

PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

ORGAN STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH
CENTRALNEGO ZARZĄDU ENERGETYKI, CENTRALNEGO ZARZĄDU PRZEMYSŁU MASZYN ELEKTRYCZNYCH
CENTRALNEGO ZARZĄDU PRZEMYSŁU KABLOWEGO

ROK XXVIII

ZESZYT 10

21.X.1952

FRONT NARODOWY

jest jednością działania wszystkich Polaków, którzy chcą gospodarczego i kulturalnego rozkwitu Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej, szybkiego wzrostu jej siły oraz dobrobytu wszystkich ludzi pracy;

jest jednością działania wszystkich, którzy chcą utrwalenia pokoju i niepodległości Ojczyzny;

jest jednością działania tych wszystkich, którzy chcą, aby znikł wszelki wyzysk pracy, aby każdy służył narodowi według zdolności i otrzymywał zapłatę według pracy;

jest jednością działania wszystkich Polaków, którzy chcą aby Polska — „wolna wśród wolnych, równa wśród równych i wspierających się wzajemnie narodów” — otoczona była gorącą przyjaźnią i szacunkiem całej postępowej ludzkości, wnosząc swój wkład do walki o pokój, postęp i sprawiedliwość społeczną;

jest jednością wszystkich, którzy gotowi są oddać swe myśli, zapał i siły walce o zwycięskie wykonanie historycznych planów narodowych — planów uprzemysłowienia i wszechstronnego rozwoju Polski.

Kto staje w szeregach Frontu Narodowego, kto wzmacnia jego jedność i przyczynia się do osiągnięcia jego wielkich i sprawiedliwych celów — jest patriotą.

Niech dzień 26 października zadokumentuje zjednoczenie wszystkich ludzi pracy, wszystkich patriotów we Froncie Narodowym, któremu przewodzi wielki budowniczy Polski Ludowej — Bolesław Bierut.

II KONGRES INŻYNIERÓW I TECHNIKÓW POLSKICH

uchwalił 29 września 1952 r.:

W ofiarnej pracy ramię w ramię z klasą robotniczą, wspólnie z całym narodem pod przewodnictwem organizatora naszych zwycięstw — Polskiej Zjednoczonej Partii Robotniczej — nieugięcie wcielać będziemy w życie wzniosłe idee programu Frontu Narodowego.

Nie ma i nie może być inżyniera czy technika-patrioty, którego by nie napawały dumą wspaniałe osiągnięcia Planu 6-letniego.

Nie ma i nie może być inżyniera czy technika-patrioty, którego nie porwałyby wspaniałe perspektywy Planu 5-letniego zbudowania potężnych baz energetycznych, uregulowania rzek, wprzęgnięcia sił przyrody w służbę człowieka.

Tej wielkiej sprawie budowy Polski silnej i radosnej, Polski Socjalistycznej — my inżynierowie i technicy oddamy całą swą wiedzę i pracę, swoje myśli i swoje serca.

Naszym programem jest program Frontu Narodowego, program zjednoczonego narodu polskiego, budującego nowe szczęśliwe jutro.



SPIS RZECZY

Elektrycy polscy kroczą w szeregach Frontu Narodowego w walce o pokój i socjalizm.

Łukomski H. Odgromniki zaworowe.

Gładysz W. Zagadnienie urządzeń elektroenergetycznych w zakładach przemysłowych z punktu widzenia pewności ruchu.

Hruša J. Regulator jazdy do maszyn wyciągowych z silnikiem asynchronicznym.

Dobrowolski T. Obliczanie natężeń oświetlenia od lamp fluoryzujących.

Nazarewski J. Sposoby podnoszenia wartości technicznej ruchu racjonalizatorskiego.

Baran I. Wypadki przy pracy w przemyśle elektrotechnicznym i energetyce.

Mazur M. Zagadnienie reformy terminologii oporności.

Odzużlanie kotłów w ruchu za pomocą lanc wodnych i za pomocą proszku chemicznego.

Biuletyn Instytutu Elektrotechniki:

Uogólnienie zasady zastępczej siły elektromotorycznej i jej zastosowanie w analizatorowych obliczeniach prądów zwarciovych.

Wydawnictwa nadesłane.

Przegląd Bibliograficzny Elektrotechniki.

СОДЕРЖАНИЕ

Польские электрики в рядах Народного Фронта в борьбе за мир и социализм.

Лукомский Х. Вентильные разрядники.

Гладыш В. Проблемы электро-энергетических установок в промышленных предприятиях с точки зрения надежности эксплуатации.

Хруша И. Регулятор хода подъемных машин с асинхронным двигателем.

Добровольский Т. Расчет освещенности, получаемой от люминесцентных ламп — открытых и снабженных арматурой.

Назаревский Е. Способы повышения технической пользы от рационализаторского движения.

Баран И. Несчастные случаи при работе в электротехнической промышленности и в энергетике.

Мазур М. Вопросы терминологии „сопротивления”.

Очистка котлов от шлака при помощи водяных „пик” и химических порошков.

Бюллетень Электротехнического Института:

Обобщение принципа электродвижущей силы замещения и применение его при подсчете токов короткого замыкания с помощью анализатора.

Поступившие публикации.

Библиографический Обзор Электротехники.

CONTENTS

Polish electrical engineers in the ranks of the National Front in the struggle for peace and socialism.

Łukomski H. Valve arresters.

Gładysz W. The problem of electric power equipment in industrial enterprises from the point of reliability of operation.

Hruša J. Speed governor for asynchronous motor-driven hoisting machines.

Dobrowolski T. Computation of illumination from bare fluorescent tubes and from tubes mounted in fixtures.

Nazarewski J. The means of raising the technical value of the rationalisation movement.

Baran I. Accidents during work in the electrical engineering and power industries.

Mazur M. The problem of reform in the terminology of resistance and allied terms.

Slag removal from boilers during operation by means of water lances and by means of chemical powders.

Bulletin of the Electrotechnical Institute:

Generalisation of the principle of equivalent electromotive force and its application in network analyser computations of short circuit currents.

Publications received.

Electrotechnical Bibliography Review.

Sesja naukowa poświęcona miernictwu elektrycznemu

W dniach 12, 13 i 14 grudnia 1952 odbędzie się na Politechnice Wrocławskiej Sesja Naukowa na temat: Elektryczne metody pomiarowe w produkcji, laboratorium i dydaktyce.

Sesja ma na celu zobrazowanie stanu obecnego, potrzeb i możliwości na przyszłość elektrycznych metod pomiarowych w zastosowaniu do poszczególnych dziedzin nauki i techniki polskiej.

Zgłoszenia uczestnictwa przyjmuje oraz informacji udziela Rektorat Politechniki Wrocławskiej, Wybrzeże Wyspiańskiego 27, Wrocław.

W adresie należy zaznaczyć: „Dotyczy Sesji Naukowej”.

PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

ORGAN STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH
CENTRALNEGO ZARZĄDU ENERGETYKI, CENTRALNEGO ZARZĄDU PRZEMYSŁU MASZYN ELEKTRYCZNYCH
CENTRALNEGO ZARZĄDU PRZEMYSŁU KABLOWEGO

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

Rok XXVIII

Warszawa, 21 października 1952 r.

Zeszyt 10

Elektrycy polscy kroczą w szeregach Frontu Narodowego w walce o pokój i socjalizm

I. Rola elektrotechniki w gospodarce narodowej

„Wielkie, historyczne zwycięstwo narodu polskiego osiągnięte w ciągu ośmiu lat niepodległości opierają się na tym, że — dzięki wyzwoleniu naszego kraju przez Armię Radziecką i walczące u jej boku Wojsko Polskie — klasa robotnicza pod przewodnictwem Polskiej Partii Robotniczej, w sojuszu z masami chłopów pracujących, wzięła władzę w ręce i przezwyciężając wiekowe zacofanie kraju podjęła wielkie dzieło budowy socjalizmu w Polsce”. Tak głosi program wyborczy Frontu Narodowego.

Do przezwyciężenia naszego wiekowego zacofania, do zbudowania socjalizmu w Polsce Ludowej, do stworzenia z niej państwa ludzi pracy — suwerennego, silnego, postępowego — konieczne są mocne podstawy gospodarcze, niezbędne jest głębokie uprzemysłowienie kraju. Wielką i odpowiedzialną rolę w wykonaniu tego zadania przypada nam — technikom i inżynierom polskim. Dziś, kiedy naród w ramach gospodarki społecznej pomyślnie realizuje wieloletnie plany państwowe, inżynier i technik polski może i powinien oddać swe zdolności i siły w służbę narodu, wiążąc swoją pracę z wysiłkami całego ludu pracującego — robotnika i chłopca.

Aby technik i inżynier polski szybko i z jak najlepszym wynikiem spełniał swe zadania w dziele uprzemysłowienia kraju, trzeba, żeby w pracy swej opierał się na technice najnowocześniejszej, żeby korzystał z ostatnich zdobyczy nauki i postępu technicznego w innych krajach, a przede wszystkim w ZSRR; trzeba, żeby również sam otwierał nowe drogi postępu. Zachętą do tego wysiłku powinien być przykład racjonalizatorów i wynalazców spośród klasy robotniczej oraz świadomość należytej oceny przez Państwo Ludowe twórczego wysiłku naukowego i technicznego, oceny w formie nagród państwowych lub innych dowodów uznania.

Właściwy obraz zadań stojących przed nami — elektrykami i naszych możliwościach sprostań tym zadaniom otrzymamy, rzuciwszy okiem na nasze osiągnięcia w ciągu ośmiu lat budowy Państwa Ludowego i na dalsze wielkie plany budowania socjalizmu w Polsce.

W rozważaniach swych nad tym obrazem elektryk pamięta, że wyniki jego pracy odbijają się nie tylko na rozwoju samej elektrotechniki, ale stanowią podstawę i jeden z warunków ogólnego rozwoju gospodarczego państwa. Elektrotechnika i jej gospodarcze zastosowanie — elektryfikacja kraju — mają kluczowe znaczenie nie tylko w historycznym okresie komunizmu, jak to dobitnie powiedział Lenin, ale również w okresie budowy podstaw socjalizmu.

Budowa nowego ustroju Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej, ustroju, który zapewni dobrobyt ludziom pracy i bujny rozwój życia kulturalnego, odbywa się i odbywać się będzie przy wyraźnym udziale elektrotechniki polskiej. Stwarzamy podstawę materialną i środki techniczne do zwiększenia wydajności pracy, do zmniejszenia rozpiętości między pracą fizyczną i umysłową, do szerokiego i szybkiego rozpowszechniania zdobyczy kulturalnych. Biorąc czynny udział wraz z całym zjednoczonym narodem w budowie szczęśliwego pokojowego jutra, przyczyniamy się przez rozwój polskiej elektroenergetyki i polskiego przemysłu elektrotechnicznego do wzmocnienia siły i obronności kraju.

W pracy swej nad rozwojem polskiej energetyki i polskiego przemysłu elektrotechnicznego korzystamy z pośredniej lub bezpośredniej pomocy radzieckiej. Pomoc

pośrednia to przede wszystkim bardzo bogata literatura techniczna w wydawnictwach książkowych i czasopiśmach. Cechuje ją nie tylko wysoki poziom naukowy, ale i wielka konkretność, realność, ściśle powiązanie teorii z praktyką.

Bezpośrednia pomoc techniczna, oparta na umowie o współpracy gospodarczej, przybiera najróżnorodniejsze formy. Od ekspertyz wybitnych fachowców radzieckich do studiów i praktyk produkcyjnych naszych inżynierów i techników w uczelniach, instytutach i zakładach przemysłowych Związku Radzieckiego. Od konsultacji w poszczególnych, specjalnie trudnych, zagadnieniach technicznych do dostawy dokumentacji konstrukcyjnej czy produkcyjnej z pełną recepturą technologiczną, do dostawy kompletnych projektów budowy lub rozbudowy niektórych naszych obiektów przemysłowych.

Oprócz tego otrzymujemy pomoc w naszej rozbudowie przemysłowej w postaci dostaw kompletnych maszyn i urządzeń produkcyjnych, szeregu cennych surowców, a w okresie przejściowym również i półfabrykatów.

II. Nauka elektrotechniczna

Kongres Nauki Polskiej wykazał jasno, że polski przemysł międzywojenny, oparty na kapitale prywatnym i w dużej mierze zagranicznym, celowo otoczony był pustką w dziedzinie podbudowy naukowej. Pustkę tę wypełniła Polska Ludowa nie szczędząc środków materialnych. Liczba politechnik zwiększyła się pięciokrotnie, a liczba katedr w jeszcze większym stopniu. Większość z nich rozpoczęła lub rozpoczyna pracę naukową, opartą na planach długofalowych. Główny potencjał naukowy wytworzył się w Instytucie Elektrotechniki, związanym organizacyjnie z przemysłem ciężkim, a obejmującym całość badań elektrotechnicznych z wyjątkiem kabli, elektrotechniki rolniczej i elektrochemii.

Z największych wykwipowań do pracy naukowej w elektrotechnice wymienić należy:

- a) nowoczesne analizatory prądu stałego i zmiennego Politechniki Wrocławskiej i Instytutu Elektrotechniki;
- b) jeden z największych generatorów udarowych w Europie na 2,8 MV, 32 kWs (Instytut Elektrotechniki);
- c) sieciowe laboratorium zwarciowe (Instytut Elektrotechniki).

Z polskich prac naukowych zakończonych możemy pochwalić się następującym dorobkiem:

- 1) opracowanie elektromagnetycznego badania lin stalowych (nagr. państw.);
- 2) nowe koncepcje w dziedzinie wyładowań piorunowych;
- 3) opracowanie konstrukcji i rozpoczęcie w Polsce produkcji transformatorów trójfazowych o mocy 40 MVA (nagr. państw.);
- 4) opracowanie analizatorów dla potrzeb energetyki (nagr. państw.);
- 5) opracowanie pełnej dokumentacji technologii oraz uruchomienie seryjnej produkcji odgromników zaworowych dla napięć od 0,5 do 30 kV (nagr. państw.);
- 6) opracowanie konstrukcji i uruchomienie produkcji ognioszczelnych silników i aparatów elektrycznych typu górniczego (nagr. państw.);
- 7) opracowanie i zastosowanie w przemyśle metody elektroiskrowego utwardzania narzędzi oraz anodowo-mechanicznego cięcia metali (nagr. państw.);

8) opracowanie konstrukcji wyłączników do samoczynnego ponownego włączania (nagr. państw.);

9) koncepcja i wykonanie powłeczarki papieru bakielizowanego (nagr. państw.);

10) wybitne osiągnięcia racjonalizatorskie w dziedzinie konstrukcji, technologii i produkcji żarówek (nagr. państw.);

11) naukowe opracowanie koordynacji i izolacji szeregu stacji na 110 kV;

12) racjonalizacja oświetlenia elektrycznego w przemyśle włókienniczym;

13) opracowanie przewodów jezdnych stalowo-aluminiowych;

14) opracowanie metodyki prób udarowych transformatorów i konstrukcji odpornych na przebiegi atmosferyczne;

15) opracowanie konstrukcji i technologii izolatorów przepustowych kondensatorowych.

Lata dotychczasowe były w dużej mierze wypełnione tworzeniem środków podstawowych — laboratoriów, kształceniem kadr, kompletowaniem bibliotek. Stoimy przed okresem, w którym liczba prac naukowych i ich waga niewątpliwie przekroczy wszystkie dotychczasowe osiągnięcia.

III. Elektroenergetyka

Okres międzywojenny był dla elektroenergetyki polskiej okresem niemal kompletnego zastoju. Koncesjonariusze-monopolisci, przeważnie zagraniczni, aby uniknąć większych wkładów inwestycyjnych, hamowali wzrost spożycia energii elektrycznej za pomocą wysokich taryf. Większość urządzeń elektroenergetycznych sprowadzano z zagranicy, wskutek czego nasz przemysł rozwijał się słabo, a jego niewielka produkcja opierała się przeważnie na licencjach zagranicznych. Nawet projekty dla naszych elektrowni wykonywano za granicą. Wytwarzanie energii elektrycznej w ciągu siedmiu lat z rzędu (1929 — 1936) nie doznała żadnego przyrostu i doszła w ostatnim roku przedwojennym (1938) zaledwie do 114 kWh na głowę ludności.

Z przyczyn powyższych energetyka, którą Państwo objęło po wojnie, była w stanie wielkiego zacofania: w elektrowniach małe kotły i zespoły turbinowe, niskie ciśnienia i temperatury pary, mała średnia moc elektrowni, brak należytych rezerw, kotły przystosowane do spalania najlepszych gatunków paliwa, skojarzona gospodarka dopiero w załazku, w sieciach wielka różnorodność napięć, eksploatacja urządzeń na niskim poziomie. Wyzyskanie sił wodnych było odsuwane. Nikła była elektryfikacja wsi. Elektroenergetyka międzywojenna nie przyczyniała się więc w należytych stopniu do stałego i szybkiego rozwoju sił gospodarczych państwa.

Jakże odmienny jest obraz naszej powojennej elektroenergetyki.

Jeszcze na terenie Polski toczyły się ciężkie boje Armii Radzieckiej i Odrodzonego Wojska Polskiego z cofającym się okupantem, a już na obszarze, objętym przez polskie władze państwowe, rozpoczęła się odbudowa energetyki i jednocześnie praca nad stworzeniem jej nowych form organizacyjnych. W odbudowie bardzo zniszczonej elektrowni stołecznej wielką pomoc okazał nam zaraz po zakończeniu działań wojennych Związek Radziecki.

W ramach Planu 3-letniego doprowadzono w zasadzie odbudowę urządzeń energetycznych do końca; zbudowano pierwszą w Polsce linię na 220 kV, łączącą Łódź ze Śląskiem; stworzono nową organizację energetyki państwowej; podniesiono poziom eksploatacji zakładów energetycznych. Pierwszy nasz Plan 3-letni był wstępem do rozległych programów, które z rozmachem realizuje się w energetyce w ramach obecnego Planu 6-letniego*).

W okresie Planu 6-letniego polska energetyka ma nie tylko nadrobić swoje zaległości rozwojowe i zacofanie techniczne, będące pozostałością dawnej kapitalistycznej gospodarki, lecz musi również stanąć na takim poziomie, aby mogła zapewnić warunki rozwojowe dla całej szybko rozwijającej się gospodarki narodowej, a przede wszystkim dla przemysłu ciężkiego — przemysłu wytwarzania środków produkcji, dla górnictwa, hutnictwa, przemysłu maszynowego, chemicznego i innych. Rozwój

elektroenergetyki tworzy podstawę do szybkiego rozwoju elektryfikacji trakcji kolejowej — węzłów warszawskiego i gdańskiego, linii Warszawa-Katowice, magistrali piaskowej na Śląsku, jak również do rozwoju komunikacji miejskiej, w której metro warszawskie wysuwa się na pierwsze miejsce. Elektryfikacja wsi łącznie z wprowadzeniem napędu elektrycznego w rolnictwie również stawia rozległe zadania przed energetyką.

W okresie Planu 6-letniego moc maszyn elektrowni ma wzrosnąć 2-krotnie (o 2000 MW z górą), wytwarzanie roczna energii elektrycznej ma wzrosnąć 2,3 raza (ma przekroczyć 18 mld. kWh), a długość linii wysokonapięciowych ma zwiększyć się 2,5 raza.

Plan Sześcioletni przewiduje budowę i rozbudowę szeregu elektrowni ciepłych, jak Miechów, Zabrze, Jaworzno I, Jaworzno II, Stalowa Wola, budowę elektrowni wodnej w Dychowie, elektrowni-ciepłowni na Żeraniu w Warszawie i innych. Niektóre z tych obiektów, jak np. elektrownia Jaworzno I i Dychów, już zostały uruchomione.

Na szczególną uwagę, jako wielki obiekt budownictwa socjalistycznego, zasługuje elektrownia Jaworzno II. Szczytowy okres nasilenia prac budowlano-montażowych przy budowie tej elektrowni przypada na rok bieżący. W roku 1953 zakończy się pierwszy etap budowy, polegający na oddaniu do eksploatacji 3 kotłów i 2 turbozespołów oraz całości urządzeń wodnych i nawęglania. W najbliższych trzech latach moc elektrowni będzie znacznie powiększona. Budowę wykonywa się na podstawie radzieckiej dokumentacji technicznej z wyzyskaniem części istniejących budynków. Związek Radziecki dostarcza również maszyny i inne urządzenia elektrowni. Należy zaznaczyć, że na budowie tej wprowadzono po raz pierwszy w Polsce przy pomocy specjalistów radzieckich system blokowy montażu kotłów.

Wymieniona wyżej elektrownia-ciepłownia na Żeraniu będzie jedną z 6 ciepłowni, które powstaną w Warszawie w ciągu najbliższych 20 — 25 lat. Ciepłownia żerańska będzie uruchamiana stopniowo od 1953 do 1956 r. i będzie służyć do zdalnego ogrzewania osiedli, instytucji i przedsiębiorstw warszawskich. Budowa jest w całości oparta na radzieckiej dokumentacji i radzieckich dostawach urządzeń. Wiąże się z nią budowa miejskiej sieci przewodów ciepłych.

Budujemy elektrownie parowe stanowiące ostatni wyraz techniki: stosujemy ciśnienia 64, 80, a nawet 110 at z przepływem do 510°C; wydajność kotłów sięga 230 t/h, a moc turbozespołów 50 MW. Kotły są wyposażone w regulację samoczynną.

Dalszą wielką budową socjalizmu będzie zbiornik wodny i elektrownia na Dunajcu w okolicach Czorsztyna. Projekt jej jest w stadium opracowania. Przyszłe plany budownictwa hydrotechnicznego przewidują elektrownie wodne na Bugu i Wiśle*).

Organizację eksploatacji oparto w energetyce na naukowo opracowanych instrukcjach, uwzględniających nie tylko sprawność, ale i bezpieczeństwo człowieka pracy. Socjalistyczne współzawodnictwo stale podnosi poziom eksploatacji: skróca czas remontu urządzeń, daje oszczędność paliwa. Mamy nowe osiągnięcia w spalaniu gorszych gatunków węgla, czyszczeniu rusztów, usuwaniu żużli. Spalamy obecnie szlam i to nie tylko z bieżącej produkcji, ale i z hałd, zalegających od lat. Zużycie paliwa na 1 kWh w naszych nowych elektrowniach będzie 2 razy mniejsze niż było przed wojną.

Rozwój naszych sieci przesyłowych jest nie mniej imponujący. Sieci na napięciu 110 i 220 kV otrzymamy w ramach Planu 6-letniego około 100 km, a na napięciu poniżej 110 kV — kilka tysięcy kilometrów. Wszystko to z niezbędnymi stacjami transformatorowymi, rozdzielnicami i sieciami rozdzielczymi niskiego napięcia. Gospodarka energetyczna międzyokresowa będzie regulowana z jednego punktu rozrządowego.

W dziedzinie sieci elektrycznych średnich napięć postęp polega na redukcji napięć sieciowych, na wprowadzeniu nowoczesnego sprzętu sieciowego, na zastępowaniu samoczynnego ponownego włączania, nowoczesnych zabezpieczeń i nowoczesnych środków łączności. Praktyka nasza korzysta z badań dokonywanych na własnych analizatorach sieciowych. Dzięki rozbudowie sieci rozwija się elektryfikacja wsi i gospodarstw rolnych.

*) Por. inż. J. Łaskowski. Energetyka w Planie Sześcioletnim, Warszawa, 1952, PWT; również „Zadania elektrotechniki w Planie 6-letnim” (Przegl. Elektr., 1950, z. 7/8, str. 282) oraz szereg dalszych artykułów w PE z 1949, 1950 i 1951 r., poświęconych Planowi 6-letniemu.

*) Por. Jędrzykowski S. t. Nasze wielkie budowlę — дума i chluba narodu (Nowe Drogi, 1952, z. 8, str. 29).

Elektryfikacja powszechna, jako wspaniałe narzędzie do uprzemysłowienia kraju, będzie i u nas cennym środkiem do przebudowy całej gospodarki i będzie również u nas jednym z filarów, na których opiera się gospodarka społeczeństwa socjalistycznego.

IV. Przemysł maszyn i aparatów elektrycznych

Wyrazem dynamiki rozwoju przemysłu maszyn i aparatów elektrycznych w Polsce Ludowej jest wzrost produkcji pod względem wartości: w roku 1952 produkcja tego przemysłu wzrosła w stosunku do roku 1938 prawie ośmiokrotnie.

Równocześnie z ilościowym wzrostem nastąpiło rozszerzenie programu produkcji na nowe wyroby dotychczas w kraju nieprodukowane. Z ważniejszych dotychczasowych osiągnięć wymienić można: opanowanie produkcji dużych transformatorów na napięcie 110 kV w różnych wykonaniach (trójzwojennowe, z regulacją pod obciążeniem), uruchomienie produkcji szeregu typów silników i aparatów ognioszczelnych do urobku węgla (ładowarki, wrębiarki, przenośniki, kombajny), zapoczątkowanie produkcji maszyn i aparatów w wykonaniu morskim, rozwinięcie na szeroką skalę działu przemysłowych pieców elektrycznych (oporowych, indukcyjnych), zwiększenie zakresu mocy silników asynchronicznych i maszyn prądu stałego do rzędu kilku tysięcy kilowatów, stworzenie nowej gałęzi produkcji sprzętu elektrycznego dla motoryzacji.

Tak szybkie tempo rozwoju możliwe było jedynie w warunkach, które stworzył dla przemysłu ustrój Polski Ludowej.

Jednolita planowa gospodarka pozwoliła usunąć niezdrowe zjawisko nadmiernej różnorodności programów produkcyjnych poszczególnych fabryk, wyznaczyć im określone zadania i nadać określony typ produkcyjny. W konsekwencji prowadzi to do stopniowego zwiększania seryjności produkcji, doboru właściwego wyposażenia i coraz lepszego wykorzystania go.

Właściwa ocena kluczowej roli przemysłu maszyn i aparatów elektrycznych wywołała poważną akcję inwestycyjną, dzięki której, obok poważnej rozbudowy i modernizacji zakładów pozostałych z czasów przedwojennych, powstały nowe fabryki: wielkich maszyn elektrycznych, urządzeń grzejnych, materiałów izolacyjnych, transformatorów małej mocy, elektrycznego sprzętu motoryzacyjnego, małych silników asynchronicznych, sprzętu elektrycznego morskiego, aparatury niskiego napięcia, sprzętu sieciowego.

W okresie międzywojennym jawny udział kapitału zagranicznego w przemyśle elektrotechnicznym w Polsce wynosił ponad 70%; udział ukryty, a w związku z tym i głos decydujący był znacznie większy. Polska była traktowana jako kraj kolonialny, w którym przemysł rozbudowany jest jedynie z celem wyzyskania taniej siły roboczej. Przy bardzo wąskim asortymencie produkcji fabryk elektrotechnicznych w Polsce konstrukcja wyrobów i metody technologiczne oparte były na licencjach fabryk zagranicznych. Nieliczne i słabe były biura konstrukcyjne, brak było laboratoriów badawczych. Hamowało to rozwój polskiej myśli i praktyki konstrukcyjnej i powodowało, że rzeczywisty wkład polskiej techniki w postęp konstrukcji elektrotechnicznych był znikomy i nie odpowiadał przygotowaniu i kwalifikacjom polskich inżynierów i techników.

Dziś, jak stwierdza program wyborczy Frontu Narodowego, „inteligenca wyzwolona z poniżającej zależności od burżuazji znalazła dzięki władzy ludowej szerokie możliwości rozwoju i zastosowania swych zdolności twórczych, stała się niezbędną i cieszącą się szacunkiem częścią składową wielkiej armii budowniczych nowej Polski”. Rozbudowa biur projektowych i konstrukcyjnych, stworzenie Instytutu Elektrotechniki, bliiski kontakt przemysłu z wydziałami elektrycznymi wyższych uczelni umożliwiają szybki i racjonalny rozwój przemysłu elektrotechnicznego.

Równolegle z uzdrowieniem sytuacji w dziedzinie konstrukcyjnej unowocześniono metody pracy w zakładach wytwórczych przede wszystkim w trzech kierunkach:

1) Wprowadzenie potokowości produkcji, stworzenie linii i gniazd obróbkowych. Potokowość produkcji wprowadzono przy montażu liczników, sprzętu instalacyjnego, wyłączników małej mocy, małych silników asynchronicznych;

linię obróbkową zastosowano przy obróbce wałów, kadłubów i tarcz małych silników.

2) Mechanizacja robót pracochłonnych. Polega ona na wprowadzeniu na szeroką skalę odlewów pod ciśnieniem, stosowaniu samoczynnych nawijarek, szlifierek bezkłowych, mechanicznych formierek (w odlewniach), mechanicznych mieszarek piasku formierskiego, urządzeń mechanicznych do produkcji materiałów izolacyjnych itp.

3) Stosowanie nowoczesnych metod technologicznych. Wymienić tu można stałe zwiększanie onarzędziowania wyrobów seryjnych, zwiększanie szybkości skrawania (do 100 mm/sek. przy toczeniu), zapoczątkowanie obróbki elektroiskrowej, cięcie metodą elektrostykową, stosowanie wykrojników kompletnych i wielooperacyjnych, cyjanowanie i chromowanie narzędzi skrawających, stosowanie ciągów przewijanych przy tłoczeniu, przejście na uzwojenia dwuwarstwowe w silnikach wysokiego napięcia, wprowadzenie odlewów kokilowych i szereg innych.

Dobre rezultaty dało nieznanne przedtem w przemyśle polskim, a wzorowane na przemyśle radzieckim, powszechne wprowadzenie i uporządkowanie przepisów i recept technologicznych. Praca zespołów opracowań technologicznych w fabrykach przemysłu maszyn elektrycznych umożliwiła nie tylko podwyższenie wydajności i poprawienie jakości we własnym zakładzie pracy, ale dała podstawy do wymiany doświadczeń, a przez to podniesienie poziomu pracy w fabrykach zafacanych.

W trosce o właściwe wyzyskanie środków produkcji, stanowiących własność społeczną, zwrócono baczną uwagę na stopień wyzyskania maszyn i ich konserwację. Przez zwiększenie zmianowości i zredukowanie przesto-
jów obserwuje się stały postęp: stopień wyzyskania maszyn podniósł się w ciągu 2 lat ostatnich z 60% do 72%.

Przeszkolono kadry pracowników remontowych i zorganizowano remonty planowe. Jakkolwiek akcji tej nie można uważać za zakończoną, przeciętny czas przestoju obrabiarek w ciągu ostatniego roku zmniejszył się do połowy.

Poważną dźwignią w rozwoju przemysłu elektrotechnicznego stały się współzawodnictwo i ruch racjonalizatorski. Liczba zrealizowanych projektów racjonalizatorskich stale wzrasta (w latach 1949 — 1952 przeszło dwukrotnie), dając oszczędności, sięgające w ciągu roku kilkunastu milionów złotych.

Wynikiem opisanych wyżej nowych form pracy przemysłu maszyn i aparatów elektrycznych jest wzrost wydajności, mierzony wartością wyprodukowanych rocznie wyrobów na 1 pracownika: wydajność ta jest w r. 1952 dwukrotnie większa niż w 1938 r.

Założenia rozwojowe przemysłu maszyn i aparatów elektrycznych do końca Planu 6-letniego przewidują dalsze rozszerzenie programu produkcyjnego na następujące ważniejsze wyroby: a) prądnice na 25 MW do turbin parowych; b) wirujące kompensatory fazy o mocy biernej do 15 kVar; c) prostowniki rtęciowe jednoanodowe (dla metra); d) wyposażenie elektryczne (silniki i aparatura) dla trakcji dalekobieżnej i dla metra; e) aparatura na napięcie 110 kV: wyłączniki powietrzne, odgromniki; f) przekładniki do zabezpieczenia prądnic, linii i silników (ochrony ziemnozwarciowe, kierunkowe); g) maszyny i aparaty do napędu maszyn wyciągowych górniczych o mocy 1600 kW w układzie Leonarda; h) przyrządy samopiszące i podstawowe aparaty do automatyki pomiarowej i regulacyjnej dla temperatury, ciśnienia, przepływu cieczy; i) aparatura i urządzenia do mechanizacji pracy w kopalniach i automatyzacji procesów hutniczych.

Szereg wstępnych prac z tego programu już uruchomiono; w większości przypadków rozwiązania będą się opierać na najbardziej nowoczesnych konstrukcjach radzieckich.

Pod względem ilościowym globalna produkcja planowana na rok 1955 przewyższa przeszło dwukrotnie produkcję roku 1952.

V. Przemysł kablowy

Rozwój odrodzonego przemysłu kablowego po wyzwoleniu kraju szedł podobną drogą, jak rozwój przemysłu maszyn i aparatów elektrycznych. Maszyny i urządzenia w objętych fabrykach były zdevastowane więcej niż w 40%. Dzięki dużemu wysiłkowi robotników i tech-

ników fabryki zostały uruchomione już w 1946 r. Po uruchomieniu fabryk nastąpił okres wyteżonej pracy przy przebudowie zakładów dla wprowadzenia brakujących urządzeń socjalnych i zapewnienia większego bezpieczeństwa i higieny pracy, a jednocześnie potaniaenia produkcji przez skomasowanie fabryk i ustalenie prawidłowych przebiegów produkcyjnych.

Cechą charakterystyczną rozwoju przemysłu kablowego w ostatnich latach jest walka o oszczędność, zwłaszcza w stosowaniu materiałów deficytowych, przy czym w jednym tylko roku 1951 oszczędności metali kolorowych w przemyśle kablowym osiągnęły 1450 t o wartości 15 mln. złotych.

Ruch racjonalizatorski w przemyśle kablowym, znamienny stale wzrastającą liczbą wniosków i pomysłów (575 w r. 1950, 620 w r. 1951, 401 w pierwszej połowie roku 1952), pociąga za sobą inżynierów i techników tego przemysłu, którzy nowocześniejszymi zobowiązaniami, podjętymi dla wyrażenia solidarności z programem wyborczym Frontu Narodowego i dla uczczenia XIX Zjazdu WKP(b) dokumentują swój udział we wspólnej z całym narodem walce o socjalizm i pokój.

Przemysł kablowy Polski Ludowej może poszczycić się wielkimi osiągnięciami produkcyjnymi i technicznymi, jak świadczą następujące liczby, podające wartość produkcji tego przemysłu w procentach:

1938	1946	1947	1948	1949	1950	1951	1952
100%	61%	121%	186%	268%	435%	512%	572%

(przewid.)

Należy nadmienić, że przedwojenny przemysł kablowy pokrywał całkowicie potrzeby kraju i 6-krotny wzrost produkcji w tej gałęzi świadczy wymownie o dynamice rozwojowej gospodarki Państwa Ludowego, a przecież mimo blisko 6-krotnego wzrostu produkcji potrzeby gospodarki państwowej zaspokojone są przez nasz przemysł kablowy dopiero w 70%.

Osiągnięte rezultaty produkcyjne wynikają nie wyłącznie z inwestycji maszynowo-budowlanych, lecz również z racjonalnego i daleko posuniętego wyzyskania maszyn (92%) oraz ze wzrostu wydajności w wyniku współzawodnictwa, ruchu racjonalizatorskiego i nowoczesnych metod organizacji produkcji. Dowodem tego jest następujący wzrost wydajności (w złotych na 1 robotniko-godzinę), przedstawiony w procentach:

1938	1946	1947	1948	1949	1950	1951	1952
100%	90%	121%	136%	172%	235%	248%	251%

Wzrost wydajności 2½-krotny w stosunku do wydajności z okresu przedwojennego nie mógł być spowodowany czynnikami mechanicznymi. Zawdzięczamy go entuzjastom w masach robotniczych do twórczej pracy w nowych warunkach. Najważniejszym osiągnięciem załóg fabrycznych było wprowadzenie i upowszechnienie ruchu współzawodnictwa, który przybrał różnorodne formy i w poważnej mierze przyczynił się do sukcesów przemysłu kablowego.

Postęp techniczny w przemyśle kablowym, znikomy w latach przedwojennych (produkcja licencyjna), nabrał ogromnego rozmachu w okresie powojennym. W latach 1950 — 1952 uruchomiono produkcję szeregu nowych asortymentów, z których należy wymienić: druty nawojowe w izolacji z włókna szklanego i azbestu, druty nawojowe do silników głębinowych, kable bagrowe, kable morskie dla nurków, kable TKI w igielicie, DG w igielicie, przewody gołe bimetalowe (Cu + Fe), druty jezdne stalowo-aluminiowe, przewody wrębówkowe o nowej bezpiecznej konstrukcji, druty schematowe ekranowane folią, przewody strzelnicze w igielicie, przewody aldrejowe itp.

W przemyśle akumulatorowym i baterijkowym uruchomiono produkcję nowych typów baterii trakcyjnych, morskich, teletechnicznych i lotniczych oraz zupełnie nową produkcję akumulatorów zasadowych. Droga usprawnień technicznych podniesiono znacznie wydajność wielu maszyn produkcyjnych, zrewidowano i ulepszone procesy technologiczne.

Skonstruowano dla własnych fabryk i wyprodukowano we własnym zakresie szereg maszyn i urządzeń, a przecież w okresie przedwojennym produkcja maszyn kablowych u nas nie istniała i całe wyposażenie maszynowe było importowane z zagranicy. Z najważniejszych zaprojektowanych i wykonanych w kraju maszyn należy wymienić: oprędkarki do izolowania drutów nawojowych przedzą szklaną i przedzą włóknistą, piece do ema-

liowania drutów, ciągarki drutu, skrucarki linek i przewodów, maszyny do cięcia kauczuku, przewijarki drutu, nakładarki gumy, suszarki kabli, maszyny do rozbierania złomu kablowego. Opracowanie tyłu nowych konstrukcji maszyn wobec braku doświadczenia w tej dziedzinie i szczupłości kadr konstruktorskich należy uważać za wielki sukces.

Celem zmniejszenia wysiłku ludzkiego usprawniono i zmechanizowano w fabrykach kablowych transport międzyoperacyjny i międzywydziałowy, a w przemyśle akumulatorowym i baterijkowym wprowadzono produkcję taśmową. Modernizacji i skróceniu poddano szereg przebiegów technologicznych zarówno w wyrobie kabli (nasycanie, suszenie i inne), jak i w produkcji akumulatorów.

Najpoważniejsze niewątpliwie sukcesy osiągnął przemysł kablowy w dziedzinie oszczędności materiałowych, jak świadcza przytoczone wyżej liczby. Na oszczędności te złożyło się: zastosowanie stopu Pb-Zn zamiast stopu Pn-Sn na płaszcze ołowiane; wprowadzenie przewodów instalacyjnych aluminiowych zamiast miedzianych; zastosowanie gumy bez wolnej siarki, eliminujące cynowanie żył przewodów miedzianych; wprowadzenie dolnych tolerancji w produkcji drutów miedzianych i aluminiowych; zastosowanie większego skoku skrętu linek przewodowych, dające oszczędności miedzi i aluminium; zmniejszenie grubości płaszczy ołowianych w szeregu typów kabli; przejście na mniejsze średnice ośrodka kabli TKM przy zwiększeniu dotychczasowej pojemności; wielostronne zastosowanie igielitu w konstrukcji kabli i przewodów zamiast surowców deficytowych, jak ołów, bawełna itp.

Niekompletne to wyliczenie daje obraz wysiłku racjonalizatorskiego robotników, techników i inżynierów i pozwala rokować dalsze sukcesy w dziedzinie oszczędzania materiałów.

Dla scentralizowania i usystematyzowania zagadnień postępu technicznego utworzono w przemyśle kablowym Centralne Biuro Konstrukcji Kablowych, które dało już bardzo poważny wkład w rozwój przemysłu. Do najkapitałniejszych zagadnień należało opracowanie i zmodernizowanie dokumentacji technicznej całego przemysłu kablowego, co w znacznej mierze zostało już przez to biuro wykonane, przy czym na pierwszy plan wysunięto techniczne normy materiałowe.

Poważnym czynnikiem do unowocześnienia wyposażenia przemysłu kablowego było utworzenie przy jednej z naszych fabryk kablowych ośrodka maszynowego. Zaprojektowana rozbudowa istniejących fabryk winna zaspokoić całkowicie potrzeby gospodarki krajowej w Planie 6-letnim. Budowę nowych zakładów kablowych i akumulatorowych przewiduje się w następnym 5-leciu i w tym kierunku rozpoczęto prace projektowe.

VI. Wnioski

Możliwości rozwojowe energetyki i przemysłu elektro technicznego wzrastają w Polsce Ludowej z każdym rokiem. Całkowite wykonanie Planu 6-letniego wyniesie nas na poziom, z którego dalszy postęp w rozwoju naszej gospodarki będzie łatwiejszy i jeszcze szybszy.

Porywający obraz dzisiejszego postępu w elektrotechnice zapala ogół elektryków do dalszej wyteżonej pracy, do dalszych osiągnięć.

Ogromne zadania stojące przed nami, elektrykami, wymagają od nas nie tylko wysokiego poziomu technicznego i wielkiej pracowitości, ale również należytego uświadomienia politycznego, dzięki któremu zrozumiemy właściwie swą twórczą rolę w budowie przyszłości narodu, swój pożyteczny wkład w budowę socjalizmu i walkę o pokój.

Widzimy dziś swe miejsce wśród tych Polaków, którzy, jak głosi program Frontu Narodowego, chcą gospodarczego, kulturalnego rozkwitu Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej, szybkiego wzrostu jej siły oraz dobrobytu wszystkich ludzi pracy.

Jesteśmy we wspólnym Froncie Narodowym, bo jest on jednością wszystkich, którzy gotowi są oddać swe myśli, zapał i siły walce o zwycięskie wykonanie historycznych planów narodowych — planów uprzemysłowienia i wszechstronnego rozwoju Polski.

W zespolonym Froncie Narodowym i w narastających dzięki owocnej pracy siłach naszych tkwi ostoja pokoju.

MGR INŻ. HIERONIM ŁUKOMSKI
Zakł. Wytw. Apar. Wys. Nap.

Odgromniki zaworowe*) 621.316.933:621.3.015.3:551.594.838

Treść. Omówiono powstawanie przepięć atmosferycznych. Podano wartości charakterystyczne piorunów i fal udarowych. Rozpatrzono zadania i warunki pracy odgromników zaworowych. Opisano budowę i sposób działania tych odgromników ze szczególnym uwzględnieniem odgromników produkcji krajowej.

Вентильные разрядники. Возникновение атмосферных перенапряжений. Характеристика волн прямого удара молнии. Рассмотрены задачи и условия работы вентильных разрядников. Описана их конструкция и способ действия, при чем обращено особое внимание на разрядники отечественного производства.

Valve arresters. The article deals with the occurrence of over-voltage of atmospheric origin. Characteristic values of lightning discharges and surges. Review of the purposes and operating conditions of valve arresters. Description of design and working principle of these arresters with particular reference to Polish-made types.

I. PRZEPĘCIA ATMOSFERYCZNE

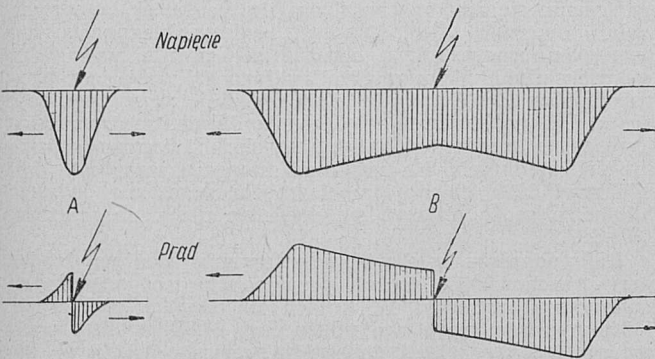
1. Powstawanie przepięć atmosferycznych.

W chmurach w sposób jeszcze niedostatecznie poznany mogą gromadzić się przestrzenne ładunki elektryczne [1, 2, 3]. Kiedy następuje rozładowanie chmury, mamy zjawisko pioruna. Pioruny są przyczyną „przepięć atmosferycznych” w liniach. Przepięcia te mogą powstawać na skutek bezpośredniego uderzenia pioruna w linię, albo drogą indukcji spowodowanej uderzeniem pioruna w pobliżu linii, albo na skutek nagłego rozładowania się chmury znajdującej się nad linią. We wszystkich tych przypadkach powstaje w linii miejscowe spięzzenie się ładunku elektrycznego, a więc wzrost napięcia.

Badania przeprowadzone około roku 1930 wykazały, że głównym źródłem niebezpiecznych przepięć atmosferycznych są bezpośrednie uderzenia pioruna w linię [1]. Przepięcia indukowane mogą być niebezpieczne tylko dla linii o napięciu znamionowym niższym niż 30 kV, gdyż przepięcia te rzadko dochodzą do 300 — 400 kV [3].

2. Fale udarowe.

W czasie trwania „uderzenia pioruna” od punktu, w którym uderza piorun lub od miejsca największego spięzzenia się ładunków indukowanych na linii po przewodach jej rozchodzą się fale udarowe (rys. 1). Prędkość



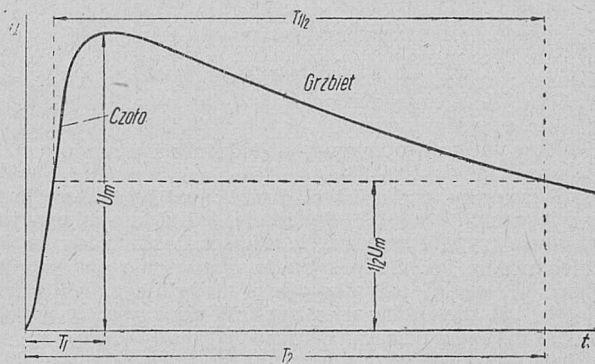
Rys. 1. Uderzenie pioruna w przewód

A — chwila początkowa
B — po upływie pewnego czasu

rozchodzenia się tych fal po przewodach linii napowietrznych jest prawie równa prędkości światła. Zjawisko polega na przesuwaniu się ładunków elektrycznych w przewodzie w sposób podobny do ruchu cząsteczek powietrza przy rozchodzeniu się w nim fali głosowej. W dowolnym danym punkcie przewodu przejście fali udarowej odczuwamy jako bardzo szybki wzrost, a następnie spadek napięcia (udar napięciowy) i jako przepływ prądu, przy czym natężenie prądu początkowo bardzo silnie wzrasta, a następnie maleje (udar prądowy). Kształt fal udarowych, które przechodzą przez dany punkt przewodu, najczęściej przedstawiamy za pomocą krzywych jako zależność napięcia lub natężenia prądu od czasu. Fale udarowe napięciowe mają zwykle kształt podany na rys. 2, a fale udarowe prądowe — kształt podany na rys. 3.

*) Autor uważa za swój obowiązek zaznaczyć, że wiele myśli zawartych w niniejszej pracy jest owocem dyskusji nad zagadnieniem odgromnikowym z kol. Aulejtnem Kazimierzem. Pewne szczegóły o produkcji odgromników pochodzą od długoletnich pracowników ZWAWN. Pomiar i doświadczenia sprawdzające dla niektórych twierdzeń podanych w tej pracy wykonano w ZWAWN pod kierownictwem inż. K. Aulejtnera przy współpracy inżynierów Z. Tyszkiewicz, J. Fiszer i Z. Szramka oraz ob. M. Biernacka.

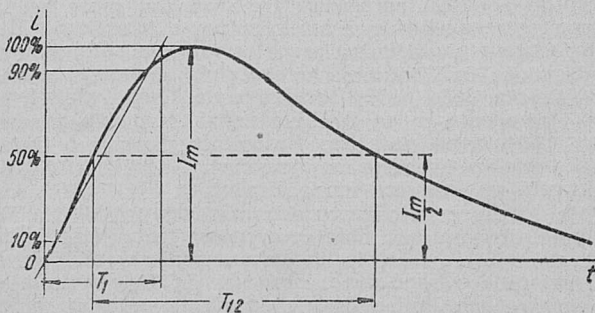
Różnice kształtów tego samego udaru na wykresach napięcia i prądu są powodowane przede wszystkim indukcyjnością. Dla udaru napięciowego przyjęte są oznaczenia podane na rys. 2, gdzie U_m oznacza wartość szczytową napięcia czyli amplitudę fali wyrażaną zwykle w kV; T_1 — czas trwania czoła w mikrosekundach; T_2 — czas do końca półszczytu (μs); $T_{1/2}$ — czas trwania półszczytu



Rys. 2. Typowy udar napięciowy

(μs). W badaniach laboratoryjnych jako udar napięciowy normalny przyjmujemy falę $1/50 \mu s$, tzn. taką falę, dla której $T_1 = 1 \mu s$, a $T_2 = 50 \mu s$, gdyż udary, pochodzące od uderzenia pioruna, a występujące w sieciach najczęściej, mają kształt zbliżony do tej fali [3]. Oznaczenia przyjęte dla udaru prądowego są podane na rys. 3. Jako wartości charakterystyczne tego udaru obok amplitudy przyjmuje się czas trwania czoła i czas trwania półszczytu. W laboratorium do badania odgromników zaworowych jest stosowany udar prądowy znormalizowany o czasie trwania czoła $10 \mu s$ i czasie trwania półszczytu $30 \mu s$.

Dla linii napowietrznej długość fali w metrach możemy obliczyć z prędkości rozchodzenia się tych fal równej $300 m/\mu s$. Dla półokresu sinusoidy napięcia zmiennego o $50 c/s$ wypada $300 \cdot 10^4 = 3\,000\,000 m = 3\,000 km$. W przypadku fali napięciowej na $1/50 \mu s$ sam półszczyt pokrywa przewód na długości $300 \cdot 50 m = 15 km$. Pozor-



Rys. 3. Typowy udar prądowy stosowany do badania odgromników

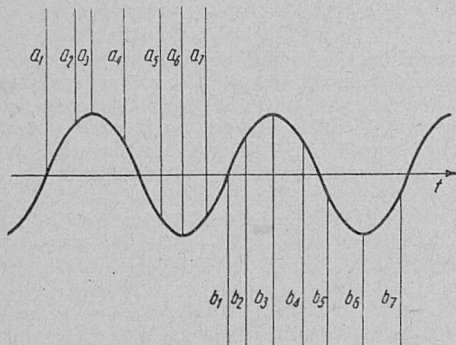
T_1 — czas trwania czoła

$T_{1/2}$ — czas trwania półszczytu

na sprzeczność, polegająca na tym, że długość przewodów w obwodzie generatora udarów na $1/50 \mu s$ jest znacznie krótsza od rzeczywistej długości tej fali, tłumaczy się tym, że generator udarów jest tym urządzeniem, które fale wytwarza. Elementy generatora są tak ze sobą zestrojone, żeby w tym punkcie obwodu, gdzie znajduje się obiekt badany, zmiany napięcia w czasie przebiegały

w sposób analogiczny do tego, jak w określonym punkcie długiej linii napowietrznej, po której biegnie fala na $1/50 \mu\text{s}$.

Fale udarowe mogą być ujemne, tzn. odprowadzające ładunek ujemny do ziemi, lub dodatnie — pobierające ładunek ujemny z ziemi. Fale udarowe, jako znacznie krótsze od półokresu sinusoidy napięcia zmiennego sieci, mogą biec w różnym położeniu w stosunku do napięcia sieciowego. Stosunki te są przedstawione schematycznie na rys. 4, gdzie kreski pionowe oznaczają fale udarowe.



Rys. 4. Fale udarowe — dodatnie i ujemne

W skali rysunku grubość tych kresek jest jeszcze około 10 razy większa od długości odpowiadającej falam udarowym. Udar może wypaść w różnych miejscach sinusoidy napięcia sieciowego, jak dla przykładu zaznaczono na rysunku literami a_1, a_2, a_3 itd. dla udaru dodatniego, i literami b_1, b_2, b_3 itd. dla udaru ujemnego. W większości przypadków jest tak, że piorun sprowadza do ziemi ładunek ujemny. Przy bezpośrednim uderzeniu w przewody powstają fale udarowe o tej samej biegunowości co piorun, natomiast udary indukowane posiadają biegunowość przeciwną do znaku pioruna.

