwa. W rzeczywistości oba te wycinki są połączone za pośrednictwem zezwoju 23 — 36, czyli wielobok zamyka się (punkt 12 wieloboku pada na punkt m). Wynika to z następującego zjawiska: uzwojenie nasze ma dwie gałęzie równoległe; przy położeniu szczotek względem wieloboku, jak pokazano na rys. 2, jedną gałąź przedstawia lewa strona wieloboku między szczotkami, drugą zaś — prawa strona wieloboku. Ponieważ w prawej gałęzi brak napięcia zezwoju m , przeto w niej suma wzbudzonych sił elektromotorycznych jest mniejsza niż w lewej, a więc i napięcia występujące na szczotkach od każdej gałęzi będą różne. Wskutek różnicy napięć popłynie w obwodzie twornika prąd wyrównawczy, który spowoduje wyrównanie napięć. Gdy twornik się obraca, to obraca się również wielobok względem szczotek. Ponieważ wektor 12- m będzie przy obracaniu się twornika bądź w lewej, bądź w prawej gałęzi, przeto kierunek prądu wyrównawczego będzie zmienny. Prąd ten jest szkodliwy, gdyż powoduje stratę energii oraz nagrzewanie się uzwojenia twornika.

Rys. 3 wyjaśnia, w jaki sposób nastąpi zamknięcie wieloboku. Mianowicie, jeżeli do zamknięcia wieloboku brakowało napięcia boków $a-b$, to — aby wielobok zamknął się — musi powstać w obwodzie spadek napięcia takiej samej wielkości i kierunku. Ten spadek napięcia rozdzieli się na 23 zezwoje.

Rys. 4 pokazuje przykładowo napięcia niektórych zezwojów z uwzględnieniem spadku napięcia; rys. 3 pokazuje oba wieloboki przed zamknięciem i po zamknięciu.

Spotykane są różne odmiany tej alternatywy rozwiązania, zestawione w tabl. II. Odmiany te polegają na następujących cechach: a) wycinek martwy m może być usunięty z komutatora lub nie, a w tym drugim przypadku może być połączony z sąsiednim wycinkiem lub nie; b) zezwój martwy $a-b$ może nie być włączony do komutatora lub połączony z komutatorem; c) zezwój martwy $a-b$ może być połączony z jakimś



Rys. 5. Schemat uzwojenia falistego prostego nieprawidłowego dla danych, jak na rys. 1; oba martwe pręty a, b umieszczone w tym samym żłobku, jeden pod drugim

Martwy wycinek (24) usunięty z komutatora
 a, b — martwe pręty
 d — zezwoje o rozpiętości powiększonej

wycinkiem przez połączenie wycinka m z sąsiednim wycinkiem, bądź też przez połączenie pręta b z wycinkiem o odpowiednim potencjale.

Jak już wspomniano, wskutek braku w wieloboku napięć wektora napięcia, odpowiadającego martwemu zezwójowi, przez wszystkie połączone szeregowo zezwoje uzwojenia płynie prąd wyrównawczy; nazwiemy go prądem wyrównawczym pierwszego rodzaju*), gdyż mogą się zdarzyć w tego rodzaju uzwojeniach prądy wyrównawcze o innym charakterze.

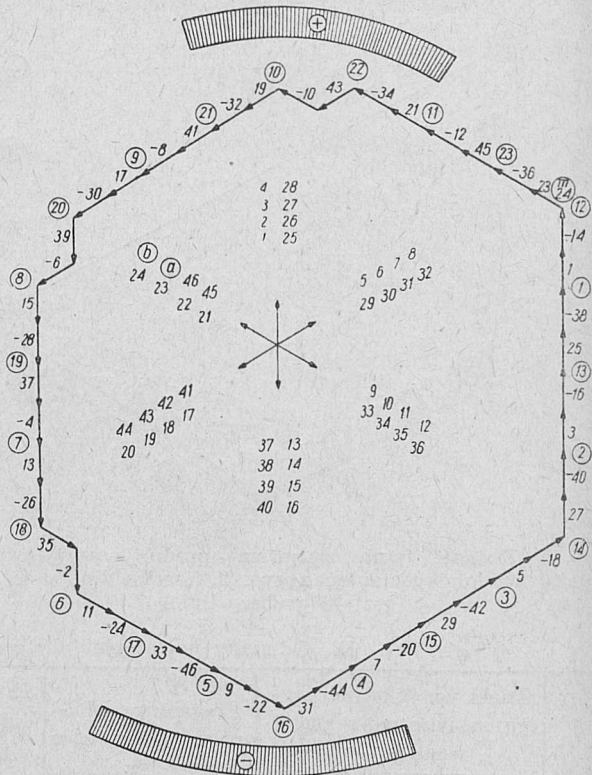
Prądem wyrównawczym drugiego rodzaju nazwiemy dodatkowy prąd, który płynie przez uzwojenie i zamyka się przez szczotki wskutek ich niesymetrycznego ustawienia na komutatorze.

Jak wiadomo z rozpatrywania prawidłowych uzwojeń, szczotki powinny być rozstawione równomiernie na obwodzie komutatora o poskok szczotkowy y_{sz} . Symetria będzie naruszona, jeżeli szczotki przesuniemy tak, że pomiędzy nimi nie będą zachowane odpowiednie odstępki, bądź też jeżeli komutator nie będzie symetryczny, a właśnie obecność na komutatorze dodatkowego nieczynnego wycinka m zakłóca symetrię.

Zdarzają się jeszcze inne prądy wyrównawcze. Mianowicie, jeżeli w odmianie 4 według tabl. II — jak pokazano na fragmencie schematu — szczotka będzie leżała na wycinkach 23 i m , a więc będą połączone równolegle ze sobą dwa zezwo-

je $a-b$ oraz 45—12, to — ponieważ przy obciążeniu nie mają one jednakowych napięć, a w ogólnym przypadku mogą nie mieć tej samej fazy — przez te zezwoje i przez szczotki popłynie prąd wyrównawczy, nazwany prądem wyrównawczym trzeciego rodzaju. Jak widać z tablicy, najkorzystniejsza pod względem prądów wyrównawczych jest odmiana pierwsza.

Dla uniknięcia prądu wyrównawczego należy poszukać innego rozwiązania. W tym celu zwrócimy uwagę na to, że w gwiazdzie napięć na rys. 2 promienie napięć obu boków martwych a i b są przesunięte względem siebie o 180° ; ponieważ bok prawy zezwoju b jest połączony z lewym a odwrótnie, to promień napięcia boku b ulega przy dodawaniu napięć przy rysowaniu wieloboku odwróceniu. Otrzymujemy napięcie 12- m równe co do wielkości podwójnej długości promienia



Rys. 6. Gwiazda i wielobok napięć uzwojenia falistego prostego nieprawidłowego z rys. 5 z dwoma martwymi prętami

gwiazdy. Zobaczymy, że przez inne rozmieszczenie prętów martwych na tworniku można uniknąć asymetrii.

Alternatywa 2. Wykonanie uzwojenia według sposobu b , w szczególności tak, że pręty martwe leżą w jednym żłobku jeden nad drugim.

Rozwiązanie takie pokazuje rys. 5, natomiast rys. 6 przedstawia gwiazdę i wielobok napięć tego uzwojenia. Jak widać, wielobok zamyka się, a więc nie ma tu prądów wyrównawczych. Tłumaczymy to sobie w następujący sposób: gwiazda napięć jest figurą symetryczną i ma 6×8 promieni napięciowych. Gdyby wszystkie boki były czynne, to przez dodanie promieni napięciowych w dowolnej kolejności otrzymalibyśmy zawsze wielobok zamknięty, gdyż suma rzutów wektorów napięć na dowolny kierunek będzie równa zeru (pamiętajmy przy tym, że połowa wszystkich wektorów odpowiadająca prawym bokom zezwojów wchodzi do sumy odwróconą).

Jeżeli oba martwe pręty mają wektory napięciowe o tym samym kierunku i jeżeli jeden pręt jest prawy, a drugi lewy, to utworzony wielobok bez tych dwóch napięć, dających wypadkową równą zeru, też musi być zamknięty.

Ujemną stroną powyższego rozwiązania jest to, że rozpiętość zezwojów nie jest jednakowa; mianowicie uzwojenie ma 3 zezwoje cięciwowe wydłużone przy wszystkich pozostałych zezwojach średnicowych, co powodować może trudności wykonawcze, zwłaszcza że rozmieszczenie zezwojów wydłużonych jest jednoznaczne w stosunku do położenia martwych prętów.

Możliwe jest również takie rozwiązanie, w którym martwe pręty leżą w żłobkach oddalonych od siebie o dwie lub — ogólnie mówiąc — parzystą liczbę podziałek biegunowych, a zatem — jak i poprzednio — w tych samych warunkach magnetycznych.

*) Według H. Sequenza (Elektrot. und Maschinenbau, 1929, str. 845).

3. Uzwojenie ze sztucznym połączeniem.

Jak w przypadku uzwojenia o martwych prętach rozpatrujemy wzory (1) i (3) i dla otrzymania y_k całkowitego dodajemy w liczniku obu wzorów odpowiednią liczbę k (liczba całkowita i dodatnia), a więc

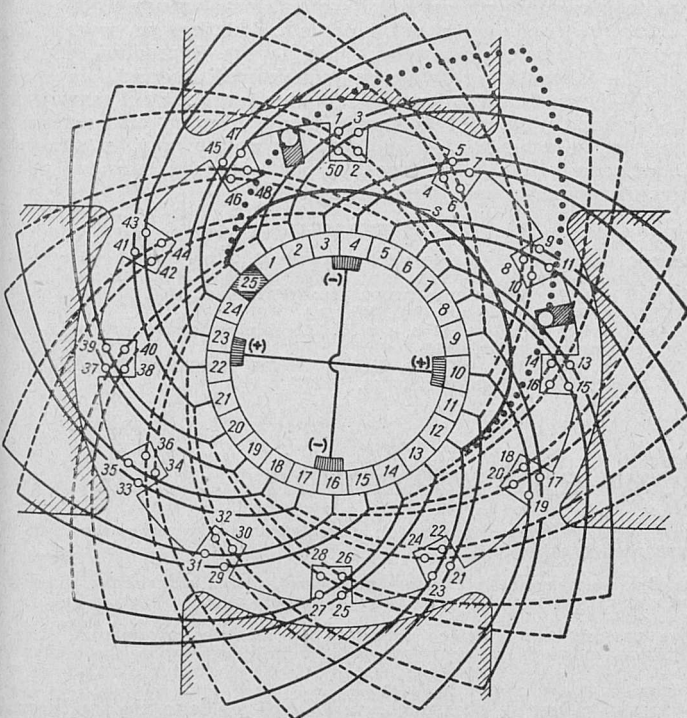
$$(6) \quad y_k = \frac{K \mp 1 + k}{p},$$

$$(7) \quad y_k = \frac{K \mp a + k}{p}.$$

Dodanie w liczniku liczby k będziemy rozumieć praktycznie w ten sposób, że komutator będzie mieć o k wycinków więcej. Równania (6) i (7) mogą dać na y_k liczby całkowite przy różnych k , wybieramy jednak z zasady najmniejszą możliwą liczbę k , która spełnia ten warunek.

Zbudowanie komutatora o $K+k$ wycinkach zamiast K nie nastęrczy większych trudności, ponieważ jednak do każdego wycinka dołączony jest jeden zezwój, to przy powiększonej

połączeniem odpowiednich wycinków, zwanym sztucznym połączeniem (por. połączenia s na rys. 7). Połączenie to wykonuje się przy komutatorze, układa się je pod połączeniami czołowymi, co zresztą może być czasem kłopotliwe.



Rys. 7. Schemat uzwojenia falistego prostego nieprawidłowego ze sztucznym połączeniem; $\hat{Z} = 12$, $2p = 4$, $K = 24$, $k = 1$, $u = 4$

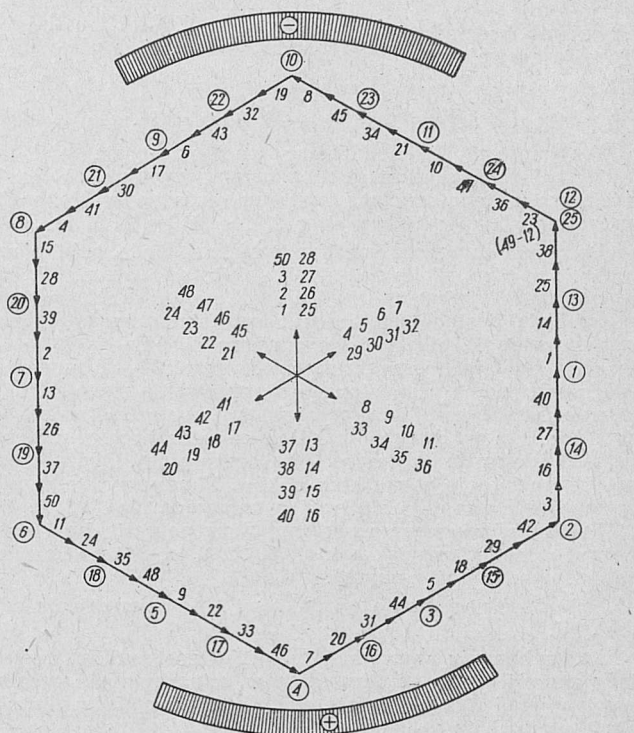
s — sztuczne połączenie dodatkowego wycinka 25 z wycinkiem 12 zamiast zezwoju 49 — 12

liczbie wycinków musi być również powiększona liczba zezwójów; ponieważ jednak w żłobkach mamy miejsce tylko na K zezwójów, przeto nie można w nich umieścić dodatkowych k zezwójów, a więc nie będą w nich wzbudzone siły elektromotoryczne; dodatkowe zezwoje będą spełniać rolę tylko połączeń. Zwykle te dodatkowe zwoje zastępuje się bezpośrednim

Tablica III. Uzwojenie faliste proste nieprawidłowe ze sztucznym połączeniem

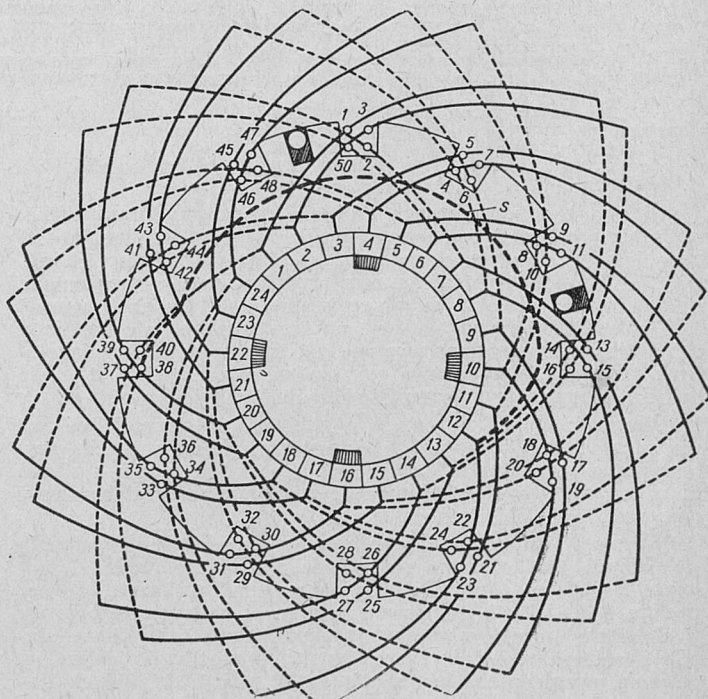
$\hat{Z} = 12$, $2p = 4$, $K' = 25$, $u = 4$, $y_k = 12$, $y_1 = 13$, $y = 24$, $y_2 = 11$, $s = 48(50)$; brakujące boki 49, 12

Wycinki	Boki	Wycinki	Boki	Wycinki	Boki
1	1 — 14	9	17 — 30	17	33 — 46
13	25 — 38	21	41 — 4	4	7 — 20
25	49 — 12	8	15 — 28	16	31 — 44
12	23 — 36	20	39 — 2	3	5 — 18
24	47 — 10	7	13 — 26	15	29 — 42
11	21 — 34	19	37 — 50	2	3 — 16
23	45 — 8	6	11 — 24	14	27 — 40
10	19 — 32	18	35 — 48	1	1
22	43 — 6	5	9 — 22		



Rys. 8. Gwiazda i wielobok napięć uzwojenia falistego prostego nieprawidłowego z rys. 7 ze sztucznym połączeniem ($\hat{Z} = 12$, $2p = 4$, $K = 24$, $u = 4$)

Zezwój 49 — 12 jest zastąpiony sztucznym połączeniem wycinków 25 i 12



Rys. 9. Uzwojenie jak pokazane na rys. 7, lecz po usunięciu martwego wycinka (25)

Przykład. Uzwojenie faliste proste jako nieprawidłowe ze sztucznym połączeniem dla następujących danych:

$\hat{Z} = 12$, $2p = 4$, $u = 4$;

$$K = \frac{u}{2} \cdot \hat{Z} = \frac{4}{2} \cdot 12 = 24; \quad y_2 = \frac{\hat{Z}}{2p} = \frac{12}{4} = 3.$$

Ze wzoru (6) otrzymamy na y_k liczbę całkowitą, gdy przyjmiemy $k = 1$ i uzwojenie lewokrętne nieskrzyżowane:

$$y_k = \frac{K - 1 + k}{p} = \frac{24 - 1 + 1}{2} = 12.$$

Uzwojenie będzie mieć zatem $K + k = 25$ wycinków przy $K = 24$ zezwojach.

$$y_1 = u \cdot y_2 + 1 = 4 \cdot 3 + 1 = 13; \quad y = 2y_k = 2 \cdot 12 = 24;$$

$$y_2 = y - y_1 = 24 - 13 = 11.$$

Przyjmujemy, że dodatkowy wycinek będzie miał liczbę porządkową 25, czyli że jest to ostatni wycinek. Gdyby boki należące do tego wycinka były umieszczone w żłobkach, to wszystkich boków byłoby $s' = 2(K + k) = 2 \cdot 25 = 50$.

Do wycinka o numerze 1 przyłączone będą boki o numerach 1 i 1 + $y_1 = 13 + 1 = 14$, jak to widać z rys. 7. Ponieważ wycinek 25 jest ostatni, to boki zezwoju przyłączonego do niego będą następujące: lewy o ostatnim numerze nieparzystym, a więc 49, prawy zaś o numerze $49 + y_1 = 49 + 13 = 62$, a ponieważ wszystkich boków jest 50 — o numerze 12. Dla umożliwienia prawidłowego wyrysowania uzwojenia i wypisania tabeli uzwojenia, wyobrażamy sobie, że te dwa boki, 49 i 12, leżą w dwóch umyślonych żłobkach w odległości $y_2 = 3$ (żłobki te są na rys. 7 zakreślane). Obecnie można ustalić numerację wszystkich boków. Zauważmy, że w pierwszym żłobku znajdują się boki o numerach nie 1, 3, 2, 4, jak to byłoby w zwykłym uzwojeniu, lecz parzyste boki przesunęły się, mamy tu więc boki 1, 3, 50, 2, gdyż do tego żłobka wszedł ostatni bok parzysty.

Kolejność następstwa wycinków i boków uzwojenia podaje tabl. III.

Po wykonaniu wszystkich połączeń zastępujemy nieistniejący zezwój 49 — 12 bezpośrednim sztucznym połączeniem s wycinków 25 i 12 (odległość wycinków odpowiada poskoku komutatorowemu $y_k = 12$).

Gwiazdę i wielobok napięć rozpatrywanego uzwojenia pokazuje rys. 8. Jak widać, gwiazda jest taka sama, jak w poprzednio rozpatrywanych przypadkach (por. rys. 2), gdyż mamy tu te same liczby żłobków i biegunów, jedynie numeracja boków ulega zmianie. Wielobok napięć zamyka się i jest figurą symetryczną, gdyż powstaje on z wszystkich wektorów gwiazdy napięć, która jest figurą symetryczną.

Odmianą poprzedniego uzwojenia jest uzwojenie pokazane na rys. 9. Różni się ono od poprzedniego tym, że usunięty tu został wycinek dodatkowy 25, a sztuczne połączenie łączy wprost bok 38 z wycinkiem 12. Oczywiście, gwiazda i wielobok napięć z rys. 7 będą ważne również dla tak zmienionego uzwojenia. Jedyna trudność polega tu na wykonaniu długiego połączenia.

Z rozpatrzonych przykładów można wyciągnąć wnioski ogólne co do symetrii nieprawidłowych uzwojeń falistych ze sztucznym połączeniem. Przede wszystkim nie ma tu prądów wyrównawczych pierwszego rodzaju (wynikłych z niezamknięcia się wieloboku napięć); prądy wyrównawcze drugiego rodzaju wynikłe z niesymetrii komutatora (wskutek dodania k wycinków) będą tylko w odmianie z dodatkowym wycinkiem, przy pominięciu zaś wycinka jak na rys. 9 prądów tych nie będzie. Wszystkie zezwoje są jednakowej długości.

W porównaniu z rozwiązaniami alternatywy 1 uzwojenia te wykazują na ogół korzyści. Wadą uzwojeń alternatywy 2 jest to, że schemat jest na ogół skomplikowany, a ustalenie martwego wycinka lub sposobu wykonania sztucznego połączenia wymaga specjalnej uwagi.

LITERATURA

- S e q u e n z H. Reihenwicklungen mit toten Spulen oder halb-blinden Stegen (Elektr. und Maschinenbau, 1939, str. 845)
N o v a k K. Uzwojenie tworników (Warszawa, 1931, Komisja Wyd. Tow. Br. Pom. Stud. Pol. Warsz.)
A r n o l d E., L a c o u r J. L. Gleichstrommaschine, I tom (Springer, Berlin, 1919)
K o s t i e n k o M. P. Elektrieskije maszyny. Spieczalnaja czast', § 24 (Gosenizgoizdat, 1949)

INŻ. W. DEMEL

Krak. Biuro Proj.
Sieci Elektr.

Oblodzenie przewodów elektrycznych

621.315.14.002

Teść. Omówione są rodzaje oblodzenia przewodów linii elektrycznych, sposób ich uwzględniania w przepisach różnych krajów oraz wpływ na projektowanie i konstrukcję linii elektroenergetycznych.

Обледенение электрических проводов. Рассмотрены различные виды обледенения проводов электрических линий, способ учитывания обледенений в предписаниях различных стран, а также влияние их на проектирование и конструкцию электрических линий сильного тока.

Ice accretion on electric conductors. The author deals with the various forms of ice accretion on electric conductors, the manner in which ice accretion is provided for in the regulations effective in various countries, and its influence upon the design and construction of electric power lines.

1. Wstęp.

Przewody napowietrznych linii elektroenergetycznych zachowują się jak giętkie swobodnie zawieszone nici i podlegają dlatego jedynie siłom rozciągającym, działającym wzdłuż ich osi. Siły te spowodowane są ciężarem przewodów oraz obciążeniami dodatkowymi, wywołanymi przez wiatr działający na przewody lub, w wyjątkowych wypadkach, narastającymi na nich osadami zamarzłej wilgoci atmosferycznej. Od wielkości sił rozciągających przewody, przy danym rodzaju materiału, zależy wielkość zwiśsów, a tym samym wysokość słupów linii i jej koszt.

Siły rozciągające przewody, wywołane przez parcie wiatru, nie są zbyt wielkie w naszych warunkach klimatycznych, przy budowie więc linii należy liczyć się przede wszystkim z siłami dodatkowymi wywołanymi przez osady lodowe, które będziemy nazywać dalej „oblodzeniem”¹⁾.

Warunki, sprzyjające powstawaniu oblodzenia, występują stosunkowo rzadko, samo zaś oblodzenie jeszcze rzadziej. Jednakże wieloletnia praktyka eksploatacji linii wykazała, że powodują one dotkliwe zakłócenia w pracy i długotrwałe przerwy w dostawie energii, wywołane uszkodzeniami przewodów, słupów i izolatorów. Z powyższych względów możliwość ich występowania uwzględniana jest w większości przepisów różnych krajów.

Według doniesień prasy codziennej 9 listopada 1952 roku wystąpiło w naszym kraju oblodzenie „katastrofalne”. Wywołało ono znaczne szkody w drzewostanie oraz w przewodach i słupach linii energetycznych i telekomunikacyjnych. Wskutek przeciążenia, wywołanego oblodzeniem, łamały się gałęzie i całe drzewa oraz wywracały słupy linii. Fakty te przypomniały, że z występowaniem oblodzenia w ogromnych rozmiarach należy liczyć się

i u nas nawet na obszarach, na których się tego nie spodziewano, toteż przy projektowaniu, budowie i eksploatacji linii elektroenergetycznych zawsze należy uwzględniać obciążenia spowodowane oblodzeniem.

2. Rodzaje oblodzenia i przyczyny ich powstawania.

Przyczyny klimatyczne powstawania oblodzenia są już dostatecznie zbadane. Istnieją stacje meteorologiczne, które badają powstawanie oblodzeń na przewodach i innych przedmiotach. Stacje takie buduje się przeważnie na terenach o znacznym wzniesieniu nad poziomem morza, gdyż tam występowanie oblodzenia jest bardziej wyraźne i częstsze niż w miejscowościach niżej położonych [1].

Forma i struktura wewnętrzna oblodzenia bywa różnorodna i nawet w języku potocznym ma różne nazwy, jak szron, sadz, gołoledź i inne. Z punktu widzenia częstości występowania i wpływu na linie elektryczne rozróżniamy trzy zasadnicze postaci oblodzenia: 1) sadz, 2) gołoledź, 3) formację mieszaną tj. pośrednią pomiędzy sadzią i gołoledzią.

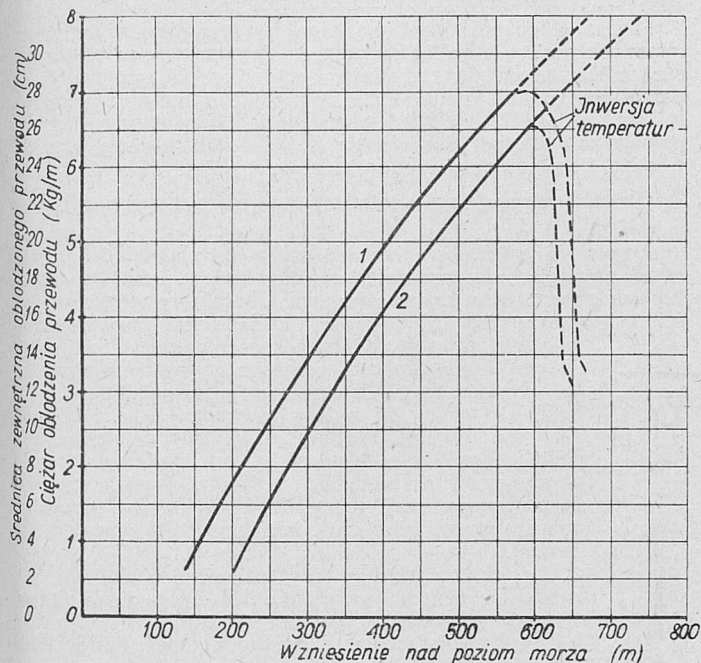
Według przeważających poglądów sadz powstaje wskutek krystalizowania się wody zawartej w atmosferze. Krystaliki lodu osadzają się na chłodniejszych przedmiotach, jak gałęzie i konary drzew lub przewody linii elektrycznych. Przedmioty te mogą być w pozycji zarówno pionowej jak i poziomej. Temperatura powietrza może wahać się przy powstawaniu sadzi w szerokich granicach, poniżej 0° aż do — 15°. Najgwałtowniejsze tworzenie się sadzi obserwuje się zwykle w pobliżu — 5°, toteż większość przepisów przyjmuje, że przy jej powstawaniu temperatura wynosi — 5°.

Tworzeniu się sadzi towarzyszą na ogół bardzo słabe ruchy powietrza i dlatego przyjmuje się zwykle, że zjawisku temu towarzyszy cisza wiatrowa.

¹⁾ Przepisy PNE-101 „Napowietrzne linie elektroenergetyczne” nazywają osady lodowe „sadz”, która jest tylko jedną z form oblodzenia.

Ukształtowanie terenu wpływa w dużej mierze na tworzenie się sadzi. Powstaje ona najczęściej na terenach znacznie wzniesionych, zwłaszcza w dolinach górskich zasłoniętych od silnych wiatrów.

Tworzenie się sadzi wiąże się z przesuwaniem chłodnych frontów powietrza, zwłaszcza gdy napotykają one przeszkody w postaci wzniesień lub łańcuchów górskich. Masy powietrza,



Rys. 1. Zależność średnic i ciężarów oblodzenia od wzniesienia terenu (Burgsdorf)

1 — średnica przewodu oblodzonego
2 — ciężar przewodu oblodzonego na jednostkę długości

przesycone wilgocią, wznoszą się w takim wypadku w górę i wydzielają ją w postaci mgły lub mżawki. Jakkolwiek nie można ustalić z góry, jakie ukształtowanie terenu wywołuje najsilniejszą sadź, to jednak liczne obserwacje wykazują, że wielkość jej łączy się przede wszystkim z wzniesieniem terenu. Pogląd taki uzasadniają krzywe podane na rys. 1, przedstawiające sumaryczne wyniki obserwacji szeregu stacji meteorologicznych Kaukazu północnego [1]. Podają one średnicę i ciężar oblodzenia w zależności od wzniesienia terenu. Zakrzywienie krzywych w dół na pewnej wysokości należy przypisać szczególnym warunkom Kaukazu północnego. Tu na drodze polarnych frontów powietrznych stoją wysokie góry o ciepłym klimacie na stokach południowych. Wskutek tego na wysokościach powyżej 600 m n.p.m. następuje często zwrot temperatury („inwersja”) czyli wzrastanie jej w miarę wznoszenia się terenu, wskutek czego oblodzenie tam zmniejsza się, a nawet może zaniknąć. Warunki innych gór półkuli północnej są odmiennie i dlatego krzywa oblodzenia zasadniczo wzrasta również powyżej 600 m, jak pokazano na rys. 1.

Porównując krzywe z rys. 1 z obciążeniem sady przewidywanym w PNE-101, stwierdzamy, że sadź katastrofalna, np. 2 kg/m dla przewodów powyżej 20 mm, odpowiada wzniesieniom terenu 200 do 300 m. n. p. m. Przeważnie na tej wysokości buduje się u nas linie elektryczne. Jednakże buduje się u nas również znaczną ilość odcinków na wzniesieniach 300—500 m n. p. m., gdzie sadź wynosi już około 4 kg/m, należałoby więc już dla takich linii przyjmować obciążenia większe niż przewiduje PNE-101, które wprawdzie zalecają przyjmowanie większej sadzi przy wzniesieniach ponad 500 m, ale nie podają jej wielkości. Doświadczenie wielu krajów górzystych, jak Czechosłowacja, Austria, Szwajcaria, Włochy, również potwierdza potrzebę uwzględnienia większych obciążeń.

Narastanie sadzi na przewodach linkowych, skreślonych z wielu drutów, odbywa się inaczej niż np. na jednodrutowych przewodach telekomunikacyjnych lub zwykłych gałęziach drzew. Narastanie sadzi na linkach występuje zwykle w postaci „klinów”, osadzających się od strony napływającego wilgotnego powietrza. Przewód linkowy ma tendencję rozkręcania się przy niesymetrycznym obciążeniu wskutek oblodzenia. Dlatego narosły klin opuszcza się ku dołowi, nad nim narasta nowy klin i w ten sposób przewód na całym swoim obwodzie pokrywa się zwartym cylindrem oblodzenia, przez co powstają duże, niebezpieczne dla

linii obciążenia na jednostkę długości [1]. Tak utworzony walec sadyowy nie odpada łatwo od przewodów nawet przy silnych wstrząsach, jeśli nie sprzyja temu wzrost temperatury. Sadź ma więc inny charakter niż często spotykany w czasie zimy „szron”, osiadający w czasie pogodnych nocy w postaci delikatnych igiełek na drutach, płotach itp. Szron, powstający przeważnie przez sublimację pary wodnej, nie powoduje obciążeń niebezpiecznych i już przy słabszych wstrząsach odpada.

Narastanie sadzi może trwać kilkanaście lub nawet kilkadziesiąt godzin, gdyż na terenach pagórkowatych o licznych dolinach i wąwozach łatwiej stabilizują się wilgotne warstwy powietrza niż w terenach płaskich, nie stawiających przeszkód dla wiatru.

Ciężar właściwy sadzi waha się od 0,1 do 0,3 g/cm³, a więc jest znacznie mniejszy od ciężaru lodu, co wynika ze struktury krystalicznej tego oblodzenia.

Gołoledź powstaje w innych warunkach — zarówno meteorologicznych, jak topograficznych — niż sadź. Gołoledź również wytwarza się wskutek zamarzania kropelek wody, zawartej w powietrzu, na napotykanym przez chłodzonych przedmiotach. Jednakże są to już zwykle raczej większe krople deszczu niż mgły. Osadzanie się gołoledzi następuje wtedy, kiedy wilgotne powietrze morskie wlaśnie nad przechłodzony kontynent. Powstawanie jej jest więc związane raczej z sąsiedztwem mórz i jezior, a nie tylko ze wzniesieniem terenu.

Osadzanie się gołoledzi przebiega szybciej niż tworzenie się sadzi i ma mniej ustabilizowany charakter, może bowiem występować na równinach i towarzyszy mu w naszym klimacie przeważnie dość silny wiatr o szybkości 10—20 m/s. Gołoledź wytwarza, wskutek rozlewania się kropelek, zwartą skorupę lo-

Tablica I. Przypadki większego oblodzenia, zaobserwowane w różnych krajach i różnych okresach (Burgsdorf)

Miejscowość	Wysokość n. p. m. (m)	Średnica (cm)	Ciężar (kg/m)	Ciężar właściwy (g/cm ³)	Rodzaj
Góra St. Ives (Szwajc.)	2500	60	50	0,18	sadź
Zakaukazie (ZSRR)	2100	20	6	0,2	„
Góra San Bernardino (USA)	2000	20	25	0,8	gołoledź
Sierra Guadarrama (Hiszp.)	1600	28	15	0,25	sadź
Owernia (Francja)	1300	40	20	0,16	„
Taran (Francja)	900	18	3	0,12	„
Turyngia (Niemcy)	700	25	20	0,2	„
Brno (Czechosł.)	700	15	3,4	0,2	„
Ural (ZSRR)	700	15	2,5	0,15	„
Hesja (Niemcy)	650	30	6,3	0,1	„
Kaukaz północny (ZSRR)	620	26	6	0,1	„
Kaukaz północny (ZSRR)	610	10	5,5	0,7	gołoledź
Kaukaz północny (ZSRR)	590	8	4,3	0,88	„
Kaukaz północny (ZSRR)	590	13,5	6,3	0,45	formacja mieszana
Kaukaz północny (ZSRR)	590	28	6,2	0,11	sadź
Murzuk (ZSRR)	550	25	5,3	0,13	„
Plijewo (ZSRR)	500	12	1,4	0,1	„
„	500	22	4,0	0,11	„
Baksan (ZSRR)	500	8	3,4	0,9	gołoledź
Wiedeń, okolice (Austria)	300—500	8,5	4,2	0,73	„
Wiedeń, okolice (Austria)	300—500	13,5	8,3	0,59	„
Wiedeń, okolice (Austria)	300—500	14,0	12,5	0,82	„
Wiedeń, okolice (Austria)	300—500	11,0	6,1	0,64	„
Polowinki, Ural (ZSRR)	410	14,0	2,2	0,2	sadź
Groznyj, Kaukaz (ZSRR)	400	15,0	3,2	0,12	„
Groznyj, Kaukaz (ZSRR)	350	15,0	3,2	0,15	„
Zagł. Donieckie (ZSRR)	325	25,0	7,0	0,14	„

dową z niewielką ilością przestrzeni wypełnionych powietrzem. Goleleń może powstawać nie tylko w czasie deszczu, lecz również w czasie topnienia śniegu. Można ją wtedy odróżnić od przylepiającego się mokrego śniegu tym, że powstaje nawet na przedmiotach ustawionych pionowo, lekki śnieg natomiast pokrywa przeważnie przedmioty zbliżone do pozycji poziomej. W naszych warunkach klimatycznych lekki śnieg nie powoduje obciążeń niebezpiecznych dla przewodów, zwłaszcza dla linii wysokiego napięcia, ze względu na ich małą średnicę i duże odstępstwa wzajemne. Temperatura przy tworzeniu się goleleń bywa zwykle wyższa niż przy występowaniu sadzi i zawiera się zwykle w granicach od 0° do -3° dochodząc wyjątkowo do -6°. Cie-

np. w pobliżu Krakowa i Warszawy. Oblodzenie występowało na terenach o niewielkich wzniesieniach 100 do 200 m n. p. m. Według informacji naocznych świadków średnica oblodzenia przewodów linii 220-kilowoltowej w okolicach Warszawy dochodziła do 12—15 cm, a ich ciężar wynosił szacunkowo 5 do 7 kg/m.b. przewodu. Prędkość wiatru występującego wówczas wahała się od 8 do 16 m/s, dochodząc do 20 m/s. Temperatura wynosiła nieco poniżej 0°. Miejskami padał gęsty śnieg.

Ciężar oblodzenia występującego na przewodach linii elektrycznych można określić za pomocą dynamometrów rejestrujących ciężar przewodu zmieniający się w czasie pod wpływem narastającego oblodzenia. Przyrządy takie opisane szczegółowo w literaturze [1] rejestrują przesunięcia dynamometru sprężynowego, na którym zawieszony jest tańcuch wiszący z przewodem. Schemat przyrządu przedstawiony jest na rys. 2 i 2a.

3. Sposób uwzględniania oblodzenia w różnych przepisach budowy linii.

Dwoistość występowania oblodzenia jako goleleń i jako sadzi przedstawiają wyraźnie przepisy budowy napowietrznych linii elektrycznych w różnych krajach. Charakterystyczne wielkości podane są w tabl. II. Widać z niej że więcej krajów przypisuje powstawanie oblodzeń raczej goleleń niż sadzi. Jedynie kraje góryste, położone w środku kontynentu, jak Szwajcaria i Czechosłowacja uwzględniają tylko sady. Do grupy tej należą również Polska i Niemcy, choć oba te kraje powinny ze względu na swoje położenie geograficzne liczyć się z możliwościami powstawania zarówno sadzi, jak i goleleń. Wydaje się więc, że przy nowelizacji przepisów PNE-101 dotychczasowy sposób uwzględniania w nich oblodzenia powinien ulec rewizji.

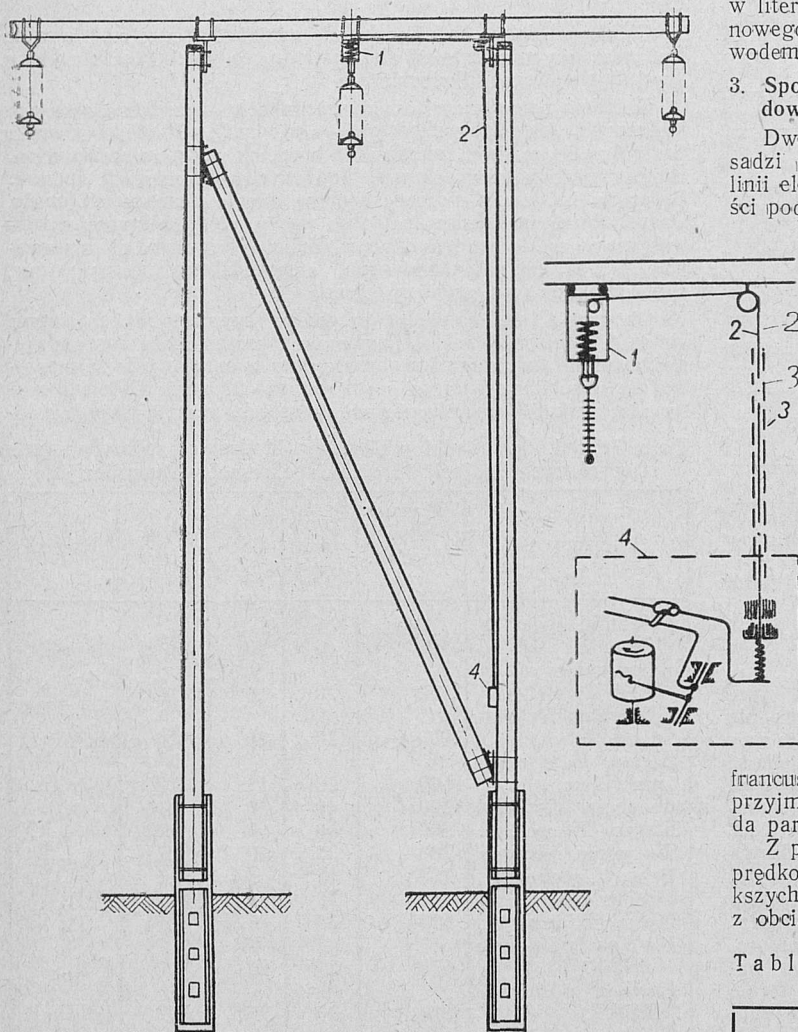
Zasadnicza różnica przy obliczaniu obciążenia, wywołanego różnymi rodzajami oblodzenia, polega na tym, że przy goleleń uwzględnia się parcie wiatru na oblodzoną powierzchnię przewodu, natomiast przy sadzi pomija się je. Dla porównania, czy te różnice są istotne, zestawiono na rys. 3 współczynniki obciążenia mechanicznego przewodów stalo-aluminiowych AFL 1:6 według przepisów kilku krajów. Z krzywych widać, że nie ma większych różnic w obciążeniach według przepisów polskich, nie uwzględniających wiatru i radzieckich dla II rejonu klimatycznego przy wietrze 6 m/s. Również obciążenia sady katastrofalną wg PNE-101 niewiele różnią się od obciążeń radzieckich dla III rejonu klimatycznego i od angielskich. Jedynie przepisy francuskie wybiegają znacznie ponad powyższe obciążenia, gdyż przyjmują dużą prędkość wiatru, mianowicie 34 m/s, co odpowiada parciu 72 kg/m².

Z powyższych porównań widać, że wobec stosunkowo małych prędkości wiatru przy goleleń uwzględnianie go nie powoduje większych różnic obciążenia mechanicznego przewodu w porównaniu z obciążeniami przy sadzi bez uwzględnienia wiatru. Jednakże

Tablica II. Wymagania dotyczące oblodzenia według przepisów budowy linii różnych krajów

Kraj	Rodzaj oblodzenia	Temperatura występowania oblodzenia (°C)	Szybkość wiatru (m/s)	Parcie wiatru (kg/m ²)	Ciężar oblodzenia* (kg/m)	Grubość ścianki oblodzenia (mm)
Polska	sady	- 5	0	0	0,33 + 0,024 d	-
ZSSR, II rej. klim.	goleleń	- 5	10	6,4	-	10
Czechosłowacja	sady	- 5	0	0	0,65	-
Niemcy	„	- 5	0	0	0,18√d	-
Szwecja	goleleń	0	20	25	1,35 + 0,057 d	-
Francja	„	- 5	34	72	2	-
Włochy	„	- 20	18	20	-	12
Szwajcaria	sady	0	0	0	2	-
Anglia	goleleń	- 5,6	25	39	-	12,7
Kanada	„	- 17,8	25	39	-	12,7
USA (tereny ciężkie)	„	- 17,8	25	39	-	12,7

*) d oznacza średnicę przewodu (mm).



Rys. 2 i 2 bis. Schemat działania dynamometru rejestrującego obciążenie przewodów wskutek oblodzenia

1 — dynamometr 3 — rurka gazowa
2 — linka 4 — przyrząd piszący

żar właściwy goleleń jest większy niż sadzi i wynosi 0,6—0,9 g/cm³.

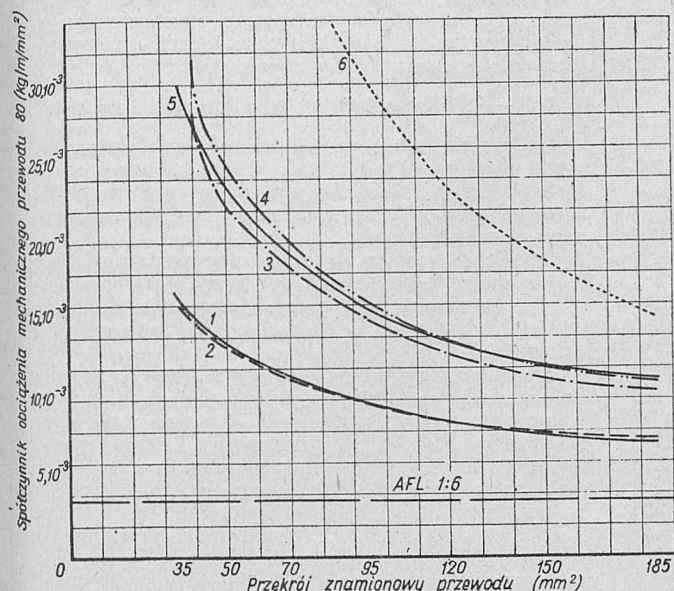
Formacje mieszane oblodzenia powstają wówczas, kiedy początkowa goleleń przechodzi w sady, co zdarza się przeważnie w bardziej wzniesionych terenach. Formacje mieszane mają zarówno formę, jak i inne właściwości, pośrednie pomiędzy sady i goleleń.

Charakterystyczne wypadki oblodzeń, które zanotowano w różnych krajach i okresach, są zestawione w tabl. I. Jako uzupełnienie tej tablicy należy wymienić jeszcze wspomnianą już katastrofalną goleleń u nas w listopadzie 1952 roku. Zjawiska tego niestety, nie zarejestrowano dość dokładnie, nie mniej jednak zasięg jego był tak duży i skutki tak dotkliwe, że zasługuje na zanalizowanie. Oporając się na doniesieniach prasy codziennej można przyjąć, że goleleń występowała w pasie o szerokości kilkudziesięciu kilometrów, biegnącym ze środka kraju na południe. Narastaniu oblodzenia do kilkunastu centymetrów w ciągu kilku godzin towarzyszył silny wiatr. Bardzo znaczne uszkodzenia linii energoelektrycznych i teletechnicznych stwierdzono w różnych miejscowościach, nawet dość odległych od siebie

działanie wiatru przy oblodzeniu może wywierać ujemny wpływ na przewody wskutek nierównych obciążeń w przesłach z obu stron słupa i dynamicznego działania wywołanego szarpnięciami przewodów, o czym będzie mowa niżej.

