

63 Bibli.

PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

ORGAN
MINISTERSTWA ENERGETYKI, MINISTERSTWA PRZEMYSŁU MASZYNOWEGO,
STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH

ROK XXIX

ZESZYT 10

21.X.1953

„Polepszyć pracę instytutów naukowo-badawczych i pracę naukową wyższych uczelni, wykorzystać w większym stopniu siły naukowe w celu rozwiązania najważniejszych zagadnień rozwoju gospodarki narodowej, upowszechniania przodującego doświadczenia, zapewniając szerokie stosowanie w praktyce wynalazków naukowych. Wszechstronnie pomagać uczonym w opracowywaniu problemów teoretycznych wszystkich dziedzin wiedzy i utrwalić więź nauki z produkcją“.

Dyrektywy XIX Zjazdu KPZR

WYDAWNICTWO NACZELNEJ ORGANIZACJI TECHNICZNEJ

SPIS RZECZY

- Rozwój elektroenergetyki radzieckiej w ramach pięcioletniego planu ZSRR (1951—55).
- Fischer W. Problemy wyzyskania zasobów wodnych w kraju.
- Metal A., Statkiewicz J. Analiza założeń konstrukcyjnych licznika jednofazowego dla drobnego odbiorcy w świetle obecnych potrzeb gospodarczych.
- Myślicki A. Osiągnięcia radzieckie w dziedzinie wielkich układów przesyłowych.
- Hetman M. J. Polichlorek winylu jako materiał izolacyjny elektrotechniczny i jego znaczenie gospodarcze.
- Maison A. Właściwości tiokołu jako materiału elektrotechnicznego i jego znaczenie gospodarcze.
- Jankowski S. Nowe asortymenty kabli i przewodów w polichloru winylu i tiokołu oraz zakres ich zastosowania.
- Bobiński E. Doświadczenia telekomunikacji w zakresie instalacji i eksploatacji przewodów z izolacją polichlorowinyłową.
- Kumanowski M. Doświadczenie energetyki w zakresie instalacji i eksploatacji przewodów z izolacją polichlorowinyłową.
- Siwiński J. Automatyzacja głównego odwodnienia kopalni.
- Rodkiewicz W. Wyniki badań ślizgaczy trolejbusowych.
- Dwadzieścia lat pracy Stowarzyszenia Energoelektryków Radzieckich — WNI TOE.
- Krajowa konferencja w sprawie zastosowania kabli i przewodów w polichloru winylu i tiokołu.
- Stosowanie przewodów elektroenergetycznych i kabli telefonicznych w izolacji lub powłoce z tiokołu i polichloru winylu.
- Wydawnictwa nadesłane.
- Biuletyn Instytutu Elektrotechniki: Badania przepięć dynamicznych.
- Przegląd dokumentacyjny elektrotechniki.

СОДЕРЖАНИЕ

- Развитие советской электроэнергетики согласно пятому пятилетнему плану СССР (1951—1955).
- Фишер В. Проблемы использования водных ресурсов страны.
- Металь А., Статкевич Е. Анализ основ конструкции однофазного счетчика для мелкого потребителя в соответствии с нынешними хозяйственными нуждами.
- Мыслицкий А. Советские достижения в области электроэнергетических систем.
- Хетман М. Полихлорвинил как электротехнический материал и его хозяйственное значение.
- Мезон А. Свойства тиокола как электротехнического материала и его хозяйственное значение.
- Янковский С. Новый ассортимент кабелей и проводов в полихлорвиниловой и тиоколовой изоляции и область их применения.
- Бобинский Э. Опыты связи в области применения полихлорвиниловых проводов.
- Кумановский М. Опыт энергетике в применении проводов в полихлорвиниловой изоляции.
- Сивинский Е. Автоматизация главного водостлива каменноугольных копей.
- Родкевич В. Результаты исследования троллейбусных лыж.
- Двадцать лет деятельности ВНИТОЭ.
- Конференция по вопросам применения кабелей и проводов в полихлорвиниловой и тиоколовой изоляции.
- Применение электроэнергетических проводов и телефонных кабелей в изоляции или оболочке из полихлорвинила и тиокола.
- Поступившие публикации.
- Бюллетень Электротехнического Института: Исследование динамических перенапряжений.
- Библиографический Обзор Электротехники.

CONTENTS

- Development of Soviet electric power engineering within the scope of the USSR fifth five-year plan (1951—55).
- Fischer W. The problems of utilising Poland's water power resources.
- Metal A., Statkiewicz J. Review, in the light of prevailing economic requirements, of construction outlines of single-phase meters intended for small consumers.
- Myślicki A. Soviet achievements in electric power systems.
- Hetman M. J. Polyvinyl chloride as a dielectric, and its economic importance.
- Maison A. The properties and economic importance of thiokol as an electric material.
- Jankowski S. A new range of polyvinyl chloride and thiokol-insulated cables and conductors, and the scope of their application.
- Bobiński E. Telecommunication experience in the installation and operation of conductors with polyvinyl chloride insulation.
- Kumanowski M. The experience of power engineering in the installation and operation of conductors with polyvinyl chloride insulation.
- Siwiński J. Automatisation of the main colliery de-watering system.
- Rodkiewicz W. Bus pane test results. Twenty years of work of the WNI TOE — Association of Soviet Electric Power Engineers.
- Polish conference on the use of cables and conductors in polyvinyl chloride and thiokol sheaths.
- The use of polyvinyl chloride and thiokol sheathed power and telecommunication cables.
- Publications received.
- Bulletin of the Electrotechnical Institute: Dynamic overvoltage research. Electrical Bibliographic Review.

Warunki prenumeraty PRZEGLĄDU ELEKTROTECHNICZNEGO na 1954 r.

I. Prenumerata normalna

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

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

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

II. Prenumerata ulgowa

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

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

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

Prenumeratę można zgłaszać na okres kwartalny, półroczny i roczny.

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

Terminy zgłaszania prenumeraty ulgowej w kołach zakładowych i oddziałach Stowarzyszeń:

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

Terminy powyższe powinny być ściśle przestrzegane.

PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

ORGAN

MINISTERSTWA ENERGETYKI, MINISTERSTWA PRZEMYSŁU MASZYNOWEGO,
STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH

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

Rok XXIX

Warszawa, 21 października 1953 r.

Zeszyt 10

Rozwój elektroenergetyki radzieckiej w ramach piątego pięcioletniego planu ZSRR (1951–55)

1. Elektroenergetyka w obradach XIX Zjazdu KPZR.

Dyrektwy XIX Zjazdu Komunistycznej Partii Związku Radzieckiego w sprawie piątego pięcioletniego planu rozwoju ZSRR na lata 1951–1955, uchwalone w związku z referatem przewodniczącego Państwowej Komisji Planowania M. Saburowa, zawierają m. in. następujące postanowienia w dziedzinie elektroenergetyki i ważniejszych przemysłów, które dostarczają głównych urządzeń energetycznych:

„Złożyć w planie wzrost produkcji najważniejszych rodzajów produkcji przemysłowej w roku 1955 w porównaniu z rokiem 1950 w przybliżeniu w następujących rozmiarach:

węgiel	o 43%,
energia elektryczna	o 80%,
turbiny parowe	2,3 raza,
turbiny wodne	7,8 raza,
kotły parowe	2,7 raza“.

W innym miejscu dyrektywy polecają:

„W dziedzinie elektryfikacji zapewnić wysokie tempo przyrostu mocy elektrowni w celu pełniejszego zaspokojenia rosnących potrzeb gospodarki narodowej oraz potrzeb bytowych ludności w zakresie energii elektrycznej, a także w celu zwiększenia rezerw w układach energetycznych.

Zwiększyć w ciągu pięcioletnia łączną moc elektrowni w przybliżeniu dwukrotnie, a elektrowni wodnych — trzykrotnie, zapewniając w zakresie elektrowni ciepłych przede wszystkim rozbudowę czynnych przedsiębiorstw. Uruchomić wielkie elektrownie wodne, w tym Elektrownię Kujbyszewską o mocy 2100 tys. kW oraz Elektrownie Kamską, Gorkowską, Mingeczaurską, Ust-Kamieniorską i inne o łącznej mocy 1916 tys. kW. Zbudować i uruchomić linię wysokiego napięcia Kujbyszew-Moskwa. Wzmocnić tempo budowy Stalingradzkiej, Kachowskiej i Nowosybirskiej elektrowni wodnych, rozpocząć budowę nowych wielkich elektrowni wodnych: Czeboksarskiej na Woldze, Wołkińskiej na Kamie, Buchtarminskiej na Irtyżu i szeregu innych¹⁾.

Rozpocząć prace nad wyzyskaniem zasobów energetycznych rzeki Angary²⁾ w celu rozbudowy przemysłu aluminiowego, chemicznego, górniczego i innych gałęzi przemysłu opartych na taniej energii elektrycznej i miejscowych źródłach surowcowych.

W celu poważnej poprawy zaopatrzenia Południa, Uralu i Zalgłębia Kuźnieckiego w energię elektryczną zapewnić znaczny wzrost mocy okręgowych i fabrycznych elektrowni ciepłych na tych terenach. Jednocześnie z budową wielkich elektrowni budować nieduże oraz średnie elektrownie, aby zapewnić zaopatrzenie miast i okręgów w energię elektryczną.

W związku z zadaniami dalszego uprzemysłowienia kraju zapewnić 2–2,5-krotny wzrost produkcji energii elektrycznej w Litewskiej SRR, Łotewskiej SRR i Estońskiej SRR; zbudować Narwską Elektrownię Wodną, Ryską Elektrownię Ciepłą oraz wzmocnić tempo budowy Kaunaskiej Elektrowni Wodnej.

Wykonać prace związane ze sporządzeniem projektów i badaniami nad budową elektrowni wodnych w republikach nadbałtyckich.

¹⁾ Przewiduje się następujące terminy uruchomienia tych wielkich budowli elektroenergetycznych:

Elektrownia Kujbyszewska (2100 tys. kW)	— 1955 r.,
„ Stalingradzka (1700 tys. kW)	— 1956 r.,
„ Kachowska (250 tys. kW)	— 1956 r.,
Linia Kujbyszew-Moskwa (400 kV, 925 km)	— 1955 r.,
Linia Stalingrad-Moskwa (400 kV, 1000 km)	— 1956 r.

Ust-Kamieniorską elektrownię wodną na rzece Irtyżu w Kazachstanie oddano do użytku w lipcu rb.; elektrownia Mingeczaurska na Kaukazie ma być oddana jeszcze w roku bieżącym.

²⁾ Pełne wyzyskanie zasobów energetycznych Angary może dać rocznie ponad 60 mld. kWh taniej energii elektrycznej.

Zapewnić budowę elektrowni-ciepłowni i sieci ciepłych w celu urzeczywistnienia zakrojonego na szeroką skalę ciepłownictwa w miastach i przedsiębiorstwach przemysłowych.

Stosować na szeroką skalę automatyzację procesów produkcyjnych w elektrowniach. Zakończyć całkowitą automatyzację okręgowych elektrowni wodnych oraz przystąpić do wprowadzenia telemechanizacji w układach energetycznych“.

W dziedzinie największej grupy odbiorców energii elektrycznej, a mianowicie przemysłów najbardziej energochłonnych, dyrektywy przewidują następujące procentowe przyrosty produkcji w okresie 1951–1955 r. w poszczególnych grupach wyrobów przemysłowych:

urządzenia produkcyjne dla przemysłów	
i obiekty komunikacyjne	— od 19 do 280%,
podstawowe surowce przemysłowe	— od 64 do 170%,
artykuły konsumpcyjne	— od 46 do 110%.

Równolegle ze zwiększeniem produkcji przemysłowej i podniesieniem stopnia zelektryfikowania przemysłu ma nastąpić znaczne rozszerzenie zastosowania energii elektrycznej w rolnictwie (m. in. przez zastosowanie traktorów elektrycznych i rozpowszechnienie nowych typów maszyn rolniczych zelektryfikowanych), ma być w dalszym ciągu rozwijana elektryfikacja linii kolejowych, przy czym długość łączna linii zelektryfikowanych w obecnym planie pięcioletnim ma wzrosnąć 4-krotnie, m. in. ma być całkowicie zelektryfikowany węzeł kolejowy moskiewski.

Również ma być zwiększone spożycie energii elektrycznej dla potrzeb bytowych ludności.

Rezolucja XIX Zjazdu KPZR kończy się stwierdzeniem: „Obecny (piąty) plan pięcioletni ujawnia ponownie wobec całego świata wielką siłę żywotną socjalizmu, zasadniczą wyższość socjalistycznego systemu gospodarki nad systemem kapitalistycznym. Ten plan pięcioletni jest planem pokojowego budownictwa gospodarczego i kulturalnego“.