3. Powstawanie fal udarowych i ich wartości charakterystyczne.

Uderzenie pioruna jest zjawiskiem skomplikowanym. W kanale pioruna może nastąpić jedno wyładowanie, ale bywa tych wyładowań dwa, trzy lub więcej do ~ 60 . Tylko 30 — 50% piorunów polega na wyładowaniu jednokrotnym, w pozostałych przypadkach wyładowania powtarzają się. Wyładowania jednego pioruna mogą następować po sobie w odstępach czasu od 0,0005 do 0,5 s, a największy czas całkowitego trwania pioruna wynosi około 1,5 s. Czas trwania pojedynczego wyładowania bywa różny, wahając się mniej więcej w granicach od kilku do tysiąca mikrosekund, a amplituda może wynosić od kilku do kilkudziesięciu tysięcy amperów. W przypadku wyładowań wielokrotnych w przerwach pomiędzy poszczególnymi wyładowaniami w kanale pioruna może płynąć mały prąd o natężeniu stałym, wynoszącym od kilku do ~ 1000 amperów [1]. Prąd ten może płynąć przez czas rzędu tysięcy i setek tysięcy mikrosekund; dlatego ładunek przenoszony przez te małe, ale długotrwałe prądy może być znacznie większy niż ładunek przenoszony przez duże prądy krótkotrwałe. Takie długotrwałe wyładowania mogą być przyczyną stopienia przewodów i przyczyną pożarów. Natomiast pioruny o dużym krótkotrwałym prądzie są przyczyną uszkodzeń dynamicznych, np. rozszczępienia słupów.

Fale biegnące po przewodach dzielimy zwykle na fale zasilane, utrzymujące stale coraz nowe ładunki ze źródła, którego napięcie zmienia się bardzo mało w czasie, i na fale samotne o skończonej długości [3]. Fale powstające na przewodach linii wskutek uderzenia pioruna według powyższego podziału należą do fal samotnych. Podział ten przeciwstawia falam zasilanym fale samotne, co wywołuje sugestię, że fale samotne powstają momentalnie, tzn. bez okresu zasilania. Utrudnia to zrozumienie wielu zjawisk związanych z przepięciami atmosferycznymi. Tymczasem nasze obecne wiadomości są już wystarczające do tego, aby przepięcia atmosferyczne rozpatrywać jako fale zasilane o skończonej długości. A więc, jeżeli piorun uderza w przewód w punkcie A, to w tym miejscu na przewód sypła ładunek elektryczny pioruna i to nie w jednej chwili, lecz w czasie wynoszącym, powiedzmy, ponad $50 \mu\text{s}$. W ten sposób na-

wet najkrótsze wyładowanie pioruna zasilą fale wychodzące z punktu A przez okres czasu wynoszący kilkadziesiąt mikrosekund. W tym stosunkowo bardzo krótkim czasie fale rozchodzące się z punktu A są falami zasilanymi. W czasie trwania zasilania czoła tych fal stale posuwają się po przewodzie i po upływie — powiedzmy — $25 \mu\text{s}$ powinny się już znajdować w odległości $25 \cdot 300 = 7500$ m, czyli 7,5 km od punktu A, chociaż zasilanie wciąż jeszcze trwa. Stromość czoła fal napięciowych zasilanych piorunem jest bardzo duża: w liniach przesyłowych notowano fale o największej stromości rzędu $4000 \text{ kV}/\mu\text{s}$ [1].

Wielkość prądu pioruna w miejscu uderzenia, punkt A, zależy od warunków miejscowych. Największy prąd otrzymujemy, jeżeli punkt A jest bardzo dobrze uziemiony. W innych przypadkach prąd pioruna w punkcie A jest tym mniejszy, im większym oporem punkt ten jest połączony z ziemią. Jednocześnie napięcie w punkcie A jest tym większe, im większy opór napotyka prąd pioruna. Prąd płynący przez urządzenie elektryczne wskutek uderzenia pioruna jest różny zależnie od tego, czy urządzenie to przedstawia duży lub mały opór dla prądu pioruna [3].

Według danych radzieckich i amerykańskich [1, 3] największe wartości szczytowe prądów przy bezpośrednim uderzeniu pioruna dochodzą do 220 kA, a ładunek elektryczny przenoszony przez piorun waha się w granicach od 1 do 160 kulombów. Źródła radzieckie podają, że prądy pioruna o wartości ponad 100 kA zdarzają się tylko w 6%, prądy ponad 50 kA — w 20%, prądy zaś przekraczające 20 kA już w 60%.

Największa wartość średniej stromości czoła przy bezpośrednim uderzeniu pioruna, jaką zanotowano, wynosiła $7,6 \text{ kA}/\mu\text{s}$. W słupach linii przesyłowych otrzymano wartości średniej stromości czoła $43,6 \text{ kA}/\mu\text{s}$ [1].

4. Rozchodzenie się fal udarowych po przewodach i powodowane przez nie szkody.

Fale udarowe biegnące po przewodach mogą ulegać różnym zmianom: podziałowi przy rozgałęzieniach linii, odbiciom w punktach nagłego wzrostu oporności linii, spiętrzeniu się albo rozciągnięciu się na skutek łagodnych zmian oporności linii. Napięcie udaru biegnącego po przewodzie może silnie obniżyć się przede wszystkim wskutek ulotu. Według Sirotńskiego [2] ulot jest proporcjonalny do kwadratu napięcia fali, przy tym fale krótkie gasną znacznie prędzej niż długie, a straty ulotowe fal udarowych dodatnich są około 1,5 razy większe niż fal ujemnych. Na przykład napięcie szczytowe fali udarowej 3000 kV po przebiegnięciu przez nią jednego kilometra może obniżyć się wskutek ulotu do wartości 1360 kV.

Fale udarowe w chwili powstawania albo po drodze przy rozchodzeniu się po przewodach napowietrznych napotykają izolatory. W liniach na słupach żelaznych, jeżeli napięcie szczytowe udaru jest o jakieś 30% wyższe niż poziom izolacji danej linii, zwykle ($4,7 U_n + 30$) kV, co w większości przypadków bywa przy uderzeniu pioruna w przewody linii, następują przeskoki na izolatorach. Zapalają się przy tym łuki elektryczne, które w liniach nieskompensowanych gasną dopiero na skutek zadziaływania wyłącznika. Jeżeli napięcie szczytowe fali jest niższe lub niewiele wyższe niż ($4,7 U_n + 30$) kV, nie powinno być przeskoku na żadnym izolatorze i fala płynie z linii na uzwojenia transformatorów lub innych urządzeń elektrycznych.

Napięcia szczytowe fali biegnących w liniach na słupach tylko drewnianych mogą być znacznie wyższe od ($4,7 U_n + 30$) kV i nie powodować przeskoków na izolatorach, ponieważ dla napięcia udarowego drzewo nawet mokre jest izolatorem. Dlatego linie na słupach drewnianych są odporniejsze na przepięcia atmosferyczne, natomiast z linii tych do rozdzielni i podstacji mogą dochodzić znacznie większe przepięcia niż z linii na słupach żelaznych. Pittman i Torok zarejestrowali fale na 5000 kV o długości do półszczytu 10 μs jako największą w linii na słupach drewnianych [3].

Przepięcia atmosferyczne w liniach elektrycznych mogą powodować uszkodzenia urządzeń oraz aparatów elektrycznych i często są przyczyną przerw w dostawie prądu. W większości przypadków uszkodzeniu ulegają izolatory liniowe i aparaty, których zasadniczą częścią są uzwojenia. Na trzecim miejscu można postawić izolatory przepustowe i wreszcie słupy drewniane [8]. Przepięcia atmosferyczne zwykle powodują w sieciach

zwarcia, które stają się przyczyną różnych uszkodzeń. Powstający wówczas łuk elektryczny może wędrować po przewodzie i powodować następne zwarcia w różnych częściach sieci. Na skutek występowania dużych sił dynamicznych przy silnym prądzie pioruna lub przy znacznym prądzie zwarcia aparaty elektryczne mogą ulec zniekształceniu albo rozerwaniu. Łuk elektryczny lub wybuch aparatu może wywołać pożar.

W sieciach polskich według statystyki za lata 1935—1937 straty bezpośrednie elektrowni na skutek przebiegów atmosferycznych wynosiły średnio około 25 zł rocznie na kilometr długości sieci, a ilość niedostarczonej energii w ciągu roku określono średnio na około 35 kWh na kilometr długości sieci [17].

II. ODGROMNIKI

5. Zadanie odgromników.

Dla przeciwdziałania ujemnym skutkom przebiegów atmosferycznych są stosowane odgromniki. Zadaniem odgromników jest odprowadzanie spiętrzonych na linii ładunków elektrycznych do ziemi i tak szybkie likwidowanie powstających przy tym zwarć z ziemią, aby nie było potrzeby wyłączania sieci za pomocą wyłączników. Po zadziałaniu odgromnika napięcie pozostające na linii (napięcie obniżone) nie powinno być wyższe niż poziom ochronny urządzeń przyłączonych do sieci. Podczas wykonywania tych zadań sam odgromnik nie powinien ulegać zniszczeniu, a po przejściu danej fali ma być gotowy do przepuszczenia fal następnych.

Obecnie są stosowane w sieciach odgromniki dwóch rodzajów: wydmuchowe i zaworowe. W przypadku działania odgromnika wydmuchowego zwarcie sieci z ziemią ulega zlikwidowaniu na skutek zgazowania łuku elektrycznego za pomocą wydmuchu gazów, powstających pod wpływem tegoż łuku z rozkładu substancji ścianek odgromnika [11]. Odgromniki wydmuchowe w Polsce dotąd nie są produkowane i omawiać ich tu nie będziemy. W odgromniku zaworowym zwarcie z ziemią jest przerywane wskutek obniżenia się natężenia prądu pod wpływem wzrastającego oporu odgromnika do takiej wartości, przy której łuk w iskierniku odgromnika gaśnie.

6. Prąd wyładowczy.

Udar prądowy, płynący przez odgromnik zaworowy, nazywamy prądem wyładowczym. Amplituda i kształt prądu wyładowczego są uwarunkowane stromością i napięciem szczytowym fali udarowej, pojemnością, indukcyjnością i opornością sieci na odcinku pokrytym falą w chwili zadziałania odgromnika oraz opornością odgromnika wraz z przewodami i uziemieniem.

7. Prąd następczy.

Po przejściu przez odgromnik prądu wyładowczego napięcie na nim obniża się do napięcia sieci w danej chwili i przez odgromnik płynie prąd następczy, albo też przepływ prądu ustaje. Zależy to od następujących okoliczności. Jeżeli znak udaru jest zgodny ze znakiem napięcia sieciowego, to napięcie spowodowane udarem stopniowo obniża się do napięcia sieci w danej chwili, natomiast przy udarze przeciwnego znaku napięcie udaru musi przejść przez zero. Ponieważ w iskierniku odgromnika w pobliżu elektrod, które są katodą, przy przechodzeniu prądu przez zero w ciągu kilku mikrosekund następuje dejonizacja cieniutkiej warstewki gazu i w związku z tym powstaje spadek napięcia, wynoszący około 250 V na jedną przerwę iskrową, więc najczęściej po przejściu fali łuk w iskierniku gaśnie i prąd następczy nie rozwija się [7]. Prąd następczy nie rozwija się również wtedy, kiedy napięcie sieci w chwili następnej po przejściu fali jest jeszcze za niskie lub jest już za niskie tak, że natężenie prądu w iskierniku przy porzecz odgromnika w danej chwili jest mniejsze niż około 80 mA.

Natężenie prądu następczego zależy od natężenia prądu wyładowczego. Po słabym udarze prąd następczy może w ogóle nie rozwinąć się, a po bardzo silnym udarze prąd następczy rozwija się nawet przy stosunkowo niskim napięciu sieci w danej chwili. Przypuszczalnie prąd następczy w odgromnikach zaworowych ma możliwość rozwinięcia się średnio w 30—40% przypadków działania odgromnika. Jeżeli odgromnik jest wadliwie zbudowany, albo jeżeli został uszkodzony udarem, tak że prąd następ-

czy nie ulega przerwaniu przy pierwszym naturalnym przejściu napięcia sieciowego przez zero, to odgromnik taki ulega zniszczeniu.

8. Warunki pracy odgromników zaworowych.

Warunki pracy odgromnika zależą od wielu czynników, a przede wszystkim od miejsca ustawienia odgromnika i od charakteru danej sieci. Do odgromnika mogą dochodzić przebiegi atmosferyczne z różnych odległości, poczynając od fal nadbiegających z daleka i kończąc na bezpośrednim uderzeniu pioruna w odgromnik.

Według poglądu ogólnie przyjętego w literaturze najczęściej warunki pracy przypadają w udziale odgromnikom zaworowym, znajdującym się w punktach końcowych linii, gdzie na skutek odbicia napięcie fali udarowej może wzrosnąć dwukrotnie. Do obliczenia prądu wyładowczego w tym przypadku służy wzór:

$$I = \frac{2U - u_0}{Z},$$

gdzie U — wartość szczytowa napięcia fali,
 u_0 — napięcie obniżone przez odgromnik,
 Z — oporność falowa linii.

Tablica I. Największe prądy wyładowcze w odgromnikach zaworowych pod wpływem przebiegów atmosferycznych nadbiegających z daleka w liniach na słupach żelaznych

Napięcie znamionowe linii (kV)	U kV _{max}	u_0 kV _{max}	I kA _{max}
3	57,3	22,6	0,184
6	75,6	35,2	0,232
15	130,6	73,0	0,376
30	222,3	136,0	0,617
110	711,1	452,0	1,940
220	1383,2	934,0	3,664

W tabl. I są podane wartości szczytowe największych możliwych prądów wyładowczych, które mogą popłynąć w odgromnikach pod wpływem przebiegów atmosferycznych nadbiegających z daleka w przypadku linii na słupach żelaznych; obliczono je według powyższego wzoru przy następujących założeniach:

$$U = (4,7 U_n + 30) \text{ kV} + 30\% \text{ tej wartości,}$$

$$u_0 = (4,2 U_n + 10) \text{ kV,}$$

$$Z = 500 \text{ omów.}$$

W obliczeniach powyższych nie uwzględniono tłumienia fal wskutek ulotu. Jest ono tym silniejsze, im wyższe jest napięcie znamionowe danej linii. Wiadomo, że przy projektowaniu linii bardzo wysokiego napięcia obliczenie na ulot może dać znacznie większy promień przewodów linii niż wypadła według warunków mechanicznych i cieplnych; liniom tym stawia się na przykład żądanie, aby nie było ulotu poniżej 1,2 U_n [13]. Z tego powodu w liniach na 110 i 220 kV fale nadbiegające z daleka powinnyby posiadać znacznie niższe amplitudy niż ponadto w tabl. I. Jeżeli ponadto uwzględnimy, że odgromnik umieszczony w punkcie końcowym linii powinien przy nadejściu fali zadziałać tym wcześniej, im wyższe jest jej napięcie szczytowe, to wydaje się rzeczą mało prawdopodobną, aby amplituda wysokiej fali udarowej mogła wzrosnąć dwukrotnie wskutek odbicia w punkcie końcowym linii, jeżeli tam znajduje się odgromnik. Ostatecznie dochodzimy do przekonania, że w omawianym przypadku nawet w liniach na 110 i 220 kV prąd wyładowczy w odgromnikach zaworowych prawdopodobnie nie przekroczy 1,5 kA.

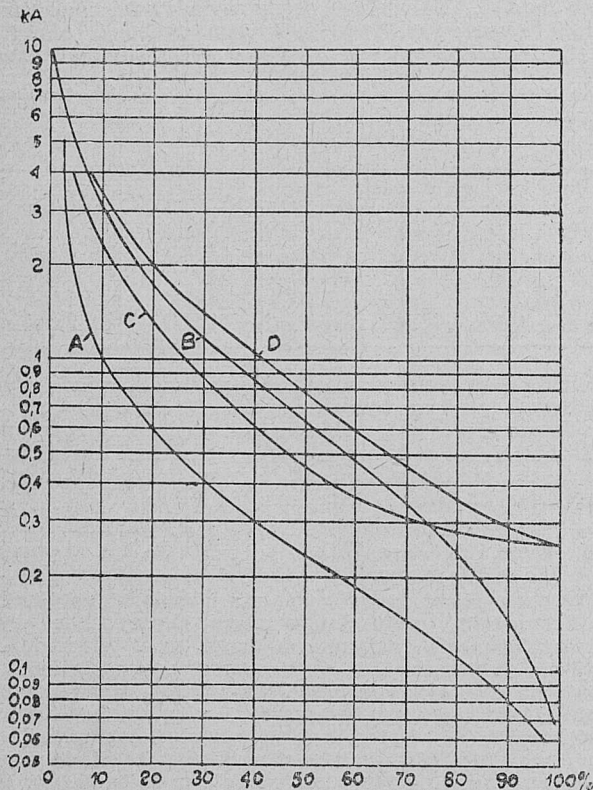
Z powyższego wynika, że pod wpływem przebiegów atmosferycznych nadbiegających z daleka prądy wyładowcze w odgromnikach zaworowych są stosunkowo małe, jeżeli linie są zbudowane na słupach żelaznych.

Wytrzymałość udarowa linii na słupach tylko drewnianych składa się z wytrzymałości izolatorów i wytrzymałości słupów. Ponieważ drewno ma przy udarach wytrzymałość na przebicie rzędu 450—650 kV na 1 m długości słupa, to wytrzymałość słupów prawie całkowicie określa wytrzymałość linii. W przypadku silnego uderzenia pioruna słup może ulec przebiciu i wówczas napięcie pozostające na przewodzie jest określone spadkiem napięcia na przebitym słupie [3]. Jeżeli żaden słup nie zosta-

nie przebity, to i wtedy fale ulegają niezwykle szybkiemu tłumieniu, ale tylko póty, póki napięcia ich są znacznie wyższe od napięcia ulotu danej linii. Dlatego w przypadku linii na samych drewnianych słupach amplituda fali nadbiegającej z daleka jest zależna przede wszystkim od napięcia ulotu danej linii. Mniej zależy ona od napięcia znamionowego linii, a więcej od promienia jej przewodów, od długości drogi, którą fala już przebiegła, oraz od biegunowości fali. Uwzględniając te okoliczności przypuszczamy, że w przypadku linii na słupach tylko drewnianych prądy wyładowcze w odgromnikach zaworowych, wywołane przepięciami atmosferycznymi nadbiegającymi z odległości kilku kilometrów, są najczęściej niższe od 1,5 kA. Przy bliższych uderzeniach pioruna prąd wyładowczy wzrasta tym więcej, im bliżej uderzył piorun.

Przy uderzeniu pioruna bezpośrednio w linię i bardzo blisko odgromnika znaczna część prądu pioruna płynie przez odgromnik. Przy tym możliwe są trzy przypadki:

- 1) odgromnik łatwo ulegnie uszkodzeniu i powstanie zwarcie z ziemią, ale urządzenia chronione przez odgromnik nie ulegną uszkodzeniu;
- 2) odgromnik przepuści znaczną część prądu pioruna, ale napięcie na nim wzrośnie przy tym powyżej poziomu



Rys. 5. Amplitudy prądów przepływających przez odgromniki zaworowe

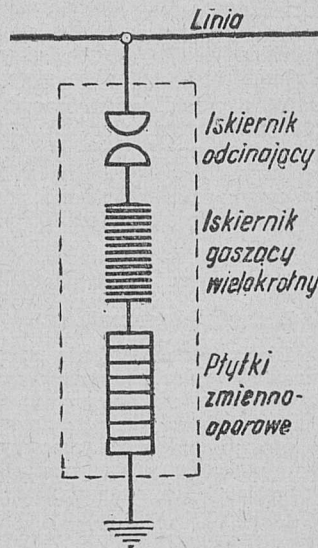
- A — pomiary ASEA z 1948 r.; 68 pomiarów; najniższa zmierzona wartość 50 A
 B — pomiary w St. Zj. Am. (Mc Cann & Beck, AIEE Trans., t. 166, 1947); 226 pomiarów; najniższa zmierzona wartość 50 A
 C — pomiary w Finlandii (Teknisk Tidskrift, 1943, nr 1); 36 pomiarów; najniższe zmierzone wartości 200–300 A
 D — pomiary w Niemczech (Tekn. Tidskr., 1943, nr 1); 202 pomiary; najniższe zmierzone wartości 200–300 A

ochronnego tak, że może nastąpić uszkodzenie urządzeń chronionych;

- 3) odgromnik nie ulegnie uszkodzeniu i przepuści znaczną część prądu pioruna do ziemi przy napięciu obniżonym — niższym od poziomu ochronnego.

Zwrot „bardzo blisko odgromnika” wymaga omówienia. Jak zaznaczono wyżej, przy bezpośrednim uderzeniu pioruna w linię od punktu uderzenia rozchodzą się „fale zasilane o skończonej długości” i dużej stromości czoła. Po upływie na przykład 1 μ s czoła fal będą już się znajdowały w odległości 300 m od miejsca zasilania, wskutek czego linia będzie na długości około 500 m pod bardzo wysokim napięciem. Na odcinku tym znajduje się już kilka słupów linii, których wytrzymałość udarowa jest

ograniczona, ale w pierwszej chwili znacznie wyższa niż poziom izolacji linii. Po upływie czasu „trwania do przeskoku (ucięcia)”, który zależnie od wielu okoliczności może wynosić od kilku setnych do 1–2 μ s, następują przeskoki prawie jednocześnie na kilku słupach i część ładunku pioruna spływa do ziemi. Po tych przeskokach po przewodzie linii biegają już dalej fale o napięciu tylko nieznacznie wyższym od poziomu izolacji linii*). Z powyższego wynika, że uderzenie pioruna jest dla odgromnika bardzo bliskie, jeżeli on zadziała przed upływem czasu „trwania do przeskoku (ucięcia)” na izolatorach linii. Odległość ta może wynosić około 200–600 m. I w tym przypadku prąd wyładowczy odgromnika stanowi tym większą część prądu pioruna, im bliżej odgromnika nastąpi uderzenie.



Powyższe rozważania, Rys. 6. Schemat odgromnika chociaż są oparte na liczbach przybliżonych, pozwalają nam lepiej rozumieć znaczenie liczb, które są podawane w literaturze w sprawie pracy odgromników.

Według danych szwedzkich [4] do stacji rzadko dochodzą fale udarowe o napięciu przekraczającym 1500 kV lub o stromości 500 kV/ μ s, które by powodowały prądy wyładowcze w odgromniku o wartości szczytowej większej niż 5 kA przy stromości około 2 kA/ μ s. Zwykle prąd wyładowczy w odgromniku bywa znacznie niższy. Na rys. 5 są podane według pomiarów w różnych krajach wyniki badania amplitud prądów, płynących przez odgromniki zaworowe.

Według danych radzieckich [5] amplitudy prądów wyładowczych w odgromnikach zaworowych znajdujących się w eksploatacji nie przekraczają 30 kA. Długość fali waha się w bardzo szerokich granicach. Znaczna część wyładowań przypada na zakres od 20 do 100 μ s, jednak nie są rzadkie przypadki, kiedy długość fali dochodzi do 1000 μ s przy amplitudzie około 1 kA. Te ostatnie wyładowania, odpowiadające tzw. „piorunom gorącym”, są specjalnie niebezpieczne dla odgromników i w większości przypadków powodują ich uszkodzenie.

9. Liczba zadziałań odgromnika.

Liczba zadziałań odgromnika w ciągu roku zależy od nasilenia burz w danym miejscu i w danym roku oraz od długości linii; liczba ta jest tym mniejsza, im wyższe jest napięcie znamionowe sieci.

Z badań Grossa i Mc Morrisa oraz Mc Eachrona i Mc Morrisa [1] wynika, że część odgromników zainstalowanych w sieci w ciągu roku w ogóle nie ma okazji do działania. Ponad połowa odgromników ma jednak okazję do działania po kilka razy w ciągu roku, przy czym linie na słupach tylko drewnianych stwarzają dla odgromników ostrzejsze warunki pracy.

III. BUDOWA ODGROMNIKÓW ZAWOROWYCH

10. Schemat odgromnika.

Odgromnik zaworowy według określenia w projekcie PN/E-06101 z roku 1950 jest to przyrząd, który obniża niebezpieczne przepięcia udarowe pochodzenia atmosferycznego między przewodem fazowym i ziemią, przepuszczając prąd od tego przewodu do ziemi przez iskiernik pojedynczy lub wielokrotny oraz przez opornik szeregowy o zmiennej oporności. Po zniknięciu zakłócenia odgromnik przerywa prąd wywołany przez napięcie robocze sieci [3]. Schemat odgromnika jest podany na rys. 6. Konstrukcja odgromników bywa różnorodna zależnie od typu odgromnika i od wytwórni.

*) Jeżeli na słupach linii są umieszczone odgromniki wydmuchowe, to one w tym przypadku zadziałają i przeskoków na izolatorach nie będzie.

11. Iskiernik.

Iskiernik odgromnika oddziela linię od ziemi przez cały czas, kiedy odgromnik nie działa. Napięcie zapłonu odgromnika jest zwykle większe od możliwych w sieci przepięć łączeniowych. Po zadziałaniu odgromnika wskutek przepięcia, przekraczającego napięcie zapłonu, przez iskiernik odgromnika płynie całkowity prąd wyładowczy, a po nim prąd następczy aż do chwili zgaszenia łuku. Wobec tego iskiernik musi być tak zbudowany i z takich materiałów, aby ani prąd wyładowczy, ani prąd następczy nie powodowały istotnych zmian elementów iskiernika, a jednocześnie powinien on posiadać zdolność gaszenia łuku elektrycznego przy prądzie następczym o natężeniu do 50 A. Dużą zdolność gaszenia prądów następczych osiąga się przez nadanie odpowiednich kształtów elementom iskiernika i przez stosowanie iskierników wielokrotnych z możliwie małymi przerwami iskrowymi. Elektrody iskiernika powinny być wykonane z materiału o dobrej przewodności elektrycznej i cieplnej oraz trudno topliwego, aby na elektrodach nie występowały spierlenia, które utrudniają gaszenie prądu następczego, obniżają napięcie zapłonu iskiernika i mogą doprowadzić do zwarcia między elektrodami. Konstrukcja iskierników w odgromnikach bywa bardzo różnorodna, zależnie od rodzajów odgromników i od wytwórni, która je produkuje.

Iskiernik odcinający jest stosowany tylko w odgromnikach na wyższe i na najwyższe napięcie. Elektrody tego iskiernika najczęściej są wykonane w postaci odcinków kuli. Mogą one być mosiężne, miedziane albo żelazne pokryte miedzią. Przynajmniej jedna z elektrod iskiernika odcinającego jest zakończona śrubą, tak że długość przerwy iskrowej jest nastawiana przy montażu za pomocą pokręcenia tej śruby.

Iskiernik gaszący — pojedynczy lub wielokrotny — jest zbudowany z elektrod metalowych (miedzianych, mosiężnych, kupalowych itp.) i przekładek dystansowych, które mogą być wykonane z miki, mikanitu, gumoidu, steatytu, porcelany lub innego materiału izolacyjnego. Kształt i wymiary elektrod bywają rozmaite. Przerwa iskrowa w jednych typach iskierników znajduje się na obwodzie elektrod, w innych — w środku elektrod, a w innych jeszcze na pierścieniu w pewnej odległości od środka. Elektrody, w których przerwa iskrowa nie przypada w środku, mogą mieć w środku otwory. Poza tym spotykamy iskierniki, które posiadają po kilka równoległych przerw iskrowych. Przekładki dystansowe mają kształt odpowiednio dobrany do kształtu elektrod. Cały iskiernik umieszcza się w tulejkach z materiału izolacyjnego; elementy iskiernika bywają też nanizane na pałeczkę porcelanową lub z innego materiału izolacyjnego. W niektórych typach odgromników rolę tulejki iskiernika spełnia sam izolator. Elementy iskiernika w odgromniku są ściśnięte sprężyną o sile docisku od kilku do kilkunastu kilogramów.

12. Opornik o zmiennej oporności.

Opornik odgromnika przy przepływie prądu wyładowczego powinien posiadać mały opór, aby napięcie obniżone było niższe od poziomu ochronnego. Przy przepływie prądu następczego opór ten powinien być jak największy, aby stworzyć najłatwiejsze warunki zgaszenia łuku w iskierniku odgromnika [14].

Zmienną oporność odgromnika najczęściej stanowi jedna płytki lub słup płytek zmienno-oporowych. Są to przeważnie walce o średnicy 50 do 150 mm i wysokości 8 do 80 mm. Powierzchnie walcowe płytek w większości przypadków są pokryte specjalną masą izolacyjną lub lakierem. Powierzchnie czołowe płytek przeważnie są metalizowane miedzią, cynkiem lub aluminium. Zamiast metalizacji jest stosowana czasami siatka metalowa wprasowana w powłoczną płytki. Spotykamy jednak płytki zmienno-oporowe niemetalizowane i nielakierowane. Płytki zmienno-oporowe wyrabia się z masy o specjalnym składzie za pomocą prasowania i suszenia. Zależnie od wytwórni płytki mogą różnić się kształtem, wymiarami, wykończeniem i składem chemicznym oraz sposobem wytwarzania.

Słup oporowy może być ułożony z pojedynczych płytek albo ze specjalnie dobranych i połączonych w jedną całość zespołów płytek. Wysokość słupa dobiera się do napięcia sieci tak, aby opór jego ograniczył prąd następczy do wartości, którą może zgasić iskiernik. Dlatego słup oporowy jest tym wyższy, im wyższe jest napięcie znamionowe, na które odgromnik jest zbudowany.

Poza odgromnikami, w których oporność zmienną stanowią płytki, mamy odgromniki ze słupem oporowym z masy zmienno-oporowej, uformowanej w oprawie z materiału izolacyjnego, oraz odgromniki, w których słupem zmienno-oporowym są luźne ziarna karborundu. W tym ostatnim przypadku ziarna karborundu mogą być czyste albo mogą posiadać powierzchnię specjalnie spreparowaną.

13. Obudowa.

Obudowę odgromników najczęściej stanowi izolator porcelanowy z okuciami. Niektóre wytwórnie stosują izolatory szklane lub bakielitowe albo — przy odgromnikach wewnętrznych — rury gumoidowe. Kształt izolatorów i sposób ich zbrojenia wykazują dużą różnorodność. Odgromniki zaworowe powinny być całkowicie szczelne, żeby składniki atmosfery nie wywierały szkodliwego wpływu na elementy iskiernika i na materiał oporowy. Aby uniknąć szkodliwego działania powietrza normalnie zawartego w odgromniku, niektóre wytwórnie napełniają odgromniki gazem obojętnym, na przykład azotem.

14. Zabezpieczenie przed wybuchem.

Czas pracy poszczególnego odgromnika jest ograniczony. Odgromniki zbudowane wadliwie ulegają uszkodzeniu przy pierwszym zadziałaniu. Odgromniki poprawnej budowy mogą zadziałać wielokrotnie i skutecznie bronić od przepięć w ciągu wielu lat. Ale każdy choćby najmniejszy udar, który przechodzi przez słup oporowy, powoduje w nim pewne trwałe zmiany. Stopniowe narastanie tych zmian doprowadza wreszcie do uszkodzenia odgromnika. Z tego powodu nawet bardzo dobry odgromnik może ulec uszkodzeniu w krótkim czasie wskutek bardzo bliskiego uderzenia pioruna lub po przepuszczeniu zaledwie kilka razy bardzo dużych prądów.

Wydaje się rzeczą nieprawdopodobną, aby odgromnik, posiadający wewnątrz materiały dobrze przewodzące prąd elektryczny, mógł rozpaść się pod wpływem przepięcia atmosferycznego przez działanie sił dynamicznych, jak to się dzieje na przykład przy rozszczepianiu słupów drewnianych. Odgromnik wybuchu wskutek gromadzenia się w nim gazów przy dłuższym przepływie prądu następczego. Gazy te powstają w odgromniku przede wszystkim pod działaniem łuków elektrycznych, które przebiegają w nim pomiędzy elektrodami i w miejscach złego styku pomiędzy płytkami zmienno-oporowymi oraz w porach tych płytek, a następnie pod wpływem ciepła wydzielanego przez prąd. Ciepło, które wydzielają się na czynnych powierzchniach elektrod, powoduje topienie i wyparowywanie metalu aż do czasu całkowitego zwarcia iskiernika. Materiał słupa oporowego ulega wysychaniu i wciąż postępującemu rozkładowi. Powstają przy tym nowe substancje stałe i gazowe, np. węgiel, para wodna, tlenki węgla itp. Ogólny opór odgromnika coraz bardziej maleje, a prąd następczy rośnie. Ilość gazu w odgromniku zwiększa się coraz szybciej, jednocześnie prężność tych gazów wzrasta wskutek wzrostu temperatury. Ale ponieważ na wytworzenie się większej ilości gazu jest potrzebna duża ilość energii, ciśnienie w odgromniku nie może wzrosnąć w ciągu bardzo krótkiego czasu. Czas, który upływa od chwili zadziałania odgromnika i niezgaszenia prądu następczego do chwili wybuchu odgromnika, zależy od stopnia uszkodzenia odgromnika udarem prądowym i od mocy zwarciowej sieci w miejscu umieszczenia odgromnika. Przypuszczalnie czas ten może wynosić od kilku sekund do kilkudziesięciu minut i nawet więcej. Dlatego może się zdarzyć, że odgromnik uszkodzony podczas burzy wybuchnie znacznie później, przy pięknej już pogodzie.

Dotąd nie mamy metody pozwalającej na wykrycie, kiedy dany odgromnik przestaje być zdolnym do przepuszczania następnych udarów. Wobec tego każdy odgromnik powinien posiadać urządzenie zabezpieczające od wybuchu na wypadek powstania w nim trwałego zwarcia. Istnieje kilka różnych sposobów zabezpieczenia odgromnika na wypadek przeciążenia. Opierają się one na dwóch różnych zasadach. Większość wytwórni wyyskuje ciśnienie, powstające w odgromniku po jego uszkodzeniu, i stosuje klapy bezpieczeństwa w postaci membrany lub wypadającego dna. Po zadziałaniu zabezpieczenia ciśnieniowego odgromnik zostaje bądź tylko otwarty, bądź otwarty i jednocześnie odłączony od ziemi. Niektóre wytwórnie stosują specjalne bezpieczniki od-

gromnikowe, które w przypadku przeciążenia odłączają odgromnik od sieci. Zadziałanie bezpiecznika odgromnikowego następuje pod wpływem ciepła wydzielonego w bezpieczniku przez prąd. W bezpiecznikach odgromnikowych o zmiennej oporności ulega stopieniu warstwa lutowia i wtedy wypada z niego końcówka przewodu wskutek działania napiętej sprężyny. W bezpiecznikach odgromnikowych wybuchowych jest umieszczony proch, który pod wpływem ciepła wydzielonego przez prąd wybuchu i wyrzuca końcówkę przewodu [15]. We wszystkich tych przypadkach po zadziałaniu zabezpieczenia powstaje łuk elektryczny w przestrzeni pomiędzy odgromnikiem i bezpiecznikiem. Łuk ten w sieciach nieskompensowanych ulega zgazowaniu najczęściej dopiero po wyłączeniu napięcia. Po zgaśnięciu tego łuku ponowne włączenie sieci jest możliwe tylko wtedy, jeżeli w miejscu odłączenia odgromnika istnieje dostateczna przerwa, w przeciwnym przypadku ponowne włączenie napięcia może nastąpić dopiero po usunięciu uszkodzonego odgromnika. Szczelny odgromnik, który uległ uszkodzeniu, ale nie wybuchł, np. z powodu wyłączenia napięcia, może posiadać wewnątrz duże ciśnienie gazu i dlatego należy obchodzić się z nim ostrożnie.

W odgromnikach małych, na niższe napięcia, w przypadku zwarcia tworzy się kanał o dobrym przewodnictwie i obudowa odgromnika może ulec przedziurawieniu nim nastąpi wybuch; poza tym ewentualny wybuch małego odgromnika jest mniej groźny. Dlatego w odgromnikach na niższe napięcia zabezpieczeń przed wybuchem najczęściej nie stosuje się.

IV. ODGROMNIKI PRODUKCJI KRAJOWEJ

15. Pierwsze odgromniki zaworowe polskiej produkcji.

W Polsce przed wojną odgromniki zaworowe były produkowane w dwóch wytwórniach w Warszawie. O produkcji Fabryki Aparatów Elektrycznych S. Kleiman i Synowie zdołaliśmy się dowiedzieć bardzo niewiele. Produkcję odgromników rozpoczęto tam w roku 1935 [9]. Produkowano odgromniki prawdopodobnie tylko na napięcia 15 i 35 kV według licencji Voighta i Haeffnera. Płytki zmienno-oporowe sprowadzano z Niemiec. Wymieniona fabryka warszawska uległa zniszczeniu w roku 1939. Jej całą produkcję można by szacować na kilkadziesiąt do kilkuset sztuk odgromników.

Odgromniki firmy K. Szpotkański i S-ka stanowią oryginalną konstrukcję polską i były produkowane całkowicie w kraju. Opracowano je przed rokiem 1934. W okresie burzowym 1934 roku było zainstalowanych w sieciach co najmniej 16 sztuk tych odgromników [8]. W fabryce tej pracami nad odgromnikami kierował dr inż. Stanisław Szpor. Fabryka posiadała własne dobrze wyposażone laboratorium do badania odgromników, a ponadto otrzymywane wyniki sprawdzano w Politechnice Warszawskiej oraz w laboratoriach zagranicznych. Po długich badaniach zdołano opracować oryginalny własny materiał oporowy nazwany „faetytem”. W roku 1935 prof. Szpor pisał o nim, że ma on własności dorównujące najlepszym tego rodzaju materiałom znanym z opublikowanych wówczas danych [10]. Według komunikatów prof. Szpora na Walnym Zgromadzeniu SEP-u, w 1935 roku już produkowaliśmy: a) „ochronniki zaworowe” na napięcia 3, 6, 15, 30 lub 35 kV; b) „ochronniki zaworowe” niskiego napięcia; c) rejestrator przepięć notujący nie tylko liczbę zakłóceń, lecz również chwilę tych zakłóceń [10]. Później, około 1937 r., został opracowany oryginalny bezpiecznik odgromnikowy o zmiennej oporności, który okazał się środkiem skutecznym [12]. Prace nad udoskonaleniem odgromników były prowadzone w wymienionej fabryce stale aż do wybuchu wojny we wrześniu 1939 roku.

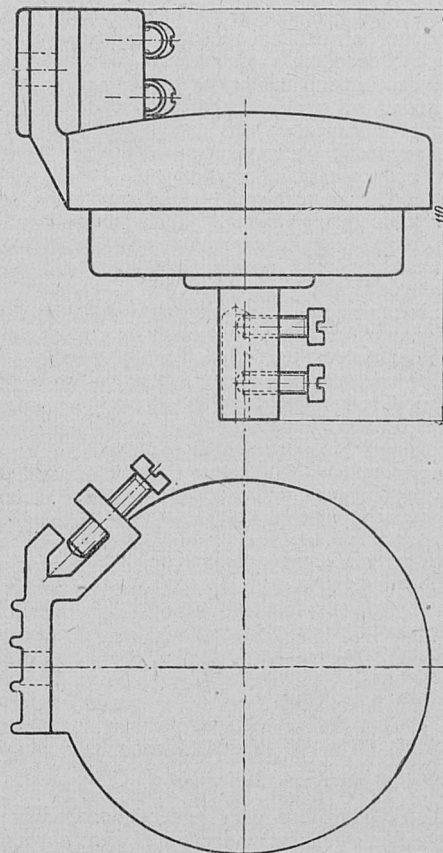
Podczas okupacji niemieckiej żadnych prac nad ulepszeniem odgromników nie prowadzono. Produkowano opracowane już typy odgromników na napięcia 0,5, 3, 6, 10, 15, 20, 30 i 45 kV prądu zmiennego i 0,6 kV prądu stałego oraz bezpieczniki odgromnikowe. W jesieni 1944 roku Niemcy wycofując się z Pragi wywieźli urządzenia fabryczne, a sam budynek fabryki wysadzili w powietrze.

Ilościowo produkcja „ochronników zaworowych” wzrastała bardzo powoli ale stale aż do roku 1939, w którym wyprodukowano około 2000 sztuk odgromników. Ogółem przed wojną fabryka wyprodukowała około 3000

do 5000 sztuk odgromników. W czasie wojny produkcja stale malała. W latach 1940–1944 ogółem wyprodukowano jednak około 4000 sztuk odgromników. Po wyzwoleniu produkcja odgromników została wznowiona, ale warunki pracy były niekorzystne z powodu zniszczenia fabryki. Nie było wielu urządzeń potrzebnych do produkcji i generatora uderów do kontroli tej produkcji. Pomimo to w okresie od 1947 do jesieni 1950 roku wyprodukowano poważną ilość odgromników na napięcia 0,5–30 kV, w tym około 40% odgromników na napięcia od 3 do 30 kV. Jakość tych odgromników, niestety, była różna, zależnie od staranności wykonania i od jakości użytych surowców. Z braku innych urządzeń odgromniki sprawdzano tylko na napięcia zapłonu.

16. Odgromniki typu GZ.

Zaraz po wojnie zagadnieniem odgromników zajęły się u nas głównie dwie instytucje: Instytut Elektrotechniki i Centralne Biuro Studiów i Konstrukcji Aparatów Wysokiego Napięcia przy Zakł. Wytw. Apar. Wysok. Na-



Rys. 7. Odgromnik zaworowy GZ 0,5/15
Napięcie znamionowe 0,5 kV; obciążalność uderowa 1,5 kA — 30 μ s
Statyczne napięcie zapłonu 1,2 — 1,9 kV
50-procentowe uderowe nap. zapłonu 1,7 — 3 kV
Napięcie obniżone przy prądzie wyładowczym 1,5 kA : 2,5 — 3 kV
Napięcie gaszenia przy próbie 0,65 kV
Ciężar 1,2 kg

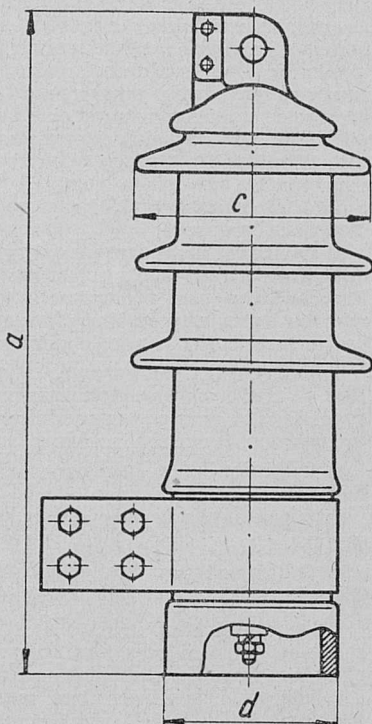
pięcia im. G. Dymitrowa. W lutym 1949 roku postanowiono skoordynować ich prace. Jako pierwsze zadanie wysunięto opracowanie dokumentacji technicznej na odgromniki zaworowe, które odpowiadałyby nowoczesnym wymaganiom. Badania rozpoczęto od płytek zmienno-oporowych. Pierwszy etap prac zakończono w połowie 1951 roku. Wynikiem ich było opracowanie nowego składu chemicznego płytek zmienno-oporowych oraz technologii tych płytek i nowej kompletnej dokumentacji technicznej na odgromniki zaworowe dla napięć 0,5, 3, 6, 10, 15, 20 i 30 kV prądu zmiennego. Nowy materiał oporowy nazwano „zokarem”, a nowe odgromniki zaworowe nazwano typem GZ.

Szczególnie duże trudności napotkano przy opracowaniu składu chemicznego i technologii płytek zmienno-oporowych. Płytki te zdołano wyprodukować dopiero po kilku-

letnich próbach. Stanowią one wynalazek, gdyż ani szczegółowy skład chemiczny, ani technologia tych płytek nie były dotąd znane, a odtworzenie szczegółowego składu chemicznego oraz technologii płytek na podstawie literatury i analizy chemicznej płytek obcych jest na ogół zadaniem nie do rozwiązania. Płytki zmienne-oporowe zokarowe o średnicy 66 mm posiadają dobre własności zaworowe i obciążalność udarową na pewno nie mniejszą niż 1,5 kA. Wyrabia się te płytki z surowców krajowych, a sama produkcja jest prosta i wymaga mniej robocizny, niż wyrób płytek zagranicznych. Płytki zmienne-oporowe zokarowe do odgromników typu ZG są wyrabiane z masy o specjalnie dobranym składzie jakościowym i ilościowym. Głównym składnikiem tych płytek jest kar-

Rys. 8. Odgromnik zaworowy GZ na napięcia znamionowe 3, 6, 10, 15 i 20 kV; obciążalność udarowa 1,5 kA — 30 μ s

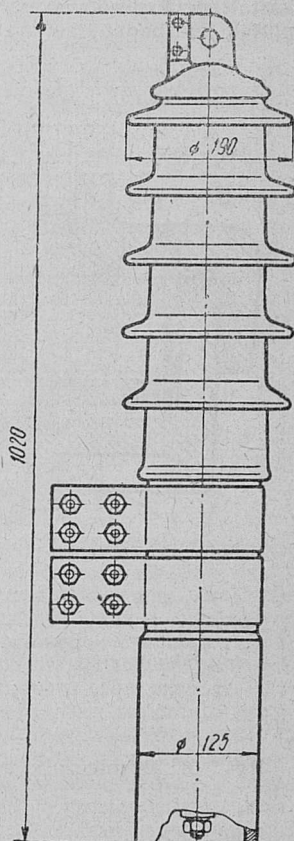
Statyczne napięcia od 9–13 kV do 44–60 kV
50-procentowe udarowe nap. zapłonu od 12–22 do 64–94 kV
Napięcie obniżone przy prądzie wyładowczym 1,5 kA : od 15–23 do 73–94 kV
Napięcie gaszenia przy próbie od 3,9 do 26 kV
Wysokość od 370 do 808 mm
Ciężar od 7,7 do 21 kg



tęgo równolegle z produkcją nowych odgromników typu GZ wyprodukowano kilka tysięcy sztuk odgromników typu GZ w obudowie dawnych odgromników na napięcia 6, 10 i 15 kV jako typ 686 GZ. Odgromniki te różnią się od nowych odgromników typu GZ tylko obudową i brakiem zabezpieczenia na wypadek przeciążenia. Z tego powodu wyprodukowano do nich bezpieczniki odgromnikowe o zmiennej oporności typu 648 według dokumentacji

Rys. 9. Odgromnik zaworowy GZ 30/15

Napięcie znamionowe 30 kV; obciążalność udarowa 1,5 kV — 30 μ s
Statyczne napięcie zapłonu 66–88 kV
50-procentowe udarowe nap. zapłonu 100 — 136 kV
Napięcie obniżone przy prądzie wyładowczym 1,5 kA : 105 — 136 kV
Napięcie gaszenia przy próbie 39 kV
Ciężar 26,3 kg



borund odgromnikowy, tzn. karborund o dużej wytrzymałości na przebicie i o stosunkowo dobrym przewodnictwie elektrycznym. Lepiszczem jest szkło wodne i kreda. Czołowe powierzchnie płytek są metalizowane miedzią, a powierzchnie walcowe są powlekane lakierem nieprzewodzącym.

Przy projektowaniu odgromników typu GZ zwrócono szczególną uwagę na odpowiednią konstrukcję iskiernika. Jest on zbudowany z elektrod miedzianych albo miedzianych z obrzeżem cynkowym i z przekładek gumoidowych. Kształt i wymiary elektrod oraz wymiary przekładek dobrano drogą specjalnych prób w ten sposób, aby złożony z nich iskiernik posiadał jak największą zdolność gaszenia prądów następczych i aby w nim nie występowały zjawiska niepożądane w pracy odgromnika, jak spierlenia oraz niepożądane światlenia i przeskokki.

Odgromniki typu GZ na napięcia 3, 6, 10, 15, 20 i 30 kV są mniejsze i lżejsze od dawnych „ochronników zaworowych” typu 686. Nie ma w nich masywnych odlewów z żeliwa i nie jest stosowane łączenie za pomocą kitu glejowego. Odgromniki te na wypadek powstania w nich trwałego zwarcia są zabezpieczone przed eksplozją w ten sposób, że pod wpływem ciśnienia, powstającego wewnątrz odgromnika, wypada dolne jego zamknięcie wraz z przewodem uziemiającym; w ten sposób odgromnik otwiera się i jest odizolowany od ziemi.

Szkiecy wymiarowe odgromników typu GZ podano na rys. 7, 8 i 9. Produkcję tych odgromników uruchomiono w pierwszej połowie 1951 roku i kilkaset sztuk ich już pracowało w sieciach w okresie burzowym 1951 roku. Żadnych reklamacji ze strony odbiorców nie otrzymano i produkcja tych odgromników rozwija się dobrze.

17. Odgromniki typu 686 GZ.

W chwili przerwania produkcji odgromników typu 686 w jesieni 1950 roku ZWAWN posiadały znaczne pozostałości porcelany przeznaczonej na te odgromniki. Wobec

przedwojennej. Odgromniki typu 686 GZ należy przyłączać do sieci tylko za pomocą bezpieczników odgromnikowych; wtedy nie są one pod żadnym względem gorsze od odgromników typu GZ.

18. Odgromniki typu GZ spec 15/15.

W roku 1949 autor uzyskał patent polski na „ochronnik zaworowy” (nr 34753). Według tego wynalazku płytki zmienne-oporowe w odgromnikach zastąpiono luźnym karborundem, co bardzo upraszcza produkcję. Realizacja tego wynalazku wciąż napotyka trudności i właściwego rozwiązania konstrukcyjnego tych odgromników dotąd nie ma. W 1952 r. wyprodukowano próbną serię odgromników na napięcie 15 kV jako typ GZ spec. 15/15. Odgromniki tej serii różnią się od normalnych odgromników typu GZ 15/15 tylko tym, że zamiast płytek zmienne-oporowych mają słup oporowy z czystych, luźnych ziarn karborundu; wszystkie pozostałe elementy są takie same, jak w normalnych odgromnikach typu GZ.

Umieszczono na nich tabliczki z ostrzeżeniem, że należy je przyłączać do sieci za pomocą bezpieczników odgromnikowych, gdyż w przypadku przeciążenia słup oporowy z karborundu oraz uszczelnienie karborundu może stawiać opór gazom i nacisk na bolec normalnego zabezpieczenia może być o tyle za słaby, że dno nie odpadnie.

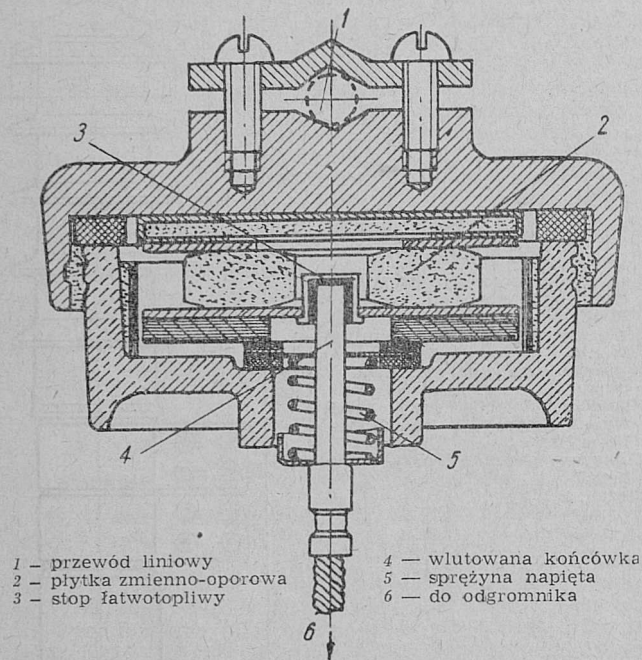
Prototypy tych odgromników zostały zbadane przez Instytut Elektrotechniki według projektu normy PN/E-06101; wynik otrzymano dodatni. Uruchomienie normalnej produkcji odgromników zaworowych z czystym, luźnym ziarnem karborundowym jest uzależnione od wyniku prób eksploatacyjnych.