4. Uwzględnienie oblodzenia przy projektowaniu linii.

Eksploatacyjne sposoby zwalczania oblodzenia nie będą tu rozpatrywane bliżej. Sprowadzają się one do dwóch zasadniczych metod: a) mechanicznego usuwania oblodzenia za pomocą odpo-

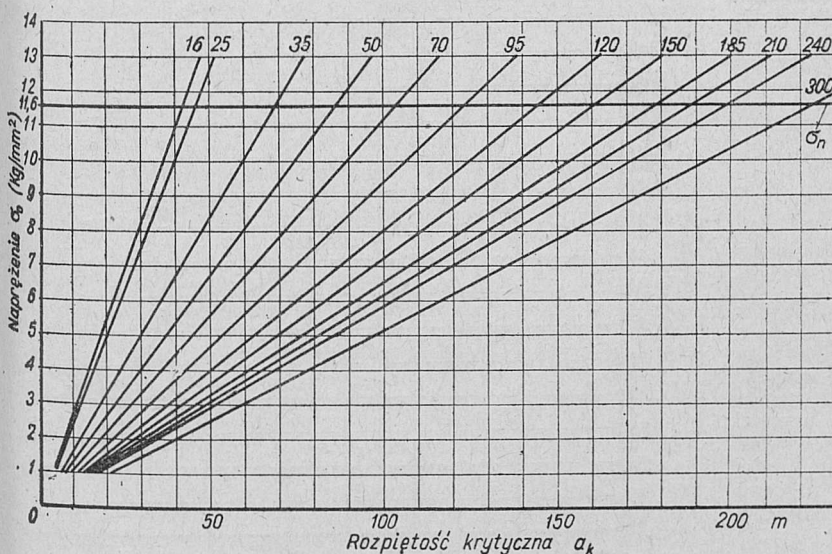


Rys. 3. Współczynnik obciążenia mechanicznego przewodów według przepisów różnych krajów

PRZEPISY
1 — polskie, sąd normalna 4 — angielskie
2 — ZSRR, II rejon klimatyczny 5 — polskie, sąd katastrofalna
3 — ZSRR, III rejon klimatyczny 6 — francuskie
AFL 1:6 — współczynnik obciążenia mechanicznego od ciężaru własnego

wiednich narzędzi i b) elektrycznego nagrzewania przewodów prądem. Oba te sposoby stosuje się już po wystąpieniu oblodzenia; wymagają one dodatkowych urządzeń i mogą być wykonywane jedynie w ograniczonym zakresie. Toteż najskuteczniejszą ochroną linii przed ujemnymi skutkami oblodzenia jest przede wszystkim odpowiednie jej zaprojektowanie i wykonanie.

Linie wysokiego napięcia buduje się obecnie prawie wyłącz-



Rys. 4. Rozpiętość krytyczna przewodów staloalumińowych AFE 1:6 różnych przekrojów w zależności od naprężenia zastosowanego
 σ_n — dopuszczalne naprężenie normalne dla przewodów AFL 1:6

nie jako „wieloprzesłowe“, gdyż system ten pozwala na zaoszczędzenie materiałów i zmniejszenie kosztów oraz stwarza urządzenia o większej pewności eksploatacyjnej wskutek zmniejszenia liczby słabych punktów, którymi są izolatory. Granicą górną roz-

piętości przesła jest przede wszystkim dopuszczalna wytrzymałość mechaniczna przewodów, która znowu zależy od przyjętej do obliczeń wielkości oblodzenia. Toteż obrana wielkość mogącego wystąpić oblodzenia wywiera znaczny wpływ na koszt nowoczesnej linii. Dla lepszego zrozumienia tego należy rozważyć nieco bliżej zachowanie się przewodów linii.

Przewód zawieszony w linii zwisa swobodnie, wydłużając się pod wpływem swego obciążenia sprężystości oraz termicznie wskutek zmian temperatury otoczenia. Poza tym w przewodach, stosowanych obecnie w liniach elektrycznych — aluminiowych lub staloalumińowych, występuje wyraźnie wydłużenie przewodu wskutek plastycznego, nie sprężystego, odkształcenia aluminium.

Pod wpływem wzrostu obciążenia dodatkowego, wywołanego np. przez narastanie oblodzenia, przewód powiększa swój zwis i może wskutek tego zbliżyć się niebezpiecznie do ziemi lub do obiektów krzyżujących się z linią. Obciążenie jednostkowe przewodu przyjmowane do obliczeń stanowi więc ciężar własny przewodu g (w kg/m) oraz ciężar dodatkowego obciążenia — oblodzenia g_s (w kg/m):

$$g_o = g + g_s \text{ (kg/m)}.$$

Dzieląc tę wartość przez całkowity przekrój przewodu s (w mm²), otrzymujemy „współczynnik obciążenia mechanicznego” przewodu

$$\gamma_o = \gamma + \gamma_s \text{ (kg/mm}^2\text{)}.$$

Wartości współczynnika obciążenia mechanicznego najczęściej stosowanych przekrojów przewodów staloalumińowych AFL 1:6 podane są na rys. 3, z którego widać, że dla przewodów cienkich przyjmuje się znacznie większe obciążenia wywołane przez oblodzenie niż dla grubych, stwarzając pozornie dla pierwszych większy współczynnik bezpieczeństwa. Jednakże przewody cieńsze znajdują się w mniej korzystnych mechanicznie warunkach, gdyż jeśli nawet przyjąć, że warstwa oblodzenia narasta na nich prawie tak samo jak na grubych, to ich obciążenie jednostkowe przekroju jest większe.

Długość przewodu zawieszonego w linii wynosi

$$(1) \quad L = L_o + \epsilon_{x_o} \cdot L_o,$$

gdzie L — rozważana długość przewodu,

L_o — długość wyjściowa przewodu,

ϵ_{x_o} — wydłużenie względne przewodu przy przejściu ze stanu wyjściowego do rozważanego.

Wydłużenie względne składa się z wydłużeń trzech rodzajów: sprężystego, termicznego i plastycznego

$$\epsilon_{x_o} = \epsilon_s(x_o) + \epsilon_t(x_o) + \epsilon_p(x_o),$$

$$\text{przy czym } \epsilon_s(x_o) = \frac{\sigma_x - \sigma_o}{E}; \quad \epsilon_t(x_o) = \alpha(\theta_x - \theta_o),$$

gdzie

σ_o, σ_x — naprężenie wyjściowe i rozważane,

E — współczynnik sprężystości,

α — współczynnik wydłużalności cieplnej,

θ_o, θ_x — temperatura wyjściowa i początkowa,

$\epsilon_p(x_o)$ — wydłużenie względne spowodowane odkształceniem plastycznym aluminium, określane z krzywej „wydłużenie-naprężenie” zdjętej doświadczalnie.

Jeżeli wyrazić długość przewodów w zależności od długości przesła a za pomocą zależności krzywej łancuchowej dla warunków, kiedy rozpiętość jest wiele razy większa od zwisu,

$$L = a + \frac{a^3 \cdot \gamma^2}{24 \cdot \sigma^2},$$

to po przekształceniu i odrzuceniu wyrazów małych otrzymuje się:

$$(2) \quad \frac{a^2 \cdot \gamma_x^2}{24 \cdot \sigma_x^2} - \frac{a^2 \cdot \gamma_o^2}{24 \cdot \sigma_o^2} = \epsilon_{x_o}.$$

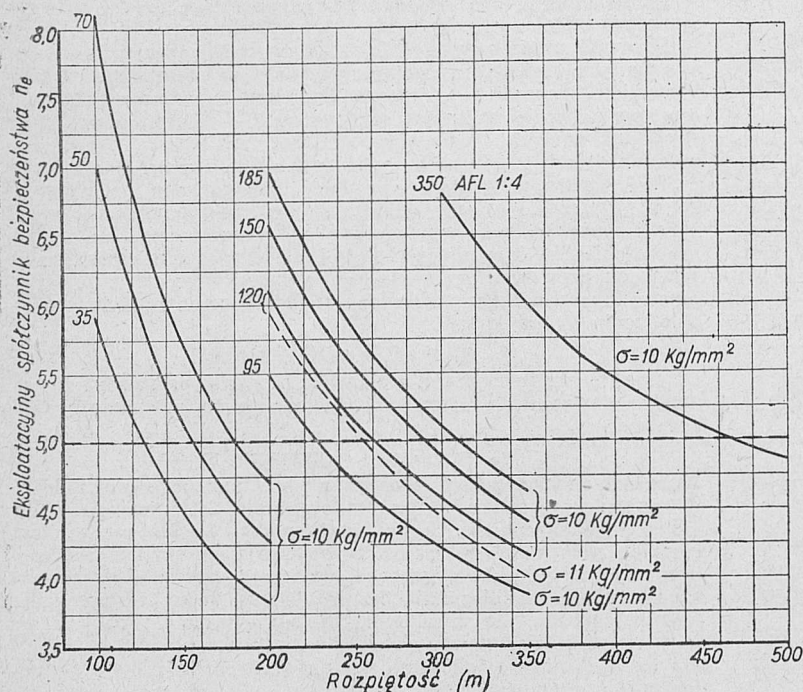
Wstawiając wartości wyżej podane na ϵ_s i ϵ_t , z pominięciem wydłużenia plastycznego, otrzymuje się:

$$(3) \quad \sigma_x - \frac{a^2 \cdot \gamma_x^2 \cdot E}{24 \cdot \sigma_x^2} = \sigma_o - \frac{a^2 \cdot \gamma_o^2 \cdot E}{24 \cdot \sigma_o^2} + \alpha \cdot E(\theta_o - \theta_x).$$

Jest to tak zwane „równanie stanów“, podstawowe do określenia naprężeń w przewodzie, przy przejściu od stanu wyjściowego do szukanego. Wynika z niego, że rzeczywiste naprężenia w przewodzie równe są sumie naprężeń wywołanych przez sprężyste odkształcenie przewodu i zmianę jego temperatury.

Jeżeli w równaniu stanów a będzie dążyć do zera, to równanie to przybierze postać:

$$\sigma_x - \sigma_0 = \alpha \cdot E(\vartheta_0 - \vartheta_x),$$



Rys. 5. Eksploatacyjny współczynnik bezpieczeństwa przewodów staloaluminowych dla najczęściej stosowanych przekrojów i rozpiętości

stąd wynika, że największe naprężenie przy malejącym pręśle zależy jedynie od zmiany temperatury i występuje przy temperaturze najniższej.

Jeżeli równanie stanu podzielić przez a^2 wówczas przy rozpiętości przęsla wzrastającej do nieskończoności przybierze ono postać

$$\frac{\gamma_x \cdot E}{24 \cdot \sigma_x^2} = \frac{\gamma_0^2 \cdot E}{24 \cdot \sigma_0^2},$$

co znaczy, że dla dużych rozpiętości naprężenie w przewodzie nie zależy od temperatury, lecz od współczynnika obciążenia mechanicznego. Istnieje więc rozpiętość przęsla, przy której naprężenie w przewodach w najniższej temperaturze i przy największym obciążeniu jest jednakowe. Rozpiętość taka nazywa się krytyczną. Obliczamy ją z równania stanów wstawiając obciążenia właściwe przewodów przy obciążeniu i najniższej temperaturze oraz odpowiednie temperatury:

$$(4) \quad a_{kr} = \sigma_0 \sqrt{\frac{24\alpha(\vartheta_0 - \vartheta_x)}{\gamma_0^2 - \gamma^2}}.$$

Z równania (4) widać, że rozpiętość krytyczna, dla danego przewodu, jest proporcjonalna do obranego naprężenia wyjściowego. Zależność ta dla różnych przewodów AFL 1:6 przedstawiona jest na rys. 4.

Dla rozpiętości powyżej przęsla krytycznego największe naprężenie w przewodzie występuje przy największym obciążeniu i wzrasta w miarę powiększania rozpiętości, dochodząc aż do wielkości mogących zerwać przewód. Dlatego w pewnych wypadkach korzystne jest ustalić obciążenie właściwe wywołane przez obciążenie zrywające przewód [6]. Określić je można z równania (2), jeśli przyjąć, że naprężenie szukane σ_x odpowiada naprężeniu zrywającemu σ_r , a wydłużenie względne wydłużeniu przy przejściu od σ_0 do σ_r . Otrzymamy wtedy

$$(5) \quad \gamma_r = \sigma_r \sqrt{\frac{24 \cdot \epsilon_{x0}}{a^2} + \frac{\gamma_0^2}{\sigma_0^2}}.$$

Ze wzoru tego widać, że obciążenie zrywające przewód jest tym mniejsze, im większa jest rozpiętość przęsla a i naprężenie wyjściowe σ_0 , a tym większe, im większy przyjęto współczynnik obciążenia mechanicznego γ_0 do obliczeń naprężeń w przewodzie.

Aby określić zachowanie się przewodu w różnych warunkach obciążenia wprowadzono pojęcie „eksploatacyjnego współczynnika bezpieczeństwa” n_e . Określa się go jako stosunek współczynnika obciążenia mechanicznego zrywającego przewód do współczynnika obciążenia mechanicznego wyjściowego znamionowego:

$$n_e = \frac{\gamma_r}{\gamma_0}.$$

Eksploatacyjny współczynnik bezpieczeństwa lepiej charakteryzuje rezerwę wytrzymałości mechanicznej przewodu w wypadku nadmiernych obciążeń aniżeli stosowany nieraz mechaniczny współczynnik bezpieczeństwa

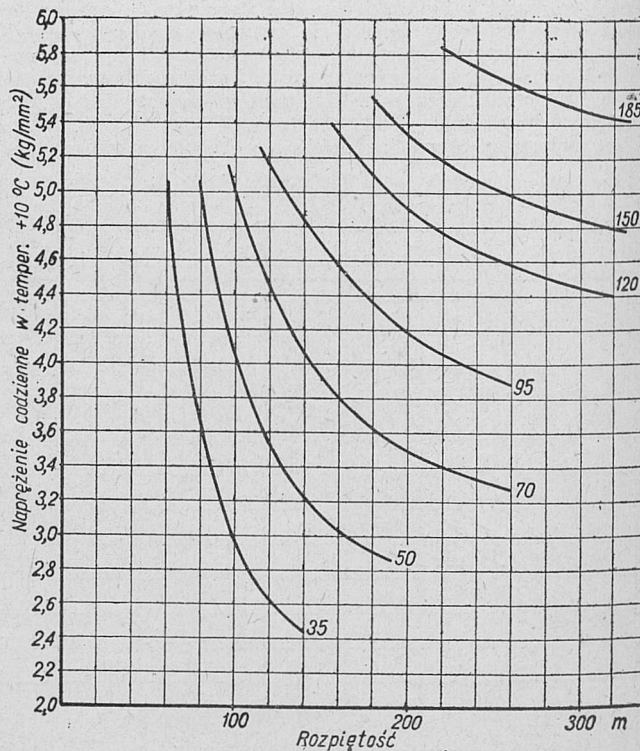
$$n_e = \frac{\sigma_r}{\sigma_0}.$$

Eksploatacyjny współczynnik bezpieczeństwa dla najczęściej stosowanych przewodów staloaluminowych podany jest na rys. 5. Dla stosowanych u nas maksymalnych rozpiętości przęsel wynosi on około 5, a więc dopiero obciążenie 5-krotnie większe od normalnego obrywa przewód.

Aby lepiej zrozumieć wpływ obciążenia na linię należy rozpatrzyć naprężenia występujące w przewodach w różnych okresach jej pracy. Naprężenia te podzielić można na 3 grupy: a) normalne, b) krańcowe, c) codzienne.

Naprężenia normalne występują przy obciążeniach uznanych za normalne. Obciążenia takie mogą wystąpić stosunkowo rzadko, kilka razy w ciągu roku, a czas ich trwania stanowi 1% (lub mniej) całego czasu istnienia linii. Naprężenia normalne nazywają się również „zastosowanymi” lub „znamionowymi”, gdyż służą za podstawę do określenia wytrzymałości izolatorów i słupów danej linii. Dla zapewnienia dostatecznego współczynnika pracy przewodów przyjmuje się, że naprężenia normalne wynoszą 35 — 45% wytrzymałości przewodu na rozerwanie. PNE-101 przewiduje, że naprężenia te nie mogą przekroczyć 40% wytrzymałości na rozerwanie i dla tej wartości granicznej naprężenie nazywa się „dopuszczalnym normalnym”.

Naprężenia krańcowe występują w wypadkach obciążeń katastrofalnych, znacznie większych niż normalne, np. według PNE-101 dwukrotnie większych. Według tych przepisów naprę-



Rys. 6. Naprężenie codzienne przewodów staloaluminowych AFL 1:6 dla najczęściej stosowanych przekrojów i rozpiętości

żenie krańcowe nie powinno przekraczać 70% naprężenia zrywającego przewód i dla tej wartości granicznej nazywa się naprężeniem „dopuszczalnym krańcowym”. Ponieważ przy naprężeniu krańcowym przewód dochodzi prawie do granicy płyn-

ności, występują w nim znaczne odkształcenia plastyczne, wywołujące trwałe powiększenie zwisów i nadmierne zbliżenie przewodów do ziemi. Przyjmuje się, że naprężenia krańcowe mogą trwać bardzo krótko, np. 1:100 000 całego czasu istnienia linii, jednakże z wymienionym wyżej powiększeniem zwisów trzeba się liczyć i uwzględnić je w przewidzianych odległościach. Ze względu jednak na tak krótkotrwałe występowanie naprężeń krańcowych PNE-101 i inne przepisy dopuszczają przy nich mniejsze współczynniki bezpieczeństwa nie tylko dla przewodu, lecz również dla innych elementów linii jak np. słupy.

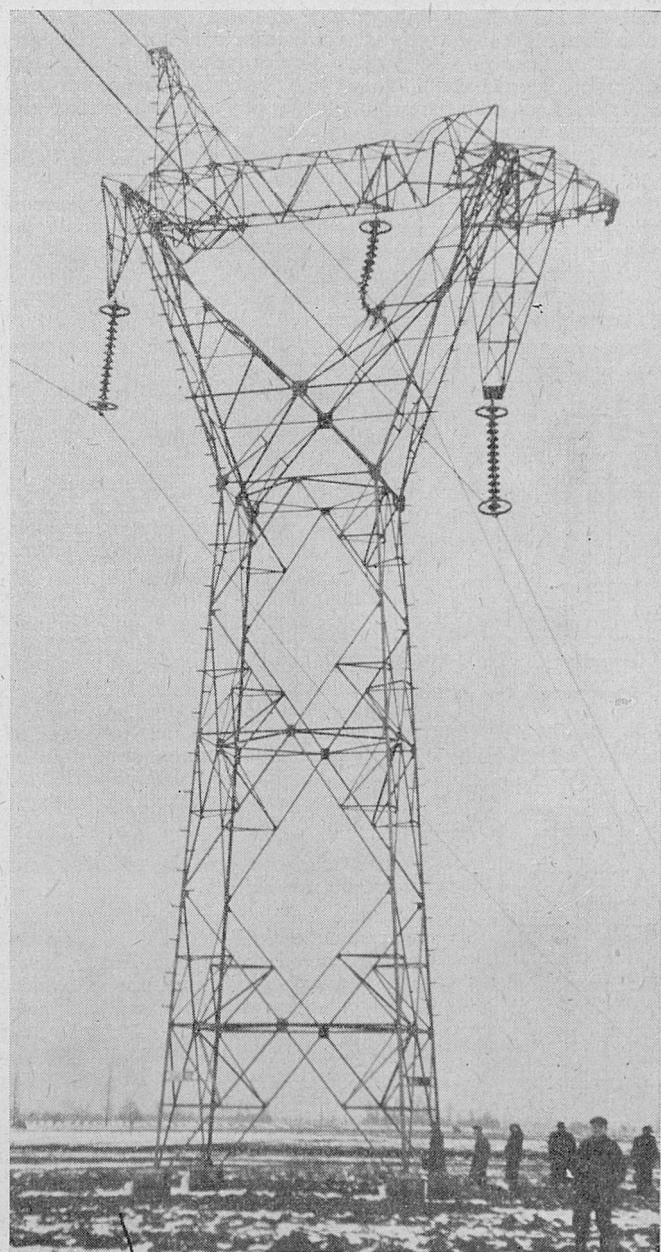
Naprężenia codzienne nie są na ogół rozpatrywane w przepisach, gdyż są one z reguły mniejsze od naprężeń normalnych i krańcowych. Jednakże ponieważ one występują najdłużej podczas pracy linii, należy je również mieć przy projektowaniu na uwadze. Przyjmuje się, że najczęściej występują naprężenia codzienne w temperaturze przewodu, zbliżonej do średniej rocznej, a więc u nas przy $+10^{\circ}\text{C}$, i trwają najdłużej, przez około 50% czasu istnienia linii. Naprężenia codzienne nie są w prostej zależności od naprężenia zastosowanego dla danego przewodu i stosunek tych naprężeń waha się w dość szerokich granicach zależnie od przekroju przewodu, rozpiętości przęsła i przyjętego obciążenia normalnego. Dla przewodów grubych, zawieszonych w przęsłach dużych, naprężenia codzienne — przy tym samym naprężeniu zastosowanym — są znacznie większe niż dla przewodów cienkich i wynoszą więcej niż połowę naprężenia normalnego tj. 20% naprężenia zrywającego. Krzywe zależności naprężeń codziennych o rozpiętości dla różnych przewodów AFL 1:6 podane są na rys. 6.

Zagadnienie naprężeń codziennych wiąże się ze sprawą mechanicznych drgań przewodów. Temat ten może być omówiony jedynie bardzo krótko. Przewody linii napowietrznej niejednokrotnie drgają pod wpływem słabych równomiernych wiatrów w kierunku prostym do linii. Im przewód jest silniej napięty, im większą ma średnicę i im w większym przęsle jest zawieszony, tym większa jest energia drgań i amplitudy wychyleń przewodu tak, że materiał w takim wypadku męczy się, poszczególne druty pękają i przewód po pewnym czasie zrywa się. Na podstawie doświadczenia zebranego z pracujących linii można było stwierdzić, że jeśli przewód ma małe naprężenie codzienne, wówczas ma również i mniejszą skłonność do wytwarzania drgań, (jest mniej „zagrożony” ze strony drgań). Jeśli stosunek naprężenia codziennego do naprężenia zrywającego przewód jest mniejszy od 0,2 dla przewodów AFL 1:6, a od 0,15 dla przewodów stalowych, wówczas można przyjąć, że linia nie jest zagrożona ze strony drgań i ma dostateczną „bierną” ochronę przeciwdrganiową. Jako „czynną” ochronę uważa się tłumiki przeciwdrganiowe niszczące energię drgań [8].

Z rys. 6 widać, że przewody cieńsze są pod względem naprężenia codziennego w znacznie korzystniejszych warunkach pod względem zagrożenia ze strony drgań aniżeli grube, nie mówiąc już o innych korzystnych ich właściwościach, jak mniejsza średnica i zawieszenie w mniejszych przęsłach. Dlatego też przy obiorze naprężenia zastosowanego zwłaszcza dla przewodów grubych należy mieć na uwadze nie tylko ich wytrzymałość mechaniczną dla przyjętego obciążenia normalnego, lecz również i zagrożenie ze strony drgań.

Poza omówionymi naprężeniami, występującymi w przewodach, które wywołują statyczne naciągi na izolatory i słupy, większość przepisów przewiduje obciążenie słupów siłami skracającymi, wywołanymi zerwaniem się jednego lub kilku przewodów w przęsle z jednej strony słupa. Uwzględnienie tych sił powoduje konieczność stosowania mocniejszej, a tym samym droższej konstrukcji słupa. Dla zabezpieczenia się przed zerwaniem przewodu ustala się „graniczne” rozpiętości dla danego przekroju, przy których naprężenia krańcowe dochodzą do największych dozwolonych wartości. Jednakże rozpiętości graniczne mają znaczenie ograniczające jedynie dla linii o przewodach cienkich. Dla przewodów grubych są one już tak duże, że w grę wchodzi inne czynniki ograniczające rozpiętość przęsła, a przede wszystkim praktyczna wysokość słupów. Z rys. 3 widać, że nawet znaczne obciążenie przewodów obciąża znacznie słabiej jednostkę przekroju grubego niż cienkiego. Doświadczenia z eksploatacji linii stwierdzają również, że wskutek nadmiernych obciążeń zrywają się przede wszystkim przewody cienkie. Przewody grube (rzędu 120 mm^2 AFL i więcej) zrywają się wskutek obciążenia bardzo rzadko. Natomiast należy tu liczyć się z innym zjawiskiem, a mianowicie z tym, że obciążony nadmiernie i nie równomiernie przewód wywiera dynamiczne działanie na konstrukcję słupa, mogące przekroczyć siły statyczne, które określają jego wymiary. Specjalnie groźne mogą okazać się w takim wypadku przewody odgromowe, uważane na ogół za czynnik stabilizujący mechanicznie linię, gdyż są one połączo-

ne z konstrukcją słupa sztywno, a nie, jak przewody robocze, elastycznie za pomocą długich łańcuchów izolatorowych wiszących. Wypadek taki zaszedł podczas gołoledzi w listopadzie 1952 r. na naszej linii 220-kilowoltowej; pokazany jest na rys. 7. Zdjęcie przedstawia, niestety, przewody już po odpadnięciu gołoledzi. W czasie wypadku uszkodzone zostały wieżyczki przewodów odgromowych kilku słupów linii 220-kilowoltowych o przęsłach około 430 m i przewodach roboczych 350 mm^2 AFL 1:4. Przewody odgromowe były stalowe o przekroju 70 mm^2 . Siły statyczne, wywierane przez przewód odgromowy na konstrukcję słupa, oceniono na 4-krotnie większe od sił przyjętych do obliczeń na podstawie naprężenia zastosowanego. Siły wywierane na konstrukcję słupa przez przewody robocze ocenione



Rys. 7. Słup przelotowy linii 220-kilowoltowej uszkodzony przez gołoledź

były na przeszło dwukrotnie większe niż przyjęte do obliczeń. Analiza wypadku wykazała, że uszkodzenia rozpoczynały się na ogół od przewodu odgromowego i jedynie na najbardziej uszkodzonym słupie, przedstawionym na rys. 7, opadła również konstrukcja obciążona przez przewody robocze.

Ze wzoru (5) na eksploatacyjny współcz. bezpieczeństwa i powyższych rozważań wynika, że wpływ obciążenia na linie elektryczne, przy projektowaniu można uwzględnić: a) przez zwiększenie obciążenia normalnego g_0 , b) przez zmniejszenie rozpiętości przęsła a , c) przez zmniejszenie naprężenia zastosowanego

σ_0 , d) przez mechaniczne obciążenie słupów od skutków zerwania lub szarpnięć przewodów za pomocą odpowiedniej konstrukcji. Rozpatrzmy bliżej każdy z powyższych wypadków.

Zwiększenie obciążenia normalnego (znamiennego) powinno być stosowane w odcinkach linii, przechodzących przez tereny, na których stwierdzono często występujące i obfite oblodzenia, np. przez tereny górzyste. Zastosowanie tej zasady prowadzi do zmniejszenia napięć codziennych i wzrostu kosztów linii, dlatego też powinna ona być stosowana indywidualnie, aby uniknąć powiększania kosztów tam, gdzie nie zachodzi tego potrzeba. Wydaje się, że dotychczasowa praktyka przyjmowania dla wszystkich linii jednakowego obciążenia nie jest słuszną. Założenia linii powinny rozpatrywać ten czynnik w sposób bardziej różnorodny niż dotychczas z uwzględnieniem zwiększenia obciążenia normalnego tam, gdzie istnieje tego uzasadniona potrzeba. Energetyka powinna w tym celu szerzej korzystać z wieloletnich obserwacji stacji meteorologicznych. Powinna również zalecić personelowi eksploatacyjnemu systematyczne rejestrowanie przypadków występowania oblodzeń w sieciach istniejących i podawanie wypadków do wiadomości ogólnej. Tam, gdzie występowanie oblodzeń jest częste, powinny być stosowane wspomniane wyżej dynamometry rejestrujące.

Zmniejszenie rozpiętości przęseł prowadzi do zwiększenia liczby słupów i izolatorów, a tym samym do powiększenia potrzebnych materiałów i wzrostu kosztów. Dlatego też powinno być stosowane jedynie wyjątkowo, np. tam, gdzie inne warunki klimatyczne, jak np. silne wiatry dmące w określonych kierunkach, uzasadniają takie rozwiązanie.

Zmniejszenie przyjętych napięć jest uzasadnione tam, gdzie grubość przewodu i duża rozpiętość przęseł stwarzają możliwość zagrożenia ze strony drgań. Ponieważ jednak prowadzi to również do podwyższenia słupów, a więc również do większego zużycia materiałów potrzebnych na budowę, nie może iść po tej drodze bezkrytycznie.

Przy rozpatrywaniu skutków, wywołanych przez oblodzenie, w projekcie linii należy mieć zawsze na uwadze, jak już wspomniano przy omawianiu napięć krańcowych, że przewody stalowoalumińowe i alumińowe wykazują znaczne trwałe wydłużenie i powiększenie zwiśnięć wskutek odkształcenia plastycznego aluminium, występującego specjalnie silnie przy dużych przeciążeniach przewodów. Dlatego też powinna być przewidziana odpowiednia rezerwa w odległościach przewodów od ziemi, aby zwisy nie przekroczyły wielkości dozwolonej.

5. Konstrukcyjne sposoby zapobiegania skutkom oblodzenia.

Istnieje dużo sposobów odciążenia konstrukcji słupów od skutków zerwań lub szarpnięć oblodzonych przewodów. Zasadniczo sprowadzają się one do odciążania słupów przelotowych, stanowiących 70 — 80% ogólnej liczby słupów oraz powyżej 50% ciężaru. Zadaniem tych słupów jest jedynie podtrzymywanie przewodów, toteż obliczanie ich na siły skręcające, spowodowane zerwaniem się przewodów, prowadzi do znacznego wzrostu ciężaru i podrożeń konstrukcji linii. Dlatego słupy te oblicza się zgodnie z PNE-101 jedynie na siły wywołane bocznym i częściowo wzdłużnym parciem wiatru.

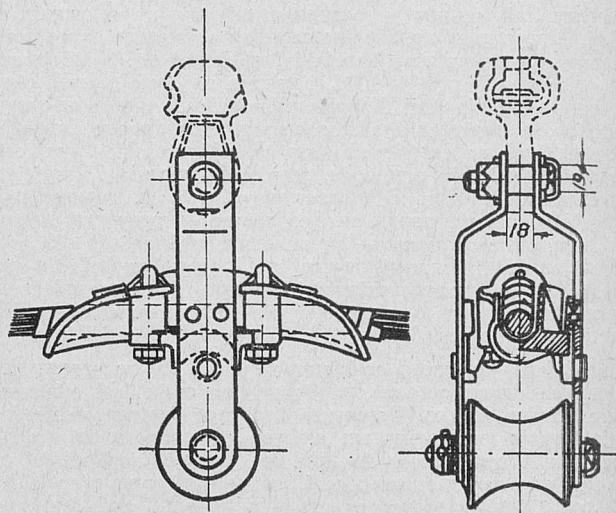
Natomiast słupy odporowe, krańcowe itp., ogólnie mówiąc tak zw. słupy „mocne”, już z charakteru swej pracy muszą uwzględniać znaczne siły wywołane przez

naciąg przewodu; z tego powodu mogą one łatwiej znosić również siły skręcające, wywołane nierównomiernym działaniem przewodów. Doświadczenia eksploatacyjne potwierdzają to, uszkodzenia bowiem słupów mocnych wskutek nadmiernego oblodzenia prawie zupełnie nie występują.

Jednym z najprostszych sposobów odciążania konstrukcji słupów od szkodliwego działania naciągu przewodów jest połączenie pomiędzy przewodem a łańcuchem izolatorów „bezpiecznika mechanicznego”. Najprostszym takim bezpiecznikiem przedstawionym jest schematycznie na rys. 8. Trzonek dwugłównkowy, umocowany w gniazdach, ma średnicę zmniejszoną przez odpowiednie

wytoczenie. W ten sposób wytrzymałość tego elementu można zmniejszyć do wymaganej wielkości równej np. 1,2 naciągu przyjętego. W wypadku przeciążenia trzonek zrywa się i trzonek opada na ziemię odciążając słup. Linia doprowadza się do ponownej gotowości pracy przez zawieszenie przewodów na nowym „kalibrowanym” trzonku. Zabieg taki jest kłopotliwy i w pewnych wypadkach może doprowadzić do uszkodzenia przewodów, jednakże zabiera mniej czasu i kosztów niż doprowadzenie do stanu używalności linii o połamanych słupach.

Lepszym sposobem odciążenia konstrukcji słupa jest zastosowanie uchwytów „rozłączowych”, których istnieje dużo konstrukcji, przy czym wiele pracuje zadowalająco [7]. Jedną z lepszych



Rys. 9. Uchwyt rozłączowy

konstrukcji uchwyty rozłączowego przedstawiona jest na rys. 9. Zasada działania uchwyty polega na odłączeniu się łódki — wraz z umocowanym w niej przewodem — od ramy, w której łódka jest założona, z możliwością wahań się około osi poziomej. Jeśli łańcuch izolatorów odchyli się o kąt $\sim 40^\circ$ od położenia pionowego, wówczas łódka opada z łożysk i przewód spada na rolkę chwytaka umieszczonego u dołu ramy uchwyty. Przewód nie opada więc na ziemię lub konstrukcję słupa, lecz przesuwają się po rolce odciążając słup, do którego jest umocowany. Doświadczenia eksploatacyjne stwierdzają, że nawet przy bardzo silnych oblodzeniach — w zwykłych warunkach eksploatacyjnych lub wskutek wahań przewodów wywołanych wiatrem — przewód nie rozłącza się niepotrzebnie. Oczywiście, przy zastosowaniu uchwyty należy zawsze wykonać próby ustalające zakres działania indywidualnego każdego typu i warunków, przy których następuje rozłączenie, aby uniknąć zakłóceń normalnej pracy linii. Z uwzględnienia omówionego wyżej wypadku na linii 220-kilowoltowej w 1952 r. wynika, że w uchwyty takie powinny być zaopatrzone przede wszystkim linie 220-kilowoltowe, a następnie najważniejsze linie 110-kilowoltowe, a zwłaszcza ich przewody odgromowe. W ten sposób można by uniknąć wzmocnienia samej konstrukcji słupa, a w pewnych wypadkach stosować nawet słupy lżejsze od dotychczasowych.

Istnieje jeszcze wiele innych urządzeń, prócz uchwyty rozłączowych, odciążających konstrukcje słupów od sił skręcających. Należą do nich np. wysięgniki ruchome, umieszczone na osi pionowej lub mające elementy odkształcające się pod wpływem nadmiernych sił. W zasadzie nie różnią się one od omówionych wyżej urządzeń, nie będą więc tu opisywane. Bezpiecznik mechaniczny względnie uchwyt rozłączowy jest niewątpliwie rozwiązaniem najprostszym do zabezpieczenia słupów normalnej konstrukcji.

6. Wnioski.

1) Oblodzenia przewodów linii elektrycznych nie można sprowadzać jedynie do zjawiska sadzi, lecz należy uwzględnić dwa różne zjawiska meteorologiczne — sady i gołoledź.

2) Gołoledź może występować w znacznie szerszym zakresie niż sady i może występować we wszystkich liniach w naszym kraju, a nie tylko w liniach biegnących przez tereny górzyste.

3) Wpływ wiatru, występującego przy gołoledzi, może być — ze względu na jego niedużą prędkość — na ogół dla uproszczenia pominięty przy projektowaniu linii przez przyjęcie od-

powiednio zwiększonych oblodzeń. Jednakże działania wiatru przy oblodzeniu nie można pominąć w obliczeniach gabarytu słupów oraz połączeń przewodów ze słupami.

4) Wielkość oblodzenia decyduje o wyborze naprężenia zastosowanego, jednakże — zwłaszcza przy przewodach grubych — należy liczyć się również z wielkością naprężeń codziennych, aby uniknąć zagrożenia ich ze strony drgań mechanicznych.

5) Linie wielkiego znaczenia gospodarczego i bardzo wysokich napięć powinny być zaopatrzone w urządzenia mechaniczne, chroniące konstrukcje słupów przed niszczącym działaniem przewodów oblodzonych.

LITERATURA

- [1] Burgsdorf W. W. Sooruzhenie i eksploatacja linii elektropriewodow w silno golednych rajonach, 1947
- [2] Giazunow A. A. Sieti elektriceskich sistem, 1947

- [3] Seyffert W. Eine rauhreifste Hochspannungsleitung 110 kV 'm Waldenburger und Eulen-Gebirge, 1933
- [4] Brock F. Ueber Rauhreifschaden in Hochspannungsnetzen, El. Wirtsch, 1935, H. 45, 529
- [5] Richard E. Influence of the cost of the component elements of a transmission line on the design of the project (CIGRE, 1952, 229)
- [6] Giazunow A. A., Rozanow C. M. Ekonomiceski celesobraznoje odnoszenie sieczienij aluminiya i stali w stalealuminijewych prawodach (Elektricesstwo, 1952, 5 i 1953, 6)
- [7] Rokotjan S. S., Sokolow B. W. i Szerencis A. N. Wypuskajuszczije zaimy na liniach elektropriewodow (Elektricesstwo, 1951, 1)
- [8] Nau R. H. How we can reduce the vibrations that damage transmission line conductors (Power Engineering, 1951, X)
- [9] Richard E. Enquete sur les reglements ou usage d'apres lesquels sont determines les conducteurs aerienues de transport dans les differents pays (CIGRE, 1950, 23)

MGR INŻ. LUCJAN BERSON

Institut Elektrotechniki

Zjawiska wewnątrz świetłówek

621.327.42:001.9

Treść. Ogólna charakterystyka zjawisk w świetłówce, w szczególności zjawiska w obszarze katody i przejście prądu w słupie dodatnim. Po scharakteryzowaniu roli jonizacji w przepływie prądu przez świetłówkę omówiono ruch cząstek w słupie dodatnim i podano bilans energetyczny świetłówki. Przedstawiono wpływ zmiennych parametrów, w szczególności napięcia, na zjawiska w świetłówce i podkreślono trudności występujące przy analizie szczegółowej zjawisk wewnątrz świetłówki, a zwłaszcza w zmiennych warunkach.

Явления внутри люминесцентной лампы. Общая характеристика этих явлений, в частности явления вблизи катода и прохождение тока в положительном столбе. Характеристика роли ионизации при протекании тока в лампе. Движение частиц в положительном столбе. Энергетический баланс лампы. Влияние переменных параметров, в частности напряжения, на явления в лампе. Подчеркнуты затруднения, возникающие при подробном анализе явлений внутри лампы, в особенности в переменных условиях.

Phenomena manifested in fluorescent lighting tubes. General characteristics of phenomena occurring in fluorescent tubes with particular reference to phenomena within the cathode space and the passage of current in the positive column. The author reviews, after describing the role of ionisation in the flow of current through fluorescent tubes, the molecular motion in the positive column. He also provides a power balance sheet for fluorescent lighting tubes. He explains the influence of variable parameters — voltage in particular — upon the phenomena occurring in fluorescent lighting tubes, and stresses the difficulties encountered in detailed analysis of phenomena manifested inside fluorescent lighting tubes, particularly so in variable conditions.

1. Ogólna charakterystyka pracy świetłówki.

W świetłówce (rurze fluoryzującej) występują dwa podstawowe procesy.

1) Prąd przechodzący przez świetłówkę wytwarza promieniowanie. Ten proces jest zasadniczo taki sam, jak w rurach wyładowczych, świetłówka więc jest rtęciową rurą wyładowczą o małej prężności pary rtęci. Różni się od lamp rtęciowych właśnie tym niskim ciśnieniem pary rtęci, wynoszącym ok. 1/100 000 at, gdy w lampach rtęciowych średniej prężności ciśnienie pary rtęci jest rzędu 1 at, a w lampach wysokoprężnych i o bardzo wysokim prężności 20 do 100 at. Wskutek bardzo niskiego ciśnienia pary rtęci prąd elektryczny wytwarza wewnątrz świetłówki prawie wyłącznie promieniowanie niewidzialne nadfioletowe o długości fali 2537 Å, gdy promieniowanie widzialne sięga 3800—7600 Å.

2) Wytworzone wskutek przejścia prądu przez świetłówkę promieniowanie niewidzialne (nadfioletowe) trafia na nałożoną na wewnętrzną powierzchnię ścianek rury szklanej cienką warstwę luminoforów — mieszaniny sproszkowanych ciał o własnościach fluorescencyjnych. Pod wpływem promieniowania nadfioletowego następuje wzbudzenie promieniowania w luminoforach. Zjawisko to jest podobne do produkcji promieniowania w lampach wyładowczych pod wpływem wolnych elektronów wzbudzających atomy, które wracając do stanu normalnego wysyłają promieniowanie. Różnica polega na tym, że elementem wzbudzającym jest nie rozpędzony elektron, oddający atomowi wzbudzanemu część swej energii ruchu, lecz foton czyli kwant — elementarna „porcja” promieniowania; kwant pochłonięty przez luminofor oddaje mu swą energię. Ponadto proces wzbudzenia jest tu o wiele bardziej skomplikowany, gdyż mamy tu do czynienia nie z niezależnymi od siebie atomami gazu, lecz z k r y s t a ł a m i ciał stałych, w które ponadto wplecione są drobiny „a k t y w a t o r a”, tj. materiału, którego dodanie w małych ilościach do luminoforów znacznie usprawnia ich działanie. Praktycznym wynikiem tego procesu wysyłania promieniowania pod wpływem innego promieniowania, zwanego f o t o l u m i n e s c e n c j ą, jest transformacja długości fali i to zawsze z krótszej na dłuższą. Proces ten odbywa się, niestety, ze znacznymi stratami: jego sprawność np. w świetłówce 40-watowej o białym świetle wynosi ok. 0,35.

Dalej zajmiemy się jednak nie transformacją promieniowania nadfioletowego na widzialne, lecz zjawiskami występującymi przy jego wytwarzaniu, w szczególności przy przechodzeniu prądu elektrycznego przez świetłówkę.

2. Mechanizm wychodzenia elektronów z katody.

Jak wiadomo, wytwarzanie promieniowania w lampach wyładowczych i świetłówkach następuje pod wpływem wzbudzenia atomów gazów szlachetnych lub par metali — w wy-

padku świetłówki pary rtęci — przez wolne elektrony, zderzające się z tymi atomami. Wolny elektron oddaje część swej energii ruchu atomowi rtęci, czego wynikiem jest przesunięcie jednego z zewnętrznych elektronów tego atomu na wyższy poziom energetyczny. Spadając z powrotem na poprzedni lub inny niższy poziom energetyczny elektron ten oddaje swą energię na zewnątrz w postaci fotonu (kwantu światła).

Proces powyższy jest w lampach wyładowczych najważniejszy dla oświetleniowca, gdyż jego wynik — wysyłanie światła — jest właśnie zadaniem lamp wyładowczych. Z punktu widzenia ogólnego jest on jednak zjawiskiem ubocznym.

Dla fizyka i elektryka ważniejsze są zjawiska podstawowe. Są nimi jonizacja umożliwiająca przejście prądu przez lampę i sam prąd elektryczny.

Prąd elektryczny wewnątrz świetłówki wzgl. lampy wyładowczej wytwarza się przez przejście wolnych elektronów od katody, z której one wydostają się, do przyciągającej je dodatniej anody. Równocześnie w przeciwnym kierunku płyną jony, to jest atomy — w świetłówce atomy rtęci — pozabawione jednego z elektronów, a więc dodatnie, przyciągane przez ujemną katodę. Wolne elektrony doszedłszy do anody „wsiąkają” w nią. W przypadku prądu stałego płyną one następnie przewodami do generatora w elektrowni, który przetrzuca je na dodatnią stronę sieci, skąd przewodami dostają się do katody i znów przez przestrzeń lampy wypełnioną rozrzedzonymi gazami i parami metali dążą do anody.

Jony, uderzając w katodę, przyczyniają się do obfitej emisji przez nią elektronów i łączą się — przeważnie w pobliżu katody — z częścią wydzielających się z niej elektronów, stając się neutralnymi atomami. W dalszym ciągu, zderzając się z wolnymi elektronami, które wybijają z nich elektrony (w warunkach rur wyładowczych i świetłówek jeden z zewnętrznych elektronów), stają się znów jonami i dążą znów do katody, z której wybijają elektrony, itd.

Zdawałoby się, że dla p r z e j ś c i a p r ą d u przez lampę wystarczy stworzenie dostatecznej różnicy potencjałów (napięcia) między katodą a anodą, istnienie zaś wewnątrz lampy rozrzedzonych gazów czy par metali jest niepotrzebne. Doświadczenie uczy jednak, że w wysokiej próżni natężenie prądu jest bardzo małe. Na przykład w przypadku, kiedy katoda i anoda są płaskimi równoległymi do siebie płytami o powierzchni 1 cm², a ich odległość wynosi 1 cm, przy doprowadzeniu napięcia 100 V popłynie prąd o natężeniu zaledwie 0,0023 A*). Jak wiadomo, w świetłówce o stokrotnie większym

*) W specjalnych warunkach można uzyskać także w wysokiej próżni znacznie większe natężenie prądu nawet przy napięciu sieci 220 V. Czy da się to wyzyskać dla produkcji światła, okaże przyszłość (por. Berson L. Świetłówki elektronowe, PE, 1954, z. 6, str. 257—259).

odstępie anody od katody płynie przy tym samym napięciu prąd sto kilkadziesiąt razy większy i to ograniczony stabilizatorem. Gdyby nie było stabilizatora, prąd wzrósłby do znacznie większej wartości.

Jest więc widocznie powód, związany z obecnością rozrzedzonych gazów czy też pary rtęci, dla którego w przypadku świetłówki (lub lampy wyładowczej) natężenie prądu jest pomimo znacznej odległości anody od katody niepomrotnie większe niż w warunkach wysokiej próżni, a więc praktycznie prawie zupełnego braku gazów wewnątrz lampy. Jakże są tego powody?

Wyładowanie powstaje w obszarze katody. W ogóle cały obszar świetłówki można podzielić na dwie główne części: obszar katody i obszar słupa dodatniego; pewną rolę praktyczną gra jeszcze obszar anody. Inne części wyładowania w świetłówkach (i większości lamp wyładowczych) nie mają praktycznego znaczenia.

Podstawowym zjawiskiem wyładowania, zapoczątkowującym się w obszarze katody, jest wychodzenie elektronów z katody. W ciałach stałych będących dobrymi przewodnikami (przede wszystkim w metalach) elektrony mają znaczną swobodę poruszania się, gdyż z powodu stosunkowo wielkiej gęstości cząsteczek (tj. ich liczby w 1 cm^3) przyciągający wpływ dodatnio naładowanych jąder atomów na naładowane ujemnie elektrony praktycznie znosi się. Gdy do takiego ciała, np. przewodu miedzianego, doprowadzi się napięcie, to elektrony, przyciągane przez biegun dodatni, poruszają się w jego kierunku i powstaje prąd elektryczny. Inaczej rzecz przedstawia się w rozrzedzonych gazach: tam elektrony są w normalnych warunkach przyciągane przez „swoje” jądra atomowe, a wpływ innych jąder praktycznie nie istnieje z powodu znacznego oddalenia poszczególnych atomów. Dla oderwania poszczególnych elektronów od „ich” atomów, a więc uwolnienia pewnej ilości elektronów, które płynąc do anody wytwarzają prąd elektryczny, czyli dla jonizacji potrzeba specjalnych warunków; np. zderzeń z rozprzeczonymi wolnymi elektronami. Lecz nawet wówczas, kiedy te warunki powstały i gaz jest silnie zjonizowany, konieczny jest do podtrzymania prądu ciągły dopływ nowych elektronów z katody, elektrony bowiem płynące do anody są przez nią wchłaniane i wkrótce w świetłówce byłoby tylko same zjonizowane atomy, a nie byłoby zupełnie wolnych elektronów, prąd elektryczny przestałby więc płynąć.