2. Osiągnięcia dotychczasowe w realizacji piątego planu pięcioletniego w zakresie elektroenergetyki. Postęp techniczny w elektroenergetyce radzieckiej³⁾.

Pierwsze lata w okresie obecnego planu pięcioletniego przyniosły dalszy poważny wzrost mocy zainstalowanej w elektrowniach i poważny wzrost produkcji energii elektrycznej, np. w samym roku 1951 oddano w ZSRR do eksploatacji około 3 mln. kW nowych mocy. Jest to więcej niż wynosił moc zainstalowaną wszystkich elektrowni w takich oddawna zelektryfikowanych krajach zachodnich, jak Szwajcaria, Belgia lub Holandia. W ten sposób moc elektrowni radzieckich podległych Ministerstwu Elektrowni była w r. 1952 blisko dwukrotnie wyższa od mocy zainstalowanej w r. 1940, a moc elektrowni-ciepłowni wzrosła w tym czasie więcej niż dwukrotnie.

Produkcja energii elektrycznej wyniosła w r. 1952 117 mld. kWh (wykonanie planu w 100,9%). Jest ona w stosunku do przedwojennego roku 1940 większa około 2,4 raza, a na głowę ludności przeszło dwukrotnie większa⁴⁾.

Jak w górnictwie, hutnictwie i szeregu dalszych przemysłów, tak i w energetyce udział wschodnich terenów ZSRR (europejskich terenów na wschód od Wolgi i terenów azjatyckich) wyniósł dla produkcji energii elektrycznej ponad 40%. Jest to rezultat wcielania w życie leninowsko-stalinowskiej polityki naro-

³⁾ Szerzow S. F. Leninsko-stalinskaja elektrifikacja SSSR. Gosenergoizdat, 1951.

⁴⁾ Na posiedzeniu V sesji Rady Najwyższej ZSRR (8.VIII.53) G. M. Malenkov podał jako planowaną na rok 1953 produkcję energii elektrycznej w wysokości 133 mld. kWh, a więc 2,8 raza więcej niż w r. 1940 (ostatnim roku przedwojennym) i 45 razy więcej niż w roku gospodarczym 1924/25.

dowościowej, dzięki której usunięto nierówność w rozwoju gospodarczym i kulturalnym między bardziej zagospodarowanymi okręgami Rosji centralnej a bardziej zacofanymi okręgami kresowymi.

Już w trakcie wykonywania bieżącego planu pięcioletniego produkcja energii elektrycznej wzrosła o 28,9%, co wynika z porównania osiągnięć w latach 1952 i 1950.

Udział elektrowni wodnych w produkcji energii jest z roku na rok coraz większy; produkcja ich w r. 1952 była 2,9 razy większa niż w r. 1940 (dla wszystkich elektrowni 2,4). Wzrost udziału elektrowni wodnych pozwala zaoszczędzić dużo paliwa i pociąga za sobą obniżenie kosztu własnego energii elektrycznej.

Obserwuje się dalszy rozwój ciepłownictwa w dużych miastach i przedsiębiorstwach przemysłowych, z czym związane jest ustalenie dalszych turbozespołów ciepłowniczych w szeregu siłowni istniejących. Plan dostawy energii cieplnej odbiorcom został wykonany w r. 1952 w 107,3%, co stanowi wzrost w pierwszych 2 latach bieżącego planu pięcioletniego o 36,1%, i wynosi trzykrotnie więcej niż w r. 1940.

Poważne osiągnięcia ma elektroenergetyka radziecka w dziedzinie obniżenia wskaźników techniczno-ekonomicznych w elektrowniach (przede wszystkim zmniejszenie zużycia paliwa i energii elektrycznej na potrzeby własne).

Zużycie umownego paliwa na 1 kWh obniżyło się w zakładach podległych Ministerstwu Elektrowni z 596 g/kWh w roku 1940 do 519 g/kWh w roku 1952, a ponadplanowa oszczędność paliwa wyniosła w jednym tylko roku 1952 około 500 tys. ton. Pierwszy kwartał roku 1953 przyniósł dalszą poprawę w tym kierunku — obniżenie jednostkowego zużycia paliwa do 498 g/kWh. Jest to następstwem z jednej strony coraz większego stosowania wysokich parametrów pary, na których w roku ubiegłym pracowała już 1/3 mocy zainstalowanej w elektrowniach; z drugiej strony jest to następstwem coraz szerzej przeprowadzanej modernizacji starszych kotłów o średnich ciśnieniach w zakładach istniejących (stosowanie dodatkowego ekranowania palenisk oraz dodatkowych powierzchni ogrzewalnych w dalszym obiegu spalin).

Jednym z zakładów przodujących w dziedzinie poprawy podstawowych wskaźników jest Elektrownia Okręgowa Kaszyrska⁵⁾, która obniżała zużycie paliwa (umownego) w następującym stopniu:

w roku 1933	613 g/kWh,
„ 1940	523 „
„ 1951	494 „
„ 1952	483 „

W tym samym okresie dwudziestolecia 1933—52 zużycie energii elektrycznej na potrzeby własne zakładu zmalało z 10,7 do 6,32%, a więc blisko o 40%. W kotłowni elektrowni kaszyrskiej osiąga się sprawność kotła brutto 93%, a temperaturę spalin uchodzących około 135—140°C. Średnia roczna sprawność maszynowni wzrosła dla całej elektrowni z 27,5% w roku 1933 do 29,1% w roku 1951, dla nowszej zaś części elektrowni wyniosła nawet 29,3%. Wprowadzenie pewnych zmian w obiegu ciepłym istniejących turbin 50-megawatowych pozwoliło na podwyższenie ekonomicznej mocy turbiny z 43 do 50 MW przy obniżeniu zużycia ciepła o 4,4%, tj. do 2810 kcal/kWh. Tak znaczne osiągnięcia techniczno-ekonomiczne uzyskano przez zbiorowy wysiłek całej załogi elektrowni i stałe jej szkolenie. W samym tylko roku 1951 przeszkolono na kursach technicznych i w szkołach stachanowskich około 700 pracowników. Poza tym opracowano normy i wskaźniki dla stałej kontroli wielu mniej ważnych procesów elektrowni. Wymienione osiągnięcia elektrowni kaszyrskiej nie są ostateczne. Przy pomyślnym rozwiązaniu różnych zagadnień załoga spodziewa się obniżyć zużycie umownego paliwa do 455—460 g/kWh.

W wielu zakładach radzieckich rozpowszechniony jest z inicjatywy załogi jednej z elektrowni moskiewskich system zbiorowego współzawodnictwa załogi o oszczędność paliwa i energii elektrycznej.

Ciepłownictwo radzieckie, które od czasu uruchomienia pierwszej linii wielkowiejskiej w Leningradzie ma za sobą 28-letnią historię, może poszczycić się dalszymi wielkimi osiągnięciami w zakresie oszczędnego wyzyskania paliwa. W obecnych warunkach radzieckich wytworzenie ilości ciepła wynoszącej 1 Gcal pobieranego z upustu turbiny średnioprężnej daje oszczędność około 140 kg umownego paliwa, z czego oszczędność 75 kg należy przypisać skojarzonemu wytwarzaniu ciepła i energii elektrycznej, a 65 kg centralizacji wytwarzania ciepła. W wielkich elektrowniach-ciepłowniach radzieckich wyposażonych w urządzenia cieplne na wysokie parametry pary oszczędność ta dochodzi do 170 kg umownego paliwa.

⁵⁾ Wasiljew N. S. Kollektiwy Kaszyrskoj GRES w borbie za uluczeniej techniko-ekonomicznych pokazatelej (Elektr. St., 1952, 6., str. 5—11).

W elektrowniach wodnych zakończono w roku 1952 automatyzację wszystkich turbozespołów znajdujących się w eksploatacji, a ponad 50% elektrowni (pod względem mocy zainstalowanej) przeszło na system sterowania zdalnego.

Ważnym dla gospodarki narodowej czynnikiem jest dostawa energii elektrycznej i cieplnej bez zakłócenia ruchu. W roku 1952 ogólna liczba zakłóceń w ruchu elektrowni radzieckich była niższa niż w roku ubiegłym, a wiele dużych elektrowni, między innymi wspomniana Kaszyrska, pracowało przez cały rok bez żadnych zakłóceń. Taka praca możliwa jest jedynie przy bardzo sumiennym i co najmniej dobrym wykonywaniu wszelkich remontów — kapitalnych i bieżących.

W następstwie mechanizacji i automatyzacji procesów w elektrowniach, szkolenia załóg oraz rozwoju socjalistycznego współzawodnictwa pracy wydajność pracy w eksploatacji wzrosła w roku 1952 o 8,3% w porównaniu z rokiem poprzednim, w porównaniu zaś z rokiem 1940 — ponad 1,5 raza. Automatyzacja podstawowych procesów w kotłowniach radzieckich elektrowni ciepłych (dostarczanie paliwa i wody, regulacja obciążenia itp.) objęła w roku 1952 ponad 61% kotłów (według mocy), zastępując ciężką pracę palacza pracą urządzeń samoczynnych, nadzorowanych przez maszynistę kotłowego.

Wzrost wydajności pracy w budownictwie elektroenergetycznym był w roku 1952 jeszcze wyższy, wyniósł bowiem w porównaniu z rokiem ubiegłym 13,3%, dzięki przede wszystkim powiększeniu wyposażenia maszynowego na budowach i wzrostowi mechanizacji zwłaszcza na wielkich budowach.

Przeciętny koszt własny energii elektrycznej obniżył się w roku 1952 o 10%, a ponadplanowa oszczędność z tego tytułu w Ministerstwie Elektrowni przyniosła gospodarce narodowej około 80 mln. rubli.

W roku bieżącym będzie uruchomiona pierwsza wielka elektrownia cieplna o parametrach pary dotychczas nie stosowanych w Związku Radzieckim — 170 ata, 550°C.

Poważne osiągnięcia wykazują przemysły ciężkich maszyn wirujących. Leningradzkie zakłady im. Stalina wyprodukowały turbinę jednowałową o mocy 150 MW, a zakłady „Elektrosila“ im. Kirowa wykonały generator do tej turbiny⁶⁾. Uruchomiona w roku ubiegłym Cymlańska Elektrownia Wodna (160 MW) na kanale Wołga-Don została wyposażona w turbozespoły o sprawnościach wyższych od dotychczas osiągniętych dla turbozespołów wodnych.

W parze z rozwojem jakościowym produkcji kotłów i turbozespołów (wyższe parametry pary, moce i sprawności) idzie szybki dotychczasowy rozwój ilościowy ciężkiego przemysłu maszynowego i elektrotechnicznego. W okresie 4 lat 1948—51 obserwujemy w leningradzkim okręgu przemysłowym, będącym jednym z głównych dostawców tych maszyn i urządzeń, następujący wzrost produkcji:

turbin parowych	6,4 raza,
turbin wodnych	1,8 „
turbogeneratorów	3,5 „
silników dyzelskich	5,7 „

Produkcja wszelkiej aparatury elektrycznej wzrosła w okresie 1940—51 3,6 raza.

3. Rozwój budownictwa elektroenergetycznego w Związku Radzieckim⁷⁾.

Przewodniczący Rady Ministrów G. I. Malenkov w następujący sposób określił na XIX Zjeździe KPZR drogi rozwojowe gospodarki radzieckiej:

„Zadanie organizacji partyjnych, gospodarczych i związkowych polega na tym, żeby szybciej usuwać przyczyny przeszkadzające wzrostowi wydajności pracy i zapewniać we wszystkich gałęziach gospodarki narodowej, w każdym przedsiębiorstwie, na każdym odcinku produkcji wykonanie i przekroczenie zadań w dziedzinie wzrostu wydajności pracy. Trzeba zdecydowanie usuwać niedociągnięcia w dziedzinie wykorzystania posiadanej przez nas bogatej techniki, wytrwale wprowadzać w życie program mechanizacji kompleksowej i automatyzacji procesów produkcyjnych, stosować szerzej we wszystkich gałęziach gospodarki narodowej najnowsze osiągnięcia nauki i techniki, doskonalić systematycznie formy i metody organizacji pracy i produkcji, usprawniać wykorzystanie siły roboczej⁸⁾”.

Realizacja tych idei w kolejnych planach wieloletnich przyniosła w czwartym pięcioleciu (1946—50) ponad 200 nowych typów maszyn do mechanizacji pracy w wielkim budownictwie, w czym tak bardzo zainteresowane są m.in. wielkie budowle elektrowni cieplnych i wodnych. Używane dotychczas wielkie koparki

⁶⁾ Z tych wytwórni pochodzą turbozespoły o mocy po 50 MW zainstalowane w niedawno uruchomionej elektrowni Jaworzno 11.