Bezpiecznik odgromnikowy typu 648 do odgromników GZ spec. 15/15 przekonstruowano w ten sposób (rys. 10), że sprężyna napinająca bezpiecznik mieści się wewnątrz bezpiecznika, co powinno ułatwić przyłączanie go do przewodu liniowego.

19. Laboratoryjne sprawdzanie jakości nowych odgromników.

Prototypy odgromników typu GZ na napięcia 0,5 3, 6, 10, 15, 20 i 30 kV zbadano w Instytucie Elektrotechniki według przepisów projektu normy PN/E-06101. Stwierdzono, że wszystkie one odpowiadają tej normie.

Przy produkcji płytki zokarowe do odgromników typu GZ są poddawane próbom na obciążalność udarową i na kształt pętli prądowo-napięciowej. Obciążalność udarowa płytek jest badana za pomocą udarów na 1,5 kA, 10/30 μ s.



Rys. 10. Bezpiecznik typu 648 do odgromników GZ spec 15/15

Z każdego cyklu produkcyjnego dowolnie pobiera się do zbadania 2% płytek. Do produkcji odgromników używa się tylko płytek z tych partii produkcyjnych, które wytrzymują nie mniej niż 100 podanych udarów prądowych i posiadają odpowiednią charakterystykę prądowo-napięciową.

Płytki zokarowe o średnicy 66 mm najczęściej wytrzymują bez przebicia ponad 500 udarów na 1,5 kA, 10/30 μ s, doprowadzanych w odstępie czasu około 5–10 s. W maju 1952 roku dwie płytki zokarowe z bieżącej produkcji poddano działaniu 3000 takich udarów i płytki te nie uległy przebiciu, a w lipcu tegoż roku dwie takie płytki z bieżącej produkcji wytrzymały 50 udarów na 7,5 kA, 10/30 μ s i płytki te również nie uległy przebiciu. Świadczy to o tym, że obciążalność udarowa odgromników typu GZ jest na ogół znacznie wyższa niż 1,5 kA.

Każdy zmontowany odgromnik typu GZ jest sprawdzany przez kontrolę techniczną na statyczne napięcie zapłonu, na kształt pętli prądowo-napięciowej i na szczelność. Każdy taki odgromnik otrzymuje 4–6 udarów na 1,5 kA, 10/30 μ s dla określenia napięcia obniżonego i napięcia gaszenia; jednocześnie podlega sprawdzeniu prawidłowy montaż danego odgromnika.

V. ZAKOŃCZENIE

1. Nowoczesne dobre odgromniki zaworowe skutecznie zabezpieczają urządzenia elektryczne od przepięć atmosferycznych nadchodzących z daleka, przy czym zadanie odgromników w przypadku linii na słupach tylko drewnianych jest znacznie trudniejsze niż w liniach ze słupami żelaznymi.

2. W przypadku bliskiego uderzenia pioruna odgromniki zaworowe odprowadzają do ziemi znaczną część prądu piorunowego, jednak nie gwarantują skutecznego zabezpieczenia urządzeń elektrycznych. Same odgromniki ulegają przy tym silnemu zużyciu lub nawet uszkodzeniu. Ponieważ prąd następczy w odgromnikach wzrasta

ze zwiększeniem gęstości prądu wyladowczego, więc przy bardzo silnym prądzie wyladowczym iskiernik odgromnika może nie zgasić prądu następczego nawet wówczas, kiedy słup oporowy jeszcze nie został przeбитy. Ponad to czynne powierzchnie iskiernika pod wpływem bardzo silnego prądu wyladowczego lub prądu następczego mogą ulec uszkodzeniu. Dlatego odgromniki zaworowe, które mogłyby skutecznie chronić od bliskiego uderzenia pioruna, powinny posiadać słup oporowy o możliwie dużej średnicy, a iskiernik o kilku równoległych powierzchniach czynnych, zbudowany w taki sposób, aby w nim paliły się łuki równoległe.

3. Odgromnik w sieci może zadziałać wskutek przepięć kilka razy w ciągu roku, przy czym ulega stopniowemu zużywaniu się. Toteż po upływie pewnego — nie dającego się jeszcze bliżej określić — przeciągu czasu każdy odgromnik ulega uszkodzeniu. Dotąd nie ma sposobu ustalenia, kiedy zdolność ochronna danego odgromnika zaworowego uległa wyczerpaniu, wobec czego każdy odgromnik wysokiego napięcia powinien posiadać zabezpieczenie na wypadek przeciążenia.

4. W polskich liniach elektrycznych są zainstalowane odgromniki zaworowe różnych wytwórni zagranicznych, a obok nich odgromniki krajowe, które można ująć w następujące grupy:

a) Ochronniki zaworowe fabryki Szpotańskiego wyprodukowane przed wojną i podczas okupacji niemieckiej. Przechodziły one po wyprodukowaniu właściwe próby wyrobu i powinny działać dobrze, ale ich zdolność ochronna może być już znacznie obniżona z powodu zużycia.

b) Ochronniki zaworowe wyprodukowane w latach 1947 — 1950 według dokumentacji wymienionej fabryki. Przechodziły one po wyprodukowaniu nie wszystkie próby wyrobu i dlatego niektóre sztuki mogą być wadliwe.

c) Odgromniki z tabliczką „Ochronnik zaworowy typ GZ...”.

d) Odgromniki z tabliczką „Ochronnik zaworowy typ 686 GZ...”.

e) Odgromniki z tabliczką „Ochronnik zaworowy typ GZ spec 15/15”.

Odgromniki grup a), b), d) i e) należy stosować tylko z bezpiecznikami odgromnikowymi. Odgromnik, przy którym bezpiecznik zadziałał, najprawdopodobniej jest już uszkodzony i powinien być usunięty z linii. Odgromniki grup c) i e) należy przyłączać do sieci w taki sposób, aby w przypadku przeciążenia odgromnika nic nie przeszkadzało wypadnięciu dna i odłączeniu odgromnika od ziemi.

LITERATURA

- [1] Przesył i rozdział energii elektrycznej. Praca zbiorowa. Tom I. Wyładowania piorunowe i ochrona przepięciowa, Gł. Inst. Elektr., PWT, 1951
- [2] Sirotinski L. I. Technika wysokich napiężeń, wydawnictwo III, Moskwa, 1945
- [3] Jakubowski J. L. Technika wysokich napięć, Warszawa, 1951
- [4] ASEA, Lightning Arresters, Katalog 7229 Ea, Reg 734, 5685
- [5] Goriew A. A. i Pirjajew A. J. Impulsnaia propusknaja sposobnost' sowremiennych wilitowych razriadnikow, Elektrichestwo, 1951, 9
- [6] Kostienko M. W. Atmosfierne pierienapriajenja i grozozaszczita wysokowoltnych ustanowok, Moskwa, 1949
- [7] Arbiekowa L. W., Aronowicz I. S. i inni. Aparatura razpredielitelnych ustrojstw wysokowo napriajenja, Moskwa, 1938
- [8] Jung L. i Gniewiewski J. Burze i przepięcia w polskich napowietrznych sieciach wysokiego napięcia w r. 1936, Przegl. Elektr., 1937, str. 515
- [9] Ekspansyjny ochronnik przepięciowy ze spadkiem katodowym, Przegl. Elektr., 1935, str. 399–401
- [10] Ochronniki zaworowe wysokiego i niskiego napięcia, Przegl. Elektr., 1935, str. 412–413
- [11] Łukomski H. Zastosowanie mas plastycznych do gaszenia łuku elektrycznego, Przem. Chem., 1949, str. 214
- [12] Szpor S. Bezpieczniki odgromnikowe o zmiennej oporności, Przegl. Elektr., 1939, str. 326
- [13] Szpor S. Technika izolacyjna, Gdańsk — Warszawa, 1948
- [14] Bader J. Płytki zmiennej oporności odgromników, Przegl. Elektr., 1951, str. 52
- [15] Line Material Co, Bulletin nr 47060
- [16] Siemens Kathodenfallableiter, SGO, nr 434/04
- [17] Gniewiewski J. Burze i przepięcia w polskich napowietrznych sieciach wysokich napięć w roku 1937, Przegl. Elektr., 1938, str. 361

MGR INŻ. WITOLD GŁADYSZ

Zagadnienie urządzeń elektroenergetycznych w zakładach przemysłowych z punktu widzenia pewności ruchu 620.4:338.004.15

Treść. Podano ogólne zasady zapewnienia ciągłości ruchu w zakładach przemysłowych. Omówiono różnice między układami elektroenergetycznymi w przemyśle i energetyce zawodowej. Przytoczono przykłady rozwiązań dla zakładów przemysłowych wymagających dużej pewności ruchu.

Проблемы электроэнергетических установок в промышленных предприятиях с точки зрения надежности эксплуатации. Даются общие основы обеспечения бесперебойной работы промышленных заведений. Указана разница между электрическими установками в промышленности и профессиональной энергетике. Приведены примеры решений для промышленных установок, требующих большой надежности работы.

The problem of electric power equipment in industrial enterprises from the point of reliability of operation. The author specifies the principles of ensuring regularity in the operation of industrial enterprises. He deals with the divergences between electric power systems in industrial and professional power practice. Specimens of solutions for industrial enterprises to rely on a high degree of reliability of service.

1. Wstęp.

Zagadnieniem pewności ruchu w zakładach przemysłowych do niedawnych czasów nie interesowano się zbyt. Słaby polski przemysł przedwojenny nie wymagał na ogół rozwiązań zapewniających niezawodność ruchu. Zasilano zakłady bez wnikania w zagadnienia pewności ruchu, a często wręcz tandetnie.

Własnych energetyków przemysł sobie nie wychowywał, a jeśli jakaś fabryka miała własną siłownię, to energetyków brano z elektrowni zawodowych. Ten stan rzeczy przetrwał do ostatnich czasów i jeszcze dziś powoduje supremację poglądów, nie uwzględniających istotnych i wielkich różnic między energetyką zawodową a przemysłową.

Z drugiej strony dla technologicznego zasilania zakładów energią było i jest jeszcze, niestety, sprawą raczej uboczną z tego względu, że koszt inwestycyjny siłowni fabrycznej nie przewyższa kilku do kilkunastu procentów kosztu całego zakładu, a wartość energii elektrycznej dochodzi nieraz zaledwie do kilku procentów wartości produkcji technologicznej.

Wprawdzie nie ulega wątpliwości, że nadzór nad inwestycjami i eksploatacją siłowni przemysłowych winien należeć do energetyki zawodowej, zwłaszcza w sprawach koordynacji i powiązania zakładów w skali państwowej, jednak znaczna ekonomiczna przewaga produkcji przemysłowej zmusza do przyjmowania przez przemysł rozwiązań, odbiegających często od szablonów, stosowanych w energetyce zawodowej. Rozwijający się potężnie przemysł, budując zakłady, których dobowa wytwórczość przedstawia ogromne wartości, coraz częściej stawia zagadnienia pewności ruchu na naczelnym miejscu i tu właśnie różnice zdań między specjalistami z energetyki zawodowej a energetykami przemysłowymi rysują się najwyraźniej.

Dwie są najważniejsze przyczyny, dla których duże, a nawet średnie zakłady przemysłowe budują własne siłownie. Są to korzyści wynikające ze skojarzenia gospodarki ciepłej z elektryczną (ciepłownictwo) oraz wymagana duża pewność ruchu. Zakłady, które nie wymagają pary produkcyjnej ani wielkiej pewności ruchu (zwłaszcza małe i średnie), korzystniej jest zasiląć z siłowni zawodowych nawet w wypadku, kiedy są położone na krańcach sieci okręgowych lub państwowych. Niezbyt wygórowane wymagania tych zakładów (co do stałości napięcia i częstotliwości oraz ciągłości ruchu) może tanio zaspokoić energetyka zawodowa, rozmieszczając odpowiednio swoje siłownie i rozbudowując swoją sieć. Jeżeli przyjąć jako zasadę, że średnie i wielkie fabryki, wymagające dużej pewności ruchu, otrzymają własne siłownie, wtedy małe zakłady przemysłowe wymagające pewności ruchu dadzą w sumie niewielkie zapotrzebowania mocy, łatwe do pokrycia w sposób pewny przez wzajemną pomoc rezerwową między siłowniami zawodowymi. W przypadkach wyjątkowych — o dużym znaczeniu — można i dla małych odbiorców budować lokalne siłownie.

W ten sposób ciężar zapewnienia przemysłowi ciągłości ruchu przeniosłby się na siłownię przemysłową, co dałoby energetyce zawodowej duże korzyści pod względem inwestycyjnym, gdyż utrzymanie niezawodnego ruchu — zwłaszcza zdalne, za pośrednictwem linii napowietrznych — jest niezwykle kosztowne i to tym bardziej, że w orbitę drogich rozwiązań musiałby wejść siłą rzeczy również odbiory, nie wymagające tak kosztownych rozwiązań.

Lekceważenie spraw pewności ruchu przynosi olbrzymie straty w produkcji zakładów przemysłowych, jak

świadczą następujące przykłady. Wartość produkcji dobowej pewnych zakładów wynosi 1 600 000 zł; przerwa w zasilaniu fabryki prądem ponad 4 sekundy powoduje zerwanie pracy na 12 godzin i wypuszczenie drugiego gatunku przez dalszych 12 godzin; wartość dobową produkcji energii elektrycznej siłowni fabrycznej, wliczając w to i odbiory zewnętrzne, wynosi około 40 000 zł, czyli 2,5% wartości dobowej produkcji zakładów. Kilkusekundowa przerwa w zasilaniu innej fabryki powoduje niebezpieczeństwo wybuchu i zniszczenia jednego z oddziałów o wartości ponad 30 000 000 zł oraz przerwę w niezmiernie drogiej produkcji na wiele tygodni. Jak widać z tych przykładów, zagadnienie pewności ruchu jest dla tego rodzaju fabryk sprawą naczelną i stawia energetyce bardzo wielkie wymagania.

2. Stopnie wymaganej pewności ruchu.

Ponieważ zapewnienie ciągłości zasilania jest, jak się niżej okaże, kosztowne i ponieważ nie wszystkie działy fabryk wymagają jednakowej pewności ruchu, najlepiej jest podzielić obciążenia na grupy według wymaganej pewności ruchu. Podział taki musi być uzgodniony z technologiami produkcji i wiele urządzeń produkcyjnych musi się dostosowywać do tego podziału. Liczba grup jest zasadniczo zależna od potrzeb fabryki, a o zaliczeniu jakiegoś obciążenia do danej grupy decyduje czas przerwy dopuszczalnej ze względów technologiczno-ekonomicznych oraz ze względu na bezpieczeństwo obsługi i urządzeń. Technolodzy mają tendencję do zbyt rozszerzania liczby grup i do przesadnego oceniania ważności odbiorów i szkodliwości przerw. Należy zwalczać tę tendencję, gdyż prowadzą one do rozwiązań zbyt skomplikowanych i zbyt drogie.

Jako rozwiązanie zasadnicze może posłużyć następujący przykład, dotyczący fabryki, w której przerwy powodują wielkie straty produkcyjne, nie wywołując jednakże katastrof.

Ustanowiono 3 grupy czułości:

- grupa A nie znosi w ogóle przerw lub najwyżej do 4 sek.,
- grupa B znosi przerwy minutowe symbolicznie do 15 min.,
- grupa C znosi przerwy minutowe (symbolicznie do 4 godz.).

Do grupy A zaliczono odbiory, których nie udało się przeprojektować na mało czułe, a to ze względu na konstrukcję maszyn i technologię produkcji. Przerwa choćby najmniejsza powoduje wyprodukowanie drugiego gatunku, przerwa ponad 4 sekundy zrywa produkcję na 12 godzin i powoduje produkowanie drugiego gatunku przez następnych 12 godzin.

Do grupy B zaliczono odbiory, dla których technologia dopuszcza przerwy do 15 minut, oraz tę część odbiorów pierwotnie grupy A, których czułość udało się zmniejszyć przez zainstalowanie zbiorników i bunkrów pośrednich z zapasem dającym produkcji rezerwę 15-minutową. Niektóre maszyny produkcyjne zdublowano lub dodano im zespoły rezerwowe, by istniała możliwość dopędzenia braków wywołanych postojem do 15 minut. Te rezerwy okazały się zresztą bardzo pożyteczne, gdyż stały się równocześnie rezerwami remontowymi.

Do grupy C zaliczono odbiory nieczułe, dla których produkcja dopuszczała przerwy do 4 godzin i dłuższe. Do grupy tej zaliczono także odbiory pierwotnie przewidziane do grupy B, których czułość udało się zmniejszyć przez magazynowanie pośredniego potoku produkcji w zbiornikach, dających rezerwę 4-godzinną. Do grupy tej zali-

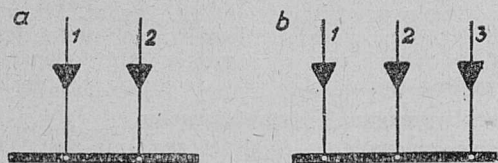
czono działy pracujące na 1 lub 2 zmiany. Przy projektowaniu i zabezpieczaniu maszyn uważano, by stopień bezpieczeństwa obsługi i urządzeń co najmniej odpowiadał podziałowi na grupy. Oświetlenie działów fabrycznych jest dostosowane do przyjętego systemu w sposób analogiczny.

3. Rezerwy wypadkowe.

Kombinacje następujących zasadniczych czynników składają się na wymagania, stawiane rezerwom wypadkowym: a) stopniowanie, b) wielkość, c) gotowość, d) niezawodność.

Stopniowania rezerw wypadkowych. Rezerwy wypadkowe mogą być jedno- lub wielostopniowe. Znaczący to, że liczba elementów niezależnych od siebie, a będących podstawą pewności ruchu może być różna. Jeden stopień rezerwy wypadkowej (rezerwa jednostopniowa) oznacza, że gdy wypadnie z ruchu wskutek np. uszkodzenia jakiś element, będący podstawą pewności ruchu, zastępuje go się drugim — rezerwowym. Gdyby zawiódł ten drugi, to dalszych możliwości utrzymania ruchu już nie ma. Dwa stopnie rezerwy wypadkowej (rezerwa dwustopniowa) oznaczają, że gdy wypadnie z ruchu element pierwszy, zastępuje go się drugim, a gdyby i ten zawiódł, wchodzi do pracy element trzeci.

Weźmy np. układ — siłownia własna i zasilacz zewnętrzny. Gdyby wypadła siłownia własna, pracuje sieć zewnętrzna. Mamy układ z rezerwą jednostopniową. W



Rys. 1. Stopnie rezerwy wypadkowej

- a — rezerwa jednostopniowa
b — rezerwa dwustopniowa
1 — zasilacze kablowe zasadnicze
2, 3 — zasilacze rezerwy wypadkowej

układzie — dwie niezależne siłownie własne i zasilacz zewnętrzny — mamy rezerwę dwustopniową. Podobnie byłoby wtedy, gdybyśmy mieli do czynienia wyłącznie z zasilaniem kablowym (rys. 1).

Wielkość rezerw. Wielkość rezerw oznacza się w procentach wielkości zasadniczego elementu. Np. dla kabli rezerwa 100-procentowa oznacza, że gdy wypada jeden kabel, to zastąpi go drugi obciążalny pełną mocą zasilanych odbiorów. Rezerwa 50-procentowa oznacza, że gdy wypadnie jeden kabel, to zastępuje go się drugim, lecz obciążalnym tylko do 50% zasilanych odbiorów.

Wielkość rezerw można też określać grupami czułości podanymi w rozdz. 2. Np. rezerwa A oznacza, że gdy wypadnie kabel pierwszy, to drugi może zasilac jedynie grupę A.

Nie należy mylić stopniowania rezerw z wielkością rezerw, gdyż to są rzeczy różne i nie zawsze pokrywają się. Rezerwa wypadkowa powyżej 100% nie ma sensu, potrzebne są natomiast nieraz np. 2 stopnie rezerwy 100-procentowej. Błędem jest nazywać taką rezerwę 200-procentową. W pewnym wypadku błędnie zrozumiano (niejasne i błędne) polecenie zastosowania 150-procentowej rezerwy wypadkowej i zainstalowano 1 pompę o mocy 150% w stosunku do mocy pompy zasadniczej. Można było jeszcze zainstalować 1 pompę o mocy 100% i jedną pompę o mocy 50% (rezerwa 2-stopniowa) lub także 3 pompy po 50% (rezerwa 3-stopniowa). W danym przypadku chodziło o rezerwę dwustopniową.

Gotowość rezerw. Rozróżnić można w grubszych zarysach następujące rodzaje gotowości rezerw. a) Rezerwa natychmiastowa (wirująca, gorąca) synchroniczna, stale włączona i przejmująca na siebie pracę przez wyłączenie elementu zasadniczego.

b) Rezerwa natychmiastowa (wirująca, gorąca) niesynchroniczna, włączana dopiero w wypadku uszkodzenia elementu zasadniczego po ewent. wyłączeniu tego uszkodzonego elementu zasadniczego; innymi słowy jest to rezerwa przygotowana do natychmiastowej pracy, lecz wymagająca operacji włączenia do pracy.

c) Rezerwa zwłoczna (zimna). Rezerwa zwłoczna wymaga trwających przez pewien czas zabiegów, za-

nim będzie mogła przejąć na siebie czynności elementu, który uległ wypadkowi.

d) Rezerwa magazynowa. Rezerwa ta spoczywa w magazynie i trzeba ją instalować w razie wypadku z elementem zasadniczym.



Rys. 2. Pojedynczo-promieniowy układ rozdzielczy

- a, b, c — zasilacze promieniowe
1, 2, 3 — podstawy fabryczne

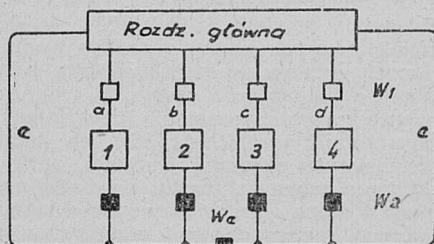
Rezerwy synchroniczna i niesynchroniczna nadają się dla grupy A, rezerwa zwłoczna często nadaje się dla grupy B, rezerwa magazynowa wystarczy często dla grupy C.



Rys. 3. Podwójnie-promieniowy układ rozdzielczy

- a₁, b₁, c₁ — zasilacze promieniowe zasadnicze
a₂, b₂, c₂ — zasilacze promieniowe rezerwy wypadkowej
1, 2, 3 — podstawy fabryczne

Nie z a w o d n o ś ć. Pewną odmianą rezerwy wypadkowej są urządzenia tak zaprojektowane, żeby zakłócenie ruchu było nieprawdopodobne. Np. instaluje się transformator niedociążony ze wzmocnioną izolacją lub kabel



Rys. 4. Układ pojedynczo-promieniowy z pętlą rezerwy wypadkowej

- 1, 2, 3, 4 — podstawy fabryczne
W1 — wyłączniki zasilaczy promieniowych
W2 — wyłączniki pętli
We — wyłącznik sprzegowy pętli
a, b, c, d — zasilacze promieniowe
e — pętla rezerwy wypadkowej

przewymiarowany, z podwyższoną izolacją i bardzo dobrze osłonięty przed uszkodzeniami mechanicznymi. Rezerwa tkwi tu w przewymiarowanych urządzeniach i jest niejako utajona. Ten rodzaj rezerwy, bardzo mało rozpowszechniony (wskutek błędnego rozumienia zasad oszczędności) jest niedoceniany. Do wielu jego zalet należą przede wszystkim: gotowość (pewniejsza niż w przypadku wymienionej wyżej rezerwy natychmiastowej synchronicznej), prostota układu, taniość. Istotną wadą takiego rozwiązania jest to, że jest to rezerwa „zero-stopniowa”, i wszystko, co się z tym wiąże. Musi więc być traktowana jako rezerwa mniej wartościowa w pewnych wypadkach. Np. dla kabli w przypadku przechodzenia tras przez tereny górnicze lepiej jej nie stosować ze względu na zapadliny.

Wobec faktu, że nie ma niezawodnych źródeł energii, gdyż zarówno własne jednostki prądowców, jak i tym bardziej zasilacze zewnętrzne mogą zawieść, nic nie zastąpi w tym zakresie rezerw wielostopniowych. W pewnych wypadkach natomiast rezerwa posiadająca cechy „niezawodności” wykazuje nieoczekiwane zalety. Np. w automatyce można zastosować — zamiast przełączania się z jednego układu szyn jakiejś rozdzielni na drugi — pojedynczy układ szyn, zaprojektowany w sposób pewny.

Uniknie się w ten sposób bardzo skomplikowanej automatyki, mogącej być źródłem zaburzeń, nie odstępując jednocześnie od zasady niestosowania przesmyków (wąskich gardeł) w konsekwentnie przeprowadzanej idei zapewnienia ciągłości ruchu.

Omawiając sprawę niezawodności, trzeba jeszcze dodać, że stosując rezerwy wielostopniowe można nieraz ze względów ekonomicznych zrezygnować z wielkiej niezawodności dalszych stopni, jeżeli przyjąć zasadę, że rezerwa wypadkowa służyć ma jedynie na krótki czas, do usunięcia uszkodzenia, po czym następuje przełączenie na element zasadniczy. Zasilacz zewnętrzny, jako stopień rezerwy wypadkowej, jest jednym z przykładów takiego rozwiązania.

4. Inne sposoby zapewnienia ciągłości ruchu.

Prócz rezerw wypadkowych, które można uruchamiać w najrozmaitszy sposób zależnie od rodzaju potrzeb, wybijają się na pierwszy plan jeszcze dwa inne sposoby zapewnienia ciągłości ruchu: a) ograniczanie rozmiarów zakłócenia pracy i b) stosowanie układów o dużej pewności ruchu.

Ograniczanie rozmiarów wypadku. Osiąga się przez rozdrabnianie odbiorów na małe grupy; wtedy im bliżej odbiorów zdarzy się wypadek, tym jego rozmiary są mniejsze. W tym celu stosuje się małe jednostki transformatorowe i głębokie sekcjonowanie. Nie do pominięcia jest sekcjonowanie nie tylko napędów, ale także samych maszyn w ten sposób, by sekcja obejmowała jakiś zespół produkcyjny np. kocioł. Gdy wypadnie z ruchu grupa napędów jednego kotła, wypadek nie jest wielki. Gdyby jednak zgrupować napędy błędnie, np. w ten sposób, że do jednej sekcji byłyby przyłączone pompy przewałowe wszystkich kotłów, to wypadek w sekcji staje się ogólnym wypadkiem całej siłowni. Do ograniczania rozmiarów wypadku służy cała profilaktyka przeciwwypadkowa i stosowanie właściwych zabezpieczeń.

Układy o dużej pewności ruchu. Osiąga się je przez dobór właściwych schematów układu. Z wielu schematów wybiera się najprostszy i dający największe możliwości zabezpieczenia pewnego. W zawiłych układach automatyka komplikuje się do tego stopnia, że traci swoje zalety i wzrasta procent wypadków, spowodowanych błędami obsługi. Dlatego w sieciach fabrycznych zaczyna dominować układ promieniowy sieci wewnętrznej. Rys. 2 podaje przykład sieci promieniowej o pojedynczych promieniach. Rys. 3 podaje przykład sieci podwójnie promieniowej. Wtórne promienie stanowią pierwszy stopień rezerwy wypadkowej 100-procento-owej.

Rys. 4 podaje przykład sieci promieniowej z pętlą rezerwy wypadkowej (kabel *e*). Pętla może być rozcinana wyłącznikiem *W_e* i zamieniona w ten sposób na dwa promienie (stan normalny). Pętla stanowi jednostopniową rezerwę wypadkową niepełną.

Jeśli na dopływach zainstalować mostki (rys. 5), wtedy można zamienić pętlę na rezerwę 2-stopniową, gdyż dopływ energii do każdej podstacji może być wykonany trzema niezależnymi drogami. Pierwszy stopień będzie stanowił rezerwę natychmiastową, drugi — rezerwę zwłoczną (wymagającą zabiegów). Międzypodstacyjnych powiązań przez pętlę nie przewiduje się, by uniknąć komplikacji przy zabezpieczeniach. Pętle, prowadzone odrębnymi drogami niż zasilacze zasadnicze (promienie), nadają się szczególnie na terenach zapadlinowych.

W przypadkach wymagań wyjątkowych można stosować układ podwójnie promieniowy z dodatkową pętlą (rys. 6). Mamy tu 2 stopnie rezerwy natychmiastowej plus 1 stopień rezerwy zwłocznej.

Prócz prostoty układu ważnym czynnikiem dającym pewność ruchu jest ograniczanie mocy zwarciovych przez sekcjonowanie i dławikowanie. Metody stabilizowania układów w warunkach zwarciovych należą do arsenału środków zwiększających pewność ruchu.

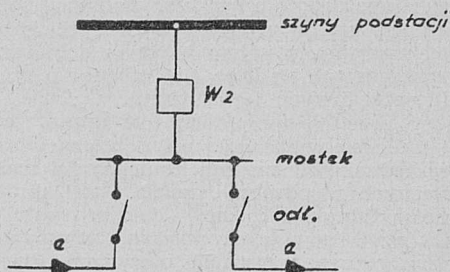
Stosowany jeszcze nieraz układ pierścieniowy (rys. 7) jest wadliwy, jako bardzo trudny do zabezpieczenia, zbyt skomplikowany i nie dający możliwości urządzenia prostej automatyki.

5. Zasadnicze różnice między głównymi układami elektroenergetycznymi przemysłowymi a stosowanymi w energetyce zawodowej.

Podstawowym zadaniem siłowni zawodowej jest produkcja energii elektrycznej. Podstawowym zadaniem za-

kładów przemysłowych jest produkcja masy towarowej. Konsekwencje różnicy zadań są istotne.

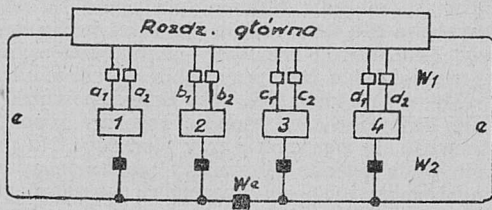
Częściami głównego układu elektroenergetycznego fabryk są:



Rys. 5. Przyłączenie pętli rezerwy wypadkowej do podstacji

W₂ — wyłącznik pętli
e — pętla rezerwy wypadkowej

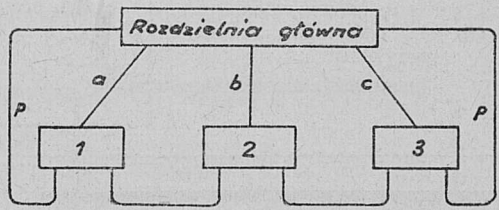
a) siłownia własna (lub siłownie) z rozdzielnią główną (lub rozdzielniami) i nastawnią (nastawniami),



Rys. 6. Podwójnie promieniowy układ rozdzielczy z pętlą rezerwy wypadkowej

1, 2, 3, 4 — podstacje fabryczne
a₁, b₁, c₁, d₁ — zasilacze promieniowe zasadnicze
a₂, b₂, c₂, d₂ — zasilacze promieniowe rezerwy wypadkowej
e — pętla rezerwy wypadkowej
W₁, W₂, W_e — wyłączniki

b) podstacja sprzęgająca zakłady z siecią energetyki zawodowej, zwana dalej podstacją sprzęgową,
c) sieć wysokiego napięcia z podstacjami.



Rys. 7. Układ promieniowy z pierścieniem rezerwy wypadkowej

1, 2, 3 — podstacje fabryczne
a, b, c — promienie zasadnicze
p — pierścień rezerwy wypadkowej

W tej kolejności omówimy zasadnicze różnice między zakładami przemysłowymi a zakładami energetyki zawodowej.

a) Miejscem wymagającym największej pewności ruchu w siłowniach fabrycznych jest rozdzielnia główna, jeżeli w fabryce są odbiory czułe.

Miejscem wymagającym największej pewności ruchu w siłowniach zawodowych są szyny potrzeb własnych. Bilanse wypadków układu się dla siłowni przemysłowych inaczej niż dla siłowni zawodowych. Decydują one o doborze jednostek i mają wpływ na wybór układu. Niewielkie przeważnie nadmiary mocy siłowni fabrycznych, będące w dyspozycji energetyki zawodowej, nie mają zazwyczaj zasadniczego wpływu na bilanse energetyczne w skali okręgowej czy państwowej.

b) Podstację sprzęgową dobiera się w siłowni fabrycznej podwójnie: raz biorąc pod uwagę deficyt mocy niezbędnej do podtrzymania ruchu fabryki z uwzględnieniem czasów i potrzeb grup o różnej czułości ruchu — w razie wypadku w siłowni własnej, a drugi raz biorąc pod uwagę nadmiar mocy przy dołach obciążenia fabryki. Z dwu tych wielkości wybiera się dla ustalenia mocy podstacji sprzęgowej — większą.

Wahania poboru mocy elektrycznej nie zawsze są zgodne z wahaniami poboru mocy cieplnej. W wypadkach, gdy elektryczne krzywe obciążenia wykazują dół, a parowe przeciwnie, mamy największy nadmiar mocy, który decydować może o wielkości podstawy sprężowej.

W siłowniach zawodowych wybitnie przeważają jednostki kondensacyjne, a zatem kryteria dobierania mocy podstawy sprężowych są inne, nie mówiąc o tym, że rola podstawy sprężowych jest tu inna.

c) Odbiory przemysłowe mogą być mniej, jednakowo lub więcej czułe na wyłączenia niż potrzeby własne. Jeśli skutki są jednakowe, nie ma konieczności traktowania potrzeb własnych w odrębny sposób. Jeśli skutki wyłączeń odbiorów fabrycznych są — jak to często bywa — większe niż skutki wyłączeń potrzeb własnych, należy odbiorom fabrycznym przyznać pierwszeństwo. W siłowniach zawodowych z reguły najczulsze są potrzeby własne i stąd pochodzą nie zawsze uzasadnione postulaty energetyki zawodowej, stawiające potrzeby własne na pierwszym planie.

6. Szkicowe koncepcje elektroenergetycznych układów fabrycznych.

Kilka szkicowych i fragmentarycznych przykładów najlepiej naświetli metody, którymi posługuje się energetyka przemysłowa dla utrzymania ciągłości ruchu w swoich zakładach. Zależnie od wielkości zakładów i wymaganej pewności ruchu może być przy fabryce jedna lub więcej siłowni. Gdy wymagana jest wyjątkowa pewność ruchu, stosuje się najmniej dwa stopnie rezerwy wypadkowej, czyli rezerwuje się wzajemnie trzy elementy. Na przykład stosuje się dwie własne siłownie i podstawę sprężową. Układ musi zapewnić — w wypadku wypadnięcia dwu dowolnych elementów — natychmiastowe zasilanie grupie A — przez element trzeci. Odbiory grup B i C muszą otrzymać zasilanie po oznaczonym czasie. Proste rozwiązanie daje w omawianym wypadku potrójny układ szyn w rozdzielni głównej.

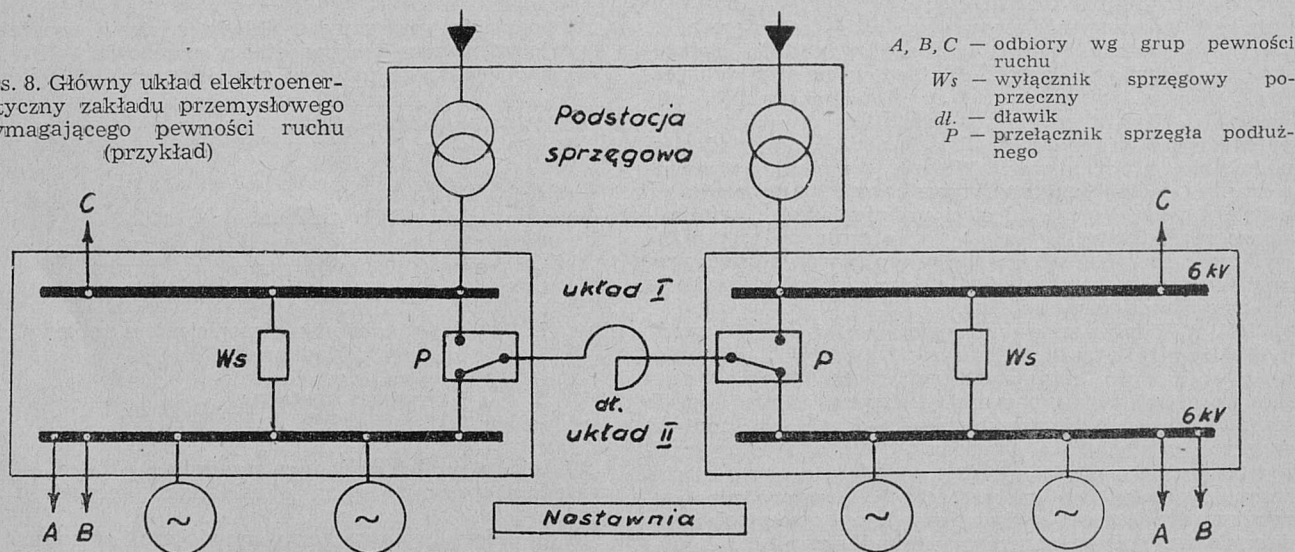
Gdy zakłady posiadają tylko jedną siłownię (wymagana jest tylko duża pewność ruchu), to rezerwa wypadkowa

jest dwustopniowa, natychmiastowa, synchroniczna i samoczynna. Podstacja sprężowa zasilą obie sekcje II układu szyn przez transformatory. Transformatory mogą być trójzwojeniowe i zasilane z sieci energetyki zawodowej dwoma napięciami z dwu niezależnych źródeł.

Obie sekcje układu I szyn zasilane są przez prądnice własne, których moc dobiera się zależnie od wielkości grup obciążenia. Sekcje połączone są ze sobą przez dławik samoodporny na zwarcia; w ten sposób osiąga się jeszcze jeden atut w walce o pewność ruchu, mianowicie zmniejszenie mocy zwarciovych. W normalnym ruchu oba sprzęgła poprzeczne i sprzęgło podłużne I układu szyn są włączone i całość pracuje synchronicznie, co nadaje układowi elastyczność i łatwą możliwość przekazywania do sieci energetyki zawodowej nadwyżek mocy oraz pobierania niedoborów. Równocześnie dopełniony jest warunek największej gotowości rezerwy, gdyż jest ona synchroniczna. Sekcje II układu nie są w normalnym ruchu połączone sprzęgłem podłużnym. Odbiory grupy A i B zasilane są z I układu szyn rozdzielni głównej, jako bardziej pewnego niż układ II (własne prądnice). Odbiory grup C zasilane są z II układu szyn, jako mniej pewnego (zasilanie z podstawy sprężowej). Od wyłącznika największej prądnicy lub od każdego z wyłączników prądnicowych uzależnia się teraz — stosownie do potrzeb — bądź wyłączanie sprzęgieł poprzecznych, bądź wyłączanie grupy C, bądź wyłączanie grup B i C. Kombinacji jest dużo i tak są proste i niekosztowne, że można łatwo rozwiązać bardzo trudne przy innym systemie zadania — utrzymania grupy A w ruchu w razie nawet zawiłego i rozległego wypadku.

Tak na przykład uzależnienie sprzęgieł poprzecznych od wyłącznika największej prądnicy spowoduje w razie wypadku z tą jednostką przerzucenie grupy C całkowicie na podstawę sprężową. Gdyby wystąpił na podstawie sprężowej brak mocy (lub brak napięcia), to wyłączy się grupa C i nie szkodliwego nie stanie się Grupy A i B utrzymają się w ruchu, gdyż pozostałe prądnice zapewnią im zasilanie lub deficyt mocy na jednej z sekcji będzie pokryty z drugiej sekcji za pośrednictwem sprzęgła

Rys. 8. Główny układ elektroenergetyczny przemysłowego wymagającego pewności ruchu (przykład)



zakładów jest jednostopniowa. Rezerwuje się dwa elementy: siłownia własna i podstacja sprężowa. Gdy wypada którykolwiek z nich, drugi musi podtrzymać ciągłość ruchu grupy A. Grupy B i C mogą otrzymać zasilanie z określonej zwiłki. Właściwy w tym wypadku jest podwójny układ szyn rozdzielni głównej.

Moga, oczywiście, zdarzać się rozwiązania pośrednie. Jeśli np. przyjąć, że wypadnięcie z ruchu całej siłowni lub kotłowni jest nieprawdopodobne, to można uznać sekcjonowanie szyn rozdzielni głównej (z ewent. umieszczeniem poszczególnych sekcji w oddzielnych pomieszczeniach) za wprowadzenie rezerwy dwustopniowej. Sekcje można uznać w tych warunkach za niezależne elementy pewności ruchu, będą one tworzyć wspólnie z podstawą sprężową dwa stopnie pewności ruchu. Można tu zastosować bardzo ciekawy układ, który przy swej prostocie i taniości daje największy dobór czynników sprzyjających pewności ruchu (rys. 8). Zastosowana rezerwa

podłużnego i dławika. Deficytu mocy tej sekcji nie powiększy grupa C, gdyż została izolowana na II układzie szyn.

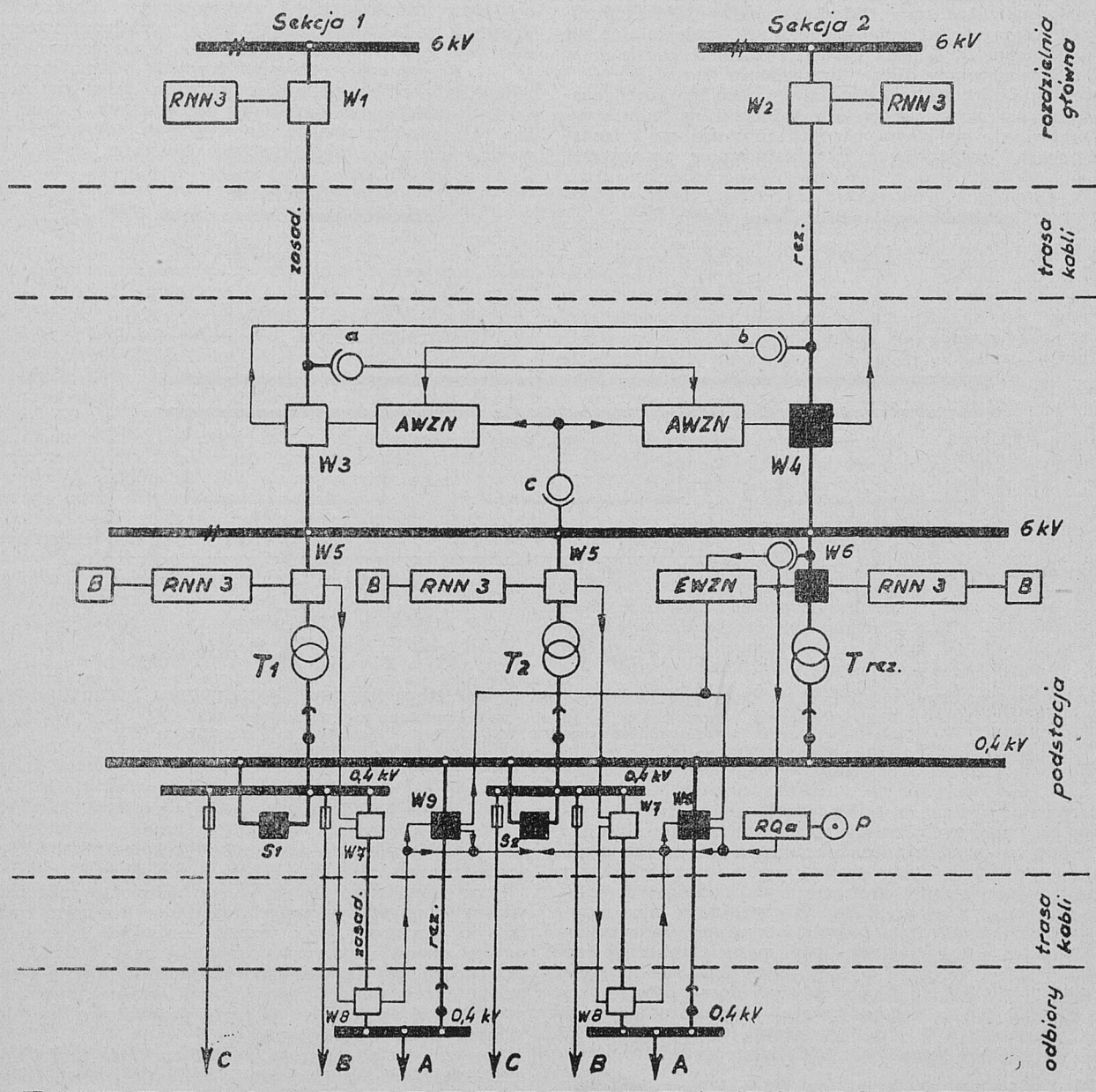
Gdyby wypadnięcie dalszej jednostki groziło grupie A, wtedy styki sterujące sprzęgieł poprzecznych podadają plus na styki sterujące wyłączników prądnicowych, a te — po wypadnięciu jednej z prądnic — wyłączą potrzebną do zachowania zasilania grupie A liczbę odbiorów grupy B. Teraz można przez 15 minut przerzucić grupę B na układ II wyłączając — gdyby była potrzeba — odpowiednią liczbę odbiorów grupy C.

W wypadku zakłócenia ruchu w całej sekcji układu I, wyłączy sprzęgło podłużne, dokonując potrzebnych przełączeń, lub może działać automatyka na promieniowych zasilaczach sieci fabrycznej (o czym dalej).

Tak daleko idące kombinacje nie są zwykłe potrzebne i wystarczy przeważnie 1 stopień rezerwy z wyłączaniem sprzęgieł poprzecznych.

Jeśli zważyć dodatkowo, że zastosowano sekcjonowanie jako czynnik zmniejszający rozmiary wypadku, że układ jest prosty i zrozumiały, że zapewnia także elastyczność wewnętrzną siłowni (między jednostkami), co przy jednostkach przeciwnieprężnych ma ogromne znaczenie, gdyż wymagane są stałe parametry pary produkcyjnej, to można uznać, że będzie on się nadawał dla dużej liczby zakładów przemysłowych, wymagających pewności ruchu.

mając tylko ten silniczek jednego z dwu przełączników, który jest pod napięciem z przekładnika napięciowego *a* lub *b*. Po nastawionym czasie, zależnym od potrzeb odbiorów i od czasów nastawienia ochrony nadmiarowej, wypada wyłącznik *W3*, sterując włączenie wyłącznika zasilacza rezerwowego *W4*. Gdy zasilacz rezerwowo jest bez napięcia, wtedy przełączenie nie nastąpi, gdyż przekładnik napięciowy *b* pozostanie bez napięcia i nie uru-



Rys. 9. Schemat samoczynnego przełączania w razie wypadku

RNN 3 — przełącznik nadprądowy zwłoczny

RQa — przełącznik pomocniczy

AWZN — przełączniki czasowe z silnikiem synchronicznym

B — przełącznik gazowo-podmuchowy

S1, S2 — wyłączniki sprzęgieł poprzecznych

A, B, C — grupy pewności ruchu

W — wyłączniki

W7, W9 — wyłączniki z ochroną nadmiarowo-prądową bez-

zwłoczną

P — przycisk zapadki przełącznika RQa

Podany układ może także znaleźć zastosowanie w elektrowniach miejskich energetyki zawodowej, w których da się dokonać podział odbiorów na grupy ważności.

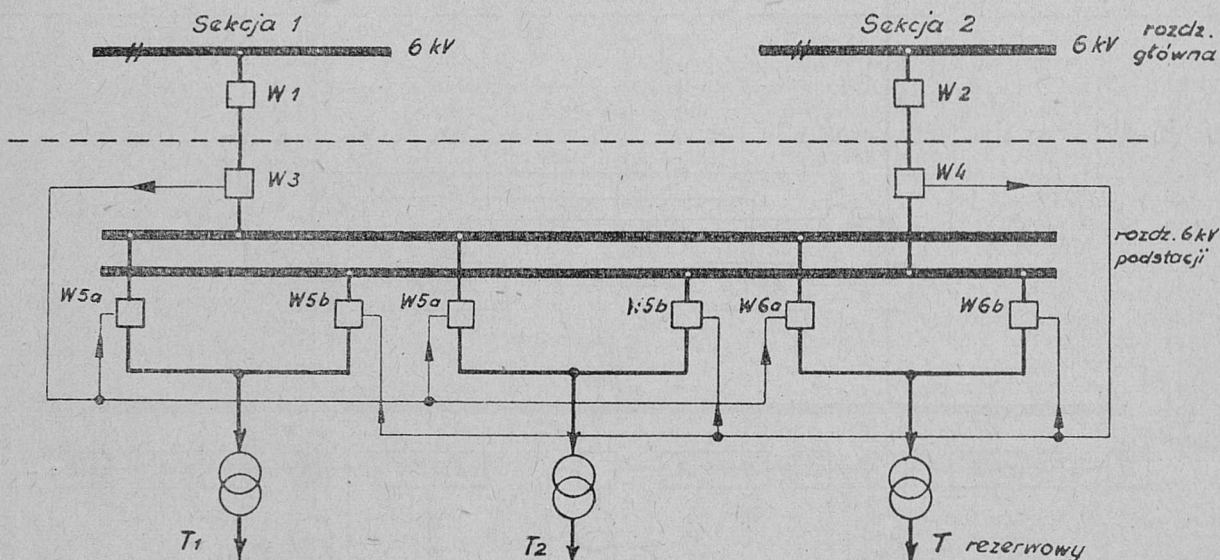
Rys. 9, pomijając zbędne szczegóły z małymi modyfikacjami, przedstawia jeden ze sposobów zapewnienia ciągłości ruchu, opracowany przez mgr inż. Aleksandra Zawiszę dla fabryki posiadającej na podstacjach odbiory mieszane pod względem czułości i oparty wyłącznie na sprzęcie krajowym. W wypadku zaniku lub przysiadu napięcia na szynach 6-kilowoltowych podstacji, przełączniki AWZN nie otrzymują wzbudzenia, zwora opada, urucha-

chomi silniczek przełącznika AWZN. Przełączenie to byłoby zbędne. Oba zasilacze stanowią dla siebie wzajemną rezerwę, każdy obliczony jest na 100% obciążenia i powrotne przełączanie ręczne — po usunięciu zakłócenia — jest zbędne. Zanik lub przysiad napięcia na zasilaczu zasadniczym może nastąpić wskutek zaniku napięcia w sekcji 1 rozdzielni głównej (wypadek w sekcji 1) lub wskutek zwarcia albo przerwy w zasilaczu zasadniczym. W wypadku zwarcia działa ochrona nadmiarowa wyłącznika W1 i rozdzielnia 6-kilowoltowa podstacji pozostaje bez napięcia, co powoduje samoczynne przełączenie jak wyżej.

Skutki przerwy w zasilaczu zasadniczym są identyczne. Urządzenie zawiodłoby, gdyby nastąpiło zwarcie na szynach 6-kilowoltowych podstacji. Wypadek ten jest jednak w razie potrzeby łatwy do opanowania przez zdwojenie wyłączników W5 i W6, jak na rys. 10. Każdy z zasilaczy 6-kilowoltowych połączony byłby na inny układ szyn 6-kilowoltowych podstacji. Wszystkie wyłączniki W5a i W6a byłyby elektrycznie sprzężone z wyłącznikiem W3, wszystkie wyłączniki W5b i W6b z wyłącznikiem W4. Przelączenie się któregośkolwiek wyłącznika W4 lub W3 byłoby równoznaczne z przelączeniem się transformatorów na inny układ szyn. Układ taki byłby dość skomplikowany, dlatego zrezygnowano z niego, zadowalając się zaprojektowaniem 6-kilowoltowej rozdzielni podstacji w sposób gwarantujący dużą niezawodność (rozdz. 3).