Elektron wewnątrz dobrego przewodnika prądu (np. płyty metalowej) przypomina drobinę wody, która ma pełną swobodę poruszania się wewnątrz własnego płynu, natomiast do przekroczenia jego granicy (wyparowania) potrzebuje siły, która zdolna jest wyrwać ją z zasięgu przyciągania innych cząsteczek płynu. Aby elektron przeszedł z metalowej katody w obszar wyładowania, musi go katoda „wypuścić”, a wewnątrz rury — obszar wyładowania — przyciąć. Aby stworzyć warunki wyjścia z katody musi powstać pewna siła przyciągania (przez anodę), która musi przewyższyć siłę przyciągania masy ciała, z którego elektron wydobywa się. Potrzebny jest więc pewien potencjał elektryczny (napięcie) zwany potencjałem wyjścia elektronów. Przy wyjściu elektronów z katody wykonywana jest praca, która z punktu widzenia oświetleniowca jest czystą stratą, gdyż pochłania pewną część energii elektrycznej, doprowadzonej do lampy, nie wytwarzając w zamian światła. Wartość potencjału wyjścia elektronów zależy właśnie od rodzaju naszej granicy, czyli rodzaju i stanu powierzchni katody. Tlenki niektórych ziem alkalicznych, np. strontu i baru, stanowią granicę łatwą do przebycia. Np. potencjał wyjścia elektronów z powierzchni wolframu, wynoszący 4,54 V, redukuje się do jednej trzeciej tej wartości przy pokryciu wolframu wymienionymi tlenkami. Przygotowaną odpowiednio mieszaninę tych tlenków nazywamy „emitorem”. Zwykle nakłada się jednak na katody (dwuskrajki) świetłówek nie tlenki, lecz węglany ziem alkalicznych; przy pompowaniu przepuszcza się prąd przez świetłówki, przy czym katody rozgrzewają się, wskutek czego węglany rozkładają się na tlenki, które pozostają na katodzie, i dwutlenek węgla, który jest odpompowywany.

Drugim sposobem zwiększenia emisji elektronów z katody i zmniejszenia katodowego spadku napięcia (tj. straty napięcia w obszarze katody, związanej z pracą wyjścia elektronów z katody i jonizacją gazów) jest rozgrzanie katody do wysokiej temperatury.

Przy zastosowaniu obu środków dochodzimy do najczęściej (a u nas wyłącznie) stosowanej konstrukcji świetłówek

o gorącej katodzie, których katodowy spadek napięcia wynosi średnio ok. 13 V. Przy świetłówkach o zimnej katodzie spadek katodowy napięcia przekracza 100 V.

Mimo to emisja elektronów byłaby, jak przekonał się, bardzo mała, gdyby nie wpływ rozrzedzonych gazów wzgl. par, wypełniających wnętrze świetłówki. Jony, które mają ładunek dodatni, są przyciągane przez katodę, na której osiadają masowo, przyciągają z kolei elektrony, ułatwiając im wyjście z katody (przekroczenie „granicy”), i łączą się z nimi. Równocześnie elektrony, wychodzące (choć w małej ilości) z katody pod wpływem napięcia istniejącego między katodą a anodą (dla świetłówek 25- i 40-watowych średnio ok. 100 wzgl. 108 V), zderzają się w obszarze katody, to jest w obszarze rzędu 20 mm licząc od katody w kierunku anody, z atomami pary rtęci i — wybijając z nich jeden z zewnętrznych elektronów — powodują ich jonizację. Napięcie jonizacyjne rtęci wynosi 10,38 V, to znaczy, że wolny elektron, aby osiągnąć prędkość potrzebną do wybicia jednego elektronu z atomu rtęci, musi przebiec drogę, na której spadek napięcia wynosi przynajmniej 10,38 V. Napięcie jonizacyjne argonu, którym jako gazem pomocniczym wypełniona jest świetłówka, jest wyższe (wynosi 15,69 V) i dlatego wyładowanie odbywa się głównie w parze rtęci, choć atomów pary rtęci znajduje się w świecącej się świetłówce ~ 500 razy mniej niż atomów argonu.

Ponieważ katodowy spadek napięcia wynosi w świetłówkach z gorącą katodą średnio ok. 13 V, a napięcie jonizacyjne pary rtęci nie wiele mniej (określono 10,4 V), każdy wychodzący z katody elektron (który nie połączył się z żadnym jodem) ma sposobność zjonizować tylko jeden atom. Wynika z tego, że każdy 1000 ładujących na katodzie jonów musi prócz tysiąca elektronów, z którymi się łączy, wybić z katody jeszcze znaczną ilość dodatkowych elektronów, inaczej bowiem w obszarze katody nie znalazłoby się takiej ilości elektronów, jaka jest potrzebna do przepływu prądu przez świetłówkę. W warunkach świetłówki z gorącą katodą jest to możliwe wskutek wielkiego ułatwienia wyjścia elektronów z katody (przekroczenia „granicy”).

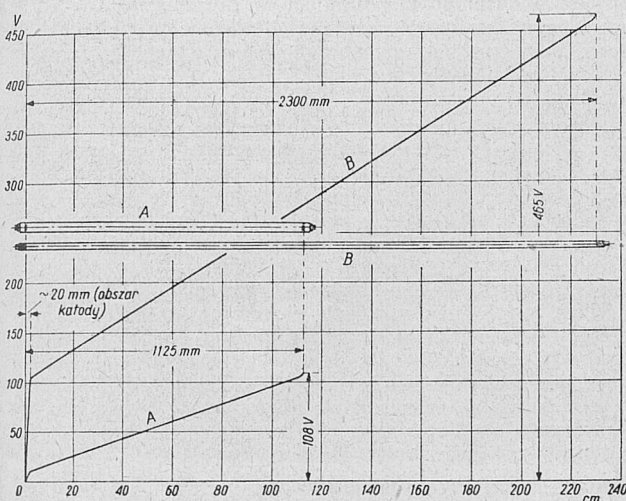
Inaczej ma się rzecz w świetłówkach z zimną katodą. Tu wyjście elektronów z katody jest znacznie utrudnione i dlatego ładujące na katodzie jony są w stanie wybić z niej tylko niewielką ilość elektronów dodatkowych (poza tymi, z którymi się łączą). W jaki sposób trudność tę usuwa zwiększony katodowy spadek napięcia w świetłówkach o zimnej katodzie, tłumaczy następujące rozumowanie.

Jeżeli wyrzucony z katody elektron wolny po przebyciu drogi, na której spadek napięcia wynosi przynajmniej 10,4 V, napotka atom rtęci, to może go zjonizować, oddając mu swą energię ruchu. Następnie elektron ten, straciwszy swą prędkość, musi znów przebyć drogę odpowiadającą przynajmniej spadkowi napięcia 10,4 V, żeby móc zjonizować następny atom rtęci. Teoretycznie może on więc zjonizować w obszarze katody, w którym spadek napięcia wynosi około 105 V, dziesięć atomów rtęci. Przy każdej jonizacji powstaje nowy wolny elektron, który po rozprzeczaniu się sam może również zjonizować atom rtęci. Ponieważ jednak wolny elektron — powstający przy pierwszym zderzeniu elektronu, który wyszedł z katody, z atomem rtęci — ma przed sobą w obrębie obszaru katody do dyspozycji drogę, na której spadek napięcia wynosi najwyżej 105 V — $10,4 \text{ V} \cdot 10 = 94,6 \text{ V}$, przeto może on zjonizować teoretycznie najwyżej 9 atomów rtęci itd.

Po pierwszym zderzeniu będą więc już 2 wolne elektrony, z których każdy przy drugim zderzeniu zjonizuje jeden atom, a więc uwolni 1 elektron. Po drugim zderzeniu będą więc już 4 wolne elektrony, z których przy trzecim zderzeniu każdy uwolni 1 elektron, a więc po trzecim zderzeniu będzie już 8 wolnych elektronów. Jak widać, po n zderzeniach pierwszego wychodzącego z katody elektronu będzie 2^n wolnych elektronów. Po 10 zderzeniach pierwszego elektronu będzie ich teoretycznie 1024, liczba zjonizowanych atomów będzie 1023. W rzeczywistości będzie ich o wiele mniej, gdyż nie każdy elektron spotka atom rtęci dokładnie po przebyciu drogi o spadku napięcia 10,4 V i nie każde zderzenie nawet dostatecznie rozprzeczzonego atomu powoduje jonizację. W każdym jednak razie jeden wychodzący z katody „nadliczbowy” (to jest nie łączący się z jodem) elektron zjonizuje w obszarze katody mnóstwo atomów. Oczywiście, jest to sposób znacznie mniej ekonomiczny niż osiągnięcie potrzebnej jonizacji przez pokrycie katody substancją emitującą i ogrzanie jej (do ok. 900°C).

3. Przejście prądu przez słup dodatni.

Drugim ważnym obszarem wewnątrz świetłówki, jedynie ważnym dla produkcji światła, jest s ł u p d o d a t n i. Zajmuje on całą przestrzeń między katodą a anodą z wyjątkiem niewielkiej części ok. 2 cm długości przy katodzie i jeszcze mniejszej przy anodzie. Słup dodatni można zwiększać lub zmniejszać dowolnie przez zwiększanie lub zmniejszanie długości rury i przypadającej na niego części napięcia. Jeżeli przez odpowiedni dobór napięcia sieci i charakterystyki dla-



Rys. 1. Rozkład napięcia w świetłówkach 40-watowych o gorącej i zimnej katodzie

A — świetłówka o gorącej katodzie, strumień świetlny 2100 lm
B — świetłówka o zimnej katodzie, strumień świetlny ~ 1700 lm

wika nie zmieniamy spadku napięcia, przypadającego na 1 cm słupa dodatniego (zwanego gradientem napięcia albo natężeniem pola elektrycznego), nie zmieniają się procesy występujące w obszarze katody i nie zmienia się natężenie prądu. Natomiast zmienia się strumień świetlny i to w stosunku do zmiany długości słupa dodatniego, strumień bowiem świetlny, wysyłany z 1 cm długości słupa dodatniego, jest zależny tylko od natężenia prądu przepływającego przez rurę (z wyjątkiem obu końców słupa dodatniego, gdzie spada on stopniowo do zera).

Rozpatrzmy np. świetłówkę 25-watową, która pracuje na napięciu ok. 100 V i której natężenie prądu wynosi ok. 0,29 A; jej długość całkowita z trzonkami (bez wystających kołków stykowych) wynosi 970 mm, strumień świetlny (dla świetłówki o białym świetle) ok. 1200 lm, długość słupa dodatniego ok. 880 mm. Spadek napięcia w obszarze katody i anody oraz w samych dwuskrętkach, stanowiących katody, wynosi łącznie średnio ok. 18 V, na słup dodatni przypada więc spadek napięcia $100 - 18 = 82$ V, tzn. natężenie pola („gradient napięcia”) wynosi w słupie dodatnim $\frac{82 \text{ V}}{88 \text{ cm}} = 0,93 \text{ V/cm}$. Na 1 cm długości słupa dodatniego wypada strumień świetlny $\frac{1200 \text{ lm}}{88 \text{ cm}} = 13,65 \text{ lm/cm}$.

Jeżeliby skonstruować świetłówkę o tym samym natężeniu prądu, ale przeznaczoną na sieć o napięciu 380 V, to — licząc, że połowę napięcia pochłonięłyby stabilizacja (dławik) — mielibyśmy do dyspozycji dla świetłówki 190 V. Ponieważ straty (katody, anody i skrętki) wyniosą i w tym wypadku 18 V, pozostaje spadek napięcia w słupie dodatnim $190 \text{ V} - 18 \text{ V} = 172 \text{ V}$, a więc przy natężeniu pola $0,93 \text{ V/cm}$ długość słupa dodatniego wyniosłaby $\frac{172 \text{ V}}{0,93 \text{ V/cm}} = 185 \text{ cm}$. Długość całej świetłówki z trzonkami, bez kołków, wyniosłaby $185 + 90 = 275 \text{ mm}$. Straty końcówek, które wynosiły $\frac{18 \text{ V}}{100 \text{ V}} \cdot 100\% = 18\%$, zmalałyby do $\frac{18 \text{ V}}{190 \text{ V}} \cdot 100\% = 9,5\%$, strumień zaś świetlny wzrósłby na $13,65 \text{ lm/cm} \cdot 185 \text{ cm} = 2525 \text{ lm}$. Ponieważ współczynnik mocy takiej świetłówki wynosi ok. 0,87, jej moc wyniosłaby ok. $0,87 \cdot 0,29 \text{ A} \cdot 190 \text{ V} =$

$$= 48 \text{ W. Świetłówka wydawałaby więc ok. } \frac{2525 \text{ lm}}{48 \text{ W}} = 52,6 \text{ lm/W, gdy świetłówka 25-watowa wydaje } \frac{1200 \text{ lm}}{25 \text{ W}} = 48 \text{ lm/W.}$$

Rys. 1 pokazuje spadek napięcia w świetłówce 40-watowej o gorącej katodzie i świetłówce również 40-watowej o zimnej katodzie, o średnicy 25 mm i długości 2400 mm (od katody do anody ok. 2300 mm). Widoczny jest korzystny wpływ gorącej katody, powodujący zmniejszenie katodowego spadku napięcia. Widzimy również, że wzrasta sprawność świetłówki z jej długością, gdyż straty końcówek, w szczególności straty katodowe potrzebne do wytworzenia wyładowania, są niezależne od długości słupa dodatniego i stanowią tym mniejszy procent poboru mocy słupa dodatniego, im ten jest dłuższy.

Nasuwa się pytanie, co dzieje się w słupie dodatnim. Zjawiska w słupie dodatnim są różnorodne i częściowo bardzo zawiłe, toteż możemy tu dać tylko ogólny pogląd.

Słup dodatni można scharakteryzować jako obszar zderzeń między cząsteczkami. Zderzają się tu elektrony z atomami obojętnymi, wzbudzonymi i zjonizowanymi, oraz atomy obojętne z atomami obojętnymi, wzbudzonymi i zjonizowanymi, wreszcie atomy wzbudzone ze zjonizowanymi i zjonizowane ze zjonizowanymi.

Drugą cechą charakterystyczną to jednostajność w kierunku osiowym (od katody ku anodzie): w każdym przekroju obszaru słupa dodatniego znajdujemy ten sam obraz i te same zjawiska.

W poszczególnych przekrojach słupa dodatniego znajdujemy tę samą mniej więcej ilość jonów, co elektronów. Są one w stosunku do atomów obojętnych bardzo rzadko rozrzucone. Jeden wolny elektron przypada na ok. 10 milionów atomów. Mimo to ich zagęszczenie bezwzględne jest wielkie, gdyż wynosi w pobliżu osi kilkadziesiąt milionów elektronów na 1 mm^3 . Choć liczba jonów w słupie dodatnim jest praktycznie taka sama, jak liczba elektronów, przez słup dodatni przechodzi bardzo mała liczba jonów w stosunku do elektronów, albowiem jon rtęci jest blisko 365 tysięcy razy, a jon argonu 73 000 razy cięższy od elektronu. Ponieważ zaś ładunki ich są równe (choć o przeciwnym znaku), siła przyciągania jonów przez katodę jest taka sama, jak siła przyciągania elektronów niem danej siły na danej drodze jest odwrotnie proporcjonalna przez anodę. Ponieważ dalej prędkość osiągnięta pod działaniem pierwiastka z masy, przeto prędkości osiągane przez jony rtęci są ~ 600 razy mniejsze niż prędkości elektronów.

Srednia prędkość elektronu w słupie dodatnim świetłówki jest rzędu 1000 km/s, a więc przewyższa tysiąckrotnie prędkość kuli armatniej. Srednia prędkość atomów niezjonizowanych zależy od ich temperatury i ciężaru i wynosi w świetłówce dla rtęci przeszło 0,2 km/s, dla argonu niespełna 0,5 km/s. Srednia prędkość jonu rtęci jest rzędu 2 km/s.

Elektrony — z powodu zagęszczenia atomów argonu i swej prędkości — odbijają się ciągle od atomów (średnio 40 milionów razy na sekundę), przy czym największą część zderzeń ma przebieg elastyczny, to znaczy, że nie następuje ani wzbudzenie ani jonizacja atomu, a następuje tylko zmiana kierunku ruchu obu cząsteczek, przy czym elektron oddaje atomowi bardzo małą część swej energii (przy zderzeniach z argonem niespełna 0,00003).

4. Rola jonizacji.

Z powyższych liczb widać, że jonizacja nie jest — jakby się zdawało — potrzebna do przechodzenia prądu przez świetłówkę czy lampę wyładowczą, albo — ogólnie mówiąc — przez rozrzedzony gaz, gdyż nośicielami prądu są elektrony wychodzące z katody i wchłaniane przez anodę, a więc przybywające z generatora czy też transformatora przez sieć i z powrotem do niego wracające. Liczba wolnych elektronów powstających z jonizacji jest w słupie dodatnim bardzo mała w stosunku do liczby elektronów pochodzących z sieci. Tylko w obszarze katody tworzy się bardzo wielka liczba jonów, które jednak wobec bliskości katody po przebiegnięciu kilku lub kilkunastu milimetrów natrafiają na katodę, gdzie łączą się z wychodzącymi z niej elektronami.

Jonizacja jest więc głównie potrzebna do wybijania elektronów z katody. Jony są niejako pośrednikami, które przy powstawaniu swym z atomów obojętnych w obszarze katody wskutek zderzeń z elektronami niejako pożyczają swe elektrony dla transportu elektryczności i odbierają w zamian za nie w najkrótszym czasie inne elektrony z katody, przemieniając się znów w atomy obojętne. Zresztą gdyby nie obecność jo-

nów w słupie dodatnim w takiej samej mniej więcej liczbie, jak elektronów, powstałby tam ogromny ładunek przestrzenny, elektrony zaczęłyby się wzajemnie tak silnie odpychać, że ich bieg w kierunku anody byłby w znacznej części zahamowany.

Sprawa powyższa jest bardzo istotna. W wysokiej próżni natężenie prądu jest — przy wystarczającej emisji elektronów — ograniczone właśnie przez ładunek przestrzenny chmury elektronów, która — odpychając wstecz wychodzące z anody elektrony — hamuje ich emisję. Największa liczba elektronów, wychodzących z 1 cm² płaskiej katody w wysokiej próżni, ograniczona działaniem ładunku przestrzennego wynosi

$$i = 2,33 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{U^{3/2}}{l^2} \text{ (A/cm}^2\text{)},$$

gdzie U oznacza napięcie w woltach, l — odległość między elektrodami w centymetrach. Wzór ten jest ścisły dla płaskich, równoległych, nieskończone wielkich elektrod. Podana wyżej (w rozdz. 2) wartość 2,3 mA dla $U = 100$ V, dla odległości elektrod 1 cm oraz ich powierzchni 1 cm² jest właśnie z tego wzoru obliczona. Dla $l = 100$ cm natężenie prądu byłoby $i = 0,23 \mu\text{A}$, tj. milion razy mniejsze niż w świetłówce. Stosunkowo ogromne natężenia prądu w napełnionych rozrzedzonymi gazami i parami lampach wyładowczych są możliwe tylko dlatego, że w słupie dodatnim liczba jonów i elektronów jest w każdym przekroju praktycznie jednakowa, wskutek czego ich ładunki przestrzenne znoszą się. Również w obszarze katody znajduje się w każdym przekroju obok znacznej ilości elektronów także znaczna ilość jonów i jakkolwiek nie są one — zwłaszcza przy lampach o zimnych katodach — tak dalece wyrównane, jak w słupie dodatnim, to jednak ładunek przestrzenny chmury elektronów jest w znacznym stopniu zmniejszony.

5. Zderzenia w obszarze słupa dodatniego.

Powróćmy do ruchu elektronów w słupie dodatnim. Z powodu ciągłych zderzeń z atomami elektron odbywa drogę zygawkową. Średnio musi on przebiec prawie 400 m, aby posunąć się o 1 m w kierunku anody. Toteż prędkość elektronów w kierunku anody jest już tylko rzędu 2 km/s. Jest to korzystne dla wytwarzania promieniowania, gdyż, jak wynika, czas przebiegu elektronu przez słup dodatni np. 40-wa-

towej świetłówki jest rzędu $\frac{1}{2000}$ s, a więc elektron podlega

w tym czasie $\frac{40\,000\,000}{2\,000} = 20\,000$ zderzeń. Chociaż największa

część tych zderzeń to zderzenia elastyczne, jest jednak przy tej ogromnej liczbie zderzeń niemało zderzeń doprowadzających do wzbudzenia atomów.

Oczywiście, wśród tych zderzeń trafiają się także zderzenia jonizacyjne, trafiają się też rekombinacje, to jest takie zderzenia z jonami, kiedy elektron przyciągnięty przez jon

wchodzi w jego orbitę i jon zamienia się we wzbudzony lub obojętny, ale — wyjątkowo — szybki atom.

Oświetleniowca interesuje przede wszystkim najczęściej zdarzające się wzbudzenie obojętnego atomu rtęci przez przesunięcie jednego z 2 elektronów zewnętrznej (szóstej) orbity na najbliższy wyższy poziom. Powrót tego elektronu na jego normalną orbitę (poziom energetyczny) powoduje wysłanie jednego fotonu o długości fali 2537 Å (czyli 0,0002537 mm). Jest to tak zwana rezonansowa linia promieniowania rtęci. Około 70% energii doprowadzonej do słupa dodatniego zamienia się w promieniowanie rezonansowe. Jest to promieniowanie nadfioletowe pobudzające luminofo-ry, umieszczone na wewnętrznej powierzchni ścianek rury szklanej, do świecenia.

Nie bez znaczenia dla pracy świetłówki, jako źródła światła, są również zderzenia elektronów z wzbudzonymi atomami. W warunkach panujących wewnątrz świetłówki (bardzo niskie ciśnienie rtęci) występują one stosunkowo rzadko, gdyż przy stosunkowo długiej wolnej drodze atom wzbudzony prawie zawsze będzie miał czas wysłać foton i wrócić do stanu obojętnego przed powtórny zderzeniem z jakimś elektronem. Prowadzą one do przesunięcia elektronu — już wysuniętego na wyższą orbitę — na jeszcze wyższy poziom, z którego on, spadając na jeden z niższych poziomów wzbudzenia, wysła promieniowanie o znacznie większej długości fali — 4047, 4078, 4358, 5461, 5770 i 5791 Å. Jest to promieniowanie widzialne dające światło fioletowe, zielone i żółte; około 2,7% energii doprowadzonej do słupa dodatniego zamienia się w to promieniowanie. Ponadto około 1% energii przetwarza się w niewidzialne promienie nadfioletowe o długości fali 3129 i 3654 Å.

6. Bilans energetyczny świetłówki.

Na podstawie powyższych danych możemy ułożyć bilans energetyczny produkcji promieniowania nadfioletowego o fali 2537 Å służącego do wzbudzenia luminoforów w świetłówce. Jeżeli dodamy, że sprawną transformację tego promieniowania na światło widzialne na luminoforach wynosi (przy świetłówce 40-watowej o białym świetle) około 0,35 i że przy przejściu przez warstwę luminoforów i ściankę szklaną ok. 9% światła traci się, możemy ustawić bilans energetyczny świetłówki, przedstawiony w tabl. I. Uwzględniono w nim także straty spowodowane przez stabilizację prądu (w dławiku).

Aby dojść do strumienia świetlnego, musimy przemnożyć moc promieniowania wychodzącego na zewnątrz (w watach) przez wydajność świetlną tego promieniowania. Jest ona ogromna (ok. 290 lm/W) dzięki bardzo korzystnemu rozkładowi widmowemu: większość promieniowania wysyłana jest na falach, na które wzrok ludzki wykazuje dużą wrażliwość. Otrzymuje się więc strumień świetlny świetłówki 40-watowej o białym świetle $\Phi = 8,2 \text{ W} \cdot 290 \text{ lm/W} = 2380 \text{ lm}$. Po stu godzinach świecenia strumień świetlny spada na $\sim 2\,100 \text{ lm}$. Na- stępnie spadek jest już bardzo powolny.

Tablica I. Bilans energetyczny świetłówki 40-watowej o białym świetle w sieci 220-woltowej

Stadia wytwarzania promieniowania widzialnego	Moc		Straty mocy		Sprawność	
	pobrana (W)	oddana (W)	bez-względna (W)	w stosunku do mocy pobranej (%)	nazwa	wartość
Stabilizacja prądu	48	40	8	16,7	stabilizacji	0,83
Wytwarzanie wyładowania	40	33,1	6,9 ¹⁾	17,2	wytwarzania wyładowania	0,83
Wytwarzanie promieniowania 2537 Å i widzialnego	33,1	24,0 ²⁾	9,1	27,5	wytwarzania użytecznego promieniowania	0,725
Transformacja promieniowania 2537 Å na widzialne	23,1	8,1	15,0	65	transformacji	0,35
Wyjście promieniowania na zewnątrz	9,0 ³⁾	8,2	0,8	8,9	przepuszczalności luminoforów i szkła	0,91
Łącznie wytwarzanie promieniowania widzialnego	48	8,2	39,8	82,9	energetyczna obwodu świetłówki	0,171 ⁴⁾
W tym świetłówka (bez stabilizatora)	40	8,2	31,8	79,5	energetyczna świetłówki	0,205 ⁵⁾

¹⁾ Straty skrzętek 0,8 W; straty katodowe 4,6 W; straty anodowe 1,5 W.

²⁾ W tym 0,9 W promieniowanie widzialne.

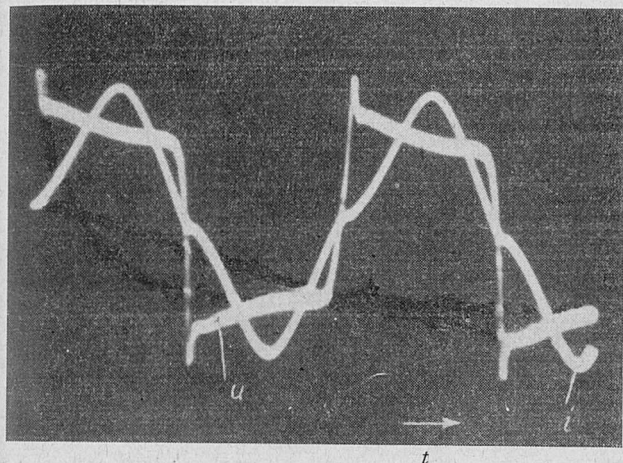
³⁾ W tym promieniowanie widzialne 0,9 W wytworzone bezpośrednio (nie transformowane).

⁴⁾ Po 100 godz. świecenia sprawność spada na 0,15.

⁵⁾ Po 100 godz. świecenia sprawność spada na 0,18.

7. Wpływ wahań i pulsowania parametrów na zjawiska wewnętrzne świetłówki.

W powyższych rozważaniach wyjaśniano zjawiska zachodzące wewnątrz świetłówki bez analizy matematycznej, której uwzględnienie wymagałoby znacznego powiększenia objętości niniejszego artykułu. Analizę taką czytelnik znajdzie w podanej na końcu literaturze. Niestety, zjawiska elektryczne w rurach wyładowczych dadzą się do pewnego stopnia ująć matematycznie tylko w założeniu stałości warunków zewnętrznych, a więc przy pracy lampy w sieci prądu stałego o bardzo małych wahanach napięcia oraz przy stabilizacji



Rys. 2. Napięcie na lampie i natężenie prądu przy stabilizacji za pomocą dławika

Świetłówka 40 W, $U_s = 220$ V, $I = 363$ mA, $f = 49$ Hz
(zdjęto na Politechnice Warszawskiej)

innych warunków, np. temperatury otoczenia. Jak wiadomo, większa część lamp wyładowczych, a także świetłówki pracują znacznie gorzej na prądzie stałym niż na zmiennym; również urządzenia oświetleniowe mają w większości przypadków do dyspozycji sieci o prądzie zmiennym.

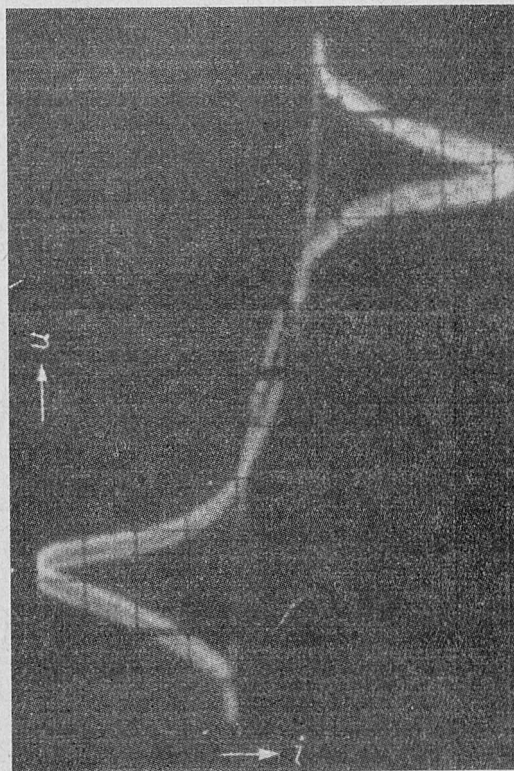
W warunkach prądu zmiennego analiza natrafia na trudności, które Francis [3] określa jako „straszne” (formidable). Ale i w warunkach prądu stałego — przy nie dających się uniknąć zmianach warunków zewnętrznych, zwłaszcza przy wahanach napięcia — wynikają te trudności, chociaż w mniejszym stopniu. Dlatego analiza matematyczna, możliwa tylko przy założeniach uproszczających i bardzo cenna dla wyrobienia sobie poglądu na zjawiska zachodzące przy przejściu prądu przez rury wyładowcze, nie daje dostatecznych podstaw obliczeniowych.

W świetłówce włączonej w normalną sieć o 50 Hz zmienia się ustawicznie wartość i 100 razy na sekundę kierunek napięcia. Zmiany te nie są tak powolne w stosunku do zjawisk zachodzących wewnątrz świetłówki, aby warunki w danej chwili można było uznać za ustabilizowane, ani tak prędkie, aby pewne parametry wewnętrzne — zwłaszcza niezależne od kierunku prądu, np. stopień zjonizowania gazu w słupie dodatnim — można było uznać za prawie niezmiennie. Jeżeli np. analizujemy sprawę zapłonu, to z punktu widzenia wygasania łuku zapłon powtarza się 100 razy na sekundę. Jednak gorące plamki na elektrodach nie wygasają i jonizacja jest daleka od poziomu, który osiąga np. w kilka minut po wyłączeniu świetłówki. Toteż zapłon przy zmianie kierunku prądu pracującej świetłówki nie przechodzi przez stadia występujące przy włączeniu jej w sieć. W szczególności oporność wewnętrzna świetłówki, która wynosi przy włączeniu jej w sieć setki czy tysiące megomów, a przy pracującej świetłówce zaledwie kilkaset omów, zwiększa się przy przejściu prądu przez zero i nieco później stosunkowo nieznacznie. Dlatego nie ma tu przeskoaku we właściwym tego słowa znaczeniu, polegającego na nagłym zmniejszeniu się oporności o wiele znaków dziesiętnych. Z powyższych względów niektórzy [3] przeciwstawiają się nazywaniu zapłonem wygaśnięcia i zaświecenia się łuku przy przejściu przez zero prądu świetłówki pracującej w sieci o normalnej częstotliwości.

Niemniej jednak zmienność napięcia wywiera w znacznym stopniu wpływ na charakter pracy świetłówki. Katoda przesuwa się z jednego końca rury na drugi i obszar katody musi być na nowo wytwarzany w najkrótszym czasie. Jest to możliwe tylko dzięki nagłej zmianie napięcia w chwili przejścia

prądu przez zero, objawiającej się zwłaszcza przy zwykłej — przy prądzie zmiennym — stabilizacji za pomocą dławika (rys. 2). Napięcie na świetłówce oraz prąd mają jeszcze przez stosunkowo długi czas po przejściu napięcia sieci przez zero swój dawny kierunek. Dopiero w chwili przejścia prądu przez zero napięcie na lampie zmienia nagle swój kierunek osiągając od razu wartość szczytową. Szczególnie ostro występuje to

przy stabilizacji za pomocą dławika, gdyż wtedy $\frac{di}{dt}$ spada prawie do zera, wskutek czego spada też prawie do zera oporność pozorna dławika i prawie całe, już spore, napięcie sieci



Rys. 3. Charakterystyka prądowo-napięciowa świetłówki 40-watowej przy stabilizacji za pomocą dławika

(zdjęto w Instytucie Elektrotechniki)

jest do dyspozycji dla lampy. Elektron i jony, których znaczna ilość znajduje się jeszcze w lampie, zmieniają kierunek swej wędrówki. Znaczna część napięcia lampy zużywa się na zahamowanie naładowanych cząstek i nadanie im prędkości w przeciwnym kierunku oraz na wytworzenie nowego obszaru katodowego, w którym początkowo spadek napięcia jest bardzo znaczny. W związku z tym prąd stosunkowo powoli wzrasta w miarę zwiększania się prędkości elektronów i jonów i w miarę zmniejszania się napięcia katodowego. Wkrótce na napięcie na lampie ulega pewnej stabilizacji (co widać wyraźnie na rys. 2), a natężenie prądu zależy głównie od własności stabilizatora.

Jak widać, pulsowanie napięcia prądu zmiennego wprowadza wraz ze skomplikowaną własnościami żelaza charakterystyką dławika dodatkowe komplikacje w charakterystykę świetłówki i tak już bynajmniej nie prostą. Rys. 3 podaje prądowo-napięciową charakterystykę świetłówki świecącej się w szereg z dławikiem w sieci prądu zmiennego (220 V) o 50 Hz.

Głębsza analiza obwodów świetłówek w sieciach prądu zmiennego nie jest przedmiotem niniejszego artykułu i wymaga osobnego obszernego opracowania. Niewielki ustęp poświęcony jej w tym miejscu ma na celu danie ogólnego obrazu przebiegów występujących w tych warunkach w świetłówce i uwyppuklenie trudności ich analizy nawet jakościowej.

LITERATURA

- [1] Berson L. Zarys fizyki lamp elektrycznych, PWSZ, 1953
- [2] Berson L. Problemy oświetlenia fluorescencyjnego w niskich i wysokich temperaturach otoczenia (Prace Inst. Elektrotechn., 1954, z. 10)
- [3] Francis V. J. Fundamentals of discharge tube circuits, 1948
- [4] Iwanow A. Elektryczne źródła światła — lampy wyładowcze, PWN, 1953
- [5] Uytterhoeven W. Gasentladungslampen, 1938

MGR INŻ. Z. MROCZKOWSKI

Układy przekaźnikowe urządzeń samoczynnego załączania rezerwy w sieciach potrzeb własnych elektrowni parowych

621.311.22:621.316.925.001

Treść. Omówiono pełne i uproszczone układy przekaźnikowe do samoczynnego załączania rezerwy jawnej i ukrytej w urządzeniach potrzeb własnych elektrowni. Podano różne sposoby blokady przeciwko wielokrotnemu włączaniu na zwarcie.

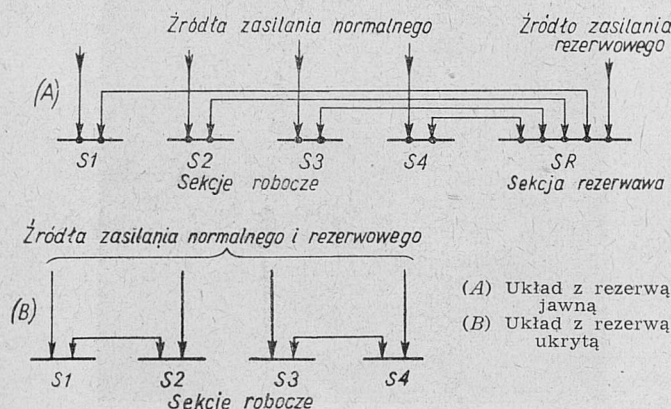
Релейные схемы устройств для автоматического включения резервного оборудования в сетях, обслуживающих собственные нужды паровых электростанций. Рассмотрены полные и упрощенные релейные схемы для автоматического включения явного и скрытого резерва в устройствах собственных нужд электростанций. Приведены различные способы блокировки, противодействующие повторному включению коротко-замкнутого участка.

Relay systems of automatic switchgear for reserve capacity in networks intended for the own use of steam-electric plants. The author reviews full and simplified relay systems for the automatic engagement of reserve capacity, both apparent and latent, in equipment required for the electric plant's own use. He specifies various means of blocking to prevent multiple short-circuit switching.

1. Wstęp.

Rozróżniamy dwa rodzaje rezerw w sieciach potrzeb własnych, a mianowicie układ z rezerwą jawną i układ z rezerwą ukrytą.

Rezerwa jawna polega na tym, że każda sekcja rozdzielni potrzeb własnych ma własne źródło zasilania, obliczone na jej normalne ruchowe obciążenie. Zasilanie rezerwowe



Rys. 1. Rezerwy w sieciach potrzeb własnych

jest wspólne dla kilku sekcji i jest obliczone na stałe zasilanie jednej sekcji, przy czym w normalnym ruchu jest ono niewłączone.

W przypadku ukrytej rezerwy nie ma oddzielnego źródła zasilania, ale poszczególne sekcje rozdzielni stanowią dla siebie wzajemną rezerwę. To też źródła ich zasilania muszą być obliczone na trwałe zasilanie dwóch sekcji (rys. 1).

W układzie z rezerwą jawną w przypadku przerwy w zasilaniu jednej z sekcji następuje wyłączenie zasilania normalnego, a potem załączenie wyłącznika źródła zasilania rezerwowego. W układzie z rezerwą ukrytą wyłącza się wyłącznik zasilania normalnego, a załącza się wyłącznik sprzęgłowy między dwiema współpracującymi sekcjami.

W zależności od sposobu impulsowania układu przekaźnikowego urządzenia SZR rozróżniamy dwa typy układów, a mianowicie pełne układy przekaźnikowe, reagujące na zanik napięcia na danej sekcji i na wyłączenie wyłącznika zasilania normalnego, oraz układy uproszczone, reagujące tylko na wyłączenie wyłącznika zasilania normalnego. Układy przekaźnikowe urządzeń SZR mogą być rozwiązywane różnie w zależności od zastosowanych typów przekaźników i wyłączni-

ków. W szczególności różnią się one w rozwiązaniu szczegółów dla wysokiego i niskiego napięcia.

Zadaniem urządzenia SZR jest włączenie rezerwowego źródła zasilania sekcji rozdzielni potrzeb własnych w chwili, kiedy ustanie jej zasilanie przez normalne źródło zasilania, zadaniem więc układu przekaźnikowego urządzenia SZR jest: a) stwierdzenie ustania zasilania przez normalne źródło energii, b) podanie impulsu wyłączającego wyłącznik zasilania normalnego, c) podanie impulsu załączającego wyłącznik zasilania rezerwowego po czasie, umożliwiającym prawidłowy samorozruch silników potrzeb własnych.

Aby zadania stawiane urządzeniu SZR mogły być we wszelkich możliwych przypadkach spełniane prawidłowo, układ przekaźnikowy urządzenia SZR musi dodatkowo odpowiadać następującym warunkom:

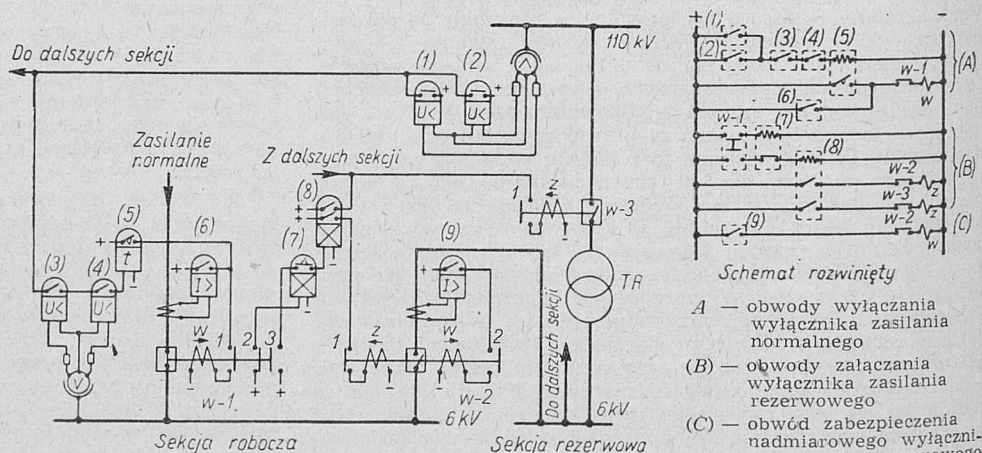
a) przełączenie nie powinno nastąpić, gdy zarówno normalne, jak i rezerwowe źródło zasilania pozbawione są napięcia;

b) stwierdzenie przerwy w zasilaniu ze źródła normalnego powinno być pewne i jednoznaczne; należy wykluczyć możliwość błędnego zadziałania urządzenia w przypadku przepalenia bezpieczników w obwodach napięciowych;

c) w przypadku zwarcia na szynach rozdzielni potrzeb własnych albo przełączenie nie powinno w ogóle nastąpić, albo też po wyłączeniu zasilania rezerwowego przez zabezpieczenie zwarcie dalsze działanie układu przekaźnikowego powinno być zablokowane;

d) załączenie wyłącznika zasilania rezerwowego powinno nastąpić dopiero po wyłączeniu wyłącznika zasilania normalnego.

Warunki powyższe mogą być spełnione w różnym stopniu przez różne układy przekaźnikowe. Zatrzymamy się tutaj na



Rys. 2. Pełny układ przekaźnikowy urządzenia SZR wysokiego napięcia dla rezerwy jawnej
TR — transformator rezerwowý

następujących odmianach układów przekaźnikowych SZR: 1) dla wysokiego napięcia i jawnej rezerwy pełny i uproszczony układ przekaźnikowy, 2) dla wysokiego napięcia i ukrytej rezerwy pełny i uproszczony układ przekaźnikowy, 3) dla niskiego napięcia układ dla rezerwy jawnej i ukrytej.

* Por. Andrzejewski St. Potrzeby własne wielkich siłowni (Przegl. Elektr., 1950, z. 4/5/6, str. 130-140).

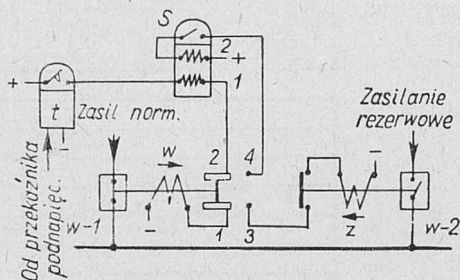
2. Pełny układ przekaźnikowy SZR wysokiego napięcia dla rezerwy jawnej.

Układ taki podano w formie uproszczonej na rys. 2. Przedstawiono tu jedną sekcję roboczą rozdzielni potrzeb własnych i jedną sekcję rezerwową. Przy większej liczbie sekcji roboczych układ będzie analogiczny.

W przypadku zaniku napięcia na sekcji roboczej zamykają się połączone w szereg styki przekaźników podnapięciowych 3 i 4. Jeżeli równocześnie nie nastąpił zanik napięcia na rezerwowym źródle zasilania, to równolegle połączone styki przekaźników napięciowych 1 i 2 są zamknięte, a biegun + baterii sterowniczej włączony zostaje na cewkę przekaźnika czasowego 5. Po nastawionym czasie styk tego przekaźnika zamknie się i poda + na cewkę wyłączającą wyłącznika W-1, który zasilą normalnie sekcję, powodując jego wyłączenie.

Po tym wyłączeniu styki pomocnicze wyłącznika W-1 powodują przełączenie + z cewki przekaźnika pomocniczego 7 na jego styk, który otworzy się z nastawioną niewielką zwłoką, ale przed tym poda + na przekaźnik pomocniczy 8. Ten przekaźnik powoduje równoczesne załączenie wyłączników zasilania rezerwowego W-2 i W-3. Jeżeli na szynach sekcji roboczej istnieje trwałe zwarcie, to wyłącznik W-2 zostanie wyłączony pod wpływem działania przekaźnika nadmiarowo-prądowego 9. Ponieważ w międzyczasie odpadły przekaźniki pomocnicze 7 i 8, wyłącznik W-2 nie otrzyma ponownego impulsu na załączenie. Urządzenie SZR uległo więc zablokowaniu i gotowe będzie do ponownego zadziałania dopiero po ponownym załączeniu wyłącznika zasilania normalnego W-1.

Zastosowanie dwóch przekaźników napięciowych 1 i 2 na źródle rezerwowym ze stykami połączonymi równolegle oraz



Rys. 3. Blokada urządzenia SZR po jednorazowym zadziałaniu z przekaźnikiem specjalnym („ORGRES”)

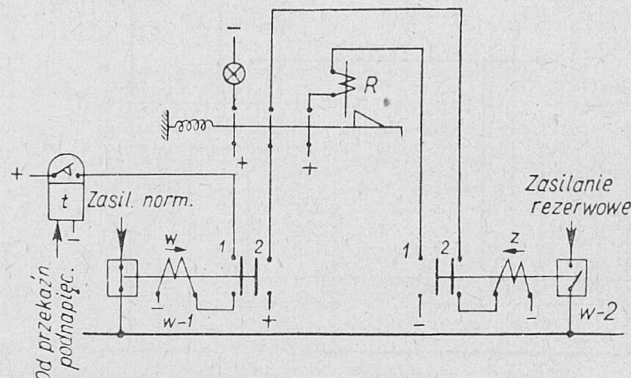
dwóch przekaźników napięciowych 3 i 4 na sekcji roboczej ze stykami połączonymi szeregowo ma na celu uniemożliwienie nieprawidłowego zadziałania urządzenia w przypadku przepalenia się jednego z bezpieczników w obwodach przekładników napięciowych. Przyjęto przy tym, że przepalenie się równocześnie dwóch bezpieczników jest tak mało prawdopodobne, że nie należy się z nim liczyć.

W przypadku równoczesnego długotrwałego zaniku napięcia na zasilaniu normalnym i rezerwowym mogłoby nastąpić nieprawidłowe zadziałanie urządzenia. Jeżeli mianowicie napięcie na rezerwowym zasilaniu będzie przywrócone wcześniej niż na normalnym zasilaniu, wówczas mogłoby nastąpić wyłączenie wyłącznika normalnego, a załączenie wyłącznika zasilania rezerwowego. Czas od chwili zaniku napięcia do załączenia rezerwy mógłby być przy tym tak długi, że normalny przebieg samorozruchu byłby niemożliwy i samorozruch mógłby skończyć się wyłączeniem silników przez zabezpieczenie nadmiarowe, względnie uszkodzeniem silników, gdyby zabezpieczenie zawiodło. Zapobiega temu zabezpieczenie podnapięciowe silników działające ze zwłoką czasową tak dużą, że gwarantowane jest zadziałanie zabezpieczenia dopiero wtedy, kiedy rzeczywiście urządzenie SZR zawiedzie. Zwłokę dobiera się zwykle w granicach 3 do 6 sekund.