⁷⁾ Wieloletnienna programma razwitiya elektryfikacii SSSR. Elektrizestwo, 1952, 11, str. 3—5.

⁸⁾ Nowe Drogi, numer specjalny, październik 1952 r., str. 38.

kroczące o pojemności czerpaka 14 m³, wadze własnej 1250 t, długości wysięgnicy do 75 m i o rocznej zdolności przerobowej 2,5 mln. m³ ziemi, zastępujące (każda) pracę 7000 ludzi, przestaly być osiągnięciem szczytowym uralskiego przemysłu maszynowego, gdyż zakończono już opracowanie konstrukcyjne większej koparki o pojemności czerpaka 20 m³ przy długości wysięgnicy do 65 m. Koparka tego typu będzie mogła za jednym obrotem w ciągu 1 minuty przenieść do 35 t ziemi na odległość ponad 100 m. Konstruktorzy radzieccy pracują ostatnio nad konstrukcją koparki o pojemności 35 m³, przy długości wysięgnicy do 100 m. Na budowach hydroenergetycznych są w użyciu pompy ziemne o wydajności 750 m³ gruntu na godzinę i zautomatyzowane wytwórnie betonu o wydajności 4000–6000 t na dobę.

Na placach budowy różnych elektrowni mechanizacja ciężkich robót budowlanych osiągnęła następujące poziomy: roboty ziemne do 92%, przygotowanie betonu do 98%, samo betonowanie do 93%, montaż konstrukcji stalowych do 86,4%. Podstawowym zadaniem mechanizacji budownictwa jest jednakże przejście od mechanizacji poszczególnych procesów do mechanizacji kompletnej. W tym celu budownictwo przemysłowe otrzyma wielkie ilości maszyn w bieżącym planie pięcioletnim: m. in. wyposażenie w koparki ma wzrosnąć 2,5-krotnie, a w różne dzwigi ruchome 4,5-krotnie.

Poprawa w organizacji robót przyniosła w roku 1952 wzrost wydajności pracy w dziedzinie budownictwa energetycznego o 13%.

Nakłady inwestycyjne na zwiększenie mocy zainstalowanej w elektrowniach były w roku 1952 o 23% wyższe niż w roku poprzednim. Realizacja tych nakładów dała w tym roku przyrost mocy zainstalowanej w turbozespolach o 22%, a w kotłach parowych o 15% wyższy niż w roku 1951. W roku 1953 przyrosty mocy elektrowni, podstacji i linii przesyłowych będą jeszcze większe. Jak konieczna jest wszechstronna wysoka mechanizacja budownictwa energetycznego, świadczy fakt, że plan 1953 r. wymaga wykonania nie mniej niż 160 mln. m³ robót ziemnych, ułożenia około 5 mln. m³ betonu i zmontowania ponad 250 000 t konstrukcji stalowych. Zakres prac budowlano-montażowych wykonywanych obecnie przez przedsiębiorstwa Ministerstwa Elektrowni jest 5-krotnie większy od zakresu prac, które w roku 1940 wykonywały ówczesne przedsiębiorstwa Ludowego Komisarjatu Budownictwa.

Wielki postęp w budownictwie elektrowni radzieckich zapewniło stosowanie projektów budowlanych typowych. Dzięki dotychczasowym osiągnięciom w tej dziedzinie skrócono czas przygotowania dokumentacji projektowo-kosztorysowej 2–3-krotnie. Z 21 rodzajów budowli trwałych w elektrowniach ciepłych objęto dotychczas typizacją 18, a ponadto objęto również wszystkie rodzaje budowli czasowych. W elektrowniach ciepłych kubatura budowli, wykonywanych w roku 1953 według projektów typowych, wyniesie już 65–75% całości prac budowlanych.

W wielkim budownictwie elektrowni stosuje się w coraz większym stopniu metody przemysłowe przez rozbudowę specjalnych ośrodków zaopatrzeniowych i pomocniczych zakładów wytwórczych, dzięki czemu unika się drobniejszych zakładów wytwórczych na samych placach budowy i mniejsza zakres robót także. Taką scentralizowaną produkcją obejmuje się duże ilości elementów konstrukcji stalowych, wyrobów żelazobetonowych, pomocniczego wyposażenia kotłów oraz rurociągi. Dalszym krokiem do „uprzemysłowienia” placów budowy jest stosowanie ruchomych wytwórni betonu, ruchomych kotłowni i podstacji transformatorowych. W roku bieżącym rozpoczęto stosowanie budynków przygotowanych metodą fabryczną, takich np. jak warsztaty budowy, magazyny, garaże, wszystkie budynki o szkieletach stalowych. Dla poprawy warunków bytowych pierwszych partii robotników, przybywających na nowoorganizowany plac budowy, stosuje się budynki przenośne. Wszystkie tego rodzaju środki przyczyniają się do skrócenia terminów wykonania i do obniżenia kosztów samej budowy, co wyraźnie podkreślają następujące wyniki uzyskane przez przedsiębiorstwa budowy elektrowni w I kwartale 1953 r. w porównaniu z I kwartałem roku ubiegłego:

nakłady inwestycyjne	108%,
wykonanie prac budowlano-montażowych	111%,
przyrost mocy w turbozespolach	212,8%,
przyrost mocy w kotłach parowych	103,8%.

4. Rozwój elektryfikacji rolnictwa radzieckiego 9).

O szybkim i ogromnym rozwoju samego rolnictwa radzieckiego, które dźwigać się musiało ze zniszczeń wojennych i nadrabiać straty wywołane dotkliwą posuchą w pierwszym powojennym roku 1946, świadczy wzrost powierzchni pól uprawnych w roku 1952 o 5,3 mln. ha w porównaniu ze stanem przedwojennym. Świadczy o tym również urodzaj zbóż w roku 1952 w wy-

sokości 8 mlrd. pudów, jak również wzrost zbiorów jednej z głównych upraw — pszenicy — o 48% w okresie od 1940 do 1952 r. Obserwowany jest równoległy wielki wzrost upraw roślin przemysłowych, np. produkcja bawełny w roku 1951 przewyższyła produkcję z roku 1940 o 46%, podobnie wzrost produkcji buraka cukrowego wyniósł 31%. W ogólnym bilansie wartość produkcji roślin przemysłowych stanowi obecnie 40% wartości produkcji rolniczej.

Tak wielki rozwój produkcji rolniczej nie byłby możliwy bez jednoczesnego rozwoju mechanizacji i elektryfikacji różnych czynności zarówno w uprawie roli, jak i w hodowli oraz w przetwórstwie. Już w roku 1950 w gospodarce rolniczej spółdzielczej stosowano ponad 75 tys. silników elektrycznych o łącznej mocy ponad 400 tys. kW. W roku następnym z energii elektrycznej korzystało ponad 30 tys. gospodarstw spółdzielczych i ponad 6 tys. stacji maszynowo-tractorowych (MTS). Jak wielkie znaczenie gospodarce ma dalszy rozwój elektryfikacji rolnictwa, dowodzi to, że 1000 kWh oszczędza w gospodarstwie spółdzielczym pracę ludzką w ilości 350 dniów roboczych i pracę koni w ilości 100 dniów. Przedstawiając to samo zagadnienie w innym ujęciu, źródła radzieckie podają, że po pełnej elektryfikacji gospodarstwa spółdzielczego o 200 zagradach potrzeba tylko 14 000 dniów roboczych pracy ludzkiej tj. tylko 20% tego, co było potrzebne przed zelektryfikowaniem gospodarstwa. Ponadto pełna elektryfikacja pozwala zaoszczędzić 4 400 dniów w zaprzęgach koni-skich względnie 30% paliwa płynnego.

W obecnym stadium gospodarki rolnej radzieckie spółdzielnie rolnicze są bardzo zainteresowane w dalszym rozwoju elektrowni wiejskich (kolchozowych), w których moc zainstalowana wzrosła w okresie 1940–51 z górą trzykrotnie. W okresie czwartego planu pięcioletniego (1946–50) przybywało rolnictwu 3 do 4 tysięcy małych elektrowni kolchozowych, w większości wodnych, a poza tym ciepłych opartych na paliwie miejscowym; przyrost mocy zainstalowanej w ciągu pięciolecia wyniósł około 1 mln. kW. Są obecnie okręgi, w których wszystkie gospodarstwa rolnicze, spółdzielcze i państwowe, jak również stacje maszynowo-tractorowe, są w pełni zelektryfikowane; w niedalekiej przyszłości całe obwo- dy Związku Radzieckiego (jak np. Mołotowski) będą miały całkowicie zelektryfikowane rolnictwo, co przyniesie bardzo znaczny niekiedy dziesięciokrotny wzrost wydajności pracy, jak również wzrost stopy życiowej i kultury ludności wiejskiej, przy stopniowym usuwaniu istotnych różnic między miastem i wsią.

W okresie poprzedniego planu pięcioletniego zaobserwowano wielki postęp w mechanizacji rolnictwa i w związku z tym wielki rozwój stacji MTS, których przybyło w tym czasie łącznie 1546, przy wzroście łącznej mocy ciągników o 59%, a kombajnów o 51%. W latach obecnego planu pięcioletniego (1951–55) moc wyposażenia traktorowego wzrosła o 50% przy jednoczesnym podwyższeniu ich dziennej wydajności pracy również o 50%.

W roku 1952 powstał nowy typ stacji elektromaszynowo-tractorowej, opartej przeważnie na napędzie elektrycznym i zaopatrzanej między innymi w ciągniki gąsienicowe o takim napędzie. Energia elektryczna, która dotychczas zasilala wyłącznie urządzenia nieruchome w gospodarstwie rolnym, zaczyna zasilać ruchome urządzenia polowe. Wielkie tego znaczenie jest jasne, jeżeli się uwzględni, że prace polowe pochłaniają w rolnictwie ok. 40% robocizny. Doświadczalną partię traktorów elektrycznych oddano do użytku jeszcze w roku 1949. Traktory te, pracując w kilku europejskich obwodach Związku Radzieckiego, obrobiły ponad 60 tys. ha ziemi uprawnej, wykonując poza orką takie prace, jak siew, bronowanie i kultywację. Maszyny tego typu zużywają 45 kWh na obróbkę 1 ha, co przynosi gospodarce narodowej oszczędność 18 kg płynnego paliwa na każdym hektarze. Elektryczny traktor doświadczalny typu ЭТ-5 jest — w porównaniu z traktorem wyposażonym w silnik dyzelski — cięższy o 30%, wliczając już wagę kabla. Usiłowania konstruktorów radzieckich zmierzają w tym kierunku, aby zmniejszyć ciężar własny traktora elektrycznego (łącznie z kablem) do ciężaru traktora z silnikiem cieplnym. Jednym ze sposobów zmierzających w tym kierunku ma być obniżenie wagi samego kabla przez podwyższenie napięcia znamionowego. W sprawie zasilania elektrycznych silników traktorowych prowadzone są badania nad zastosowaniem systemu prądu jednofazowego oraz prądu stałego z przewodami trolejowymi. Również opracowywane jest zagadnienie rozdzielczych sieci polowych lżejszego typu.

Problem dalszej elektryfikacji rolnictwa radzieckiego znalazł następujące naświetlenie w „Dyrektywach XIX Zjazdu”: „Uważać za jedno z najważniejszych zadań zastosowanie traktorów elektrycznych i maszyn rolniczych o napędzie elektrycznym, zwłaszcza na terenach posiadających wielkie elektrownie wodne”.

W ten sposób rolnictwo radzieckie dochodzi do pełnej elektryfikacji.

9) Za dalszejszy moszczyj podjom sielskoj elektrifikacji. Elektrif. chrestno, 1953, 4, str. 3–5.

Rozwój elektrowni kolchozowych przyniósł szereg nowych osiągnięć technicznych. W okolicach dysponujących nadającymi się do eksploatacji złożami paliw miejscowych pojawia się nowy typ kolchozowej siłowni ciepłej o gospodarce skojarzonej dla dostarczania gospodarstwu rolnemu ciepła i energii elektrycznej. W dziedzinie elektrowni wiatracznych pojawiają się nowe lepsze od dotychczasowych rozwiązania. Szybkoobrotowy silnik napędzany kołem wiatracznym o średnicy 18 m na urządzenie do utrzymania stałej liczby obrotów. Silnik taki napędza prądnice synchroniczną, a całość przystosowana jest do pracy równoległej z kolchozowymi elektrowniami cieplnymi lub wodnymi, względnie z innymi elektrowniami wiatracznymi.