Transformatory 1 i 2 są zasadnicze; poza tym jest transformator rezerwowy. Wszystkie jednostki są jednakowe. Nie przewiduje się równoczesnych zaburzeń na 2 transformatorach zasadniczych i transformator rezerwowy

Powrót do stanu wyjściowego odbywa się bez żadnej przerwy w zasilaniu, przy pomocy ręcznych manipulacji. Włącza się wyłączniki W5, W7 i W8, a wyłącza W5, W9 i S. Ze względu na niemożność obciążania sekcji odbiorców A mocą większą niż 50 do 60% mocy transformatora sekcji — dla uniknięcia zbyt dużych uderzeń prądowych przy samoczynnych przełączeniach — zachodzi konieczność dociążenia transformatora odbiorami grup B i C, które w samoczynnych przerzutach nie biorą udziału i ręcznie są przelączone w stanie bezobciążeniowym, a zatem uderzeń prądowych nie dają. Niedociążanie powoduje spore straty inwestycyjne i eksploatacyjne. Choć odbiory grupy A w jakimś wypadku będą potrzebami własnymi, dociążyć je nieraz trzeba odbiorami fabrycznymi grupy B i C. Przerzucanie odbiorów grupy A i B na inne podstacje fabryczne jest nieraz gorszym rozwiązaniem, bo na tych podstacjach są odbiory przemysłowe jeszcze czulsze niż potrzeby własne. Zresztą inne podstacje są już zwykle obciążone dodatkowymi odbiorami grup B i C.



Rys. 10. Sprzężenie wyłączników zasilaczy podstacji z wyłącznikami transformatorów (alternatywa schematu z rys. 9)

W5a — wyłączniki transformatorów zasadniczych sprzężone z wyłącznikiem W3
W6a — wyłącznik transformatora rezerwowy wypadkowej sprzężony z wyłącznikiem W3
W5b, W6b — analogicznie jak W5a i W6a, lecz sprzężone z wyłącznikiem W4
Reszta oznaczeń jak na rys. 9.

może przejąć obciążenie tylko jednego z dwu transformatorów zasadniczych. Zwarcie w gałęzi transformatora 1 lub 2 lub w odpowiednich sekcjach n. n. powoduje zadziałanie ochrony nadmiarowej wyłącznika W7, który swymi stykami steruje wyłączenie wyłącznika W8 (odłączając kabel n. n. w wypadku, gdyby było w nim zwarcie). Wyłącznik W8 daje impuls włączający wyłącznikowi W9, a ten włącza wyłącznik W6 przez przekaźnik czasowy EWZN. Gdy przed wyłącznikiem W6 brak napięcia, przekaźnik EWZN nie działa, gdyż silniczek jego nie będzie obracał tarczy programowej. W wypadku, gdy wyłączy wyłącznik W5, daje on impuls wyłącznikowi W7 i dalszy przebieg łączy jest taki, jak poprzednio.

Układ sterujący wyłączników W8 i W9 zasilany jest prądem stałym przez styki główne przekaźnika pomocniczego RQa (ze stykiem zamkniętym w stanie wzbudzenia i z urządzeniem zapadkowym mechanicznym uruchamianym przyciskiem P). Przekaźnik ten służy do unieruchomienia automatyki, a równocześnie działa jako podnapięciowy, chroniąc układ przed zbędnymi przełączeniami w wypadku, gdy przed wyłącznikiem W6 brak napięcia względnie gdy jest ono wskutek zwarcia w układzie jeszcze zbyt niskie. W wypadku zaburzeń (przysiadów napięcia) przełączenie nie nastąpi, przez co unika się pogłębienia zaburzeń. Między wyłącznikami W8 i W9 jest blokada, uniemożliwiająca włączenie się podwójnego obciążenia na transformator wypadkowy. Przelączenie odbiorów grupy B i C odbywa się ręcznie przez wyłączenie wyłącznika W5 oraz zamknięcie sprzęgła S1 (wzgl. S2). Odbiory B i C wyposażone są w ochronę zanikową i z braku napięcia wyłączają się same. Przelączenie sprzęgłem odbywa się więc bez uderzeń prądowych.

Zakłócenia na odbiorach n.n. dają się łatwo lokalizować i na w.n. przenoszą się bardzo rzadko. Odbiory grup B i C, oddzielone od szyn sekcji bezpiecznikami topikowymi, niczym odbiorom grupy A nie grożą.

Przy prawidłowo zastosowanemu sekcjonowaniu potrzeb własnych nawet wypadnięcie całej sekcji niczym ruchowi fabryki nie grozi, gdyż wypada najwyższej 1 kocioł (lub nawet zaledwie połowa). Niedobór pary łatwo pokryć, przechodząc na największą wydajność kotłów, a wreszcie nawet ewent. deficyt mocy siłowni własnej, spowodowany brakiem pary, bywa pokryty prawidłowo zaprojektowanym układem głównym.

Jak widać z powyższego, sposób zasilania potrzeb własnych nie różni się od sposobu zasilania innych odbiorów fabrycznych grupy A, a czasami wymagania co do potrzeb własnych mogą być o wiele mniej ostre niż dla oddziałów fabrycznych — wszystko, oczywiście, pod warunkiem właściwego rozwiązania całości. Można twierdzić, że obawy energetyki zawodowej o potrzeby własne — słuszne w wielu wypadkach — nie mogą się przerodzić w sztywny szablon, grożący zahamowaniem postępu technicznego.

LITERATURA

- M u k o s i e j e w J. L. Woprosy elektroosnabżeniya promyshlennyykh predpriyatij, Gosenergoizdat, 1951
F i e d o r o w A. A. i K n i a z i e w s k i B. A. Elektroosnabżeniye promyshlennyykh predpriyatij, Gosenergoizdat, 1951
Przesył i rozdział energii elektrycznej, tom IV: Linie i sieci elektryczne, PWT, Warszawa, 1952
A n d r z e j e w s k i S. Potrzeby własne wielkich siłowni, Przegl. Elektr., 1950, zesz. 4/5/6, str. 130
Zasilanie potrzeb własnych w zakładach elektrycznych, Przegl. Elektr., 1950, z. 4/5/6, str. 255
E j s m o n d T. Zasilanie i zabezpieczanie potrzeb własnych elektrowni, Energetyka, 1952, nr 3, str. 130

J. HRUŠA

Regulator jazdy do maszyn wyciągowych z silnikiem asynchronicznym

621.313.333:621.34:621.87:621.316.718

Treść. Elektryczny regulator jazdy „Praga“ służy do sterowania maszyną wyciągową, napędzaną silnikiem asynchronicznym, za pomocą hamulca. Regulator ten zaczyna działać wtedy, kiedy rzeczywista chwilowa prędkość przekracza chwilową prędkość zadaną. Prędkość zadaną, ustaloną w funkcji czasu, odwzorowana jest przez prędkość mas wirujących niezależnego zespołu sterującego. Autor opisuje szczegółowo układ regulacyjny oraz jego działanie przy samoczynnym hamowaniu maszyny wyciągowej. Regulator nie tylko może spełniać rolę urządzenia kontrolującego pracę maszyny wyciągowej, lecz nadaje się do samoczynnej regulacji zwalniania maszyny wyciągowej przy dojeździe. Prędkość jest obniżana do takiej wartości, przy której maszynista może zatrzymać maszynę na ściśle określonym znaku.

Регулятор хода подъемных машин с асинхронным двигателем. Электрический регулятор „Praga“ служит для управления подъемной машиной с асинхронным двигателем при помощи тормоза, который приводится в действие в момент, когда действительная скорость превышает заданную. Заданная скорость, установленная в функции времени, воспроизводится в скорости вращающихся масс независимого агрегата. Автор подробно описывает регулирующие устройство и его действие при автоматическом торможении подъемной машины. Регулятор не только может исполнять роль устройства, контролирующего работу подъемной машины, но он способен также автоматически регулировать замедление хода машины при приближении к цели. Скорость уменьшается до такого значения, при котором машинист может точно остановить машину соответственно заданной отметке.

Speed governor for asynchronous motor-driven hoisting machines. The „Praga“ electric speed governor has been designed for controlling, by means of a brake, hoisting machine with asynchronous motor drive. The governor does not come into operation unless the actual momentary speed exceeds the rated momentary speed. The rated speed, determined as a function of time, is duplicated by the speed of rotating masses of an individual governor unit. The author provides a detailed description of the governor system and of its functioning in automatically controlling hoisting machines. The governor is not only capable of performing the role of a device for controlling the operation of hoisting machines, but is, moreover, suitable for the automatic deceleration of the hoisting machine as it approaches its destination. Speed is then reduced to an extent enabling the attendant to arrest the machine at a strictly definite point.

Maszyny wyciągowe napędzane silnikiem trójfazowym zajmują z powodzeniem miejsce, które im się należy od dawna, a którego dotychczas nie mogli zdobyć z przyczyn omówionych niżej. Maszyny te pracują już w głównych szybach z małą i średnią prędkością, gdzie okres przyspieszenia jest krótki w porównaniu z okresem jazdy przy ustalonej prędkości, a więc gdzie ekonomiczna jazda przeważa nad nieekonomicznym rozruchem; pracują również w szybach pomocniczych z nierównomiernym wydobywaniem, gdzie straty zespołu Leonarda przy biegu jałowym powodują znaczne obniżenie sprawności wydobywania; wreszcie pracują już we wszystkich szybach, gdzie zależą więcej na kosztach inwestycyjnych niż na kosztach ruchu, nawet w wypadkach, gdy nie są spełnione wymienione wyżej warunki.

Przeszkód, które w przeszłości stały na drodze stosowania maszyn wyciągowych z silnikami trójfazowymi, było kilka: trudniejsze sterowanie maszyną i połączone z tym większy wysiłek maszynisty, większe zużycie hamulców, brak odpowiednio pewnych wyłączników i aparatów sterujących, większy hałas powodowany niezbędną przekładnią i wreszcie brak odpowiedniego i pewnego regulatora jazdy. Z rozwojem techniki wszystkie te przeszkody zostały do tego stopnia pokonane, że zalety maszyn wyciągowych z silnikiem trójfazowym zaczęły przeważać w wymienionych wyżej zastosowaniach. Stosunkowo najwięcej czasu pochłonęło skonstruowanie dobrego regulatora jazdy. Dzisiaj rozporządzamy kilkoma rodzajami regulatorów jazdy w różnych wykonaniach, ale rozwoju w kierunku udoskonalenia regulatorów jazdy nie należy uważać za skończony.

Dobry regulator jazdy nie pozwoli nigdy na wzrost prędkości ponad dopuszczalną granicę w żadnym miejscu drogi. Zapobiega temu ograniczanie prędkości jazdy przez uruchamianie w odpowiednich momentach hamulca manewrowego. Tym właśnie opisany niżej regulator jazdy różni się zasadniczo od urządzeń kontrolnych i zabezpieczających znanych dotychczas, które — będąc raz wprawione w ruch — uniemożliwiały całkowicie maszynę wyciągową przy przekroczeniu dopuszczalnej prędkości.

Wszystkie regulatory jazdy porównują chwilową prędkość rzeczywistą wzdłuż całej drogi, albo w czasie jazdy i dojazdu z prędkością zadaną (zalożoną), ściśle określoną dla każdego odcinka trasy, i wynik tych porównań wyzyskują do uruchamiania hamulca manewrowego. Pracują zatem według równania: rzeczywista wartość chwilowej prędkości może się równać lub być mniejsza od wartości prędkości chwilowej żądanej, ustalonej we wszystkich regulatorach jazdy — oprócz regulatora „Praga“ — jako funkcja drogi (głębokości). Obie prędkości, rzeczywista i żądana, odwzorowywane są przez regulator drogą mechaniczną, hydrauliczną lub elektryczną i tymi samymi sposobami porównywane, a wynik jest wykorzystany do uruchamiania hamulca.

Regulator jazdy „Praga“ działa na innej zasadzie. Jego działanie można wyrazić równaniem: rzeczywista chwilowa prędkość może być równa lub mniejsza od prędkości

chwilowej żądanej, będącej funkcją czasu. Czas pełni w opisywanym urządzeniu funkcję analogiczną do funkcji zmiennej pomocniczej w matematyce i przynosi podobne korzyści. Otrzymuje się elastyczny regulator jazdy, dający się łatwo dostosować do warunków wydobywania i różnych prędkości oraz łatwo nastawiać, nie podlegający zużyciu oraz niezawodny. Regulator ten zapewnia gładki samoczynny dojazd maszyny wyciągowej. Nie jest on urządzeniem zabezpieczającym, uruchamianym tylko wyjątkowo, lecz jest urządzeniem przeznaczonym do trwałego ruchu i używanym rzeczywiście przy każdej jeździe, nawet rewizyjnej.

Regulator „Praga“ znacznie ułatwia maszyniście pracę, która jest przy maszynie wyciągowej z silnikiem trójfazowym zawsze bardziej uciążliwa niż przy maszynie napędzanej silnikiem prądu stałego. Ułatwia ją w ten sposób, że samoczynnie reguluje dojazd aż do osiągnięcia przez klatkę zmniejszonej prędkości, kiedy dopiero maszynista może przejąć sterowanie maszyną i zatrzymać ją ściśle na żądanym znaku. Praca maszynisty ułatwiona jest również przez to, że maszyna po zatrzymaniu ulega samoczynnemu zahamowaniu pełną siłą hamulca manewrowego. Samoczynne odhamowanie maszyny przy rozruchu, jako wynik wychylenia dźwigni sterowniczej, też ułatwia pracę maszynisty.

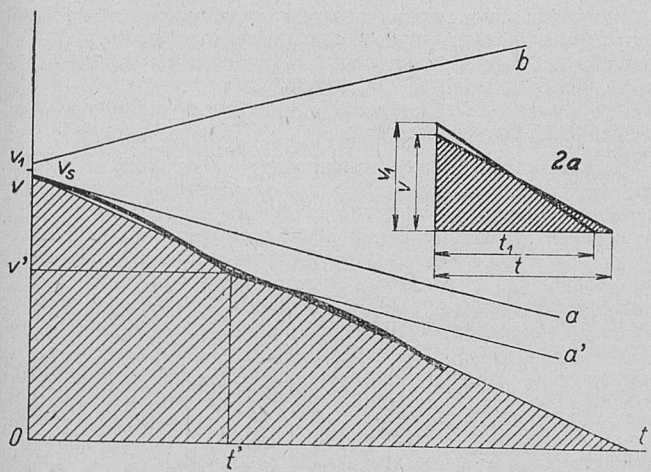
Regulator „Praga“ działa na następującej zasadzie: samoczynnie, niezależnie od ruchu maszyny wyciągowej, lecz równocześnie z nim, odbywa się rozruch programowy, bieg ustalony i hamowanie wirujących mas zespołu sterującego. Chwilową wartość prędkości wirowania zespołu sterującego porównywa się na drodze elektrycznej — za pomocą przekaznika różnicowego — z chwilową prędkością maszyny wyciągowej. Jeżeli prędkość maszyny wyciągowej wzrośnie w pewnej chwili ponad prędkość zespołu sterującego, to różnica tych dwu prędkości jest wyzyskana do przyhamowania maszyny hamulcem manewrowym aż do wartości prędkości zespołu sterującego.

Regulator jazdy „Praga“ składa się z wyżej wymienionego zespołu sterującego, którego programową prędkość mierzy asynchroniczna prądnicą tachometryczną, z drugiej tachometrycznej prądnicy asynchronicznej do pomiaru rzeczywistej prędkości maszyny wyciągowej i wreszcie z przekaznika różnicowego, który określa różnicę chwilowych wartości obu prędkości. Przekaznik jest częścią elektrohydraulicznego serwomotoru, który wzmacnia wychylenia przekaznika o tyle, żeby one mogły bezpośrednio oddziaływać na regulator ciśnienia powietrza hamulca manewrowego. Uzupełnieniem zespołu sterującego jest komplet wyłączników krańcowych na wskaźniku głębokości, amortyzator hamulca, wyłączniki wleczone, wyłącznik odśrodkowy na maszynie wyciągowej i styczniki pomocnicze przeznaczone do dokonywania przełączeń w obwodach sterujących.

Układ regulatora „Praga“ do sterowania trójfazowej maszyny wyciągowej widoczny jest na rys. 1. Bęben albo tarcza cierna 1 maszyny wyciągowej napędzane są za po-

sterującego. Przy wzroście obrotów maszyny wyciągowej ponad synchroniczne stycznik 27 zawiera wirnik silnika, a jego styk pomocniczy 27a otwierając się włącza opór dodatkowy 28 w obwód cewki przekątnika różnicowego, zasilanej przez prądnice tachometryczną maszyny wyciągowej. Dzieje się tak dlatego, żeby przekątnik pozostał w równowadze (nie powodował mechanicznego hamowania) również przy nowym stosunku obrotów maszyny wyciągowej do obrotów zespołu sterującego i ażeby umożliwił hamowanie prądnicowe tak bardzo pożądane dla oszczędzania hamulca mechanicznego.

Z chwilą zbliżania się klatki do pomostu i osiągnięcia przez nią położenia I otwiera się wyłącznik krańcowy ZN,



Rys. 2. Przebieg prędkości maszyny wyciągowej przy dojeździe

umieszczony na wskaźniku głębokości i napędzany jego wałem rozrządczym. W ten sposób przerywa się dopływ prądu do cewek styczników 22N, 23, które w ślad za tym odłączają silnik zespołu sterującego i silnik wyciągowy od sieci.

Prędkość nie hamowanej maszyny wyciągowej, pozostawionej samej sobie, w zależności od wielkości i kierunku wypadkowego ciężaru klatek bądź zmniejsza się (krzywa a na rys. 2 dla największej możliwości wagi klatki jadącej w górę), bądź wzrasta (krzywa b dla największej możliwej wagi klatki jadącej w dół), bądź ma przebieg według jakiejś krzywej, położonej między obiema krzywymi krańcowymi.

Prędkość zespołu sterującego zmniejsza się zawsze według raz obranego przebiegu, albowiem zespół ten hamowany jest prądnicą tachometryczną 12 obciążoną oporem 29. Oporem tym nastawia się długość okresu hamowania zespołu sterującego, a więc i maszyny wyciągowej, a przez to i drogę dojazdu klatki. Na rys. 3 widoczne są charakterystyki wybiegu zespołu sterującego w zależności od wartości oporu hamującego 29. Krzywa R_{∞} dotyczy nie hamowanego zespołu, dla pozostałych krzywych większy wskaźnik przy R oznacza większy opór.

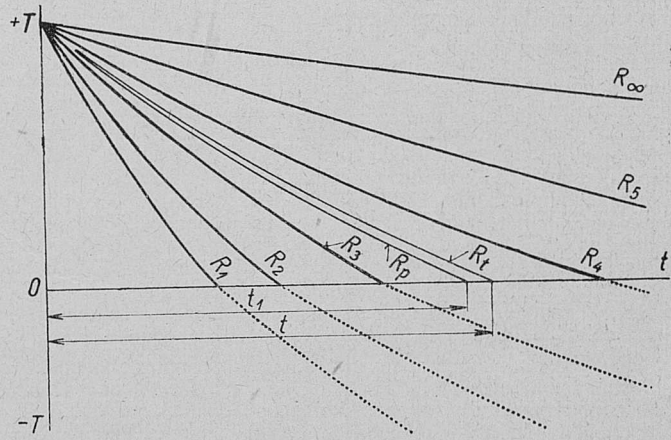
Nieodłączenie zasilania prądnicy tachometrycznej przy przejściu jej obrotów przez zero spowodowałoby to, że prądnica tachometryczna zaczęłaby obracać zespół sterujący w odwrotnym kierunku według kropkowanych krzywych na rys. 3, o czym mowa będzie dalej.

Dojazd w wypadku, gdy klatka jadąca w dół jest cięższa od klatki jadącej w górę, wymaga większego hamowania niż w wypadku przeciwnym dlatego, że maszyna wyciągowa jest przyspieszana i że trzeba w hamulcach zniwieczyć większą energię kinetyczną poruszających się mas, wynikłą wskutek ich szybszego ruchu. Intensywniejsze hamowanie osiąga się dzięki skróceniu czasu wybiegu zespołu sterującego z wartości t na t_1 przez zmianę charakterystyki wybiegu z R_t na R_p (rys. 3). Zmiany tej dokonywa pomocniczy styk 27b, umieszczony na styczniku 27 zawierającym wirnik. Styk ten zawiera część oporu hamującego 29.

W praktyce istnieją zwykle albo mogą być wywołane takie warunki, że naturalny okres hamowania maszyny wyciągowej przy największym możliwym dodatnim obciążeniu jest mniejszy niż czas wybiegu zespołu steru-

jącego. Dlatego prędkości maszyny wyciągowej i zespołu sterującego różnią się między sobą prawie natychmiast po zapoczątkowaniu samoczynnego hamowania przez wyłącznik krańcowy ZN. Prądnica tachometryczna maszyny wyciągowej zasilą cewkę przekątnika różnicowego prądem o większym napięciu niż napięcie, które panuje na cewce prądnicy zespołu sterującego. Zwora przekątnika wychylił się wskutek tego i umożliwił dopływ oleju pod ruchome skrzydełko serwowatoru. Ruch skrzydełka przeniesie się za pomocą ząbienia na segment, który za pośrednictwem cięgła 31 (rys. 1) wychylił prawy koniec dwuramiennej dźwigni w dół. Lewy koniec tej dźwigni 10 połączony jest cięgłem 32 z ręczną dźwignią hamulca manewrowego 8. Ponieważ dźwignia ta została na początku jazdy wychylona do położenia odhamowania 0 i nadal w nim pozostaje, lewy koniec dwuramiennej dźwigni 10 jest nieruchomy i stanowi jej punkt obrotu w czasie, gdy ta jest uruchamiana serwowatorem.

Obrót dźwigni 10 około jej lewego końca i w kierunku wskazówki zegara powoduje wychylenie dźwigni hamulca 33 i przepływ sprężonego powietrza przez regulator 34 do cylindra hamulca 35. Tłok hamulca przesuwany się do góry i obraca dwuramienną dźwignię 36 około jej prawego końca, na którym zawieszony jest ciężar hamulca bezpieczeństwa w danym momencie nieruchomy. Ruch tłoka przenoszony jest następnie przy pomocy drążka 37 na dwuramienną dźwignię 38, której punkt obrotu znajduje się na prawym ramieniu szczęk hamulcowych 6, oraz za pośrednictwem cięgła 39 na lewe ramie szczęk hamulcowych 6'. Szczęki 6 i 6' zostają dociśnięte do bębna hamulcowego 1, powodując hamowanie maszyny z siłą proporcjonalną do wychylenia segmentu serwowatoru. Prędkość maszyny maleje póty, póki po czasie t' nie spadnie nieznacznie poniżej chwilowej wartości prędkości zespołu sterującego. W tym momencie zwora przekątnika różnicowego powraca do położenia równowagi i wypuszcza olej na drugą stronę skrzydełka serwowatoru, segment zaś powraca do położenia wyjściowego, co powoduje zwolnienie hamulca. Odhamowana maszyna wyciągowa, mając nową chwilową prędkość v' (rys. 2) wstępuje w nowy okres wybiegu według charakterystyki a' , która jest podobna do charakterystyki a, jeśli w tym czasie nie zaszła zmiana wypadkowego ciężaru



Rys. 3. Przebieg zadanej prędkości zespołu sterującego dla różnych wartości oporu hamującego

wskutek zmiany długości lin. Jeżeli taka zmiana nastąpiła, prędkości maszyny wyciągowej i zespołu sterującego znowu będą się różnić i opisany proces hamowania powtórzy się.

W rzeczywistości — przy małej szczelinie między szczękami i bębnem hamulcowym, którą najlepiej da się zachować przez odpowiednie wyłożenie drewnianych szczęk, przy czułym i „nielepiącym się” hamulcu i przy prawidłowo nastawionym amortyzatorze — szczęki hamulcowe przylegają prawie przez cały czas dojazdu, a zespół sterujący zmienia tylko ich docisk do bębna. Samoczynny dojazd jest więc gładki. Dla utrzymania takiego dojazdu i przy użyciu mniej doskonałych hamulców zastosowano tzw. elektryczny amortyzator, w którego skład wchodzi opór 17 i drążek 37, uruchamiający suwak oporu. Opór 17 jest włączany do obwodu cewki przekątnika różnicowego

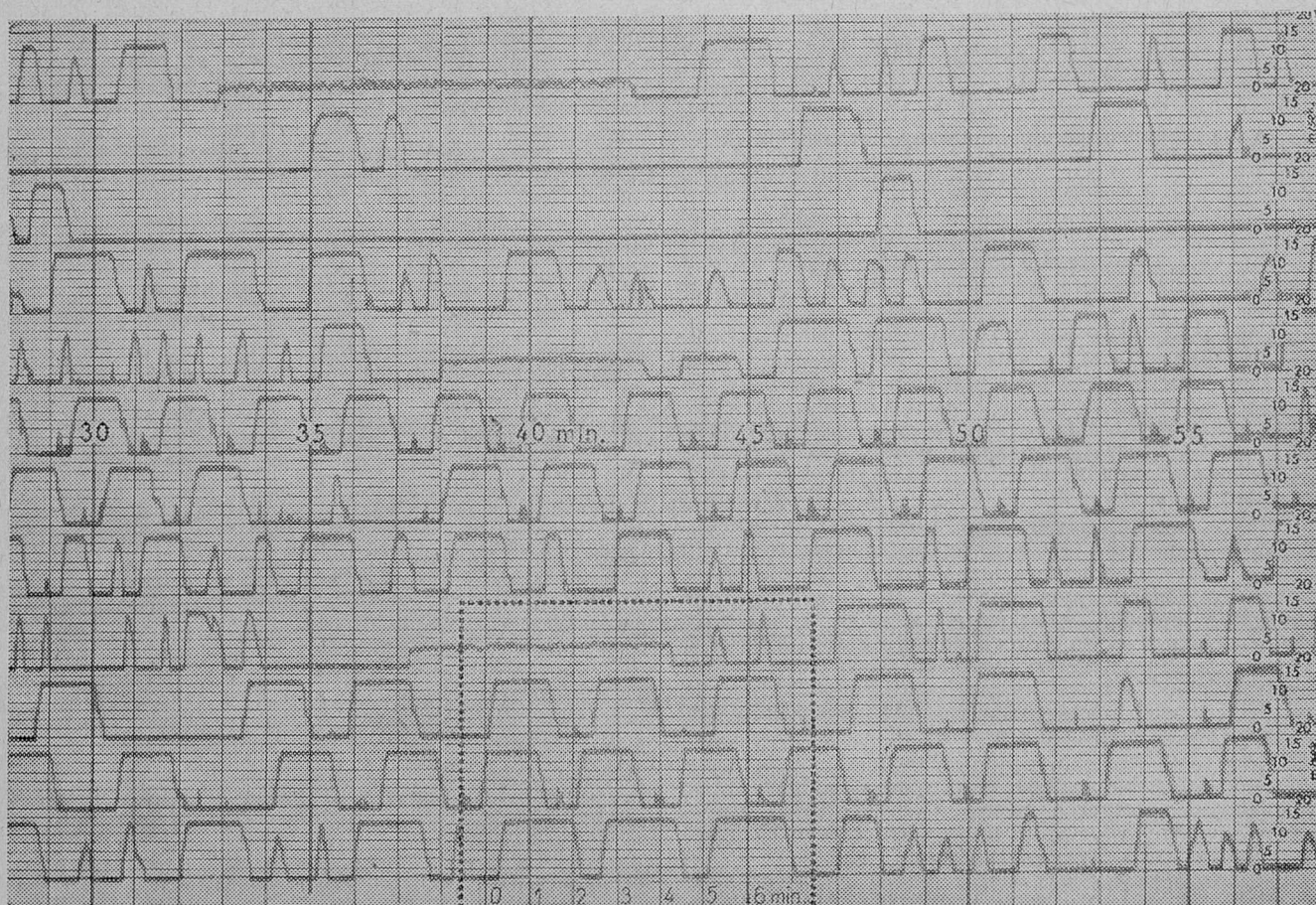
prądnicy tachometrycznej maszyny wyciągowej. Jego wielkość wzrasta przy wzroście docisku szczęk hamulcowych. Przez włączenie oporu wspomniany amortyzator elektryczny stwarza w obwodzie przełącznika różnicowego stan, który nastąpiłby dopiero po przyhamowaniu maszyny wyciągowej. Ze względu na sprężyste ośrodki, przenoszące siłę hamowania, w postaci sprężonego powietrza i nie dającą się usunąć elastyczność i luzu w cięgłach, dźwigach i dźwigniach przekładni mechanicznych wspomniany elektryczny amortyzator jest pożądanym czynnikiem umożliwiającym gładkie hamowanie.

Widzimy, że rzeczywista prędkość maszyny wyciągowej w funkcji czasu przebiega według krzywej bardzo bliskiej do żądanej prędkości zespołu sterującego (rys. 2). Przebieg żądanej prędkości zespołu sterującego w funkcji czasu (rys. 3) jest w przybliżeniu liniowy. Zespół sterujący narzuca zatem maszynie wyciągowej dojazd ze stałym opóźnieniem. Dla ruchu ze stałym opóźnieniem przebyta droga $s = \frac{1}{2} v \cdot t$, tj. równa się powierzchni zakreskowanego trójkąta na rys. 2. Aby otrzymać pożądaną okres opóźnienia, powierzchnia ograniczona w rzeczywistości otrzymaną krzywą dojazdu i niezmiennymi przyprostokątnymi musi być równa zakreskowanej powierzchni trójkąta. To nam całkowicie wyjaśnia, dlaczego przy wzroście prędkości została zwarta część oporu hamującego 29, a zatem skrócony czas wybiegu zespołu sterującego t do wartości t_1 . Stało się tak dlatego, żeby powierzchnia trójkąta, którego przyprostokątne przy

kładniej po zmniejszeniu prędkości maszyny poniżej pewnej granicy) odłącza za pomocą stycznika 25 zasilanie stojana prądnicy tachometrycznej 12. Stojan prądnicy maszyny wyciągowej 15 pozostaje dalej włączony. Narusza to radykalnie równowagę przełącznika różnicowego, albowiem tylko jedna z jego cewek jest nadal zasilana, a mianowicie cewka tachometrycznej prądnicy maszyny wyciągowej; dlatego po zatrzymaniu maszyny wyciągowej szczęki hamulcowe są pełną siłą dociskane do bębna hamulcowego. Przez odłączenie stojana prądnicy tachometrycznej zespołu sterującego od sieci zapobiega się równocześnie rozruchowi zespołu sterującego w przeciwnym kierunku.

Bezpieczeństwo ruchu maszyny wyciągowej może być zwiększone jeszcze dwoma dodatkowymi łącznikami sterowniczymi, umieszczonymi na wskaźniku głębokości, które wchodzi w skład regulatora. Jest to wyłącznik kontrolny i wyłącznik zapewniający zatrzymanie się klatki na ściśle żądanym poziomie.

Wyłącznik kontrolny, umieszczony w dowolnym miejscu drogi dojazdu, kontroluje czy nastąpił żądany spadek prędkości maszyny wyciągowej. Działa on w ten sposób, że otwiera na chwilę swoje styki przy przejeździe klatki przez miejsce, odpowiadające jego położeniu na wskaźniku głębokości, a ponieważ wspomniany wyłącznik kontrolny włączony jest szeregowo w obwód elektromagnesu wyzwalającego hamulec bezpieczeństwa, spowodowałby on



Rys. 4. Wykres prędkości jazdy z ludźmi, z urobkiem i jazd rewizyjnych osiągniętych przy zastosowaniu regulatora „Praga”

biegu nadsynchronicznym były v_1 i t_1 (rys. 2a), była równa pierwotnej powierzchni trójkąta z przyprostokątnymi v , t .

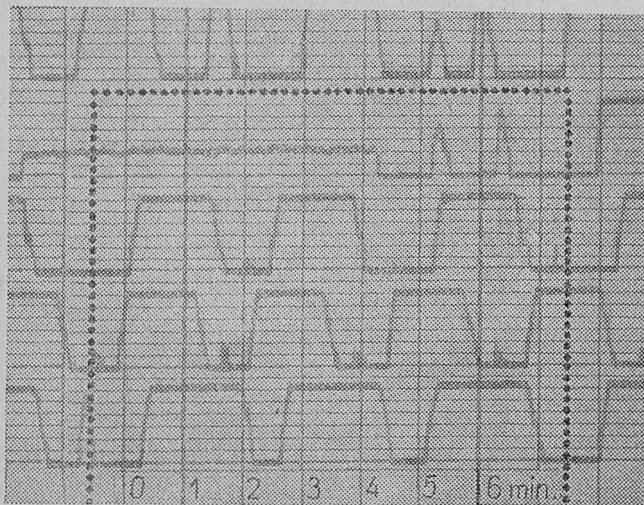
W ten sposób omówiony został obraz samoczynnego sterowania wybiegiem maszyny wyciągowej aż do jej zupełnego zatrzymania, które nastąpi z chwilą zatrzymania się zespołu sterującego. Ażeby uniemożliwić ewentualny samoczynny rozruch maszyny wyciągowej (w dół przy obciążeniu dodatnim, w górę przy ujemnym) umieszczony jest na wale silnika wyciągowego wyłącznik wleczny 19, który po zatrzymaniu maszyny wyciągowej (do-

jego wyzwolenie, gdyby prędkość maszyny nie spadła i gdyby odpowiednie styki regulatora odśrodkowego, boczniujące wyłącznik kontrolny, nie zamknęły — nieco wcześniej — obwodu magnesu wyzwalającego. Regulator odśrodkowy nastawiony jest tak, aby pozwalał na nieco większą prędkość, niż wypada z założonego w danym miejscu przebiegu. Wyłącznik kontrolny umieszczony jest zwykle na $\frac{1}{3}$ drogi dojazdu, licząc od końcowej pozycji klatki. Prędkość klatki w tym miejscu musi być również równa $\frac{1}{3}$ prędkości normalnej. Zwierające styki wyłącz-

nika odśrodkowego nastawia się tak, ażeby zwierały przy 40% prędkości.

Wyłącznik, zapewniający zatrzymywanie się klatki, umieszczony jest w miejscu odpowiadającym poziomowi odbiorczemu. Styki tego wyłącznika połączone są szeregowo ze stykami wyłącznika wlecznego i ich otwarcie po-

wiony, że wyciąg pozostawiony sam sobie nie dojeżdżałby do krańcowych położań klatki, musiałyby maszynista czekać do ukończenia samoczynnego dojazdu, tj. do całkowitego zatrzymania maszyny wyciągowej i wtedy dopiero dokończyć jazdę prądem lub hamulcem lub obydwu sposobami równocześnie. Nie jest to, oczywiście, ani pożą-



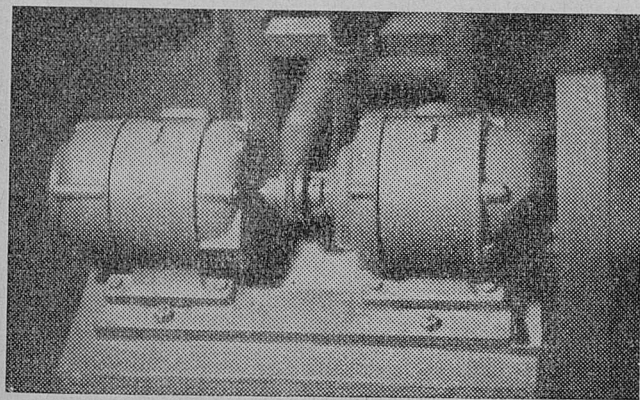
Rys. 4a. Część wykresu z rys. 4 w skali naturalnej

woduje ten sam skutek, co otwarcie styków wyłącznika wlecznego, tj. pełne hamowanie hamulcem manewrowym.

Regulatory jazdy spełniały początkowo jedynie rolę podrzędną, a mianowicie rolę urządzeń rezerwowych działających tylko wyjątkowo w wypadku, gdy z jakichkolwiek przyczyn zawiódł maszynista.

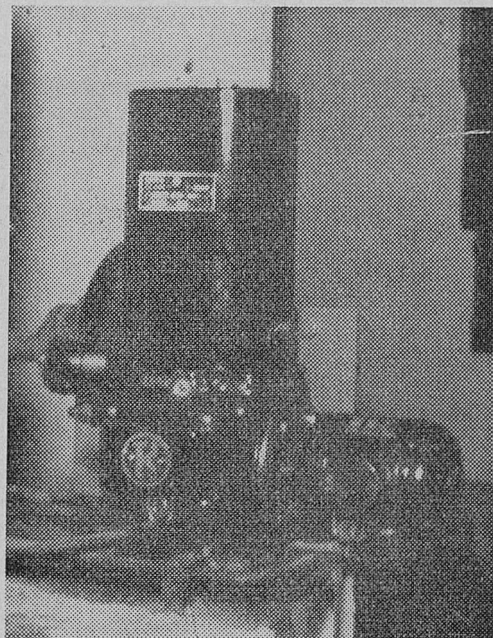
Jeżeli można za pomocą regulatora jazdy osiągnąć spokojny bieg maszyny wyciągowej w okresie hamowania, jak to obserwujemy przy pracy opisywanego regulatora, to można go z powodzeniem użyć i do normalnego ruchu, tzn. zastosować go do przeprowadzania wszystkich dojazdów prawie całkowicie, pozostawiając maszyniście ich dokończenie i zatrzymanie maszyny ściśle na określonym poziomie.

Regulator „Praga“ pozwala na interwencję maszynisty w dowolnym miejscu, ale tylko w tym sensie, że może on jeszcze bardziej przyhamować niż sam regulator, nigdy natomiast odhamować. Maszynista nie może również po zapoczątkowaniu samoczynnego dojazdu włączyć silni-



Rys. 5. Zespół sterujący

ka w kierunku, w którym odbywa się jazda, lecz tylko w odwrotnym. Dlatego, gdyby maszynista po samoczynnym dojeździe miał osiągnąć dokładne zatrzymanie maszyny tylko przyhamowywaniem, musiałyby regulator jazdy być tak nastawiony, aby pozostawiony sam sobie dopuszczał przejechanie poza krańcowe położenie klatki. Lecz to nie jest ani pożądane, ani z reguły dopuszczalne. Z innej strony, gdyby regulator był tak nastaw-



Rys. 6. Przekaźnik różnicowy z serwomotorem

dane, ani dopuszczalne, dlatego regulator wyposażony jest w jeszcze jeden pomocniczy łącznik na wskaźniku głębokości. Jest to tak zwany łącznik powrotny, umieszczony na końcu toru klatki. Pojawienie się klatki w miejscu III, które odpowiada umiejscowieniu wyłącznika powrotnego NN, stanowi zasadniczy moment decydujący o sposobie wykonania reszty dojazdu. Jeżeli maszynista, od chwili zapoczątkowania samoczynnego dojazdu, który nastąpi po najechnięciu na wyłącznik ZN do najechnięcia na wyłącznik NN (w tym okresie lampy sygnalizacyjne nie świecą), powróci dźwignią sterującą do neutralnego położenia, może po przejechaniu wyłącznika powrotnego (sygnalizacja znowu świeci) przejąć sterowanie maszyną wyciągową. Wychylenie dźwigni sterowniczej 4 może być ograniczone krzywkami na wskaźniku głębokości, jeżeli tego żądają przepisy krajowe. Nie jest jednak możliwe, ażeby maszyna osiągnęła większą prędkość na tak krótkim odcinku, jakim jest reszta dojazdowego toru, dlatego zwykle czyni się przepisom zadość bez użycia krzywek.

Jeżeli maszynista w okresie, gdy żarówki sygnalizacyjne nie świecą, pozostawił dźwignię sterującą wychyloną lub też uczynił to, ale nie wychylił jej po przejechaniu powrotnego wyłącznika, samoczynny dojazd postępuje dalej aż do zupełnego zatrzymania maszyny znanym już sposobem.

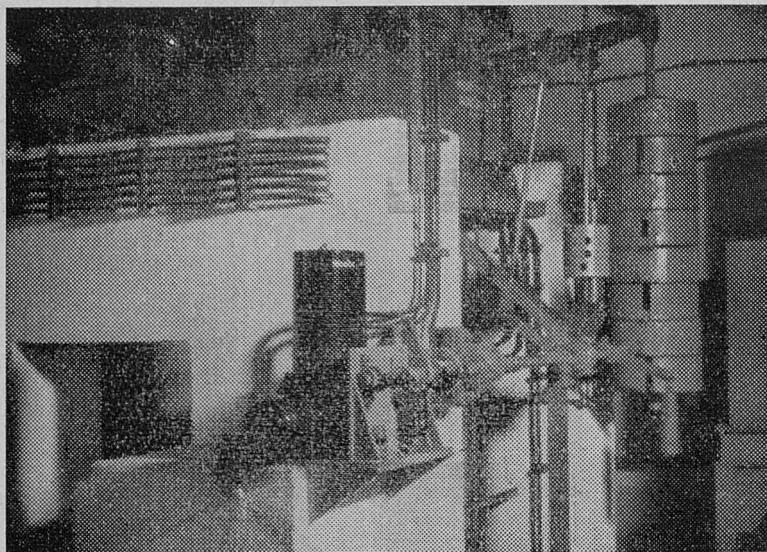
Używanie regulatora do samoczynnego dojazdu przy każdej jeździe nie tylko znacznie ułatwia maszyniście pracę, ale informuje go równocześnie stale o gotowości regulatora do pracy i o jego sprawności.

Poznaliśmy regulator w jego pierwotnej funkcji jako regulator dojazdu samoczynnego. Oprócz tego nadaje się on do spełniania funkcji dynamicznej, tzn. sterowania maszyny wyciągowej w okresie hamowania, może on spełniać również funkcję statyczną, tzn. utrzymywać żadaną prędkość w okresie jazdy z prędkością ustaloną.

Regulator utrzymuje stałą prędkość przy nierównoważonych klatkach przez przyhamowywanie hamulcem manewrowym w wypadku, gdy maszynista podczas jazdy wskutek przeoczenia przesunie dźwignię sterowniczą do neutralnego położenia, a więc wyłączy nadsynchroniczne hamowanie silnikiem.

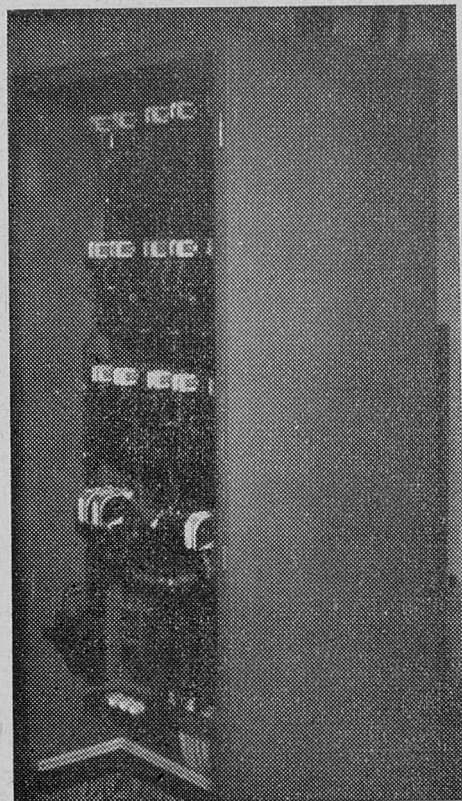
Włączając odpowiedni dodatkowy opór (30 na rys. 1) do obwodu cewki zespołu sterującego przekaźnika róż-

nicowego, można nastawić mechanizm na dowolną prędkość niższą od największej dopuszczalnej przy jeździe z urobkiem, którą potem regulator jazdy utrzymuje samoczynnie przez działanie na hamulec. Tym sposobem można utrzymywać prędkość przy przewożeniu ludzi, jeżeli różni się ona od prędkości przy wydobywaniu urobku, jak również prędkość przy jeździe rewizyjnej, którą ręcznie zwykle trudno jest utrzymać. Dodatkowe opory włączane są do obwodu przekładnika różnicowego za pomocą przełącznika do jazdy z załogą P.



Rys. 7. Hamulec pneumatyczny z serwowmotorem

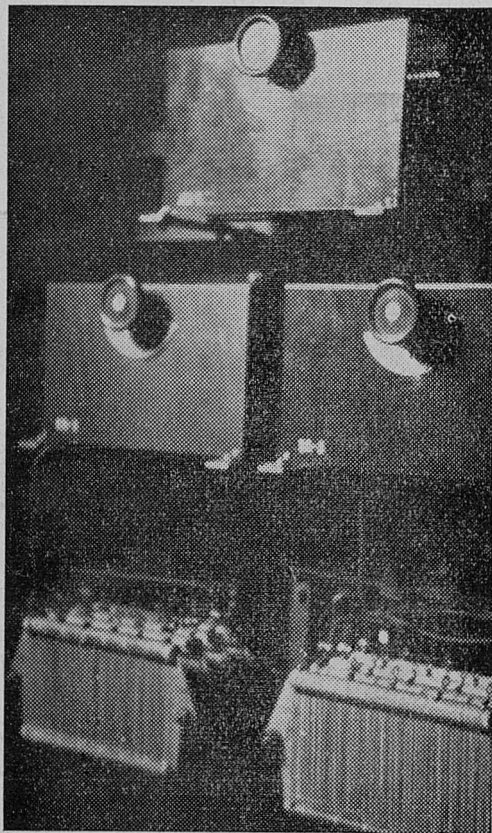
Na rys. 4 widoczne są rzeczywiste wykresy prędkości przy jeździe z załogą, jeździe z urobkiem i jeździe rewizyjnej, które były zdjęte przy pomocy tachografu z ma-



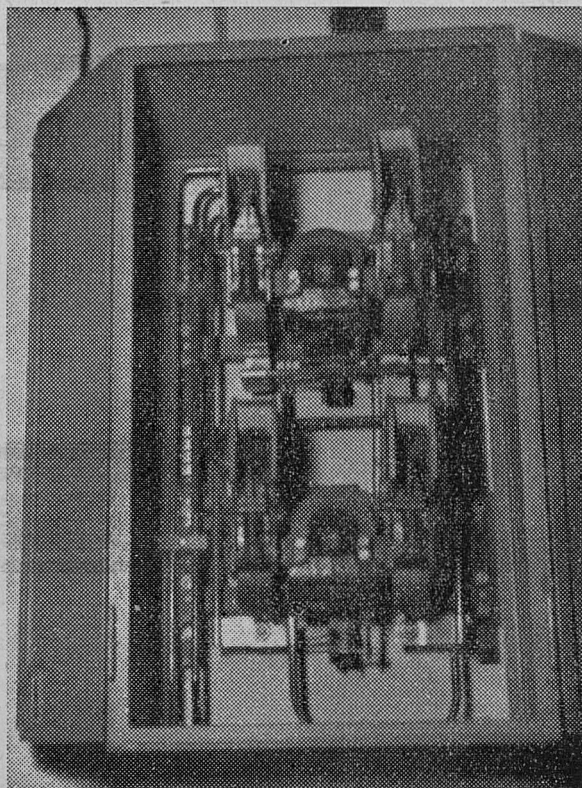
Rys. 8. Szafa ze stycznikami i oporami do regulatora

szyny wyciągowej sterowanej regulatorem. Na rys. 4a widoczna jest część wykresu w skali naturalnej.

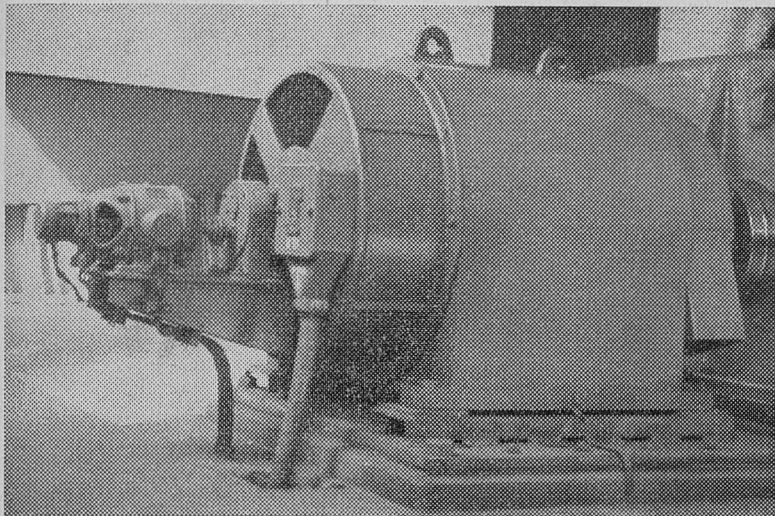
Zespół sterujący (rys. 5) umieszczony jest zwykle w podpiwniczonej części pod maszyną wyciągową. Przekład-



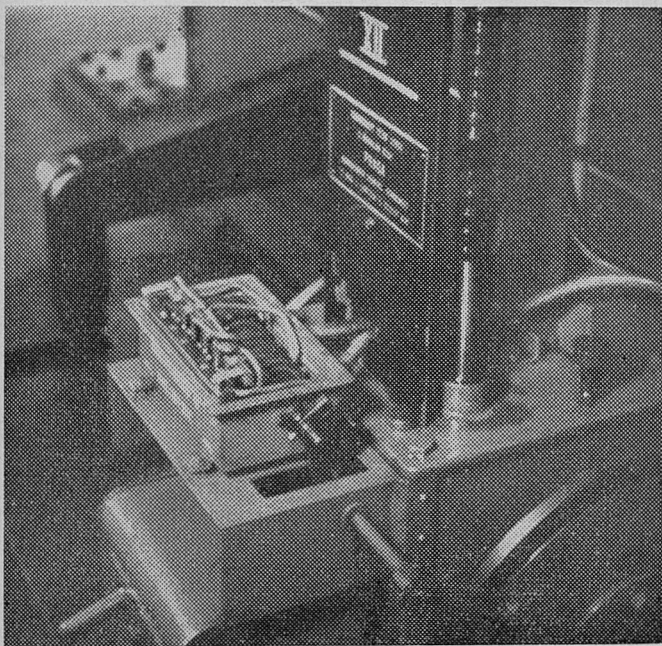
Rys. 9. Nastawiane opory regulatora



Rys. 10. Główne styczniki nawrotne silnika maszyny wyciągowej



Rys. 11. Silnik maszyny wyciągowej z prądnicą tachometryczną i wyłącznikami wlecznymi



Rys. 12. Krańcowe wyłączniki na wskaźniki głębokości (pokrywa zdjęta)

nik różnicowy z serwomotorem (rys. 6) znajduje się w bezpośredniej bliskości hamulca, umieszczonego również w piwnicy (rys. 7). Styczniki do regulatora jazdy i opory skoncentrowane są w blaszanej szafie zamykanej na klucz (rys. 8). Nastawiane opory (16, 16' i 29 na rys. 1) są tak skonstruowane (rys. 9), żeby je można było po nastawieniu zapłombować. Główne styczniki nawrotne maszyny wyciągowej zmontowane są w blaszanej skrzyni (rys. 10), umieszczonej na ścianie w kanale kabla zasilającego. Stycznik do zwierania wirnika — również w blaszanej obudowie — umieszczony jest na ścianie obok rozrusznika. Prądnica tachometryczna maszyny wyciągowej napędzana jest przez silnik za pomocą przekładni zębatej (rys. 11). Wyłączniki wleczne umieszczone są na prądnicy tachometrycznej. Na rys. 12 widoczne są krańcowe wyłączniki napędzane od wskaźnika głębokości. Widok ogólny maszyny wyciągowej

z regulatorem „Praga“ widoczny jest na rys. 13. Na wskaźniku głębokości, między bębniami w pobliżu oznaczeń i na pulpicie manipulacyjnym znajdują się równolegle połączone żarówki sygnalizacyjne, które świecą, dopóki maszynista panuje nad maszyną (ręcznie), gasną przy samoczynnym dojeździe, sterowanym przez regulator jazdy i ponownie zapalają się przy najejchaniu na łączniki powrotne.