W układzie powyższym brak blokady przeciwko załączeniu rezerwowego źródła zasilania na szyny rozdzielni w przypadku, kiedy wyłącznik zasilania normalnego wyłączy wskutek zadziałania zabezpieczenia zwarciowego. Blokada tego rodzaju jest według doświadczenia radzieckiego zbędna, gdyż zwarcie na szynach jest bardzo mało prawdopodobne i zanika najczęściej w czasie przełączenia na źródło rezerwowe.

Nie przewidziano również blokady przeciwko załączeniu rezerwowego źródła zasilania na kilka sekcji równocześnie. Transformator rezerwowy bywa często obliczony na obciążenie

nie 2 sekcji, a równoczesne zaburzenie w więcej niż dwóch sekcjach można uważać za bardzo mało prawdopodobne. Równoczesny impuls na przełączenie wszystkich sekcji mógłby zdarzyć się jedynie w przypadku głębokiego zapadu napięcia w sieci przesyłowej — napięcia powstałego na skutek bliskiego zwarcia na linii, nie wyłączzonego przez zabezpieczenie



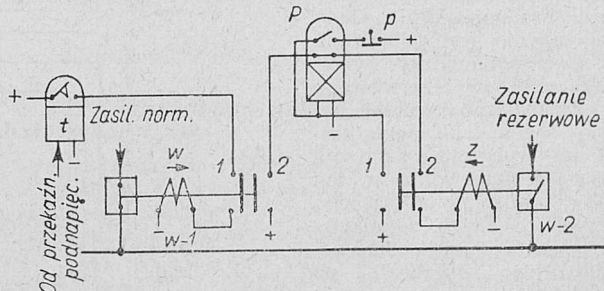
Rys. 4. Blokada urządzenia SZR po jednorazowym zadziałaniu z wyłącznikiem pomocniczym typu „Heinisch-Riedel”

liniowe. Wówczas zadziałają jednak przekaźniki napięciowe 1 i 2 i nie dopuszczą do zadziałania urządzenia SZR w żadnej sekcji roboczej.

Charakterystycznym elementem opisanego wyżej układu przekaźnikowego SZR jest przekaźnik pośredni 7. Jest to przekaźnik z cewką na prąd stały i z jednym stykiem zamkniętym przy pobudzonej cewce, a otwierającym się z opóźnieniem po wyłączeniu cewki. Przekaźnik ten ma za zadanie zablokowanie urządzenia przed wielokrotnym zadziałaniem w przypadku wyłączenia wyłącznika zasilania rezerwowego przez przekaźnik nadmiarowo-prądowy.

Blokada ta może być przeprowadzona jeszcze trzema innymi sposobami.

1) Układ stosujący specjalny przekaźnik z dwiema cewkami prądowymi wg schematu, zaprojektowanego przez „ORGRES” (rys. 3). Przekaźnik czasowy t pobudzony przez przekaźniki podnapięciowe, dając impuls na cewkę wyłączającą wyłącznika zasilania normalnego W-1, pobudza włączoną w ten obwód szeregowo cewkę prądową 1 przekaźnika S i powoduje tym zamknięcie jego styku. Styk ten z kolei podaje impuls na cewkę załączającą wyłącznika rezerwowego zasilania W-2 przez styki pomocnicze 3—4 wyłącznika W-1 i pobudza równocześnie włączoną szeregowo w ten obwód drugą cewkę prądową 2 przekaźnika S. Gdy wyłącznik W-1 wyłączy, jego styki pomocnicze 1—2 otwierają się, a tym samym pozbawiają prądu cewkę 1 przekaźnika S. Cewka 2 przekaźnika S jest pomy pod prądem, póki nie otworzy się styk



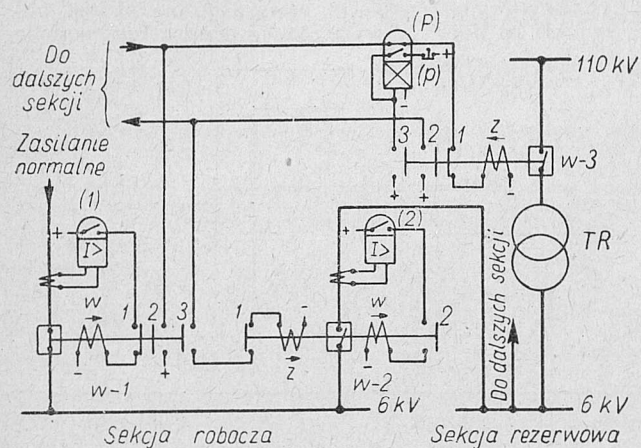
Rys. 5. Blokada urządzenia SZR po jednorazowym zadziałaniu z przekaźnikiem pośrednim samoczynnym

pomocniczy wyłącznika W-2, co następuje po jego załączeniu. Wówczas otwiera się styk przekaźnika S i ustaje impuls załączający na cewkę wyłącznika W-2.

Dla prawidłowego działania układu konieczne jest, żeby styki pomocnicze wyłącznika W-1 skonstruowane były w ten sposób, że przy jego wyłączeniu najpierw zwierają się styki 3—4, a później dopiero otwierają się styki 1—2. Przeróbka styków może nastąpić poważne trudności.

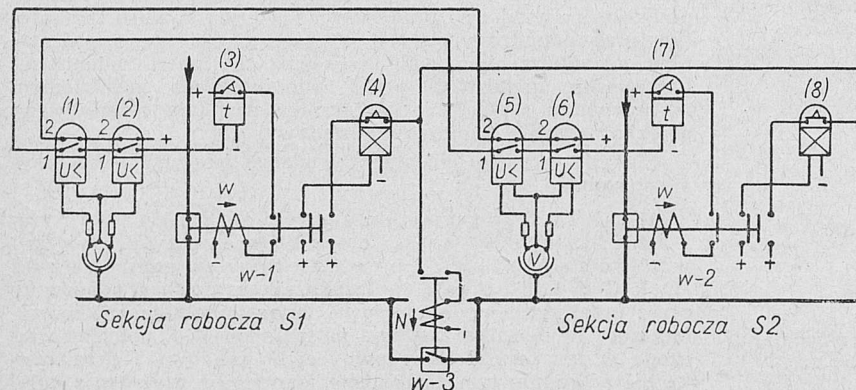
Układ wraca do stanu pierwotnego i gotów jest do ponownego działania dopiero po załączeniu wyłącznika W-1.

2) Układ z wyłącznikiem typu „Heinisch-Riedel”, opracowany przez inż. Gamzę ze SBPSC jako wniosek racjonalizatorski (rys. 4). Przekaznik czasowy t , pobudzony



Rys. 6. Uproszczony układ przekątnikowy urządzenia SZR wysokiego napięcia dla rezerwy jawnej

przez przekątniki podnapięciowe, daje impuls na cewkę wyłączającą wyłącznika W-1, który zasilia rozdzielnię normalnie. Po wyłączeniu tego wyłącznika jego styk pomocniczy 2 podaje + na cewkę załączającą wyłącznik zasilania rezerwowego



Rys. 7. Pełny układ przekątnikowy urządzenia SZR wysokiego napięcia dla rezerwy ukrytej

W schemacie nie pokazano zabezpieczenia nadmiarowo-prądowego

(A) — obwody sekcji S1

(B) — obwody załączania sprzęgła

(C) — obwody sekcji S2

W-2 przez zamknięty normalnie styk 2 wyłącznika typu „Heinisch-Riedel” R. Jest to wyłącznik załączany ręcznie, utrzymywany w stanie załączonym przy pomocy zapadki, luzowanej elektromagnetycznie. Cewka tej zapadki jest pobudzana przez styk pomocniczy 1 wyłącznika zasilania rezerwowego W-2. Zluzowanie zapadki powoduje wyłączenie wyłącznika R po wpływie działania sprężyny i przerwanie w ten sposób impulsu załączającego wyłącznik W-2, co zapobiega niepożądanemu ponownemu załączeniu tego wyłącznika po wyłączeniu go przez zabezpieczenie nadmiarowe. Styk 1 wyłącznika R jest wykorzystany do sygnalizacji położenia wyłącznika R za pomocą lampki sygnałowej, a styk 3 do przerywania obwodu cewki zapadki. Układ nie wraca samoczynnie do stanu pierwotnego; konieczne jest ręczne załączenie wyłącznika R.

3) Układ z przekątnikiem pośrednim samoczynnym, opracowany przez autora (rys. 5). Układ jest w zasadzie bardzo podobny do poprzedniego. Różnica polega na tym, że pomiędzy styki po-

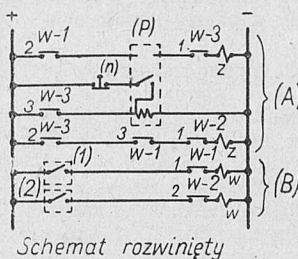
mocnicze 2 wyłącznika W-1 a cewkę załączającą wyłącznika W-2 włączony jest zamiast wyłącznika R styk spoczynkowy przekątnika pośredniego P. Cewka tego przekątnika pobudzona jest przez styk pomocniczy 1 wyłącznika W-2. Pobudzenie przekątnika P powoduje

otwarcie jego styku spoczynkowego i równocześnie zamknięcie jego styku roboczego, który powoduje podtrzymanie impulsu na cewkę przekątnika P. Układ również nie wraca samoczynnie do stanu pierwotnego; potrzebne jest ręczne uruchomienie przycisku p.

3. Uproszczony układ przekątnikowy SZR wysokiego napięcia dla rezerwy jawnej.

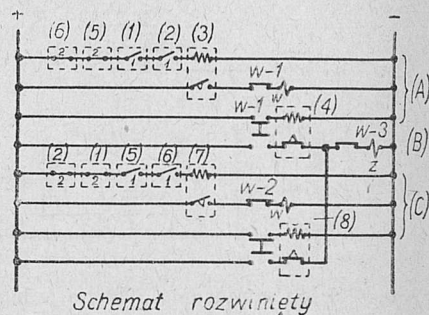
Układ taki jest podany na rys. 6. Również tu przedstawiono tylko jedną sekcję roboczą rozdzielni potrzeb własnych i sekcję rezerwową. Układ będzie analogiczny przy większej liczbie sekcji roboczych.

Zasadniczą cechą układu uproszczonego jest impulsowanie przez styki pomocnicze wyłącznika zasilania normalnego w odróżnieniu od układu pełnego, który reaguje również na zanik napięcia na szynach zbiorczych danej sekcji. Układ ten może być stosowany z powodzeniem przy normalnym zasilaniu z zacze- pu generatora.

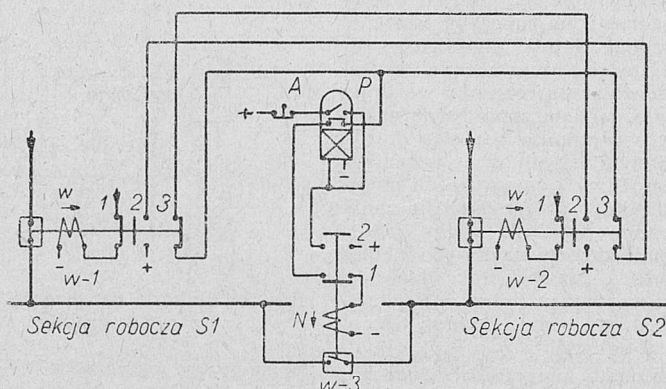


A) — obwody załączania wyłączników zasilania rezerwowego

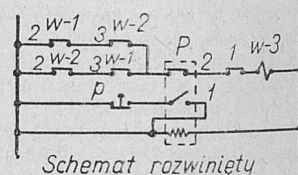
(B) — obwody zabezpieczenia nadmiarowego wyłączników zasilania normalnego i rezerwowego



Po wyłączeniu wyłącznika zasilania normalnego W-1 jego styki pomocnicze 2 dają + na cewkę załączającą wyłącznik 110-kilowoltowy W-3 transformatora rezerwowego. Impuls



Rys. 8. Uproszczony układ przekątnikowy urządzenia SZR wysokiego napięcia dla rezerwy ukrytej

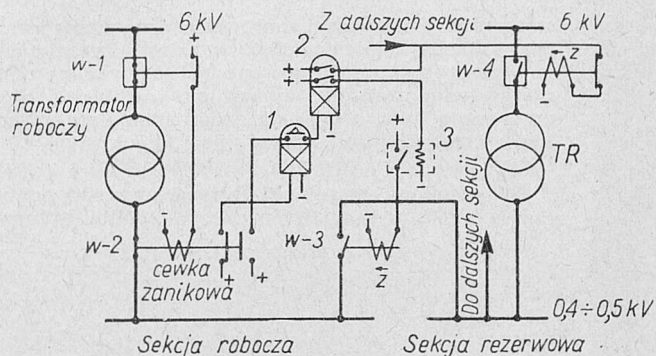


W schemacie nie pokazano zabezpieczenia nadmiarowo-prądowego

przechodzi przez normalnie zamknięty styk spoczynkowy przekątnika pośredniego 2.

Styk pomocniczy 2 wyłącznika W-3 doprowadza + na cewkę załączającą wyłączników zasilania rezerwowego po stronie 6 kV przez styki pomocnicze 3 wyłącznika zasilania

normalnego. Styki te są zamknięte w położeniu wyłączonym wyłącznika, a zatem załączy się wyłącznik zasilania rezerwowego tylko tej sekcji, której wyłącznik zasilania normalnego był uprzednio wyłączony. Równocześnie z impulsem na załączenie wyłączników rezerwowych 6-kilowoltowych styk pomocniczy 3 wyłącznika W-3 pobudza przekaźnik P, który



Rys. 9. Układ przekaźnikowy urządzenia SZR niskiego napięcia dla rezerwy jawnej

przerzuca swój styk spoczynkowy, a drugim stykiem roboczym podtrzymuje impuls na własną cewkę. Jeżeli na szynach zbiorczych tej sekcji, na którą zostało załączone zasilanie rezerwowe, istnieje trwałe zwarcie, wówczas zadziała zabezpieczenie transformatora rezerwowego i wyłączy wszystkie wyłączniki po stronie wysokiego i niskiego napięcia tego transformatora. Wyłącznik W-3 nie może się wówczas załączyć повторно, ponieważ impuls na jego cewkę załączającą jest przerwany przez styk spoczynkowy przekaźnika P i to póty, póki jego samoczynny nie będzie skasowany przez przyciśnięcie przycisku ręcznego p.

4. Pełny układ przekaźnikowy SZR wysokiego napięcia dla rezerwy ukrytej (rys. 7).

Użyte tu są te same elementy, co w układzie z rezerwą jawną. W obydwu sekcjach wbudowane są przekaźniki podnapięciowe, przekazujące impuls na wyłączniki zasilające te sekcje, a równocześnie blokujące działanie urządzenia SZR w razie braku napięcia w sekcji sąsiedniej. Styki pomocnicze tych wyłączników powodują załączenie wyłącznika sprzęgłowego. W obwodzie załączania wyłącznika sprzęgłowego włączone są przekaźniki blokujące po jednorazowym zadziałaniu. Układ wraca samoczynnie do stanu początkowego.

5. Uproszczony układ przekaźnikowy SZR wysokiego napięcia dla rezerwy ukrytej (rys. 8).

Do blokady jednorazowego działania urządzenia SZR użyto tu przekaźnika pośredniego w układzie samoczynnym P. Aby sprowadzić układ do stanu pierwotnego trzeba uruchomić ręcznie przycisk p. Blokada działania urządzenia SZR w razie wyłączenia wyłącznika sekcji sąsiedniej urzeczywistniona tu jest przez styki pomocnicze 3 wyłączników W-1 i W-2.

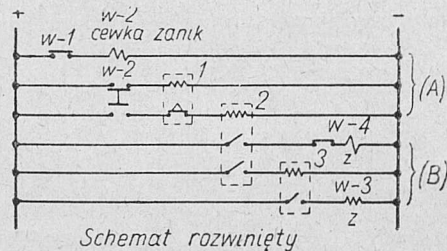
6. Układ przekaźnikowy SZR niskiego napięcia dla rezerwy jawnej.

Urządzenie SZR na niskim napięciu ma za zadanie zapobieganie trwałemu pozbawieniu napięcia jednej z sekcji rozdzielni niskiego napięcia wówczas, kiedy wskutek zakłócenia w pracy zostanie wyłączony transformator roboczy, zasilający tę sekcję. Załączanie rezerwowego źródła zasilania rozdzielni potrzeb własnych odbywa się po stronie wysokiego napięcia. Z tego powodu nie stosuje się z zasady impulsowania urządzenia SZR na niskim napięciu przy pomocy przekaźników zanikowych. Do impulsowania służą styki pomocnicze wyłączników zasilania normalnego.

Na rys. 9 przedstawiony jest układ SZR niskiego napięcia dla rezerwy jawnej. Widzimy na schemacie jedną sekcję ro-

boczą i jedną rezerwową. Układ można rozszerzyć bez zmian na większą liczbę sekcji roboczych.

Zabezpieczenie transformatora roboczego wyłącza jego wyłącznik po stronie wysokiego napięcia W-1. Z wyłącznikiem tym sprzężony jest elektrycznie wyłącznik po stronie niskiego napięcia transformatora W-2. Styki pomocnicze wy-

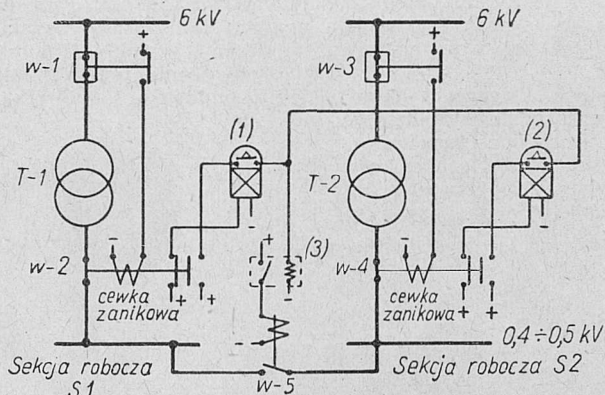


(A) — obwody wyłączania wyłączników zasilania normalnego

(B) — obwody załączania wyłączników zasilania rezerwowego

łącznika W-2 pobudzają przekaźnik pośredni 2 za pośrednictwem przekaźnika blokady po jednorazowym zadziałaniu 1.

Przekaźnik pośredni 2 daje impuls na załączenie wyłącznika po stronie wysokiego napięcia transformatora rezerwowego i odpowiedniego wyłącznika niskiego napięcia tego transformatora. Ze względu na duży pobór prądu przez cewki załączające krajowych wyłączników niskiego napięcia — impuls na te cewki przekazuje się za pośrednictwem stycznika 3 o wzmocnionych stykach. Nie przewidziano blokady przeciwko załączeniu transformatora rezerwowego na więcej niż jedną sekcję. Do zrezygnowania z tej blokady skłania małe prawdopodobieństwo równoczesnego zaburzenia w kilku sekcjach oraz chwilowa przeciążalność transformatora rezerwowego, który przez pewien czas może zasilć dwie sekcje przy zmniejszonym obciążeniu.



Rys. 10. Układ przekaźnikowy urządzenia SZR niskiego napięcia dla rezerwy ukrytej

7. Układ przekaźnikowy SZR niskiego napięcia dla rezerwy ukrytej (rys. 10).

Przewidziano dwa transformatory robocze, każdy o mocy wystarczającej do stałego zasilania dwóch sekcji. W przypadku wyłączenia jednego z transformatorów roboczych włącza się sprzęgło międzysekcyjne. Zastosowano tu przekaźniki blokujące urządzenie po jednorazowym zadziałaniu i stycznik pomocniczy dla cewki załączającej wyłącznika sprzęgłowego.

Powyższe przykłady nie wyczerpują wszystkich możliwości. Mogą być zastosowane inne kombinacje podanych elementów lub elementów podobnych. Zasada działania układu powinna jednak pozostać bez zmian.

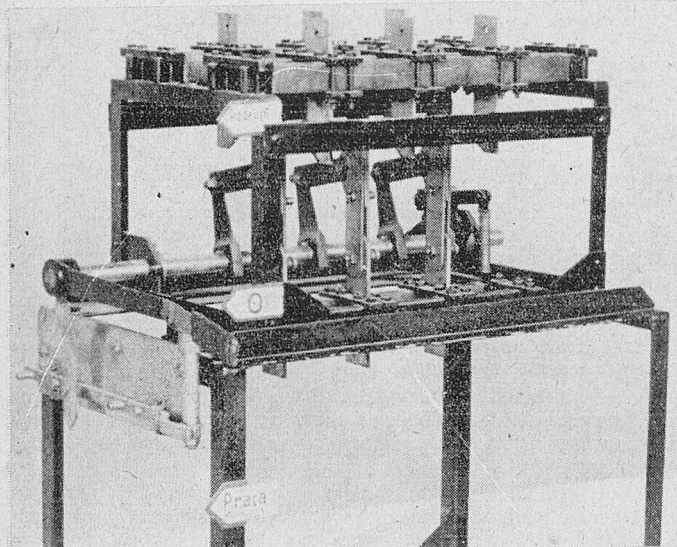
LITERATURA

- A n d r z e j e w s k i S. Potrzeby własne wielkich siłowni (PE, 1950, zes. 4/5/6, str. 130—140).
 F r a n z u s ó w. Automatische Wiedereinschaltung von Elektromotoren (Deutsche Elektrotechnik, 1953, nr 9).
 G i a z u n o w A. A. Elektrieskaja czast' stancji i podstancji. (Gosenergoizdat, 1951).
 R o g g e n d o r f A. Der Eigenbedarf mittlerer und grosser Kraftwerke (Springer, 1952).
 S o ł o w i e w I. I. Awtomatizacija elektrieskich sistem (Gosenergoizdat, 1950).

Krajowa Wystawa Wynalazczości i Postępu Technicznego we Wrocławiu*)

Mgr inż. A. MAISON i mgr inż. ZB. ŁAGODZIŃSKI

Wystawa była przeglądem 10-letniego dorobku polskiego w dziedzinie usprawnienia i polepszenia pracy w licznych gałęziach życia gospodarczego kraju. Wystawa zobrazowała w sposób interesujący dla ogółu zwiedzających postęp tech-



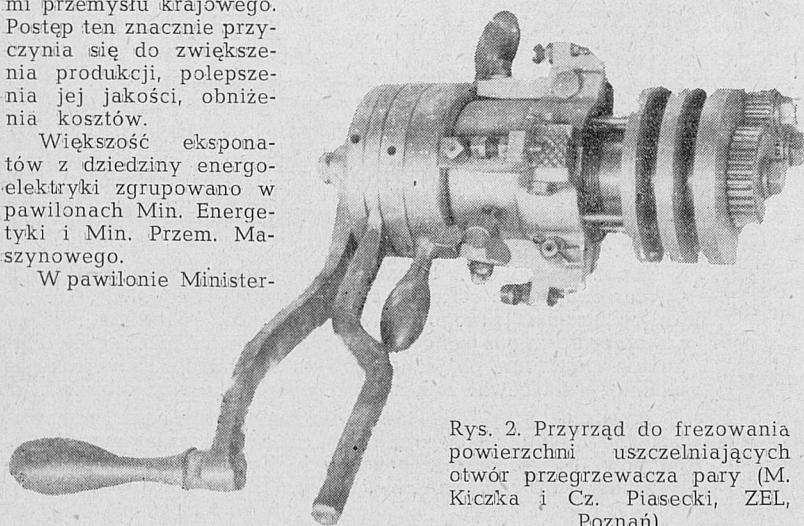
Rys. 1. Urządzenie do mechanicznej blokady przełącznika „rozruch-praca” przy przetwornicy (S. Nowaczyk, ZSE, Poznań)

niczny w przemyśle krajowym. Postęp ten widzimy w znacznej ilości nowych wyrobów technicznych nie produkowanych przed wojną przez przemysł krajowy oraz w długim szeregu usprawnień w zakresie zarówno metod technologicznych, jak i rozwiązań konstrukcyjnych.

Postęp techniczny w naszym przemyśle osiągnięto dzięki pomocy technicznej udzielanej nam przez Związek Radziecki dzięki szeroko rozpowszechnionemu ruchowi racjonalizatorskiemu, w którym bierze udział poważna liczba robotników, techników i inżynierów, oraz dzięki planowym wysiłkom instytutów naukowo-badawczych, których prace powiązane są coraz ściślej z potrzebami przemysłu krajowego. Postęp ten znacznie przyczynia się do zwiększenia produkcji, polepszenia jej jakości, obniżenia kosztów.

Większość eksponatów z dziedziny energoelektryki zgrupowano w pawilonach Min. Energetyki i Min. Przem. Maszynowego.

W pawilonie Minister-

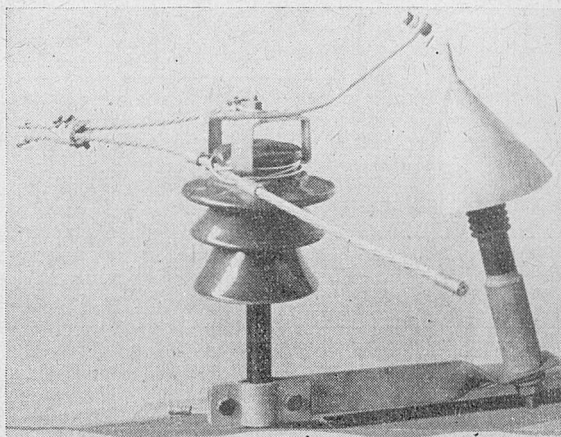


Rys. 2. Przyrząd do frezowania powierzchni uszczelniających otwór przegrzewacza pary (M. Kiczka i Cz. Piasecki, ZEL, Poznań)

stwa Energetyki przy wejściu zwracał uwagę eksponat ilustrujący na modelu linii wysokiego napięcia rozwiązanie techniczne samoczynnego ponownego załączania zamkniętych linii najwyższych napięć przy jednoczesnym wyłączaniu za pomocą łącza wysokiej częstotliwości. Samoczynne ponowne załączanie

stosowane jest w naszej energetyce dotychczas jedynie w otwartych liniach średnich napięć (ob. niżej). W zagranicznych liniach najwyższych napięć stosowane jest samoczynne załączanie, przy czym jednocześnie wyłączania, niezbędną do uzyskania przerwania łuku, osiąga się dzięki specjalnej aparaturze wysokiej częstotliwości, składającej się z dwóch nadajników i dwóch odbiorników dla każdego odcinka sieci.

Wymieniony wyżej układ samoczynnego ponownego załączania eliminuje specjalne nadajniki i odbiorniki, wykorzystuje

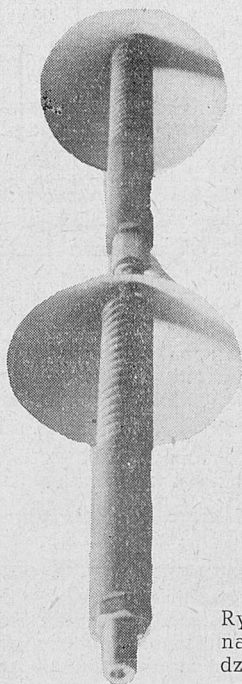


Rys. 3. Odgromnik 15-kilowoltowy (inż. S. Grudziecki, Zakł. Wys. Napięć Politechn. Gdańskiej)

natomiast aparaturę wysokiej częstotliwości, używaną do celów telemetrii i telefonii. Przyjęto tu zasadę przerywania na krótki moment fali nośnej, uzyskując w ten sposób jednocześnie wyłączenia w cyklu samoczynnego ponownego załączania linii.

Uchwycenie przerwy fali nośnej uzyskuje się za pomocą jednolampowego odbiornika częstotliwości pośredniej, wykonanego w postaci przystawki do głównej aparatury w. cz.

Wystawa objęła szereg eksponatów ilustrujących wynalazki i usprawnienia dokonane przez robotników. Znaczenie ich jest bardzo wielkie, gdyż wynalazczość robotnicza jest zjawiskiem masowym, a więc w skali krajowej staje się źródłem ogromnych oszczędności. Z eksponatów tego typu należy wymienić: naczynie do podgrzewania zalewy kablowej, przyrząd do sprawdzania pasów bezpieczeństwa, piec do suszenia bibuły filtracyjnej, samoczynny wyrzutnik zużłta, urządzenie (rys. 1) do mechanicznej blokady przełącznika „rozruch-praca” przy przetwornicy, uniemożliwiające pomyłkowe włączenie, przyrząd do frezowania — bez demontażu — powierzchni



Rys. 4. Odgromniki wydmuchowe na 15, 30, 60 kV (mgr inż. S. Grudziecki, ZWN Polit. Gdańskiej)

uszczelniających otwór przegrzewacza pary (rys. 2) i wiele innych. Elektrownia warszawska przygotowała ciekawą planszą ilustrującą modernizację kotła rusztowego w wyniku pomysłów racjonalizatorskich.

Szereg eksponatów charakteryzował twórczą myśl techników i inżynierów energetyki. Widzieliśmy więc przekazniki opracowane i wykonane w laboratoriach i warsztatach ener-

*) Por. informacje wstępne w PE, 1954, zesz. 9, str. 401.

getyki, aparat przenośny do sprawdzania wytrzymałości dielektrycznej kabli niskiego napięcia znajdujących się w eksploatacji, mostek do pomiaru kąta stratności izolacji maszyn elektrycznych i transformatorów, odgromniki wydechowe na napięcie robocze 15, 30 i 60 kV (rys. 3 i 4), urządzenie do czyszczenia izolatorów pod napięciem i wiele innych.

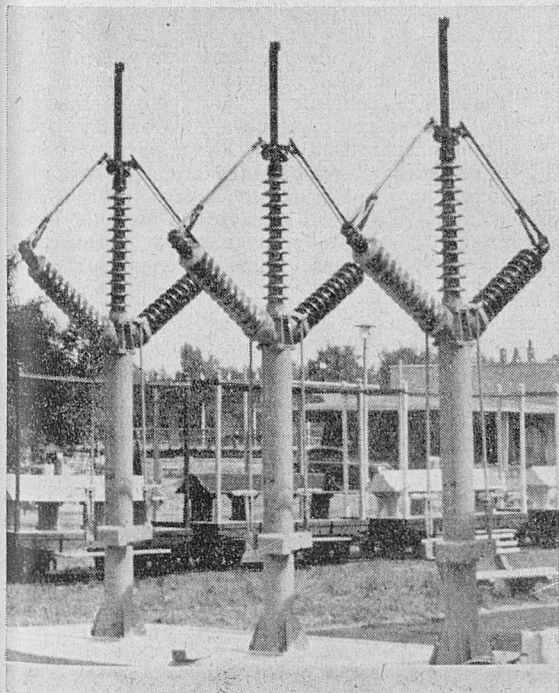
Bardzo interesująco była wykonana plansza ilustrująca wymianę złączy na linii 10-kilowoltowej bez przerywania normalnej pracy linii.

W pawilonie Ministerstwa Energetyki większość ekspozycji dotyczy racjonalizacji i wynalazczości pracowników poszczególnych zjednoczeń energetycznych, natomiast w pawilonie Ministerstwa Przemysłu Maszynowego na pierwszy plan wysuwały się nowości produkcyjne przemysłu maszyn elektrycznych, aparatów elektrycznych i innych.

Liczne grupy zwiedzających gromadziły się przy urządzeniu do elektroerozyjnej obróbki metali. Pokazywano przecinarkę elektroerozyjną, drążarkę do wykonywania otworów od 0,09 do 7 mm, ostrzarkę termoelektryczną do ostrzenia noży tokarskich o przekrojach trzonków do 32×32 mm, ostrzarkę termoelektryczną produkcji radzieckiej oraz zestaw do elektroiskrowego utwardzania narzędzi skrawających.

Wielkością swą zwracały uwagę ekspozyty przemysłu maszyn elektrycznych: silnik synchroniczny typu DSP116 wykonany według licencji radzieckiej o mocy 1300 kW, 6000 V, 1500 obr/min oraz silnik asynchroniczny typu SAUp4024, konstrukcji własnej, o mocy 1550 kW, na 6000 V, 247 obr/min, przeznaczony do napędu maszyn papierniczych. Tego rodzaju maszyn przemysł nasz przed wojną nie produkował i są one niewątpliwie dowodem wzrostu możliwości technicznych naszego przemysłu maszynowego. Wystawiono również silniki asynchroniczne typu SCUD o mocy 125 kW, będące prototypami nowej serii silników, która ma w niedalekiej przyszłości zastąpić obecną serię silników asynchronicznych o mocy od 100 do 1000 kW.

Podkreślona jest również współpraca Instytutu Elektrotechniki przy wprowadzaniu nowych typów maszyn do produkcji. Duże znaczenie ma także ruch racjonalizatorski, który wniósł szereg usprawnień technologicznych.

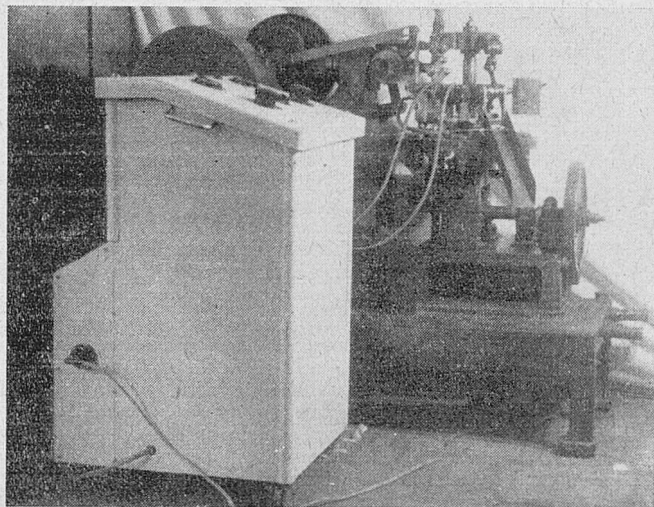


Rys. 5. Odłącznik OK2-110 kV, typ W, 600 A (inż. J. Lesiowski)

Z produkcji seryjnej pokazano silnik tramwajowy typu LT-31, 60 kW, 600 V, 860 obr/min oraz prądnicę galwanizacyjną PEa 64b (7—14 V, 1000 A), napędzaną silnikiem asynchronicznym na 1450 obr/min.

Przemysł aparatów elektrycznych zademonstrował szereg nowych typów; uruchomienie ich produkcji wymagało wiele

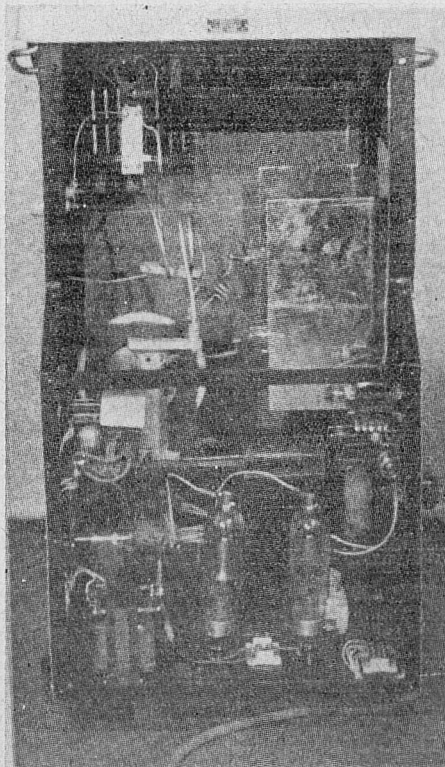
pracy badawczej. W wyniku prac Instytutu Elektrotechniki ustalono konstrukcję i przystąpiono do produkcji seryjnej odgromników zaworowych: 1) GZ60/10, 60 kV, 10 kA, 10/30 μ sek, 2) GZ30/10, 30 kV, 10 kA, 10/30 μ sek, 3) GZ15/10, 15 kV, 10 kA,



Rys. 6. Zespół do pakowania środków kosmetycznych w tubach termoplastycznych

Na pierwszym planie generator w. cz., na drugim automat napiętniający i zamykający tuby

10/30 μ sek. Pokazano również izolator przepustowy na 110 kV, którego konstrukcję ustalono w wyniku badań wykonanych także przez Instytut Elektrotechniki. Pokazano wyłącznik małolejowy wewnętrzny typu WMG 6/6/2, 6 kV, 600 A, 200 MVA, stycznik elektromagnetyczny z komorami łukowymi typu St6/200, 6 kV, 100 A i wiele innych przełączników, styczników, przekładników itd. (rys. 5).

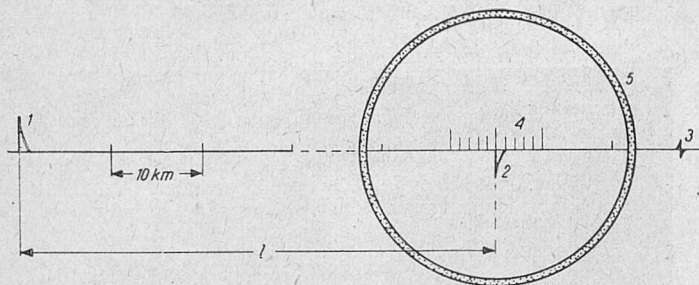


Rys. 7. Wnętrze generatora wielkiej częstotliwości do spawania pojemnościowego

Zakład Elektrotechniki Instytutu Elektrotechniki zademonstrował generator do spawania pojemnościowego, które pozwoliło na zastąpienie tub z polichlorku winylu. Jest to adaptacja generatora terapeutycznego, stosowanego w diatermii krótkofalowej (rys. 6 i 7).

Przemysł kablowy przedstawił na obszernej planszy wzory nowych konstrukcji kabli i przewodów, w których wprowadzono nowe materiały pozwalające zaoszczędzić dotychczas stosowane materiały deficytowe. Pokazano więc szeroki asortyment przewodów w izolacji i powłoce z plastyfikowanego polichlorku winylu użytego zamiast kauczuku, przewód kabelkowy KTGAo, w którym zamiast powłoki ołowianej zastosowano powłokę z tiokolu, kabel silnopiędowy w izolacji papierowej i w powłoce z plastyfikowanego polichlorku winylu zamiast ołowiu, druty aldrejowe, stalo-aluminiowy przewód jezdny dla trakcji elektrycznej, rurki podtynkowe bez płaszcza metalowego i inne wyroby. W zakładach przemysłu kablowego zgłoszono i wprowadzono 806 projektów racjonalizatorskich, które wpłynęły na usprawnienie produkcji i pozwoliły na zwiększenie wydajności wielu procesów technologicznych.

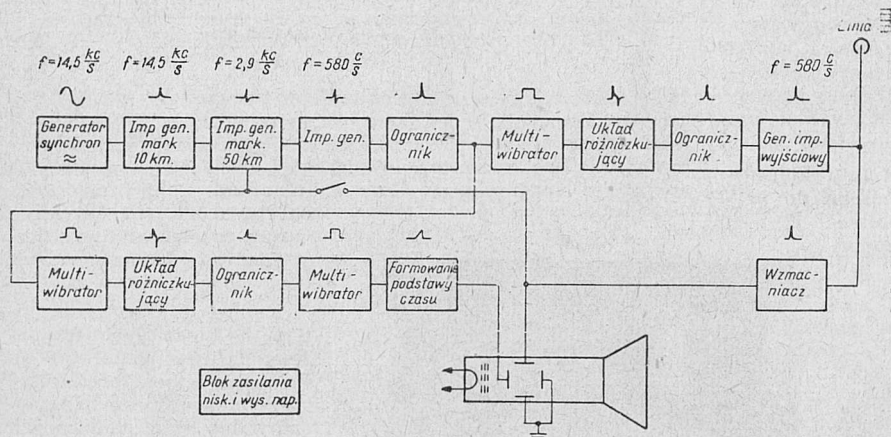
Zakład Materiałoznawstwa Elektrycznego Instytutu Elektrotechniki zademonstrował kilka przykładów racjonalizacji badań materiałów elektrycznych, dokonywanej przez personel



Rys. 8. Obraz linii na ekranie lampy oscylograficznej

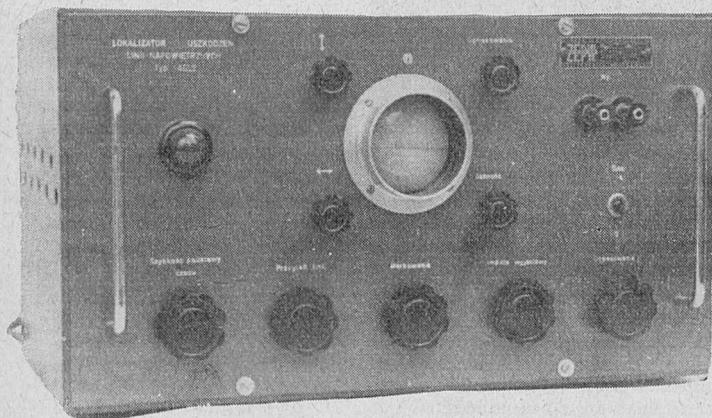
- 1 — impuls wyjściowy
- 2 — impuls odbity
- 3 — impulsy wyznaczające odcinki co 50 km
- 4 — skala kilometrowa wyryta na szybie
- 5 — ekran lampy oscylograficznej z widzianym odcinkiem linii

techniczny zakładu. Pokazano układ do automatycznej ciągłej rejestracji zmian oporności izolacji trzech obiektów równocześnie, stanowiący duże ułatwienie przy obserwacji procesów suszenia i nasycania uzwojeń maszyn i aparatów elektrycznych; pokazano aparaturę do badania materiałów stykowych, która pozwala określać zdolność do nieogrzewania się, oporność przejścia, zgar styku i odpowiadającą mu siłę zamykania lub otwierania styków.



Rys. 9. Schemat blokowy impulsowego lokalizatora uszkodzeń linii napowietrznych, typ AEL2

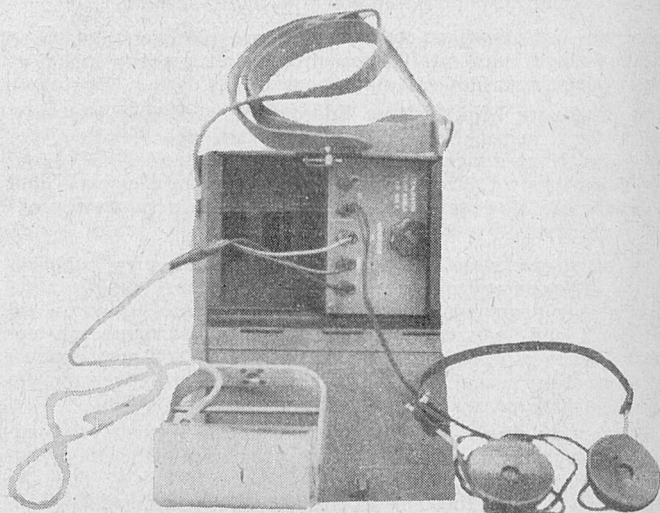
Pokazano kondensator pomiarowy do badania cieczy elektroizolacyjnych, którego elektrody mają kształt czaszowokulisty. Objętość cieczy wypełniającej kondensator przy rozstępie elektrod 0,5 mm nie przekracza 3 ml. Przy małym odstę-



Rys. 10. Widok zewnętrzny lokalizatora uszkodzeń linii napowietrznych, typ AEL2

pie elektrod pojemność kondensatora jest rzędu kilkuset pikofaradów, co daje możność pominięcia wpływu pojemności brzegowych i rozproszonych.

Zakład Elektroenergetyki Politechniki Wrocławskiej, jedna z placówek, które obrały sobie za cel polepszenie pracy urządzeń i układów energetycznych w Polsce, wystawił w pawilonie Ministerstwa Energetyki szereg ciekawych eksponatów. Były wśród nich opisane niżej.



Rys. 11. Lokalizator trasy kabla, typ AEK 1

1) Przyrząd do odszukania miejsc uszkodzenia w liniach energetycznych napowietrznych. Przyrząd ten konstrukcji mgra Zb. Sikorskiego, nazwany „lokalizatorem uszkodzeń linii napowietrznych” i działający na zasadzie radaru, umożliwia szybkie i dokładne ustalenie miejsca zwarcia lub zerwania przewodów.

Pomiar odległości od miejsca umieszczenia przyrządu do miejsca, w którym nastąpiło uszkodzenie linii, dokonuje się na podstawie pomiaru czasu, upływającego od chwili wysłania na linię krótkiego impulsu elektrycznego o jego powrocie po odbiciu się od miejsca uszkodzenia. Oba impulsy — wysłany i powrotny — widoczne są na ekranie lampy oscylograficznej. Odległość między nimi określają impulsy wyznaczające odległości 50- i 10-kilometrowe (rys. 8). W celu umożliwienia dokładniejszego odczytu aparat ma przed lampą oscylograficzną dodatkową skalę, dzielącą odcinek 10-kilometrowy na dziesięć równych części. Dla zwiększenia dokładności odczytu na ekranie lampy oscylograficznej widoczny jest tylko odcinek sprawdzanej linii. Pokręcając odpowiednią gałką można dokonać przeglądu całej linii.

Jak wiadomo, krótki impuls elektryczny biegnący po przewodach linii odbija się nie tylko od końca linii (zwartego lub rozwartego), lecz także od wszelkich zmian oporności falowej wzdłuż linii. Z tego względu należy dla każdej linii sporządzić metrykę (zdjęcie lub wykres przerysowany z ekranu lampy oscylograficznej). Pojawienie się impulsu odbitego w miejscu niewidocznym w metryce świadczy o uszkodzeniu linii. Jeżeli impuls odbity widoczny na ekranie jest tego samego znaku, co impuls wysłany, to w linii istnieje przerwa. Przy zwarcu impuls odbija się z fazą przeciwną (zmienia znak).

Pomiaru odległości miejsca uszkodzenia dokonuje się w stanie beznapięciowym linii. Zakres ustalania miejsca uszkodzenia obejmuje odcinek od 4 do 200 km, dokładność przyrządu wynosi 0,5%.

Schemat blokowy impulsowego „lokalizatora” jest przedstawiony na rys. 9, widok zewnętrzny przyrządu na rys. 10.

Aparat jest 16-lampowy, zasilany napięciem 220/120 V, 50 Hz, mieści się w obudowie blaszanej o wymiarach 450 × 230 × 220 mm i waży ok. 15 kg.