Przebiegła moc elektrowni wiejskiej wzrosła w poprzednim planie pięcioletnim 1,77 raza, a elektrowni wiejskiej wodnej 2 razy. W ostatnich latach wybudowano szereg elektrowni wiejskich o mocach 1000—2000 kW, a nawet więcej. Uruchomiona np. w lutym br. w obwodzie riazzańskim Rassypuchinśka Elektrownia Wodna ma moc zainstalowaną 2000 kW i jest jednym z największych zakładów wiejskich w Związku Radzieckim. Wybudowano ją staraniem 60 kolchozów przy dużej pomocy finansowej ze strony państwa w formie długoterminowego kredytu. Energia z tej elektrowni będzie oddawana do 130 wsi, 532 gospodarstw hodowlanych i 12000 domów kolchozowych; umożliwi to całkowitą mechanizację wszystkich podstawowych robót rolnych.

W celu obniżenia kosztu własnego energii elektrycznej i podwyższenia pewności zasilania odbiorców rolniczych tworzy się w Związku Radzieckim „wiejskie układy energetyczne”, na które pracują elektrownie kolchozowe różnych typów łącznie z wiatracznymi. W układach tych będzie szeroko zastosowana automatyzacja i telemechanizacja, co z jednej strony podwyższy niezawodność ich pracy, z drugiej pozwoli na znaczne zmniejszenie personelu obsługującego. Wymaga to rozwiązania szeregu zagadnień również w instytutach naukowych, gdyż systemy automatyki i sterowania zdalnego, stosowane w wielkich układach energetycznych i w wielkich elektrowniach, nie nadają się do znacznie mniejszych urządzeń wiejskich. Aparatura do automatyki i sterowania zdalnego w wiejskich układach energetycznych musi być niemniej nowoczesna i pewna w działaniu, lecz prostsza w budowie i obsłudze, a przede wszystkim tańsza. Duże znaczenie ma automatyka i sterowanie zdalne dla prac związanych z nawodnianiem terenów rolniczych.

Specjalnie szerokie perspektywy dla elektryfikacji wiejskiej otwierają się na terenach zasilanych z wielkich elektrowni wodnych. Uruchomiona w roku 1955 Kujbyszewska Elektrownia Wodna odda do tych celów oraz do nawodniania gruntów na terenach zawołżańskich 1,5 mlrd. kWh.

5. Walka o dalszy postęp w podniesieniu poziomu eksploatacji urządzeń elektroenergetycznych.

Zarysowany w dyrektywach XIX Zjazdu KPZR gigantyczny program rozwoju gospodarki radzieckiej w bieżącym planie pięcioletnim stawia przed energetykami radzieckimi zadania dwukrotnego wzrostu mocy zainstalowanej w elektrowniach i podwyższenia produkcji energii elektrycznej o 80%. Podjęcie tak olbrzymich zadań czyni z energetyków radzieckich czołowych budowniczych komunizmu i nakłada na nich poważny obowiązek zapewnienia pracy elektrowni i sieci bez zakłóceń w stopniu tak wysokim, jak w żadnej innej gałęzi przemysłu. Wyrazem pewnego osiągniętego już postępu w tym kierunku jest wspomniane wyżej zmniejszenie łącznej rocznej liczby zakłóceń na terenie zakładów energetycznych Związku Radzieckiego w roku 1952 w porównaniu z rokiem poprzednim.

Droga do powszechnego zmniejszenia zakłóceń w pracy urządzeń prowadzi przez podwyższenie poziomu kulturalno-technicznego pracowników fizycznych energetyki, którzy przez masowe szkolenie i masowe socjalistyczne współzawodnictwo pracy zmniejszają dystans dzielący ich od poziomu personelu technicznego, zacierając stopniowo różnicę między pracą umysłową a pracą fizyczną. Ważność tego zagadnienia oświeśla Stalin w ogólnej formie w swej pracy „Ekonomiczne problemy socjalizmu w ZSRR” w następującej formie:

„Co by się stało, gdyby nie poszczególne grupy robotników, lecz większość robotników podniosła swój poziom kulturalno-techniczny do poziomu personelu inżyniersko-technicznego? Nasz przemysł wzniósłby się wówczas do wyżyn nieosiągalnych dla przemysłu innych krajów. Nie da się zatem zaprzeczyć, że zniesienie istotnej różnicy między pracą umysłową a fizyczną przez podniesienie poziomu kulturalno-technicznego robotników do poziomu personelu technicznego nie może nie mieć dla nas pierwszorzędного znaczenia”.

Szkolenie techniczne pracowników energetyki ma na celu nie tylko pogłębienie wiadomości technicznych, lecz także poważne zdyscyplinowanie personelu i polepszenie organizacji jego pracy.

Wydane w roku 1940 „Zasady technicznej eksploatacji elektrowni i sieci” przyczyniły się do ogromnych osiągnięć w rozwoju energetyki radzieckiej. Od tego czasu technika radziecka zrobiła tak wielkie postępy, a urządzenia energetyczne w ZSRR tak się rozrosły, że zaszła konieczność wydania nowych — bardziej aktualnych — „zasad eksploatacji”, które ukazały się drukiem w pierwszym kwartale roku bieżącego.

Przepisy te, jak również zarządzenie Ministra Elektrowni z grudnia 1952 roku, wskazują drogi do osiągnięcia bezzakłóconej i bardzo ekonomicznej pracy elektrowni i sieci. Przepisy nakładają — przede wszystkim na kierowników układów energetycznych, elektrowni i sieci — obowiązek zaznajomienia wszystkich pracowników energetyki z nowymi zasadami eksploatacji i położenie szczególnego nacisku na szkolenie dyżurnego personelu. Stroną wykonawczą postanowień w sprawie szkolenia zajmują się specjalny okólnik Ministerstwa Elektrowni p.t. „O organizacji zajęć z dyżurnym personelem elektrowni i sieci”. Zajęcia te mają m. in. na celu usunięcie stwierdzonej jeszcze w niektórych zakładach niedostatecznej znajomości urządzeń obsługiwanych przez pracowników. Wszelkie zadania szkolenia przeciwzakłóceniewego powinny być rozwiązywane nie w salach szkolnych, lecz w odpowiednich działach produkcyjnych (np. kotłownia, maszynownia, rozdzielnie potrzeb własnych elektrowni), przy czym każdorazowo powinien brać w nich obowiązkowo udział kierownik odpowiedniego działu. Zajęcia te mają być prowadzone według z góry ustalonego programu.

Jak ważnym elementem w podniesieniu eksploatacji na wyższy poziom jest szkolenie personelu, dowodzi analiza zakłóceń zaszłych w ubiegłych latach. Zakłócenia te w większości wypadków spowodowane były naruszeniem instrukcji i zasad obsługi urządzeń.

Oddzielne zadania stawia personelowi eksploatacyjnemu konieczność dalszego obniżenia zużycia paliwa i zmniejszenia zużycia energii elektrycznej na potrzeby własne zakładów.

Postęp techniczny jest obok szkolenia personelu drugim czynnikiem, stwarzającym coraz lepsze warunki do podniesienia poziomu eksploatacji. W końcu roku 1952 już 68% kotłów (pod względem produkcji pary w siłowniach) miało samoczynne urządzenia do regulacji procesu spalania, a 90% miało samoczynną regulację zasilania wodą.

6. Wzmocnienie nadzoru ze strony państwowej inspekcji energetycznej.

Charakterystyczna — jedynie w elektroenergetyce — jednoczesność wytwarzania, rozdziału i spożycia produktu (energii elektrycznej) wysuwa specjalne zadania i stwarza specjalne trudności dla gospodarki energetycznej. Wykonanie pierwszych i pokonanie drugich wymaga dokładnej znajomości wielkości zapotrzebowania u odbiorcy i charakteru tego zapotrzebowania, związanego z procesem technologicznym w urządzeniach odbiorcy. Niedokładna znajomość tych danych może doprowadzić w przypadku oceny za niskiej do deficytu mocy i energii, w przypadku zaś oceny za wysokiej — do niewykonania planu produkcji i zbytu energii elektrycznej i ciepłej. Organami układów energetycznych do wypełnienia tych zadań są zakłady zbytu energii, sprawujące nadzór nad zasadniczymi dla energetyki warunkami przyłączania i zasilania odbiorców. Nadzór ten prowadzi m.in. do zmniejszenia zakłóceń powstałych z winy tychże odbiorców.

Zależność zakładów zbytu energii jest w Związku Radzieckim podwójna; pod względem techniczno-eksploatacyjnym podlegają one, jak wspomniano, kierownictwu układów energetycznych, natomiast gospodarca strona zbytu energii i samo sprawowanie kontroli nad odbiorcami, w szczególności kontroli technicznej urządzeń energetycznych w przedsiębiorstwach przemysłowych, należy do „Państwowej inspekcji dla energetyki przemysłowej i nadzoru energetycznego”.

Jako jedno z licznych osiągnięć tak zorganizowanego nadzoru należy wymienić wprowadzenie norm na zużycie energii elektrycznej na jednostkę produktu przemysłowego. Zużycie tej energii w wyniku normowania obniżyło się w roku 1952 w porównaniu z r. 1948 średnio o 17%.

Racjonalizacja produkcji, podwyższenie stopnia wyzyskania urządzeń produkcyjnych i postęp techniczny w produkcji przemysłowej przyczyniły się znacznie do oszczędzania energii elektrycznej i ciepłej.

W wyniku działalności inspekcji energetycznej osiągnięto w pracy sieci następującą poprawę wskaźników w latach 1940—1952:

	1940	1952
średni współczynnik mocy u odbiorców	0,875	0,897,
straty w sieciach	8,94%	8,09%.

Doświadczenie radzieckie, doprowadzające do tak poważnych osiągnięć, wskazuje, że walka o dobre wyniki działalności in-

spekcji energetycznej, przy ogromnym rozpowszechnieniu gospodarki energetycznej w warunkach współczesnych, musi być zjawiskiem stałym i powszechnym. Choć poziom gospodarki energetycznej we współczesnych zakładach przemysłowych jest ogólnie niewątpliwie wysoki, o czym świadczy między innymi zorganizowanie specjalnych biur i laboratoriów energetycznych w większych zakładach, jednak są i będą zawsze większe zakłady, a nawet całe resorty przemysłowe, w których stan techniczny urządzeń energetycznych nie jest taki, jaki w danych warunkach mógłby i powinien być. Również zużycie energii elektrycznej i ciepłej w takich zakładach i resortach nie odpowiada obowiązującym normom. Bez dobrze funkcjonującej inspekcji energetycznej dla energetyki przemysłowej i dobrze funkcjonujących zakładów zbytu energii nie można wyobrazić sobie dobrego przygotowania układów energetycznych do tak ciężkich w eksploatacji okresów, jak burzowy, remontowy lub jesienno-zimowy okres szczytowego obciążenia. Jest sprawą zasadniczą, żeby zarówno

inspekcja, jak i zakłady zbytu były dla odbiorców autorytetem w sprawach technicznych.

Do licznych obowiązków w zakresie nadzoru należą między innymi: zapobiegawcze sprawdzanie podwyższonym napięciem kabli zasilających; kontrola izolacji linii napowietrznych; kontrola przyrządów wysokonapięciowych na stacjach odbiorczych; sprawdzanie zabezpieczeń przekątnikowych i automatyki; sprawdzanie urządzeń do poprawiania współczynnika mocy; sprawdzanie zespołów licznikowych do rozrachunku za energię; kontroli szczytów i przebiegu obciążenia. Wszelkie zakłócenia w pracy tych urządzeń winny być rozpatrywane ze szczególną starannością.

Wdzięcznym zadaniem dla technicznego personelu energetycznego jest również propagowanie wśród odbiorców wyników, osiągniętych przez innych odbiorców, którzy przodują w oszczędnym zużyciu energii.

MGR INŻ. W. FISCHER

Problemy wyzyskania zasobów wodnych kraju*)

621.2.004.14:338(438)

Treść. Całokształtowe rozwiązywanie problemów wyzyskania zasobów wodnych kraju jest najbardziej korzystne dla gospodarki ogólnonarodowej. Elementarne pojęcia energetyczne, charakteryzujące zasoby wodne. Charakterystyka zasobów wodnych Polski oraz koncepcje ich wyzyskania. Mała energetyka wodna. Włączenie zagadnień wyzyskania zasobów wodnych w Polsce do działalności stowarzyszeń NOT.