Na pulpicie manipulacyjnym przed maszynistą znajduje się trójbiegunowy przełącznik jazdy: „wydobycie urobku — jazda z załogą — rewizja“ i wyłącznik regulatora jazdy przystosowany do zapłombowania w stanie włączonym. Wyłącznik ten oprócz innych urządzeń obsługuje również stycznik 40 silnika napędowego 18 pompy olejowej serwomotoru 9. Na pulpicie manipulacyjnym znajduje się też reszta przyrządów odpowiednio do życzeń i zwyczajów zamawiającego.

Pierwszy regulator jazdy „Praga“ był zainstalowany w 1939 r. na pomocniczym szybie pewnej kopalni węgla brunatnego w Czechach. Szyb ten służy do przewozu ludzi i materiału. Istniejące urządzenie wyciągowe było starej konstrukcji, z początku stulecia, z prostym pneumatycznym hamulcem. Regulator jazdy został zmontowany przy okazji zamiany parowej maszyny wyciągowej na elektryczną*). Prędkość wydobycia po rekonstrukcji wynosi 6 m/s. Działanie tego regulatora jest do dzisiejszego dnia całkowicie zadowalające.

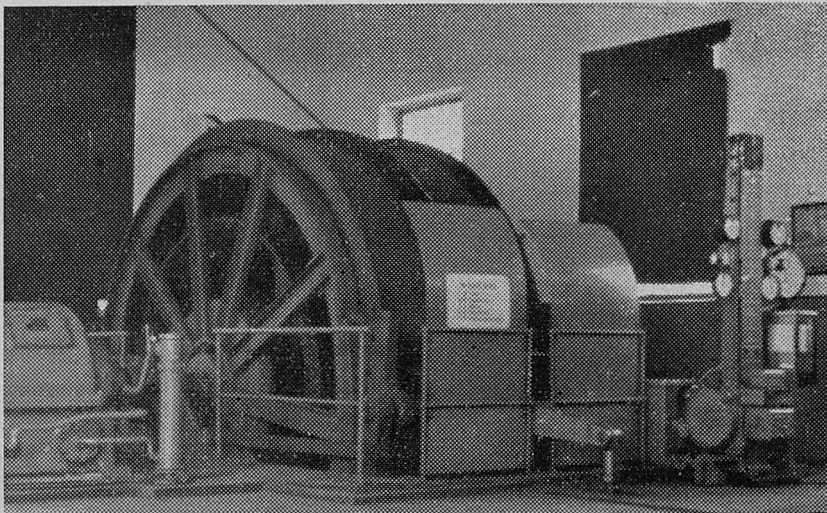
Drugi regulator zainstalowany był w 1949 r. na głównym szybie pewnej kopalni rudy w Czechach przy okazji przebudowy nowoczesnej elektrycznej maszyny wyciągowej na większą. Maszyna wyciągowa jest bębnowa z prędkością wydobycia 6 m/s. Dwupiętrowe klatki są przestawiane. Hamulec jest nowoczesny, spawany, typu Siemens. Regulator pracuje przy normalnym ruchu kopalnianym i okazuje się bardzo przydatny.

Trzeci regulator jazdy dostarczany jest na inny szyb kopalni rudy w Czechach do maszyny wyciągowej Koepe. Prędkość wydobycia wynosi 10 m/s, prędkość przy przewozie załogi 6 m/s.

Dalsze regulatory zamówione są dla kopalń węgla i rudy w Czechosłowacji i za granicą.

Regulatory jazdy „Praga“, jak również całe elektryczne trójfazowe maszyny wyciągowe, buduje i dostarcza przedsiębiorstwo państwowe CKD—Stalingrad, Praga—Wysoczany.

*) Por. artykuł autora w zbiorowym wydaniu ESČ pt. „Prace elektrotechników, 1941“.



Rys. 13. Ogólny widok maszyny wyciągowej z regulatorem

INŻ. TADEUSZ DOBROWOLSKI
Instytut Elektrotechniki

Natężenie oświetlenia od lamp fluoryzujących

535.241.42.001:621.327.43:621.327.43+621.329.129

Treść. Obliczanie natężenia oświetlenia w pewnym punkcie powierzchni oświetlonej lampami fluoryzującymi wymaga uwzględnienia znacznych wymiarów źródła światła. Podana metoda pozwala na szybkie obliczenie natężenia oświetlenia, pochodzącego bezpośrednio od lamp, na podstawie wykresów światłości lampy w oprawie. Wykresy dla opraw stosowanych obecnie w kraju uzupełniają tekst artykułu.

Расчет освещенности, получаемой от люминесцентных ламп — открытых и снабженных арматурой. При расчете освещенности в определенном пункте поверхности, освещенной люминесцентными лампами, следует учитывать значительные размеры этого источника света. Изложенный метод позволяет быстро подсчитать освещенность, получаемую от ламп непосредственно, на основании диаграмм силы света ламп — открытых либо снабженных арматурой. Текст статьи дополняют диаграммы для арматуры, применяемой ныне в стране.

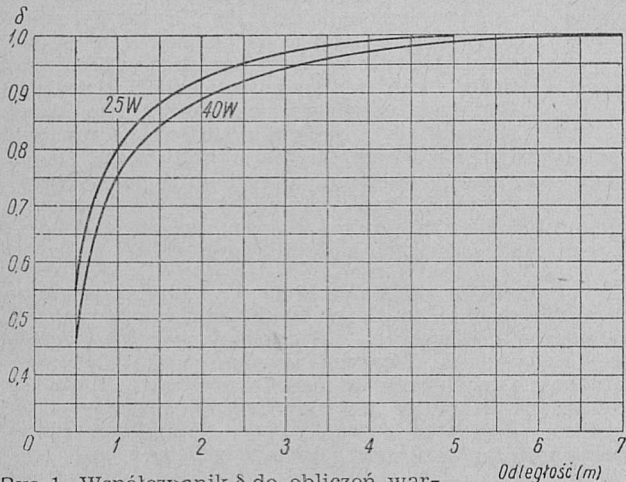
Computation of illumination from bare fluorescent tubes and from tubes mounted in fixtures. Computation of illumination at a certain point of surface illuminated by fluorescent tubes must make allowance for the considerable dimensions of the lighting source. The method referred to enables, with the aid of polar curves for lamps mounted in fixtures, the determination of illumination obtained direct from the tube. Polar curves for fixtures now being used in this country complete the article.

Jedną z koniecznych i zasadniczych czynności w obliczeniach projektowych jest sprawdzenie, czy uzyskany na

powierzchni pracy rozkład natężeń oświetlenia odpowiada wymaganiom, stawianym projektowanemu urządzeniu oświetleniowemu.

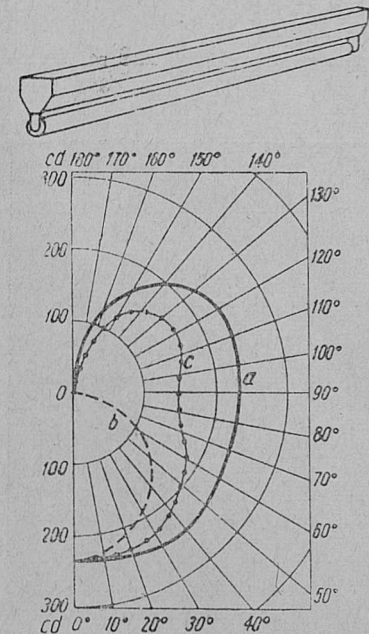
W tym celu oblicza się dla wielu punktów pola pracy całkowite natężenie oświetlenia E_c , które jest sumą natężenia E_b , pochodzącego od strumienia wysyłanego przez oprawę bezpośrednio na rozpatrywany punkt, i natężenia E_r , pochodzącego od światła odbitego od ścian i sufitu. Na podstawie otrzymanych wyników ocenia się, czy oprawy zostały właściwie dobrane i rozmieszczone.

Obliczanie wartości E_b i E_r może być wykonane jedynie w sposób przybliżony, wystarczający jednak do celów praktycznych, jeżeli zależności określające wartość natężeń oświetlenia są właściwie stosowane. Wartość

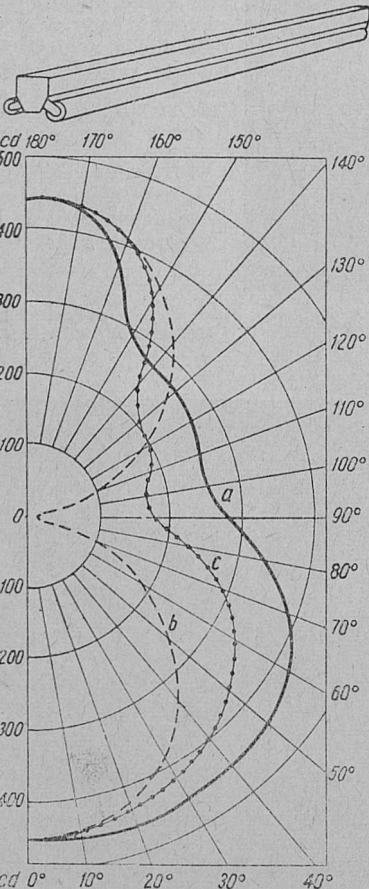


Rys. 1. Współczynnik δ do obliczeń wartości I_a dla różnych odległości punktu A pola pracy od pojedynczej oprawy

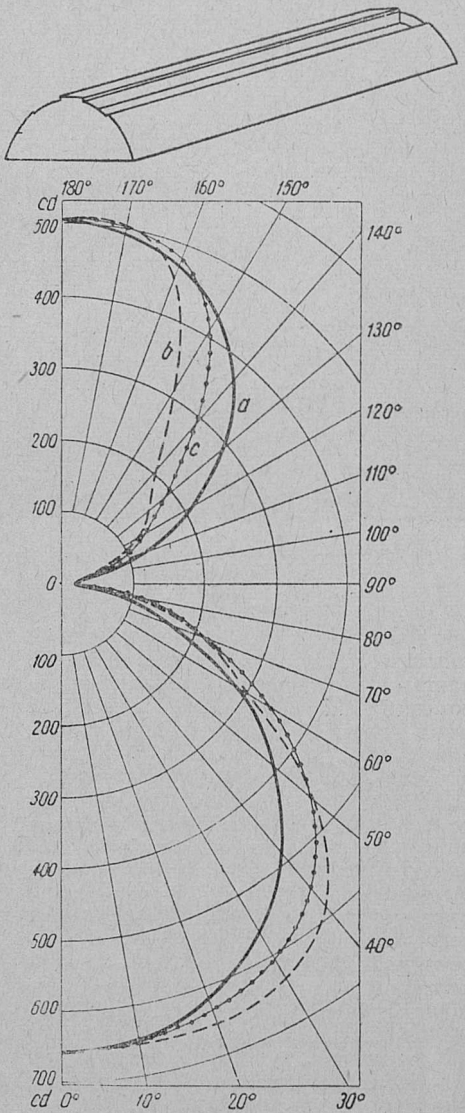
- OZNACZENIA DO RYSUNKÓW 2—10
- (a) Poprzeczna płaszczyzna symetrii lampy lub oprawy
 - (b) Podłużna płaszczyzna symetrii lampy lub oprawy
 - (c) Średnia dla dwu płaszczyzn pionowych przechodzących przez środek ciężkości lampy lub oprawy i nachylonych pod kątem 45° w stosunku do osi lampy lub oprawy



Rys. 2. Belka montażowa krajowa, typ BM
1 lampa na 40 W; $\eta = 89\%$



Rys. 3. Belka montażowa krajowa, typ BM
2 lampy po 40 W; $\eta = 88\%$



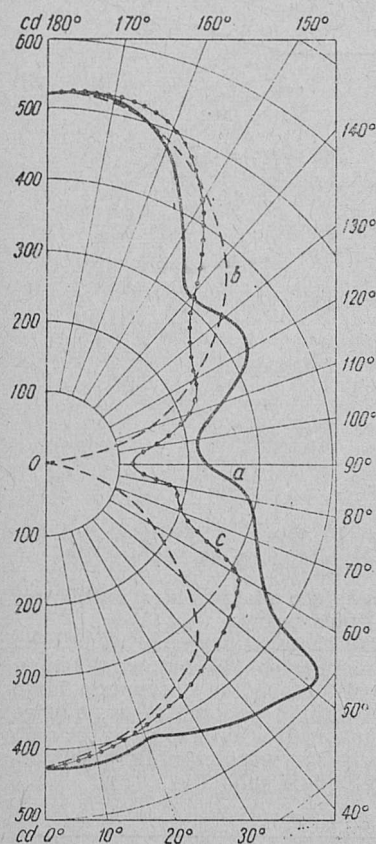
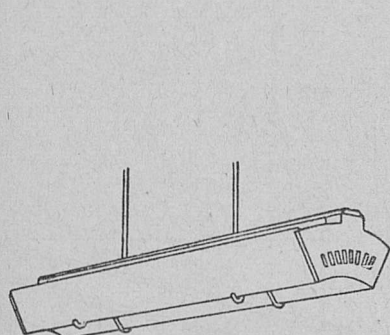
Rys. 4. Oprawa krajowa, typ F
2 lampy po 40 W; $\eta = 78\%$
Wg katalogu L-2 CHPE, kwiecień 1951 r.

składowej E_r nie zależy od rodzaju użytych źródeł światła, gdyż jej wyznaczenie opiera się na założeniu, że natężenie oświetlenia pochodzące od strumienia rozproszonego jest stałe na całym polu pracy, natomiast wartość składowej E_h wyznacza się w różny sposób dla opraw żarówkowych i dla lamp fluoryzujących stanowiących liniowe źródło światła.

W przypadku opraw do żarówek, które przy zwykłych wysokościach zawieszenia (wynoszących zazwyczaj 1,5 — 3 m) można uważać z dostatecznym przybliżeniem za punktowe źródła światła, wartości poziomej składowej E_h

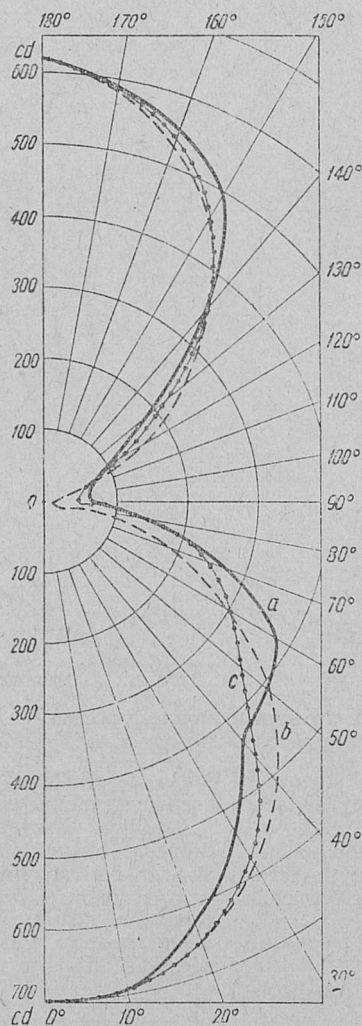
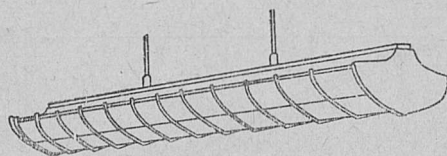
pojem pracy jest dostatecznie duża, żeby móc je uważać za punktowe źródła światła.

Z uwagi na znaczne wymiary lamp fluoryzujących stosowanie prawa odwrotności kwadratów do obliczania natężeń oświetlenia, pochodzących od wysyłanego przez nie strumienia, możliwe jest dopiero przy odległości wynoszącej przeciętnie 5-krotną długość lampy¹⁾, co odpowiada 5-metrowej wysokości zawieszenia w przypadku lamp 25-watowych i 6-metrowej wysokości w przypadku lamp 40-watowych. Tak znacznej wysokości zawieszenia na ogół nie stosuje się w praktyce, toteż wartości E_h i E_v

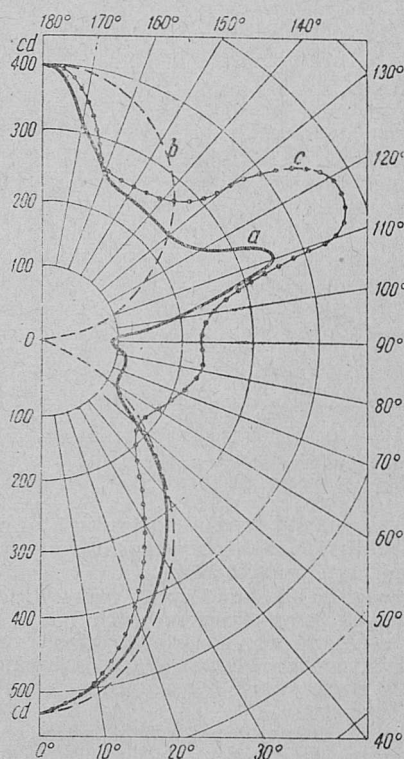
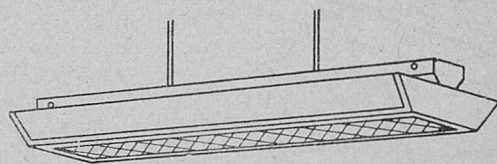


Rys. 5. Oprawa krajowa, typ A
2 lampy po 40 W; $\eta = 79\%$

Wg katalogu L-2 CHPE, kwiecień 1951 r.



Rys. 6. Oprawa Philipsa, typ HC
2 lampy po 40 W; $\eta = 81\%$



Rys. 7. Oprawa Philipsa, typ ZR
2 lampy po 40 W; $\eta = 75\%$

i pionowej składowej E_v natężenia oświetlenia, pochodzącego od strumienia, który pada bezpośrednio na dowolny punkt pola pracy, określa się ze znanych zależności opartych na prawie odwrotności kwadratów:

$$(1) E_h = \frac{I_a}{h^2} \cdot \cos^3 \alpha \quad \text{i} \quad (2) E_v = \frac{I_a}{h^2} \cdot \cos \alpha \cdot \sin^2 \alpha,$$

w których I_a oznacza światłość kierunkową oprawy pod kątem α do jej osi pionowej, h — wysokość źródła nad polem pracy.

Stosowanie powyższych zależności do obliczania natężeń oświetlenia, pochodzących od bezpośredniego strumienia pojedynczych lamp fluoryzujących nieoświetlonych lub lamp umieszczonych w oprawach, możliwe jest tylko wtedy, kiedy wysokość zawieszenia lamp lub opraw nad

obliczone na podstawie zależności (1) i (2) należy skorygować przez wprowadzenie współczynnika δ , obniżającego ich wartość odpowiednio do odległości między oprawą i rozpatrywanym punktem pola pracy.

Wykresy przedstawione na rys. 1 podają wartość współczynnika δ dla lamp 25-watowych i 40-watowych w funkcji odległości rozpatrywanego punktu od środka oprawy²⁾.

Światłość kierunkową I_a , występującą w zależnościach (1) i (2), wyznacza się z wykresu światłości oprawy zastosowanej w projekcie.

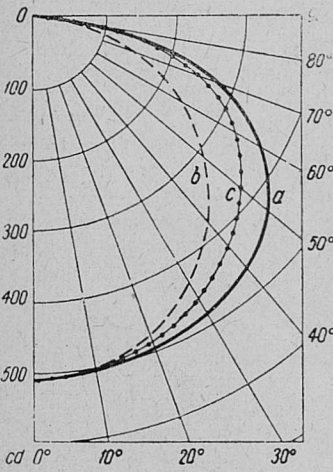
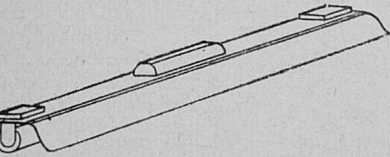
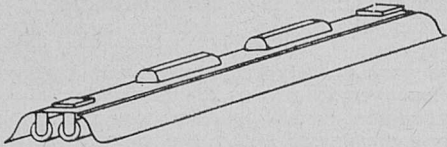
¹⁾ Oleszyński T. Fotometria rur fluoryzujących (PE. 1949, z. 10/11/12, str. 302).

²⁾ Wykresy opracowano na podstawie pomiarów, wykonanych w Zakładzie Techniki Światłej Instytutu Elektrotechniki.

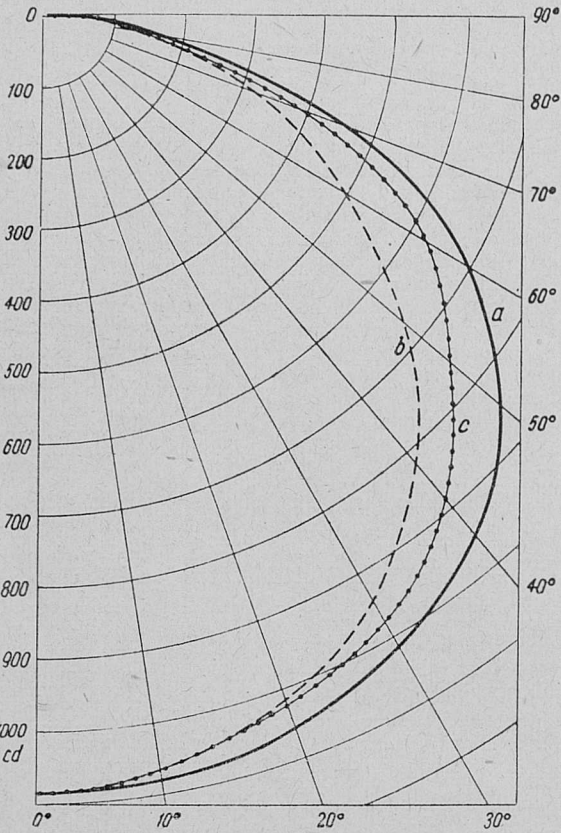
Na rys. 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 i 10 podane są wykresy światłości³⁾ jednej i dwu lamp fluoryzujących nieosłoniętych (belki montażowe) oraz siedmiu typowych opraw,

wykresie. Tylko w przypadku znacznych różnic wartości światłości w poszczególnych płaszczyznach oraz w przypadku niewielkich wysokości zawieszenia opraw przy-

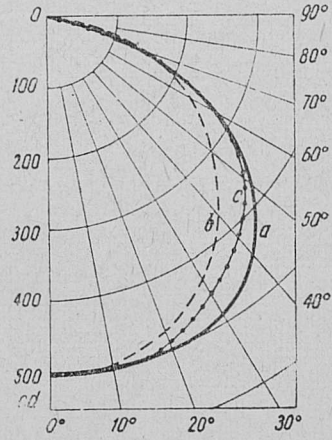
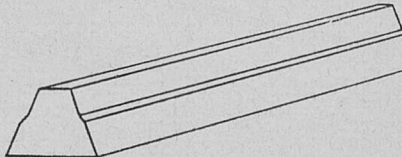
- OZNACZENIA DO RYSUNKÓW 2—10
- (a) Poprzeczna płaszczyzna symetrii lampy lub oprawy
 - (b) Podłużna płaszczyzna symetrii lampy lub oprawy
 - (c) Średnia dla dwu płaszczyzn pionowych przechodzących przez środek ciężkości lampy lub oprawy i nachylonych pod kątem 45° w stosunku do osi lampy lub oprawy



Rys. 8. Oprawa krajowa, typ OR
1 lampa na 40 W; $\eta = 82\%$



Rys. 9. Oprawa krajowa, typ OR
2 lampy po 40 W; $\eta = 81\%$



Rys. 10. Oprawa Philipsa, typ M8
1 lampa na 40 W; $\eta = 74\%$

znajdujących się obecnie na rynku krajowym, w stosunku do strumienia znamionowego 40-watowej lampy światła białego czyli do 2100 lm⁴⁾.

Z uwagi na niesymetryczny rozsył światła zarówno nieosłoniętych lamp fluoryzujących, jak i lamp umieszczonych w oprawach, światłości wyznaczono w kilku charakterystycznych płaszczyznach, a mianowicie:

- (a) w poprzecznej płaszczyźnie symetrii lampy lub oprawy,
- (b) w podłużnej płaszczyźnie symetrii lampy lub oprawy,
- (c) w dwóch płaszczyznach pionowych, przechodzących przez środek ciężkości lampy lub oprawy i nachylonych w stosunku do jej osi podłużnej pod kątem 45°⁵⁾.

Takie przedstawienie rozkładu światłości pozwala na dokładne zorientowanie się w kształcie bryły fotometrycznej, co jest pomocne przy wyborze odpowiednich opraw.

Wartość I_a światłości kierunkowej, odpowiadającą rozpatrywanemu punktowi pola pracy, na ogół wyznacza się dla pojedynczej oprawy na podstawie średniej wartości arytmetycznej z trzech krzywych przedstawionych na

muje się wartości odpowiadające płaszczyźnie najbliższej rozpatrywanemu punktowi pola pracy.

Ponieważ wszystkie zamieszczone wykresy światłości dotyczą strumienia znamionowego 40-watowej lampy światła białego, należy — w przypadku stosowania lamp o innej barwie światła lub innym poborze mocy, a więc o innym strumieniu — mnożyć wyznaczone w sposób wyżej podany wartości I_a przez współczynnik przeliczeniowy N , którego wartości podaje tabl. I.

Tablica I.

Rodzaj lampy fluoryzującej			Spółczynnik przeliczeniowy N
Pobór mocy	Barwa światła	Strumień znamionowy ⁶⁾	
25 W	dzienna	1100	0,523
" "	ciepło-biała	1150	0,547
" "	biała	1200	0,572
40 W	dzienna	1900	0,903
" "	ciepło-biała	2000	0,951
" "	biała	2100	1,000

Coraz powszechniejsze stosowanie — do oświetlenia dużych pomieszczeń produkcyjnych i handlowych — lamp fluoryzujących lub opraw w postaci pasów świecących ciągłych lub przerywanych, które biegną przez całe pomieszczenie długości niekiedy kilkudziesięciu metrów, zmusza do stosowania w tym przypadku innych, bardziej

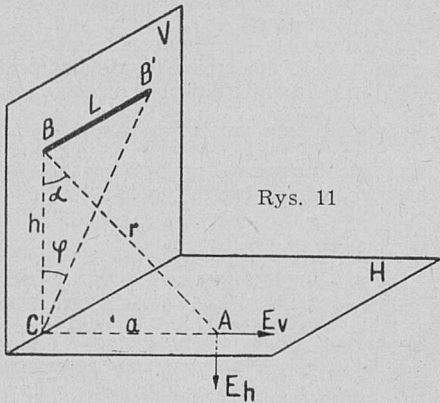
³⁾ Wykresy sporządzono na podstawie pomiarów, wykonanych w Zakładzie Techniki Świetlnej Instytutu Elektrotechniki. Pomiary wykonano metodą obiektywną przy pomocy specjalnego fotometru (PE, 1951, z. 11/12, str. 487). Odległość fotometryczna wynosiła 9 m. Sprawność η poszczególnych opraw zmierzono w lumenomierzu całoprzestrzennym kulistym o średnicy 2 m.

⁴⁾ Według katalogu L-2 CHPE, kwiecień 1951 r.

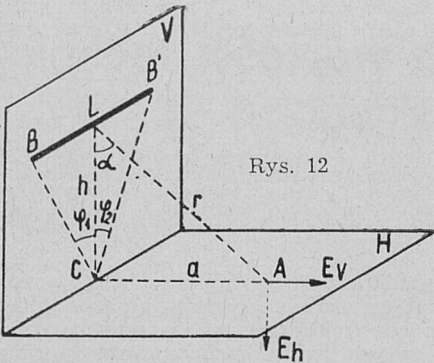
⁵⁾ Wobec znikomych różnic w wartościach mierzonych w dwu płaszczyznach, wymienionych w punkcie (c), na zamieszczonych wykresach podane są wartości średnie z dwóch pomiarów.

⁶⁾ Wg katalogu L-2 CHPE, kwiecień 1951 r.

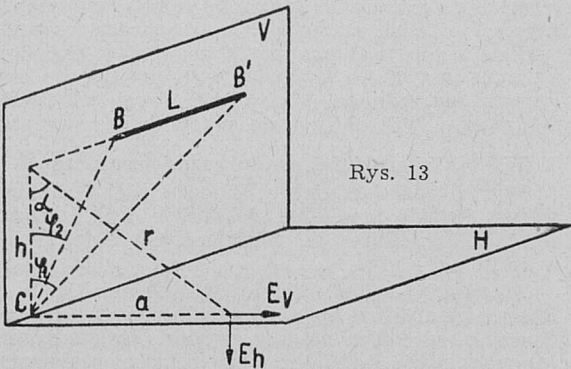
złożonych metod obliczania natężeń oświetlenia w dowolnym punkcie pola pracy. Natężenia oświetlenia w polu pracy pochodzą wtedy od strumienia bezpośredniego linii świecącej o stałej jaskrawości, a nie od punktu świecącego, za jaki z pewnym przybliżeniem można uważać



Rys. 11



Rys. 12



Rys. 13

pojedynczą lampę lub oprawę przy dostatecznie wysokim jej zawieszeniu.

Natężenie oświetlenia w dowolnym punkcie A pola pracy H pochodzące od bezpośredniego strumienia linii świecącej BB' o długości L metrów równoległej do płaszczyzny H (rys. 11) można wyrazić zależnościami:

$$(3) \quad E_h = \frac{I_a}{2r} \cdot f(\varphi, k) \text{ luksów,}$$

$$(4) \quad E_v = \frac{I_a}{2r} \cdot f'(\varphi, k) \text{ luksów,}$$

w których oznaczają:

I_a — światłość 1 m bież. linii świecącej pod kątem α , wyznaczonym przecięciem płaszczyzny prostopadłej do linii świecącej z płaszczyzną przechodzącą przez tę linię i punkt A,

$$r = \sqrt{a^2 + h^2} \quad (\text{m}),$$

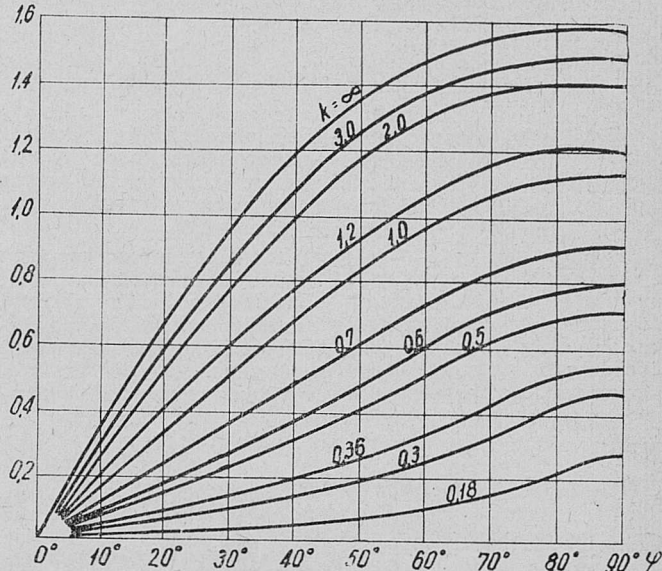
$$k = \frac{h}{a} \text{ współczynnik niemianowany,}$$

$$\varphi = \sphericalangle BCB' = \arctg \frac{L}{h},$$

$f(\varphi, k)$ i $f'(\varphi, k)$ złożone funkcje trygonometryczne.

Zależności (3) i (4) dotyczą przypadku położenia punktu A na linii przecięcia płaszczyzny H z płaszczyzną pro-

$f(\varphi, k)$

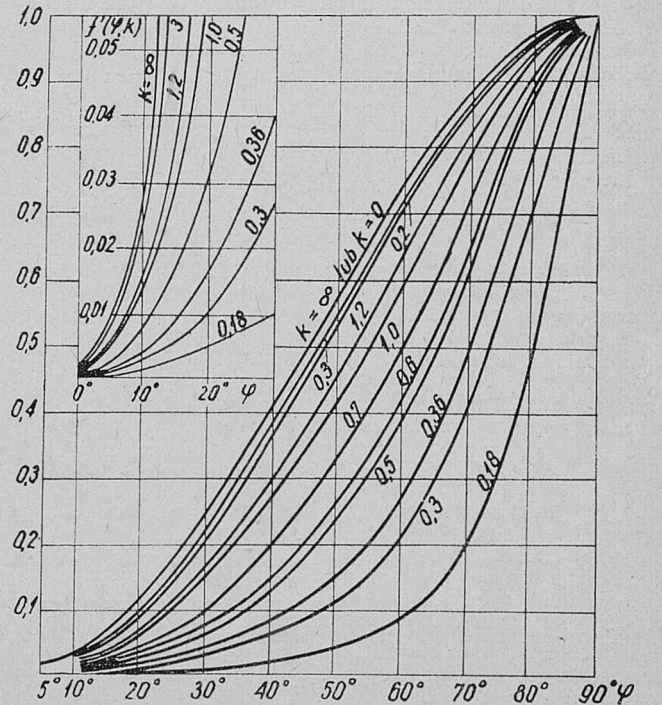


Rys. 14. Wartości funkcji $f(\varphi, k)$ do obliczeń poziomej składowej natężenia oświetlenia (E_h)

stopadłą do niej i przechodzącą przez jeden z końców B lub B' linii świecącej.

Jeśli rozpatrywany punkt A pola pracy znajduje się między płaszczyznami prostopadłymi do płaszczyzny H

$f'(\varphi, k)$



Rys. 15. Wartości funkcji $f'(\varphi, k)$ do obliczeń pionowej składowej natężenia oświetlenia (E_v)

i przechodzącymi przez końce B i B' linii świecącej (rys. 12), zależności (3) i (4) przybierają postać:

$$(5) \quad E_h = \frac{I_a}{2r} [f(\varphi_1, k) + f(\varphi_2, k)] \text{ luksów,}$$

$$(6) \quad E_v = \frac{I_a}{2r} [f'(\varphi_1, k) + f'(\varphi_2, k)] \text{ luksów.}$$

Jeżeli punkt A leży poza omawianą płaszczyzną przechodzącą przez jeden z końców B lub B' linii świecącej (rys. 13), wtedy

$$(7) \quad E_h = \frac{I_a}{2r} [f(\varphi_1, k) - f(\varphi_2, k)] \text{ luksów,}$$

$$(8) \quad E_v = \frac{I_a}{2r} [f'(\varphi_1, k) - f'(\varphi_2, k)] \text{ luksów.}$$

Żmudne obliczanie wartości złożonych funkcji $f(\varphi, k)$ i $f'(\varphi, k)$, występujących w zależnościach (3) do (8), dla różnych wartości φ i k omijamy w praktyce, posługując się wykresami, które podają wartości tych funkcji dla różnych wartości $k = h/a$ i $\varphi = \arctg(L/h)$.

Wykresy na rys. 14 i 15 pokazują zmienność wyrażen $f(\varphi, k)$ i $f'(\varphi, k)$ w funkcji kąta φ dla różnych wartości stosunku $k = h/a$. Pozwalają one na szybkie i dla praktyki wystarczająco dokładne wyznaczenie wartości omawianych funkcji, co sprawia, że skomplikowane na pozór obliczenia natężeń oświetlenia, pochodzących od linii świecącej, stają się równie proste, jak w przypadku punktu świecącego.

INŻ. JERZY NAZAREWSKI

Sposoby podnoszenia wartości technicznej ruchu racjonalizatorskiego

Treść. Rozwój ruchu racjonalizatorskiego opiera się na jego wartościach — społecznej, produkcyjnej, technicznej i gospodarczej. W kierowanym ruchu racjonalizatorskim należy dążyć do stałego wzrostu tych wartości. Podano liczne sposoby podnoszenia wartości produkcyjno-technicznej pomysłów racjonalizatorskich, jak np. pytania sugerujące, tematyka racjonalizatorska, odczyty, kursy, wycieczki, filmy naukowo-techniczne itd. Inżynierowie i technicy, jako odpowiedzialni za poziom techniczny projektów racjonalizatorskich, winni kierować rozwojem ruchu racjonalizatorskiego, okazywać mu wszechstronną opiekę i włączać się osobiście w jego nurt.

1. Wstęp.

Szybki i wszechstronny rozwój wynalazczości pracowniczkiej spowodował, że ruch racjonalizatorski stał się poważnym czynnikiem, wpływającym na kształtowanie naszego życia społecznego i gospodarczego. To też kierowanie rozwojem ruchu racjonalizatorskiego wymaga głębokiej analizy i oceny występujących w nim objawów i niezłownego wykorzystywania wszelkich dróg, które prowadzą do jego rozwoju.

Wprowadzanie w poszczególnych zakładach planów rozwoju wynalazczości pracowniczkiej i stała walka o ich realizację nałożyły na decydujący sposób tej wynalazczości charakter ruchu kierowanego. Z nieopanowanej, chaotycznej i przypadkowej twórczości racjonalizatorskiej wyłania się cenny ruch masowy, który służy interesom zarówno racjonalizatora, jak i naszej gospodarki.

2. Podstawowe wytyczne kierowania rozwojem ruchu racjonalizatorskiego.

Wprowadzanie planów wynalazczości pracowniczkiej, opracowywanie tematyki dla racjonalizatorów oraz tworzenie robotniczo-inżynierskich brygad racjonalizatorskich uczą nas prawidłowo i skutecznie kierować rozwojem ruchu racjonalizatorskiego. Ustalono metody całkowitej i wszechstronnej oceny rozwoju ruchu racjonalizatorskiego i sposoby podnoszenia jego wartości.

Na pierwszym miejscu należy wymienić wartość społeczno-polityczną ruchu racjonalizatorskiego, którą mierzymy stopniem umasowienia ruchu. Walczymy o jak największą liczbę racjonalizatorów i zgłaszanych przez nich projektów, jako o najważniejszą sprawę w początkowych fazach powstawania ruchu racjonalizatorskiego, przesądającą w znacznym stopniu dalszy planowy rozwój masowej wynalazczości pracowniczkiej. Dla podnoszenia społeczno-politycznej wartości ruchu racjonalizatorskiego należy szeroko stosować różne metody propagandy tego ruchu. Najlepsze wyniki daje propaganda pogładowa, praca dobrze zorganizowanych Gabinetów oraz Klubów Techników i Racjonalizacji.

Drugą ważną sprawą jest wyodrębnienie wartości produkcyjno-technicznej ruchu racjonalizatorskiego, która mierzy się przydatnością zgłaszanych projektów dla produkcji. O sposobach podnoszenia tej właśnie wartości będzie mowa dalej.

Trzecią ważną sprawą jest gospodarcza wartość ruchu racjonalizatorskiego, czyli ocena korzyści gospodarczych, które przynoszą zastosowane projekty racjonalizatorskie.

Występująca w zależnościach (3) do (8) światłość I jest światłością jednostki długości linii świecącej, czyli:

$$(9) \quad I_a = I_{aopr} / l,$$

gdzie I_{aopr} jest wartością światłości zastosowanej lampy lub oprawy, wyznaczoną pod kątem α w jej poprzecznej płaszczyźnie symetrii⁷⁾ w kandelach; l jest długością pojedynczej oprawy w metrach.

Jeżeli projekt przewiduje rozmieszczenie n opraw o długości l w formie pasa z odstępami pomiędzy poszczególnymi oprawami lub grupami opraw, wartości I_{aopr} we wzorze (9) należy pomnożyć przez stosunek $\frac{l \cdot n}{L}$, tj. stosunek sumy długości poszczególnych lamp lub opraw do całkowitej długości linii świecącej, czyli:

$$(10) \quad I_a = I_{aopr} \cdot \frac{l \cdot n}{L}.$$

LITERATURA

Jępaniesznikow M. M. i Sokołow M. W. Elektrieskoje oswieśczenie
Cohu M. Rayonnement, photométrie et éclairage.

⁷⁾ Na wykresach linia ciągła dotyczy światłości wyznaczonych w tej właśnie płaszczyźnie.

Wartość gospodarczą mierzymy wysokością przewidywanych oszczędności rocznych w złotych, w robotniko- i maszyno-godzinach, w kilogramach zaoszczędzonych surowców lub w innych jednostkach, charakteryzujących korzyści ekonomiczne na danym odcinku. Zwiększenie gospodarczej wartości ruchu osiąga się drogą uświadamiania racjonalizatorów o znaczeniu zagadnień ekonomicznych, a przede wszystkim wyjawianie rezerw i sposobów kształtowania oszczędności, jak również drogą pouczenia racjonalizatorów, jak oblicza się przewidywane oszczędności.

3. Wskaźniki wartości produkcyjno-technicznej.

Wartość produkcyjno-techniczną ruchu racjonalizatorskiego, można ocenić na podstawie trzech zasadniczych wskaźników, które ją ujmują i charakteryzują niemal w całości.

Pierwszym wskaźnikiem jest stosunek liczby zrealizowanych projektów do liczby zgłoszonych. Stosunek ten wyjaśnia, w jakim stopniu wysiłki racjonalizatorów idą we właściwym kierunku i czy rozwiązania oraz opracowania poszczególnych projektów są na właściwym poziomie. Wskaźnik ten waha się najczęściej około 50%. Pożądane jest doprowadzanie go jak najbliżej do idealnego stanu czyli do 100%, to znaczy do stanu, kiedy wszystkie zgłaszane projekty są realizowane i żaden nie jest odrzucony. Stan taki świadczyłby o bardzo wysokim poziomie wartości produkcyjnej zgłaszanych projektów.

Jednak wskaźnik powyższy oceniałby jedynie wartość wysiłków, których poszczególni racjonalizatorzy dokonali z własnej inicjatywy, często przypadkowego pochodzenia. Jeżeli natomiast staną na stanowisku, że nie fabryka istnieje dla racjonalizatorów, lecz racjonalizatorzy powinni służyć swymi pomysłami fabryce, to zrozumiemy, że każdy zakład pracy wołałby, aby wszystkie jego trudne zagadnienia techniczno-polityczne były w pierwszej kolejności rozwiązywane przez racjonalizatorów i to w ściśle określonych terminach.

Stąd wyłania się drugi wskaźnik: stopień przydatności ruchu racjonalizatorskiego dla gospodarki narodowej. Polegać on będzie na stopniu rozwiązania wszystkich zagadnień produkcyjno-technicznych, które kierownictwo zakładu wysunęło jako tematykę racjonalizatorską. Wskaźnik ten wyniesie 100%, jeżeli wszystkie wysunięte przez zakład tematyki będą rozwiązane przez racjonalizatorów w wyznaczonych terminach. Drugim wskaźnikiem wartości produkcyjno-technicznej ruchu racjonalizatorskiego będzie

więc stopień terminowego rozwiązania racjonalizatorskiej tematyki zakładowej.

Wreszcie do scharakteryzowania wyłącznie technicznej wartości ruchu racjonalizatorskiego można przyjąć procent wynalazków i udoskonaleń w stosunku do całej ilości przyjętych do zastosowania projektów racjonalizatorskich. Wielkość tego wskaźnika będzie, oczywiście, świadczyć o wysokości wyłącznie technicznego poziomu zgłaszanych projektów.

Walka o te wskaźniki, o powiększenie wartości produkcyjno-technicznej ruchu racjonalizatorskiego, o wzrost technicznego poziomu poszczególnych projektów racjonalizatorskich winna stać się codziennym wysiłkiem naszych inżynierów i techników, technicznego kierownictwa zakładów pracy, pracowników naukowych i stowarzyszeń technicznych.

4. Najważniejsze sposoby wpływania na rozwój wartości technicznej ruchu racjonalizatorskiego.

a) Pytania sugerujące powstawanie projektów. Pytania takie, opracowywane przez komórki wynalazczości przy udziale i pomocy kierownictwa technicznego zakładu i podawane do wiadomości wszystkich pracowników zakładu, mają charakter wszechstronny i mobilizują pracowników do zwracania bliższej uwagi na ogólne zagadnienia techniczno-produkcyjne, jak oszczędzanie robocizny i materiałów, właściwa organizacja pracy, dobra konserwacja maszyn i urządzeń, wprowadzanie przepisów BHP itp. Ważne jest, żeby pytania były jasne i zrozumiałe i żeby ujmowały zagadnienia istotne dla danego zakładu, czy danej branży.

Oto kilka przykładów typowych pytań, których można by przytoczyć setki i tysiące:

1) Jakie zmiany wprowadziłbyś w procesie technologicznym, aby poszczególne operacje wykonać lepiej, taniej i szybciej?

2) Czy narzędzia, których używasz, są odpowiednie do wykonywania twojej pracy? Jeśli nie, to wskaż, jakie byłyby ci potrzebne.

3) Wskaż, jakie przyrządy i urządzenia pomiarowe usprawniłbyś lub zautomatyzowałby kontrolę produktu.

4) Co należy uczynić, aby poprawić warunki bezpieczeństwa i higieny pracy w twoim otoczeniu i przy twojej pracy?

5) Czy nie potrafisz wskazać w naszych wyrobach tych części, które można by wykonać z materiału zastępczego? Jeśli tak, to z jakiego?

6) Co jest przyczyną częstych uszkodzeń twojej maszyny? Jak to zjawisko usunąć?

Pytania sugerujące podaje się do wiadomości każdego pracownika w formie haseł, plakatów, „błyskawic“, ulotek itd. Propaguje się je również przez radiowęzły, na naradach, w piśmie i w słowie. Pytania takie w bardzo dużym stopniu przyczyniają się do wzbudzenia zainteresowania racjonalizacją wśród najszerszych rzesz pracowników i stanowią pierwsze fazy kierowania wysiłków racjonalizatorskich na właściwe i istotne dla zakładów problemy.

b) Tematyka racjonalizatorska. Znacznie trudniejszym zagadnieniem jest opracowanie właściwej tematyki racjonalizatorskiej i stałe jej aktualizowanie. Do tej pracy winno włączyć się całe kierownictwo pionów technicznego i produkcyjnego, gdyż zagadnienie wymaga dużej wiedzy technicznej i gruntownej znajomości technologii bieżącej produkcji oraz planów zakładowych.

Tematyka nie tylko powinna odzwierciedlać ujawnione trudności produkcyjne oraz tzw. wąskie gardła w pracy zakładów, lecz również i to przede wszystkim powinna mieć na widoku wprowadzanie postępu technicznego, unowocześnienie metod produkcji i samej techniki produkcyjnej.

Konieczne jest, aby każdy temat zawierał zwięzły i jasny opis stanu dotychczasowego i stanu, który powinien być osiągnięty, a także sugestie sposobów rozwiązania danego tematu. Temat racjonalizatorski powinien być nie tylko zarejestrowaniem faktu potrzeby pewnego ulepszenia; temat powinien być również zaopatrzony w pewne sugestie co do samego sposobu rozwiązania go, w ten bowiem sposób dopomaga się racjonalizatorom w opracowywaniu zagadnień, wpływających z tematu.

Każdy temat powinien zawierać jedno ściśle określone zagadnienie, dokładnie zlokalizowane i podane w jasnej

i wykończonej formie. Do tematu często bywają dołączane schematy, szkice, fotografie lub inne ilustracje, dotyczące danego zagadnienia.

Dla kierowania ruchem racjonalizatorskim przez wysuwanie tematyki pożądane jest wyznaczanie orientacyjnych terminów na rozwiązywanie tematu przez racjonalizatorów. W przemyśle maszyn elektrycznych forsuje się zasadę, żeby każdy temat był rozwiązany w postaci przyjętego do zastosowania projektu racjonalizatorskiego w terminie do trzech miesięcy od daty jego ogłoszenia.

Wysuwanie tematów odbywa się w praktyce dwiema drogami: po linii służbowej przez kierownictwo techniczne i oddolnie na naradach wytwórczych i technicznych. Brzmienie wysuniętego tematu opracowuje zainteresowany wydział techniczny przy udziale komórki wynalazczości.

Przygotowany temat racjonalizatorski niezwłocznie podaje się do wiadomości całej załogi, a w szczególności zainteresowanych pracowników. Wymaga to dwutorowej propagandy: a) ogólno-zakładowej przy pomocy ulotek i biuletynów, które otrzymuje każdy pracownik do swego użytku, oraz b) specjalnej rozwiniętej w zainteresowanych wydziałach produkcyjnych przy pomocy plakatów czy transparentów, lub w formie wydziałowych kącików racjonalizatorskich.

Dla przykładu przytoczymy tu trzy tematy racjonalizatorskie z Liczby 25, opracowanych przez Zakłady Wytwórcze Liczników elektrycznych w Świdnicy na III kwartał r. b.:

1) We wzorcowni wiele liczników brzęczy w cewkach. Czy to brzęczenie jest konieczne, czy też można je usunąć przez zastosowanie dodatkowych elementów lub przez zmianę konstrukcji części składowych?

2) Zwróćmy uwagę na taśmy po wykrojach. Ile części — tych samych lub innych — można byłoby wykroić z nich przez zastosowanie specjalnych urządzeń np. podajników, przesuwni itd.?

3) Szlifowanie rdzeni odbywa się przy dużym zużyciu tarcz szlifierskich. Obecnie są stosowane najnowsze metody szlifowania elektrokontaktowego. Pomyślmy nad taką szlifierką — naukowcy nam pomogą.

Po ogłoszeniu tematów komórka wynalazczości powinna przy pomocy Klubu Techniki i Racjonalizacji dbać o to, żeby temat został rozwiązany w przewidzianym terminie. Zasadniczym środkiem, który przyspiesza rozwiązanie tematów racjonalizatorskich, jest pogłębianie uświadczenia i wiedzy technicznej poszczególnych racjonalizatorów i całej załogi.

c) Odczyty. Znaczenie odczytów, jako jednej z metod podwyższania poziomu technicznego załóg fabrycznych jest ogromne. Jednak tylko dobrze zorganizowane odczyty dadzą pożądane efekty. Należy zwracać szczególną uwagę, aby odczyty były dostosowane do składu audytorium, aby poruszały zagadnienia istotne i aktualne dla danego zakładu, aby uwzględniały zainteresowania i poziom słuchaczy, a także miały charakter żywych i obrazowych pogawędek, opartych na bezpośrednim, indywidualnym kontakcie ze słuchaczami. Pożądane jest, aby odczyty wygłaszali nie tylko prelegenci z zewnątrz, lecz również lepsi fachowcy z tej samej fabryki.

Tematem odczytów mogą być nie tylko zagadnienia charakteru ogólnotechnicznego, lecz również sprawy dotyczące wyłącznie danego wydziału produkcyjnego lub grupy fachowców.

Plan odczytów opracowuje Klub Techniki i Racjonalizacji przy udziale komórki wynalazczości i zainteresowanych kierowników pionu techniczno-produkcyjnego. Plan ten winien być ściśle powiązany z tematyką, aby wygłaszane odczyty mogły być pomocne racjonalizatorom w rozwiązywaniu tematów, ogłoszonych na dany okres. Ważna jest również sprawa systematyczności i pewnej cykliczności odczytów zwłaszcza wtedy, kiedy tematy ich były z góry uzgodnione z życzeniem i potrzebami słuchaczy.

Często organizatorzy odczytów narzekają na duże trudności zwerbowania potrzebnej liczby słuchaczy, tłumacząc słabą frekwencję najróżnorodniejszymi przyczynami trudnymi do usunięcia. W takich wypadkach należy raczej krytycznie zbadać, czy odczyt rzeczywiście odpowiada podanym wyżej wymaganiom, najczęściej bowiem słaba uczęszczalność świadczy o niewłaściwym w stosunku do audytorium wyborze tematów lub o niedostosowanym

do audytorium poziomie i sposobie wygłaszania odczytu. W niektórych wypadkach zaleca się łączenie odczytu z innymi imprezami, jak np. spotkanie racjonalizatorów, herbata czy inne przedsięwzięcia Klubów Techniki i Racjonalizacji.