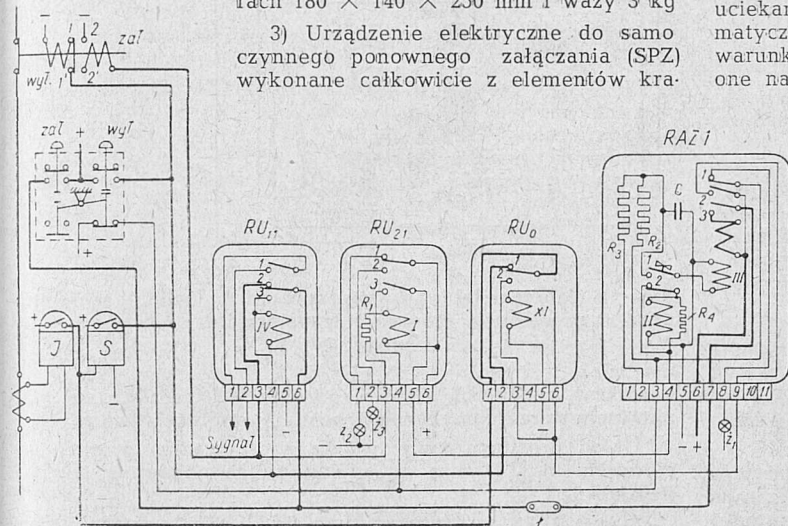
2) Przyrząd do odszukiwania trasy kabla (typ AEK1). W wielu zakładach pracy — szczególnie na ziemiach odzyskanych — bywa brak dokładnych planów tras kablowych i wiadome są tylko dwa punkty kabla — początkowy i końcowy; zdarza się również odkrycie nieznanego kabla przy robotach ziemnych.

W takich przypadkach wymieniony przyrząd znajdzie zastosowanie i pozwoli zaoszczędzić kosztownych robót ziemnych przy poszukiwaniu tras kablowych.

Dalszym zadaniem przyrządu jest wykrywanie miejsca uszkodzenia kabla wskutek zwarcia między żyłami lub zwarcia doziemnego. Elementem wykrywającym jest sonda. Pole powstałe wokół kabla przy przepływie prądu zmiennego wytwarza przez indukcję w sondzie siłę elektromotoryczną, która po wzmocnieniu daje w słuchawce dźwięk o częstotliwości akustycznej. Miejsce, w którym dźwięk, sygnalizujący bliskość kabla pod napięciem, silnie spada jest miejscem uszkodzenia kabla. Kabel nieczynny należy zasilać ze źródła o częstotliwości akustycznej.

Cały przyrząd (rys. 11), składający się z trójlampowego wzmacniacza, sondy, słuchawek i baterii o napięciu 54 V, mieści się w obudowie blaszanej o wymiarach $180 \times 140 \times 250$ mm i waży 3 kg

3) Urządzenie elektryczne do samoczynnego ponownego załączania (SPZ) wykonane całkowicie z elementów kra-



Rys. 12. Układ SPZ z przyspieszeniem ochrony przed SPZ

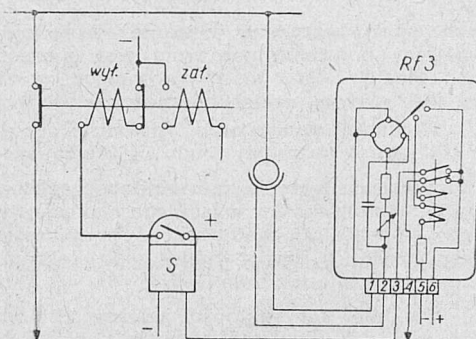
owych. SPZ w wykonaniu Zakł. Elektroenergetyki (rys. 12), które zmniejsza do minimum przerwy w przesyłce energii, spowodowane zwarciami przemieszczającymi, jest przeznaczona dla linii jednostronnie zasilanych. W razie zadziałania ochrony nadmiarowej przełącznik pomocniczy RU_{21} pobudza element czasowy przełącznika RAZ, który po czasie nastawionym zwiera swe styki 1 powodując wyładowanie kondensatora przez uzwojenie przełącznika pomocniczego dwuuzwojeniowego III, a ten

nie przekaźnika z opóźnionym odpadaniem RU_n uzyskuje się przy odpowiednim połączeniu przyspieszenie działania ochrony przed lub po SPZ.

Układ połączeń podany na rys. 12 może ulec uproszczeniu, jeżeli wyłącznik ma wolną parę styków przełączalnych. Odpada wówczas konieczność stosowania przekazyńka położenia RU_{21} . Przez odpowiedni dobór czasu ładowania kondensatora (regulowany oporem R_z od 10 do 20 s) zapobiega się wielokrotnemu włączeniu wyłącznika mocy na zwarcie.

Przekazniki RAZ (rys. 13) są budowane na napięcia źródła pomocniczego 110 i 220 V — oraz na prąd cewki załączającej wyłącznika mocy do 12 A. Czas ponownego załączenia można nastawiać do 1,5 wzgl. 3 sek.

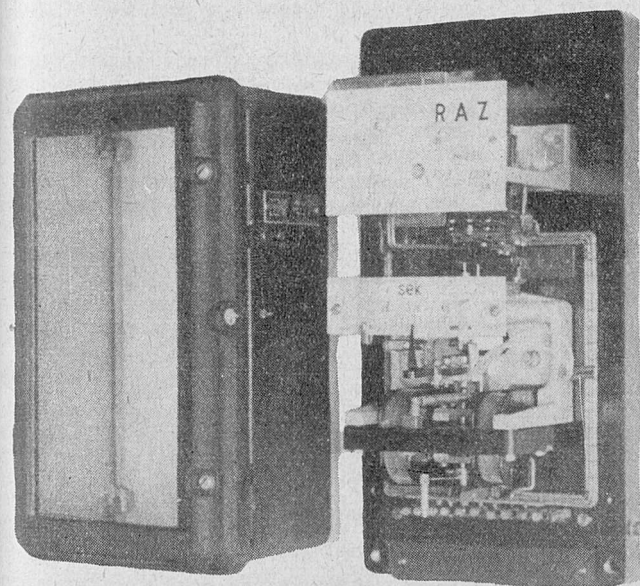
4) Przekaznik częstotliwości RF3. W razie niedoboru mocy w układzie energetycznym, tj. kiedy zapotrzebowanie przekracza możliwości produkcyjne i znacznie spada częstotliwość, uciekamy się do wyłączania odbiorców mniej ważnych. Automatyczne odłączenie takich odbiorców w wyżej wymienionych warunkach zapewniają przekazniki częstotliwości. Działają one na zasadzie indukcji. Rdzeń stanowi prestatkatne jarmzo



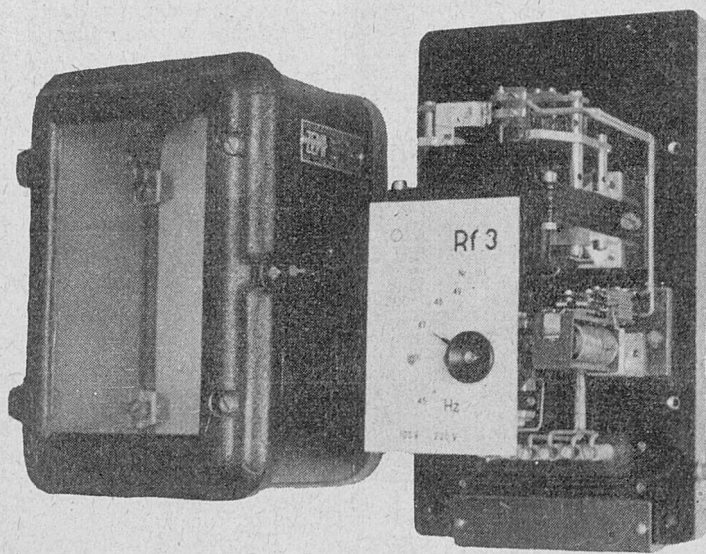
Rys. 14. Schemat przekaźnika Rf3 wraz z układem pobudzającym

z czterema uzwojonymi biegunami, w których strumieniu znajduje się bębenek aluminiowy. Specjalna dźwignia przenosi moment zwrotny od sprężynki spiralnej na system ruchomy.

Na rys. 14 jest przedstawiony schemat przełącznika RF3 wraz z układem pobudzającym. W skład tego przełącznika wchodzi następujące elementy: a) element mierzący częstotliwość z kondensatorem i dwoma oporami — stałym i regulowanym, b) przełącznik pomocniczy z opóźnionym odpadaniem (0.2 sec).



Rys. 13. Przekażnik typu RAZ



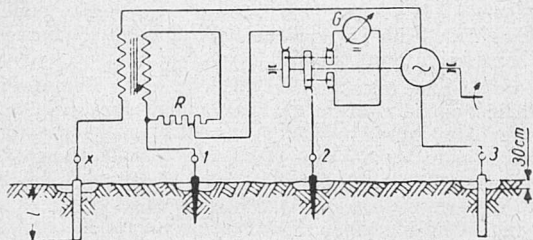
Rys. 15. Przekaznik RF3

przełączając swe styki spowoduje ponowne załączenie wyłączonej linii. Przekaznik pomocniczy RU_{11} blokuje układ SPZ zapobiegając wielokrotnemu załączaniu wyłącznika mocy na zwarcie w razie jakiegś wady w układzie. Przez zastosowa-

Rys. 15 przedstawia przekaznik RF3. Jego dane techniczne są: pobór mocy 10 VA, napięcie znamionowe 100 V $\sim$, napięcie źródła pomocniczego 110 V = lub 220 V =, czas własny działania 0,1 ÷ 0,2 sec, współczynnik przytrzymania 1,02, niewraż-

liwość na spadek napięcia do 50%, zakres nastawiania $49,5 \pm 45$ okr./sec.

5) Mostki kompensacyjne typu MU-2 i MU-3 do pomiaru oporności uziemień oraz oporności właściwej gruntu. Schemat mostka typu MU-3 przedstawiono na rys. 16. Aparat ma 3 zakresy skali oporności (0-10, 0-100, 0-1000 Ω) nastawiane przy pomocy przełącznika pokrętnego. Układ zasilany jest napięciem z induktorka o częstotliwości 40 Hz, którą uzyskuje się przez kręcenie korbki z szybkością 2 obr./sec.



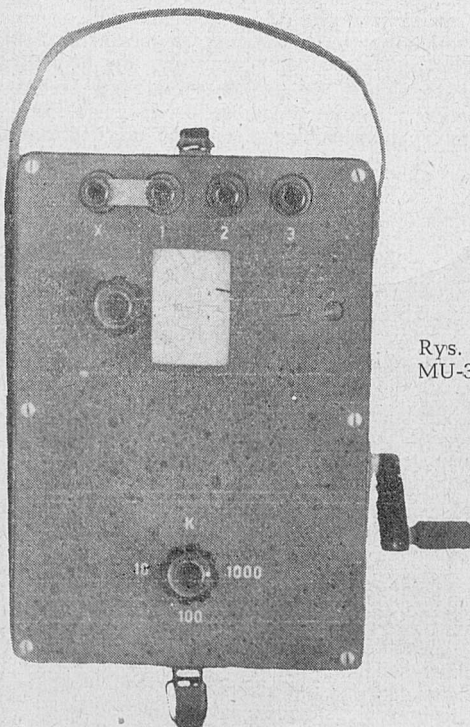
Rys. 16. Schemat mostka do pomiaru oporności właściwej gruntu oraz uziemień (typ MU-3)

Wielkość oporu wskazana w stanie równowagi mostka (galwanometr w położeniu zerowym) jest opornością badanego uziomu. Mostek MU-3 ma wyprowadzone 4 zaciski, umożliwiające dodatkowo pomiar oporności właściwej gruntu.

Rys. 17 przedstawia mostek typu MU-3 bez pokrywy. Przyrząd mieści się w szczelnej obudowie blaszanej.

6) Przyrząd do badania kąta stratności $\text{tg}\delta$ oraz pojemności maszyn i transformatorów wysokiego napięcia (typ KE). Składa się on z kompensatora prądu zmiennego w prostokątnym układzie współrzędnych oraz z wybiornego elektronowego wskaźnika zera ze wzmacniaczem.

Jak wiadomo, kąt stratności zależy od pulsacji prądu ($\text{tg}\delta = R\omega C$). Przyrząd pozwala stwierdzić każdorazowo wielkość pulsacji przez przełączenie na pomiar pojemności wzorcowej i wprowadzenie poprawki do wartości odczytu. Kąt stratności wyskalowano dla znamionowej częstotliwości prądu

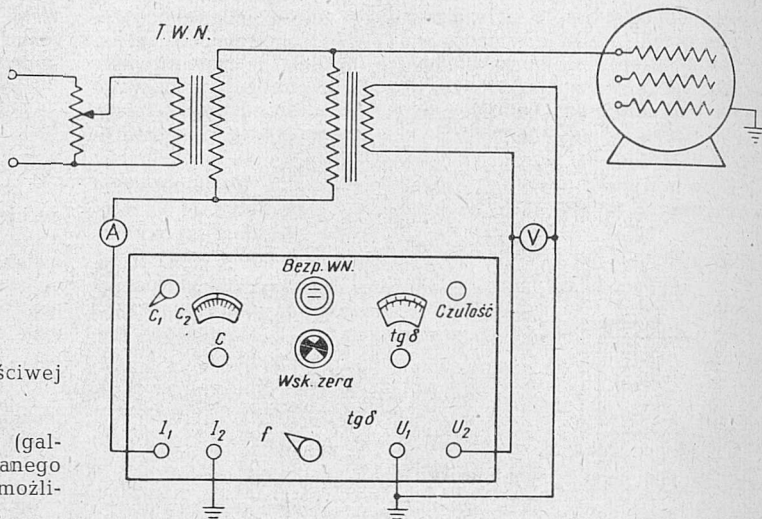


Rys. 17. Mostek typu MU-3 (widok bez górnej pokrywy)

du (50 Hz). Układ jest przystosowany do pracy z przekładnikiem napięciowym. Schemat połączenia przyrządu z układem probierczym przedstawiono na rys. 18.

7) Wektoromierz typu KF-03. Składa się on z kompensatora prądu zmiennego w biegunowym układzie współrzędnych

(wg Krukowskiego) i układu prostownikowego z regulowaną fazą zwarcia styków. Przyrząd pozwala mierzyć: a) wielkość prądu zmiennego (pomiar wartości bezwzględnych 0-1800 mV, pomiar przesunięć kątowych 0-360° z dokładnością do 0,2°); b) podstawowe wielkości obwodów magnetycznych, np. strumienia magnetycznego, indukcji w rdzeniach aparatów i prze-



Rys. 18. Schemat łączeniowy przyrządu do badania kąta stratności i pojemności maszyn i transformatorów wysokiego napięcia, typ KE

kaźników, c) małych mocy — czynnych i biernych, np. mocy pobieranej przez przekładniki, pomiary stratności żelaza itp.

Układ prostownikowy łącznie z przyrządem magnetoelektrycznym kl. 0,2 służy do analogicznych pomiarów jak kompensator.

8) Indykator wyładowań typu AEJ-1. Służy on do badania stanu izolacji maszyn i transformatorów przez wykrywanie progu jonizacji. O stanie izolacji wnioskuje się na podstawie zmierzzonego napięcia wyładowań jonizacyjnych badanego obiektu. Aparat składa się z sondy wysokonapięciowej, wybiornego wzmacniacza lampowego i wskaźnika optycznego. Dane techniczne: czułość 0,5 mV, częstotliwość 30 kc/s, zasilanie 220 V, pobór mocy 30 W.

9) Generator udarowy Marksa, służący do wytwarzania w laboratoriach napięć udarowych. Generator ten w wykonaniu pracowni Zakładu Elektroenergetyki ma napięcie maksymalne 600 kV i maksymalną energię wyładowania około 600 Ws.

10) Licznik zadziałań odgromnika, którego konstruktorem jest mgr K. Florek, służy do rejestracji pracy ochrony przepięciowej i działa na zasadzie akustycznej. Impuls akustyczny wywołany zadziałaniem odgromnika przez mechanizm porusza liczydełko czteromiejscowe.

11) Watomierzowy wskaźnik ziemnozwarciowy, również konstrukcji mgr K. Florke, jest zasilany prądem z transformatora Ferrantiego i napięciem punktu zerowego. Służy do sygnalizacji zwarć doziemnych w sieciach z nieziemionym bezpośrednio punktem zerowym.

12) Regulatory powietrza, ciągu, temperatury, waga pierścieniowa i inne, służące do automatyzacji pracy kotłów parowych.

Oprócz wymienionych wyżej eksponatów Zakład Elektroenergetyki Polit. Wrocł. wystawił wiele przyrządów pomiarowych, jak megomierze lampowe, miliwoltomierze lampowe, mostki uniwersalne do pomiaru oporności, indukcyjności i pojemności, miernik zniekształceń nieliniowych, milisekundomierz lampowy i wiele innych. Stoiska ZEPW świadczyły, że produkujemy w kraju coraz więcej urządzeń nowych lub takich, które dawniej sprowadzaliśmy z zagranicy.

Należy stwierdzić, że elektrotechnika polska wykazała się na Krajowej Wystawie Wynalazczości i Postępu Technicznego dużą ilością osiągnięć, które są wynikiem aktywnego i twórczego stosunku do pracy naszych robotników, techników i inżynierów elektryków. Postęp osiągnięty przez elektrotechnikę naszą w pierwszym dziesięcioleciu Polski Ludowej jest poważny i pozwala rokować najlepsze nadzieje.

MGR INŻ. ANDRZEJ WENDORFF

Teoria grup układów połączeń transformatorów trójfazowych*)

621.314.21-025.3;621.3.061.001

Treść. Rozpatrzono zagadnienie grup układów połączeń transformatorów trójfazowych i opracowano teoretyczne podstawy pracy równoległej transformatorów trójfazowych dla różnych grup układów połączeń. Pokróćce omówiono pracę równoległą transformatorów trójfazowych w układzie sieciowym trzynapiściowym.

Теория групп схем соединений в трехфазных трансформаторах. Рассмотрены проблемы теории и разработаны теоретические основы параллельной работы трехфазных трансформаторов для различных групп. Вкратце обсуждается параллельная работа трехфазных трансформаторов в сетевой системе трех напряжений.

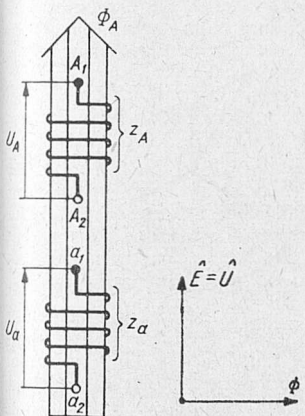
Theory of connection diagram groups in three-phase transformers. The author surveys the problem of connection diagram groups in three-phase transformers. Theoretical fundamentals of the parallel working of three-phase transformers for various connection diagram groups. Brief review of the parallel work of transformers in a three-voltage distributing network.

A. Napięcia transformatora trójfazowego

1. Transformator.

Dla przejrzystości metody transformator podzielono na następujące elementy:

a) zaciski transformatora oznaczone literami U, V, W po stronie odpowiadającej wyższemu napięciu oraz literami u, v, w po stronie odpowiadającej niższemu napięciu w założeniu ogólnej przyjętej kolejności faz; zaciski te są elementem stale dostępnym;



Rys. 1. Transformator jednofazowy (idealny)

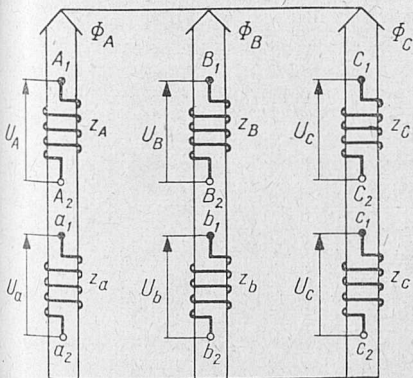
Założenia: $Z_A = Z_a = Z$;

$$\hat{E} = \hat{U} = + Z \frac{d\Phi}{dt} \cdot 10^{-8}$$

woltów;

$$\text{stąd wynika: } \hat{E}_A = \hat{U}_A, \quad \hat{E}_a = \hat{U}_a, \quad \hat{U}_A = \hat{U}_a.$$

są sobie równe. Wtenczas wystarczy raz ustawić strzałki napięć dla wszystkich uzwojeń w założeniu, że jednoimienne uzwojenia (to jest A i a , B i b oraz C i c) przenika ten sam



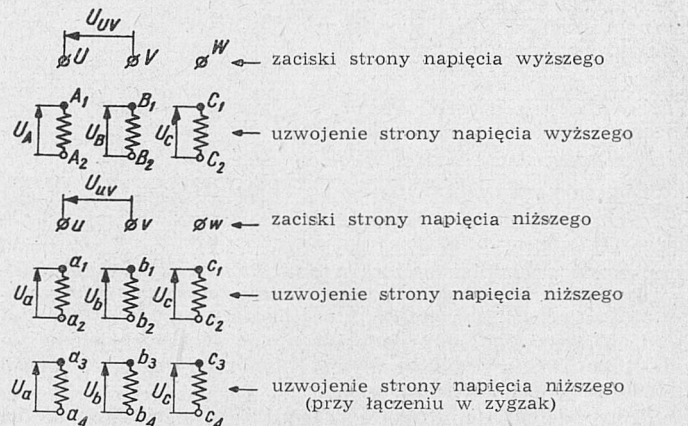
Rys. 2. Transformator trójfazowy

Dane: $\hat{U}_A; \hat{U}_B; \hat{U}_C;$
założenia: $Z_A = Z_a; Z_B = Z_b; Z_C = Z_c;$
stąd wynika: $\hat{U}_A = \hat{U}_a; \hat{U}_B = \hat{U}_b; \hat{U}_C = \hat{U}_c.$

*) Praca niniejsza opiera się na podanej przez prof. S. Fryzego publikacji pod tytułem „Strzałki kierunkowe w obwodach elektrycznych”, według której definiowane są początki i końce uzwojeń oraz ustawiane strzałki kierunkowe napięć.

strumień (Φ_A dla uzwojeń A i a , Φ_B dla uzwojeń B i b , Φ_C dla uzwojeń C i c). Tak ostrzałowane uzwojenia przedstawione są na rys. 1 i 2 dla transformatorów jedno- i trójfazowego.

Dalej rdzeń będzie dla uproszczenia pomijany i przyjmujemy uproszczony schemat oraz oznaczenia zacisków



Rys. 3

i ostrzałowanie transformatora według podanych zasad w sposób przedstawiony na rys. 3. Tu uzwojenie po stronie niższego napięcia narysowane jest dwukrotnie, aby na tym samym schemacie można było wykonać również połączenie zygzakowe.

Tworzenie grup układów połączeń. Uzwojenia łączymy:

a) po stronie napięcia wyższego w gwiazdę, którą oznaczamy symbolem Y , lub w trójkąt, który oznaczamy symbolem D ;

b) po stronie napięcia niższego w gwiazdę, którą oznaczamy symbolem y , w trójkąt, który oznaczamy symbolem d , oraz w zygzak, który oznaczamy symbolem z ;

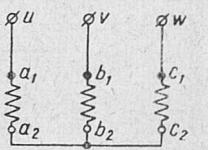
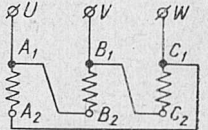
c) z zaciskami transformatora, otrzymując grupę układu połączeń transformatora; zasadniczymi grupami wynikającymi z kombinacji połączeń są grupy: $Yy, Yd, Yz, Dy, Dz, Dd, Dz$.

W pracy niniejszej stosowane są dwa sposoby przedstawiania układów wewnętrznych połączeń transformatora, a mianowicie:

- przez wykonanie połączeń na schemacie nakreślonym według rys. 3;
- przez wprowadzenie schematu literowego jak na przykład:

$$\begin{matrix} U & V & W \\ A_1 & B_1 & C_1 \\ B_2 & C_2 & A_2 \\ \hline u & v & w \\ a_1 & b_1 & c_1 \end{matrix} Dy,$$

gdzie pionowe kolumny podają wewnętrzne połączenia zacisków transformatora z początkami i końcami uzwojeń w sposób następujący (rys. 4):



Rys. 4

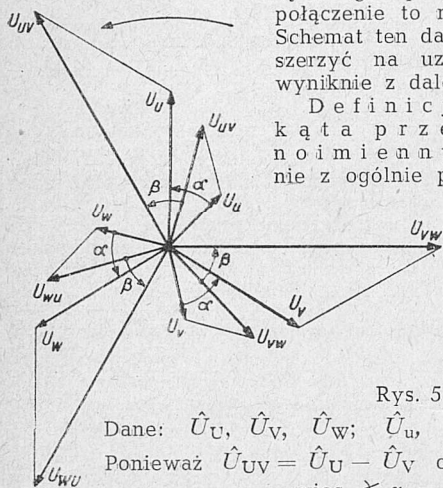
zacisk U łączymy z zaciskami A_1 i B_2 ,
 " V " " " " B_1 i C_2 ,
 " W " " " " C_1 i A_2 .

Podobnie po stronie napięcia niższego:

zacisk u łączymy z zaciskiem a_1 ,
 " v " " " " b_1 ,
 " w " " " " c_1 .

Pozostają wprawdzie niepołączone końce a_2, b_2, c_2 , lecz dla uproszczenia schematu połączenie pomijamy, ponieważ z dołączonego symbolu trójkąt-gniazda (Dy) połączenie to niedwuznacznie wynika. Schemat ten daje się bez trudności rozszerzyć na uzwojenie zygzakowe, co wyniknie z dalej podanych przykładów.

Definicja liczby godzin kąta przesunięcia równomiernych napięć. Zgodnie z ogólnie przyjętą umową opóźnie-

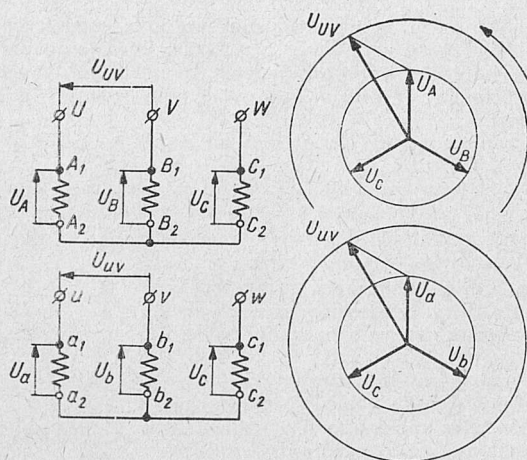


Rys. 5

Dane: $\hat{U}_U, \hat{U}_V, \hat{U}_W$; $\hat{U}_u, \hat{U}_v, \hat{U}_w$; $\angle \alpha$.
 Ponieważ $\hat{U}_{UV} = \hat{U}_U - \hat{U}_V$ oraz $\hat{U}_{uv} = \hat{U}_u - \hat{U}_v$,
 więc $\angle \alpha = \angle \beta$.

nie fazowego napięcia niższego (po stronie napięcia niższego) — w stosunku do równomiernego fazowego napięcia wyższego — określamy liczbą godzin, którą piszemy przy symbolu grupy *). W wypadku, gdy dane uzwojenie jest pozbawione zacisku zerowego, napięcia fazowe muszą być wyprowadzone z napięć międzyprzewodowych.

Z podobieństwa trójkątów napięć, przedstawionych na rys. 5, wprost wynika następujące twierdzenie: d o w o l n e



Rys. 6

Dane: $\hat{U}_A = \hat{U}_a, \hat{U}_B = \hat{U}_b, \hat{U}_C = \hat{U}_c$;
 $\hat{U}_{UV} = \hat{U}_A - \hat{U}_B$; $\hat{U}_{uv} = \hat{U}_a - \hat{U}_b$.

Z wykresu wynika grupa $Yy0$;

przekładnia napięciowa $\frac{|\hat{U}_{UV}|}{|\hat{U}_{uv}|} = 1$.

napięcie niższe mierzone na zaciskach transformatora jest opóźnione w stosunku do równomiernego napięcia wyższego o tę samą liczbę godzin, która wynika z równomiernych napięć fazowych.

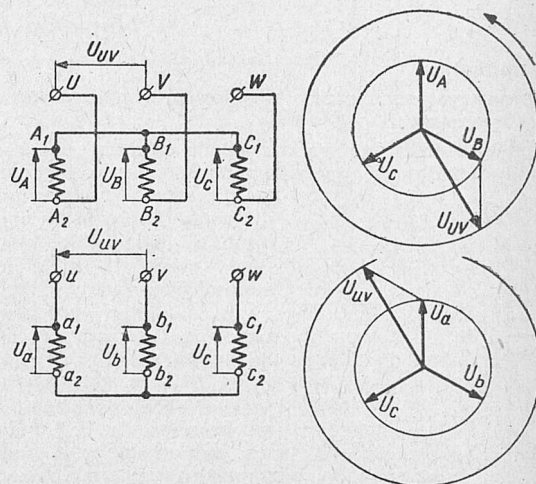
*) 1 godz. odpowiada kątowi 30° , analogicznie do obrotu małej skazówki zegara w ciągu godziny.

W dalszym ciągu pracy będziemy — dla określenia liczby godzin grupy układu połączeń transformatora — posługiwać się napięciami mierzonymi na równomiernych zaciskach transformatora.

L i c z b a z w o j ó w. Dla uproszczenia dowodów najkorzystniej jest przyjąć dla poszczególnych uzwojeń jednakową liczbę zwojów. Wtedy siły elektromotoryczne poszczególnych uzwojeń są sobie równe.

Wyjątek stanowi uzwojenie zygzakowe składające się z dwu cewek, z których każda zawiera połowę liczby zwojów; wtedy

$$U_A = 2 U_a \quad \text{oraz} \quad U_a = \frac{1}{2} U_A.$$



Rys. 7

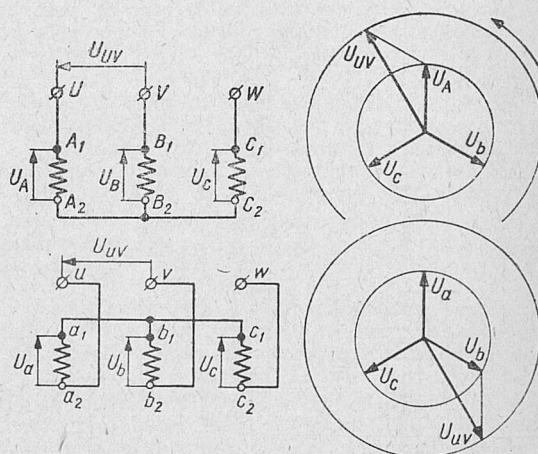
Dane: $\hat{U}_A = \hat{U}_a, \hat{U}_B = \hat{U}_b, \hat{U}_C = \hat{U}_c$;
 $\hat{U}_{UV} = -\hat{U}_A + \hat{U}_B$; $\hat{U}_{uv} = \hat{U}_a - \hat{U}_b$.

Z wykresu wynika grupa $Yy6$;

przekładnia napięciowa $\frac{|\hat{U}_{UV}|}{|\hat{U}_{uv}|} = 1$.

Wykresy wektorowe napięć rozłożono — dla zwiększenia przejrzystości — na dwa: jeden przy uzwojeniu napięcia wyższego dla napięcia wyższego, drugi przy uzwojeniu napięcia niższego.

Dla poszczególnych grup układów połączeń obliczono przekładnię napięciową, tj. stosunek międzyprzewodowego na-



Rys. 8

Dane: $\hat{U}_A = \hat{U}_a, \hat{U}_B = \hat{U}_b, \hat{U}_C = \hat{U}_c$;
 $\hat{U}_{UV} = \hat{U}_A - \hat{U}_B$; $\hat{U}_{uv} = -\hat{U}_a + \hat{U}_b$.

Z wykresu wynika grupa $Yy6$;

przekładnia napięciowa $\frac{|\hat{U}_{UV}|}{|\hat{U}_{uv}|} = 1$.

Tablica I. Zasadnicze schematy grup połączeń transformatorowych

Grupa	Schematy													
Yy	Yy0	$\begin{array}{c} U \ V \ W \\ A_1 \ B_1 \ C_1 \\ \hline u \ v \ w \\ a_1 \ b_1 \ c_1 \\ \text{(rys. 6)} \end{array}$	$\begin{array}{c} U \ V \ W \\ A_2 \ B_2 \ C_2 \\ \hline u \ v \ w \\ a_2 \ b_2 \ c_2 \\ \text{(rys. 9)} \end{array}$	Yy6	$\begin{array}{c} U \ V \ W \\ A_1 \ B_1 \ C_1 \\ \hline u \ v \ w \\ a_2 \ b_2 \ c_2 \\ \text{(rys. 8)} \end{array}$	$\begin{array}{c} U \ V \ W \\ A_2 \ B_2 \ C_2 \\ \hline u \ v \ w \\ a_1 \ b_1 \ c_1 \\ \text{(rys. 7)} \end{array}$								
	Yd	Yd ₁	$\begin{array}{c} U \ V \ W \\ A_1 \ B_1 \ C_1 \\ \hline u \ v \ w \\ a_1 \ b_1 \ c_1 \\ c_2 \ a_2 \ b_2 \\ \text{(rys. 12)} \end{array}$	Yd5	$\begin{array}{c} U \ V \ W \\ A_2 \ B_2 \ C_2 \\ \hline u \ v \ w \\ a_1 \ b_1 \ c_1 \\ b_2 \ c_2 \ a_2 \\ \text{(rys. 11)} \end{array}$	Yd7	$\begin{array}{c} U \ V \ W \\ A_2 \ B_2 \ C_2 \\ \hline u \ v \ w \\ a_1 \ b_1 \ c_1 \\ c_2 \ a_2 \ b_2 \\ \text{(rys. 13)} \end{array}$	Yd11	$\begin{array}{c} U \ V \ W \\ A_1 \ B_1 \ C_1 \\ \hline u \ v \ w \\ a_1 \ b_1 \ c_1 \\ b_2 \ c_2 \ a_2 \\ \text{(rys. 10)} \end{array}$					
		Yz	Yz1	$\begin{array}{c} U \ V \ W \\ A_1 \ B_1 \ C_1 \\ \hline u \ v \ w \\ a_1 \ b_1 \ c_1 \\ a_2 \ b_2 \ c_2 \\ c_4 \ a_4 \ b_4 \end{array}$	Yz5	$\begin{array}{c} U \ V \ W \\ A_2 \ B_2 \ C_2 \\ \hline u \ v \ w \\ a_1 \ b_1 \ c_1 \\ a_2 \ b_2 \ c_2 \\ b_4 \ c_4 \ a_4 \end{array}$	Yz7	$\begin{array}{c} U \ V \ W \\ A_2 \ B_2 \ C_2 \\ \hline u \ v \ w \\ a_1 \ b_1 \ c_1 \\ a_2 \ b_2 \ c_2 \\ c_4 \ a_4 \ b_4 \end{array}$	Yz11	$\begin{array}{c} U \ V \ W \\ A_1 \ B_1 \ C_1 \\ \hline u \ v \ w \\ a_1 \ b_1 \ c_1 \\ a_2 \ b_2 \ c_2 \\ b_4 \ c_4 \ a_4 \\ \text{(rys. 14)} \end{array}$				
			Dy	Dy1	$\begin{array}{c} U \ V \ W \\ A_1 \ B_1 \ C_1 \\ B_2 \ C_2 \ A_2 \\ \hline u \ v \ w \\ a_1 \ b_1 \ c_1 \\ \text{(rys. 15)} \end{array}$	Dy5	$\begin{array}{c} U \ V \ W \\ A_1 \ B_1 \ C_1 \\ C_2 \ A_2 \ B_2 \\ \hline u \ v \ w \\ a_2 \ b_2 \ c_2 \end{array}$	Dy7	$\begin{array}{c} U \ V \ W \\ A_1 \ B_1 \ C_1 \\ B_2 \ C_2 \ A_2 \\ \hline u \ v \ w \\ a_2 \ b_2 \ c_2 \end{array}$	Dy11	$\begin{array}{c} U \ V \ W \\ A_1 \ B_1 \ C_1 \\ C_2 \ A_2 \ B_2 \\ \hline u \ v \ w \\ a_1 \ b_1 \ c_1 \end{array}$			
Dd				Dd0	$\begin{array}{c} U \ V \ W \\ A_1 \ B_1 \ C_1 \\ B_2 \ C_2 \ A_2 \\ \hline u \ v \ w \\ a_1 \ b_1 \ c_1 \\ b_2 \ c_2 \ a_2 \\ \text{(rys. 16)} \end{array}$	Dd2	$\begin{array}{c} U \ V \ W \\ A_1 \ B_1 \ C_1 \\ B_2 \ C_2 \ A_2 \\ \hline u \ v \ w \\ a_1 \ b_1 \ c_1 \\ c_2 \ a_2 \ b_2 \end{array}$	Dd4	$\begin{array}{c} U \ V \ W \\ A_1 \ B_1 \ C_1 \\ C_2 \ A_2 \ B_2 \\ \hline u \ v \ w \\ a_2 \ b_2 \ c_2 \\ b_1 \ c_1 \ a_1 \end{array}$	Dd6	$\begin{array}{c} U \ V \ W \\ A_1 \ B_1 \ C_1 \\ B_2 \ C_2 \ A_2 \\ \hline u \ v \ w \\ a_2 \ b_2 \ c_2 \\ b_1 \ c_1 \ a_1 \end{array}$	Dd8	$\begin{array}{c} U \ V \ W \\ A_1 \ B_1 \ C_1 \\ B_2 \ C_2 \ A_2 \\ \hline u \ v \ w \\ a_2 \ b_2 \ c_2 \\ c_1 \ a_1 \ b_1 \end{array}$	Dd10
	Dz			Dz0	$\begin{array}{c} U \ V \ W \\ A_1 \ B_1 \ C_1 \\ B_2 \ C_2 \ A_2 \\ \hline u \ v \ w \\ a_1 \ b_1 \ c_1 \\ a_2 \ b_2 \ c_2 \\ b_4 \ c_4 \ a_4 \\ \text{(rys. 17)} \end{array}$				Dz6	$\begin{array}{c} U \ V \ W \\ A_1 \ B_1 \ C_1 \\ B_2 \ C_2 \ A_2 \\ \hline u \ v \ w \\ a_2 \ b_2 \ c_2 \\ a_1 \ b_1 \ c_1 \\ b_3 \ c_3 \ a_3 \end{array}$				
		Schematy powyższe podają sposób łączenia początków i końców uzwojeń między sobą oraz z zaciskami transformatora według rys. 3.												

pięcia wyższego do międzyprzewodowego napięcia niższego, przy założeniu równej liczby zwojów poszczególnych uzwojeń, wzgl. połowy liczby zwojów dla cewek uzwojenia zygzakowego.

2. Grupy połączeń transformatorów trójfazowych.

Przez wykonanie połączeń pomiędzy odpowiednimi początkami i końcami uzwojeń oraz przez połączenie ich z zaciskami transformatora otrzymujemy grupy połączeń transformatorowych, z których rozważymy tutaj następujące grupy zasadnicze, zestawione w tabl. I: Yy, Yd, Yz, Dy, Dd, Dz.

Grupa Yy

a) Zaciski transformatora są połączone z początkami uzwojeń. Przez połączenie uzwojeń według schematu

$$\begin{array}{c} U \ V \ W \\ A_1 \ B_1 \ C_1 \\ u \ v \ w \\ a_1 \ b_1 \ c_1 \end{array}$$

przedstawionego na rys. 6 otrzymujemy grupę Yy. Ponieważ

$$\begin{aligned} \hat{U}_A &= \hat{U}_a, & \hat{U}_B &= \hat{U}_b, \\ \hat{U}_C &= \hat{U}_c, \end{aligned}$$

$$\text{więc } \hat{U}_{UV} = \hat{U}_A - \hat{U}_B$$

$$\text{i } \hat{U}_{uv} = \hat{U}_a - \hat{U}_b = \hat{U}_{UV}.$$

Jak wynika z tego dowodu, równoimienne napięcia $\hat{U}_{UV}$ i $\hat{U}_{uv}$ są ze sobą w fazie, a więc otrzymaliśmy grupę Yy0. Ten sam dowód przeprowadzono na wykresie wektorowym napięć (rys. 6), z którego również wynika grupa Yy0, ponieważ równoimienne napięcia górne i dolne są ze sobą w fazie.

b) Zaciski transformatora są po jednej stronie łączone z początkami, po drugiej z końcami uzwojeń. Przez połączenie tych zacisków po stronie napięcia wyższego z końcami uzwojeń, a po stronie napięcia niższego z początkami uzwojeń otrzymamy schemat

$$\begin{array}{c} U \ V \ W \\ A_2 \ B_2 \ C_2 \\ u \ v \ w \\ a_1 \ b_1 \ c_1 \end{array}$$

przedstawiony na rys. 7, z którego wynika grupa Yy6.

c) Przez połączenie zacisków transformatora po stronie napięcia wyższego z początkami uzwojeń, a zacisków po stronie napięcia niższego z końcami uzwojeń otrzymamy schemat

$$\begin{array}{c} U \ V \ W \\ A_1 \ B_1 \ C_1 \\ u \ v \ w \\ a_2 \ b_2 \ c_2 \end{array}$$

przedstawiony na rys. 8, z którego wynika grupa Yy6.

d) Na rys. 9 zaciski transformatora są po obydwu stronach połączone z końcami uzwojeń według schematu

$$\begin{array}{c} U \ V \ W \\ A_2 \ B_2 \ C_2 \\ u \ v \ w \\ a_2 \ b_2 \ c_2 \end{array}$$

odpowiadającego grupie Yy0.

Grupy Yd, Yz, Dy, Dd, Dz

Grupy te, zawarte w tabl. I, mogą być rozważane w zupełnie ten sam sposób, jak rozpatrzyliśmy wyżej grupę Yy.

Rys. 10, 11, 12 i 13 odpowiadają czterem schematom grupy Yd, a mianowicie Yd11, Yd5, Yd1 i Yd7.

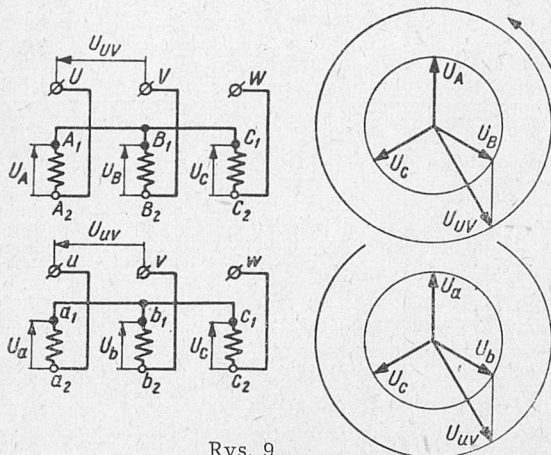
Rys. 14 odpowiada grupie Yz11, dalsze zaś typu Yz można otrzymać przez zmianę sposobu łączenia zacisków transformatora z uzwojeniami oraz sposobu łączenia zygzału.

Podobnie rys. 15 odpowiada grupie Dy1, rys. 16 odpowiada grupie Dd0, a rys. 17 odpowiada grupie Dz0, jak wynika z objaśnień, podanych przy podpisach pod tymi rysunkami.

Metoda postępowania, przedstawiona obszernie na powyższych przykładach, może być, oczywiście, zastosowana do dalszych układów.

3. Wnioski ogólne.

Z analizy grup połączeń, dokonanej w rozdz. 2a i uzupełnionej analizą grup przedstawionych tylko w skrócie (sche-



Rys. 9

Dane: $\hat{U}_A = \hat{U}_a$, $\hat{U}_B = \hat{U}_b$, $\hat{U}_C = \hat{U}_c$;

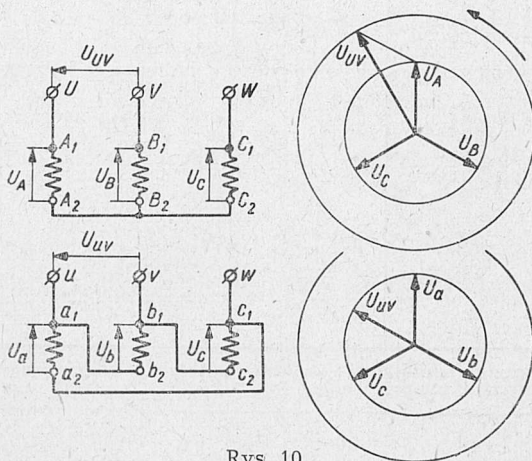
$\hat{U}_{UV} = -\hat{U}_A + \hat{U}_B$, $\hat{U}_{uv} = -\hat{U}_a + \hat{U}_b$.

Z wykresu wynika Yy0; przekładnia napięciowa $\frac{|\hat{U}_{UV}|}{|\hat{U}_{uv}|} = 1$,

maty zasadnicze grup połączeń zestawiono w tabl. I) możemy wyciągnąć szereg wniosków.

1) Wszystkie grupy połączeń transformatorów trójfazowych rozpadają się na dwa zasadnicze działy:

- a) o parzystej liczbie godzin — typu Yy, Dd i Dz,
- b) o nieparzystej liczbie godzin — typu Dy, Yd i Yz.



Rys. 10

Dane: $\hat{U}_A = \hat{U}_a$, $\hat{U}_B = \hat{U}_b$, $\hat{U}_C = \hat{U}_c$;

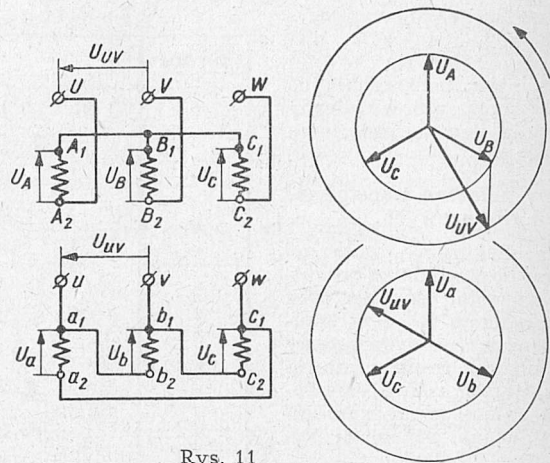
$\hat{U}_{UV} = \hat{U}_A - \hat{U}_B$, $\hat{U}_{uv} = -\hat{U}_b$.

Z wykresu wynika grupa Yd11;

przekładnia napięciowa $\frac{|\hat{U}_{UV}|}{|\hat{U}_{uv}|} = \sqrt{3}$.

2) Przez połączenie zacisków transformatora z końcami uzwojeń tworzących gwiazdę — zamiast z równomiernymi początkami — zmieniamy liczbę godzin o 6 godzin.

3) Przez skrzyżowanie połączeń początków i końców uzwojeń tworzących trójkąt liczba godzin powiększa się lub zmniejsza o 2 godziny w zależności od sposobu ich skrzyżowania.



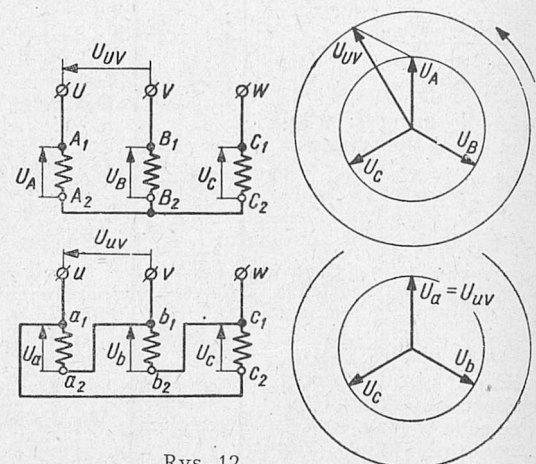
Rys. 11

Dane: $\hat{U}_A = \hat{U}_a$, $\hat{U}_B = \hat{U}_b$, $\hat{U}_C = \hat{U}_c$;

$\hat{U}_{UV} = -\hat{U}_A + \hat{U}_B$; $\hat{U}_{uv} = -\hat{U}_b$.