Проблемы использования водных ресурсов страны. Совокупное и всестороннее разрешение проблем использования водных ресурсов страны наиболее выгодно для народного хозяйства. Элементарные понятия энергетики, характеризующие водные ресурсы. Характеристика водных ресурсов Польши и предложения их использования. Мелкая гидроэнергетика. Включение проблем использования водных ресурсов Польши в сферу деятельности обществ, входящих в состав Главной Технической Организации.

The problems of utilising Poland's water power resources. An all-round solution of the problems of utilising the country's water power resources is most beneficial for national economy. Elementary power conceptions featuring the water resources. Characteristics of Poland's water power resources, and conceptions for making use of them. Small water power engineering. Allocation of the problems of utilising Poland's water resources to the competence of societies affiliated to the Central Engineering Organisation.

1. Znaczenie rozwiązywania całokształtu zagadnień wodnych.

W szeregu dziedzin naszej gospodarki narodowej mieliśmy możliwość sprawdzić bezpośrednio jedną z jej najbardziej istotnych cech, wykazującą wyższość gospodarki socjalistycznej nad kapitalistyczną, mianowicie metodę całokształtowego rozwiązywania zagadnień. Tylko w ustroju socjalistycznym możliwe są takie — dla gospodarki narodowej doniosłe — rozwiązania, wypływające z planowego rozwoju tej gospodarki.

Gospodarka kapitalistyczna, ujmując zagadnienia jednostronnie — z punktu widzenia obsługi kapitału, nie dopuszczała w Polsce przedwzręśniej do rozwoju tak korzystnych z dzisiejszego punktu widzenia dziedzin gospodarki energetycznej, jak ciepłownictwo albo energetyka wodna. Do 1939 r. nie było w Polsce ani jednej elektrowni pary zawodowej; w żadnej elektrowni miejskiej nie odzyskiwano strat skraplania pary dla oddania taniego odpadowego ciepła mieszkańcom. Do 1939 r. nie było w Polsce ani jednej elektrowni wodnej o mocy ponad 10 MW, elektrownie zaś wybudowane projektowano w sposób przestarzały, bez perspektyw wyzyskania nawet odcinkowego poszczególnych rzek; nie było żadnego wieloletniego planu wyzyskania zasobów wodnych kraju, kapitał bowiem zagraniczny, lokowany w inwestycjach krajowych, nie sprzyjał postępowi technicznemu, a przy taniej, mało kwalifikowanej sile roboczej nie było tendencji do automatyzacji procesów wytwórczych.

Szczególnie w dziedzinie wyzyskania zasobów wodnych kraju jednostronne rozwiązywanie zagadnienia prowadzi do fałszywych rozwiązań, wypacza kalkulacje ekonomiczne i wyciągane z nich wnioski. Przy rozwiązywaniu zadania wyzyskania zasobów wodnych na pewnym odcinku — tylko z punktu widzenia interesów jednej gałęzi gospodarki narodowej — dochodzi się częstokroć do fałszywego wniosku o nieopłacalności inwestycji, jak również rozwiązuje się zadanie całkowicie błędnie z punktu widzenia całokształtu gospodarki narodowej.

Praktyka rozwoju tej dziedziny techniki w Związku Radzieckim uczy nas, że przy wyzyskiwaniu zasobów wodnych należy w sposób wnikliwy uwzględnić interesy różnych gałęzi gospodarki narodowej — bardzo różnorodne i częstokroć sprzeczne ze sobą; że w kalkulacjach ekonomicznych należy podsumowywać korzyści wszystkich dziedzin gospodarki narodowej oraz brać pod uwagę nie tylko korzyści bezpośrednie, lecz i korzyści pośrednie oraz wtórne, np. uniknięcie konieczności rozbudowy kopalń węgla, zlikwidowanie strat powodziowych, zmiana klimatu dzięki nawodnieniom i zalesieniom, zlikwidowanie lat katastrofalnie suchych itd.

Najpoważniejszy udział w korzyściach, płynących z ujarzżenia siły wodnej oraz wyrównania przepływów rzek, przypada na następujące gałęzi gospodarki narodowej: energetykę, żeglugę, rolnictwo i gospodarkę komunalną. Natomiast planowe wyzyskanie zasobów wodnych pociąga za sobą konieczność

konsekwentnego rozwiązania wszystkich stosunków gospodarczych, które wytwarzają się w szerokim pasie wzdłuż ujarzmionych rzek, które nazywamy „regionalnym całokształtowym planem zagospodarowania” i które stwarzają w rozległym okręgu zgola nowe warunki bytu. Z tym zagadnieniem są związane i w mniejszym lub większym stopniu w nim zainteresowane chyba wszystkie pozostałe dziedziny gospodarki narodowej. Przykładem wykonanych po raz pierwszy w dziejach Polski w takim ujęciu opracowań są koncepcje wyzyskania rzek: Bugu, Dunajca i Brdy; obecnie przystępuje się — w takim samym ujęciu — do opracowania koncepcji wyzyskania zasobów wodnych Wisły i Sanu.

Wobec przedstawionego wyżej spłotu zainteresowań różnych gałęzi gospodarki narodowej powstaje problem, jaka jednostka w naszej administracji państwowej powinna zajmować się i kierować zagadnieniami wyzyskania zasobów wodnych. Jedno z podstawowych haseł gospodarczych Frontu Narodowego stawia zagadnienie wyzyskania zasobów wodnych kraju jako zadanie naczelne; wszystkie zatem działy gospodarki narodowej są obowiązane do realizowania tego zadania, a więc zagadnienie czynnika sterującego staje się sprawą istotną. W tym zakresie uległy ostatnio skonkretyzowaniu decyzje władz państwowych, zgodnie zresztą z życiowym samorzutnym ustawianiem się zagadnienia. Mianowicie wobec faktu, że dla niektórych rzek interes pewnej gałęzi gospodarki narodowej wysuwa się w sposób zdecydowany ponad interesy pozostałych gałęzi, stworzono dla poszczególnych cieków wodnych pojęcie tzw. „dominaty gospodarczej”. Tak np. dominatą gospodarczą dla rzek: Dunajca, Sanu, Brdy i szeregu innych o dużym potencjale energetycznym jest w sposób wyraźny energetyka; dla Bugu — żegluga; dla Soły i innych rzek, mających za zadanie przede wszystkim zasilanie rejonów w wodę użytkową do celów przemysłowych i użyteczności publicznej — gospodarka komunalna. W tych przypadkach koncepcje wyzyskania zasobów wodnych rozwiązuje resort o znaczeniu dominującym.

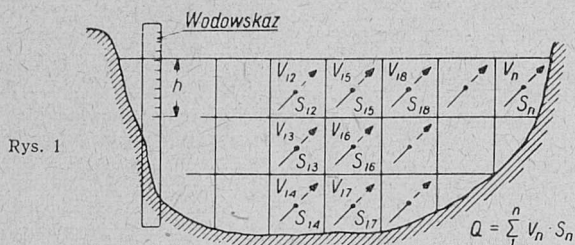
Istnieją równocześnie rzeki o tak wielkim znaczeniu dla podstawowych gałęzi gospodarki narodowej, że niewłaściwie mogłoby okazać się ustalenie czynnika dominującego; do rzek tych należy przede wszystkim Wisła. Dla rozwiązania tych wielkich koncepcji wodnych, nakreślających zresztą w pewnym zakresie parametry dla pozostałych cieków wodnych, przewidziano utworzenie przy Komitecie wodnym Polskiej Akademii Nauk specjalnej międzyresortowej pracowni koncepcyjnej. Oczywiście, każda z ustalonych stron, rozwijających koncepcje, jest zobowiązana do rozwiązywania całokształtowego.

2. Pojęcia energetyczne w dziedzinie zasobów wodnych.

Zasadniczymi wielkościami charakteryzującymi własności energetyczne rzeki są: średni roczny przepływ Q_{sr} (w m³/sec) oraz spad H (w m). Dla ustalonego profilu poprzecznego rzeki istnieje charakterystyczna zależność $Q = f(h)$, gdzie h — poziom lustra wody, nazywana krzywą konsumpcyjną w danym

*) Referat wygłoszony na VI Zjeździe delegatów SEP (11.V.53).

profilu: krzywa ta pozwala na podstawie prostych pomiarów poziomu lustra wody h przy pomocy zwykłego wodowskazu ustalać chwilowe wartości Q , a więc wyznaczać krzywą $Q=f(t)$ w przebiegu rocznym w postaci krzywej chronologicznie kolejnych wartości albo w postaci tzw. uporządkowanej krzywej wielkości Q . Z krzywych tych łatwo jest przy pomocy planimetrowania ustalić wartość Q_{sr} . Samo ustalenie zależności $Q = f(h)$ dla danego profilu rzeki wymaga bardzo żmudnych



Rys. 1

pomiarów przy różnych stanach poziomu rzeki, prędkości przepływu wody v w różnych punktach przekroju poprzecznego — przy pomocy młynka hydrometrycznego, a następnie całkowania pomiaru dla całego przekroju (rys. 1).

Teoretyczna zawartość mocy rozporządzalnej wynosi

$$P_{\text{teor}} = 10 \cdot Q \cdot H \quad (\text{kW}),$$

rzeczywista zaś przy założeniu ogólnej średniej sprawności elektrowni wodnej $\eta = 0,8$ będzie

$$P = 8 \cdot Q \cdot H \quad (\text{kW}).$$

Ze względu na praktyczną niemożność ciągłego wyzyskania średniego przepływu rzeki (straty przelewu w okresach dużej wody, niemożność trzymania stałego najkorzystniejszego poziomu górnej wody itp.) produkcję roczną energii elektrycznej, otrzymaną z przemnożenia powyższej mocy przez 8760 godz., należy obniżyć do wysokości ustalonej praktycznie na 70%. Stąd roczna produkcja energii

$$W = 8 \cdot Q \cdot H \cdot 8760 \cdot 0,7 = 49 \cdot Q \cdot H \cdot 10^3 \quad (\text{kWh}).$$

Jeżeli założyć długość rzeki L (w km) to produkcja na 1 km, zwana potencjałem energetycznym rzeki, wynosi

$$w = \frac{W}{L} = 49 \cdot Q \cdot \frac{H}{L} \cdot 10^3 \quad (\text{kWh/km}).$$

Podstawiając $\frac{H}{L} = i$ (spad rzeki w promilach), otrzymamy:

$$w = 49 \cdot Q \cdot i \cdot 10^3 \quad (\text{kWh/km}).$$

Potencjał energetyczny na pewnym odcinku rzeki, pomnożony przez długość tego odcinka, daje produkcję energii elektrycznej, możliwą do uzyskania z tego odcinka przy najbardziej sprzyjających warunkach. Suma tych odcinkowych produkcji daje tzw. „produkcję brutto” rzeki. W rzeczywistości jednak nie można — ze względów geologicznych oraz z powodu rzeźby terenu — wyznaczyć pełnego rozporządzalnego spadku rzeki, tj. nie można budowli piętrzących rozmieścić tak, aby cofka każdego następnego spiętrzenia sięgała do spiętrzenia poprzedniego; w praktyce pozostają zawsze pewne nie wyzyskane pod względem energetycznym spadki rzek. Również okazuje się, na danym etapie, ekonomicznie nieopłacalne wyzyskiwanie energetyczne odcinków rzeki, dla których potencjał energetyczny jest mniejszy od 0,5 do 1 mln. kWh/km. Oba te czynniki uwzględnia współczynnik przemysłowego wyzyskania rzek, wynoszący dla warunków polskich od 25 % do 90 %; na podstawie tego współczynnika otrzymuje się możliwą w praktyce produkcję energii elektrycznej, tzw. produkcję „netto” albo „przemysłową”.

Oczywiście, podaną wyżej metodę stosuje się przede wszystkim do wstępnego określenia produkcji energii elektrycznej w fazie opracowania koncepcji oraz założeń projektu. W dalszych fazach prac projektowych stosuje się bardziej ściśle i bardziej wnikliwe metody rozważań.

3. Charakterystyka energetyczna zasobów wodnych kraju.

Zasoby energetyczne rzek polskich są względnie niewielkie, a stosunki topograficzne i geologiczne nie stwarzają korzystnych warunków dla szybkiej realizacji projektów wyzyskania sił wodnych kraju. Licząc się nawet z intensywną realizacją budowli wodnych, której sprzyja niewątpliwie socjalistyczny ustrój państwa ludowego oraz nacisk położony w gospodarce państwowej na wyzyskanie zasobów wodnych, nie będzie można osiągnąć w Polsce, jak wykazują dokonane obliczenia, powyżej 10% udziału energetyki wodnej w pokryciu

ogólnego zapotrzebowania energii elektrycznej. Łatwo to zrozumieć przy porównaniu polskich warunków np. z niezwykle korzystnymi warunkami wyzyskania zasobów wodnych takich krajów, jak Szwecja, Szwajcaria, Włochy itp., gdzie przyroda dała obok wielkich spadów wodnych niezwykle korzystne warunki do tworzenia zbiorników i budowli wodnych.