Wyboru tematu, jego opracowanie i wygłoszenie należy bezspornie do obowiązków personelu inżyniersko-technicznego, który w akcji tej winien brać udział bezpośredni i jak najbardziej czynny.

d) Kursy. Bardzo ważne dla racjonalizatorów są kursy techniczne ogólne, jak np. znajomość rysunków technicznych, liczenie na suwaku, kontrola techniczna jakości itd., lub ściśle zawodowe, jak kurs monterów, nawijaczy, spawaczy, kreslarzy itd.

Kursy organizuje Klub TiR przy pomocy komórek szkolenia zawodowego, z którymi uzgadnia się ogólne wytyczne programów szkoleniowych na tym odcinku, jak również możliwości finansowania kursów. Takie kursy dorywcze powinny być ujmowane w plany i dobrze przygotowane. Przy organizowaniu kursów należy szczególną uwagę zwrócić na właściwy dobór wykładowców i słuchaczy, potrzeby przemysłu i zainteresowania słuchaczy oraz należytą opiekę i pomoc racjonalizatorom.

e) Wycieczki. Jedną z najbardziej skutecznych form wymiany doświadczeń są wycieczki do innych zakładów pracy. Organizatorzy wycieczki powinni dokładnie ustalić jej cel, tzn. zagadnienie, któremu ma być poświęcona, a także wybrać właściwy zakład do zwiedzenia. W zależności od tego dobiera się skład uczestników.

Dotychczasowa praktyka nie stwierdza dużych korzyści z wycieczek wieloosobowych. Wydaje się rzeczą słuszną, żeby zorganizowane w ramach Klubu Techniki i Racjonalizacji wycieczki nie liczyły więcej niż 10–20 uczestników, natomiast żeby udział każdego uczestnika był dokładnie analizowany.

Konieczne jest odbywanie przed wycieczką i po wycieczce krótkich narad dla zapewnienia uczestnikom jak największej korzyści ze zwiedzenia zakładu. W przypadku wycieczki racjonalizatorów wymaga się często od uczestników pewnej aktywności racjonalizatorskiej, polegającej na zgłaszaniu przez nich projektów racjonalizatorskich w stosunku do produkcji zakładu zarówno zwiadanego, jak i własnego.

Udział personelu technicznego jest szczególnie ważny zarówno przy wyborze zakładów, które należy zwiedzić, jak i przy oprowadzaniu wycieczki i kierowaniu jej zbiorowej uwagi i myśli technicznej.

Plan wycieczek, opracowywany przez Klub TiR, powinien być ściśle powiązany z tematyką racjonalizatorską, podobnie jak odczyty i kursy, żeby wycieczki wzbogacały doświadczenie racjonalizatorów w kierunku pokonywania trudności przy opracowywaniu ogłoszonych przez zakład tematów.

f) Filmy naukowo-techniczne. Ważnym uzupełnieniem odczytów jest wyświetlanie odpowiedniego naukowo-technicznego filmu lub rzucanie na ekran fotografii, rysunków i szkiców, ilustrujących dany odczyt. W większości jednak wypadków dobranie filmu do odczytu jest niemożliwe ze względu na mały jeszcze u nas wybór filmów naukowo-technicznych. Dlatego też w praktyce najczęściej bywa odwrotnie: do uzyskanego filmu dodaje się krótki odczyt, którym pomaga się widzowi do jak najlepszego wykorzystania filmu na potrzeby pracy jego zakładu.

g) Wieczory racjonalizatorskie i wymiany doświadczeń. Niemalże znaczenie dla podniesienia technicznej wartości składanych projektów racjonalizatorskich ma szeroki udział personelu technicznego w organizowanych przez Kluby TiR wieczorach racjonalizatorskich. Na tych wieczorach racjonalizatorzy dzielą się w referatach, pogadankach i pokazach swoimi doświadczeniami nowatorskimi. Z wspólnych rozmów często rodzą się nowe pomysły i właśnie tu trzeba okazać racjonalizatorom pomoc i kierować ich twórczością.

Pożądanym jest, żeby inżynierowie i technicy opracowywali konferaty do referatów racjonalizatorów-robotników i na odwrot, aby w ten sposób powstawała szeroka platforma współpracy inżyniera z robotnikiem, wymiana doświadczeń i wzajemne uzupełnianie się teorii naukowej z praktyką warsztatową.

h) Konkursy. Znana i często stosowana metoda, pobudzająca do technicznego myślenia w określonym kie-

runku i podwyższającą poziom techniczny szerszego grona fachowców, są konkursy na określone tematy. Organizowane dotychczas w wielu zakładach konkursy racjonalizatorskie nie przynosiły zbyt wielkich korzyści, co w dużym stopniu należy tłumaczyć słabym włączeniem się do tej akcji personelu inżyniersko-technicznego, który przede wszystkim powinien być zainteresowany w organizowaniu, opracowaniu i wyzyskaniu tych konkursów. Ostatnio nastąpił znaczny przełom na tym odcinku i coraz więcej technicznych konkursów racjonalizatorskich ogłaszają zakłady pracy i nadrzędne jednostki administracyjne.

i) Wystawy. Jedną z bardzo skutecznych form wpływania na wzrost uświadczenia technicznego są wystawy osiągnięć racjonalizatorskich, na których pokazane są projekty racjonalizatorskie uzupełnione opisami oraz materiały, ilustrujące walkę i pracę poszczególnych racjonalizatorów i propagujące nowatorstwo techniczne. Korzyści z takich wystaw są ogromne zwłaszcza wtedy, kiedy łączy się je z odczytami i ogólną propagandą poglądową i radiową.

Również organizowane obecnie w wielu zakładach pracy gablotkowe wystawy racjonalizatorskie powinny być bodźcem do powstawania wystaw propagandowych na rzecz nie tylko ruchu racjonalizatorskiego, ale w ogóle „nowej techniki“. Wystawy takie powinny mieć na celu propagowanie postępu technicznego wśród załogi w ramach techniczno-produkcyjnych planów i potrzeb zakładu. Na tym odcinku o powodzeniu akcji decyduje udział całego kierownictwa technicznego, jego pomysłowość i inicjatywa.

j) Współudział personelu inżynierskiego. Uchwała Rady Ministrów w sprawie wynagradzania twórców projektów racjonalizatorskich spowodowała zasadniczy przełom w ruchu racjonalizatorskim i umożliwiła branie w nim osobistego udziału inżynierów i techników zajmujących kierownicze stanowiska.

Zgodnie z uchwałą każdy pracownik ma prawo zgłaszać projekty racjonalizatorskie z zastrzeżeniem jednak, że jeżeli wykonanie danego projektu należało do bezpośrednich obowiązków pracownika, to pracownicy, posiadający wykształcenie techniczne i zajmujący kierownicze stanowiska, wynagradzani są tylko za projekty, które mają poziom techniczny, pozwalający uznać je za oryginalne. W ten sposób — uwzględniając włożone przez Państwo nakłady na wykształcenie personelu inżyniersko-technicznego i wyższe wynagrodzenie pracy tego personelu — umożliwiono mu jednocześnie włączenie się do osobistego brania udziału w ruchu racjonalizatorskim oraz otrzymanie wszystkich zaszczytnych odznaczeń i korzyści, którymi Państwo darzy racjonalizatorów.

Obecnie zadanie stojące przed nami zmierza ku temu, aby jak największa liczba inżynierów i techników, pracujących na wszystkich stanowiskach i szczeblach, włączyła się do osobistego udziału w ruchu racjonalizatorskim, wnosząc do swojej bezpośredniej pracy jak najwięcej propozycji racjonalizatorskich na poziomie wynalazków i oryginalnych udoskonaleń i usprawnień.

k) Robotniczo-inżynierskie brygady racjonalizatorskie. Zarządzenie Przewodniczącego PKPG w sprawie tych brygad otworzyło nową kartę historii rozwoju kierowanego racjonalizatorstwa, opartego na bezpośredniej współpracy inżynierów z robotnikami, i dało jednocześnie ogromne korzyści gospodarce narodowej dzięki niezwłocznej realizacji zgłaszanych przez brygady projektów.

Powstanie brygad racjonalizatorskich w decydującym stopniu wpłynęło na wzrost wartości technicznej zgłaszanych projektów. Z drugiej strony umożliwiło ono rozwiązanie własnymi siłami bardzo poważnych i trudnych zagadnień technicznych, które często wyłaniają się w pracy każdego niemal zakładu.

Ważne jest, żeby personel inżyniersko-techniczny brał jak najwyższy udział w tworzeniu i pracy tych brygad w charakterze ich członków. Można śmiało zaryzykować twierdzenie, że niemal każdy inżynier zatrudniony zarówno w przemyśle, jak i w instytucjach naukowo-badawczych, może i powinien wejść w skład brygady racjonalizatorskiej jako jej inicjator, kierownik lub zwykły członek.

Tworzenie większej liczby brygad racjonalizatorskich spowoduje dalszy wzrost wartości technicznej i produkcyjnej ruchu racjonalizatorskiego i pozwoli w krótszych

terminach rozwiązywać najbardziej trudne tematy racjonalizatorskie, wysuwane przez kierownictwo zakładu.

Z chwilą ogłoszenia tematyki racjonalizatorskiej odpowiedzialnym zadaniem komórek wynalazczości, Klubów TiR oraz personelu inżyniersko-technicznego staje się organizowanie brygad racjonalizatorskich do rozwiązywania najcięższych i najbardziej skomplikowanych tematów.

1) Plan rozwoju techniki. Zgodnie z instrukcją PKPG opracowywaniu planów w zakresie rozwoju techniki nadano charakter masowy dzięki powołaniu w zakładach pracy komisji i zespołów, w których powinna pracować cała załoga, a przede wszystkim racjonalizatorzy. W ten sposób stworzono ciało powołane do myślenia nad zagadnieniami produkcyjno-technicznymi oraz służenia radami i pomocą kierownictwu zakładu. Równocześnie wciągnięto racjonalizatorów do walki o planowe wprowadzanie w swoich zakładach postępu technicznego. Nałożyło to na nich obowiązek znacznego wysiłku mobilizacyjnego i częściową odpowiedzialność za rozwój techniki.

Takie włączenie się załogi do opracowywania planów technicznych ma ogromne znaczenie dla rozwoju wynalazczości pracowniczej, a zwłaszcza dla podwyższenia jej wartości techniczno-produkcyjnej. Prócz opracowywania samego planu technicznego ważne jest również wysuwanie tematów racjonalizatorskich, które w zasadzie różnią się od normalnie zaplanowanych przedsięwzięć organizacyjno-technicznych tylko tym, że sposób rozwiązania ich lub dostosowania do miejscowych warunków nie jest dokładnie znany.

Doraźnym wynikiem włączenia się racjonalizatorów do tej pracy winno być zwiększenie liczby zgłoszeń projektów racjonalizatorskich, przyspieszenie realizacji projektów załączonych, powstawanie dodatkowych brygad racjonalizatorskich i ustalenie długoplanowej tematyki racjonalizatorskiej, opartej na planach technicznych.

m) Opieka naukowców. Bezpośrednia współpraca naukowców z racjonalizatorami jest bezspornie jednym z najważniejszych sposobów zwiększania wartości technicznej zgłaszanych projektów racjonalizatorskich. Współpracę tę inicjują najżywiej Gabinety Techniki, Kluby TiR, stowarzyszenia techniczne oraz instytuty naukowe. Współpraca przybiera najczęściej formę porad, odczytów i porad. W Polsce nie jest jeszcze wystarczająco szeroka i należyć zgłębiona. Dużo tu jeszcze mamy do zrobienia, zwłaszcza w zakresie wspólnych porad i referatów oraz włączania się naukowców do bezpośredniej współpracy w brygadach racjonalizatorskich.

Przykładem szerokiej współpracy naukowców może być bogate doświadczenie radzieckie, w ZSRR bowiem instytuty naukowe i wyższe uczelnie obejmują szefostwa nad poszczególnymi fabrykami i organizują specjalne brygady, które analizują i usprawniają pracę tych fabryk. Na tej platformie wywiązują się ściśle i bezpośrednia współpraca, która przynosi ogromne korzyści obu stronom.

n) Masowa propaganda techniki. Znaczenie propagandy produkcyjno-technicznej w walce o podniesienie poziomu kulturalno-technicznej klasy robotniczej jest ogromne i nie wymaga żadnych uzasadnień. Należy jednak stwierdzić, że nasze zakłady pracy jeszcze nie zbliżyły się do tego ważnego zagadnienia, i dlatego przed kierownictwem technicznym stoi poważne zadanie uruchomienia tej akcji oraz nadania jej należnych praw obywatelstwa w codziennej pracy zakładów. Wielką pracę na

tym odcinku powinny wykonać Związki Zawodowe przez swoje Gabinety Techniczne oraz zakładowe Kluby TiR przy pełnym współudziale naszego inżyniersko-technicznego personelu kierowniczego oraz pracowników nauki i techniki.

Propaganda techniki może znaleźć swój wyraz w formie odczytów i referatów, agitacji pogładowej, prasowej i radiowej, organizacji wystaw, wycieczek i filmów, właściwego rozpowszechniania literatury technicznej, wymiany doświadczeń i osiągnięć nowatorskich itp. licznych i wielorakich sposobów masowego oddziaływania. Masowa propaganda techniki jest również jednym z najważniejszych zadań wszystkich organizacji i stowarzyszeń technicznych.

5. Uwagi końcowe.

Podsumowując powyższe wywody można stwierdzić, że nasi inżynierowie i technicy mają wiele sposobów do powiększenia wartości technicznej ruchu racjonalizatorskiego. Zgłębienie każdego z nich bezspornie przyniesie ogromne korzyści. Każdy wysiłek w tym kierunku jest cenny i opłaca się tym więcej, że jest on równoznaczny z walką o podniesienie ogólnego poziomu kulturalno-technicznego mas pracujących.

Na dzisiejszym etapie rozwojowym ruch racjonalizatorski już wyraźnie domagać się wzbogacenia go i nasycenia techniką oraz wprowadzenia świadomego i planowego kierownictwa tematycznego. Niedopuszczalne już jest, aby wynalazczość pracownicza w naszych zakładach była pozostawiona przypadkowi. Personel inżyniersko-techniczny powinien w interesie własnej pracy zawodowej i zgodnie ze swoim powołaniem wyzyskać ogromne rezerwy, tkwiące w twórczości racjonalizatorów. Włączając się zaś osobiście do czynnego udziału w ruchu racjonalizatorskim powinien okazać mu pomoc i opiekę szczególnie w kierunku rozwijania jego wartości produkcyjnej i technicznej.

Przed wszystkim należy zwracać uwagę na wysuwanie i opracowywanie tematyki racjonalizatorskiej przy jak najszerzej współpracy z naukowcami i racjonalizatorami, a następnie przez czynny udział we wszystkich przedsięwzięciach i przejawach ruchu racjonalizatorskiego dążyć do rozwiązywania wysuniętych tematów.

Na zakończenie należy również stwierdzić, że w dzisiejszym rozumieniu rozwoju ruchu racjonalizatorskiego, jako ruchu kierowanego i służącego do pomnażania dobra ogólnonarodowego, odpowiedzialność za jego wartość techniczną i produkcyjną pada przede wszystkim na naszych inżynierów i techników, zatrudnionych zarówno w zakładach pracy i urzędach centralnych, jak i w instytucjach naukowo-badawczych. Konsekwentnie analizując zagadnienie, można twierdzić, że wszędzie tam, gdzie ruch racjonalizatorski nie daje dużych osiągnięć technicznych należy szukać winy w odizolowaniu się personelu inżyniersko-technicznego od szerokich mas racjonalizatorskich i niebraniu przezeń osobistego udziału w tym oddolnym ruchu masowym.

Pamiętajmy, że zadaniem podstawowym i najważniejszym każdego technika jest walka o postęp techniczny i to we wszystkich jego formach, występujących w życiu i pracy naszego narodu, a więc, oczywiście, i w ruchu racjonalizatorskim, który jest jedną z najjaskrawszych form walk milionowych mas pracujących o nowatorstwo i postęp we wszystkich gałęziach gospodarki narodowej.

Wypadki przy pracy w przemyśle elektrotechnicznym i w energetyce

Ogólna analiza materiałów statystycznych z okresu 1946–1949

Komunikat Komitetu Technicznego Ochrony Pracy SEP

1. Materiały dokumentalne.

Przedmiotem niniejszej analizy są doniesienia o wypadkach, przesyłane w okresie od 1. I. 1946 do 31. XII. 1949 r. przez zakłady pracy przemysłu elektrotechnicznego i energetyki do właściwych ubezpieczalni społecznych i zebrane przez ZUS. Materiały te nie są jednorodne pod względem statystycznym, gdyż część z nich to doniesienia o wypadkach z niezdolnością powyżej 3 dni (z wyłączeniem dnia wypadku), pozostała zaś część doty-

czy wypadków z niezdolnością do pracy powyżej jednego dnia (z wyłączeniem dnia wypadku). Przyczyną tej niejednorodności było niejednolite uregulowanie sprawy obowiązku zgłaszania wypadków w okresie sprawozdawczym, a mianowicie różne dla mniejszych i większych zakładów pracy.

Mimo tego że stanowiska akcji zapobiegawczej materiały te należy uznać za dostateczne do wyprowadzenia miarodajnych wniosków, gdyż w akcji tej znacznie istotniejsze są przyczyny wypadków niż ich skutki.

Również pod względem liczebności badane materiały należy uważać za wystarczające do celów statystycznych, gdyż zawierają one kilka tysięcy doniesień o wypadku i dotyczą kilkudziesięciu tysięcy zatrudnionych w przemyśle elektrotechnicznym i energetyce. Przy niezbyt zróżnicowanym podziale na 13 grup zasadniczych omawiany materiał obserwacyjny jest dostatecznie duży, aby wnioski wyprowadzone z analizy można było uznać za miarodajne.

Wadą badanych materiałów dokumentalnych jest to, że dotyczą one tylko obiektywnych warunków technicznych, w których zdarzyły się wypadki, nie obejmują natomiast bardzo istotnych dla akcji zapobiegawczej czynników organizacyjnych. Wady tej nie mają już nowe formularze doniesienia o wypadku, wprowadzone w 1951 r. Zawierają one specjalne rubryki, mające oświetlać warunki organizacyjne, w których zdarzył się wypadek.

2. Zestawienia statystyczne.

Materiał rozbito w obu działach gospodarki na 13 grup według urządzeń technicznych względnie czynności, przy których zdarzył się wypadek.

I. Mechanizmy — wypadki przy posługiwaniu się urządzeniami, maszynami i narzędziami zmechanizowanymi (w ruchu).

II. Pojazdy — wypadki spowodowane ruchem pojazdów zarówno o napędzie mechanicznym, jak i o pociągu zwierzęcym.

III. Materiały niebezpieczne — wypadki spowodowane materiałami łatwopalnymi i wybuchowymi oraz eksplozją naczyń i przewodów znajdujących się pod ciśnieniem.

IV. Materiały szkodliwe — wypadki spowodowane substancjami żrącymi, parzącymi, trującymi lub działającymi w inny sposób szkodliwie na organizm ludzki.

V. Prąd elektryczny — wypadki porażenia i oparzenia prądem elektrycznym.

VI. Upadek osób — wypadki spowodowane upadkiem poszkodowanych na równi, w zagłębieniu oraz z wysokości.

VII. Nastąpienie na przedmioty — wypadki spowodowane nastąpieniem poszkodowanych na przedmioty względnie uderzeniem się o wystające części przedmiotów, np. podczas przechodzenia.

VIII. Spadanie przedmiotów — wypadki spowodowane spadnięciem pojedynczych przedmiotów (nie mas) na poszkodowanych, jednak nie związane z ruchem pojazdów (gr. II).

IX. Spadanie mas — wypadki spowodowane zawaleniem się urobku w kopalni, obsunięciem się stosów desek, zawaleniem się murów, rusztowań itp. Tu zaliczono również wypadki, spowodowane spadnięciem materiałów z urządzeń transportowych znajdujących się w spoczynku. Spadnięcie materiałów z tych samych urządzeń, lecz znajdujących się w ruchu, zaliczono do grupy II.

X. Praca ręczna — wypadki przy podnoszeniu, przenoszeniu, ładowaniu, wyładowaniu itp.

XI. Narzędzia ręczne — wypadki spowodowane prostymi, niezmechanizowanymi narzędziami, jak młotki, pilniki, siekiery, odkrętki itp. Wypadki spowodowane narzędziami zmechanizowanymi zaliczono do grupy I (mechanizmy) lub w przypadku porażenia prądem do grupy V (prąd elektryczny).

XII. Zwierzęta — wypadki spowodowane przez zwierzęta, jak kopnięcie przez konia, ukąszenie przez psa itp.

XIII. Inne — wszystkie wypadki, których nie można było zaliczyć do żadnej z poprzednich grup.

W tabl. I podano liczebność wypadków zgłoszonych (Z) i śmiertelnych (S). Dla ułatwienia porównania między przemysłem elektrotechnicznym a energetyką wprowadzono ogólne (sumaryczne) liczby wypadków w tych dwu działach do liczby 1000. W ten sposób liczebność wypadków zgłoszonych w poszczególnych grupach obu działów wyraża się w tysięcznych (‰) ogólnej liczby wypadków danego działu, liczebność zaś wypadków śmiertelnych danej grupy stosunkiem liczby wypadków śmiertelnych do liczby wypadków zgłoszonych w tej grupie.

Jak widać z zestawienia tabl. I, ustalenie hierarchii, wskazującej, które grupy przedstawiają większe ryzyko wypadku i wymagają przede wszystkim akcji zapobiegawczej, nie jest możliwe przez bezpośrednie porówna-

Tablica I. Liczba wypadków zgłoszonych (Z) i śmiertelnych (S) w ‰

Grupa wypadków	Przemysł elektrotechniczny		Energetyka		Średnio	
	Z	S	Z	S	Z	S
I. Mechanizmy	400	0,7	103	0,5	252	0,6
II. Pojazdy	37	6,1	101	6,1	69	6,1
III. Materiały niebezpieczne	59	—	72	0,2	65	0,1
IV. Materiały szkodliwe	24	—	21	0,2	23	0,1
V. Prąd elektryczny	12	2,1	65	16,3	38	9,2
VI. Upadek osób	74	—	165	3,6	118	1,8
VII. Nastąpienie na przedmioty	32	—	58	—	45	—
VIII. Spadanie przedmiotów	28	—	16	—	22	—
IX. Spadanie mas	10	0,7	5	—	8	0,3
X. Praca ręczna	251	0,7	314	1,1	282	0,9
XI. Narzędzia ręczne	57	—	58	0,2	58	0,1
XII. Zwierzęta	—	—	5	—	3	—
XIII. Inne	16	2,8	17	3,2	117	3,0
Ogółem	1000	13,1	1000	31,4	1000	22,2

nie liczb. Widać to np. z porównania liczby wypadków spowodowanych mechanizmami (gr. I) z liczbą wypadków spowodowanych ruchem pojazdów (gr. II) w przemyśle elektrotechnicznym. Liczba wypadków z grupy I (Z) w grupie mechanizmów wynosi 40‰, w grupie pojazdów tylko 3,7‰ ogólnej liczby wypadków w przemyśle elektrotechnicznym. Natomiast mechanizmy przynoszą 5,35‰, a ruch pojazdów 46,6‰ ogólnej liczby wypadków śmiertelnych (S). Wynika stąd, że wprawdzie liczebność zgłoszonych wypadków wywołanych ruchem pojazdów jest prawie 11 razy mniejsza, lecz liczebność wypadków śmiertelnych jest prawie 9 razy większa niż odpowiednie liczebności wypadków spowodowanych mechanizmami. Oczywiście, tego rodzaju rozbieżności praktycznie nie pozwalają porównywać obu grup wypadków. Aby umożliwić takie porównanie, należy dla każdej pary liczb, obrazujących ogólną liczbę wypadków oraz liczbę wypadków śmiertelnych w danej grupie, znaleźć jedną taką liczbę, która by w sposób logicznie słuszny reprezentowała zarówno liczebność, jak i ciężkość wypadków danej grupy.

3. Wskaźniki wypadkowości.

Dla należytego porównania wypadków wprowadzono w dalszych rozważaniach stosowaną często w opracowaniach statystycznych średnią ważoną. W tym celu przyjęto określone równoważniki zarówno dla wypadków zgłoszonych, jak i dla wypadków śmiertelnych. Najprostszym rozwiązaniem tego zagadnienia było przyjęcie równownika 1 dla wypadków zgłoszonych, natomiast równownik dla wypadków śmiertelnych określono przeciętnym stosunkiem liczby wypadków zgłoszonych do liczby wypadków śmiertelnych.

Przy oznaczaniu ogólnej liczby wypadków zgłoszonych przez Z_0 oraz ogólnej liczby wypadków śmiertelnych przez S_0 równoważnik dla wypadków śmiertelnych r_s wyraża się wzorem:

$$(1) \quad r_s = \frac{Z_0}{S_0} = \frac{1000}{22,2} \cong 45.$$

Jeżeli zatem dla n -tej grupy wypadków oznaczy się liczbę wypadków zgłoszonych przez Z_n , a liczbę wypadków śmiertelnych przez S_n , to średnia ważona liczby wypadków w wypadkach tej grupy W_n , określona jako śred-

nia arytmetyczna liczby wypadków zgłoszonych w tej grupie Z_n oraz równoważnej liczby wypadków śmiertelnych $r_s \cdot S_n$ teje grupy, wyniesie:

(2)
$$W_n = 1/2 (Z_n + r_s \cdot S_n) = \frac{Z_n}{2} + 22,5 S_n.$$

Na podstawie tego wzoru obliczono i podano w tabl. II średnie liczby ważne wypadków w poszczególnych grupach obu rozpatrywanych gałęzi przemysłu.

Tablica II. Liczby ważne wypadków

Grupa wypadków	Przemysł elektro-techniczny	Energetyka	Średnio
I. Mechanizmy	216	63	139
II. Pojazdy	156	187	171
III. Materiały niebezpieczne	29	40	35
IV. Materiały szkodliwe	12	15	14
V. Prąd elektryczny	53	400	226
VI. Upadek osób	37	167	101
VII. Nastąpienie na przedmioty	16	29	23
VIII. Spadanie przedmiotów	14	8	11
IX. Spadanie mas	21	2	11
X. Praca ręczna	135	182	159
XI. Narzędzia ręczne	28	34	31
XII. Zwierzęta	2	3	3
XIII. Inne	71	80	76
Ogółem	790	1210	1000

Ciężkość wypadków danej grupy (c_n) określa się jako stosunek liczby ważonej wypadków danej grupy (W_n) do liczby wypadków zgłoszonych teje grupy (Z_n):

(3)
$$c_n = \frac{W_n}{Z_n},$$

skąd na podstawie wzoru (2):

(3a)
$$c_n = \frac{1}{2} + 22,5 \frac{S_n}{Z_n}.$$

Jak widać z tego wzoru, ciężkość wypadków poszczególnych grup może wahać się w bardzo szerokich granicach; dla grup, które nie mają wypadków śmiertelnych ($S_n = 0$), ciężkość wypadków wynosi $c_{min} = 0,5$, natomiast w grupach, w których wszystkie wypadki zgłoszone są śmiertelne ($Z_n = S_n$), ciężkość wypadków wynosi $c_{max} = 0,5 + 22,5 = 23$. Możliwa rozpiętość ciężkości wypadków określa się zatem stosunkiem 1:46. Rzeczywista rozpiętość jest, jak to wynika z tabl. III, znacznie mniejsza, wynosi bowiem tylko 0,5:6,15, czyli ok. 1:12.

Tablica III. Ciężkość wypadków

Grupa wypadków	Przemysł elektro-techniczny	Energetyka	Średnio
I. Mechanizmy	0,54	0,61	0,55
II. Pojazdy	4,21	1,85	2,48
III. Materiały niebezpieczne	0,50	0,56	0,53
IV. Materiały szkodliwe	0,50	0,71	0,60
V. Prąd elektryczny	4,44	6,15	5,94
VI. Upadek osób	0,50	1,02	0,85
VII. Nastąpienie na przedmioty	0,50	0,50	0,50
VIII. Spadanie przedmiotów	0,50	0,50	0,50
IX. Spadanie mas	2,07	0,50	1,35
X. Praca ręczna	0,55	0,58	0,57
XI. Narzędzia ręczne	0,50	0,58	0,54
XII. Zwierzęta	0,50	0,50	0,50
XIII. Inne	4,44	4,74	4,48
Ogółem	0,79	1,21	1,00

Średnia ciężkość wypadków dla wszystkich grup przemysłu elektrotechnicznego i energetyki łącznie wynosi:

$$c_o = \frac{1}{2} + 22,5 \frac{22,2}{1000} \cong 1,$$

co było do przewidzenia ze względu na przyjętą definicję równoważnika dla wypadków śmiertelnych.

Niekiedy stosuje się w statystyce wypadków jeszcze jeden wskaźnik wypadkowości, a mianowicie częstotliwość wypadków. Przez częstotliwość wypadków w rozumie się stosunek liczby wypadków do liczby zatrudnionych. W poniższych rozważaniach posłużono się częstotliwością ważoną wypadków, określoną stosunkiem ważonej liczby wypadków do liczby zatrudnionych.

Porównanie liczb wypadków w przemyśle elektrotechnicznym i energetyce wykazało, że w okresie sprawozdawczym na 1000 wypadków zgłoszonych przez przemysł elektrotechniczny przypadało ok. 1500 (dokładnie 1490) wypadków zgłoszonych przez energetykę. Ponieważ stany zatrudnienia obu gałęzi gospodarki niewiele się od siebie w okresie sprawozdawczym różniły, wystarczy porównać liczby ważne wypadków obu tych gałęzi, mnożąc jednak liczby ważne dla energetyki przez 1,5. Tego rodzaju wskaźniki częstotliwości ważonej wypadków zawarte są w tabl. IV.

Tablica IV. Częstotliwość ważona wypadków

Grupa wypadków	Przemysł elektro-techniczny	Energetyka	Średnio
I. Mechanizmy	216	95	155
II. Pojazdy	156	280	218
III. Materiały niebezpieczne	29	60	45
IV. Materiały szkodliwe	12	23	17
V. Prąd elektryczny	53	600	327
VI. Upadek osób	37	251	144
VII. Nastąpienie na przedmioty	16	43	30
VIII. Spadanie przedmiotów	14	12	13
IX. Spadanie mas	21	3	12
X. Praca ręczna	135	273	204
XI. Narzędzia ręczne	28	51	39
XII. Zwierzęta	2	4	3
XIII. Inne	71	120	95
Ogółem	790	1815	1302

4. Liczby ważne wypadków.

W tabl. II podano liczby ważne wypadków (tj. liczby uwzględniające zarówno liczebność, jak i ciężkość wypadków) w poszczególnych grupach wypadków dla przemysłu elektrotechnicznego i dla energetyki. Jak widać z tej tablicy, hierarchia wypadkowości układu się odmiennie w obu gałęziach gospodarki wykazując charakterystyczne różnice. W przemyśle elektrotechnicznym na pierwsze miejsce wysuwają się wypadki przy mechanizmach, następnie zaś przy pojazdach i przy pracy ręcznej. Natomiast w energetyce pierwsze miejsce zajmują wypadki porażenia prądem elektrycznym, na drugim miejscu występują wypadki spowodowane pojazdami, następnie ręczną pracą i upadkiem osób. Jak widać z tego porównania, główna różnica polega na tym, że pierwsze miejsce jest inaczej obsadzone. Jest to zrozumiałe, gdyż w przemyśle elektrotechnicznym praca na maszynach stanowi podstawę produkcji we wszystkich zakładach tego przemysłu; w energetyce natomiast urządzenia mechaniczne stanowią tylko małą część wszystkich urządzeń, na pierwsze zaś miejsce wysuwają się urządzenia elektryczne pod prądem i ich obsługa.

W planowej akcji bezpieczeństwa pracy przemysł elektrotechniczny powinien więc zająć się przede wszystkim zabezpieczeniem urządzeń mechanicznych, w energetyce zaś należy się zająć przede wszystkim zabezpieczeniem urządzeń elektrycznych. Naturalnie w obu przypadkach

należy opracować odpowiednie instrukcje i przeszkolić personel obsługujący te urządzenia. Wymaga to, oczywiście, bliższej analizy i ustalenia urządzeń najbardziej dotychczas niebezpiecznych oraz zaprojektowania i wykonania typowych środków ochronnych. Praca ta nie jest łatwa i należy powierzyć ją fachowcom o wysokich kwalifikacjach.

Na drugim miejscu pod względem wypadkowości występują zarówno w przemyśle elektrotechnicznym, jak i w energetyce, pojazdy i inne urządzenia transportowe. Ponieważ w przemyśle elektrotechnicznym większą rolę odgrywa transport wewnętrzny, natomiast w energetyce — zewnętrzny, środki zapobiegawcze w obu tych gałęziach gospodarczych będą różne. I tu więc trzeba oddzielnej szczegółowej analizy, a ponieważ zagadnienia transportu są na ogół skomplikowane, sprawę tę należy również powierzyć fachowcom, jeżeli akcja zapobiegawcza ma dać istotne korzyści.

Trzecie miejsce pod względem wypadkowości w obu gałęziach zajmuje praca ręczna, głównie wypadki przy ręcznym podnoszeniu, przenoszeniu, ładowaniu, wyładowaniu itp. I tu będą istotne różnice w środkach zapobiegawczych, gdyż w przemyśle elektrotechnicznym praca odbywa się głównie wewnątrz pomieszczeń, natomiast w energetyce prace odbywają się w różnych miejscach, częstokroć na otwartej przestrzeni. Bliższa analiza może wykazać, które czynności są dotychczas najbardziej niebezpieczne, oraz wskazać środki, które należy zastosować, aby uzyskać zmniejszenie wypadkowości przy pracy ręcznej. Wydaje się, że najskuteczniejszym środkiem zmniejszenia liczby wypadków przy pracy ręcznej jest możliwie najdalej idąca mechanizacja transportu, gdyż, jak wykazuje praktyka, mechanizacja obniża w znacznym stopniu wysokość ryzyka wypadkowego przy pracach transportowych.

W energetyce jeszcze jedną grupę, posiadającą istotne znaczenie dla akcji przeciwwypadkowej, stanowią wypadki spowodowane upadkiem osób podczas pracy. Bliższa analiza wykazałaby zapewne, że większość wypadków tej grupy spowodowana bywa pracą na słupach i innych wzniesieniach przy instalowaniu, konserwacji i naprawie urządzeń elektrycznych.

5. Ciężkość wypadków.

W tabl. III podano zestawienie ciężkości wypadków, tj. stosunku liczby ważonej wypadków danej grupy do liczby wypadków zgłoszonych w tejże grupie, dla przemysłu elektrotechnicznego i dla energetyki.

Jak widać z tego zestawienia, średnia ciężkość wypadków w energetyce (1,21) jest znacznie większa niż odpowiedni wskaźnik w przemyśle elektrotechnicznym (0,79). Po bliższym zbadaniu sprawy okazuje się, że główną tego przyczyną jest grupa V wypadków („porażenia prądem”), która daje najwyższy wskaźnik ciężkości, a poza tym jest największa liczebnie w porównaniu z innymi grupami wypadków energetyki. W przemyśle elektrotechnicznym grupa ta jest stosunkowo niewielka, wykazuje przy tym mniejszy wskaźnik ciężkości (4,44) niż odpowiedni wskaźnik w energetyce (6,15). Dość znaczną różnicę w tych wskaźnikach należy tłumaczyć tym, że wypadki porażenia prądem w przemyśle elektrotechnicznym zdarzają się przeważnie wewnątrz pomieszczeń, natomiast w energetyce — bardzo często na otwartej przestrzeni, a więc w warunkach izolacyjnych gorszych, wskutek czego skutki porażenia bywają poważniejsze. Ponadto wpływ ma tu zapewne również wysokość napięcia. Istotną przyczyną różnic ciężkości wypadków w przemyśle elektrotechnicznym i w energetyce są też zapewne różne warunki udzielania pierwszej pomocy porażonym. W fabryce jest o wiele łatwiej o natychmiastową skuteczną pomoc niż na otwartej przestrzeni, np. przy budowie lub remoncie linii, gdzie poszczególni pracownicy znajdują się częstokroć zdaleka od siebie. Szczegółowa analiza wypadków elektrycznych oraz środki zapobiegawcze zostały opracowane przez Komitet Bezpieczeństwa Pracy SEP i ogłoszone w Przeglądzie Elektrotechnicznym, 1951 z. 1/2/3, str. 117—126.

W przemyśle elektrotechnicznym grupę wykazującą bardzo wielką ciężkość (4,21) stanowią wypadki, spowodowane pojazdami i innymi środkami transportu. Ponieważ grupa ta jest bardzo liczna, należałoby zbadać przy-

czyny tak znacznej ciężkości (ponad 2-krotnie większej niż w energetyce — $4,21 : 1,85 \approx 2,3$) i zastosować odpowiednie środki zapobiegawcze.

Wielką ciężkość (znacznie większą od przeciętnej $2,07 : 0,79 \approx 2,6$) wykazuje grupa wypadków spowodowanych spadnięciem mas (grupa IX) w przemyśle elektrotechnicznym. Ponieważ jest to jednak grupa nieliczna, analiza przyczyn tak wielkiej ciężkości jest w tej grupie mniej ważna niż w grupach II i V.

6. Częstotliwość wypadków.

Tabl. IV podaje zestawienie częstotliwości ważonej wypadków.

Liczby podane w tej tablicy stanowią najistotniejszy wskaźnik dla zorganizowania akcji przeciwwypadkowej w obu omawianych gałęziach gospodarki.

Liczby te wskazują przede wszystkim, że akcja bezpieczeństwa pracy jest o wiele ważniejsza w energetyce niż w przemyśle elektrotechnicznym.

Najpoważniejszą pozycję tej akcji w energetyce stanowi zwalczanie wypadków porażenia prądem. W drugiej kolejności powinna być podjęta akcja, mająca na celu zmniejszenie liczebności i ciężkości wypadków w grupach II, X i VI (wypadki spowodowane ruchem pojazdów, ręczną pracą i upadkiem poszkodowanych).

W przemyśle elektrotechnicznym akcję przeciwwypadkową należy rozpocząć od zwalczania wypadków spowodowanych mechanizmami (grupa I). Należy więc na podstawie szczegółowej analizy ustalić najniebezpieczniejsze dotychczas urządzenia mechaniczne względnie ich elementy*) i powierzyć fachowcom opracowanie środków zapobiegawczych. Pożyteczna byłaby tu współpraca z przemysłem metalowym, który te urządzenia eksploatuje w szerszym zakresie niż elektrotechniczny, a ponadto produkuje je.

W drugiej kolejności przemysł elektrotechniczny powinien dążyć do likwidacji wypadków podczas transportu i komunikacji (grupa II), podobnie jak i energetyka — z tą jednak różnicą, że w energetyce przeważać będzie transport zewnętrzny. Trzecią grupą ważną dla akcji zapobiegawczej w przemyśle elektrotechnicznym stanowią wypadki przy pracy ręcznej (grupa X). Częstotliwość tych wypadków jest mniejsza niż w energetyce, gdyż w przemyśle elektrotechnicznym jest znacznie więcej prac zmechanizowanych, a ponadto warunki pracy ręcznej wewnątrz pomieszczeń są na ogół bezpieczniejsze niż na otwartej przestrzeni oraz w niewygodnej pozycji (np. na słupach czy w wykopach). Z tego względu środki do zwalczania wypadków przy pracy ręcznej w energetyce są znacznie ważniejsze niż w przemyśle elektrotechnicznym, gdzie zresztą mechanizacja pracy ręcznej, a szczególnie transportu, czyni dość szybkie postępy.

7. Wnioski.

Powyższe rozważania analityczne mają charakter ogólny, pozwalający jedynie na opracowanie ramowych wytycznych akcji bezpieczeństwa pracy w przemyśle elektrotechnicznym i w energetyce. Wskazano bowiem tylko ogólnie urządzenia i prace, przy których najczęściej zdarzają się wypadki, przy czym uwzględniono również ich ciężkość. Dzięki ogólnemu charakterowi tej analizy, może ona stanowić podstawę planowania akcji bezpieczeństwa pracy przez osoby kierujące tą akcją w obu gałęziach gospodarki. Z podanej analizy można wysnuć wnioski o potrzebie opracowania szczegółowego skutecznych środków zapobiegawczych w terenie. Z analizą tą przeto powinni się także zaznajomić specjaliści, znawcy poszczególnych zagadnień obu omawianych gałęzi gospodarczych.

Szczególną uwagę należałoby zwrócić na następujące punkty:

1) w e n e r g e t y c e :

a) na wysokość ryzyka porażenia prądem (wskazówki co do środków zapobiegawczych znajdują się we wspomnianym powyżej komunikacie Komitetu Bezpieczeństwa Pracy SEP);

*) Jak wykazuje analiza przeprowadzona przez Komisję Bezpieczeństwa i Higieny Pracy dla przemysłu elektrotechnicznego, do najniebezpieczniejszych urządzeń mechanicznych w tej gałęzi przemysłu zaliczyć należy tłoczarki i pędnie.

b) na wysokość ryzyka wypadków spowodowanego ruchem pojazdów (szczegółowa analiza i wskazanie typowych wypadków tej grupy występujących w energo-tyce pozwoli na opracowanie środków profilaktycznych natury technicznej i organizacyjnej);

c) na niebezpieczeństwa występujące dotychczas podczas pracy ręcznej (niezależnie od doraźnej akcji prawidłowej organizacji pracy, np. drogą szkolenia i pisemnych instrukcji, oraz wprowadzenia opracowanych przez racjonalizatorów narzędzi i innych usprawnień ułatwiających pracę, zaleca się planowa konsekwentna mechanizacja transportu i innej pracy ręcznej, np. ustawiania słupów; korzystać tu należy z bogatych doświadczeń radzieckich);

2) w przemyśle elektrotechnicznym:

a) na niebezpieczeństwa występujące dotychczas przy obsłudze urządzeń mechanicznych (szczegółowa analiza

pozwoli ustalić najniebezpieczniejsze — w obecnym stanie — urządzenia i ich elementy oraz opracować skuteczne środki zapobiegawcze; zaleca się w tym zakresie współpraca z przemysłem maszynowym i Stowarzyszeniem Inżynierów Mechaników Polskich);

b) na niebezpieczeństwa powodowane ruchem pojazdów (jak w energo-tyce zaleca się zbadanie szczegółowe głównych przyczyn wypadków w tej grupie i opracowanie odpowiednich środków zapobiegawczych; ze względu na podobny stan rzeczy w przemyśle maszynowym pożądana jest współpraca z tą gałęzią przemysłu);

c) na niebezpieczeństwa związane bezpośrednio z pracą ręczną (na podstawie szczegółowej analizy pożądane jest ustalić prace najbardziej dotychczas niebezpieczne, opracować instrukcję ich racjonalnej organizacji, wskazać bezpieczne narzędzia pracy, korzystając przy tym z usprawnień i pomysłów racjonalizatorskich, oraz konsekwentnie dążyć do zastąpienia pracy ręcznej mechaniczną).

Zagadnienie reformy terminologii oporności

1. Stan dotychczasowy.

W obwodach prądu zmiennego występują elementy, których charakterystyką są wielkości fizyczne, wyrażane w omach i oznaczane za pomocą liter Z , R , X .

Wielkość Z jest związana z napięciem U , występującym na krańcach danego elementu, i prądem I , płynącym przez ten element, zależnością

$$U = ZI.$$

Wartości wielkości Z , R , X są związane zależnością

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2}.$$

Jak wiadomo, w pewnych przypadkach dogodnie jest posługiwać się wielkościami wyrażanymi w simensach (odwrotnościach oma) i oznaczanymi za pomocą liter Y , G , B .

Związek między napięciem U a prądem I wyraża się wzorem

$$YU = I,$$

przy czym wielkości Y , G , B są związane zależnością

$$Y = \sqrt{G^2 + B^2}.$$

Nazwy wielkości Z , R , X oraz Y , G , B przechodziły w terminologii polskiej rozmaite koleje. Obecnie możemy rozróżniać trzy odrębne układy nazw używane lub wysuwane w różnych środowiskach elektryków.

I układ nazw:

Z — oporność pozorna, Y — przewodność pozorna,
 R — oporność czynna, G — przewodność czynna,
 X — oporność bierna, B — przewodność bierna.

W tym układzie nazwy zmierzają do interpretacji fizycznej omawianych wielkości. Tak np. wielkość R nazywa się „opornością czynną”, gdyż od niej zależy wartość mocy czynnej, występującej w danym elemencie obwodu; przeciwnie, „oporność bierna” X nie ma wpływu na wartość mocy czynnej.

Powyższy układ nazw rozpowszechnił się przede wszystkim wśród energoelektryków.

II układ nazw:

Z — oporność zespolona, B — przewodność urojona,
 R — oporność rzeczywista, G — przewodność rzeczywista,
 X — oporność urojona, Y — przewodność zespolona,

W tym układzie, używanym przez teleelektryków, nazwy odpowiadają interpretacji matematycznej, według której każda wielkość zespolona jest wypadkową składowej rzeczywistej i składowej urojonej.

III układ nazw:

Z — impedancja, Y — admitancja,
 R — rezystancja, G — konduktancja,
 X — reaktancja, B — susceptancja.

Układ ten, oparty pod względem źródłosłów na pierwiastkach romańskich, odpowiada terminologii przyjętej w językach angielskim, francuskim i innych romań-

skich. W terminologii niemieckiej i rosyjskiej dominują dla powyższych sześciu pojęć terminy oparte na źródłosłowach rodzimych.

Dwie nazwy III układu (impedancja i reaktancja) bywają niekiedy stosowane zarówno przez energoelektryków, jak i przez teleelektryków, zwłaszcza w przypadkach, gdy odczuwa się potrzebę terminów jednowyrazowych, cechujących III układ nazw, zamiast terminów dwuwyrazowych według układów I i II.

Rzecz prosta, współistnienie trzech układów nazw na oznaczenie grupy wielkości odgrywających w elektryce zasadniczą rolę było od dawna odczuwane jako poważne utrudnienie w literaturze elektrotechnicznej i nauczaniu. Nic więc dziwnego, że zagadnienie ustalenia terminologii omawianych pojęć odżywa co pewien czas w pracach Centralnej Komisji Słownictwa Elektrycznego. Próby ujednolicenia terminologii przez wybór jednego z podanych wyżej układów nazw spotykały się, jak dotychczas, z niepowodzeniem.

Sprawa przybrała obecnie na ostrości z następujących względów. Jak powszechnie wiadomo, akcji uprzemysłowienia kraju towarzyszy szeroko rozbudowane szkolenie kadr technicznych. Znajduje to wyraz w natężonej działalności wydawnictw technicznych, przybierającej rozmiary nieznane w dziejach polskiej techniki, a na terenie słownictwa elektrycznego — w postaci wzmocnionych prac nad „Polskim Słownikiem Elektrycznym”, prowadzonych przez Centralną Komisję Słownictwa Elektrycznego. Jest rzeczą zrozumiałą, że stan potrójnej „terminologii oporności” nie powinien i nie może być nadal utrzymany. W jego ostatecznej likwidacji zainteresowane są rzesze czytelników literatury elektrotechnicznej oraz instytucje wydawnicze dostarczające im tej literatury. Szczególnie paląca jest powyższa sprawa w stosunku do literatury przeznaczonej na niższe szczeble nauczania, rozbieżnościami bowiem terminologicznymi nie należy komplikować pojęć i tak dość trudnych dla początkujących.

2. Próby ujednolicenia terminologii.

Ostatnio ze strony teleelektryków wpłynął do CKSE projekt zmierzający do uregulowania „terminologii oporności”. Nim omówimy jego zasady, rozpatrzmy trudności ujednolicenia „terminologii oporności” w ramach dotychczas używanych układów nazw.

Na ogół zgodne są poglądy co do zalet i wad III-go układu nazw. Niewątpliwą jego zaletą jest jednowyrazowość terminologii. Natomiast wadą, rozstrzygającą o nieprzydatności tej terminologii, jest wybitnie niepolski charakter poszczególnych wyrazów. Wprawdzie zdarza się słyszeć głosy opowiadające się za powyższą terminologią, gdyż jej „międzynarodowy” charakter ma rzekomo ułatwić czytanie literatury obcojęzycznej bądź jej tłumaczenie. W praktyce jednak zwolennicy III układu nazw ograniczają się zazwyczaj do korzystania tylko z wyrazu „impedancja” i pochodnego przymiotnika „impedancyjny”, niewątpliwie dogodniejszego niż przymiotnik „po-

zornooporowy", wynikający z I układu nazw (jeszcze wyraźniej odczuwa się dogodność wyrazu „podimpedancyjny” w porównaniu z wyrazem „podpozornooporowy”, który trzeba byłoby utworzyć zgodnie z I układem nazw). Bywa także używany, choć rzadziej, wyraz „reaktancja”. Pozostałe wyrazy mają brzmienie zbyt rażące dla polskiego języka, toteż takich wyrazów, jak „rezystancja” (zamiast „oporność”), „konduktancja” (zamiast „przewodność”) i inne, nikt nie propaguje i utrzymanie się ich w słownictwie elektrycznym wydaje się wręcz nieprawdopodobne.

W obronie rzekomej „międzynarodowości” omawianych wyrazów nieliczni zwolennicy III układu nazw powołują się czasem na to, że w słownictwie elektrycznym przyjęły się od dawna takie wyrazy obce, jak „transformator”, „akumulator” itp. Argument ten nie jest trafny: przytoczone wyrazy należą do rozgałęzionych grup wyrazowych (transformacja, transformować, akumulacja, akumulować, akumulacyjny itp.), występujących w słownictwie ogólnym, a nie tylko elektrycznym, dzięki czemu nie nastroją one wątpliwości znaczeniowych i nie rażą zbyt obcością brzmienia.

Natomiast wyrazy z III układu nazw są całkowicie odosobnione i pozbawione skojarzeń znaczeniowych z wszelkimi innymi wyrazami języka polskiego. Trudno sobie wyobrazić, żebyśmy mieli mówić np. „kondukować” zamiast „przewodzić”, „kondukcja” zamiast „przewodzenie”, „rezystor” zamiast „opornik” itd. Dla ogromnej większości czytelników polskich wyrazy III układu nazw pozostałyby martwym brzmieniem, którego można jedynie nauczyć się na pamięć, gdyż za pomocą żadnych skojarzeń językowych wyrazów tych zrozumieć niepodobna. Wprowadzenie ich do „Polskiego Słownika Elektrycznego” wywołałoby niebawem trudności na niższych stopniach nauczania i pociągnęłoby za sobą ogromne straty czasu i energii zarówno uczniów (zwłaszcza jeśli wziąć pod uwagę ich liczebność), jak i nauczycieli.

Wydaje się, że z omówionych wyżej względów III układ nazw będzie musiał być z literatury elektrotechnicznej całkowicie i ostatecznie usunięty.

Pozostawałyby więc do dyspozycji układy I i II.

Przeciwko układowi I teleelektrycy wysuwają następujące zarzuty. Przymiotniki „czynny” i „bierny” w zastosowaniu do „oporności” i „przewodności” mieszają się z przymiotnikami „czynny” i „bierny” w zastosowaniu do układów i elementów obwodu elektrycznego. Według terminologii przyjętej na całym świecie układy i elementy obwodu uważa się za „czynne”, jeśli zawierają w sobie źródło siły elektromotorycznej, za „bierne” zaś, gdy nie zawierają źródła siły elektromotorycznej. Wskutek tego mogłyby powstawać rozbieżności terminologiczne, np. opornik, mający z natury rzeczy oporność „czynną”, byłby zarazem elementem „biernym” (gdyż nie ma w nim źródła siły elektromotorycznej). Rozbieżności tego rodzaju prowadziłyby do nieporozumień. Poza tym rozróżnienie oporności „czynnych” i „biernych” pod względem terminologicznym nie występuje w żadnym języku obcym (z wyjątkiem, do pewnego stopnia, języka niemieckiego).