Z wykresu wynika grupa Yd5;

przekładnia napięciowa $\frac{|\hat{U}_{UV}|}{|\hat{U}_{uv}|} = \sqrt{3}$.



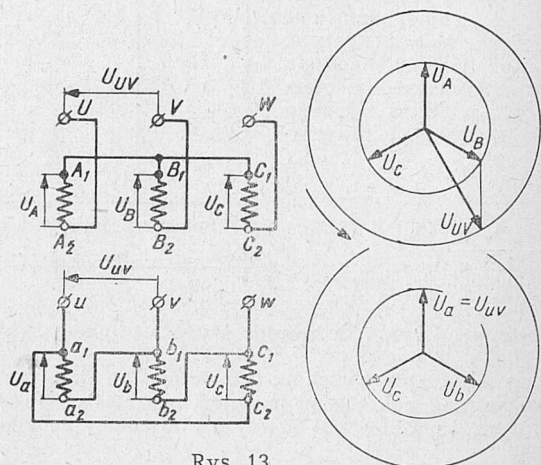
Rys. 12

Dane: $\hat{U}_A = \hat{U}_a$, $\hat{U}_B = \hat{U}_b$, $\hat{U}_C = \hat{U}_c$;

$\hat{U}_{UV} = \hat{U}_A - \hat{U}_B$; $\hat{U}_{uv} = \hat{U}_a$.

Z wykresu wynika grupa Yd1;

przekładnia napięciowa $\frac{|\hat{U}_{UV}|}{|\hat{U}_{uv}|} = \sqrt{3}$.



Rys. 13

Dane: $\hat{U}_A = \hat{U}_a$, $\hat{U}_B = \hat{U}_b$, $\hat{U}_C = \hat{U}_c$;

$\hat{U}_{UV} = -\hat{U}_A + \hat{U}_B$; $\hat{U}_{uv} = \hat{U}_a$.

Z wykresu wynika grupa Yd7;

przekładnia napięciowa $\frac{|\hat{U}_{UV}|}{|\hat{U}_{uv}|} = \sqrt{3}$.

4) Wiele możliwości co do sposobu łączenia dają grupy o łączeniu zygzakowym (szczegółowa analiza tych połączeń jest tu pominięta jako mniej ważna dla praktyki).

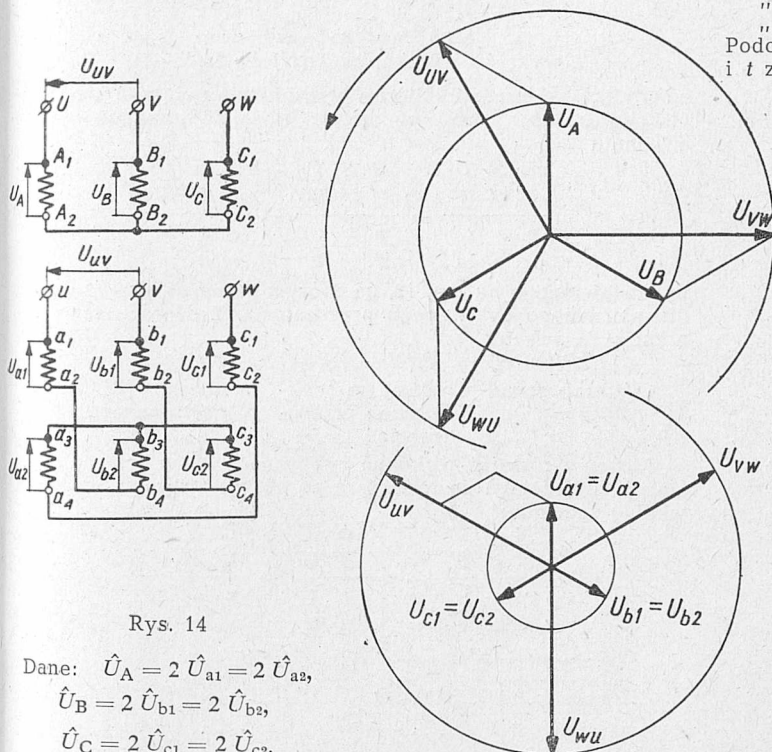
5) W rozdz. 2 nie wyczerpano wszystkich możliwości wykonywania połączeń wewnętrznych transformatora, przeprowadzono jedynie analizę grup układów połączeń i podano metodę tej analizy.

B. Transformator trójfazowy w sieci – praca równoległa transformatorów trójfazowych

4. Założenia dodatkowe.

W rozważaniach, w których istotna jest liczba określająca godziny opóźnienia napięcia niższego w stosunku do równomiennego napięcia wyższego, a nie układ połączeń, będziemy pomijać literowy symbol grupy, wprowadzając natomiast symbol $Tr(N)$, co oznacza transformator o przesunięciu równym N godzin.

Oznaczenia faz sieci i szyn. Transformator sprzęga dwie sieci, względnie dwa układy szyn, a mianowicie sieć napięcia wyższego, przyłączoną do zacisków wyż-



Rys. 14

$$\text{Dane: } \hat{U}_A = 2 \hat{U}_{a1} = 2 \hat{U}_{a2},$$

$$\hat{U}_B = 2 \hat{U}_{b1} = 2 \hat{U}_{b2},$$

$$\hat{U}_C = 2 \hat{U}_{c1} = 2 \hat{U}_{c2}.$$

$$\hat{U}_{UV} = \hat{U}_A - \hat{U}_B, \quad \hat{U}_{uv} = \hat{U}_{a1} - \hat{U}_{b2} + \hat{U}_{c2} - \hat{U}_{b1}.$$

Z wykresu wynika grupa Yz11;

$$\text{przekładnia napięciowa } \frac{|U_{UV}|}{|U_{uv}|} = \frac{|U_A| \cdot \sqrt{3}}{|U_{a1}| \cdot 3} = \frac{|U_{a1}| \cdot 2 \cdot \sqrt{3}}{|U_{a1}| \cdot 3} = \frac{2}{\sqrt{3}}.$$

szego napięcia transformatora, z siecią napięcia niższego przyłączoną do zacisków niższego napięcia transformatora.

Fazy sieci oznaczać będziemy przez R, S, T dla strony wyższego napięcia oraz przez r, s, t dla strony niższego napięcia, zakładając przy tym ogólnie przyjętą kolejność faz sieci.

Oznaczenie faz szyn rozdzielni jest identyczne z oznaczeniem faz odpowiednich sieci.

Dla szyn sprzężonych przez transformator wprowadzamy symbol Sz , który uzupełniamy cyfrą określającą liczbę godzin, o którą napięcie niższe jest opóźnione w stosunku do równomiennego napięcia wyższego. Np. $Sz5$ oznacza, że napięcie $\hat{U}_{rs}$ mierzone na szynach niższego napięcia jest opóźnione w stosunku do równomiennego napięcia $\hat{U}_{RS}$ mierzonego na szynach wyższego napięcia o 5 godzin.

Kombinacje symboli są wyjaśnione w tekście.

Schemat łączenia transformatora z siecią. W schemacie tym będziemy w następujący spo-

Osłateczne wnioski, dotyczące grup połączeń transformatora z punktu widzenia potrzeb praktyki są podane niżej w końcowych uwagach części B niniejszej pracy.

Sposób wykonywania uzwojeń i połączeń wewnętrznych jest zależny od wymaganej przez odbiorcę grupy oraz od względów konstrukcyjnych; sprawy te nie wchodzą w zakres niniejszej pracy.

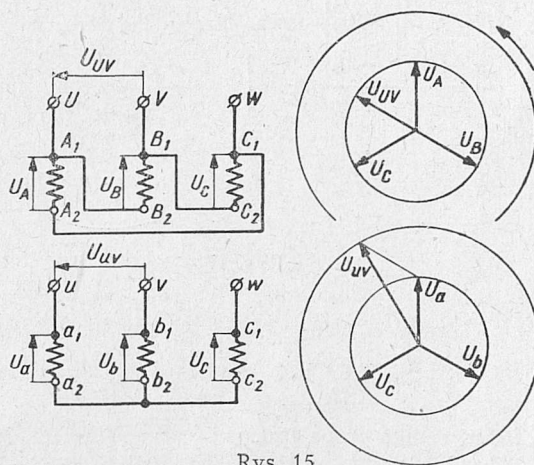
sób uproszczony przedstawiać połączenie zacisków transformatora z siecią:

$$\begin{array}{ccc} R & S & T \\ \hline V & W & U \\ \hline r & s & t \\ \hline u & v & w \end{array},$$

co oznacza, że wykonane zostały połączenia podane w kolumnach pionowych, a mianowicie:

szynę R rozdzielni połączono z zaciskiem V transformatora, " S " " " " " W " " T " " " " " U "

Podobnie po stronie dowolnego napięcia łączymy r z u , s z v i t z w .



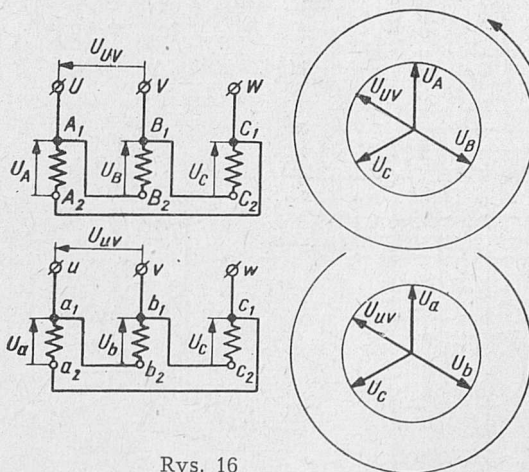
Rys. 15

$$\text{Dane: } \hat{U}_A = \hat{U}_a; \quad \hat{U}_B = \hat{U}_b; \quad \hat{U}_C = \hat{U}_c;$$

$$\hat{U}_{UV} = -\hat{U}_B; \quad \hat{U}_{uv} = \hat{U}_a - \hat{U}_b.$$

Z wykresu wynika grupa Dy1;

$$\text{przekładnia napięciowa } \frac{|U_{UV}|}{|U_{uv}|} = \frac{1}{\sqrt{3}}.$$



Rys. 16

$$\text{Dane: } \hat{U}_A = \hat{U}_a; \quad \hat{U}_B = \hat{U}_b; \quad \hat{U}_C = \hat{U}_c;$$

$$\hat{U}_{UV} = -\hat{U}_B; \quad \hat{U}_{uv} = -\hat{U}_b.$$

Z wykresu wynika grupa Dd0;

$$\text{przekładnia napięciowa } \frac{|U_{UV}|}{|U_{uv}|} = 1.$$

5. Przyłączanie transformatora do sieci.

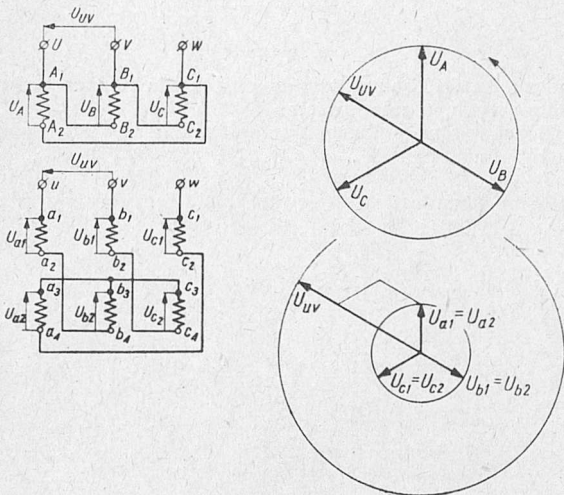
Normalnie przyłącza się transformator do sieci według schematu:

$$\begin{array}{ccc} R & S & T \\ U & V & W \\ \hline r & s & t \\ u & v & w \end{array},$$

jak przedstawiono na rys. 18.

W tym przypadku liczba godzin przesunięcia równomiernych napięć sieci sprzężonych przez transformator jest równa liczbie godzin wynikającej z grupy transformatora. Piszemy to w postaci:

$$Tr(N) = Sz(N) \text{ lub } Tr(N)/Sz(N).$$



Rys. 17

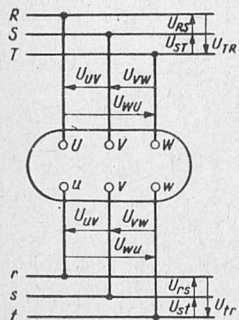
Dane:

$$\hat{U}_A = 2 \hat{U}_{a1} = 2 \hat{U}_{a2}; \quad \hat{U}_B = 2 \hat{U}_{b1} = 2 \hat{U}_{b2}; \quad \hat{U}_C = 2 \hat{U}_{c1} = 2 \hat{U}_{c2}.$$

$$\hat{U}_{UV} = \hat{U}_A = 2 \hat{U}_{a1} = 2 \hat{U}_{a2}; \quad \hat{U}_{uv} = \hat{U}_{a1} - \hat{U}_{b2} + \hat{U}_{c2} - \hat{U}_{b1} = \hat{U}_{a1} - 2 \hat{U}_{b1} + \hat{U}_{c1}.$$

Z wykresu wynika grupa Dzo.

$$\text{Przekładnia napięciowa } \frac{|U_{UV}|}{|U_{uv}|} = \frac{2|U_{a1}|}{3|U_{a1}|} = \frac{2}{3}.$$

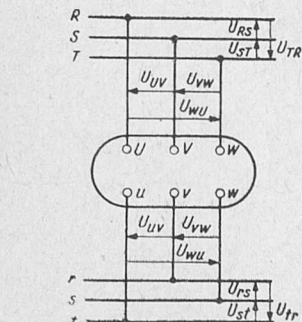


Rys. 18

Dane: $\hat{U}_{RS}, \hat{U}_{ST}, \hat{U}_{TR}, Tr(N).$

$$\hat{U}_{RS} = \hat{U}_{UV}, \hat{U}_{rs} = \hat{U}_{uv};$$

stąd wynika, że $Tr(N) = Sz(N).$



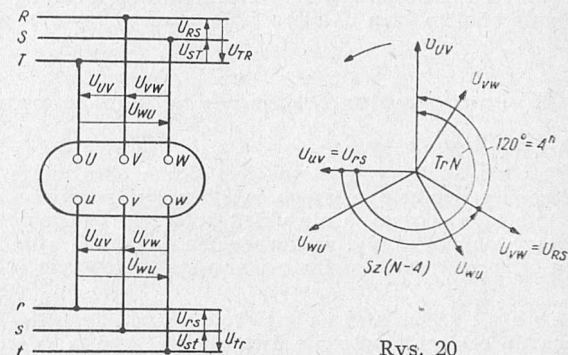
Rys. 19

Dane: $\hat{U}_{RS}, \hat{U}_{ST}, \hat{U}_{TR}, Tr(N).$

$$\hat{U}_{RS} = \hat{U}_{UV}, \hat{U}_{rs} = \hat{U}_{vw}; \text{ stąd wynika, że } Tr(N) = Sz(N+4)$$

Schemat podany na rys. 18 stanowi układ zasadniczy łączenia transformatora z siecią.

Cykliczne przesunięcie połączeń sieci z zaciskami transformatora. Po wyższe normalne połączenie transformatora z siecią możemy



Rys. 20

Dane: $\hat{U}_{RS}, \hat{U}_{ST}, \hat{U}_{TR}, Tr(N).$

$$\hat{U}_{RS} = \hat{U}_{VW}, \hat{U}_{rs} = \hat{U}_{uv}.$$

Z wykresu wynika, że $Tr(N) = Sz(N-4).$

zmodyfikować przez cykliczne przesunięcie połączeń sieci z zaciskami transformatora po stronie napięcia niższego według schematu

$$\begin{array}{ccc} R & S & T \\ U & V & W \\ \hline r & s & t \\ u & v & w \end{array} \rightarrow \begin{array}{ccc} R & S & T \\ U & V & W \\ \hline r & s & t \\ v & w & u \end{array} \rightarrow \begin{array}{ccc} R & S & T \\ U & V & W \\ \hline r & s & t \\ w & u & v \end{array}$$

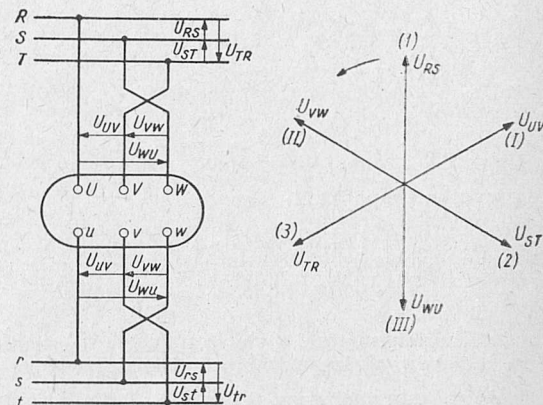
przedstawionego na rys. 19, na którym przeprowadzono dowód dla pierwszego cyklicznego przesunięcia. Z dowodu tego wynika:

$$Tr(N)/Sz(N) \rightarrow Tr(N)/Sz(N+4) \rightarrow Tr(N)/Sz(N+8)$$

układ zasadniczy pierwsze cykliczne przesunięcie drugie cykliczne przesunięcie

Możemy również wykonać cykliczne przesunięcie połączeń sieci z zaciskami transformatora po stronie napięcia wyższego według schematu

$$\begin{array}{ccc} R & S & T \\ U & V & W \\ \hline r & s & t \\ u & v & w \end{array} \rightarrow \begin{array}{ccc} R & S & T \\ V & W & U \\ \hline r & s & t \\ u & v & w \end{array} \rightarrow \begin{array}{ccc} R & S & T \\ W & U & V \\ \hline r & s & t \\ u & v & w \end{array}$$



Rys. 21

Dane: $\hat{U}_{RS}, \hat{U}_{ST}, \hat{U}_{TR}, Tr(N).$

$$\hat{U}_{UV} = -\hat{U}_{TR}, \hat{U}_{VW} = -\hat{U}_{ST}, \hat{U}_{WU} = -\hat{U}_{RS}.$$

przedstawionego na rys. 20, gdzie przeprowadzono dowód dla pierwszego cyklicznego przesunięcia. Z dowodu tego wynika:

$$Tr(N)/Sz(N) \rightarrow Tr(N)/Sz(N-4) \rightarrow Tr(N)/Sz(N-8)$$

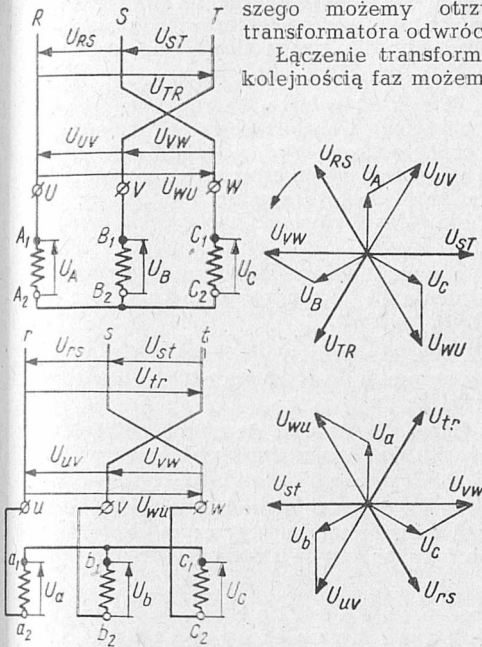
układ zasadniczy pierwsze cykliczne przesunięcie drugie cykliczne przesunięcie

Z dwu rozpatrzonych przypadków wynika, że jednakowe przesunięcia cykliczne po stronie wyższego i niższego napięcia transformatora nie zmieniają liczby godzin układu zasadniczego.

6. Łączenie transformatora z odwróceniem kolejności faz.

Według założeń kolejność faz sieci uważamy za niezmienną, natomiast przez skrzyżowanie jednoimiennych połączeń sieci z transformatorem po stronie napięcia wyższego i niższego możemy otrzymać na zaciskach transformatora odwróconą kolejność faz.

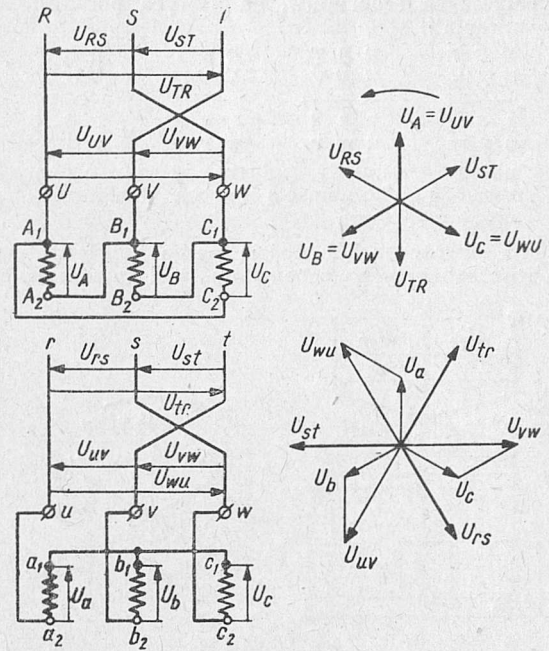
Łączenie transformatora z odwróconą kolejnością faz możemy wykonać według



Rys. 22. Transformator grupy Yy6

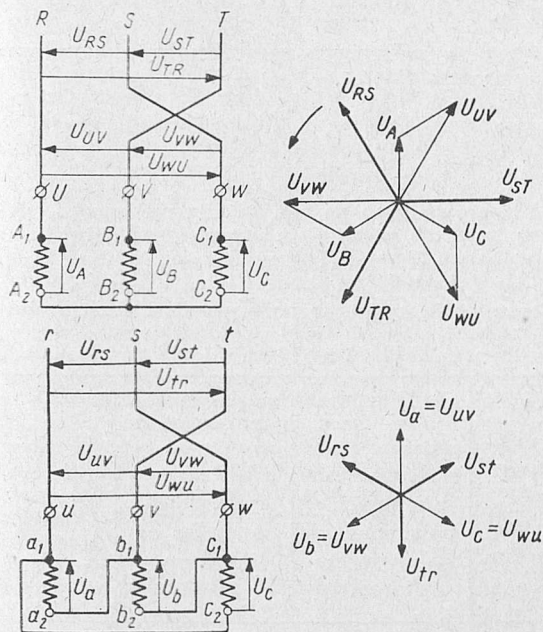
Dane: $\hat{U}_A = \hat{U}_a$, $\hat{U}_B = \hat{U}_b$, $\hat{U}_C = \hat{U}_c$.
 $\hat{U}_{UV} = \hat{U}_A - \hat{U}_B$; $\hat{U}_{VW} = \hat{U}_B - \hat{U}_C$; $\hat{U}_{WU} = \hat{U}_C - \hat{U}_A$.
 $\hat{U}_{uv} = \hat{U}_b - \hat{U}_a$; $\hat{U}_{vw} = \hat{U}_c - \hat{U}_b$; $\hat{U}_{wu} = \hat{U}_a - \hat{U}_c$.
 $\hat{U}_{RS} = -\hat{U}_{WU}$; $\hat{U}_{ST} = -\hat{U}_{VW}$; $\hat{U}_{TR} = -\hat{U}_{UV}$.
 $\hat{U}_{rs} = -\hat{U}_{wu}$; $\hat{U}_{st} = -\hat{U}_{vw}$; $\hat{U}_{tr} = -\hat{U}_{uv}$.

Z wykresu wynika, że $Tr\ 6 = Sz\ 6$



Rys. 24. Transformator grupy Dy5

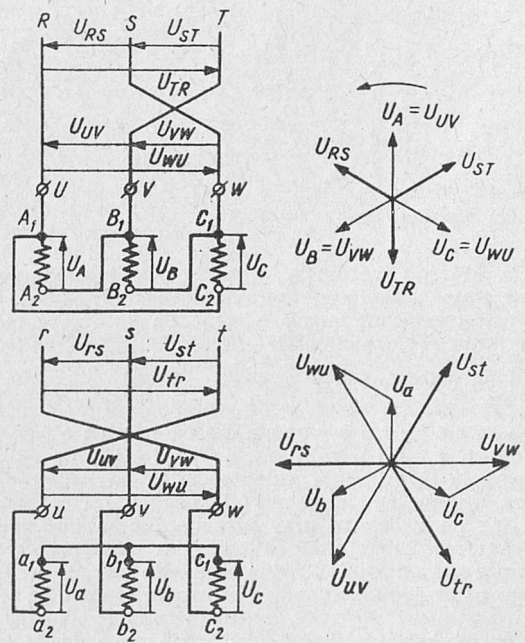
Dane: $\hat{U}_A = \hat{U}_a$; $\hat{U}_B = \hat{U}_b$; $\hat{U}_C = \hat{U}_c$.
 $\hat{U}_{UV} = \hat{U}_A$; $\hat{U}_{VW} = \hat{U}_B$; $\hat{U}_{WU} = \hat{U}_C$.
 $\hat{U}_{uw} = \hat{U}_b - \hat{U}_a$; $\hat{U}_{vw} = \hat{U}_c - \hat{U}_b$; $\hat{U}_{wu} = \hat{U}_a - \hat{U}_c$.
 $\hat{U}_{RS} = -\hat{U}_{WU} = -\hat{U}_C$; $\hat{U}_{ST} = -\hat{U}_{VW} = -\hat{U}_B$;
 $\hat{U}_{TR} = -\hat{U}_{UV} = -\hat{U}_A$.
 $\hat{U}_{rs} = -\hat{U}_{wu}$; $\hat{U}_{st} = -\hat{U}_{vw}$; $\hat{U}_{tr} = -\hat{U}_{uv}$.
 Z wykresu wynika, że $Tr\ 5 = Sz\ 7$.



Rys. 23. Transformator grupy Yd1

Dane: $\hat{U}_A = \hat{U}_a$, $\hat{U}_B = \hat{U}_b$, $\hat{U}_C = \hat{U}_c$.
 $\hat{U}_{UV} = \hat{U}_A - \hat{U}_B$; $\hat{U}_{VW} = \hat{U}_B - \hat{U}_C$; $\hat{U}_{WU} = \hat{U}_C - \hat{U}_A$.
 $\hat{U}_{uv} = \hat{U}_a$; $\hat{U}_{vw} = \hat{U}_b$; $\hat{U}_{wu} = \hat{U}_c$.
 $\hat{U}_{RS} = -\hat{U}_{WU}$; $\hat{U}_{ST} = -\hat{U}_{VW}$; $\hat{U}_{TR} = -\hat{U}_{UV}$.
 $\hat{U}_{rs} = -\hat{U}_{wu}$; $\hat{U}_{st} = -\hat{U}_{vw}$; $\hat{U}_{tr} = -\hat{U}_{uv}$.

Z wykresu wynika, że $Tr\ 1 = Sz\ 11$.



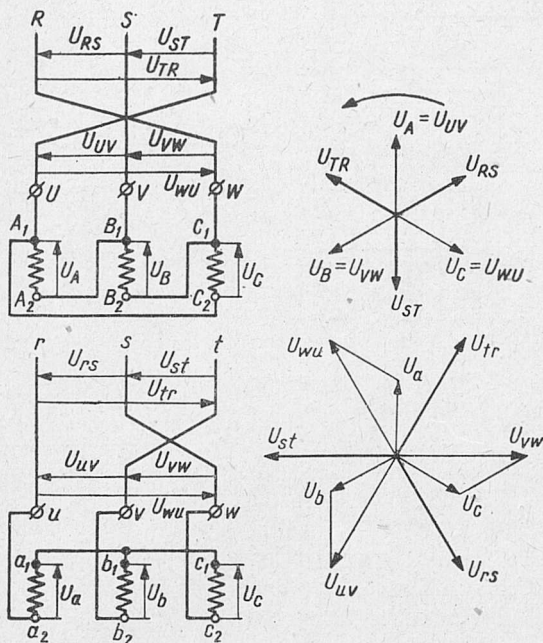
Rys. 25. Transformator grupy Dy5

Dane: $\hat{U}_A = \hat{U}_a$; $\hat{U}_B = \hat{U}_b$; $\hat{U}_C = \hat{U}_c$.
 $\hat{U}_{UV} = \hat{U}_A$; $\hat{U}_{VW} = \hat{U}_B$; $\hat{U}_{WU} = \hat{U}_C$.
 $\hat{U}_{uv} = \hat{U}_b - \hat{U}_a$; $\hat{U}_{vw} = \hat{U}_c - \hat{U}_b$; $\hat{U}_{wu} = \hat{U}_a - \hat{U}_c$.
 $\hat{U}_{RS} = -\hat{U}_{WU} = -\hat{U}_C$; $\hat{U}_{ST} = -\hat{U}_{VW} = -\hat{U}_B$;
 $\hat{U}_{TR} = -\hat{U}_{UV} = -\hat{U}_A$.
 $\hat{U}_{rs} = -\hat{U}_{vw}$; $\hat{U}_{st} = -\hat{U}_{uv}$; $\hat{U}_{tr} = -\hat{U}_{wu}$.
 Z wykresu wynika, że $Tr\ 5 = Sz\ 11$.

trzech poniższych schematów, na których podkreślono fazę nieskryżowania*):

$\begin{matrix} R & S & T \\ U & V & W \end{matrix}$	$\begin{matrix} R & S & T \\ U & W & V \end{matrix}$	$\begin{matrix} R & S & T \\ W & V & U \end{matrix}$	$\begin{matrix} R & S & T \\ V & U & W \end{matrix}$
$\begin{matrix} r & s & t \\ u & v & w \end{matrix}$	$\begin{matrix} r & s & t \\ u & w & v \end{matrix}$	$\begin{matrix} r & s & t \\ w & v & u \end{matrix}$	$\begin{matrix} r & s & t \\ v & u & w \end{matrix}$
układ zasadniczy	układy połączeń z odwróconą kolejnością faz na transformatorze		

Układ z odwróconą kolejnością faz na transformatorze według pierwszego z tych schematów jest przedstawiony na



Rys. 26. Transformator grupy Dy5

Dane: $\hat{U}_A = \hat{U}_a$; $\hat{U}_B = \hat{U}_b$; $\hat{U}_C = \hat{U}_c$.
 $\hat{U}_{UV} = \hat{U}_A$; $\hat{U}_{VW} = \hat{U}_B$; $\hat{U}_{WU} = \hat{U}_C$.
 $\hat{U}_{uv} = \hat{U}_b - \hat{U}_a$; $\hat{U}_{vw} = \hat{U}_c - \hat{U}_b$; $\hat{U}_{wu} = \hat{U}_a - \hat{U}_c$.
 $\hat{U}_{RS} = -\hat{U}_{VW} = -\hat{U}_B$; $\hat{U}_{ST} = -\hat{U}_{UV} = -\hat{U}_A$;
 $\hat{U}_{TR} = -\hat{U}_{WU} = -\hat{U}_C$.
 $\hat{U}_{rs} = -\hat{U}_{wu}$; $\hat{U}_{st} = -\hat{U}_{vw}$; $\hat{U}_{tr} = -\hat{U}_{uv}$.

Z wykresu wynika, że $Tr5 = Sz3$.

rys. 21, z którego wprost wynika, że przy prawidłowej kolejności faz sieci oznaczonej cyframi arabskimi 1—2—3 dla zacisków transformatora mamy odwróconą kolejność faz, oznaczoną cyframi rzymskimi I—II—III.

Podobnie można przeprowadzić dowód dla pozostałych schematów.

Analiza pracy transformatora połączonego z odwróconą kolejnością faz. Konsekwencją odwrócenia kolejności faz na zaciskach transformatora według podanego wyżej sposobu są: a) zmiana kolejności faz na wykresie przy niezmiennym kierunku wirowania wektorów lub b) zmiana kierunku wirowania wektorów na wykresie przy niezmiennym kierunku wirowania wektorów. Interpretacja tego ostatniego przypadku prowadzi wprost do wyników ogólnych ponieważ wykresy wektorów napięć dla poszczególnych grup nie ulegają zmianie, zmienia się jedynie kierunek ich wirowania.

Konsekwencją zmiany kierunku wirowania promieni jest zmiana liczby godzin grupy transformatora na liczbę godzin dopełniającą do 12 godzin, co znaczy, że z grupy $Tr(N)$ o prawidłowej kolejności faz na zaciskach transformatora otrzymujemy — przy odwróconej kolejności faz na zaciskach transformatora — grupę $Tr(12-N)$.

* Odwrócenie kolejności faz tylko po jednej stronie transformatora stanowi operację niecelową, ponieważ uległaby zmianie kolejność faz jednej z sieci, co byłoby niezgodne z założeniami rozdz. 4.

W dalszej konsekwencji rozsum równomiennych napięć pomiędzy szynami sprzęgniętymi przez transformator wynosi 12-N godzin, co oznaczamy przez $Sz(12-N)$.

Natomiast interpretacja pierwszego z podanych wyżej przypadków, kiedy zmienia się kolejność faz na wykresie przy niezmiennym kierunku wirowania wektorów, wymaga dowodu, który przeprowadzimy dla trzech dowolnie wybranych grup, a mianowicie $Yy6$, $Yd1$, $Dy5$.

Grupa $Yy6$. Z rys. 22 wynika, że równomiernne napięcia mierzone na zaciskach transformatora są względem siebie odwrócone, co oznacza grupę $Yy6$; podobnie równomiernne napięcia szyn są względem siebie odwrócone, co oznaczamy równaniem $Tr(6) = Sz(6)$. Jest to zgodne z podanym wyżej twierdzeniem, gdyż dla $N = 6$ również $12-N = 6$, a więc grupa nie ulega zmianie.

Podobny wynik otrzymalibyśmy dla grupy $Yy0$, ponieważ $12-0 = 12$, a opóźnienie 12 godzin równoznaczne jest opóźnieniu zerowemu ($Yy12 = Yy0$).

Grupa $Yd1$. Z rys. 23 wprost wynika, że niższe napięcia sieci są opóźnione w stosunku do równomiennych napięć wyższych o 11 godzin ($Tr1 = Sz11$).

Grupa $Dy5$. Z rys. 24 wynika, że niższe napięcia sieci są opóźnione w stosunku do równomiennych napięć wyższych o 7 godz. ($Tr5 = Sz7$).

W podobny sposób można przeprowadzić dowód dla pozostałych grup połączeń transformatora, przy czym nieważne jest, które równomiernne fazy po obydwu stronach transformatora będą skrzyżowane.

Cykliczne przesunięcie połączeń sieci z zaciskami transformatora przy odwróconej kolejności faz na jego zaciskach. W tym przypadku należy pamiętać, że napięcie fazy U jest opóźnione o 120° w stosunku do napięcia fazy V, a napięcie fazy V jest opóźnione o 120° w stosunku do napięcia fazy W. Układem zasadniczym (wyjściowym) będzie tu układ o obustronnie skrzyżowanych fazach jednoimiennych.

a) Przesunięcie cykliczne połączeń sieci z zaciskami transformatora w kierunku opóźnionej fazy transformatora po stronie niższego napięcia według następującego schematu:

$\begin{matrix} R & S & T \\ U & V & W \end{matrix}$	$\begin{matrix} R & S & T \\ U & W & V \end{matrix}$	$\begin{matrix} R & S & T \\ U & W & V \end{matrix}$	$\begin{matrix} R & S & T \\ U & W & V \end{matrix}$
$\begin{matrix} r & s & t \\ u & v & w \end{matrix}$	$\begin{matrix} r & s & t \\ u & w & v \end{matrix}$	$\begin{matrix} r & s & t \\ w & v & u \end{matrix}$	$\begin{matrix} r & s & t \\ v & u & w \end{matrix}$
N godzin	12 - N	$(12-N)+4 = 16-N$	$(12-N)+8 = 20-N$
zasadniczy	4 - N	8 - N	

Dowód przeprowadzono na rys. 25, dla pierwszego cyklicznego przesunięcia dla grupy $Dy5$, przedstawionej już na rys. 24. W tym wypadku $N = 5$; ($TrN = Tr5$); $Sz = 16 - N = 16 - 5 = 11$; $Tr5 = Sz11$.

b) Przesunięcie cykliczne połączeń sieci z zaciskami trans-

Tablica II

Grupa układu połączeń transformatora o liczbie godzin	Godziny przesunięcia równomiennych napięć szyn uzyskane		
	przez cykliczne przesunięcie połączeń szyn z transformatorem	przez odwrócenie kolejności faz na transformatorze	przez cykliczne przesunięcie i odwrócenie kolejności faz na transformatorze
0	4, 8	12 = 0	4, 8
4	8, 0	8	0, 4
8	0, 4	4	8, 0
6	10, 2	6	10, 2
10	2, 6	2	6, 10
2	6, 10	10	2, 6
1	5, 9	11	3, 7
5	9, 1	7	11, 3
7	11, 3	5	9, 1
11	3, 7	1	5, 9

formatora w kierunku opóźnionej fazy po stronie wyższego napięcia według następującego schematu:

$$\begin{array}{c} RST \\ UVW \\ r s t \\ u v w \\ N \end{array} \quad \begin{array}{c} RST \\ UWV \\ r s t \\ u v w \\ 12 - N \end{array} \rightarrow \begin{array}{c} RST \\ WVU \\ r s t \\ u v w \\ (12-N)-4 = 8 - N \end{array} \rightarrow \begin{array}{c} RST \\ VUW \\ r s t \\ u v w \\ (12-N)-8 = 4 - N \end{array}$$

układ
zasadniczy

Dowód przeprowadzono na rys. 26 dla pierwszego cyklicznego przesunięcia (przy odwróconej kolejności faz na transformatorze) dla grupy Dy5, dla której $TrN = Sz(8-N)$; $Tr5 = Sz(8-5) = Sz3$.

Według podanej wyżej metody możemy przeprowadzić dowody szczegółowe dla dowolnych grup układów połączeń.

7. Praca równoległa transformatorów w sieci dwunapięciowej.

Warunki pracy równoległej transformatorów są następujące:

a) jednakowe napięcia stanu jałowego; b) jednakowe napięcia zwarcia; c) jednakowe kąty przesunięcia napięć niższych w stosunku do równoimiennych napięć wyższych; d) stosunek mocy nie przekraczający 1:3.

Z powyższych warunków rozważymy tu jedynie punkt c), z którego wynika, że transformatory mające pracować równolegle muszą dawać jednakowe liczby godzin rozsuwu jednoimiennych napięć szyn, do których mają być przyłączone.

Najprostszy jest przypadek, kiedy grupy mają te same liczby godzin; wtenczas łączymy obydwa transformatory według schematów:

$$\begin{array}{c} RST \\ UVW \\ r s t \\ u v w \end{array} \quad \text{lub} \quad \begin{array}{c} RST \\ VWU \\ r s t \\ v w u \end{array} \quad \text{lub} \quad \begin{array}{c} RST \\ WUV \\ r s t \\ w u v \end{array}$$

Jeżeli liczby godzin nie są jednakowe, mamy szereg możliwości pracy równoległej stosując: a) cykliczne przesunięcie; b) włączenie transformatora z odwróceniem kolejności faz — bez cyklicznego przesunięcia lub z cyklicznym przesunięciem.

Obydwa wymienione przypadki zestawiono w tabl. II, która obejmuje wszystkie możliwości zmiany liczby godzin rozsuwu równoimiennych napięć szyn i pozwala na wyciągnięcie szeregu wniosków.

1) Transformatory trójfazowe rozpadają się na dwie zasadnicze grupy, a mianowicie: a) o parzystej liczbie godzin, b) o nieparzystej liczbie godzin.

2) Nie ma możliwości łączenia do pracy równoległej transformatorów z grupy o parzystej liczbie godzin z transformatorami z grupy o nieparzystej liczbie godzin.

3) Nie ma możliwości łączenia do pracy równoległej transformatorów z grupy o liczbie godzin 0, 4 i 8 z transformatorami z grupy o liczbie godzin 2, 6 i 10.

4) Odwrócenie kolejności faz dla grup o parzystej liczbie godzin nie stwarza żadnych nowych możliwości łączenia do pracy równoległej.

5) W grupach o nieparzystej liczbie godzin uzyskujemy — przez odwrócenie kolejności faz na zaciskach transformatora oraz przez cykliczne przesunięcie połączeń sieci z tymi zaciskami — nowe możliwości łączenia do pracy równoległej transformatorów o dowolnej nieparzystej liczbie godzin.

Z powyższego wynika, że nie jest rzeczą istotną, które liczby godzin będą uznane za uprzywilejowane. Istotne natomiast jest to, że w sieci dwunapięciowej mogą pracować równolegle tylko transformatory w grupach o następującej liczbie godzin: a) grupa 0 — pochodne 4 i 8 godzin, b) grupa 6 — pochodne 10 i 2 godziny, c) wszystkie grupy o nieparzystej liczbie godzin, przy zachowaniu pozostałych warunków pracy równoległej, podanych na wstępie niniejszego rozdziału.

8. Sieć trzynapięciowa.

Na podstawie podanego wyżej materiału nie ma trudności ani w ustaleniu grup połączeń transformatorów, które mogą pracować równolegle, ani w sposobie łączenia do pracy równoległej transformatorów w danych grupach.

Oznaczając liczbę godzin rozsuwu równoimiennych napięć pomiędzy szynami napięcia średniego i wyższego przez N_1 , niższego i wyższego przez N_2 oraz niższego i średniego przez N_3 , ustalimy bez trudności następujące zależności:

$$N_2 = N_1 + N_3, \quad N_1 = N_2 - N_3, \quad N_3 = N_2 - N_1,$$

z których wynikają następujące twierdzenia:

1) gdy dwa transformatory sprzęgające różne szyny są w grupach o nieparzystej liczbie godzin, wtedy trzeci musi być w grupie o parzystej liczbie godzin, np.

gdy N_1 i N_2 są nieparzyste, N_3 jest parzyste,

" N_2 i N_3 " " N_1 " " ;

" N_1 i N_3 " " N_2 " " ;

2) gdy dwa transformatory sprzęgające różne szyny są w grupach parzystych, trzeci musi być również w grupie parzystej, kombinacji tej jednak ze znanych przyczyn unikamy.

Tablica III. Zestawienie schematów do łączenia transformatorów z siecią

Symbol schematu	Schemat			Rodzaj przesunięcia
A	$\frac{RST}{UVW} = \frac{r s t}{u v w}$	$\frac{RST}{VWU} = \frac{r s t}{v w u}$	$\frac{RST}{WUV} = \frac{r s t}{w u v}$	TrN/SzN
B	$\frac{RST}{UVW} = \frac{r s t}{v w u}$	$\frac{RST}{VWU} = \frac{r s t}{w u v}$	$\frac{RST}{WUV} = \frac{r s t}{u v w}$	TrN/Sz $(N+4) = Sz(N-8)$
C	$\frac{RST}{UVW} = \frac{r s t}{w u v}$	$\frac{RST}{VWU} = \frac{r s t}{u v w}$	$\frac{RST}{WUV} = \frac{r s t}{v w u}$	TrN/Sz $(N+8) = Sz(N-4)$
D	$\frac{RST}{UVW} = \frac{r s t}{u v w}$	$\frac{RST}{WVU} = \frac{r s t}{w v u}$	$\frac{RST}{VUW} = \frac{r s t}{v u w}$	TrN/Sz $(12-N)$
E	$\frac{RST}{UVW} = \frac{r s t}{v w u}$	$\frac{RST}{WVU} = \frac{r s t}{v u w}$	$\frac{RST}{VUW} = \frac{r s t}{u w v}$	TrN/Sz $(4-N) = Sz(16-N)$
F	$\frac{RST}{UVW} = \frac{r s t}{w u v}$	$\frac{RST}{WVU} = \frac{r s t}{u w v}$	$\frac{RST}{VUW} = \frac{r s t}{w v u}$	TrN/Sz $(8-N) = Sz(20-N)$

W podsumowaniu rozważań niniejszego rozdz. 8 możemy stwierdzić, że nie jest istotne, która grupa parzysta — typu 0 godzin czy typu 6 godzin — będzie przyjęta za uprzywilejowaną, ponieważ operując łączeniem transformatorów z grup nieparzystych zawsze możemy uzyskać dowolną grupę parzystą.

Jedynie z punktu widzenia pracy równoległej transformatora o parzystej liczbie godzin z drugim, który ma sprzęgać te same szyny, należy przyjąć dowolną uprzywilejowaną parzystą liczbę godzin — 0 lub 6.

Tablica IV. Łączenie transformatorów do pracy równoległej

Rozsuz szyn (godzin)	Grupa transformatora o liczbie godzin					
	1	3	5	7	9	11
1	A	E	C	F	B	D
3	E	A	F	C	D	B
5	B	F	A	D	C	E
7	F	B	D	A	E	C
9	C	D	B	E	A	F
11	D	C	E	B	F	A

9. Wyniki powyższych rozważań.

W tabl. III zestawiono wszystkie możliwe schematy łączenia transformatorów z siecią przy zastosowaniu cyklicznych przesunięć i odwrócenia kolejności faz na zaciskach transformatorów. Grupy schematów oznaczono symbolami literowymi A, B, C, D, E, F.

W tabl. IV w pierwszej kolumnie zestawiono nieparzyste liczby godzin rozsuwu równomiernych napięć szyn. Liczba godzin wynika z grupy układu połączeń transformatora pracującego na szyni i ze sposobu przyłączenia go do szyn (tabl. III).

Sprawozdanie z działalności oddziałów SEP w III kwartale 1954 r.

W zesz. 10 Przeglądu Elektrotechnicznego z roku bieżącego zapoczątkowano stałe informowanie członków SEP o wynikach pracy stowarzyszenia^{*)}. Aby sprawozdania kwartalne dość wcześnie informowały członków o wykonaniu planu w ubiegłym kwartale, konieczne jest otrzymywanie danych z oddziałów w ciągu 15 dni po zakończeniu okresu sprawozdawczego. Konieczność punktualnego nadsyłania sprawozdań była podkreślana na zjeździe prezesów oddziałów SEP we Wrocławiu (27.9.54); pomimo to do 20 października br. wpły-

Sprawozdanie z działalności SEP w III kwartale 1954 r.
(I.VIII — 30.IX)

1. Dane ogólne	Początek okresu	Koniec okresu	Początek okresu	Koniec okresu
	(liczba)		(%)	
Członkowie	11528	11957	113,6	118
Oddziały	24	24	100	100
Koła zakładowe	284	310	129	141
Członkowie kół	79,8	8523	133	143

2. Szkolenie	Liczba imprez	Wykonanie planu rocznego od początku roku (%)	Liczba uczestników
Odczyty	228	89,8	5500
w tym z pokazem filmów	23	592,2	586
Kursy szkolenia zawodowego	38	374,0	878
Kursy na stopień inżyniera	2	100	427
Ośrodki konsultacyjne (na stopień inżyniera)	15	136	—
Konferencje krajowe	1	55,6	620
Konferencje lokalne i narady techniczne	137	71,6	—
Czasopisma: a) prenumeratory	—	85,0	4300
b) korespondenci	—	42,3	23
Opieka nad bibliotekami	118	98,2	—
Wystawy: a) racjonalizatorskie	4	150,0	2000
b) książki i czasopism	1	50	—
Wycieczki: a) zorganizowane	56	300,0	1775
b) przyjęte	17	—	—

3. Wynalazczość pracownicza i zobowiązania	Liczba	Wykonanie planu rocznego (%)	Liczba uczestników	Wartość (tys. zł)
Brygady robotniczo-inżynierskie (nowe)	51	96,0	148	—
Członkowie SEP w KTiR	—	221,0	1948	—
Projekty racjonalizatorskie	569	305,0	—	2 911
Zobowiązania:				
a) indywidualne	1007	115,0	1007	1 509
b) zespołowe	450	223,0	1440	

neły sprawozdania tylko z 17 oddziałów (na 24), grupujących ok. 70% członków. By nie opóźniać ogłoszenia wyników łącznych, poczyniono następujące założenia w stosunku do oddziałów, które nie nadesłały sprawozdań: a) liczby członków, kół,

^{*)} Sprawozdanie z działalności oddziałów SEP w I półroczu 1954 r. (PE, 1954, z. 10, str. 446).