Istnieje kilka opracowań, określających zasoby energetyczne brutto i netto rzek polskich; z nich wymienić należy prace byłej Państwowej Rady Energetycznej, Politechniki Gdańskiej (prof. Balcerski) oraz Energoprojektu. Ogólne zasoby brutto szacuje się na ok. 16—17 mld. kWh rocznie, zasoby zaś netto na 8—10 mld. kWh, są jednak prace, które już dziś określają zasoby energetyczne kraju powyżej 16 mld. kWh netto rocznie.

Tablica I. Orientacyjna charakterystyka energetyczna rzek polskich

Rzeka	Średni potencjał energetyczny tys. kWh/km, rok	Produkcja roczna energii elektrycznej	
		brutto	netto
		mlrd. kWh	
Odcinek Wisły Pomorskiej poniżej Brdy	8700	1,46	1,30
Odcinek Wisły od Bugu do Brdy	8700	1,93	1,70
Odcinek Wisły od Sanu do Bugu	6230	1,68	1,45
Górna Wisła od Przemszy do Sanu	2180	0,61	0,55
Razem Wisła		5,68	5,00
8 ważniejszych karpacczych dopływów Wisły wraz z resztą Górnej Wisły	1720	1,80	0,90
w tym:			
Dunajec	4090	0,81	0,50
Poprad	2960	0,17	0,10
Soła	1980	0,14	0,07
San	1285	0,39	0,20
Nizinne dopływy Wisły:			
Bug	1690	0,50	0,40
Pilica	833	0,133	
Narew	810	0,094	
Wieprz	570	0,063	
Brda	502	0,081	
Pozostałe rzeki:			
Odra	2130	1,17	0,95
Warta	880	0,65	0,15
Górskie dopływy Odry	880	0,67	0,40
Rzeki Przemyśla		0,20	0,15

Tabl. I podaje w sposób orientacyjny charakterystyki energetyczne rzek polskich. Jak widać, powyżej 60 % zasobów energetycznych wodnych przypada na Wisłę i jej dopływy, co potwierdza kluczowe znaczenie energetyczne Wisły. Równocześnie zwraca uwagę wysoki potencjał energetyczny Wisły w jej środkowym i dolnym biegu oraz niektórych górskich dopływów Wisły, jak Dunajca i Popradu.

Podane charakterystyki energetyczne zasobów wodnych nie określają mocy instalowanej elektrowni wodnych, ponieważ moc ta wynika dopiero z dalszych studiów. Można jednak w sposób orientacyjny określić, że w obszarach rzek górskich i wyżynnych, stwarzających korzystne warunki budowy zbiorników wodnych, jest na ogół łatwo zrealizować elektrownie wodne o czasie wyzyskania mocy zainstalowanej 1000 — 2000 godz. Rzeki nizinne natomiast określają najwłaściwsze rozwiązania siłowni wodnych z czasem wyzyskania mocy zainstalowanej 4000—6000 godz.; tak np. opracowane konkretnie rozwiązanie wyzyskania energetycznego zasobów wodnych Bugu z czasem wyzyskania mocy zainstalowanej elektrowni ok. 2700 godz. uważa się za krańcowe — ze względu na opłacalność ekonomiczną — rozwiązanie pod względem rzeczywistego charakteru elektrowni. Przyjmując w sposób orientacyjny średni czas wyzyskania mocy elektrowni wodnych na rzekach polskich 4000 godz., otrzymujemy przy określonej całkowitej produkcji netto 12 mld. kWh moc instalowaną 3000 MW.

Obecny stopień wyzyskania energetycznego zasobów wodnych w Polsce jest b. niski, albowiem rozwojowi szczególnie

tej gałęzi gospodarki narodowej — o wybitnie społecznym znaczeniu — nie sprzyjał ustrój kapitalistyczny Polski przedwojennej. Zwraca uwagę fakt, że kluczowa pod względem energetycznym rzeka Polski Wisła nie miała do 1939 r. ani jednego stopnia spiętrzenia; również poza luźnymi, akademickimi koncepcjami nie zorganizowano żadnego poważniejszego opracowania, opartego na badaniach geologicznych oraz na właściwych podkładach topograficznych. Dopiero działalność Polski Ludowej postawiła i realizuje opracowanie na właściwym poziomie koncepcji wyzyskania zasobów wodnych Wisły, dopiero wielkie plany gospodarki socjalistycznej pozwoliły wybudować pierwsze stopnie spiętrzenia na górnej Wiśle.

W ogólnej charakterystyce dotychczasowego wyzyskania zasobów wodnych należy nadmienić, że w niewielkim zakresie zabudowane są stopnie piętrzącymi następujące rzeki: Dunajec (ok. 20 % zasobów netto), Sola (ok. 30 %), górskie dopływy Odry (ok. 50 %), rzeki Przymorza (ok. 70 %) i niewiele innych. W ramach Planu Sześcioletniego rozpoczyna się albo rozpocznie się budowę szeregu stopni spiętrzenia oraz budowli wodnych o wielkim znaczeniu zarówno dla energetyki, jak i dla całej gospodarki narodowej. Będą to Czorsztyn na Dunajcu, Koronowo na Brdzie, Brzeg Dolny na Odrze oraz ok. 5 stopni na Bugu.

4. Koncepcja wyzyskania zasobów wodnych kraju z punktu widzenia różnych gałęzi gospodarki narodowej.

Ostatnie wstępne opracowania koncepcyjne wyzyskania zasobów wodnych kraju starają się już ująć to zagadnienie w jego całokształcie z punktu widzenia różnych gałęzi gospodarki narodowej. A więc koncepcja zbiornikowa z celem ochrony przeciwpowodziowej nakreśla realizację szeregu zbiorników, przede wszystkim na rzekach górskich wielkich rzek.

Koncepcja żegluga (rys. 2) przewiduje realizację następujących zamierzeń na głównych drogach wodnych:

a) trasa „wschód — zachód” Bugiem, Wisłą, Notecią, Wartą i Odrą, połączona przez Kanał Królewski, z zespołem rzek radzieckich oraz przez Mittellandkanal z zespołem rzek niemieckich, ma olbrzymie znaczenie nie tylko dla gospodarki polskiej, lecz i w skali europejskiej;

b) usprawnienie żeglugi na Odrze poprzez stworzenie dodatkowych stopni ulepszy tę niezwykle ważną drogę wodną, stwarzającą pomost między wielką bazą przemysłową Górnego Śląska i transportem morskim;

c) skanalizowanie Wisły zrealizuje — poza określonym wyżej odcinkiem trasy „wschód — zachód” — niezwykle ważne połączenie okręgu przemysłowego Górnego Śląska ze Związkiem Radzieckim dla wzajemnej wymiany towarowej, przede wszystkim rud i węgla; stworzy połączenie wszystkich tras z portami w Gdyni i Gdańsku oraz ułatwi wymianę towarową między ośrodkami przemysłowymi wewnątrz kraju (Górny Śląsk — okrąg południowo-wschodni, okrąg Warszawy, okrąg Bydgoszczy—Gdyni);

d) połączenie drogi wodnej Odry i Wisły kanałem łączącym ich górne biegi, a następnie przedłużenie szlaku Odry na południe przez budowę kanału Odra—Dunaj stworzy dalsze powiązania bardzo ważne dla wymiany towarowej wewnątrz kraju oraz bardzo istotne dla współpracy gospodarczej państw demokracji ludowej.

Oczywiście, od tras powyższych powinny wybiegać szlaki kanalizacyjne drugorzędne w głąb okręgów przemysłowych, np. Nida, Sanem, Wartą.

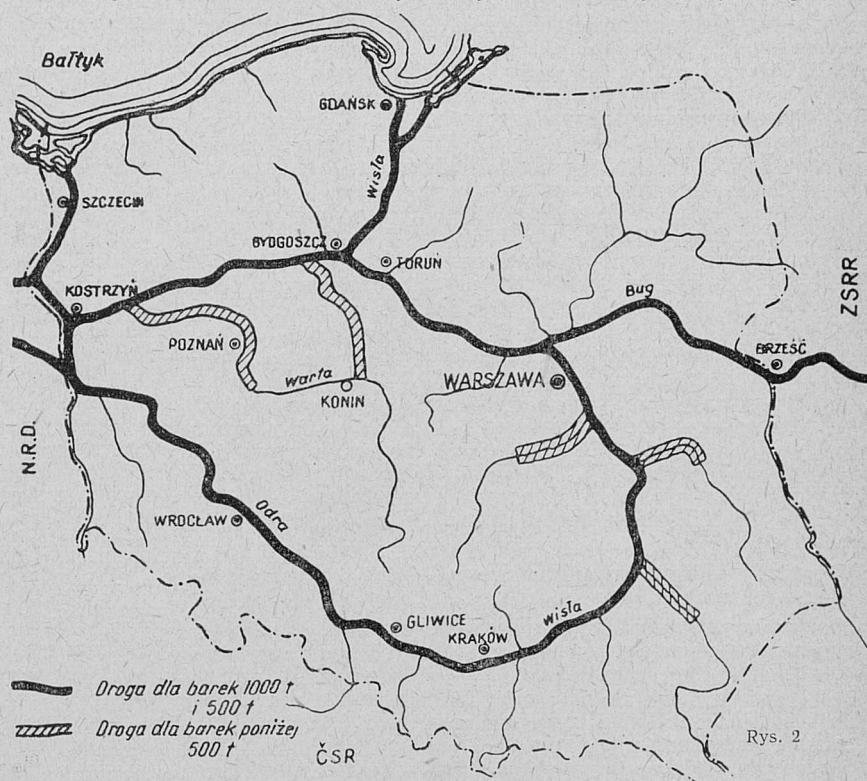
Należy nadmienić, że istnieje kryterium określające opłacalności drogi wodnej w porównaniu z połączeniem kolejowym: droga wodna nie może być dłuższa więcej niż półtora-krotnie, a dla transportu drobnicowego o 10 do 20% od analogicznego połączenia kolejowego. Temu kryterium opłacalności nie odpowiada, niestety, w całym zakresie Wisły, której szlak ma kształt litery S; szczególnie kryterium powyższe wypada niekorzystnie dla górnego biegu tej rzeki od Górnego Śląska po Warszawę, co skłania żegludowców do szukania prostszego szlaku wodnego dla tej trasy (np. dolina Prosną).

Dalej, interesy rolnictwa wymagają licznych zbiorników wodnych zarówno na głównych, jak i na drugorzędnych ciekach, do nawadniania rozległych obszarów rolniczych, bo przecież

gleby właściwie nawodnione zdolne są zwiększyć plon co najmniej dwukrotnie; zbiorniki te mają więc równocześnie za zadanie magazynować wody w latach mokrych oraz w deszczowych porach roku i oddawać ją w latach suchych oraz w suchych porach roku. To tzw. wyrównywanie przepływów roczne i wieloletnie należy uznać za podstawowy warunek właściwego wyzyskania zasobów wodnych z punktu widzenia wszystkich dziedzin gospodarki narodowej, jeśli zważyć, że współczynnik zmienności przepływów dla naszych rzek górskich wynosi 50 do 100 i wyżej, dla rzek wyżynnych 20 do 50, a dla nizinnych pozostaje jeszcze w wysokości 3 do 20.

Następna koncepcja obejmuje zasilanie w wodę przemysłu i miast. Wielkość tego zadania łatwo zrozumieć, jeżeli sobie uświadomić, że uznana dziś za typową elektrownia parowa o mocy 200 MW wymaga przy otwartym obiegu chłodzenia ok. 9 m³/sec wody, a stały poziom jej ujęcia w znacznym stopniu zmniejsza koszty zaopatrzenia w wodę; że na produkcję 1 t aluminium potrzeba ok. 1500 m³ wody, że przemysł woskowy zużywa ok. 1500 m³ wody na tonę produktu, farbiarstwo włókiennicze 600 — 700 m³ na tonę tkaniny, przemysł papierniczy ok. 300 m³ na tonę papieru.

A gdzie jest koncepcja energetyczna? Czyżby rzeczywiście należało się jej w kolejności jedno z ostatnich miejsc? Nie. Koncepcja energetyczna musi tkwić we wszystkich pozostałych, musi każdej z nich nakazywać aby — w granicach ekonomicznie opłacalnych — nie przelewał się jałowo przez budowle piętrzące ani jeden metr sześcienny wody, aby nie marnował się w jałowym biegu ani jeden metr spadu. Koncepcja energetyczna musi nakazywać wyzyskanie w największym stopniu za-



Rys. 2

sobów wodnych. W ten sposób koncepcja energetyczna staje się decydująca w całym problemie wyzyskania zasobów wodnych i powinna zasadniczo kierować rozwiązaniami koncepcji pozostałych.