Natomiast przeciw II układowi nazw występują energoelektrycy, wysuwając zarzut, że przymiotniki „rzeczywisty” i „urojony”, nadające się do tolerowania w rozważaniach o charakterze czysto matematycznym, tracą sens przy interpretacji fizycznej zjawisk. Oporność „urojona”, jako wielkość charakteryzująca cewki indukcyjne i kondensatory, jest przecież równie rzeczywista, jak oporność „rzeczywista” charakteryzująca oporniki. Wprowadzenie wyrazów „oporność urojona” i „przewodność urojona” nasuwałoby, zwłaszcza początkującym, nieodparte skojarzenia, że są to wielkości fikcyjne, umyślone, gdy tymczasem są one nie mniej rzeczywiste niż „oporność rzeczywista” i „przewodność rzeczywista” i równie dobrze mogą być stwierdzone za pomocą pomiarów.

Była również wysuwana propozycja kompromisowa, ażeby teleelektrycy ograniczali stosowanie wyrazów „oporność rzeczywista” i „oporność urojona” tylko do rozważań o charakterze matematycznym, a na gruncie fizycznym używali wyrazów „oporność czynna” i „oporność bierna”. Do uzgodnienia na takiej płaszczyźnie nie doszło wobec argumentacji teleelektryków, że granica między interpretacją matematyczną a interpretacją fizyczną jest nieuchwytna, to też takie załatwienie sprawy przyczyniłoby się jedynie do zwiększenia zamętu, poza tym nie usunęłoby kolizji z układami i elementami „czynnymi” i „biernymi”.

Przytoczone argumenty wskazują, jak dalece sprawa ujednolicenia „terminologii oporności” jest skomplikowana.

3. Projekt reformy terminologii oporności.

Projektodawcy wyszli z następujących założeń.

Jezeli w praktyce sięga się aż do trzech układów nazw na oznaczenie tej samej grupy pojęć, jest to do wadom, że należy dążyć do utworzenia układu nazw, który miałby zalety wszystkich dotychczasowych układów, a jednocześnie byłby pozbawiony ich wad.

Jako tego rodzaju rozwiązanie wysunięto oparcie się na III-im układzie nazw lecz w tłumaczeniu polskim.

Sam dobór nazw stanowiących takie tłumaczenie powinien być przedmiotem szczegółowej dyskusji. Jako podstawę dyskusji zaproponowano następujące nazwy:

Z — zawadność,	Y — drożność,
R — oporność,	G — przewodność,
X — sprzeciwność,	B — podatność.

Uzasadnieniem projektu są następujące zalety proponowanego układu nazw.

a) Nazwy są jednowyrazowe, czym układ ten dorównywa układowi III, a przewyższa układy I i II.

Dwuwyrazowość układów I i II jest niedogodnością, która niejednokrotnie prowadziła do zacieraania się pojęć. Tak np. zamiast wyrażenia „impedancja wyjściowa” według III układu nazw należałoby mówić według I układu nazw „oporność pozorna wyjściowa”. Ponieważ wyrażenie to jest zbyt długie i nieporęczne, więc też najczęściej skracają się je, mówiąc poprostu „oporność wyjściowa” i pozostawiając domysłem, że chodzi tu o wielkość Z.

Podobnie zamiast „grzejnictwo czynnooporowe”, jak należałoby mówić według I układu nazw, mówi się poprostu „grzejnictwo oporowe”. Tu trzeba się domyślić związku z wielkością R.

Poza tym niedogodność wyrazów dwuwyrazowych polega głównie na tym, że w przypadkach pojęć bardzo często używanych wyrażenia te powodują ociężałość stylu w literaturze, a trudności wysłowienia się w mowie (przykładem może być wyrażenie „siła elektromotoryczna”, którego niedogodność doprowadziła do nadużywania znanego skrótu: „sem”).

Powyższych wad nie mają wyrazy podane w projekcie. Tak np. wyrażenie „zawadność wyjściowa” nie mogłoby budzić wątpliwości co do tego, że chodzi o wielkość Z. Również wyrażenie „grzejnictwo oporowe” zyskałoby na ścisłości, gdyż przy proponowanym układzie nazw mogłoby dotyczyć jedynie wielkości R.

Potrzeba wyraźnego podkreślenia, że mamy na myśli wielkość R, występuje w praktyce bardzo często; pod wpływem tej potrzeby rozpowszechniło się w gwarze technicznej wyrażenie „oporność omowa”, którego nieprawidłowość jest oczywista, gdyż pozostałe oporności (Z, X) również wyrażają się w omach i wiążą się z prawem Ohma. W proponowanym układzie nazw wyraz „oporność”, jako dotyczący jedynie wielkości R, nie wymagałby żadnych dodatkowych objaśnień.

b) Proponowany układ nazw oddaje dość ściśle fizyczny charakter zjawisk i jest wiernym tłumaczeniem terminologii według III układu.

Wyraz „zawadność” nasuwa, zgodnie z charakterem wielkości Z, ogólne skojarzenie, że coś zawadza, przeszkadza w przepływie prądu bez bliższego określenia, jaki charakter ma to przeszkadzanie. „Zawadność” jest dokładnym tłumaczeniem wyrazu „impedancja” (utworzonego od łacińskiego „impedire” — przeszkadzać, zawadzać). Trzeba też stwierdzić, że wśród elektryków z południowych dzielnic Polski od dawna był w użyciu wyraz „zawada” właśnie na określenie wielkości Z.

Wyraz „oporność” nie wymaga dyskusji, jako od dawna używany w słownictwie elektrycznym.

Wyraz „sprzeciwność” jest ścisłym tłumaczeniem wyrazu „reaktancja”. W prawie Newtona o równości akcji i reakcji wyraz „reakcja” oznacza coś skierowanego przeciw „akcji”. Również w języku potocznym jako „reakcję” określa się sprzeciwianie się postępowi.

W odróżnieniu od wielkości Z, R, X określających utrudnienia w przepływie prądu, wielkości Y, G, B mają interpretację odwrotną, tj. określają ułatwienia w przepływie prądu.

Zgodnie z tym nazwa „drożność” wyraża przeciwieństwo nazwy „zawadność” i oznacza, że prąd ma w jakiś

sposób zapewnioną drogę przepływu. W zbliżonym zresztą znaczeniu wyraz „drożność” jest używany w anatomii, gdzie oznacza zdolność przepuszczania w przewodach oddechowych, pokarmowych itp.

Wyraz „przewodność” jako przeciwieństwo „oporności” nie wymaga objaśnienia.

Wyraz „podatność” jako przeciwieństwo „sprzeciwności” można uzasadnić na przykładzie sprężyny (często przytaczanej w elektryce w celu objaśnienia zjawisk występujących w cewkach i kondensatorach). O sprężynach trudno uginających się można powiedzieć, że silnie sprzeciwiają się, bądź że słabo poddają się naciskowi. Na odwrót, o sprężynach łatwo uginających się można powiedzieć, że słabo sprzeciwiają się, bądź silnie poddają się naciskowi.

c) Proponowany układ nazw może być bez zmian stosowany do rozważań matematycznych. Co najwyżej wystarczy stwierdzenie, że „oporność” jest składową rzeczywistą, a „sprzeciwność” składową urojoną „zawadności”; podobnie można powiedzieć, że „przewodność” jest składową rzeczywistą, a „podatność” składową urojoną „drożności”.

d) Proponowany układ nazw jest przydatny zarówno dla energoelektryków, jak i dla teleelektryków, gdyż obejmuje wyrazy nie wchodzące w kolizję z żadnymi innymi wyrazami.

e) Ponieważ proponowane nazwy są tłumaczeniem szeroko rozpowszechnionej terminologii pochodzenia romańskiego, więc umożliwiają tworzenie wszystkich wyrazów pochodnych w taki sam sposób, jak utworzone są one w tamtej terminologii. Byłoby to dużym ułatwieniem przy czytaniu i tłumaczeniu literatury obcej.

f) Dzięki jednowyrazowości proponowanego układu nazw wyrażenia pochodne bardzo się upraszczają. Tak np. zamiast długiego wyrażenia „opornik o oporności pozornej” wystarczyłoby powiedzieć „zawadnik”. Podobnie rzecz się ma z wyrażeniem „opornik o oporności biernej”, które jest tak niedogodne, że raczej korzysta się z obcego wyrazu „reaktor”; gdy tymczasem można byłoby mówić „sprzeciwnik”. Wobec wyrazu „reaktor” można by nie wysuwać zastrzeżeń co do jego obcości, gdyby również inne pokrewne pojęcia miały nazwy o tym samym źródłosłowie. Tymczasem między wyrażeniami „oporność bierna” i „reaktor” nie ma żadnych skojarzeń językowych, natomiast związek między wyrażeniami „sprzeciwność” i „sprzeciwnik” jest oczywisty dla każdego.

Przykładów tego rodzaju można by przytoczyć wiele. Tak np. można by mówić „sprzeciwomierz” zamiast „miernik oporności biernej”. Zdanie „za pomocą odpowiedniego doboru oporników o oporności czynnej i oporników o oporności biernej można uzyskać obwód o dowolnej oporności pozornej” dałoby się wyrazić krótko w postaci „za pomocą odpowiedniego doboru oporników i sprzeciwników można uzyskać obwód o dowolnej zawadności”.

g) Projektodawcy uważają, że wprowadzenie nowego układu nazw byłoby rzeczą łatwą z uwagi na to, że w powszechnym użyciu są tylko wielkości Z , R , X , przy czym nazwa „oporność” (wielkość R) pozostałaby bez zmiany, a nazwa „zawadność” (wielkość Z) ma już grunt w znacznym stopniu przygotowany przez nazwę „zawada”, o czym była mowa wyżej. Jedynie nazwa „sprzeciwność” (wielkość X) jest wyrazem nowym; zapamiętanie go nie powinno nastręczać większych trudności.

Wielkości Y , G , B są potrzebne w mniej licznych przypadkach, wskutek czego nowość dwóch wyrazów „drożność” i „podatność” („przewodność” pozostaje bez zmiany) nie powinna rozstrzygać o celowości reformy.

4. Wnioski.

Jak wynika z podanych wyżej rozważań, konieczne jest powzięcie decyzji w zakresie trzech następujących możliwości:

- a) pozostawienie stanu dotychczasowego, tj. tolerowanie wszystkich trzech dotychczasowych układów nazw,
- b) wybranie jednego z dotychczasowych układów nazw i zdyskwalifikowanie dwóch pozostałych,
- c) wprowadzenie nowego układu nazw na miejsce dotychczasowych.

Wybranie pierwszej możliwości byłoby równoznaczne z utrzymaniem stanu nieładu i wynikających z niego trudności nauczania i porozumiewania się.

Druga możliwość jest nie do pomyślenia bez doprowadzenia do uzgodnienia poglądów energoelektryków i teleelektryków, które jest sprawą raczej mało prawdopodobną. Trudno wymagać od którejkolwiek ze stron zgody na terminologię mniej dla niej odpowiednią niż dotychczas używaną.

Trzecia możliwość przedstawia niewątpliwie korzyści, wprowadziłaby jednak, jak każda zresztą reforma, pewne trudności w okresie przejściowym, w którym z konieczności obok nowej terminologii istniałyby dotychczasowe układy nazw.

Centralna Komisja Słownictwa Elektrycznego rozważa obecnie zgłoszony projekt nowej terminologii. W szczególności prace CKSE zmierzają do ustalenia:

A) czy przyjąć zasadę, że na miejsce dotychczasowych układów nazw powinien być wprowadzony nowy układ,

B) jeżeli tak, to czy poszczególne nazwy według zgłoszonego projektu należy uznać za trafne.

Wprowadzenie nazw według tego projektu (ewent. ze zmianami w odniesieniu do niektórych pojęć) stworzyłoby rozległy układ terminologiczny, obejmujący nie tylko 6 nazw podstawowych, lecz i wszystkie wyrażenia pochodne. Można zaryzykować twierdzenie, że decyzja tego rodzaju miałaby w elektryce polskiej doniosłość historyczną. Dlatego też CKSE skłania się do poglądu, że w powyższej sprawie powinny wypowiedzieć opinię jak najszerze koła elektryków polskich.

Z powyższych względów CKSE zwraca się do wszystkich elektryków z apelem o nadsyłanie uwag, spostrzeżeń i propozycji dotyczących terminologii omówionych wyżej pojęć. W szczególności pożądaną są wypowiedzi na temat projektu nowych nazw (punkty A i B). Wszystkie nadesłane opinie będą rozpatrzone przed ostatecznym rozstrzygnięciem sprawy ujednolicenia „terminologii oporności”.

Listy należy nadsyłać pod adresem: Stowarzyszenie Elektryków Polskich — Centralna Komisja Słownictwa Elektrycznego, Warszawa, ul. Czackiego 3/5, najpóźniej 31 grudnia r. b.

Dr inż. Marian Mazur,
Sekretarz Centralnej Komisji
Słownictwa Elektrycznego SEP

Odżużlanie kotłów w ruchu za pomocą lanc wodnych i za pomocą proszku chemicznego

(Konferencja z dn. 7.VII.52 w Stalowej Woli)

Narada na powyższy temat, zorganizowana przez Ministerstwo Energetyki przy współudziale SEP i Związku Zawodowego Energetyki, była jedną z wchodzących w plan SEP konferencji przenoszenia doświadczeń, nabytych przy realizacji postępu technicznego, do innych zakładów pracy. Jako miejsce konferencji wybrano Stalową Wolę, żeby zademonstrować uczestnikom działanie wypróbowanej tam metody lanc wodnych i na tle po-

kazu praktycznego przedyskutować rezultaty osiągnięte tą metodą w Stalowej Woli i w Krakowie.

W naradzie uczestniczyło około 60 delegatów wszystkich zakładów energetycznych okręgowych — zarówno inżynierów i techników, jak majstrów i palaczy kotłowych. Nowością w tej konferencji było zaproszenie personelu wykonawczego do udziału w obradach techniczno-naukowych. Miało to na celu bezpośrednie zaintereso-

wanie, a więc i zmobilizowanie pracowników wszystkich szczebli technicznych, którzy będą realizować omawiany zakres postępu technicznego. Cel ten został osiągnięty, gdyż wypowiedzi palaczy i majstrów były w dyskusji równie liczne i świadczące o głębokim zainteresowaniu się problemem, jak wypowiedzi personelu kierowniczego, przy czym zwracały uwagę praktyczne podejście i rzeczowość zarówno uwag, jak i zapytań.

Zastosowanie lanc wodnych polega na wprowadzeniu periodycznym do wnętrza kotła przez wziernik rury o długości kilkometrowej (lancy), połączonej ze źródłem wody pod ciśnieniem 3 do 5 atm. Strumień wody skierowany na zażużone rury opłomkowe powoduje niemal natychmiastowe kruszenie się i odpadanie żużla wskutek kurczenia się go pod wpływem gwałtownego ochłodzenia. Jedna taka operacja trwa kilkanaście minut. Strumień wody pod ciśnieniem powinien być kierowany z możliwie małej odległości. Lancę przesuwają się wzdłuż rur w ten sposób, żeby strumień wody przez jedną tylko chwilę padał na dane miejsce rury. Praktyka dotychczasowa wykazuje, że przy takim sposobie operowania — pomimo wielkiej różnicy temperatur pomiędzy temperaturą rur i strumienia wody — rury zupełnie nie są narażane na uszkodzenia. Trudność polega na tym, że strumień nie powinien padać na obmurze szamotowe, gdyż powodowałby jego uszkodzenie. Pewną trudność, wymagającą praktyki personelu, stanowi operowanie lancą wskutek jej kilkometrowej długości. Personel obsługujący lancę powinien być zaopatrzonego w sprzęt ochronny: hełm, rękawice azbestowe, ubranie ochronne.

Zebrani mieli możliwość naocznie przekonać się o skuteczności metody i zaobserwować odpadanie żużla pod wpływem strumienia wody. Trzeba jednak podkreślić, że tą metodą nie usuwa się żużla z miejsc trudniej dostępnych dla lanc i dlatego metoda ta pozwala jedynie przedłużyć pracę kotła bez postoju.

Z wielomiesięcznych doświadczeń, omówionych w referatach inżynierów Niemieckiego ze Stalowej Woli i Kowala z Krakowa, wynika, że już osiągnięto przez zastosowanie lanc wodnych dwukrotnie dłuższy niż poprzednio okres pracy kotła w tych samych warunkach pracy i przy tym samym gatunku paliwa. Zademonstrowane w Stalowej Woli urządzenie, choć działa skutecznie, jest dość prymitywnie wykonane, co tłumaczy się tym, że zostało skonstruowane tytułem próby. Do stałego i szerokiego zastosowania potrzebne będzie rozwiązanie konstrukcyjne, ułatwiające pracę obsługi.

Drugą metodą odżużlowania kotłów bez postoju jest metoda inżyniera Nieczajewa już szeroko stosowana w Związku Radzieckim i w NRD. Metodę tę podał zebrany w swym referacie kol. Pilarczyk na podstawie doświadczeń prowadzonych od pół roku w elektrowni grudziądzkiej. Metoda inż. Nieczajewa polega na wstrzykiwaniu do paleniska co pewien czas porcji proszku chemicznego, który ulega działaniu wysokiej temperatury paleniska i osiada na rurach opłomkowych, tworząc warstwę ochronną, zapobiegającą osiadanemu żużla. Metodę tę należy stosować po gruntownym oczyszczeniu kotła z żużla, ponieważ warstwa ochronna powinna się tworzyć na czystych rurach opłomkowych. Z doświadczeń grudziądzkich wynikałoby, że chociaż tą metodą nie uzyskuje się całkowitego zabezpieczenia tworzeniu się warstwy żużla, to jednak okres pomiędzy postojami do odżużlania kotłów można przedłużyć co najmniej dwukrotnie. Nie stwierdzono żadnego korozyjnego działania proszku, a warstwa żużla, która tworzy się po dłuższym okresie, ma inną budowę, mianowicie jest porowata, krucha i łatwa do usunięcia, wskutek czego praca przy czyszczeniu w okresie postoju jest dla personelu mniej męcząca i krótsza.

W Grudziądzu stosuje się proszek złożony z mieszaniny następujących składników: 70% soli kuchennej, 20% salmiaku, 3% siarczanu miedzi, 2,5% siarki; 4,5% stanowią dopuszczalne zanieczyszczenia i wilgoć, która nie powinna przekraczać 3%.

Jeżeli węgiel stosowany w kotłowni zawiera dużo siarki, można z siarki jako składnika w proszku zrezygnować.

Zdaniem referenta proszek powinien być wstrzykiwany w ten sposób, żeby od razu dostał się do górnej części paleniska, w okolicę rur opłomkowych. Próby posypywania proszkiem rusztu nie dały pozytywnego wyniku.

Potrzebna ilość proszku wynosi od 1 do 5 kg na dobę w zależności od wielkości kotła, przy czym w Grudziądzu wstrzykuje się na każdej zmianie $\frac{1}{3}$ porcji proszku, przypadającej na dobę (3 kg na kocioł o powierzchni ogrzewalnej 570 m²). Proszek wstrzykuje się strumieniem powietrza pod ciśnieniem za pomocą specjalnego urządzenia skonstruowanego w elektrowni grudziądzkiej i stanowiącego osiągnięcie racjonalizatorskie. Analiza chemiczna warstwy ochronnej na rurach opłomkowych, tworzącej się ze spalanego proszku, będzie wykonana w najbliższym czasie. Koszt proszku jest bardzo mały, wynosi bowiem około 1 zł/kg. Wstrzykiwanie proszku jest operacją prostą, szybką i łatwą.

Zebrany zademonstrowano wstrzykiwanie proszku do paleniska, jako zapoczątkowanie prób, które będą obecnie prowadzone również w Stalowej Woli.

Po referatach i pokazach nastąpiła ożywiona dyskusja, którą podsumował prowadzący obrady inż. Czesław Rukszt, dyrektor Departamentu Techniki Ministerstwa Energetyki. W dyskusji wysunięto następujące najistotniejsze punkty:

1. Okres prób, prowadzonych zarówno w Stalowej Woli z lancami wodnymi, jak i w Grudziądzu z proszkiem chemicznym, jest jeszcze zbyt krótki, aby mógł dać wyniki miarodajne pod każdym względem.

2. Obydwie metody dają wyniki zachęcające i powinny być wypróbowywane nadal w szerszym niż dotychczas zakresie.

3. Rezultaty osiągane przy zastosowaniu tych metod w Związku Radzieckim i w NRD są według nadchodzących wiadomości znacznie lepsze, a mianowicie okresy pomiędzy postojami na odżużlanie są tam bez porównania dłuższe; częściowo może to wynikać z różnicy w gatunku paliwa, wskazuje jednak na potrzebę prowadzenia dalszych prób.

4. W szczególności trzeba drogą prób ustalić, w jakich odstępach czasu należy stosować lance wodne lub wstrzykiwanie proszku dla osiągnięcia najkorzystniejszych wyników przy różnych gatunkach paliwa.

5. Podczas prób baczna uwaga należy zwracać na to, czy nie powstają z czasem uszkodzenia rur opłomkowych.

6. Dopiero po zakończeniu prób dokonanych w szeregu kotłowni można będzie opracować instrukcję i ewentualnie zalecić stosowanie tych metod we wszystkich kotłowniach energetyki zarówno zawodowej jak i przemysłowej.

7. Postanowiono zainteresować Polską Akademię Nauk sprawą obydwu metod, ponieważ na niektóre zagadnienia naukowe związane z tymi metodami nie potrafiono znaleźć odpowiedzi i współpraca PAN mogłaby dać duże praktyczne korzyści.

Sekretarz Związku Zawodowego Energetyków H. Gurwicz omówiła znaczenie bezpieczeństwa pracy i konieczność zwrócenia baczniejszej uwagi na to zagadnienie przy organizowaniu prób.

Sekretarz Generalny SEP Z. Karasiński naświetlił w swym przemówieniu znaczenie przeniesienia do innych zakładów pracy zdobytych doświadczeń upowszechnienia i przyspieszenia postępu technicznego, przy czym wezwał realizatorów postępu do ogłaszania w pismach technicznych swych osiągnięć, jak to się czyni w Związku Radzieckim.

Przewodniczący narady inż. Cz. Rukszt podniósł znaczenie polityczne, społeczne i gospodarcze postępu technicznego dla budowy socjalizmu w Polsce. Oceniając wyniki narady, wskazał na znaczenie skrócenia postoju kotłów, postoje te bowiem w większości naszych elektrowni stanowią wąskie gardła produkcji. Zmniejszenie postoju kotłów prowadzi do podwyższenia mocy rozporządzalnej elektrowni zgodnie ze wskazaniami VII Plenum KC PZPR co do pełnego ujawnienia i wyzyskania rezerw.

BIULETYN INSTYTUTU ELEKTROTECHNIKI

Rok VI – nr 37

Warszawa, Piękna 68

Październik 1952 r.

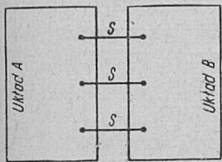
Zakład Wielkich Mocy

UOGÓLNIENIE ZASADY ZASTĘPCZEJ SIŁY ELEKTROMOTORYCZNEJ I JEJ ZASTOSOWANIE W ANALIZATOROWYCH OBLICZENIACH PRĄDÓW ZWARCIOWYCH

1. Wstęp.

W związku z szeregiem prac wykonywanych w laboratorium analizatorowym Zakładu Wielkich Mocy, a w szczególności w związku z obliczeniami prądów zwarcio-
wych za pomocą analizatora prądu stałego, powstała konieczność opracowania prostego sposobu odwzorowywania układu energoelektrycznego, współpracującego z układem analizowanym.

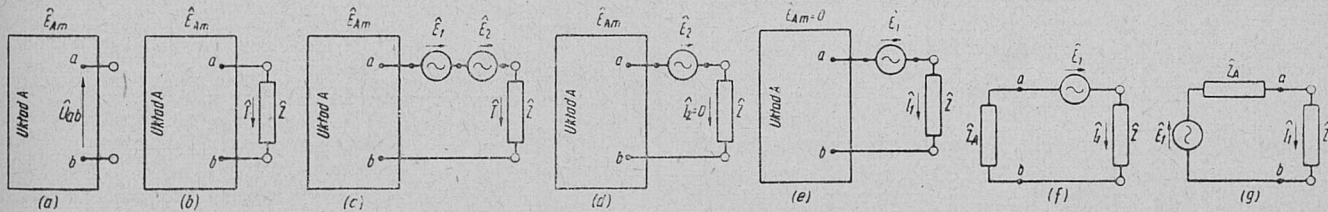
Rozwiązanie tego zagadnienia przeprowadzono na drodze uogólnienia zasady zastępczej siły elektromotorycznej (zwanej zasadą Thévenina). Zasada Thévenina i jej uogólnienie mają duże znaczenie w zagadnieniu rozwiązy-



Rys. 1
S — elementy sprzęgające

wania sieci elektrycznych. W niniejszej pracy jednak ograniczymy się — po przeprowadzeniu dowodu uogólnionej zasady Thévenina — jedynie do podania przykładów związanych z obliczaniem prądów zwarcio-
wych.

Rozpatrzmy następujące zagadnienie. Układ energoelektryczny A (rys. 1) jest połączony z układem energoelektrycznym B w n punktach. Zna-
ne są: ukształtowanie układu, oporności jego elementów, czynne w nim siły elektromotoryczne itp. Należy wyznaczyć rozpyw prądów i rozkład napięć w układzie energoelektrycznym B



Rys. 2

w założeniu, że zmieniają się zarówno jego konfiguracja, jak i warunki pracy.

Nasuwa się, oczywiście, pytanie, czy można określić jednoznacznie takie wielkości, które pozwoliłyby w możliwie najprostszym sposobie odwzorować wpływ układu A bez potrzeby odtwarzania wszystkich jego szczegółów, a więc wszystkich występujących w nim elementów.

W przypadku, gdy układy A i B są połączone w dwóch punktach, rozwiązanie zagadnienia — bez względu na to, czy układ B jest siecią czynną czy bierną — daje zasada Thévenina; gdy $n > 2$ należy stosować jej uogólnienie.

Zasada Thévenina jak i zasada nakładania obowiązują jedynie w obwodach, w których występują elementy o prostoliniowej charakterystyce prądowo-napięciowej. Należy zaznaczyć, że przy obliczaniu prądu $\hat{I}_m$ lub napięcia $\hat{U}_m$ w punkcie m układu energoelektrycznego zasada nakładania nie wymaga kolejnego wyznaczania stanów układu, określonych działaniem jednej tylko siły elektromotorycznej. Przeciwnie, można łączyć siły elektromotoryczne w określone grupy i badać jednocześnie działanie wszystkich sił, wchodzących w skład wydzielonej grupy. Możliwość grupowania czynnych w układzie

sił elektromotorycznych odgrywa zasadniczą rolę przy przeprowadzaniu dowodu zasady Thévenina oraz jej uogólnienia.

2. Zasada Thévenina.

Wyobraźmy sobie, że między punkty a i b układu A (rys. 2a) włączono oporność $\hat{Z}$ (rys. 2b), przy czym przed jej włączeniem napięcie między tymi punktami było równe $\hat{U}_{ab}$. Jeżeli posobnie z opornością $\hat{Z}$ włączymy między punkty a i b dwa źródła sił elektromotorycznych (rys. 2c).

$$\hat{E}_1 = \hat{U}_{ab} \quad i \quad \hat{E}_2 = -\hat{U}_{ab},$$

to nie ulegną zmianie ani rozpyw prądów w układzie A, ani prąd w oporności $\hat{Z}$ (przyjmujemy, że oporności wewnętrzne obu włączonych źródeł sił elektromotorycznych są równe zeru). W układzie podanym na rys. 2c zastosujemy zasadę nakładania. Jednoczesne działanie wszystkich sił elektromotorycznych $\hat{E}_{Am}$ układu A oraz siły elektromotorycznej $\hat{E}_2$ nie wywoła żadnego prądu w gałęzi włączonyj między punkty a oraz b, ponieważ sem. $\hat{E}_2$ kompensuje napięcie $\hat{U}_{ab}$ (przy przerwaniu obwodu między punktem a a źródłem $\hat{E}_2$ napięcie przerwy będzie równe 0). Stąd wynika, że spełniony jest warunek $\hat{I}_2 = 0$ (rys. 2d). Zgodnie z zasadą nakładania należy obecnie rozpatrzeć działanie jedynie siły elektromotorycznej $\hat{E}_1$ przy zwarcu wszystkich pozostałych bezopornych źródeł sił elektromotorycznych, a więc $\hat{E}_{Am}$ i $\hat{E}_2$ (rys. 2e). Ponieważ źródła wszystkich sił elektromotorycznych $\hat{E}_{Am}$ są zwarte ($\hat{E}_{Am} = 0$), można cały układ A zastąpić jedną opornością $\hat{Z}_A$ (rys. 2f), wyznaczoną np. drogą kolejnego upraszczania sieci. Prąd $\hat{I}_1$ płynący wówczas przy oporności $\hat{Z}$ możemy określić na podstawie wzoru

(1)
$$\hat{I}_1 = \frac{\hat{E}_1}{\hat{Z}_A + \hat{Z}}.$$

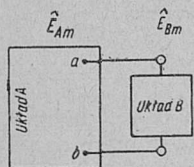
Na podstawie zasady nakładania prąd płynący w zewnętrznej gałęzi a-b, a więc przez oporność $\hat{Z}$, będzie równy

(2)
$$\hat{I} = \hat{I}_1 + \hat{I}_2 = \hat{I}_1 = \frac{\hat{E}_1}{\hat{Z}_A + \hat{Z}} = \frac{\hat{U}_{ab}}{\hat{Z}_A + \hat{Z}}.$$

Z tego równania wyrażającego zasadę Thévenina wynika, że układ A można zastąpić źródłem siły elektromotorycznej $\hat{E}_1 = \hat{U}_{ab}$ oraz opornością $\hat{Z}_A$, będącą opornością układu A widzianą z zacisków a-b, co wynika również z rys. 2g, przeniesienie bowiem siły elektromotorycznej $\hat{E}_1$ do gałęzi $\hat{Z}_A$ nie zmienia prądu w nierozgałęzionym obwodzie. Jeżeli oporność $\hat{Z} = 0$, to otrzymujemy przypadek zwarcia między punktami a i b i oporność $\hat{Z}_A$ jest opornością $\hat{Z}_{zw}$ widzianą z miejsca zwarcia. Jeżeli między punkty a i b układu A włączymy dowolną sieć bierną (w której nie są czynne siły elektromotoryczne) o charakterystyce liniowej, to wpływ układu A na stan elektryczny przyłączonej sieci — bez względu na jej ukształtowanie — można odtworzyć, wprowadzając źródło zastępczej siły elektromotorycznej $\hat{U}_{ab}$ oraz

oporność $\hat{Z}_A$. Możliwość taka wynika stąd, że przyłączonej sieć można zawsze doprowadzić drogą odpowiednich uproszczeń do postaci jednej oporności.

Rozszerzmy teraz zakres podanej zasady również na przypadki, kiedy sieć przyłączona do punktów a i b układu A — nazwijmy ją układem B — jest siecią czynną, a więc zawiera źródła sił elektromotorycznych (rys. 3). Jeżeli po przyłączeniu układu B w jego gałęzi m płynie prąd $\hat{I}_{Bm}$, to prąd ten możemy obliczyć, korzystając z zasady nakładania, a mianowicie



Rys. 3

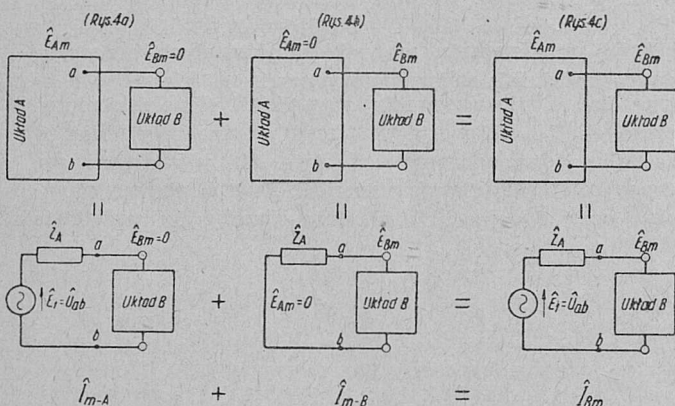
$$(3) \quad \hat{I}_{Bm} = \hat{I}_{m-A} + \hat{I}_{m-B},$$

gdzie

$\hat{I}_{m-A}$ — prąd w gałęzi m , wywołany działaniem jedynie sił elektromotorycznych $\hat{E}_{Am}$ przy zwarcie sił $\hat{E}_{Bm}$;

$\hat{I}_{m-B}$ — prąd w gałęzi m , wywołany działaniem jedynie sił elektromotorycznych $\hat{E}_{Bm}$ przy zwarcie sił $\hat{E}_{Am}$.

Z drugiej strony w myśl zasady Thévenina prąd $\hat{I}_{m-A}$ w gałęzi m przy zwartych siłach elektromotorycznych $\hat{E}_{Bm}$ można obliczyć, zastępując układ A źródłem zastępczej siły elektromotorycznej $\hat{U}_{ab}$ oraz opornością $\hat{Z}_A$ (rys. 4a). Prąd $\hat{I}_{m-B}$ możemy wyznaczyć drogą zastąpienia



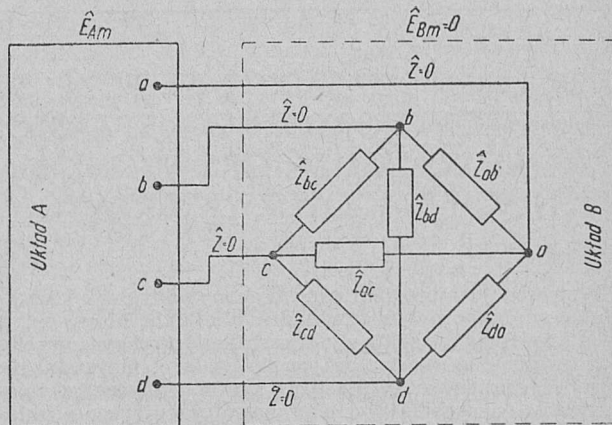
Rys. 4

układu A jedną opornością $\hat{Z}_A$, zwierając wszystkie siły elektromotoryczne $\hat{E}_{Am}$ (rys. 4b). Oporność $\hat{Z}_A$ jest, oczywiście, tą samą opornością, która występuje w układzie zastępczym przy obliczaniu prądu $\hat{I}_{m-A}$, a więc przy zwarcu wszystkich sił elektromotorycznych $\hat{E}_{Bm}$. Nałożenie dwóch poprzednich stanów daje poszukiwany prąd $\hat{I}_{Bm}$ w gałęzi m sieci B oraz układ (rys. 4c), który jest wyrażeniem zasady Thévenina w przypadku, gdy przyłączona sieć B jest siecią czynną.

3. Uogólnienie zasady Thévenina.

Załóżmy obecnie, że układ A jest połączony w punktach $a, b, c \dots n$ z układem B . Postaramy się określić najprostszy schemat zastępczy, którym można zastąpić układ A w taki sposób, aby bez względu na ukształtowanie układu B schemat ten pozwalał odwzorować wpływ układu A na prądy i napięcia w układzie B . Każdemu ukształtowaniu układu B łączącego się z układem A w punktach $a, b, c \dots k, l \dots n$ odpowiada wielobok zupełny o n wierzchołkach, do takiej bowiem postaci można sprowadzić układ sieciowy z punktu widzenia zacisków krańcowych $a, b, c \dots n$. Zakładamy chwilowo, że układ B jest siecią bierną, a więc że w układzie tym nie istnieją żadne źródła sił elektromotorycznych. Ponieważ układ B możemy zawsze doprowadzić do postaci wieloboku zupełnego o n wierzchołkach, w którym każda para wierzchołków jest połączona opornością $\hat{Z}_{kl}$, rozpatrzmy przypadek, gdy układ B ma postać takiego właśnie wieloboku.

Na rys. 5 podano przykład czworoboku zupełnego, zastępującego układ B połączony w czterech punktach z układem A . Przed przyłączeniem wieloboku oporności $\hat{Z}_{kl}$ do punktów krańcowych $a, b, c \dots n$ układu A napię-



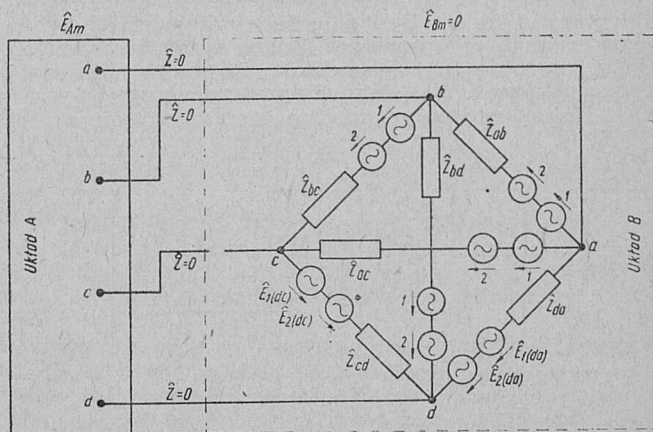
Rys. 5

cia między parami tych punktów są odpowiednio równe $\hat{U}_{kl}$.

We wszystkie gałęzie wieloboku zupełnego, zastępującego układ energoelektryczny B , włączamy posobnie z opornościami $\hat{Z}_{kl}$ po dwa źródła sił elektromotorycznych (o opornościach wewnętrznych zero) równych odpowiednio:

$$(4) \quad \hat{E}_1(lk) = \hat{U}_{kl}; \quad \hat{E}_2(lk) = -\hat{U}_{kl},$$

gdzie $\hat{U}_{kl}$ jest napięciem między punktami krańcowymi k oraz l przed przyłączeniem układu B . Jednoczesne działanie $\frac{n(n-1)}{2}$ par takich sił elektromotorycznych nie zmienia, oczywiście, ani rozpyły prądów w gałęziach, ani rozkładu napięć w węzłach układów B i A .



Rys. 6

W układzie na rys. 6, gdzie rozpyły prądów jest taki sam, jak w układzie na rys. 5, stosujemy zasadę nakładania. W każdej gałęzi wieloboku zupełnego zwieramy jednocześnie wszystkie źródła sił elektromotorycznych $\hat{E}_1(lk)$; w żadnej z gałęzi wieloboku B nie będzie wówczas prądu, a więc spełniony jest warunek:

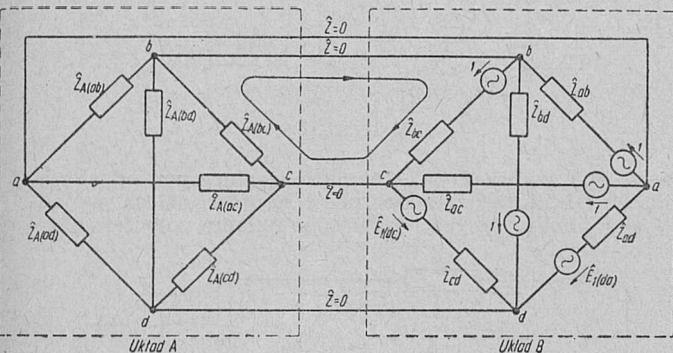
$$(5) \quad \hat{I}_2(lk) = 0,$$

czyli jednoczesne działanie sił elektromot. $\hat{E}_2(lk)$ i $\hat{E}_{Am}$ daje bezprądowy stan układu B , ponieważ siły elektromot. $\hat{E}_2(lk)$ kompensują odpowiednie napięcia $\hat{U}_{kl}$ (*). Jeżeli zewrzymy wszystkie siły elektromot. $\hat{E}_{Am}$ i $\hat{E}_2(lk)$, działające w gałęziach wieloboku zupełnego B , to w gałęziach tego wieloboku będą płynąć prądy $\hat{I}_1(lk)$. W myśl zasady nakładania otrzymamy ostatecznie

$$(6) \quad \hat{I}_{kl} = \hat{I}_1(kl) + \hat{I}_2(kl) = \hat{I}_1(kl).$$

*) Suma sił elektromotorycznych dla dowolnego obwodu zamkniętego, utworzonego z boków wielokąta B , będzie również równa zero wobec zależności (4).

Ponieważ przy działaniu sił elektromot. $\hat{E}_{l(ik)}$ wszystkie siły elektromot. w układzie A są zwarte, możemy układ ten doprowadzić do postaci wieloboku zupełnego o wierzchołkach $a, b, c \dots n$ i opornościach gałęzi $\hat{Z}_{A(kl)}$. W ten sposób stan, kiedy w gałęziach wieloboku zastępczego B płyną prądy $\hat{I}_{kl}$ może być odtworzony jako współpraca dwóch wieloboków zupełnych o wspólnych wierz-



Rys. 7

chołkach (rys. 7), przy czym układowi A odpowiada wielobok o opornościach $\hat{Z}_{A(kl)}$, układowi zaś B odpowiada wielobok o opornościach $\hat{Z}_{B(kl)}$ włączonych posobnie ze źródłami sił elektromot. $\hat{E}_{l(ik)} = \hat{U}_{kl}$, gdzie $\hat{U}_{kl}$ jest napięciem między punktami k i l przed przyłączeniem układu B.

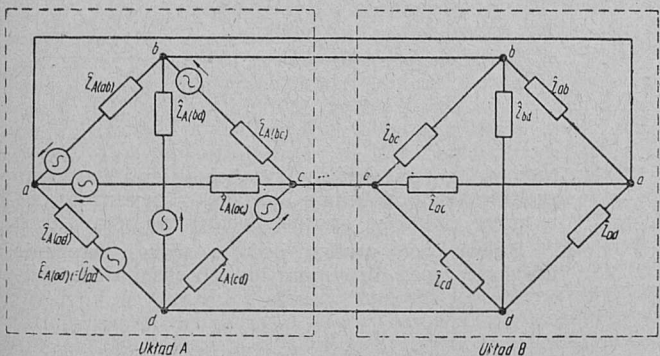
Udowodnimy, że rozpyw prądów $I_{l(ik)}$ w układzie energoelektrycznym B nie ulegnie zmianie, jeśli wszystkie źródła sił elektromot. $E_{l(ik)}$ w gałęziach wieloboku zastępczego układu B przeniesiemy jednocześnie do odpowiednich gałęzi wieloboku zastępczego układu A, zachowując zwroty bez zmiany w stosunku do kierunku obiegu wzdłuż oczek schematu zastępczego, np. wzdłuż oczka b-c-c-b (rys. 7). Jeżeli w gałęzi wieloboku zastępczego układu A włączymy po dwa źródła sił elektromotorycznych

$$(7) \hat{E}_{A(kl)1} = \hat{E}_{l(ik)} = \hat{U}_{kl}; \quad \hat{E}_{A(kl)2} = -\hat{E}_{l(ik)} = -\hat{U}_{kl},$$

to rozpyw prądów nie ulegnie zmianie. Prądy $\hat{I}_{B(kl)} = \hat{I}_{kl}$ w wieloboku zupełnym zastępującym układ B znajdziemy stosując zasadę nakładania.

1) Zwieramy źródła sił elektromot. $\hat{E}_{A(kl)1}$; wówczas w żadnej gałęzi wieloboków zastępczych nie będzie płynął prąd, czyli

$$(8) \hat{I}_{B(kl)2} = 0.$$



Rys. 8

2) Zwieramy źródła sił elektromot. $\hat{E}_{A(kl)2}$ i $\hat{E}_{A(kl)1}$; otrzymamy wówczas schemat zastępczy, w którym czynne są tylko źródła sił elektromot. w gałęziach wieloboku A równe $\hat{E}_{A(kl)} = \hat{E}_{l(ik)} = \hat{U}_{kl}$. Prądy w bokach wieloboku B będą wówczas równe $\hat{I}_{B(kl)1}$.

W myśl zasady nakładania

$$(9) \hat{I}_{B(kl)} = \hat{I}_{B(kl)1} + \hat{I}_{B(kl)2} = \hat{I}_{B(kl)1}$$

oraz

$$(10) \hat{I}_{B(kl)} = \hat{I}_{l(ik)} = \hat{I}_{kl}.$$

Równanie (10) oraz układ zastępczy na rys. 8, w którym działają tylko siły elektromot. $\hat{E}_{A(kl)1} = \hat{U}_{kl}$, wyrażają uogólnioną postać zasady Thévenina w przypadku przyłączenia sieci biernej w dowolnej liczbie punktów.

Uogólnienie zasady Thévenina można rozszerzyć również na przypadek, kiedy układ energoelektryczny B jest siecią czynną, kiedy więc występują w nim źródła sił elektromotorycznych. Ze względu na zupełnie analogiczny tok rozumowania jak w przypadku, kiedy sieć czynna była przyłączona w dwóch punktach, dowodzenie tego jest tu pominięte.

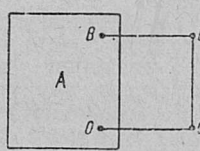
Zasada Thévenina w uogólnionej formie ma brzmienie następujące:

„Jeżeli do układu sieciowego A przyłączymy w jego n punktach dowolny układ B (w obu układach występują siły elektromotoryczne oraz elementy o prostoliniowej charakterystyce prądowo-napięciowej), to wpływ układu A na rozpyw prądów i rozkład napięć w układzie B — niezależnie od stanu pracy i konfiguracji układu B — można uwzględnić drogą zastąpienia układu A wielobokiem zupełnym, którego wierzchołki leżą w punktach połączenia obu układów. W bokach zastępczego układu A wieloboku zupełnego o opornościach $\hat{Z}_{A(kl)}$ są czynne źródła sił elektromotorycznych równe odpowiednio napięciom $\hat{U}_{kl}$ między punktami połączenia k oraz l przed przyłączeniem układu B. Oporności $\hat{Z}_{A(kl)}$ możemy wyznaczyć drogą pomiaru, oporności między wszystkimi parami punktów połączenia obu układów przy zwarcu sił elektromotorycznych $\hat{E}_{Am}$ bądź drogą transfiguracji sieci A również przy zwartych siłach elektromotorycznych $\hat{E}_{Am}$.“

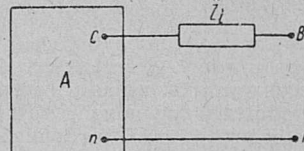
Jako typowy przykład zastosowania zasady Thévenina może służyć obliczanie prądów zwarciovych.

4. Obliczenie prądu zwarciovego w układzie obciążonym.

W układzie A (rys. 9) należy obliczyć prąd zwarciov przy zwarcu trójfazowym w punkcie B. Zwarcu trójfazowemu w miejscu B odpowiada na schemacie za-



Rys. 9



Rys. 10

stępny (jednofazowy — dla fazy podstawowej) połączenie punktu B z przewodem zerowym 0. W myśl zasady Thévenina sprowadzamy układ A do połączonych posobnie: siły elektromot. $\hat{E}$ równej napięciu w punkcie B bezpośrednio przed zwarcie (jest to więc napięcie robocze w punkcie B czyli $\hat{U}_B$) oraz oporności $\hat{Z}_A$, to jest oporności widzianej z miejsca zwarcia przy zwartych siłach elektromot. w układzie. Prąd zwarciov określa zależność:

$$(11) \hat{I} = \frac{\hat{E}}{\hat{Z}_A + \hat{Z}_{OB}} = \frac{\hat{U}_B}{\hat{Z}_A}.$$

Jak widać, do obliczenia prądu zwarciovego nie jest konieczna znajomość sił elektromotorycznych prądnic. Należy zwrócić uwagę, że przy wzroście obciążenia w sieci A i przy jednocześnie utrzymaniu w punkcie B napięcia na określonym poziomie prąd zwarciov w B wzrasta wobec zmniejszenia oporności $\hat{Z}_A$, widzianej z miejsca zwarcia.

5. Obliczenie prądu zwarciovego w linii przesyłowej jednostronnie zasilanej.

Należy obliczyć prąd zwarciov przy zwarcu na krańcu linii jednostronnie zasilanej z szyn stacji C (rys. 10). Prąd zwarciov $\hat{I}_c$ przy zwarcu w C oraz poziom napięcia w C przy pracy normalnej ($\hat{U}^n$) są znane. Na podsta-

wie zależności (11) wyznaczamy $\hat{Z}_A$ — oporność widzianą z C w kierunku układu A:

$$(12) \quad \hat{Z}_A = \frac{\hat{U}_c}{\hat{I}_c}$$

Jeżeli linia CB pracowała przed zwarciem nie obciążona, to prąd zwarcioowy w B będzie określony zależnością (rys. 11):

$$(13) \quad \hat{I}_B = \frac{\hat{U}_B}{\hat{Z}_B} = \frac{\hat{U}_c}{\hat{Z}_A + \hat{Z}_l}$$

Niejednokrotnie w praktyce należy szybko określić przybliżoną wartość mocy zwarciowej w linii, biegnącej z szyn stacji transformatorowej lub elektrowni dużej mocy w stosunku do mocy przesyłowej samej linii. Prąd zwarcioowy (moc zwarciowa) na szynach stacji lub elektrowni można oszacować z grubszą, co — jak zobaczymy — najczęściej zupełnie wystarcza.

Zakładając, że napięcia w C i w B przed zwarciem były równe napięciom odpowiednich poziomów, określimy prąd zwarcioowy na krańcu linii zgodnie z równ. (13):

$$(14) \quad \hat{I}_B = \frac{\hat{U}}{\frac{\hat{U}}{\hat{I}_c} + \hat{Z}_l} = \frac{1}{\frac{1}{\hat{I}_c} + \frac{\hat{Z}_l}{\hat{U}}}$$

W wyrażeniu (14) wartość $\hat{U}/\hat{Z}_l$ określa prąd w B w założeniu, że oporność $\hat{Z}_c$ jest równa zeru. Jeżeli wartość $\hat{U}/\hat{Z}_l$ jest znacznie (np. 10-krotnie) mniejsza od oszacowanego prądu zwarciowego w C, to prąd zwarcioowy na krańcu linii będzie (z niewielkim błędem)

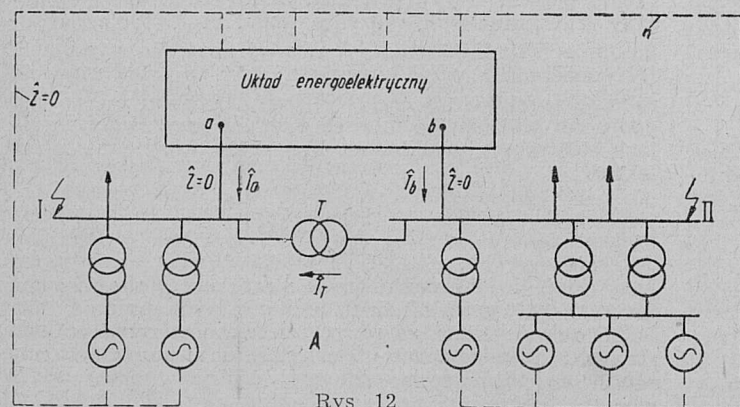
$$(15) \quad \hat{I}_B = \frac{\hat{U}}{\hat{Z}_l}$$

Otrzymany stąd prąd zwarcioowy jest, oczywiście, większy od wartości rzeczywistej i odpowiada założeniu sztywnego napięcia w C ($\hat{Z}_A = 0$).

6. Rozbudowa układu energoelektrycznego.

Analiza zagadnień zwarciowych wymaga często obliczania prądów zwarciowych dla kilku wariantów określonego wycinka układu energoelektrycznego, aby przy uwzględnieniu wymagań, narzuconych normalnymi warunkami pracy, istniały również podstawy do wyboru najkorzystniejszego wariantu z punktu widzenia warunków zwarciowych.