Drugi transformator o nieparzystej liczbie godzin podanej w nagłówku tabl. IV należy łączyć według symbolu literowego, znajdującego się na skrzyżowaniu odpowiedniego wiersza z odpowiednią kolumną. Schemat połączeń dla danego symbolu znajdujemy w tabl. III.

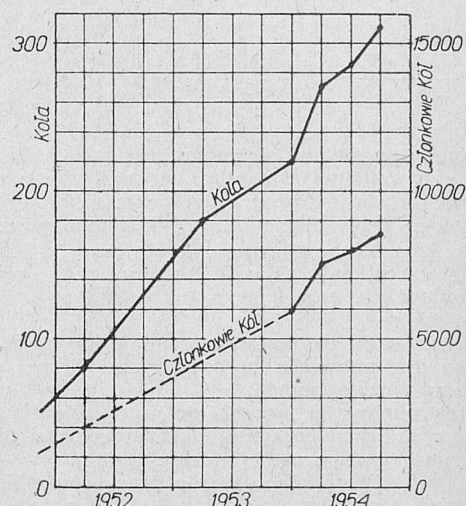
W ten sposób wyczerpane zostały wszystkie możliwości łączenia transformatorów do pracy równoległej na sieci dwu- i trzynapięciowej.

Rozszerzenie rozważań zawartych w niniejszej pracy na transformatory trójzwojeniowe nie nastęrczy trudności, ponieważ metoda postępowania pozostaje bez zmiany.

bibliotek itp. pozostawiono bez zmiany w stosunku do poprzedniego kwartału; b) przyjęto, że plan akcji odczytowej wykonano w połowie; c) założono, że liczba i wartość zobowiązań członków wyniosła połowę liczb, obliczonych proporcjonalnie do liczby członków; d) innych przedsięwzięć, jak wycieczki, kursy itp. w ogóle nie uwzględniono.

Na podstawie tych założeń uzupełniono statystykę, opartą na danych konkretnych z 17 oddziałów i otrzymano wyniki, które prawie napewno są gorsze od rzeczywistych, ale w całości będą mogły być uwzględnione dopiero wówczas, kiedy obowiązek przysyłania sprawozdań na czas będzie przez wszystkie oddziały przestrzegany.

Wyniki te są zestawione w tabl. I. Jak widać, osiągnięcia są poważne, choć okres sprawozdawczy obejmował urlopy i wakacje letnie. W szeregu pozycji przekroczyliśmy plan pra-



Rys. 1. Wzrost liczby kół zakładowych SEP i liczby ich członków

cy roczny, zwłaszcza tam, gdzie był on limitowany skąpych dotacjami pieniężnymi, a w rzeczywistości udało się zorganizować liczne imprezy własnymi środkami (np. kursy dokształcające, pokaz filmów). W innych pozycjach — z wyjątkiem liczby korespondentów terenowych — jest prawdopodobne wypełnienie planu w ciągu IV kwartału.

Zgodnie z zapowiedzią należy tu omówić szerzej problem kół zakładowych, tych podstawowych komórek organizacyjnych; na których cała praca SEP powinna się opierać. Aktywność kół przy pokonywaniu trudności technicznych swych zakładów wytwórczych lub usługowych i przy szkoleniu ich załóg jest dowodem użyteczności SEP w obecnej strukturze gospodarczej.

Koła SEP przy zakładach pracy zaczęły powstawać — często samorzutnie — od 1951 r. Najszybciej akcja ta rozwinęła się w Oddziale Poznańskim, który w maju 1952 r. miał już 12 kół, oraz w Oddziałach Krakowskim i Lubelskim (po 11 kół). Szybki wzrost liczby kół trwa ciągle, jak to widać z następującego zestawienia:

maj 1952	80 kół,	
IV.1953	180	" "
I.I.1954	220	" , przy 5940 członków (58% ogółu),
I.IV.1954	270	" " 7500 " (66% "),
I.VIII.1954	284	" " 7918 " (68% "),
I.X.1954	310	" " 8523 " (71% "),

Przez osiągnięcie na koniec III kwartału br. liczby 310 kół zakładowych przekroczyliśmy plan zamierzony na koniec roku (300 kół). Zwiększający się procent członków kół do ogółu członków świadczy o wciąganiu coraz większej liczby kolegów do pracy stowarzyszeniowej bezpośrednio na terenie ich instytucji. Można się spodziewać, że nasilenie wzrostu liczby kół potrwa jeszcze przez rok lub dwa do czasu, kiedy prawie we wszystkich poważniejszych zakładach, związanych z elektrotechniką, będzie istniało koło SEP. Mniejszą tendencję do przyszłego spadku wskaźnika przyrostu będzie miała liczba członków kół zakładowych, gdyż każde z nich ma w miarę technicznego doskonalenia się kadr przedsiębiorstwa możliwość rozwoju. Przebieg wzrostu liczby kół i ich członków wskazują wykresy na rys. 1.

Według odpowiedzi na ankietę sprzed kilku miesięcy utworzono rejestr kół zakładowych SEP, z którego wynika następujący podział tych kół między resorty:

Ministerstwo Energetyki	120 kół (39%) w 22 oddziałach
" Poczti i Telegrafów (łącznie z Polskim Radiem)	65 " (21%) w 19 "
" Przemysłu Maszynowego	42 " (14%) w 10 "
" Budownictwa Przemysłowego	22 " (7%) w 11 "
" Gospodarki Komunalnej	9 " (3%) w 6 "
" Kolei	6 " (2%) w 5 "
" Rolnictwa	6 " (2%) w 4 "
" Budowy Miast i Osiedli	5 " (1,5%) w 4 "

Ponadto istnieją 4 koła w ramach Centralnego Urzędu Kineematografii, po 3 koła przy instytucjach podległych Ministerstwu Szkolnictwa Wyższego, Przemysłu Lekkiego, Przemysłu Chemicznego i Hutniczego oraz Centralnemu Urzędowi Szkolnictwa Zawodowego i wreszcie 5 kół „różnych”, w tym 2 przy spółdzielniach pracy. O 11 kołach brak bliższych danych.

Tak obszerny zasięg SEP na różne resorty jest z jednej strony dowodem żywotności i atrakcyjności naszego Stowarzyszenia, z drugiej strony świadczy, że zasada przynależności organizacyjnej członków stowarzyszeń technicznych według miejsca pracy, a nie według działalności zawodowej i zainteresowań technicznych, wymaga rewizji.

Przy rozważaniu możliwości rozwojowych tworzenia nowych kół nasuwają się dwie drogi: 1) organizowanie kół z obecnych członków SEP, którzy na razie idą luzem wskutek braku dostatecznej liczby stowarzyszonych elektryków w ich zakładzie pracy, i 2) pionierska praca zakładania nowych komórek SEP tam, gdzie dotąd ich wcale nie było. Na możliwość tej drugiej drogi wskazuje na przykład to, że w niektórych miastach wojewódzkich dotąd brak kół przy Wojewódzkich Zarządach Łączności (np. w Łodzi, Opolu). Brak też kół SEP w licznych fabrykach, podległych Centralnym Zarzą-

dom Przemysłu Maszyn Elektrycznych, Aparatów Elektrycznych i in. Etapem na pierwszej drodze jest poniekąd tworzenie z „luzaków” kół terenowych, które nazywa się też zbiorowymi lub miejskimi, a które skupiają członków, rozrzuconych po różnych zakładach pracy, gdzie dotąd kół utworzyć nie było można. Takie terenowe koła istnieją w liczbie 8 w Białymstoku, Kielcach, Jędrzejowie, Grudziądzu, Lublinie (koło miejskie i koło członków zamiejscowych), Rzeszowie, Krakowie.

W sprawie pracy kół trzeba stwierdzić, że ogromna większość imprez i akcji powstaje właśnie z inicjatywy kół i organizowana jest przez ich członków. O liczbie odczytów w kołach i w oddziałach była już mowa w poprzednim sprawozdaniu; podobnie ma się sprawa z lokalnymi kursami, naradami technicznymi, opieką nad bibliotekami, brygadami robotniczo-inżynierskimi itp. Szczególnie wielkie powodzenie miały w ostatnim kwartale wycieczki organizowane przez koła zakładowe m. in. na Krajową wystawę wynalazczości i postępu technicznego we Wrocławiu. Oto kilka dalszych przykładów działalności kół: a) akcja przygotowawcza do konferencji partyjno-ekonomicznych (Częstochowa, Gliwice, Lublin), b) akcja odczytowa w miesiącu Przyjaźni Polsko-Radzieckiej (niemal wszędzie), c) kursy języka rosyjskiego (Zamość) i punkty wymiany literatury radzieckiej (Zagłębie), d) wprowadzanie inicjatywy Fr. Kłaji (Kraków), e) transpozycja na miejscowe warunki wyników Krajowej konferencji oszczędności paliwa (Kielce), f) akcja pomocy dla wsi: żniwno-omłotowa (Lublin), pomoc fachowa dla PGR (Kielce), elektryfikacja i radiofonizacja gromady (Łódź), g) wydanie biuletynu tematycznego dla racjonalizatorów (Łódzkie Przedsiębiorstwo Robót Telekomunikacyjnych) i inne.

Trzeba jednak przyznać, że ze sprawozdań nie można sobie wytworzyć całkiem jasnego obrazu o działalności kół. Niewątpliwie są liczne osiągnięcia, o których wiadomość do władz centralnych nie dociera. Z drugiej strony są też koła martwe, które należałoby uzdrowić albo zlikwidować. Według oceny zarządów oddziałów (wpisanej na ankiecie) takich martwych kół było w I półroczu ak 48, a więc około 1/6 łącznej liczby kół. Zadaniem sekcji telekomunikacyjnej i energetycznej przy Zarządzie Głównym SEP, z jednej strony, a zarządów oddziałów, z drugiej strony, jest dotrzeć do tych kół i zbadać przyczyny złego ich funkcjonowania.

Dźwignią do aktywizacji kół zakładowych będzie niewątpliwie rozszerzenie na cały SEP inicjatywy Oddziału Lubelskiego: wprowadzenie współzawodnictwa między kołami. Na terenie inicjującego oddziału rozegrano je już dwukrotnie z następującymi wynikami:

I półrocze 1954 r.:

Lubelskie Zjednoczenie Elektromontażowe	689 punktów,
Zakład Sieci Elektrycznych w Lublinie	538 "
Wojewódzki Zarząd Łączności w Rzeszowie	487 "

III kwartał 1954 r.:

Zakład Sieci Elektrycznych w Zamościu	664 punktów,
Zakład Sieci Elektrycznych w Lublinie	657 "
Lubelskie Zjednoczenie Elektromontażowe	428 "

Należy spodziewać się, że w 1955 r. współzawodnictwo to rozszerzy się na wszystkie oddziały SEP.

Z działalności Oddziału Warszawskiego SEP

1. Na wniosek koła SEP przy Instytucie Elektrotechniki władze administracyjne Instytutu przekazały nieprzydatne dla Instytutu przyrządy pomiarowe publicznym szkołom technicznym, gdzie przyrządy te mogą służyć do celów dydaktycznych. Dokładne zbadanie przyrządów wykazało, że naprawa ich i doprowadzenie pod względem dokładności do stanu wymaganego w Instytucie nie opłaca się.

Koło SEP postanowiło ofiarować przyrządy w liczbie 17 kółkom technicznym przy następujących zakładach naukowych:

Technikum Mechaniczno-Elektryczne w Łowiczu	9 sztuk,
Szkoła Podstawowa nr 3 w Łowiczu	4 "
Szkoła Podstawowa w Faleńcu	1 "
Szkoła Podstawowa w Międzyzlesiu	3 "

Przekazanie przyrządów odbyło się w obecności kierownictwa szkoły, rodziców i młodzieży. Przedstawiciele koła

SEP przy Instytucie Elektrotechniki zobowiązali się wobec obdarowanych do stałej pomocy i opieki nad kółkami technicznymi szkół. Opieka ta wyrazi się w formie wygłaszania odczytów i pogadanek.

Cenna inicjatywa koła SEP przy Instytucie Elektrotechniki zasługuje na naśladowanie w innych kołach.

2. Staraniem Oddziału odbył się w Warszawie 28.IX.54 odczyt profesora A. Sołtana pt. „Zasady zamiany energii jądrowej atomowej na energię cieplną”. Odczytu wysłuchało ponad 300 kolegów ze wszystkich stowarzyszeń naukowo-technicznych zrzeszonych w Oddziale Warszawskim NOT. Po odczycie odbyła się dyskusja.

Ze względu na atrakcyjność tematu oraz duże zainteresowanie odczytem z inicjatywy O. W. SEP opracowano stenogram obejmujący zarówno tekst odczytu, jak i dyskusję. Umożliwi to powielenie tekstu (wraz z rysunkami) na użytek członków wszystkich oddziałów SEP.

Wydawnictwa nadesłane

ZASTOSOWANIA MATEMATYKI. Czasopismo Polskiej Akademii Nauk — Instytutu Matematycznego. Komitet redakcyjny: Hugo Steinhaus — redaktor, Jan Oderfeld — zastępca redaktora, Stefan Drobot, Marek Fiszer, Julian Perkal. — Spis rzeczy tomu I, zeszytu 2: Steinhaus H. O dochodzeniu ojcostwa. — Moszyński W. O wyznaczaniu współczynników bezpieczeństwa konstrukcji. — Obalski J. O pewności wyników sprawdzania narzędzi mierniczych. — Oderfeld J. i Zubrzycki S. O sprawdzaniu wodomierzy. — Oderfeld J. Nomogram wytrzymałości drewna sosnowego. (str. 148, cena 5 zł). — Spis rzeczy tomu I, zeszytu 3: Steinhaus H. Prawdopodobieństwo, wiarygodność i możliwość. — Rybarski A. O elektrycznej metodzie wyznaczania zawartości krzemu w stali krzemowej. — Oderfeld J. O automatyzacji obliczeń w statycznej kontroli jakości. — Zubrzycki S. O łańcuskach gwiazdowych — Koźniewska I. Pierwszy absolutny moment centralny dla rozkładu Pólya. — Rajski C. O pewnej metodzie obliczania optymalnej liczności próbki. — Oderfeld J. Największa różnica między rzędnymi charakterystyk planów pojedynczych (Str. 231, cena 7,15 zł).

ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ. Nr 1. Elektryka I. Redaktor Zeszytów Naukowych Politechn. Śląskiej C. Troškiewicz, redaktor zeszytu S. Węgrzyn. 1954, Kraków, Państwowe Wydawnictwa Naukowe. Str. 76, cena zł 9,10. — Spis rzeczy: Przedmowa rektora Politechniki Śląskiej. — Od redakcji. — S. Fryze. Racjonalizacja fizykalnych równań elektromagnetycznych i układów dymensyjnych. — W. Kołek. Przebiegi komutacyjne w maszynach prądu stałego. — W. Kołek, R. Hagel, J. Kubek. Wpływ własności szczotek oraz warunków zewnętrznych na przebiegi komutacyjne w maszynach prądu stałego. — W. Kołek. Określenie dopuszczalnej asymetrii obciążenia turbogeneratorsa na podstawie pomiarów. — S. Węgrzyn, W. Pacześniowski, M. Jastrzębska-Mostowska. Elektronowa stabilizacja napięciowa generatorów maszynowych prądu stałego i zmiennego. — S. Węgrzyn, C. Ostrowski, W. Pacześniowski. Miniaturowe liczniki G-M z impulsowymi zasilaczami baterijnymi. — S. Węgrzyn, C. Ostrowski, W. Pacześniowski. Prosty typ ultradźwiękowego generatora kwarcowego dużej mocy. — E. Romer. Nowy typ elektrometru kwadrantowego. — Z przedmowy Rektora Politechniki Śląskiej: Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej powinny inspirować, powinny pobudzać pasję badawczą, powinny być wyrazem dążeń naukowców do jednoczenia twórczych wysiłków zespołowej pracy. Stanowiąc przegląd osiągnięć naukowych naszej uczelni, zeszyty z jednej strony świadczyć będą o jej poziomie, z drugiej zaś przyczyniać się do wzmocnienia aktywności pracowników naukowych budząc w nich ważne dla każdego poczucie, że praca jednostek staje się własnością ogółu, że może być należycie wykorzystana, że jest społeczeństwu potrzebna. Da się to osiągnąć jedynie wtedy, gdy pracownicy nauki włączą się w nurt życia, gdy nie będą uprawiać „nauki dla nauki”, gdy wybiorą najistotniejsze, najważniejsze dla Polski Ludowej zagadnienia i rozwiążą ich treść metodą badań dialektycznych.

KONCZYKOWSKI STANISŁAW. OBLICZANIE SIECI ELEKTROENERGETYCZNYCH. Tom I. 1953, Warszawa, Państwowe Wydawnictwo Naukowe. Str. 382, cena zł 30,90. — Spis rzeczy: Wiadomości ogólne. Wstęp. Materiały przewodowe i wymiary przewodów. — Stan obciążenia normalnego. Obliczanie rozprywu prądów i spadków napięcia. Sieci prądu stałego dwuprzewodowe. Sieci prądu stałego trójprzewodowe. Sieci prądu zmiennego o czynnej oporności przewodów. Sieci prądu zmiennego o czynnej i biernej oporności przewodów z upływnością i pojemnością przewodów. Strata mocy w linii. — Z przedmowy: Praca niniejsza powstała na podstawie wykładów autora na Politechnice Łódzkiej w latach 1945—1948, a następnie na Politechnice Warszawskiej. Celem pracy jest próba wypełnienia luki w polskiej literaturze elektrotechnicznej w dziedzinie obliczania sieci elektroenergetycznych. Autor starał się traktować tematy związane z obliczaniem sieci możliwie wyczerpująco, podając nie tylko praktyczne metody obliczania sieci, lecz i podstawy teoretyczne w takim zakresie, aby czytelnik nie był zmuszony do uciekania się — w celu zrozumienia poruszonych tematów — do innej literatury. W szczególności dotyczy to zagadnienia indukcyjności, upływności i pojemności sieci. Praca niniejsza jest przeznaczona dla studiujących w szkołach wyższych oraz dla inżynierów i magistrów praktykujących lub pragnących pogłębić swoje wiadomości z dziedziny obliczania sieci elektro-

energetycznych. Nowością w niniejszej książce jest obliczanie linii trójfazowych o niesymetrycznym obciążeniu faz w dowolnej liczbie punktów i linii o przewodach wiązkowych. Praca jest bogato ilustrowana przykładami obliczeń praktycznych. Do obliczeń tych podano szereg tablic i wykresów pomocniczych.

PEŁCZEWSKI WŁADYSŁAW, dr inż., z-ca prof. Politechniki Łódzkiej. WZMACNIACZE ELEKTROMASZYNOWE. 1954, Warszawa, Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Format A5, str. 156, cena 11 zł. — Spis rzeczy: Pojęcia podstawowe. Definicja i klasyfikacja wzmacniaczy. Wielkości charakterystyczne. — Prądnic obcowzbudna prądu stałego jako pierwowzór wzmacniacza elektromaszynowego. Praca prądnicy obcowzbudzonej prądu stałego jako wzmacniacza. Zależność między współczynnikiem wzmocnienia a stałą czasu obwodu wzbudzenia. — Amplitudyna. Zasada działania amplitudyny. Budowa amplitudyny. Wielkości charakterystyczne amplitudyny. Stany przejściowe. — Rototrol jednostopniowy. Zasada działania rototrola jednostopniowego z uzwojeniem bocznikowym. Współczynnik wzmocnienia rototrola jednostopniowego z uzwojeniem bocznikowym. Zasada działania rototrola jednostopniowego z uzwojeniem szeregowym. Współczynnik wzmocnienia rototrola jednostopniowego z uzwojeniem szeregowym. Porównanie obu odmian rototrolu jednostopniowych z punktu widzenia pracy w stanach przejściowych. Wady rototrola jednostopniowego. — Rototrol dwustopniowy. Zasada działania rototrola dwustopniowego. Oddziaływanie twornika. Komutacja. Stany przejściowe. Możliwość wykonania rototrolu o większej liczbie stopni wzmocnienia. — Zastosowania wzmacniaczy elektromaszynowych. Zasady pracy wzmacniaczy w układach zautomatyzowanych. Możliwości zastosowania wzmacniaczy elektromaszynowych. Przykłady zastosowań. Regulacja napięcia prądnic synchronicznych. Układy napędowe. — Wykaz piśmiennictwa. — Informacje wydawcy: W książce omówiono działania i typowe zastosowanie wzmacniaczy elektromaszynowych (amplitudyn i rototrolu) w elektrycznych układach zautomatyzowanych. Książka jest przeznaczona dla techników i inżynierów zajmujących się automatyzacją pracy układów elektroenergetycznych oraz układów napędowych w przemyśle.

KAHL TADEUSZ, mgr inż. OBLICZENIA MECHANICZNE ELEKTROENERGETYCZNYCH LINII NAPIOWIETRZNYCH. 1954, Warszawa, Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Format A5, str. 266, rys. 128, tabl. 2, cena 12 zł. — Spis rzeczy: Wstęp. Naprężenia i zwisy dla rozpiętości prześłu do 200 m. Siły działające na słup i rodzaje słupów. Słupy drewniane. Słupy stalowe i betonowe. Poprzeczniki. Ustój i fundamenty słupów. — Informacje wydawcy: Książka zawiera zasady obliczeń mechanicznych przewodów i konstrukcji wsporczych napowietrznych linii elektroenergetycznych o rozpiętości prześłu do 200 m wykonanych na izolatorach stojących. Książka jest zatwierdzona pismem Centralnego Urzędu Szkolenia Zawodowego jako podręcznik zastępczy dla kl. IV wydziałów sieci napowietrznych technikum elektroenergetycznych.

MICHALAK W., mgr inż. REGULACJA NAPIĘCIA W SIECIACH ELEKTRYCZNYCH. 1954, Warszawa, Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Format A5, str. 199, rys. 120, cena 12 zł. — Spis rzeczy: Cel regulacji napięcia w sieciach elektrycznych. — Metody i sposoby regulacji napięcia w sieciach elektrycznych. — Urządzenia stosowane do regulacji napięcia w sieciach prądu zmiennego. — Automatyzacja regulacji napięcia w sieciach elektrycznych. — Ogólne zasady regulacji w różnych układach sieciowych. — Typowe przypadki regulacji napięcia w sieciach średnio wysokiego i niskiego napięcia. — Regulacja napięcia w układach przesyłowych bardzo wysokich napięć. — Wykorzystanie analizatorów sieciowych do analizy regulacji napięcia w sieciach elektrycznych. — Informacje wydawcy: W książce omówiono podstawy teoretyczne i praktyczne metody obliczeniowe rozwiązywania zagadnień regulacji napięcia mającej na celu zarówno utrzymanie poziomów napięć, jak i kierowanie rozprykiem mocy. Rozważania ograniczono do sieci prądu zmiennego i ustalonych warunków pracy układów elektroenergetycznych. Podano także opis budowy i zastosowań urządzeń regulacyjnych. Książka jest przeznaczona dla energetyków zatrudnionych przy projektowaniu i eksploataowaniu sieci elektrycznych oraz dla studentów szkół wyższych.

BIULETYN INSTYTUTU ELEKTROTECHNIKI

Rok VIII — nr 6

Warszawa, Piękną 68

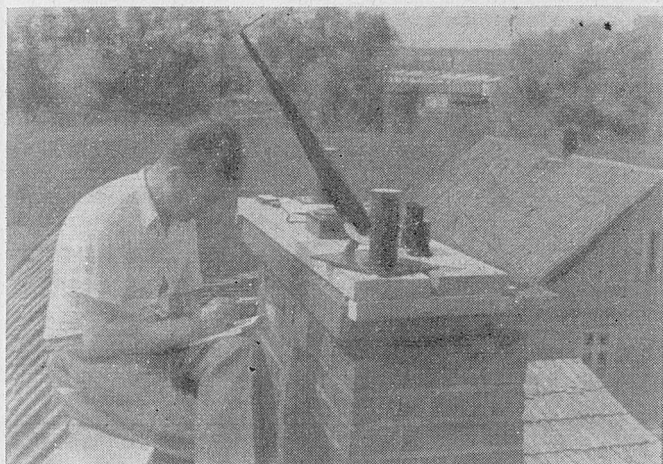
Grudzień 1954 r.

Zakład Techniki Światłowej
Instytutu Elektrotechniki

PRZEBIEG NATĘŻENIA OŚWIETLENIA DZIENNEGO W CZASIE CAŁKOWITEGO ZACMIENIA SŁOŃCA w dn. 30.VI.1954 r.

Zakład Techniki Światłowej IEL prowadzi od września 1953 r. systematyczną rejestrację przebiegów oświetlenia dziennego, która — po zebraniu dostatecznego materiału statystycznego przez szereg lat — będzie stanowić podstawę do racjonalnego projektowania otworów świetlnych w budynkach, opartego na właściwościach klimatu świetlnego w Polsce.

Urządzenia rejestrujące, zainstalowane na dachu budynku Zakładu w Międzyzlesiu, zarejestrowały zmiany w natężeniu oświetlenia przy 95% zaćmienia, które wystąpiło 30.VI.54 r. Dla zarejestrowania zmian natężenia oświetlenia w pasie zać-



Rys. 1. Stanowisko pomiarowe Zakładu Techniki Światłowej zainstalowane na dachu stacji PIHM w Suwałkach 30.VI.1954

mienia całkowitego Zakład wysłał ekipę pomiarową do Suwałk, gdzie dzięki uprzejmości dyrektora PIHM mógł przeprowadzić pomiary natężenia oświetlenia dziennego, korzystając z gościnności tamtejszej stacji PIHM.

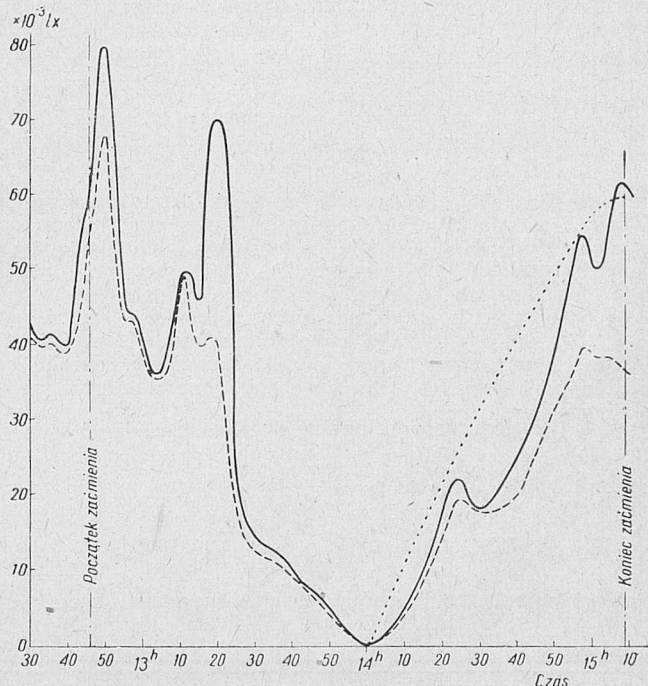
Urządzenia pomiarowe, zainstalowane na dachu budynku stacji, składały się (rys. 1):

a) z odbiornika w postaci ogniwa selenowego S60 firmy Lange z filtrem korekcyjnym, umieszczonego w tulei o średnicy 70 mm i długości 180 mm i przykrytego od góry poziomą płytką ze szkła mlecznego „tempax” firmy Schott w Jenie; odbiornik ten odbierał całkowite promieniowanie świetlne padające na płaszczyznę poziomą, a składające się z bezpośredniego promieniowania tarczy słońca oraz ze światła rozproszonego od nieboskłonu;

b) z odbiornika jak pod a), lecz zaopatrzonego w ruchomą tarczę o średnicy 80 mm, umieszczoną na ramieniu o długości 600 mm i obracającą się dokoła osi nachylonej do horyzontu pod $54^{\circ}06'$ (szer. geogr. Suwałk). Tarcza ta, zasłaniając bezpośrednie promieniowanie tarczy słonecznej, umożliwiała pomiar składowej poziomego natęż. oświetlenia, pochodzącej od promieniowania nieboskłonu. Przesuwanie tarczy za słońcem odbywało się ręcznie w odstępach 5-minutowych według skali czasu na tarczy, co przy wymiarach urządzenia zapewniało stałe zaciemnienie płytki odbiornika. Oba odbiorniki były połączone z rejestrującymi miliwoltomierzami typu Ortex (o napędzie elektrycznym, dającym przesuw taśmy ok. 20 mm/h), umieszczonymi w jednym z pokoiów budynku stacji.

Ponadto obserwator znajdujący się na dachu budynku dokonywał w odstępach 1—5 minut odczytów na luksomierzu obiektywnym dwuzakresowym (150 i 1500 lx), mającym jako odbiornik dwa równoległe połączone ogniwa selenowe z fil-

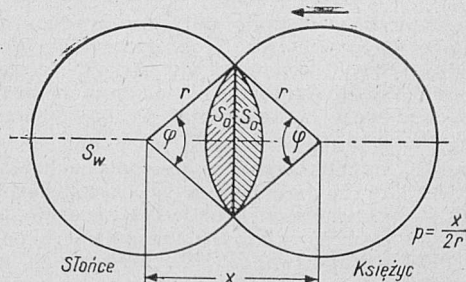
trami korekcyjnymi typu Dreslera (filtry żółty i zielony zachodzące częściowo na siebie) oraz z filtrem obojętnym ze szkła mlecznego z napyłną katodowo warstwą platyny (Platinopalglasfilter), rozszerzającym zakres pomiarowy w stosunku 1 : 100. Kombinacje zakresów przyrządu oraz pomiaru z filtrem i bez filtra pozwalały na uzyskanie zakresów 0 — 150 lx, 0 — 1500 lx, 0 — 15 000 lx oraz 0 — 150 000 lx przy długości skali 150 mm.



Rys. 2. Zarejestrowany przebieg natężenia oświetlenia dziennego w czasie całkowitego zaćmienia słońca 30.VI.54 w Suwałkach

Pomiar luksomierzem stanowił pomiar kontrolny dla przyrządów rejestrujących oraz umożliwiał dokładne odczyty przy małych natężeniach oświetlenia w czasie całkowitości (wartości te nie dały się odczytać na przyrządach rejestrujących ze względu na ich zakres).

Na rys. 2 podany jest przebieg zmian natężenia oświetlenia dziennego w czasie całego okresu zaćmienia zarejestrowanego w Suwałkach. Ze względu na znaczne zachmurzenie w czasie obserwacji krzywe natężeń oświetlenia całkowitego (linia ciągła) oraz rozproszonego z wyeliminowaniem bezpo-



Rys. 3. Przybliżone wyznaczenie pola widocznej części tarczy słońca w czasie zaćmienia

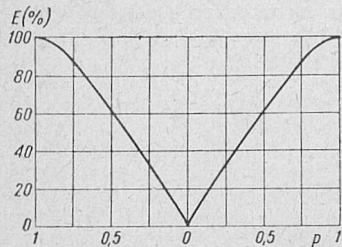
średniego promieniowania (linia przerywana) są dość nieregularne i nie różnią się zbyt wiele między sobą.

Całkowite natężenie oświetlenia tuż przed początkiem zaćmienia w momentach przejaśnień wynosiło ok. 80 000 lx, w momentach silniejszego zachmurzenia ok. 40 000 lx. Szyb-

kość zmiany natężenia oświetlenia w pierwszej i drugiej połowie całego okresu zaćmienia była mniej więcej jednakowa, co zgadza się na ogół ze zmianą pola widocznej części tarczy słońca w funkcji czasu.

Teoretyczny przebieg natężenia oświetlenia w czasie całkowitego zaćmienia można by wyznaczyć w przybliżeniu w sposób następujący.

Jeżeli przyjmiemy, że przy bezchmurnym niebie natężenie oświetlenia będzie proporcjonalne do pola widocznej części tarczy słońca i pełne natężenie oświetlenia oznaczmy przez



Rys. 4. Teoretyczny przebieg natężenia oświetlenia w czasie całkowitego zaćmienia słońca

100% E , to w miarę nasuwania się tarczy księżycy natężenie to będzie mało proporcjonalnie do niezastłoniętej części pola tarczy słonecznej. Zakładając względny ruch obu ciał niebieskich jako ruch jednostajny i przyjmując dla prostoty obliczeń równe ich średnice pozorne ($2 \cdot r$), określimy w prosty sposób (rys. 3) widoczną część S_w tarczy słońca jako $S - 2S_0$, gdzie $S = \pi r^2$, a S_0 pole odcinka wyznaczonego cięciwą, przechodzącą przez punkty przecięcia okręgu tarczy słońca i księżycy. Chwilowe względne natężenie oświetlenia $E\%$ będzie proporcjonalne do stosunku $\frac{S_w}{S} = 1 - \frac{2S_0}{S}$.

Ponieważ pole odcinka $S_0 = \frac{r^2}{2} (\varphi - \sin \varphi)$, więc

$$E\% = \left(1 - \frac{\varphi}{\pi} + \frac{\sin \varphi}{\pi}\right) \cdot 100\%.$$

Wprowadzając jako zmienną niezależną zamiast kąta φ sto-

sunek $\frac{x}{2r} = p$, znajdziemy

$$E\% = \left(1 - \frac{2}{\pi} \arccos p + \frac{2p}{\pi} \sqrt{1 - p^2}\right) \cdot 100\%.$$

Dla początkowego momentu zaćmienia $x = 2r$ czyli $p = 1$, dla całkowitości $x = 0$ czyli $p = 0$.

Przebieg zmienności $E\%$ w czasie zmiany p od 1 do 0 i z powrotem do 1 (druga połowa okresu zaćmienia) podaje rys. 4. Również na rys. 2 pokazano linią kropkowaną przebieg tej krzywej teoretycznej dla drugiej połowy okresu zaćmienia w celu porównania jej z rzeczywistym przebiegiem zmian natężenia oświetlenia. Krzywa teoretyczna w punktach $p = 1$ przebiega poziomo, w punkcie 0 jest nachylona

do osi odciętych pod kątem ok. 52° $\left(\frac{dE\%}{dp} = \frac{4}{\pi} \sqrt{1 - p^2}\right)$,

co dla $p = 1$ daje $\frac{dE\%}{dp} = 0$, a dla $p = 0$ $\frac{dE\%}{dp} = 1,27$ czyli kąt nachylenia do osi odciętych $\sim 51^\circ 50'$.

Odchylenia krzywych rzeczywistych przebiegu natężenia oświetlenia pochodzą głównie ze znacznego i zmiennego zachmurzenia nieboskłonu. To znaczne zachmurzenie utrudnia bardzo wyciągnięcie wniosków z zarejestrowanych krzywych natężenia oświetlenia.

W czasie całkowitości natężenie oświetlenia w Suwałkach spadło do wartości najmniejszej $E_{\min} = 3$ lx, co odpowiadało mrokowi prawie tak silnemu, jak w nocy (w czasie pełni księżycy natężenie oświetlenia dochodzi do 2 lx). W kulminacyjnym punkcie zaćmienia w Warszawie przy zakryciu ok. 95% tarczy słońca natężenie oświetlenia wynosiło ok. 1000 lx (przy pochmurnym niebie).

Z innych obserwacji poczynionych w czasie zaćmienia słońca należy zanotować fakt „nienadążania” adaptacji oka za szybko wzrastającym natężeniem oświetlenia po przejściu całkowitości. W efekcie daje to wrażenie, że natężenie oświetlenia osiągnęło już swą pełną wartość (kilkudziesięciu tysięcy luksów), jakkolwiek według wskazań przyrządów natężenie było wtedy jeszcze niskie (rzędu kilku tysięcy luksów).

T. O.

Konkurs na recenzję książki technicznej

Pierwszy konkurs na recenzję książki technicznej ogłoszony przez Państwowe Wydawnictwa Techniczne w 1953 r. dał rezultaty, zachęcające do kontynuowania tej metody pobudzania ruchu recenzyjnego i wzmocnienia pracy twórczej w tym zakresie. Państwowe Wydawnictwa Techniczne i Wydawnictwo „Budownictwo i Architektura” ogłaszają przeto na rok 1955 konkurs na najlepsze recenzje, które będą opublikowane w roku 1955.

Warunki konkursu

1. Recenzja powinna dotyczyć wydanej przez Państwowe Wydawnictwa Techniczne lub Wydawnictwo „Budownictwo i Architektura” książki technicznej oryginalnej lub tłumaczonej, z wyłączeniem instrukcji oraz prac badawczych instytutów naukowo-badawczych.

2. Przedmiotem konkursu są podpisane nazwiskiem recenzje, opublikowane w czasopiśmie wydanych za rok 1955, a mianowicie: a) w czasopiśmie technicznych — wszystkie wydrukowane recenzje bez specjalnych zgłoszeń, b) w innych czasopiśmie po zgłoszeniu do PWT (Warszawa, ul. Mazowiecka 4) egzemplarza czasopisma z wydrukowaną recenzją, z zaznaczeniem na egzemplarzu: „Konkurs na recenzję”.

3. Przy ocenie recenzji brane będą pod uwagę przede wszystkim następujące kryteria:

a) twórcza krytyka i ocena treści recenzowanej książki, a w szczególności następujących jej cech: wartości ideologiczne, przydatność i aktualność tematu dla potrzeb gospodarki narodowej, oryginalność ujęcia i opracowania tematu, poprawność opracowania tematu

(zgodność ze współczesną nauką, jasność ujęcia i wyczerpanie, układ itd.), dostosowanie ujęcia tematu do poziomu czytelnika, dla którego przeznaczono książkę, ze szczególnym uwzględnieniem potrzeb robotnika, poprawność słownictwa technicznego, poprawność językowa, celowość, trafność i poprawność zilustrowania treści rysunkami, fotografiami i wykresami;

b) twórcza krytyka i ocena wykonania edytorskiego recenzowanej książki, a w szczególności następujących elementów: układ typograficzny, szata zewnętrzna, poprawność wykonania technicznego;

c) poprawność opracowania samej recenzji;

d) okres czasu, który dzieli ukazanie się książki od ogłoszenia recenzji.

4. W skład Sądu Konkursowego wchodzi przedstawiciele: Naczelnej Organizacji Technicznej, Centralnego Instytutu Dokumentacji Naukowo-technicznej, Państwowych Wydawnictw Technicznych, Wydawnictwa „Budownictwo i Architektura”.

5. Wyniki konkursu będą ogłoszone do dnia 30 czerwca 1956 roku.

6. Autorom najlepszych recenzji zostaną przyznane następujące nagrody:

nagroda pierwsza	zł 3 000,
dwie nagrody drugie	po zł 2 000,
trzy nagrody trzecie	po zł 1 500.

7. Jeśli na podstawie oceny Sądu Konkursowego zajdzie potrzeba podziału przewidzianych nagród albo zmniejszenia ogólnej ich liczby, to zastrzega się prawo dokonania takiej zmiany.

PRZEGŁĄD DOKUMENTACYJNY ELEKTROTECHNIKI

opracowany przez OŚRODEK DOKUMENTACJI ELEKTROTECHNIKI
Dodatek do miesięcznika PRZEGŁĄD ELEKTROTECHNICZNY

Rocznik 6

Warszawa, grudzień 1954 r.

Nr 12

Gwiazdkami obok porządkowych liczb artykułów, oznaczone są publikacje znajdujące się w bibliotece Instytutu Elektrotechniki

Maszyny elektryczne

430* 621.822.8:621.313 D1
Voll S.: **Łożyska wałeczkowe w maszynach elektrycznych.** „Wälzlager in elektrischen Maschinen”. Siemens Z., Erlangen, 8 razy do roku, Nr 3, kw. 53, s. 153; A4, 7 str., 3 fot., 8 rys., 1 wykr. — Drogi postępu w dziedzinie łożyskowania maszyn elektrycznych w ostatnich latach. Warunki poprawnej pracy łożysk tocznych, w szczególności wałeczkowych. Typowe rozwiązania łożyskowania dużych maszyn elektrycznych. Charakterystyka różnych rodzajów łożysk tocznych. Smarowanie łożysk. Określenie zakresu zastosowania różnych rodzajów łożysk w zależności od prędkości i obciążenia łożyska.

431* 621.313.236 D1
Dobbeler C.: **Pola magnetyczne i charakterystyki maszyn z polem poprzecznym (metadyny i amplitdyny).** „Magnetfelder und Kennlinien der Zwischenbürstenmaschinen (Metadynen und Amplitdynen)”. E. und M., Wien, dwutyg., Nr 18, wrzes. 53, s. 401; A4, 4,5 str., 5 rys., 3 wykr. — Zasada działania maszyn z polem poprzecznym. Podstawowe równania maszyn w założeniu nieskończenie wielkiej przenikalności magnetycznej żelaza. Korekta równań dla maszyny nasyconej na podstawie wykresu krzywej magnesowania. Przykłady obliczeń przy pomocy równań skorygowanych.

432* 621.313.32.029.3 D1
Caporali G.: **Wpływ stosunku szczeliny do podziałki bieguno-wej na stateczność elektromagnetyczną prądnic z wirującymi magnesami trwałymi.** „Influenza del rapporto d'interferro sulla stabilità elettromagnetica degli alternatori a ferro rotante”. Elettrotecnica, Milano, mies., t. 40, Nr 9 bis, wrzes. 53, s. 492; A4, 9 str., 3 rys., 7 wykr., 4 poz. bibl. — Charakterystyka obwodu magnetycznego prądnicy średniej częstotliwości z wirującymi magnesami trwałymi. Zachowanie się maszyny przy biegu jałowym. Zjawiska przy zwarciu maszyny. Moc maszyny w stanie zwarcia. Wyniki przeprowadzonych badań doświadczalnych i ich porównanie z wartościami obliczonymi.

433* 621.313.322—81:621.3.017.72 D1
Batchelor J. W.: **Chłodzenie wodorowe prądnic turbinowych.** „Hydrogen cooling for turbine generators”. Westinghouse Engng., Pittsburgh, dwumies., Nr 2, marz. 53, s. 74; A4, 2,5 str., 1 fot., 2 wykr., 3 poz. bibl. — Krótki zarys historii zastosowania wodoru do chłodzenia prądnic turbinowych. Analiza wpływu ciśnienia gazu na chłodzenie maszyny. Złe strony stosowania zbyt wysokich ciśnień. Wnioski.

434* 621.313.333.027.6:621.317.333.82 D1
Deskans F.: **Badania udarowe silników wysokonapięciowych.** „Essais aux ondes de choc des moteurs à haute tension”. Bull. Soc. franc. Electr., Paris, mies., Nr 35, list. 53, s. 719; A4, 8 str., 13 rys. — Uszkodzenia silników asynchronicznych 6 kV na skutek przepięć. Badanie przebiegów falowych w uzwojeniu silnika, schemat zastępczy, wyniki prób (oscylogramy). Wpływ kształtu czoła fali udarowej na rozkład napięcia w uzwojeniu. Wytrzymałość udarowa, dyskusja awarii, wykrywanie uszkodzeń. Propozycja badań silników napięciem 4 U + 3 kV. Uwagi o układzie probierczym (dobór pojemności i oporności, przyjęcie oporności falowej uzwojenia).

435* 621.313.333.041.33 D1
Tedeschi F.: **Wytyczne wymiarowania obwodu magnetycznego silników indukcyjnych.** „Considerazioni sul dimensionamento magnetico dei motori asincroni”. Elettrotecnica, Milano, mies., t. 40, Nr 3, marz. 53, s. 98; A4, 5,5 str., 2 rys., 2 tabl. — Ogólne zależności i założenia wstępne. Obliczenie strumienia magnetycznego na biegun i jednostkę długości pakietu blach silnika indukcyjnego bez żłobków (idealnego). Wprowadzenie wzorów dla silnika ze żłobkami. Przykład obliczenia. Wnioski.

436* 621.313.333.1.004 D1
Woll R. F.: **Zastosowanie silników pierścieniowych.** „Applying the wound-rotor motor”. Westinghouse Engng., Pittsburgh,

2-mies., Nr 2, marz. 53, s. 54; A4, 4 str., 2 fot., 5 wykr. — Zalety silnika indukcyjnego pierścieniowego w porównaniu z klatkowym. Konstrukcja silnika i jego własności ruchowe. Zależność momentu silnika od oporności, wprowadzonej w obwód wirnika. Typowe zastosowanie napędowe w urządzeniach o stałym i zmiennym momencie oporowym (przykłady: napęd wentylatora i przenośnika). Specjalne zastosowania silników pierścieniowych.

437* 621.313.333.2 D1
Macchi R.: **Przyczynę do obliczania silnika dwuklatkowego.** „Contributo al calcolo del motore a doppia gabbia”. Elettrotecnica, Milano, mies., t. 40, Nr 8, sierp. 53, s. 386; A4, 10 str., 4 rys., 29 wykr. — Główne problemy przy projektowaniu silników dwuklatkowych. Wpływ doboru parametrów obu klatek na charakterystyki rozruchowe silnika, rozpatrywany na zasadzie obwodu zastępczego. Analiza maszyny w stanie zwarcia i normalnej pracy. Zalecenia co do sposobu przeprowadzenia obliczeń w praktyce. Sposób konstrukcji wykresu prądowego. Przykład liczbowy.

438* 621.313.361.001 D1
Knaack W.: **Napięcie reakcyjności twornika małych silników szeregowych komutatorowych prądu zmiennego.** „Die Ankerreaktanz-Spannung bei kleinen Wechselstrom-Reihenschlussmotoren”. E und M., Wien., 2-tyg., Nr 15/16, sierp. 53, s. 343; A4, 2 str., 2 rys., 2 wykr., 2 poz. bibl. — Podstawowe zależności napięć i prądów w małych silnikach komutatorowych szeregowych prądu zmiennego. Wyjaśnienie fizyczne i metoda obliczania napięcia reakcyjności twornika wartości potrzebnej do obliczenia silnika.

Transformatory

439* 621.317.611:621.314.21 D1
Langhärig G., Poleck H.: **W sprawie badania przekładni transformatora przy biegu jałowym.** „Zur Prüfung des Leerlauf-Übersetzungsverhältnisses von Transformatoren”. Siemens Z., Berlin, 8 razy do roku, Nr 6, wrzes. 53, s. 323; A4, 5,5 str., 2 fot., 8 rys., 1 wykr. — Tolerancje dla przekładni transformatora, określone przez normy i w związku z nimi wymagania dla przyrządów, służących dla jej pomiaru. Opis przyrządu firmy Siemens do pomiaru przekładni: jego zasadniczy układ, wykonanie i obsługa. Niektóre przykłady pomiarów transformatorów na wysokie i niskie napięcia. Zastosowanie przyrządu do pomiaru liczby zwojów.