Oczywiście, interesy koncepcji energetycznej mogą w szeregu przypadków okazać się sprzeczne z interesami koncepcji pozostałych. Tak np. energetyka nie chciałaby na pewno oddawać ze swych zbiorników ani jednego metra sześć wody, na pewno dąży do utrzymania stale wysokiego poziomu wody w zbiornikach, gdy gospodarka przeciwpowodziowa chciałaby, przeciwnie, utrzymywać zbiorniki stale puste, gotowe do przyjęcia fali powodziowej. Jasne jest, że koncepcja, uwzględniająca korzyści gospodarki ogólnonarodowej, może być tylko jedna: jest to koncepcja kompromisowa, w której zagadnienie energetycznego wyzyskania zasobów wodnych jest czynnikiem sterującym.

Fachowcy nasi (prof. Balcerski, inż. Herszenberg, inż. Borowy) opracowali wstępne całokształtowe koncepcje wyzyska-

nia zasobów wodnych. Koncepcje te — w ogólnych zarysach zbliżone są do siebie — uwzględniają wymienione wyżej koncepcje cząstkowe. Pod względem energetycznym stwierdzają one — przy uwzględnieniu koncentracji działania i scentralizowania środków, na jakie pozwala socjalistyczna gospodarka narodowa — możliwość wybudowania w okresie piętnastolecia od 1956 do 1970 r. siłowni wodnych o łącznej mocy zainstalowanej ok. 1500 MW i łącznej produkcji rocznej ok. 5 — 5,5 mld. kWh, co odpowiada wyzyskaniu około połowy wszystkich rozporządzalnych zasobów wodnych netto. Z mocy tej powyżej 60 % mają dać elektrownie na Wiśle, reszta to elektrownie na Dunajcu, Bugu, Sanie i Odrze.

Opracowane koncepcje wstępne nie opierają się, oczywiście, na badaniach geologicznych, ani na dokładniejszych mapach topograficznych, których brak. Stąd zrozumiałe są nawet daleko idące różnice między autorami poszczególnych opracowań co do liczby stopni piętrzących, a więc co do granic koncentracji spadów, co do wstępnych charakterystyk poszczególnych stopni itd. Również nie jest dotychczas rozstrzygnięte kluczowe zagadnienie kolejności etapów wyzyskania zasobów wodnych Wisły; zależy to w dużym stopniu od ustalenia kolejności realizacji dróg wodnych: wschód-zachód, czy wschód — Górny Śląsk, albo inaczej odcinek Wisły: Bug—Brdujskie, czy Bug—Kraków.

Rozwijając szerokie plany rozwoju gospodarki narodowej należy zdawać sobie sprawę, jakich środków będą wymagać zakreślone plany. Środki te według wymienionych wyżej autorów można w przybliżeniu zestawiać jak następuje.

1) Podstawowym czynnikiem dla realizacji każdego zadania są kadry. Nakreślony plan wyzyskania zasobów wodnych będzie wymagał w ostatnim pięcioleciu (1965—1970) ok. 15 000 pracowników dla brygad projektowych i wykonawczych, w tym ok. 450 inżynierów i ok. 900 techników. Wybudowane elektrownie będą wymagały ok. 2000 pracowników do eksploatacji.

2) Plan wymaga wykonania robót ziemnych o ogólnej objętości powyżej 100 mln. m³, a więc dużej ilości sprzętu nowoczesnego najcięższej klasy dla robót ziemnych. Pełna mechanizacja tych robót jest warunkiem ich wykonania.

3) Należy wykonać budowle wodne o ogólnej objętości robót betonowych do 10 mln. m³. Wiąże się to z koniecznością budowy kilkunastu dużych fabryk betonu na placach budów oraz z zapotrzebowaniem wielkich ilości cementu, kruszywa, żelaza zbrojeniowego, żelaza konstrukcyjnego itp.

4) Należy skoncentrować duże ilości innego sprzętu, jak kufary, młoty szybkie, spychacze, tabor wąskotorowy, ciągniki z wywrotkami itp.

Czeka młoda socjalistyczna gospodarka narodowa Polski Ludowej wysiłkę niewątpliwie wielki, lecz osiągalne wyniki przeobrażenia przyrody, ujarznienia rzek i stworzenia wielkiej energetyki wodnej, będącej źródłem taniej energii elektrycznej, której koszt określają autorzy koncepcji średnio na ~ 6 gr/kWh, stwarzając niewątpliwie piękną, mobilizującą cały naród polski perspektywę.

5. Przykłady całokształtowych rozwiązań dla niektórych obiektów.

Opisana wyżej pokrótce wstępna koncepcja wszechstronnego wyzyskania w ciągu piętnastolecia zasobów wodnych kraju wymaga konsekwentnie rozwiązywania — w całokształcie zamierzeń — poszczególnych odcinków ogólnego planu, a więc i poszczególnych stopni. W tej dziedzinie zrobiono już bardzo wiele w okresie powojennym.

Opracowano koncepcję wyzyskania rzeki Dunajca w górnym biegu powyżej ujścia Popradu; koncepcja ta określa ogólną moc siłowni na 130 MW i rozwiązuje równocześnie zadania uchwycenia fali powodziowej oraz zachowuje warunki ochrony przyrody (przełom Dunajca).

Opracowano koncepcję wyzyskania rzeki Bugu na całej długości, projektując ujętowanie tej rzeki dla barek 1000-tonowych, przewidując budowę paru elektrowni o mocy łącznej ok. 140 MW oraz zabezpieczając w daleko idącym stopniu potrzeby rolnictwa.

Opracowano koncepcję wyzyskania rzeki Brdy na całej długości, przewidując budowę paru elektrowni o łącznej mocy ok. 50 MW oraz uwzględniając potrzeby miejscowego planu regionalnego zagospodarowania.

Obecnie Biuro gospodarki wodnej przy Polskiej Akademii Nauk przystępuje do opracowania koncepcji wyzyskania zasobów wodnych Wisły, co przede wszystkim musi oprzeć się na dokonaniu daleko idących badań i studiów geologicznych oraz na przygotowaniu miarodajnych i dokładnych podkładów topograficznych.

Przystąpiono wreszcie do opracowania koncepcji wszechstronnego wyzyskania zasobów wodnych Sanu.

Przystąpiono wreszcie do opracowania koncepcji wszechwykazują silne zazębianie się i ścieranie się interesów poszczególnych gałęzi gospodarki narodowej, które doprowadzą w rezultacie — z największym prawdopodobieństwem — do najkorzystniejszego kompromisowego rozwiązania.

6. Mała energetyka wodna.

Projektując rzeczy wielkie, nie można pomijać rzeczy pozornie małych, które ze względu na swą liczebność i szczególne znaczenie urastają do zagadnienia dużej wagi. Mowa tu o tzw. „małej gospodarce wodnej”, tj. o wyzyskaniu zasobów wodnych licznych drugo- i trzeciorzędnych cieków, rozsiadanych gęsto po terytorium całego kraju.

Istniejące opracowania (prof. Balcerski) określają produkcję energii elektrycznej dla bocznych karpackich dopływów Wisły oraz dla potoków górskich na 0,7 mln. kWh brutto, a dla drugorzędnych dopływów Odry na 0,3 mln. kWh brutto. Również nie określone dotychczas bliżej zasoby energetyczne drugo- i trzeciorzędnych cieków wyżynnych i nizinnych stwarzają możliwości budowy dużej liczby małych elektrowni wodnych. Elektrownie te mają bardzo ważne znaczenie dla lokalnych potrzeb gospodarki regionalnej, stwarzając źródło miejscowej — taniej i pewnej w dostawie — energii elektrycznej. Należy zwrócić uwagę, że powstanie szeregu takich źródeł energii elektrycznej stwarza możliwość znacznie tańszych rozwiązań w zakresie okręgowych rozdzielczych sieci elektrycznych, pozwalając uniknąć transportu tej energii na duże nieraz odległości. Oczywiście, występuje tu również zawsze ważny wzgląd na oszczędność węgla.

Należy zwrócić uwagę na okoliczność szczególnie ważną dla budownictwa tych elektrowni: nadają się one doskonale do stylizowania i orientacyjnie w 3 — 5 typowych rozwiązaniach można by ująć całość wszystkich rozwiązań. Jest to okoliczność ważna dla projektowania i wykonawstwa budowli wodnych i elektrowni, jak i dla zaopatrzenia w turbiny wodne, które już na obecnym etapie może dobrze produkować przemysł krajowy.

Istotny jest właściwy przydział zagadnienia małej energetyki wodnej w układzie resortowym. Wydaje się słuszne przyznanie kompetencji w tym zakresie resortowi gospodarki komunalnej ze względu na zakres jego działania oraz charakter zagadnienia. Takie ześrodkowanie zadań małej energetyki wodnej nie rozproszy równocześnie sił, które wymagają mobilizacji w innych resortach dla realizacji planów wielkich budowli wodnych.

Należy wreszcie zwrócić uwagę na pełną realność natychmiastowego urzeczywistnienia tego zadania przy oparciu się na istniejących regionalnych siłach roboczych, środkach wykonawczych i materiałach budowlanych, jak również na możliwości produkcji przez przemysł krajowy wszystkich urządzeń, przede wszystkim małych typowych turbozespołów. Potrzeba tylko niezwłocznego wykonania projektów typowych budowli i elektrowni wodnych oraz niewielkiego przystosowania ich do lokalnych warunków.

7. Znaczenie działalności stowarzyszeń NOT dla wyzyskania zasobów wodnych kraju.

Działalność stowarzyszeń specjalnych, zrzeszonych w ramach Naczelnej Organizacji Technicznej, towarzyszy rozwijającemu się postępowi technicznemu w naszej gospodarce narodowej, wspiera go, pomagając rozwiązywać kluczowe problemy techniczne oraz kształcić kadry drogą wymiany i pogłębiania wiedzy technicznej przez odczyty i szkolenie specjalistyczne. Jednakże w działalności dotychczasowej tych stowarzyszeń zagadnienie wyzyskania zasobów wodnych kraju było całkowicie zaniedbane.

Wobec ogromu tego zadania oraz olbrzymich zaniedbań, pozostałych przez kapitalistyczne rządy Polski przedwójnej, wydaje się rzeczą konieczną uznanie problemu wyzyskania zasobów wodnych kraju, jako czołowego w dalszej działalności stowarzyszeń NOTu, a przede wszystkim Stowarzyszenia Elektryków Polskich, które powinno zająć się rozwijaniem i propagowaniem tego zagadnienia po linii stowarzyszeniowej. Wydaje się rzeczą słuszną wysuniecie następującego programu:

1) Sekcja Energetyczna Stowarzyszenia Elektryków Polskich powinna niezwłocznie opracować program współpracy wszystkich zainteresowanych stowarzyszeń nad zagadnieniami wyzyskania zasobów wodnych kraju. Jako wytyczne tego programu należałoby przyjąć:

a) Będzie utworzony kurs przeszkolenia specjalizującego kadrę w kierunku wszechstronnego wyzyskania zasobów wodnych

kraju. Wykładowcami na kursie powinni być odpowiedni fachowcy — członkowie zainteresowanych stowarzyszeń. Również skład słuchaczy powinien być mieszany. Kurs powinien odbyć się na terenie Warszawy ze względu na zlokalizowanie w tym ośrodku kadr zainteresowanych biur projektowych, a więc powinien go zorganizować i przeprowadzić Oddział Warszawski SEP, SITKomun., SIMP, SITRoIn.

b) Będzie opracowany cykl odczytów popularyzujących i pogłębiających zagadnienia wyzyskania krajowych zasobów wodnych. Odczyty te będą pomyślane i realizowane jako wymienne między zainteresowanymi stowarzyszeniami. Jako tematy odczytów można np. zaproponować: „Typowe rozwiązania budowlne i elektrowni wodnej w zakresie małej energetyki” (SEP i SITRoIn.); „Możliwość budowy turbozespołów wodnych przez przemysł krajowy, szczególnie w zakresie małych jednostek” (SEP i SIMP); „Zainteresowanie rolnictwa w sprawach poboru wody ze zbiorników na drugo- i trzeciorzędnych ciekach” (SEP i SITRoIn.); „Możliwości produkcji w kraju urządzeń do automatyzacji ruchu elektrowni wodnych” (SEP).