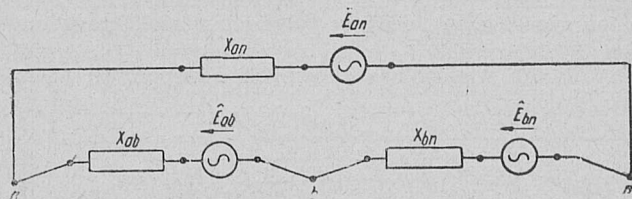
Jeżeli rozpatrywany fragment jest powiązany z pozostałą częścią układu w kilku punktach, to określenie prądów



Rys. 12

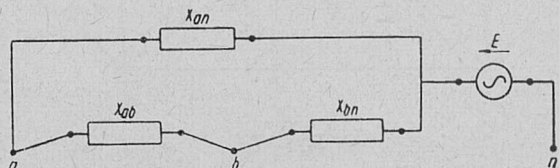
dów zwarciowych w różnych wariantach projektowanej rozbudowy wymagałoby każdorazowego uwzględniania przy obliczeniach całego układu energoelektrycznego. Duże usługi oddaje w takich przypadkach uogólniona zasada Thévenina, jeżeli są znane choć dla jednego wariantu rozbudowywanego fragmentu prądy zwarciowe i ich spływ przy zwarciach w punktach powiązania danego fragmentu z resztą układu energoelektrycznego.

Rozpatrzmy dla przykładu elektrownię A, powiązaną z układem energoelektrycznym dwiema liniami wysokonapięciowymi (rys. 12). Dokonamy obliczeń w założeniu,



Rys. 13

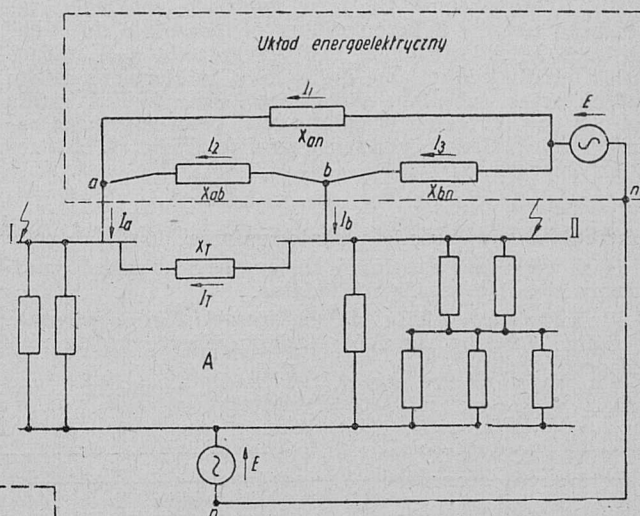
że można pominąć na schemacie zastępczym odgałęzienia obciążeniowe oraz oporności czynne. Niech w jednym z analizowanych wariantów układu połączeń elek-



Rys. 14

rowni A przy zwarciu na szynach I prądy $\hat{I}_a$, $\hat{I}_b$, $\hat{I}_T$ będą odpowiednio równe $\hat{I}_{aI}$, $\hat{I}_{bI}$, $\hat{I}_{TI}$, przy zwarciu zaś na szynach II niech będą $\hat{I}_{aII}$, $\hat{I}_{bII}$, $\hat{I}_{TII}$.

Ponieważ elektrownia A łączy się z układem energoelektrycznym w trzech punktach, a mianowicie w punk-



Rys. 15

tach a, b, i n (ogólny symbol „ziemi“), można zgodnie z uogólnioną zasadą Thévenina odtworzyć układ w sposób podany na rys. 13.

Biorąc pod uwagę podane wyżej założenie upraszczające, otrzymamy dwa zasadnicze warunki:

$$\hat{E}_{ab} = 0, \quad \hat{E}_{an} = \hat{E}_{bn} = E,$$

dzięki czemu otrzymamy dalsze uproszczenie schematu do postaci podanej na rys. 14.

Trójkąt nieznanych oporności X_{ab} , X_{an} i X_{bn} , zastępujących układ energoelektryczny, możemy wyznaczyć w następujący sposób. Przy zwarciu na szynach I, a więc przy połączeniu szyn I z szynami zerowymi n (rys. 15), otrzymamy następujące zależności:

$$(16) \quad \begin{cases} \hat{I}_{aI} = \hat{I}_{1I} + \hat{I}_{2I}, \\ \hat{I}_{bI} = \hat{I}_{3I} - \hat{I}_{2I}, \end{cases}$$

$$(17) \left\{ \begin{aligned} I_{II} &= \frac{E}{X_{an}}, \\ U_{baI} &= I_{TI} X_T, \\ I_{2I} &= \frac{U_{baI}}{X_{ab}} = \frac{I_{TI} X_T}{X_{ab}}, \\ I_{3I} &= \frac{E - I_{TI} X_T}{X_{bn}} \end{aligned} \right.$$

Wstawiając wyrażenia (17) do równań (16) otrzymujemy:

$$(18) \left\{ \begin{aligned} I_{aI} &= \frac{E}{X_{an}} + \frac{X_T I_{TI}}{X_{ab}}, \\ I_{bI} &= \frac{E - X_T I_{TI}}{X_{bn}} - \frac{X_T I_{TI}}{X_{ab}} \end{aligned} \right.$$

Podobnie przy zwarciu na szynach II otrzymujemy:

$$(19) \quad I_{bII} = \frac{E}{X_{bn}} + \frac{X_T I_{TII}}{X_{ab}}.$$

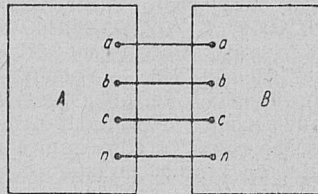
Równania (18) i (19) pozwalają wyznaczyć nieznane oporności X_{an} , X_{bn} i X_{ab} . Ponieważ w wyrażeniach określających poszukiwane oporności występują jedynie iloczyny $I_{TI} X_T$ i $I_{TII} X_T$, wystarczy znać spadki napięcia między szynami I oraz II przy zwarciach w obu układach szyn. Pomiar tych spadków napięcia oraz prądów zwarciovych I_{aI} , I_{bI} , I_{bII} można wykonać bezpośrednio na analizatorze prądu stałego. Należy tu zwrócić uwagę na rolę oporności X_{ab} . Aczkolwiek oporność ta ma często bardzo dużą wartość, to jednak zdarzają się przypadki, gdy jej pominięcie jest niedopuszczalne.

Po wyznaczeniu oporności X_{an} , X_{bn} , X_{ab} analiza zagadnień zwarciovych w elektrowni A dla różnych wariantów jej układu nie nastęrcza poważniejszych trudności rachunkowych. Wartości wyjściowe I_{aI} , I_{bI} , I_{TII} , I_{bII} , I_T mogą być podane przez instytucje wyposażone w analizatory sieciowe i zajmujące się obliczeniami dla całego układu energoelektrycznego. Odpada w ten sposób konieczność przewidywania z góry całej gamy wariantów

do opracowania w laboratorium analizatorowym. Umożliwia to w sposób łatwy osobom bezpośrednio związanym z eksploatacją danej stacji szybką, doraźną i dokładną analizę zagadnień zwarciovych bez konieczności żmudnych obliczeń.

7. Pomiary analizatorowe prądów zwarciovych w wielkich układach energoelektrycznych.

Niejednokrotnie wielkość analizatora sieciowego prądu stałego (liczba oporników i węzłów) nie wystarcza do odwzorowywania całego analizowanego układu. W takim przypadku możemy wielki układ rozbić na dwa (lub więcej) układów mniejszych w sposób następujący (rys. 16).



Rys. 16

Montujemy na analizatorze część układu badanego — układ A. Wyznaczamy układ n -kąta zupełnego odwzorowującego układ A z punktu widzenia zacisków a , b , c ... n . Wyznaczenie oporności X_{ab} , X_{ac} , X_{an} itd. odbywa się na drodze pomiaru prądów zwarciovych i napięć przy zwarciach na zaciskach a , b , c ... n podobnie, jak podano poprzednio. Następnie na analizatorze montujemy układ B (po zdemontowaniu układu A) wraz z n -kątem, odwzorowującym układ A. Zestawiony układ pozwoli na wykonanie pomiarów w części B. Podobnie wykonujemy pomiary w części A po wyznaczeniu zastępczego n -kąta układu B.

Należy zwrócić uwagę, że w praktyce eksploatacyjnej analizatora prądu stałego znajomość dla każdej z sieci okręgowych układu zastępczego współpracującej z nią sieci państwowej może mieć duże praktyczne znaczenie. Pozwala to mianowicie na szybkie wykonanie obliczeń analizatorowych w danym okręgu, przy dowolnych w nim zmianach, bez konieczności montowania na analizatorze całego układu sieci państwowej.

Mgr inż. Zygmunt Skoczyński
Mgr inż. Andrzej Przytuński

Wydawnictwa nadesłane

PRZESYŁ I ROZDZIAŁ ENERGII ELEKTRYCZNEJ. Praca zbiorowa: *Electrical Transmission and Distribution Reference Book (Westinghouse). Tom III. ANALIZA I WARUNKI PRACY UKŁADÓW ELEKTROENERGETYCZNYCH.* Przekład w opr. mgr inż. Z. Skoczyńskiego. 1951, Warszawa, Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Główny Instytut Elektrotechniki, seria przekładów nr 7. Format A4, str. 326. — Spis rzeczy: Składowe symetryczne. Wstęp. Rozkładanie i składanie układów wektorowych. Zależności między składowymi symetrycznymi napięć fazowych a międzyprzewodowych. Składowe symetryczne prądów przewodowych i fazowych. Przekształcenie gwiazda-trójkąt w odniesieniu do napięć i prądów. Moc w układzie trójfazowym. Układy sprzężone wektorów. Układy i schematy zastępcze dla składowych symetrycznych. Połączenia między schematami zastępczymi dla składowych symetrycznych. Przykład obliczenia prądu zwarciovego. Piśmiennictwo. — Metody rozwiązania dla obwodów elektrycznych w stanie ustalonym. Metody przedstawiania sieci elektrycznych. Metody rozwiązywania stosowane dla sieci elektrycznych. Zastosowania i metody przedstawienia otrzymanych rozwiązań. Rozpływ w mocy czynnej i biernej. Piśmiennictwo. — Zarys teorii równowagi układów elektroenergetycznych i jej zastosowania. Zasadnicze pojęcia teorii równowagi. Metody obliczeniowe stosowane przy badaniu równowagi — współpraca dwóch maszyn. Metody obliczeniowe stosowane przy badaniu równowagi — układu wielu maszyn. Metody polepszania stateczności układu

elektroenergetycznego. Piśmiennictwo. — Równowaga układów elektroenergetycznych (przykłady i metody obliczania). Współpraca maszyny z siecią sztywną. Współpraca dwóch maszyn. Uproszczone metody obliczeniowe dla układu dwóch maszyn. Uproszczone metody obliczeniowe dla układu sieci wielkomiejskiej. — Prądy i napięcia w układzie elektroenergetycznym przy zakłóceniach. Przetężenia i przepięcia ustalone przy zakłóceniach. Przepięcia niestalone. Piśmiennictwo. — Migotanie światła w układach elektroenergetycznych. Dopuszczalne migotanie światła. Przyczyny migotania światła. Miejsca, w których występują napięcia, wywołujące migotanie światła. Środki zaradcze przeciwko tętnieniu napięcia i migotaniu światła. Piśmiennictwo. — Koordynacja układów elektroenergetycznych i telekomunikacyjnych. Pojęcia podstawowe. Koordynacja w zakresie częstotliwości podstawowej. Koordynacja w zakresie częstotliwości harmonicznych. Piśmiennictwo.

TYMCZASOWE PRZEPISY TECHNICZNEJ EKSPLOATACJI ELEKTROWNI I SIECI. 1951, Warszawa, Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Centralny Zarząd Energetyki. Format A5, str. 272. — Spis rzeczy: Teren, budynki, budowle. Wytwarzanie i rozdział energii cieplnej. Wytwarzanie i rozdział energii elektrycznej. Budowle wodne i gospodarka wodna elektrowni. Wyposażenie hydroenergetyczne elektrowni wodnych. Organizacja eksploatacji elektrowni i sieci.

INSTRUKCJA EKSPLOATACJI TURBIN WODNYCH. 1951, Warszawa, Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Centralny Zarząd Energetyki. XXIX Komisja SEP Energetycznych Instrukcji Eksploatacyjnych. Podkomisja Turbinowa, ref. inż. Z. Hałka. Format A5, str. 67. — Spis rzeczy: Wstęp. Przygotowanie do uruchomienia. Uruchomienie. Obsługa czynnego urządzenia. Niezbędne periodyczne oględziny i pomiary kontrolne. Zatrzymanie turbiny. Konserwacja w czasie postoju. Przekazanie urządzenia z ruchu do remontu. Przekazanie urządzenia z remontu do eksploatacji. Objawy typowych uszkodzeń i sposoby reagowania obsługi. Praca turbin w zimie. Wytyczne stosowania olejów do turbin wodnych.

KONORSKI BOLESŁAW dr inż., prof. Politechniki Łódzkiej, **TEORIA DWÓJNIKÓW I CZWÓRNIKÓW ELEKTRYCZNYCH.** 1951, Warszawa, Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Format A5, str. 248. — Spis rzeczy: D w ó j n i k i. Ogólne pojęcia i definicje. Dwójniki równoważne. Dwójniki odwrócone i dwójniki potencjalnie odwracalne. Dwoistość połączeń. Źródło napięcia i źródło prądu. Przystosowanie do źródła. Metoda prądów obwodowych. Metoda potencjałów węzłowych. Sieć jako dwójnik. Ogólne prawa dotyczące sieci. Zasada Thevenina. Zasada wzajemności. Zasada kompensacji. Reakcja sieci na przerwy lub zwarcie. — C z w ó r n i k i i s y m e t r y c z n e. Pojęcia ogólne i definicje. Równania czwórników. Równania czwórników symetrycznych. Opór falowy i przekładnia falowa. Zależności podstawowe. Przekładnia mocy. Współczynniki mocy. Czwórniki zastępcze. Opór rdzeniowy i przewodność rdzeniowa. Przekładnie prądu i napięcia, przekładnie robocze. Zależności pomiędzy parametrami czwórnika symetrycznego. Czwórniki zastępcze linii długiej. Wykresy wartości bezwzględnej oporu wejściowego i jego argumentu. Wykresy składowej czynnej i składowej biernej oporu wejściowego. Wykresy przekładni prądów i napięć. Symetryczne czwórniki bez strat. — C z w ó r n i k i n i e s y m e t r y c z n e. Zależności podstawowe. Opór wejściowy. Przekładnie prądów i napięć przy dowolnym obciążeniu. Opory łańcuchowe. Opory falowe. Przystosowanie falowe czwórników. Zależności pomiędzy parametrami niesymetrycznego czwórnika. — C z w ó r n i k i o g ó l n e. Sześć charakterystycznych macierzy czwórnika ogólnego. Odwrócenie czwórnika. Znaczenie poszczególnych elementów macierzy. Zasada wzajemności. Przykłady macierzy prostych czwórników. Opory wejściowe i wyjściowe w czwórniku ogólnym. Przekładnie prądów i napięć. Opory łańcuchowe i przystosowanie łańcuchowe. Opory falowe. Przystosowanie falowe czwórników ogólnych. Połączenia czwórników. Równania linii długiej. Czwórniki o postaci T z mostkiem. Łańcuch z 2 nie przystosowanych do siebie czwórników. Transformator jako czwórniki. Aneks A. Teoria koła wskazowego. Aneks B. Kilka wzorów rachunku macierzowego. Skorowidz. Literatura. — Przedmowa wydawcy: Książka zawiera ogólną teorię elementów, które odbierają i zużywają energię elektryczną oraz elementów, które służą do jej przesyłania. Analiza ogólnych własności tych elementów otwiera szerokie horyzonty poznawcze i ujawnia wspólny rodowód rozmaitych używanych w praktyce urządzeń. Książka jest przeznaczona dla magistrów i inżynierów elektryków pragnących pogłębić swe wiadomości teoretyczne.

DOMANUS JÓZEF, mgr inż., **BUDOWA I WYPOSAŻENIE CIEMNI RENTGENOWSKIEJ.** 1951, Warszawa, Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Format A5, str. 168. — Spis rzeczy: Przedmowa. Wstęp. — W y b ó r i r o z p l a n o w a n i e p o m i e s z c z e n i a c i e m n i. Wybór pomieszczenia na ciemnię. Położenie ciemni w zakładzie rentgenowskim. Pomieszczenia specjalne. Rozplanowanie pomieszczenia. Rozstawienie urządzeń. — I n s t a l a c j e c i e m n i o w e. Instalacje elektryczne. Przewietrzanie. Ogrzewanie. Oświetlenie. Instalacje wodne. — B u d o w a c i e m n i. Wejścia ciemniowe. Podłoga w ciemni. Ściany w ciemni. — W y p o s a ż e n i e c i e m n i. Umeblowanie. Urządzenia do obróbki chemicznej błon. Urządzenia do mycia. Regulacja temperatury. Suszarki. Urządzenia do samoczynnej obróbki zdjęć. Urządzenia pomocnicze. Urządzenia specjalne. — K o n s e r w a c j a i n a p r a w y. Czyszczenie. Na-

prawy. — Literatura. — Przedmowa wydawcy: Książka omawia zagadnienia budowy i wyposażenia ciemni, jednej z zasadniczych części każdego lekarskiego zakładu rentgenowskiego. Omówione są: wybór i rozplanowanie pomieszczeń ciemniowych, ich instalacje, budowa poszczególnych części składowych oraz sprzęt i urządzenia zawarte w ciemni. Książka jest przeznaczona przede wszystkim dla inżynierów radiologów i lekarzy radiologów. Będą jednak mogli z niej korzystać także architekci, elektrycy i hydraulicy projektujący i wykonujący obiekty szpitalne, przychodnie lekarskie itp. oraz studenci, laboranci i technicy rentgenowscy.

WŁASOW W. LAMPY ELEKTRONOWE. Tłum. z ros. prof. dr inż. J. Groszkowski. 1951, Warszawa, Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Format B5, str. 584, rys. 455. — Spis rzeczy: W i a d o m o ś c i o g o l n e o e l e k t r o n o w y c h przyrządach próżniowych. Emisja elektronowa. Katody termoelektronowe przyrządów próżniowych. Podstawy optyki elektronowej. Przebiegi fizyczne w lampie dwuelektrodowej. Lampy dwuelektrodowe. Przebiegi fizyczne w triodzie. Rozdział prądów w triodzie. Lampy triodelektronowe wzmacniające. Lampy dwusiatkowe (tetrody). Pentody wzmacniające. Lampy elektronowe bardzo wielkich częstotliwości o małym kącie przelotu. Lampy do przemiany częstotliwości. Dodatkowe wiadomości o lampach odbiorczo-wzmacniających. Lampy generacyjne. Klustrony. Magnetrony. Elektronowe lampy promieniowe. Podstawowe wiadomości o wyładowaniach elektrycznych w gazach. Przyrządy gazowane z żarzącą się katodą. Przyrządy gazowane o wyładowaniu samodzielnym. Przyrządy fotoelektryczne. — Przedmowa wydawcy: Książka obejmuje całość zagadnień dotyczących lamp elektronowych wysokopróżniowych i gazowanych (jonowych) stosowanych zarówno w radiotechnice, jak i w wielu innych dziedzinach techniki. Omówiona została w niej budowa, teoria i działanie oraz zasada prawidłowego wykorzystywania lamp elektronowych, łącznie z lampami specjalnymi ma mikrofałe (klustrony, magnetrony) oraz elektronowymi przyrządami promieniowymi i fotoelektrycznymi (oscylloskopy, lampy telewizyjne, fotoelementy). Książka jest przeznaczona dla inżynierów oraz studentów wyższych szkół technicznych; mogą z niej korzystać także technicy i słuchacze średnich szkół technicznych.

BORKOWSKI KAZIMIERZ mgr inż. **SYSTEMY TELEFONICZNYCH CENTRAL AUTOMATYCZNYCH MIEJSKICH.** Tom II. Systemy maszynowe i przekątnikowe. Wyd. II poprawione. 1951, Warszawa, Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Państwowy Instytut Telekomunikacyjny. Biblioteka Wiedzy Telekomunikacyjnej. Format A5, str. 248. — Spis rzeczy: System Salme. Systemy Rotary. System Panel. System z wybierakami opadowymi. System R. A. T. System Crossbar. — Przedmowa wydawcy: W tomie II podręcznika „Systemy telefonicznych central automatycznych miejskich” omówione są istotne cechy konstrukcyjne systemów maszynowych i przekątnikowych oraz przeanalizowane są ich zasadnicze procesy łączenia. Działanie ważniejszych systemów jest wyjaśnione na schematach organów połączeniowych, w których są praktycznie stosowane. Podręcznik jest przeznaczony dla techników i inżynierów telekomunikacji pracujących w przemyśle i eksploatacji oraz dla studentów szkół inżynierskich i politechnic.

BORKOWSKI KAZIMIERZ mgr inż. **SYSTEMY TELEFONICZNYCH CENTRAL AUTOMATYCZNYCH MIEJSKICH.** Atlas rysunków tomu II. Systemy maszynowe i przekątnikowe. Wyd. II poprawione. 1951, Warszawa, Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Państwowy Instytut Telekomunikacyjny. Biblioteka Wiedzy Telekomunikacyjnej. Format A5, str. 27.

Obzór Polskiej Technicznej Literatury. Polish Technical Abstracts. Przegląd Polskiego Piśmiennictwa Technicznego. Nr 1(5). Komitet redakcyjny: W. Baliński, Z. Majewski, T. Zamojski, J. Zborsztyn. 1952, Warszawa, Centralny Instytut Dokumentacji Naukowo-Technicznej. Format A5, str. 159. — Spis rzeczy: Technika i ekonomia. Matematyka i przyroda. Górnictwo i geologia. Metalurgia. Mechanika, elektrotechnika, energetyka. Chemia i technologia chemii. Rolnictwo, przemysł spożywczy, leśnictwo, rybołówstwo. Transport. Przemysł budowlany, architektura.

PRZEGLĄD BIBLIOGRAFICZNY ELEKTROTECHNIKI

opracowany przez OŚRODEK DOKUMENTACJI ELEKTROTECHNIKI

Dodatek do miesięcznika PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

Rocznik 4

Warszawa, październik 1952 r.

Nr 10

Gwiazdkami obok porządkowych liczb artykułów, oznaczone są publikacje znajdujące się w bibliotece Instytutu Elektrotechniki

Elektrownie

358* 621.311.18:621.175 D1—10.52

Brytyjskie wieże chłodnicze o ciągu naturalnym jako przeciwstawienie amerykańskich urządzeń przewietrzniowych. „British natural draft cooling towers contrast with U.S.A. fan types“. Electr. Wld., New-York, mies., t. 135, nr 7, luty 51, s. 110; A4, 2 str., 6 fot., 1 rys. — Opis konstrukcji brytyjskich wież obiegu wody chłodzącej o naturalnym ciągu powietrznym.

359* 621.311.18.029 D1—10.52

Nasarow A. S.: **Zachowanie się maszyn dla potrzeb własnych elektrowni przy obniżeniu częstotliwości.** „Verhalten der Maschinen für Eigenbedarf von Kraftwerken bei Absinken der Frequenz“. Elektrotechnik (Berlin), mies., t. 5, nr 4, kw. 51, s. 147; A4, 2 str., 8 wyk., 1 tabl., 1 poz. bibl. — Wpływ obniżenia częstotliwości na mode silników elektrycznych napędzających pompy zasilające, obiegowe i ssące w elektrowniach. Wyniki doświadczeń przeprowadzonych przez autora.

360* 621.311.21(44) D1—10.52

Wüger H.: **Elektrownia Ottmarsheim na Renie.** „Kraftwerk Ottmarsheim am Rhein“. Bull. S. E. V., Zürich, 2 tyg., r. 41, nr 4, 18 luty 50, s. 130; A4, 3,4 str., 11 fot., 1 rys. — Opis i dane techniczne elektrowni wodnej na Renie, o spadku 16,4 m, mocy 4×39 MVA, produkcji rocznej $90 \cdot 10^6$ kWh, nap. gen. 10 kV, podstacje 10/220 kV.

361* 621.311.22:621.182 D1—10.52

Dobre wyniki opalania pyłem węgla brunatnego elektrowni Minnesota. „Pulverized lignite burned successfully in Minnesota power plant“. Electr. Wld., New-York, mies., t. 135, nr 11, marz. 51, s. 94; 1 str., 3 tabl. — Zastosowanie węgla brunatnego do opalania kotłów o wydajności do 100 t pary na godzinę. Własności i wartości opałowe węgla brunatnego. Konieczność stosowania specjalnych urządzeń przy kotłach, jak młyny i urządzenia suszące. Odpopielanie palenisk.

Transformatory elektryczne

362* 621.314.2 D1—10.52

Zaporożec B. I., Musatow T. B.: **Organizacja szybkościowego remontu transformatorów.** „Organizacija skorstnowo riemonta transformatorow“. Elektr. Stancji, Moskwa, mies., r. 22, nr 5, maj 51, s. 32; A4, 3 str., 1 rys., 1 wyk., 2 poz. bibl. — Szybkościowy remont kapitalny transformatorów bez zdejmowania ich z fundamentów. Organizacja prac remontowych. Harmonogram prac. Wnioski: szybkościowy sposób remontu znacznie skraca czas remontu; uwagi dla konstruktorów transformatorów.

363* 621.314.212.035.63 D1—10.52

Willis M. E., Daltroff M. L.: **Suszenie izolacji transformatora pod obciążeniem przez obieg gazu.** „Gas circulation dries out insulation while transformer carries load“. Electr. Wld., New-York, mies., t. 135, nr 7, luty 51, s. 108; A4, 2 str., 4 fot. — Opis nowej metody suszenia podczas pracy transformatorów obiegiem azotu. Zalety metody.

621.314.22.08:621.3.017.3:

364* 621.3.042:621.315.616 D1—10.52

Imhof A.: **Postępy w budowie transformatorów ze szczególnym uwzględnieniem przekładników.** „Fortschritte im Transformatorbau, mit besonderer Berücksichtigung der Messwandler“. E. und M., (Wien), 2 tyg., r. 68, nr 15/16, 1 sierp. 51, s. 353; A4, 7,5 str., 17 fot., 4 rys. — Zmniejszenie stratności blach transformatorowych w

okresie ostatnich 10 lat oraz inne ulepszenia w budowie obwodów magnetycznych. Udoskonalenia w dziedzinie izolacji i izolatorów. Zastosowanie sztucznych żywic, procesów impregnacyjno-polimeryzacyjnych, emaliowanie uzwojeń. Przykłady nowych rozwiązań konstrukcyjnych przekładników napięciowych i prądowych. Fizyczne i mechaniczne właściwości sztucznych żywic.

Sieci i podstacje

365* 621.316.2.064 D1—10.52

Hutchinson C. (Ebasco Services, Inc.). **Kolejność włączania silników narzuca charakter przebiegu ponownego zasilania po dłuższej przerwie w pracy.** „Sequential motor pull-in underlies the behavior of Feeders after extended outage“. Electr. Wld., New-York, mies., t. 135, nr 9, luty 51, s. 80; A4, 4 str., 5 wyk., 2 tabl. — Rozpatrywanie zagadnienia przywrócenia ruchu w dużym układzie odbiorczym. Charakter przebiegu rozruchu różnych urządzeń. Porównanie wyników analizy teoretycznej z danymi z eksploatacji. Sugerowane środki umożliwiające uzyskanie najkorzystniejszego przebiegu wielkości elektrycznych przy uruchamianiu układu.

366* 621.316.268.1+621.315.24 D1—10.52

Rydbeck V. A. (General Electric Co). **Obniżenie kosztów inwestycyjnych układu elektroenergetycznego dzięki stosowaniu kabli napowietrznych i budowaniu dużych podstacji.** „Aerial cable and larger substations reduce system investment“. Electr. Wld., New-York, mies., t. 135, nr 13, marz. 51, s. 110; A4, 2 str., 4 rys., 1 wyk. — Analiza gospodarności budowy dużych podstacji i stosowania kabli napowietrznych w układzie elektroenergetycznym. Uzyskanie znacznych oszczędności i polepszenia warunków pracy układu.

367* 621.316.5 D1—10.52

Musselman F. L.: (General Electr. Company): **Współdziałanie poszczególnych części urządzeń rozdzielczych.** „Coordination of parts in switchgear assemblies“. Gen. electr. Rev., New-York, mies., t. 54, nr 4, kw. 51, s. 22; A4, 4 str., 4 fot., 1 rys. — Zasady odpowiedniego doboru poszczególnych elementów rozdzielni. Analiza przypadku, szyny zbiorcze, wyłącznik, przekładniki prądowe, oraz bezpieczniki w układach pomiarowych i pomocniczych.

Odczynniki

368* 621.398:621.316.545.064.241 D1—10.52

Williams R. A. (Arkansas Power & Light Co). Wilfley V. B. (Westinghouse Electric Corp.) **Zdalnie sterowane odczynniki powietrzne odcinają uszkodzony odcinek układu w cztery minuty.** „Remote-controlled air-break switches isolate fault in four minutes“. Electr. Wld., New-York, mies., t. 135, nr 3, stycz. 51, s. 58; A4, 3 str., 5 fot., 2 rys. — Opis sposobu działania układu odczynnika o rozrządzie zdalnym, umożliwiającego odcinanie uszkodzonego odcinka sieci rozdzielczej w ciągu 4 minut od powstania trwałego zwarcia. Uzyskanie dużej pewności ruchu układu rozdzielczego.

369* 621.316.545.064.25:621.3.054.42.003 D1—10.52

Smith W. R., Stemler D. R. (Pennsylvania Power & Light Co), Cuttino W. H. (Westinghouse Electric Corp.) **Odczynniki olejowe o sterowaniu zależnym od napięcia obniżają koszty urządzeń rozdzielczych przy kondensatorach kompensacyjnych.** „Oil switch and voltage control give low cost capacitor switching“. Electr. Wld., New-York, mies., t. 135, nr 1, stycz. 51, s. 57; A4, 4 str., 5 fot., 1 rys., 1 wyk. — Opis nowego rozwiązania samoczynnych olejowych odczynnika mocy przystosowanych do łączenia kondensatorów kompensacyjnych. Rozrząd odczynnika

za pośrednictwem specjalnego układu przekaźników napięciowych. Sposób działania i odpowiednie nastawianie układu regulacji napięcia linii.

Wyłaczniki

370* 621.316.57 D1—10.52

Wasiljew A. F., Mielik-Sarkisow B. S., Wejmer G. I., Syromiatnikow I. A.: **Dyskusja nad artykułem inż. A. B. Krikunczika: „Wykluczenie fałszywych zadziałań zabezpieczeń i wyłączeń wyłączników, wywołanych zwarciem doziemnym w obwodach manewrowych”**. „Obszudzenie statji inż. A. B. Krikunczika: Ustranienie lożnych diestwiz zaszzity i otkluczeniei wykuczatieliej iz-za zamykani na ziemi w cepiach opieratiwnowo toka”. Elektr. Stancji, Moskwa, mies., r. 22, nr 4, kw. 51, s. 27; A4, 3 str., 1 poz. bibl. — Uwagi na temat: uziemienia ołowianych płaszczy kablowych, dwubiegunowego wyłączania obwodów, zasilania z jednego lub dwu źródeł prądu stałego i innych zagadnień związanych z pracą obwodów manewrowych i sygnalizacyjnych.

371* 621.316.57.064.22 D1—10.52

Bogina M. M., Sołowjow I. I., Cariew M. I.: **Urządzenia do samoczynnego ponownego włączania linii elektrycznych**. „Ustrojstwa triechfaznowo awtomatyczeskowo powtornowo wkluczenia linii elektropieriedaczi”. Elektr. Stancji, Moskwa, mies., r. 22, nr 5, maj 51, s. 37; A4, 6 str., 6 rys., 3 poz. bibl. — Statystyka urządzeń do samoczynnego ponownego włączania w układach elektrycznych ZSRR i analiza ich pracy. Urządzenia do samoczynnego ponownego włączania trójfazowego w liniach jednostronnie i dwustronnie zasilanych; blokada kontrolująca brak napięcia i blokada kontrolująca synchronizm. Urządzenia s.p.w. o wielokrotnym działaniu.

372* 621.316.57.064.22 D1—10.52

Brantlick R. A. (General Electric Co, Pittsfield): **Nowy rodzaj działania samoczynnych wyłączników z ponownym włączaniem**. „Hold closed — a new function for automatic reclosers”. Electr. Wld., New-York, mies., t. 135, nr 3, stycz. 51, s. 49; A4, 3,5 str., 2 fot., 2 rys., 3 wykr., 1 tabl. — Nowy sposób zabezpieczania układów rozdzielczych polegający na współdziałaniu bezpieczników z samoczynnymi wyłącznikami o ponownym włączaniu w specjalnym wykonaniu. Niskie koszty, duża pewność ruchu i wybiórczość działania układu.

373* 621.316.57.064.22:621.316.35 D1—10.52

Piesoczin M. I.: **Samoczynne ponowne włączanie szyn**. „Awtomatyczeskoe powtornoe wkluczenie szin”. Elektr. Stancji, Moskwa, mies., nr 6, czerw. 51, s. 31; A4, 3 str., 2 rys., 1 tabl. — Wyniki zastosowania samoczynnego ponownego włączania szyn zbiorczych w jednym ze zjednoczeń radzieckich. Statystyka zwarć na szynach zbiorczych i jej analiza. Współpraca zabezpieczeń szyn zbiorczych z urządzeniami samoczynnego włączania. Ponowne włączanie szyn w zależności od układu samoczynnego ponownego włączania linii przesyłowych.

374* 621.315.621.316.57.064.22 D1—10.52

Jurikow P. A.: **Samoczynne ponowne włączanie — podstawowy środek walki z burzowymi zakłóceniami na liniach przesyłowych o niskim „poziomie ochronnym”**. „Awtomatyczeskoe powtornoe wkluczenie — osnovnoje sriedstwo bor'by s grozowymi awarjami na linjach elektropieriedaczi s niskim „zaszczitnym urowniem”. Elektr. Stancji, Moskwa, mies., r. 22, nr 4, kw. 51, s. 37; A4, 2 str., 2 tabl., 2 poz. bibl. — Wzrost stosowania samoczynnego ponownego włączania w liniach elektrycznych ZSRR. Dane statystyczne skutecznych i nieskutecznych zadziałań samoczynnego ponownego włączania w ciągu ostatnich 5 lat w liniach bez przewodów odgromowych. Analiza danych statystycznych i wnioski.

Urządzenia regulacyjne

375* 621.316.7.076.7 D1—10.52

Lappe R.: **Sterowanie elektronowe napędów elektrycznych**. „Die Elektronensteuerung elektrischer Regelantrie-

be”. Elektrotechnik (Berlin), mies., t. 5, nr 7, lip. 51, s. 304; A4, 4,5 str., 10 rys. — Regulacja obrotów silników elektrycznych. Sterowanie elektronowe a regulacja w układach Leonarda. Regulacja obrotów silników prądu stałego za pomocą prostowników i lamp elektronowych. Zalety sterowania elektronowego.

376* 621.316.717:621.3.024 D1—10.52

Rudakow W. W. (Instytut awtomatiki i tielemiechaniki Akademiim Nauk SSSR): **Forsowanie rozruchowych procesów napędu w układzie prądnic-silnik prądu stałego**. „Forsirowanie puskowych processow priwoda po schiemie gienierator — dwigatiel postojannowo toka”. Elektricestwo, Moskwa, mies., nr 9, wrzes. 51, s. 49; A4, 5 str., 5 rys., 5 poz. bibl. — Wpływ różnych układów sprzężenia zwrotnego na charakter procesów przejściowych w układzie silnik-prądnic. Celowość stosowania sprzężeń zwrotnych z nieliniowymi elementami w celu skrócenia czasu stanu przejściowego.

377* 621.316.717.00.1 D1—10.52

Pluszcz B. M., Esibjan M. A., Sarkisjan W. O., Elbirt M. D. (Aziejbierdzanskij Industrialnyj Institut im. Azizbiekowa i Trest „Leninn'eft”): **Samoczynny rozruch silników elektrycznych przy zasilaniu indywidualnym**. „Samozapusk elektrodwigatieliej pri magistralnom pitanii”. Elektricestwo, Moskwa, mies., nr 9, wrzes. 51, s. 44; A4, 4,6 str., 3 rys., 4 poz. bibl. — Metoda obliczenia samoczynnego rozruchu silników. Układ samoczynnego rozruchu opracowany przez autorów. Rezultaty doświadczeń wykonanych na pompach głębinowych stosowanych w przemyśle naftowym przy zainstalowanych samoczynnych urządzeniach dla samoczynnego rozruchu według opisanego układu.

378* 621.316.722:621.316.728 D1—10.52

Zubanow K. W., Kornijenko Je. F.: **Eksploatacja elektromagnetycznych regulatorów napięcia**. „Eksploatacja elektromagnitnych korriektorow napriazienja”. Elektr. Stancji, Moskwa, mies., nr 6, czerw. 51, s. 34; A4, 2,3 str., 1 rys. — Schemat ideowy elektromagnetycznego regulatora napięcia z członem zależnym od prądu obciążenia prądnicy synchronicznej. Ocena pracy regulatorów. Poprawa stateczności pracy przez zastosowanie transformatorów ustaczejających.

379* 621.316.727.00.1 D1—10.52

Czernyszew W. Ja., Kagan G. M.: **Wykreślna metoda określenia zmiany współczynnika mocy i zużycia energii bierniej**. „Graficzeskij metod opriedielenja izmienienija koeficjenta moszcznosti i potreblenja rieaktiwnoj energii”. Energet. Biull., Moskwa, mies., nr 3, marz. 51, s. 22, B5; 2 str., 1 wykr. — Metoda wykreślna pomysł autorów, pozwalająca w sposób prosty określać moc urządzenia kompensacyjnego do poprawy współczynnika mocy.

380* 621.316.765.1 D1—10.52

Syromiatnikow I. A.: (Tiechuprawlenje Ministerstwa Elektrostancji SSSR): **Praca silnika indukcyjnego przy przełączaniu uzwojeń stojana z trójkąta na gwiazdę**. „Rabota asinchronnowo dwigatiela pri pieriesojedinenii obmotok statora s trieugolnika na zwiezdu”. Elektricestwo, Moskwa, mies., nr 9, wrzes. 51, s. 32; A4, 4 str., 3 wykr., 3 tabl., 2 poz. bibl. — Celowość przełączania uzwojeń stojana — z trójkąta na gwiazdę — silników indukcyjnych niedociążonych. Wartość współczynnika mocy nie jest miarodajna dla oceny tego przełączenia.

Urządzenia zabezpieczające

381* 621.316.925+621.318.521:621.316.26 D1—10.52

Nicholson A. J.: **Zabezpieczenie różnicowe znormalizowanego typu podstacji dwustronnie zasilanych**. „Differential relaying for double-end unit substations”. Electr. Wld., New-York, mies., t. 135, nr 5, stycz. 51, s. 166; A4, 1 str., 3 rys. — Opis różnicowego układu zabezpieczeń dwustronnie zasilanej podstacji na 13, 2/4, 33 kV, 2×2,5 MVA.

Niniejszy Przegląd Bibliograficzny zawiera jedynie część analiz dokumentacyjnych publikacji z zakresu elektrotechniki. Pełna dokumentacja ukazuje się w postaci kart dokumentacyjnych, wydawanych przez Centralny Instytut Dokumentacji Naukowo-Technicznej (Warszawa, Al. Niepodległości 188). CIDNT przyjmuje prenumeratę kart dokumentacyjnych, która może obejmować zarówno całą dokumentację naukowo-techniczną, jak i działy lub poszczególne zagadnienia i tematy techniczne. Cena karty dokumentacyjnej wynosi w prenumeracie 10 groszy.

CIDNT wykonuje za zwrotem kosztów fotokopii i mikrofilmów publikacji objętych przeglądem bibliograficznym, jak i kartami dokumentacyjnymi.

Kandydatury na członków Stowarzyszenia Elektryków Polskich

W myśl § 12 Statutu SEP ogłasza się następującą listę kandydatów na członków zwyczajnych Stowarzyszenia:

ODDZIAŁ CZĘSTOCHOWSKI

Adach Józef, Częstochowa, Aleja N. M. P. 8
Czajkowski Lucjan, Częstochowa, Al. Wolności 11
Dutkiewicz Stanisław, Częstochowa, Waszyngtona 26 m. 8
Dyderski Franciszek, Częstochowa, Kopernika 10
Golarz Leon, Częstochowa, Św. Augustyna 1
Góra Błażej, Częstochowa, Chłopickiego 13
Grołowski Jan, Częstochowa, 3 Maja 32
Hińc Ignacy, Częstochowa, Jasnogórska 22
Hoffman Sławomir, Częstochowa, Buczka 3
Iwańczak Bolesław, Częstochowa, Jaskrowska 41
Kopiec Roman, Częstochowa, Garibaldi 14
Kosacki Leon, Częstochowa, Warszawska 9
Koszbą Władysław, Częstochowa, Wodzieckiego 75
Małasiewicz Leon, Brzeźnica nad Wartą
Markiewicz Józef, Częstochowa, Sikorskiego 66
Mason Bogusław, Częstochowa, 1 Maja 4
Mielczarek Kazimierz, Częstochowa, Roli Żymierskiego 6
Skobiński Jerzy, Częstochowa, Berka Joselewicza 6
Stefanowski Józef, Częstochowa, Górna 15
Turkiewicz Józef, Częstochowa, Al. Wolności 13 m. 6
Zagórski Zygmunt, Częstochowa, Narutowicza 30 m. 1
Zębik Antoni, Częstochowa, Al. N. P. Marii 32

ODDZIAŁ DZIERŻONIOWSKI

Hryniewicz Zbigniew, Dzierżonów, Słowackiego 14

ODDZIAŁ KRAKOWSKI

Chłopicki Władysław, Kraków, Krupnicza 5 m. 5
Gaigonek Józef, Kraków, Daszyńskiego 23 m. 19
Godlewski Gustaw, Kraków, Daszyńskiego 21/25
Grzymek Tadeusz, Tarnów, Nowy Świat 3
Halibózek Franciszek, Kraków, Bohaterów Stalingradu 37
Jagoda Jan, Kraków, Madalińskiego 9
Jakubowski Władysław, Kraków, Madalińskiego 9
Janowicz Jan, Kraków, Daszyńskiego 19/22
Kaptur Jan, Nowy Sącz, Tatrzańska 17a
Kolasiewicz Miecz., Kraków-Bronowice, M. Zielińskiego 11
Kubala Bronisław, Brzesko-Słotwina, Podia 15
Kubicz Antoni, Kraków, Librowszczyzna 6
Mazur Kazimierz, Chorzów, Dzierżyńskiego 7
Mączyński Jacek, Kraków, Plac Mariacki 5/4
Mirski Aleksander, Kraków, Asnyka 10
Mirski Stanisław, Kraków, Daszyńskiego 25/30
Niemojewski Ludwik, Kraków, Sebastiana 4 m. 11
Paszkowski Henryk, Nowa Huta, Osiedle A, Kol. XI
Prochwiez Bronisław, Kraków, Czysła 13
Rokita Jerzy, Tarnów, Nowy Świat 3
Różnowski Stefan, Poręby-Zegoty, p-ta Alwernia

Skawiński Aleksander, Kraków, Słoneczna 28/5

Stybel Leon, Kraków, Nowa Huta

Woźniak Stefan, Kraków, Centr. Biuro Proj. Bud. Wiejskiego
Zwoleń Jan, Tarnów, Żybkiewiczza 14

ODDZIAŁ ŁÓDZKI

Anczewski Mieczysław, Łódź, Jaracza 93 m. 4
Bald Józef, Pabianice, Nowotki 1 m. 2
Barański Stanisław, Łódź, Zachodnia 107 m. 14
Boryna Zdzisław, Łódź, Tulipanowa 16 m. 3
Cabała Marian, Wieluń, Błońska 10
Kawka Marian, Łódź, Sienkiewicza 34 m. 10
Kucharski Józef, Łódź, Świerczewskiego 38
Kuźmiński Stanisław, Wieluń, 18 Stycznia 78
Nałęcz Jakub, Łódź, PKWN 15 m. 4
Niekrasz Roman, Wieluń, Słowackiego 7
Pawlak Kazimierz, Zgierz, Świerczewskiego 50
Szybowski Henryk, Łódź, Magistracka 8 m. 6
Tomczyk Edward, Sieradz, Polna 1
Wysocki Wiesław, Łódź, Małopolska 33
Zawadzki Sławomir, Łódź, 8-go Marca 6/10

ODDZIAŁ POZNAŃSKI

Andrzejewski Bronisław, Poznań, Gwardii Ludowej 18 m. 18
Baranowski Sylwester, Poznań, Św. Marcina 43/4
Bastian-Brzeziński Józef, Poznań, Św. Wojciecha 2a
Koraszewski Stanisław, Poznań, Konopnickiej 5 m. 3
Kowalczyk Edward, (T), Poznań, Biała 1b m. 21
Krzyżowiak Stanisław, Poznań, Drużbackiej 3
Lerczak Leon, Poznań, Czajcza 12 m. 26
Lisiak Tadeusz, (T), Gniezno, Św. Wawrzyńca 23 m. 2
Lopatko Adam, (T), Poznań, Jeżycka 48
Małecki Czesław, Poznań, Strzelecka 41 m. 1
Najmański Tadeusz, (T), Poznań, Kanałowa 13 m. 5
Niedzielski Jan, (T), Poznań, Mariacka 24/28
Nowak Miron, (T), Poznań, Mostowa 26/32
Pawłowski Józef, (T), Poznań, Inżynierska 7 m. 24
Pyzik Lucjan, Poznań, Rokossowskiego 47 m. 14
Spychalski Walenty, Poznań, Marcinkowskiego 1a m. 12a
Stachowiak Alojzy, (T), Poznań, Fabryczna 2a m. 5
Szymankiewicz Henryk, (T), Poznań, Jeżycka 48, pok. 11
Twardowski Mieczysław, (T), Poznań, Palacza 127
Urbanak Kazimierz, Poznań, Przemysłowa 37 m. 8
Wojtczak Kazimierz, Poznań, Dąbrowskiego 7 m. 2
Zieliński Tadeusz, Poznań, Długosza 19

ODDZIAŁ RADOMSKI

Kowalik Arkadiusz, Suchedniów, Kleszczyny 62

Treść nr 8 Przeglądu Technicznego 1952 r.

Konstytucja Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej. — R u m i ń s k i B. Bliżej fabryk, bliżej produkcji, bliżej życia — oto najpilniejsze zadania stowarzyszeń technicznych. — H e m p e l S. O możliwościach wykorzystania nowych teorii żelbetu w praktyce. — M i c h e j d a J. Normy zużycia energii elektrycznej jako wskaźnik sprawności jej użytkowania, cz. II. — B o r m a n H. Automatyczna kontrola składu gazów przemysłowych. —

T o w p i k A. Oszczędna gospodarka metalami niezbędnymi. — K l i n g o f e r H. Film instruktażowo-szkoleniowy. — K i p o w a Ł. Na marginesie pokazu „Książka i czasopismo techniczne”.

Sprawy organizacyjne NOT i stowarzyszeń. — Wśród książek i wydawnictw. — Kronika. — Biuletyn Centralnego Instytutu Dokumentacji Naukowo-Technicznej. — Biuletyn Głównego Urzędu Miar.

Treść nr 9 Przeglądu Technicznego 1952 r.

Inżynierowie i technicy w szeregach Frontu Narodowego walki o Postęp Techniczny, Pokój i Socjalizm. — List do Prezydenta Bolesława Bieruta. — Szyr E. Walka o oszczędność węgla w przemyśle i w transporcie. — Wnioski przyjęte na ogólnokrajowej naradzie na temat oszczędności paliw w dniu 3.VII.1952 r. — Witwiński B. Ogólnokrajowa narada poświęcona oszczędności węgla i jej wyniki. — Porębski J. O pełne wykorzystanie mocy produkcyjnej zakładów

pracy. — Czarnowski J. W. Przedłużyć życie maszyn. — Michejda J. Normy zużycia energii elektrycznej jako wskaźnik sprawności jej użytkowania, cz. III.

Sprawy organizacyjne NOT i stowarzyszeń. — Wśród książek i wydawnictw. — Kronika. — Biuletyn Centralnego Instytutu Dokumentacji Naukowo-Technicznej. — Przegląd Bibliograficzny Zagadnień Dokumentacji. — Przegląd Bibliograficzny Metrologii.

Redaktor naczelny inż. Tadeusz Czaplicki. — Wydawca: Naczelna Organizacja Techniczna. — Adres Redakcji i Administracji: Warszawa, Czackiego 3/5, tel. 895-10 do 18.

Druk, im. Rewolucji Październikowej, Warszawa, ul. Mińska 65

Papier, ilustr. — 86 × 122 — V 70. Zam. 856/52. 3-B-26733. Nakład 5.300. Rękopis otrzymany 18.VIII.52. Druk ukończono 15.X.52 r.

**Zobowiązania elektryków, złożone
dla poparcia programu wyborczego Frontu Narodowego
oraz dla uczczenia XIX Zjazdu WKP(b)
na zebraniach przygotowawczych
do II Kongresu Inżynierów i Techników Polskich**

Na zebraniach przedkongresowych NOT, niezależnie od zobowiązań powziętych w ramach załóg zakładów pracy,

742 inżynierów i techników elektryków

złożyło

220 zobowiązań grupowych i indywidualnych

wartości bezpośredniej 1 140 000 zł; przyniosą one gospodarce krajowej ok. 20 000 000 zł oszczędności.

Charakterystyka zobowiązań:

- | | | | |
|---|---|-----------------|----------------------|
| 1) nowe opracowania i ulepszenia | — | 64 zobowiązania | od 184 inż. i techn. |
| 2) skrócenie czasu produkcji i ulepszenie organizacji | — | 126 zobowiązań | od 469 " " |
| 3) usprawnienia remontów | — | 9 " " | od 39 " " |
| 4) szkolenie załóg | — | 21 " " | od 50 " " |

Dla zilustrowania powyższego zestawienia podajemy przykładowo treść niektórych zobowiązań:

K. Z. W. M. E.

Wprowadzenie metody suszenia kabli prądem stałym dla przyspieszenia i zwiększenia produkcji.

Inż. Kędziński (Bydgoszcz)

Opracowanie podstaw technicznych do zwiększenia mocy rozporządzalnej elektrowni wodnej o 1000 kW.

Pomorskie Z. W. A. N. N.

Wykonanie pozaplanowo pierwowzorów według wniosków racjonalizatorów:

- a) napęd przełącznika kierunku obrotów,
- b) styki przełącznika kierunku obrotów.

Opracowanie i wprowadzenie taśm montażowych do produkcji podstawowych typów aparatury.

Z. W. U. T. im. Komuny Paryskiej (Warszawa)

Zmniejszenie liczby braków nienaprawialnych o 15% drogą reorganizacji kontroli.

Z. Z. E. i Z. Z. S. (Szczecin)

Drogą walki o przejście przez szczyt jesienno-zimowy bez zakłóceń ruchu zwiększenie mocy rozporządzalnej o 3000 kW.

D. O. P. i T. (Katowice)

Zorganizowanie remontu linii telefonicznej tak, aby zaoszczędzić przewidziany na ten cel w budżecie kredyt 100 000 zł i 2694 godziny robocze.

Zespół Elektrowni (Poznań)

Zorganizowanie kursu praktycznego obsługi urządzeń kotłowych dla poprawy ekonomii ruchu i zmniejszenia zużycia węgla.

Wrocławskie Zjednoczenie Elektromontażowe

Przygotowanie 15 brygadzistów do egzaminu na majstra.