Linie napowietrzne

440* 621.315.1.027.8:621.3.051.2 D1
Grattery J.: **Realizowane i przewidziane przełączanie pewnej liczby linii najwyższych napięć we Francji na napięcie do jakiego dostosowana jest ich konstrukcja.** „Programme réalisé et à réaliser par électricité de France, pour le fonctionnement d'un certain nombre de lignes à une tension supérieure à leur tension de construction”. Bull. Soc. franc., Electr., Paris, mies., Nr 31, lip. 53, s. 403; A4, 6 str., 1 rys., 4 tabl. — Dane słupów, przewodów i izolatorów linii francuskich 60, 150 i 220 kV. Rozwój konstrukcji linii w latach 1921—1952. Przykłady przełączania linii z napięcia 60 na 150 kV oraz ze 150 na 220 kV. Wyniki eksploatacji linii na napięciu podwyższonym. Przegląd linii dawniejszej konstrukcji, które mogą być przełączone na wyższe napięcie.

441* 621.315.171 D1
Iwanow S. I.: **Uproszczony sposób montażu przewodów.** „Uproszczenny sposób montażu przewodów”. Raboczij Energ., Moskwa, mies., Nr 11, list. 52, s. 26; B5, 1 str. — Opis dotychczasowego sposobu montażu przewodów na liniach elektroenergetycznych. Sposób proponowany przez autora. Zalety nowego sposobu montażu przewodów, zwiększenie szybkości wykonywanych prac montażowych, krótszy czas odstawienia linii z ruchu.

Izolatory

- 442* 621.315.62.027.8:621.317.333 D1
Schuepp P.: **Kilka uwag o badaniach izolatorów liniowych najwyższych napięć.** „Quelques remarques sur les essais des isolateurs de ligne à très haute tension”. Bull. Soc. franc. Electr., Paris, mies., Nr 35, list. 53, s. 727; A4, 8 str., 15 rys. — Przegląd badań, jakim poddawane są izolatory liniowe. Wymagania mechaniczne, badanie wytrzymałości dynamicznej, porównanie z naprężeniami spotykanymi podczas burzy. Wibracja przewodów. Obciążenie przewodów śniegiem i lodem. Wpływ zmian temperatury na własności mechaniczne, wyniki badań w eksploatacji. Celowość badań izolatorów w warunkach zbliżonych do eksploatacyjnych (naprężenia mechaniczne i elektryczne, obciążenie śniegiem i lodem, wiatr, zrośnienie powierzchni izolatorów, zmiany temperatury).

Słupy

- 443* 621.315.66:624.157 D1
Berio A.: **Sprawdzanie fundamentów przyrmatycznych słupów linii elektrycznych.** „Sulla verifica delle fontazioni prismatiche dei sostegni per linee elettriche”. Elettrotecnica, Milano, mies., t. 40, Nr 7, lip. 54, s. 346; A4, 18 str., 7 rys., 13 wyk., 3 tabl., 19 poz. bibl. — Krytyczna analiza metod analitycznego sprawdzania wytrzymałościowego słupów linii elektrycznych, podawanych przez różnych autorów w literaturze technicznej. Zestawienie wyników prób i danych obliczeniowych różnych rodzajów słupów. Analiza naprężeń w fundamentach przyrmatycznych w różnych warunkach obciążenia, przy zastosowaniu różnych kryteriów. Zestawienie ważniejszych kryteriów oceny projektów fundamentów słupów linii elektrycznych.

- 444* 621.315.668.3 D1
Bodrow G. D.: **Pewne i oszczędne słupy żelazobetonowe.** „Nadiożnyje i ekonomičnyje opory iz żelezobietona”. Energet. Biull., Moskwa, mies., Nr 2, luty 53, s. 16; B5, 2 str., 1 rys., 1 poz. bibl. — Omówienie projektu słupów dla linii wiejskich 6 do 10 kV, opracowanego przez Instytut Gospodarstwa Wiejskiego. Nieopłacalność i wady techniczne tej konstrukcji. Przedstawienie projektu innej konstrukcji słupów. Omówienie zalet, zmniejszenie zużycia stali i cementu, poprawienie własności mechanicznych.

- 445* 621.315.668.3 D1
Kaczan I. K., Marczenko D. A. (i inni): **Zastosowanie słupów z betonu strunowego do budowy linii elektroenergetycznych i telekomunikacyjnych.** „Primienienie opor iz centrifugirovanowo żelezobietona w stroitielstwie linij elektropieriedacz i linij swiazi”. Energet. Biull., Moskwa, mies., Nr 6, czerw. 53, s. 6; B5, 7,5 str., 5 rys., 2 tabl. — Krótki czas eksploatacji drewnianych słupów liniowych. Linie na słupach z rur (pozostałych z remanentów przemysłu naftowego). Nowoczesna konstrukcja słupów żelazobetonowych. Zużycie materiału, porównanie kosztów budowy linii na słupach drewnianych, stalowych i żelazobetonowych. Doświadczenia z budowy linii na 6–10 kV oraz linii telekomunikacyjnych.

Włączniki

- 446* 621.316.57.027.2:621.3.064.21 D1
Toniolo S. B.: **Otwieranie „powolne” i „szybkie” w wyłącznikach prądu zmiennego niskonapięciowych o prądach znamionowych średniego rzędu.** „L'apertura „lenta” e l'apertura „rapida” per gli interruttori di corrente alternata bassa tensione e per modeste intensità nominali”. Elettrotecnica, Milano, mies., t. 40, Nr 6, czerw. 53, s. 299; A4, 3 str., 4 poz. bibl. — Analiza przebiegu zjawiska łuku elektrycznego przy otwieraniu obwodu przez wyłączniki niskonapięciowe prądu zmiennego. Energia łuku, jej wpływ na prasę wyłącznika i zależność od szybkiego lub powolnego otwierania styków.

Regulacja

- 447* 621.316.7:621.34:676.2.05 D1
Fisher M. H.: **Regulacja maszyn w papierni — szybka, dokładna, zależna.** „Paper-mill controls — fast, precise, dependable”. Westinghouse Engng., Pittsburgh, 2-mies., Nr 2, marz. 53, s. 59; A4, 5 str., 4 fot., 2 rys., 2 wyk. — Ogólna charakterystyka pracy papierni. Warunki pracy napędu maszyny papierniczej. Regulacja prędkości maszyny papierniczej jako cało-

ści i jej poszczególnych sekcji w układzie ze wzmacniaczem magnetycznym i synchronizacją dyferencjałami. Napędy nawijarek. Układ napędowy z rototrolem do sterowania kalandrów. Napęd i regulacja przewijarek.

Urządzenia zabezpieczające i ochronne

- 448* 621.316.93 D1
Baatz H.: **Wskazówki ochrony urządzeń elektrycznych przed przepięciami.** „Leitsätze für den Schutz elektrischer Anlagen gegen Überspannungen”. ETZ—A, Berlin, dwutyg., Nr 22, list. 53, s. 656; A4, 1 str. — Uwagi o nowej redakcji niemieckich przepisów ochrony. Porównanie z wymaganiami przepisów prób izolacji oraz wymaganiami dla ochronników przepięciowych. Ochrona odgromowa sieci niskich i wysokich napięć. Porównanie wymagań dotyczących prób udarowych z wynikami prac 37 Komisji IEC.

- 449* 621.316.9:622.323 D1
Matijenko A. S.: **O doborze środków ochronnych przy uszkodzeniu izolacji w urządzeniach elektrycznych szybów naftowych.** „O wyborie zaszczytnych sriedstw pri powrieżdżenii izolacji w elektroustanowkach nieftiepromysłow”. Energet. Biull., Moskwa, mies., Nr 5, maj 53, s. 26; B5, 3,5 str., 5 rys., 5 poz. bibl. — Zapewnienie ciągłości i bezpieczeństwa zasilania urządzeń. Zagadnienia uziemiania punktu zerowego transformatorów po stronie niskiego napięcia. Zabezpieczenia przeciwpożarowe na wypadek uszkodzenia izolacji. Celowość kontroli instalacji uziemiającej i zerowania oraz badań eksploatacyjnych izolacji.

- 450* 621.316.923.2 D1
Johann H.: **Przyczynę do ochrony przeciwprzeżeniowej przewodów przy pomocy bezpieczników topikowych.** „Beitrag zum Überlastungsschutz von Leitungen durch Schmelzsicherungen”. ETZ—A, Wuppertal, dwutyg., t. 74, Nr 6, marz. 53, s. 177; A4, 3,5 str., 1 wyk. — Zagadnienie ochrony przewodów. Ochrona przewodów a wykorzystanie przewodów. Wzrost temperatury przewodów pod wpływem obciążenia I i w ciągu czasu T. Trwałość przewodów, wpływ temperatury pracy na trwałość przewodów. Bezpieczniki topikowe, ich przydatność do ochrony linii. Wyniki badań, przeprowadzonych na bezpiecznikach topikowych o dużej obciążalności. Selektywne zabezpieczenia sieci. Niektóre właściwości i przepisy badania bezpieczników. Stała czasu bezpieczników.

- 451* 621.316.923.2.027.2 D1
Müller O.: **Wymagania odnośnie bezpieczników wielkich mocy i ich działanie.** „Anforderungen an NH-Sicherungen und ihre Wirkungsweise”. ETZ, Wuppertal, dwutyg., Nr 6, marz. 53, s. 174; A4, 3,5 str., 4 rys. 3 wyk., 1 tabl. — Zastosowanie bezpieczników wysokoobciążalnych w sieciach kablowych. Żądania bezpieczników. Ochrona przeciwprzeżeniowa sieci. Wytrzymałość bezpieczników na trwałe obciążenia (zestawienie przekrojów kabla i prądów nominalnego i dopuszczalnego bezpieczników). Bezpieczniki z obciążalnością podwyższoną. Spadek napięcia na bezpiecznikach w funkcji czasu trwania obciążenia. Wykorzystanie zjawisk chemicznych i fizycznych w bezpiecznikach. Tolerancje prądów dopuszczalnych dla bezpieczników (ok. 6%).

- 452* 621.316.925:654.939.1:622 D1
Dropmann: **Urządzenia dozoru stanu kopalnianych instalacji sygnalizacyjnych.** „Die Überwachungseinrichtungen in Grubensignalanlagen”. Siemens Z., Erlangen, 8 razy do roku, Nr 3, kw. 53, s. 160; A4, 3,5 str., 3 fot., 1 wyk. — Charakterystyka pracy urządzeń sygnalizacyjnych w kopalniach i znaczenie dozoru ich stanu. Urządzenia czuwające nad zanikiem napięcia i uziemieniem w instalacjach sygnalizacyjnych. Urządzenie blokujące maszynę wyciągową dla uniknięcia wypadków. Przyrząd dla rejestracji sygnałów z kopalni, jego możliwości zastosowania i działanie.

- 453* 621.316.933(083.74) D1
Zmiany i ograniczenia przepisów i norm na koordynację izolacji w urządzeniach wysokonapięciowych prądu zmiennego. „Änderungen und Ergänzungen der Regeln und Leitsätze für die Koordination der Isolationsfestigkeit in Wechselstrom-Hochspannungsanlagen”. Bull. SEV., Zürich, dwutyg., Nr 21, paźdz. 53, s. 937; A4, 1,5 str., 5 tabl. — Uzupełnienie norm na koordynację izolacji wymaganiami dla transformatorów. Aparaty podciągnięte pod wymagania dla transformatorów. Postanowienia odnośnie prób udarowych i prób napięciem o częstotliwości sieciowej.

Uziemienia

454* 621.316.13:621.316.99 D1
Koch W.: **Projekt nowych przepisów VDE na uziemienia w instalacjach prądu zmiennego dla napięć od 1 kV i wyżej.** „Entwurf neuer VDE-Vorschriften für Erdungen in Wechselstromanlagen für Nennspannungen von 1 kV und darüber”. ETZ—A, Wuppertal, dwutyg., t. 74, Nr 7, kw. 53, s. 211; A4, 1,5 str. — Wnioski z praktycznego zastosowania przepisów z 1940 r. Wytyczne nowych przepisów. Wyjaśnienie niektórych definicji. Wymiary uziemień. Napięcie krokowe. Określenie uziemienia i zwarcia. Przewody ogromowe.

455* 621.316.99:622.323 D1
Matijenko A. S.: **Kontrola zerowania urządzeń elektrycznych w szybach naftowych.** Prowierka zanulajuszczich ustrojstw elektroustanowok nieftianych promyslow”. Energet. Biull., Moskwa, mies., Nr 4, kw. 53, s. 27; B5, 2 str., 1 rys., 1 poz. bibl. — Zerowanie urządzeń elektrycznych o napięciu 380/220 V w świetle „Przepisów budowy urządzeń elektrycznych”. Dopuszczalny opór obwodu zerowania określony wartościami prądu znamionowego bądź wartością, na którą nastawiony jest wyłącznik wyłącznika. Schemat połączeń przy badaniu zerowania w sieci trójfazowej. Wymagania odnośnie oporności uziemienia obwodu zerowania.

Miernictwo elektryczne

456* 621.317.027.3 D1
Biermanns J.: **Nowy instytut wysokonapięciowy AEG.** „Das neue Hochspannungsinstitut der AEG”. ETZ—A, Berlin, dwutyg., Nr 22, list. 53, s. 653; A4, 3,5 str., 3 fot., 2 rys., 4 poz. bibl. — Przykłady zagadnień wysokonapięciowych, których rozwiązanie teoretyczne musi iść w parze z badaniami doświadczalnymi. Założenia powstania nowej placówki badawczej z dziedziny wysokich napięć. Rozplanowanie budynku, uwagi o ważniejszych urządzeniach (zwarciovnia 2000 MVA, transformator 1700 kV, generator udarowy 4000 kV).

457* 621.317.2.027.3:621.317.333.82:621.314.222 D1
Kähling.: **Laboratorium do prób udarowych do napięć 3 200 000 V.** „Laboratorium für Impulsprüfungen bis zu 3 200 000 V”. Elektrotechnik (Berlin), Leipzig, mies., Nr 10, paźdz. 53, s. 518; A4, 0,5 str. — Zagrożenie transformatorów przez udary powoduje konieczność wykonywania na nich badań i prób udarowych. Opis nowowyprowadzonego laboratorium do prób udarowych we Włoszech. Sposób pomiaru przebiegów udarowych.

458* 621.317.326 D1
Rabus W.: **Pomiar przepięć i napięć udarowych przy pomocy miernika elektrostatycznego i prostownika próżniowego.** „Messung von Überspannungen und Stosspannungen mit Hochvakuumventil und elektrostatischem Spannungsmesser”. ETZ—A, Berlin, dwutyg., Nr 23, grud. 53, s. 676; A4, 5,5 str., 5 fot., 12 rys., 7 poz. bibl. — Celowość bezpośredniego pomiaru krótkotrwałych pojedynczych impulsów napięcia, bez stosowania kosztownej metody oscylograficznej. Niepraktyczność klidonografów. Zasada metody pojemnościowo-prostownikowej. Układy połączeń, obliczenia przebiegu ładowania. Przykłady wykonania mierników napięcia szczytowego, schemat połączeń. Skalowanie, dokładność. Zakres zastosowania (m. in. do badań rozkładu napięcia na transformatorze przy próbie udarem uciętym).

459* 621.317.33:621.314.224.3.022 D1
Helke H.: **Pomiar przekładników wieloprądowych.** „Messung von Hochstromwandlern”. ETZ, Wuppertal, 2-tyg., Nr 9, maj 53, s. 263; A4, 3 str., 1 rys., 2 wykry., 3 tabl. — Określenie uchybów przekładników przy pomocy oporów normalnych (układ połączeń). Metoda podwójnego urządzenia — zestawienie wyników pomiarów, uchyby katowe i prądowe. Pomiar kontrolne i porównanie wyników. Zastosowanie urządzenia do badania przekładników prądowych o dużych wartościach prądu pierwotnego.

460* 621.317.333:621.315.624 D1
Schwarz: **Metoda wielkiej częstotliwości przy próbie napięciowej izolatorów wiszących.** „Hochfrequenzmessverfahren bei der Hochspannungsprüfung von Freileitungsisolatoren”. Elektrotechnik (Berlin), Leipzig, mies., Nr 10, paźdz. 53, s. 521; A4, 0,5 str. — Badanie uszkodzeń izolatorów wiszących metodą Koskego zakłóceń wielkiej częstotliwości. Fizyczne wy-

jaśnienie metody Koskego. Prawidłowe układy połączeń defektoskopu lub oscylografu. Zalety metody Koskego.

461* 621.317.333.4:621.315 D1
Fiegler H.: **Określenie miejsca uszkodzenia metodą czasu przebiegu.** „Die Fehlerortung nach dem Laufzeit-Messverfahren”. ETZ, Wuppertal, dwutyg., Nr 9, maj 53, s. 255; A4, 2,5 str., 2 rys., 1 wykry., 19 poz. bibl. — Zasada działania urządzenia do wykrywania miejsc uszkodzeń w kablach i przewodach metodą impulsową. Obliczenie oporu uszkodzenia. Układ pomiarowy. Określenie odległości miejsca uszkodzenia od nadania impulsu. Dokładność metody. Charakterystyczny wykres, otrzymany opisaną metodą.

462* 621.317.35:621.396.823 D1
Fabre J.: **Badania doświadczalne i teoretyczne mechanizmu rozprzestrzeniania się zaburzeń wysyłanych przez linie wysokich napięć.** „Étude expérimentale et théorique du mécanisme de propagation et de rayonnement des perturbations émises par les lignes à haute tension”. Bull. Soc. franc. Electr., Paris, mies., Nr 31, lip. 53, s. 419; A4, 6 str., 5 rys., 4 poz. bibl. — Wpływ ulotu faza-faza i faza-ziemia na zakłócenia. Badanie częstotliwości zakłóceń, zakłócenie pola elektrycznego i magnetycznego. Moc stracona jako wypromieniowana z przewodów. Wyniki badań dla linii 400 kV i 127 kV w Chéville. Wpływ długości przesła na częstotliwość zakłóceń o najwyższym poziomie szumów, zagadnienie rezonansu fal przebiegających wzdłuż przewodów.

463* 621.317.351:778.302 D1
Hoffmann K.: **Powiększanie oscylograficznych zdjęć małoobrazkowych na papierze światłoczułym.** „Vergrößerung oszillographischer Kleinbildaufnahmen auf Lichtpauspapier”. ETZ—A, Wuppertal, dwutyg., r. 74, Nr 3, s. 82; A4, 1 str., 1 fot., 1 rys. — Obrazy otrzymywane przy pomocy oscylografu. Urządzenie do powiększania 3—4-krotnego (źródło światła, układ soczewek). Różne rodzaje lamp, stosowanych jako źródło światła.

464* 621.317.39:531.77 D1
Dujardin J., Hoyaux M. (i inni): **Badanie i realizacja tachometru elektronowego.** „Étude et réalisation d'un tachymètre électronique”. Rev. gen. Electr., Paris, mies., t. 62, Nr 4, kw. 53, s. 191; A4, 7 str., 6 fot., 3 rys., 1 wykry., 4 tabl., 6 poz. bibl. — Tachometry do pomiaru szybkości średniej i chwilowej. Zadania tachometru elektronowego. Ogólny schemat tachometru elektronowego. Elektronowy licznik impulsów. Opis elementów konstrukcyjnych tachometru (przerwywacz elektronowy, licznik elektronowy, generator kontrolny). Dokładność pomiaru. Zestawienie wyników pomiarów. Zastosowanie tachometru elektronowego.

465* 621.317.39:536.52 D1
Piometr elektro-pneumatyczny z termistorem. „Un pyromètre électro-pneumatique à thermistances”. Electro Magazine, Paris, dwumies., t. 5, Nr 23, lip.-sierp. 53, s. 17; A4, 4 str., 8 rys. — Opis typowych pirometrów, stosowanych do pomiaru temperatury z podaniem ich schematów ideowych i zasady działania. Zastosowanie termistorów odpornych na wysoką temperaturę do budowy pirometrów. Opis, zasada działania pirometru elektropneumatycznego z termistorem. Opis przełącznika elektropneumatycznego i przełącznika pirometrycznego regulatora temperatury typu Arca-Broida z podkreśleniem roli termistora dla pracy układu regulacyjnego. Opis instalacji automatycznej regulacji temperatury pieca elektrycznego w oparciu w w.w. typ regulatora.

466* 621.317.39:536.53 D1
Termistory, ich własności i zastosowania. „Les thermistances, leurs propriétés et leurs applications”. Electro Magazine, Paris, dwumies., t. 5, Nr 23, lip.-sierp. 53, s. 10; A4, 3 str., 14 rys. — Definicja termistora oraz omówienie jego struktury i charakterystyki. Produkcja i typy termistorów. Termistory odporne na temperatury rzędu 600-1100°C. Zastosowania termistorów: termometry elektryczne, sondy termometryczne, stabilizatory i regulatory temperatury, pirometry optyczne, pomiary bardzo małych mocy dla najwyższych częstotliwości itp. Schematy typowych układów z zastosowaniem termistorów. Artykuł encyklopedyczny, dający ogólny pogląd na zakres zastosowań termistorów.

467* 621.317.39.083.7:681.128 D1
Weber E.: **Pomiar zdalny poziomu wody według zasady impulsów telegraficznych.** „Wasserstands-Fernmessung nach dem

Impulstelegrammverfahren". Siemens Z., Erlangen, 8 razy do roku, Nr 7, list. 53, s. 369; A4, 6,5 str., 6 fot., 7 rys., 4 poz. bibl. — Wymagania stawiane nowoczesnym urządzeniom do zdalnych pomiarów poziomu wody, w szczególności co do dokładności. Zasada metody impulsów telegraficznych i jej zastosowanie do przesyłania pomiarów. Opis urządzeń potrzebnych do realizacji zdalnych pomiarów poziomu wody i ich współdziałania. Charakterystyka urządzenia.

468* 621.317.44:621.313.042.2 D1
Chiodi C., Zerbini V.: **Przyrząd do badania blach z wyciętymi zębami**. „Apparecchio per la prova di lamierini con dentatura”. Elettrotecnica, Milano, mies., t. 40, Nr 9, wrzes. 53, s. 453; A4, 3 str., 3 rys., 3 wykr. — Zasada działania i konstrukcja przyrządu do pomiaru stratności blach silnikowych częściowo obrobionych, np. z wyciętymi zębami. Sposób przygotowania próbek i wykonywania pomiaru. Możliwości praktycznego wykorzystania przyrządu. Porównanie wyników, otrzymanych przy jego pomocy z wynikami pomiarów aparatem Epsteina.

469* 621.317.755.032.212 D1
Buser J.: **Nowoczesne wysokonapięciowe oscylografy z zimną katodą**. „Moderne Hochspannungs-Oszillographen mit kalter Khatode”. Bull. SEV., Zürich, dwutyg., Nr 21, paźdz. 53, s. 924; A4, 1,5 str., 4 rys. — Zastosowanie oscylografów z zimną katodą. Budowa nowoczesnych wielopromieniowych oscylografów. Dane szybkości zapisu, czułości płyt i szybkości przesuwu filmu. Opis oscylografów cztero-, dwu- i jednopromiennowych.

470* 621.317.784:621.3.082.744 D1
Righi A.: **Watomierz indukcyjny**. „Wattmètre à induction”. Rev. gen. Electr., Paris, mies., t. 62, Nr 5, maj 53, s. 232; A4, 2 str., 4 fot. — Watomierz indukcyjny na zasadzie licznika 1-fazowego. Zastosowanie dodatkowego wskaźnika mocy o wskazaniach proporcjonalnych do szybkości obrotowej wirnika licznika. Przenośne urządzenie do pomiaru mocy i energii. Watomierz indukcyjny jako przyrząd pomiarowy (zastosowanie w pomiarach zdalnych, porównanie z elektrodynamicznym).

471* 621.317.785.089.6 D1
Righi A.: **Automatyczna kontrola liczników u odbiorców**. „Il controllo automatico dei contatori presso gli utenti”. Elettrotecnica, Milano, mies., t. 40, Nr 6, czerw. 53, s. 282; A4, 5,5 str., 5 fot., 1 rys., 23 poz. bibl. — Charakterystyka stosowanych metod kontroli liczników u odbiorców. Korzyści automatyzacji tego procesu. Wykorzystanie fotokomórki. Możliwości automatyzacji kontroli bez fotokomórki. Opis dwóch wariantów urządzenia: z przerywaczem i z układem elektro-nowym. Konstrukcja przyrządu i jego zastosowanie.

Ładunki elektrostatyczne

472* 621.319.74:537.221 D1
Kappeler H.: **Usuwanie elektrostatycznych ładunków**. „Die Beseitigung elektrostatischer Ladungen”. Bull. SEV., Zürich, dwutyg., Nr 21, paźdz. 53, s. 923; A4, 1 str., 2 rys. — Usuwanie szkodliwych ładunków gromadzących się podczas rozmaitych procesów technologicznych. Metody jonizacyjne opracowane w USA. Metoda jonizacji powietrza promieniami α . Materiały radioaktywne Rad i Polon.

Oświetlenie elektryczne

473* 621.327.43:535.24 D1
Caracciolo F. B.: **Krzywoliniowe źródła światła**. „Sorgenti luminose curvilinee”. Elettrotecnica, Milano, mies., t. 40, Nr 3, marz. 53, s. 104; A4, 4 str., 2 rys., 2 wykr., 4 poz. bibl. — Wyprowadzenie wzorów ogólnych. Określenie światłości rury długiej na podstawie jej jaskrawości. Światłość jako funkcja strumienia świetlnego wysyłanego przez element powierzchni rury fluoryzującej. Wyznaczenie zależności uproszczonych dla rury o osi prosto- i krzywoliniowej.

Trakcja elektryczna

474* 621.316.71:621.335 D1
Turrinelli G.: **„Dynamoto” i jego zastosowanie do tramwajów, samochodów i pojazdów zasilanych z przewodu jezdni**. „Il Dinamoto e le sue applicazioni ai veicoli tranviari, automo-

bilistici e filoviari”. Elettrotecnica, Milano, mies., t. 40, Nr 2, luty 53, s. 50; A4, 7 str., 2 fot., 5 rys., 6 wykr. — Opis działania i podstawowe charakterystyki układu napędowego tzw. „Dinamoto” oraz jego zastosowanie do różnego typu pojazdów: z silnikami cieplnymi (autobusów, ciężkich samochodów, traktorów) i elektrycznych. Konstrukcja urządzenia. Wykresy eksploatacyjne pojazdów z nowym napędem. Wyniki prób.

Zastosowanie elektryczności w przemyśle i napędy

475* 621.34:621.941—181.2 D1
Häusler H.: **Nowoczesne wyposażenie elektryczne wielkiej tokarki**. „Neuzeitliche Ausrüstung einer Grossdrehbank”. Siemens Z., Erlangen, 8 razy do roku, Nr 6, wrzes. 53, s. 332; A4, 5 str., 6 fot., 2 rys. — Charakterystyka warunków pracy dużej tokarki. Podstawowe dane tokarki i względy, którymi kierowano się przy wyborze jej napędu. Ogólny schemat napędów pomocniczych. Rozwiązanie sterowania napędu głównego w układzie Leonarda z wzmacniaczem magnetycznym. Wyposażenie ważniejszych napędów pomocniczych. Obsługa maszyny.

476* 621.34:622.33 D1
Stuhlik E.: **Elektryfikacja urządzeń dołowych kopalni „Sarda”**. „Unter-Tage Elektrifizierung der „Sarda“-Gruben”. Siemens Z., Erlangen, 8 razy do roku, Nr 7, list. 53, s. 385; A4, 2 str., 3 fot., 1 rys. — Charakterystyka stosunków we włoskim kopalnictwie węglowym na Sardynii. Środki, powzięte dla modernizacji urządzeń dołowych kopalni. Elektryfikacja napędu urządzeń wydobywczych. Rozdzielnie okapturzone i ogólny schemat zasilania urządzeń dołowych. Oświetlenie i urządzenia ochronne.

477* 621.34:629.12 D1
Krebs W.: **Elektrotechnika morska i przemysł elektryczny**. „Schiffselektrik und Elektroindustrie”. Elektrotechnik (Berlin), Leipzig, mies., Nr 10, paźdz. 53, s. 493; A4, 2,5 str., 2 rys. — Wymagania stawiane materiałom w elektrotechnice morskiej. Próby uzwojeń maszyn i transformatorów wyposażenia okrętowego. Wymagania stawiane wyłącznikom, przełącznikom. Zagadnienia szczelności maszyn i odporności na wnikanie wilgoci. Konieczność uwzględnienia potrzeb elektrotechniki morskiej przez przemysł elektryczny.

478* 621.34:664.1.03 D1
Bury W.: **Nowa cukrownia Franken**. „Die neue Zuckerfabrik Franken”. Siemens Z., Erlangen, 8 razy do roku, Nr 6, wrzes. 53, s. 312; A4, 6,5 str., 6 fot., 4 rys. — Krótki opis nowej cukrowni Franken. Schemat technologiczny cukrowni. Wyposażenie elektryczne, dostarczone przez firmę Siemens: turbinownia, rozdzielnie i urządzenia sterujące, napędy sprężarek. Charakterystyka wyposażenia napędowego urządzeń w cukrowni. Napęd wirówek silnikiem indukcyjnym podwójnym o czterokrotnie przełączalnej liczbie biegunów. Ogólny schemat sterowania wirówek.

479* 621.34:669.041 D1
Kent G.: **Kontrola i regulacja pieców Pita (Fabryki i warsztaty Creusot)**. „Contrôle et régulation de fours Pits (Forges et ateliers du Creusot)”. Mesures, Paris, mies., Nr 188, stycz. 53, s. 19; A4, 3 str., 1 fot., 1 rys. — Regulacja temperatury pieców przy użyciu termoelementów platyna-platynarod. Samoczynna regulacja spalania (regulacja dopływu powietrza i gazu, regulacja dopływu mieszanki do pieca, regulacja ciśnienia). Układ do samoczynnej regulacji elektryczno-pneumatycznej temperatury, dopływu powietrza, dopływu gazu, ciśnienia.

480* 621.34:669.183.21 D1
Kontrola i regulacja pieców martenowskich. „Contrôle et régulation de fours Martin”. Mesures, Paris, mies., Nr 188, stycz. 53, s. 14; A4, 3,5 str., 4 fot. — Samoczynna regulacja ogrzewania gazowo-węglowego pieców martenowskich pojemności 150 t. Samoczynne napełnianie pieca, samoczynna regulacja temperatury (urządzenia regulacyjne z pyrometrami promieniotwórczymi jako czujnikami). Samoczynna regulacja dopływu gazu ilości dopływającego powietrza. Regulacja ciśnienia. Urządzenia zabezpieczające, sygnalizacja optyczna. Możliwości przejścia z regulacji samoczynnej na ręczną.

Niniejszy Przegląd Bibliograficzny zawiera jedynie część analizy dokumentacji ukazującej się w postaci kart dokumentacyjnych, niniejszej (Warszawa, Al. Niepodległości 188). CIDNT przyjmuje całą dokumentację naukowo-techniczną, jak i działy lub poszczególne zagadnienia i tematy techniczne. CIDNT wykonuje za zwrotem kosztów fotokopie i mikrofilmy publikacji objętych Przeglądem Dokumentacyjnym jak i kartami dokumentacyjnymi.

Nagrody Państwowych Wydawnictw Technicznych za rok 1953

W dniu 17 lipca br. w gmachu Państwowych Wydawnictw Technicznych odbyła się uroczystość wręczenia nagród PWT za najlepsze dzieła wydane w roku 1953, przyznanych przez dyrekcję Państwowych Wydawnictw Technicznych wspólnie z dyrekcjami Wydawnictwa Górniczo-Hutniczego, Wydawnictwa „Budownictwo i Architektura” oraz Wydawnictwa Przemysłu Lekkiego i Spożywczego.

Przy kwalifikowaniu prac do nagród brano przede wszystkim pod uwagę ich aktualność i doniosłość dla rozwoju gospodarki narodowej Polski Ludowej oraz jakość i oryginalność opracowania tematu.

W stosunku do tłumaczeń brano pod uwagę jakość opracowania oraz dostosowanie przekładu do warunków polskich.

Wśród nagrodzonych autorów znajdują się również robotnicy.

Nagrody zostały przyznane za następujące książki:

Prace oryginalne

Nagroda honorowa

- Ochęduszek S. prof. dr inż.: „Teoria maszyn cieplnych” cz. I i II.

I nagroda w wysokości po 5.000 zł

- Hobler T. prof. inż.: „Ruch ciepła i wymienniki”,
- Ostrowski W. dr inż.: „Lokalizacja i planowanie terenów przemysłowych”,
- Szpor S. prof. dr inż.: „Ochrona odgromowa” tom I.

III nagroda w wysokości 2.500 zł

- Dąbrowski R. mgr inż., Nowacki W. prof. dr inż.: „Silosy”.

Nagrody wyróżnienia w wysokości po 1.500 zł

- Czempiński S.: „Roboty zbrojarskie w budownictwie”,
- Piwoński T. inż.: „O czym powinien wiedzieć formierz przy ręcznym formowaniu”,
- Worek F.: „Obróbka szczeciny i włosia”.

Dyplomy uznania z dziedziny elektrotechniki

- Mazur M. dr inż.: „Nagrzewanie promiennikowe”,
- Nowicki W. prof. dr inż.: „Zasady transmisji przewodowej”.

Dyplomy uznania z dziedziny mechaniki

- Błazewski S. mgr inż.: „Pomiary twardości metali”,
- Czyrski W. mgr inż.: „Spawanie stali stopowych”,
- Pindera mgr inż.: „Zasady elastooptyki”,
- Tomaszewski A. mgr inż.: „Zarys metrologii warsztatowej”,
- Wołk R. mgr inż.: „Planowanie zużycia narzędzi”.

Dyplomy uznania z dziedziny hutnictwa

- Chromik J. mgr inż. i Stankiewicz M. mgr inż.: „Wytapianie stali w piecach martenowskich”.

Dyplomy uznania z dziedziny górnictwa

- Anasiewicz A. mgr inż., Budryk W. prof. dr inż., Cehak K. mgr inż., Fryczkowski E. mgr inż., Gajewski M. mgr inż., Głuszcak Ł. mgr inż., Klott M. mgr inż., Kruk F. mgr inż., Krupiński D. prof. dr inż., Lesiecki W. prof. mgr inż., Lisiecki L. dr, Loesch B. mgr inż., Patla A. mgr inż., Parysiewicz W. mgr inż., Zarański T. dr inż.: „Technika bezpieczeństwa w górnictwie”.

Dyplom uznania z dziedziny budownictwa

- Dowgird R. mgr inż.: „Konstrukcje staloceramiczne prefabrykowane”.

Dyplom uznania z dziedziny architektury

- Mąceński Z. prof. dr inż.: „Poradnik budowlany dla architektów”.

Dyplomy uznania z dziedziny przemysłu lekkiego i spożywczego

- Flejszer H. mgr inż., Jakobson J. mgr inż., Łukoś J. mgr inż., Majzner J. prof. inż., Orzeł M. mgr inż., Rozentel S. mgr inż., Wajntraub J. mgr inż., Tomaszewski R. mgr inż.: „Chemiczna obróbka włókien” tom I, II, III.
- Jarosz K. mgr inż., Stein R. mgr inż., i Zięborak K. dr inż.: „Odwadnianie spirytusu”.

Tłumaczenia

I nagroda z dziedziny mechaniki w wysokości 3.000 zł

- Smolaga K mgr inż. i Weberman H. mgr inż.: „Turbiny parowe” Łosiewa.

II nagroda z dziedziny górnictwa w wysokości 1.500 zł

- Ballenstedt L. mgr inż. i Przysiecki O. inż.: „Maszyny górnicze do wybierania pokładów kopalin użytecznych” Tierpigoriewa, Diemidowa i Protodiakonowa.

II nagroda z dziedziny hutnictwa w wysokości 1.500 zł

- Chodkowski S. mgr inż.: „Wytapianie stali w piecach martenowskich” Miroszniczenki.

Dyplomy uznania z dziedziny chemii

- Gajewski W., mgr inż. i Górecki E. inż.: „Technologia substancji błonotwórczych” Drinberga.

Dyplomy uznania z dziedziny elektrotechniki

- Pełczewski W. prof. dr inż.: „Konstrukcje maszyn elektrycznych” Aleksiejewa,
- Walentynowicz B. mgr inż.: „Praca silników asynchronicznych” Syromiatnikowa.

PRZEGŁĄD TECHNICZNY, organ główny NOT, nr 10/54, zawiera następujące artykuły: XXXV rocznica. — Niekrasow N. O wyższej technice produkcji socjalistycznej. — Russakowski E. R. Rozwój bazy elektroenergetycznej ZSRR w pięcioletnim planie pięcioletnim. — Aleksandrow N. i Bereznoj N. Zagadnienie rozwoju budowy maszyn w ZSRR. — Caregorodcew W. E.

O rozwoju transportu kolejowego w ZSRR w okresie pięcioletniej. — Wszechzwiązkowa Wystawa Rolnicza w Moskwie — przegląd osiągnięć socjalistycznego rolnictwa. — Napolski M. i Grigoriev W. — Wyższe zaoczne studia techniczne. — Trebet H. — Nowiny techniczne z prasy zagranicznej. — Sprawy organizacyjne NOT i stowarzyszeń. — Krytyka i bibliografia.

Warunki prenumeraty czasopism technicznych na rok 1955

Administracja Czasopism Technicznych Naczelnej Organizacji Technicznej,
Wydawnictwa Górniczo-Hutnicze, Wydawnictwa Komunikacyjne i Filmowa
Agencja Wydawnicza wprowadzają następujące warunki prenumeraty czasopism technicznych na rok 1955:

Lp.	Nazwa czasopisma	A b o b i t a m p e r a t					
		Opłata normalna			Opłata ulgowa		
		roczna	półroczna	kwartalna	roczna	półroczna	kwartalna

CZASOPISMA NAUKOWO-TECHNICZNE

1. Architektura	180,—	90,—	45,—	90,—	45,—	22,50
2. Budownictwo Przemysłowe	108,—	54,—	27,—	54,—	27,—	13,50
3. Cement, Wapno, Gips	54,—	27,—	13,50	36,—	18,—	9,—
4. Drogownictwo	72,—	36,—	18,—	36,—	18,—	9,—
5. Energetyka (dwumies.)	72,—	36,—	—	36,—	18,—	—
6. Energetyka Przemysłowa (Gospodarka Ciepła) (dwumies.)	48,—	24,—	—	24,—	12,—	—
7. Gazeta Kulturowicza	54,—	27,—	13,50	36,—	18,—	9,—
8. Gaz, Woda i Technika Sanitarna	72,—	36,—	18,—	36,—	18,—	9,—
9. Gospodarka Wodna	96,—	48,—	24,—	54,—	27,—	13,50
10. Hutnik	108,—	54,—	27,—	54,—	27,—	13,50
11. Inżyniera i Budownictwo	108,—	54,—	27,—	54,—	27,—	13,50
12. Materiały Budowlane	72,—	36,—	18,—	36,—	18,—	9,—
13. Nafta	72,—	36,—	18,—	36,—	18,—	9,—
14. Odzież	54,—	27,—	13,50	—	—	—
15. Ochrona Pracy	72,—	36,—	18,—	—	—	—
16. Poligrafika (dwumies.)	36,—	18,—	—	18,—	9,—	—
17. Przegląd Budowlany	108,—	54,—	27,—	54,—	27,—	13,50
18. Przegląd Elektrotechniczny	108,—	54,—	27,—	54,—	27,—	13,50
19. Przegląd Geodezyjny	72,—	36,—	18,—	36,—	18,—	9,—
20. Przegląd Górniczy	108,—	54,—	27,—	54,—	27,—	13,50
21. Przegląd Kolejowy	36,—	18,—	9,—	—	—	—
22. Przegląd Mechaniczny	108,—	54,—	27,—	54,—	27,—	13,50
23. Przegląd Odlewnictwa	72,—	36,—	18,—	36,—	18,—	9,—
24. Przegląd Papierniczy	60,—	30,—	15,—	36,—	18,—	9,—
25. Przegląd Skórzany	60,—	30,—	15,—	36,—	18,—	9,—
26. Przegląd Spawalnictwa	54,—	27,—	13,50	36,—	18,—	9,—
27. Przegląd Techniczny	108,—	54,—	27,—	54,—	27,—	13,50
28. Przegląd Telekomunikacyjny	72,—	36,—	18,—	36,—	18,—	9,—
29. Przemysł Chemiczny	108,—	54,—	27,—	54,—	27,—	13,50
30. Przemysł Drzewny	72,—	36,—	18,—	36,—	18,—	9,—
31. Przemysł Rolny i Spożywczy	90,—	45,—	22,50	54,—	27,—	13,50
32. Przemysł Włókienniczy	108,—	54,—	27,—	54,—	27,—	13,50
33. Szkło i Ceramika	54,—	27,—	13,50	36,—	18,—	9,—
34. Technika i Gospodarka Morska	72,—	36,—	18,—	—	—	—
35. Technika Lotnicza (dwumies.)	54,—	27,—	—	36,—	18,—	—
36. Technika Motoryzacyjna	72,—	36,—	18,—	36,—	18,—	9,—

CZASOPISMA POPULARNO-TECHNICZNE

37. Chemik	54,—	27,—	13,50	18,—	9,—	4,50
38. Gospodarka Łączności	54,—	27,—	13,50	—	—	—
39. Gospodarka Węglem	36,—	18,—	9,—	—	—	—
40. Horyzonty Techniki	36,—	18,—	9,—	—	—	—
41. Kinotechnik	36,—	18,—	9,—	—	—	—
42. Mechanik	108,—	54,—	27,—	36,—	18,—	9,—
43. Motoryzacja	60,—	30,—	15,—	18,—	9,—	4,50
44. Przegląd Kolejowy Drogowy	36,—	18,—	9,—	—	—	—
45. Przegląd Kolejowy Elektro-techniczny	36,—	18,—	9,—	—	—	—
46. Przegląd Kolejowy Mechaniczny	36,—	18,—	9,—	—	—	—
47. Przegląd Kolejowy Ruchowo-Handlowy	36,—	18,—	9,—	—	—	—
48. Radioamator	48,—	24,—	12,—	—	—	—
49. Technik Przemysłu Spożywczego	36,—	18,—	9,—	—	—	—
50. Transport	72,—	36,—	18,—	—	—	—
51. Wiadomości Elektrotechniczne	36,—	18,—	9,—	18,—	9,—	4,50
52. Wiadomości Telekomunikacyjne	36,—	18,—	9,—	18,—	9,—	4,50
53. Wiadomości Górnicze	54,—	27,—	13,50	18,—	9,—	4,50
54. Wiadomości Hutnicze	54,—	27,—	13,50	18,—	9,—	4,50
55. Włókiennictwo	36,—	18,—	9,—	—	—	—

Przy czasopismach: „Gospodarka Łączności”, „Odzież”, „Ochrona Pracy”, „Przegląd Kolejowy”, „Technika i Gospodarka Morska”, „Gospodarka Węglem”, „Horyzonty Techniki”, „Kinotechnik”, „Przegląd Kolejowy Drogowy”, „Przegląd Kolejowy Elektrotechniczny”, „Przegląd Kolejowy Mechaniczny”, „Przegląd Kolejowy Ruchowo-Handlowy”, „Radioamator”, „Technik Przemysłu Spożywczego”, „Transport” i „Włókiennictwo” — ze względu na niskie ceny obowiązuje tylko prenumerata normalna.

PRENUMERATA NORMALNA

Zgłoszenia na prenumeratę normalną na rok 1955 przyjmują urzędy pocztowe oraz listonosze miejscy i wiejscy. Ponadto można zamawiać prenumeratę normalną przez wpłacanie należności na odpowiednie konto przekazem PKO.

PRENUMERATA ULGOWA

A. CZASOPISMA NAUKOWO-TECHNICZNE

Z prenumeraty ulgowej czasopism naukowo-technicznych na rok 1955 korzystać mogą jedynie:

- 1) członkowie stowarzyszeń naukowo-technicznych zrzeszonych w NOT,
- 2) członkowie Klubów Techniki i Racjonalizacji,
- 3) studenci szkół wyższych

B. CZASOPISMA POPULARNO-TECHNICZNE

Z prenumeraty ulgowej czasopism popularno-technicznych na rok 1955 korzystać mogą:

- 1) członkowie stowarzyszeń naukowo-technicznych,
- 2) członkowie Klubów Techniki i Racjonalizacji,
- 3) studenci szkół wyższych,
- 4) uczniowie szkół zawodowych.

Sposób zamawiania prenumeraty ulgowej

Zamówienia na prenumeratę ulgową powinny być sporządzane zbiorowo, imiennie, z podaniem dokładnego adresu oraz okresu prenumeraty, na każdy tytuł oddzielnie.

Zamówienia te, łącznie z należnościami, przyjmować będą koła zakładowe, a od członków niezrzeszonych w kołach — oddziały stowarzyszeń naukowo-technicznych, przekazując je w odpowiednich terminach bezpośrednio do PPK „Ruch” w Warszawie, Stalinogrodzie lub Łodzi, w zależności od miejsca wychodzenia czasopisma.

Analizyczny tryb postępowania obowiązuje studentów i uczniów szkół zawodowych z tym, iż na uczelniach prenumeratę przyjmować będą koła naukowe uczelni, a w szkołach zawodowych — dyrekcja szkoły.

Terminy składania zgłoszeń na prenumeratę ulgową

Nieprzekraczalny termin przekazania zamówień i należności do PPK „Ruch” na I kwartał 1955 r. przez koła zakładowe, oddziały stowarzyszeń naukowo-technicznych, koła naukowe uczelni i dyrekcje szkół — upływa 1 grudnia 1954 r. (obowiązuje data stempla pocztowego).

Zamówienia na następne kwartały 1955 r. należy zgłaszać w terminach:

II kwartał — do 1 marca 1955 r.

III kwartał — do 1 czerwca 1955 r.

IV kwartał — do 1 września 1955 r.

Należność za wszystkie rodzaje prenumerat wpłacać należy na następujące konta

dla czasopism: poz. 1, 2, 4, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 33, 34, 35, 36, 38, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52

PPK „Ruch”, Warszawa, Centralna Ekspedycja, Srebrna 12, konto PKO Nr I-110/14600

dla czasopism: poz. 14, 24, 25, 32, 55

Oddział PPK „Ruch” w Łodzi, konto PKO Nr VII-579/110

dla czasopism: poz. 3, 5, 10, 13, 20, 23, 37, 39, 53, 54
Oddział PPK „Ruch”, Stalinogród, konto PKO Nr III-17763/110

UWAGA: Przy zamawianiu prenumeraty czasopism technicznych prosimy podawać dokładnie: nazwisko, adres, okres prenumeraty oraz tytuł czasopisma.