2) Sekcja energetyczna Stowarzyszenia Elektryków Polskich zainicjuje utworzenie grupy międzystowarzyszeniowej, która w ramach długofalowego zobowiązania oraz na warunkach współzawodnictwa opracuje projekty typowych budowli i elektrowni wodnych w zakresie małej energetyki. Projekty te będą dyskutowane na zebraniach zainteresowanych stowarzyszeń i przekazane zainteresowanym resortom do wykorzystania.

MGR INŻ. ARTUR METAL
Katedra Miern. Elektr. Polit. Wrocł.

MGR INŻ. JERZY STATKIEWICZ
Centr. Zarz. Przem. Masz. Elektr.

Analiza założeń konstrukcyjnych licznika jednofazowego dla drobnego odbiorcy w świetle obecnych potrzeb gospodarczych*)

Treść. Analizując wymagania, którym z punktu widzenia gospodarczego powinien odpowiadać licznik jednofazowy dla drobnego odbiorcy, autorzy wysuwają propozycję obniżenia jego kosztu drogą uproszczenia jego konstrukcji przez zrezygnowanie z dwu żądań: 1) nieuzasadnionych względami technicznymi żądań co do dokładności wskazań przy obciążeniach o $\cos \varphi \neq 1$; 2) żądań co do osiągnięcia tzw. „płaskiej krzywej błędów”.

Анализ основ конструкции однофазного счетчика для мелкого потребителя в виду нынешних хозяйственных нужд. Анализируя требования, которым с хозяйственной точки зрения должен отвечать однофазный счетчик для мелкого потребителя, авторы предлагают понижение его стоимости путем упрощения его конструкции за счет отказа от двух требований: 1) необоснованных техническими соображениями требований относительно точности показаний при нагрузке с коэффициентом мощности отличным от 1; 2) требования так называемой „плоской кривой погрешностей”.

Review, in the light of prevailing economic requirements, of constructional outlines of single-phase meters intended for small consumers. The authors advance, while reviewing the requirements with which, from an economic point of view, the single-phase meter for small consumers should comply, a suggestion for reducing the cost of meters by means of simplifying their design, that is to say — by waiving two of the requirements with which they have to comply — viz.: 1) the accuracy of readings at power factors other than 1 — a requirement which is not justified by technical considerations; 2) the so-called „flat curve of errors” which they are required to attain.

1. Uwagi ogólne.

Pomiary energii elektrycznej nabrały znaczenia wówczas, kiedy zarówno urządzenia produkujące, jak i urządzenia zużywające energię elektryczną dla potrzeb przemysłu i drobnego odbiorcy osiągnęły pewien stopień rozwoju i energia elektryczna stała się towarem.

Do szeregu przyrządów mierniczych jak wagi, pojemniki itp. przybył licznik energii elektrycznej. Różnił się on jednak od innych przyrządów mierniczych tym, że musiał znajdować się nie tylko u sprzedawcy, ale również u k a ż d e g o nabywcy energii, niezależnie od skali pobierania jej. Liczniki musiano wobec tego produkować w ilościach nie spotykanych dotychczas w dziedzinie przyrządów mierniczych. Liczniki produkowano masowo, gdyż tylko ten sposób produkcji mógł zapewnić ich odpowiednio niską cenę. Liczniki energii elektrycznej są dziś pod względem teorii, konstrukcji i technologii najlepiej opracowanymi przyrządami pomiarowymi.

W rozwoju liczników rozróżniamy dwa okresy. W pierwszym rozwój szedł w kierunku poprawiania właściwości mierniczych i pewności ruchu początkowych niedoskonałych konstrukcji. Drugi okres jest znamienny tym, że dalsze zmiany konstrukcyjne nie wynikają już z technicznych potrzeb, lecz są podyktowane walką konkurencyjną między fabrykami liczników oraz polityką celną państw eksportujących i importujących liczniki energii elektrycznej.

W gospodarce kapitalistycznej licznik energii elektrycznej był środkiem rzetelności w tranzakcjach handlowych między elektrownią a odbiorcami. W wykonaniach specjalnych, jak liczniki rabatowe, samoinkasujące itp., ułatwiał on nabywanie energii elektrycznej, lub też, jak w przypadku liczników wielotaryfowych czy maksymalnych, poprawiał wyzyskanie urządzeń elektrowni. Dopuszczalne błędy wskazań, ujęte były przepisami państwowymi, wydawanymi przez urzędy miar. Granice błędów były tak dobrane, że uwzględniały również zmiany właściwości mierniczych z czasem, jak np. wzrost tarcia

Oto proponowany program odcinkowy dla działalności nowego Zarządu Stowarzyszenia Elektryków Polskich w kierunku tak zaniebanej dotychczas dziedziny działalności stowarzyszeniowej. Program ten spotka się na pewno z szeroką i żywą dyskusją zebranych, będzie poddany krytyce, która wyłoni nowe myśli. Zagadnienie wyzyskania zasobów wodnych, budowa elektrowni wodnych interesuje równocześnie wszystkich kolegów SEPowców pomimo daleko sięgających dziś różnic w rozwoju specjalności w tej dziedzinie; interesuje Sekcję Energetyczną — ze względu na ogólny charakter tego zagadnienia; interesuje specjalistów przemysłu elektrotechnicznego ze względu na budowę prądnic i urządzeń elektrycznych dla wyposażenia elektrowni wodnych; interesować powinna i teleelektryków ze względu na urządzenia automatyzacji i zdalnego sterowania ruchu elektrowni.

Koledzy! Patrząc na przykład Związku Radzieckiego, na wspaniały rozwój wyzyskania zasobów wodnych tego kraju, patrząc na dotychczasową rozbudowę energetyki wodnej w Polsce Ludowej, wyrażającą się w zwiększeniu mocy elektrowni wodnych w obiektach uruchamianych i zaplanowanych do rozpoczęcia budowy w Planie Sześcioletnim trzykrotnie w stosunku do stanu 1945 r., możemy w pełni uznawać projektowane wieloletnie programy inwestycyjne w tej dziedzinie za realne. Równocześnie musimy zobowiązać się, że podejmujemy niewątpliwie wielki wysiłek, związany z realizacją tak wielkiego zadania.

w łożyskach lub osłabienie magnesów. Jeżeli jednak porównać przepisy urzędów miar w różnych państwach z danymi katalogowymi nowoczesnych liczników, to okazuje się, że liczniki są znacznie lepsze, niż wymagają tego przepisy; są lepsze, a więc i droższe niż mogłyby być z punktu widzenia przepisów.

Fakt powyższy jest zrozumiały, jeżeli się uwzględni, że w gospodarce kapitalistycznej licznik jest towarem i jako taki jest dla producenta przede wszystkim źródłem zysku. Problem produkcji liczników można by w sposób jaskrawy skonkretyzować w sposób następujący: jaki licznik i jak należało go produkować, żeby w danych warunkach — przy uwzględnieniu walki konkurencyjnej — osiągnąć jak największy zysk. Ta okoliczność, że droga do tego prowadziła przez postęp techniczny, przez udoskonalenie licznika, nie zmienia bynajmniej postaci rzeczy. Okoliczność ta nie pomniejsza również w żadnej mierze wagi osiągnięć naukowych i technicznych, których treścią było właśnie polepszenie właściwości liczników.

Powstaje jednak pytanie, jak dalece polepszenie właściwości licznika uzasadnione jest potrzebami gospodarczymi i czy nie jest ono zbyt drogo okupione. W technice bowiem socjalistycznej każdy produkt winien odpowiadać rozsądnemu kompromisowi między żądanymi właściwościami a wymaganiem nakładem pracy najszerzej pojętym. Rola licznika energii elektrycznej jest w gospodarce socjalistycznej poważniejsza niż w kapitalistycznej. Wobec elektryfikacji, obejmującej stopniowo wszystkie dziedziny przemysłu i rolnictwa, pomiar energii elektrycznej staje się ważnym czynnikiem w walce o obniżenie kosztów własnych, w walce o wzrost wydajności pracy. Słowa Lenina „bez rachunku nie zbuduje się komunizmu” można z pełnym uzasadnieniem zastosować również do roli liczników energii elektrycznej. W tych warunkach zachowanie właściwego stosunku między nakładem pracy a właściwościami

*) Referat wygłoszony 12.XII.52 na Sesji naukowej, organizowanej przez Politechnikę Wrocławską i poświęconej „Elektrycznym metodom pomiarowym w produkcji, laboratorium i dydaktyce”.

mi jest w pełni uzasadnione przede wszystkim w stosunku do licznika jednofazowego dla drobnego odbiorcy, produkowanego w setkach tysięcy sztuk rocznie.

2. Licznik dla drobnego odbiorcy.

Liczniki takie produkowane w innych krajach mają następujące charakterystyczne właściwości:

- 1) pomiar jest poprawny w granicach $\cos \varphi$ od 0,2 (ind.) do 1,
- 2) błędy w granicach od 5% do 200% obciążenia znamionowego n.e. przekraczają $\pm 2\%$,
- 3) rozruch następuje przy 0,3% obciążenia znamionowego,
- 4) zależność od temperatury wyraża się współczynnikiem $\pm 0,03\%$ na 1° ,
- 5) izolacja wytrzymuje napięcie próbne 2 kV w ciągu minuty,
- 6) suma poboru mocy obwodu napięciowego i prądowego nie przekracza 1,5 W.

Powyższe wartości liczbowe należy uważać jako przeciętne. Rozpatrzmy je kolejno.

Licznik 3-fazowy winien niewątpliwie mierzyć poprawnie niezależnie od wartości $\cos \varphi$. Natomiast rozszerzenie tego żądania na liczniki jednofazowe dla drobnego odbiorcy bynajmniej nie jest samo przez się zrozumiałe. Drobnego odbiorcę — to przede wszystkim odbiorcę światła i ciepła. Odbiorniki o $\cos \varphi \neq 1$ mają tu drugorzędne znaczenie. Są to odbiorniki radiowe, odkurzacze, źle skompensowane lampy fluoryzujące. Można przyjąć, że drobnego odbiorcę pobiera nie mniej niż 75% energii przy $\cos \varphi$ praktycznie równym 1. Jeżeli w tych warunkach licznik nie jest przystosowany do pomiaru przy $\cos \varphi \neq 1$, tzn. jeżeli kąt przesunięcia między strumieniem prądowym i napięciowym σ wynosi np. 85° zamiast 90° , to na podstawie wzoru na moment obrotowy

$$M = c \cdot \Phi_u \cdot \Phi_i \cdot f \cdot k \cdot \sin(\sigma - \varphi)$$

obliczymy różnicę momentów dla $\sigma = 90^\circ$ i $\sigma = 85^\circ$:

$$M_{90} - M_{85} = c_1 [\cos \varphi (1 - \sin \sigma) + \sin \varphi \cos \sigma]$$

oraz różnicę procentową względem M_{90} :

$$\delta = 1 - \sin \sigma + \tan \varphi \cos \sigma;$$

stąd np. dla $\sigma = 85^\circ$ i $\cos \varphi = 0,8$, czyli $\tan \varphi = 0,75$ otrzymamy $\delta \approx 7\%$. W tych warunkach dodatkowy błąd spowodowany złym wyrównaniem kąta między czynnymi strumieniami jest rzędu 7%. Ale błąd ten występuje wtedy, kiedy w użyciu jest w y i ą c z n i e odbiornik o $\cos \varphi$ tak dalece różnym od 1. W innych przypadkach błąd w wyniku ostatecznym, tzn. w rachunku otrzymamy przez odbiorcę, wystąpi w wartości mniejszej w stosunku ilości energii zużytej przy $\cos \varphi \neq 1$ do ilości energii zużytej przy $\cos \varphi = 1$. Jeżeli np. przyjąć, że ilość energii, zużywana np. przez radioodbiornik stanowi nawet 25% całkowitego poboru energii, to efektywny błąd zmniejszy się do około 2%.

Z powyższego wyniku następujący wniosek.

Dla uzyskania $\sigma = 90^\circ$ stosuje się w napięciowym obwodzie magnetycznym bocznik i dodatkową regulację obciążenia strumienia prądowego, bądź napięciowego, bądź też obu razem. Ze względu na pobór mocy nie można uprościć rdzenia napięciowego, przez usunięcie bocznika magnetycznego. Rezygnując jednak z $\sigma = 90^\circ$ można wyeliminować wszystkie urządzenia do obciążenia strumienia magnetycznych, upraszczając w ten sposób produkcję i montaż i skracając czas regulacji licznika. W konkretnym wypadku produkowanego u nas licznika typu A2 usunięcie urządzeń regulacyjnych i pierścieni obciążających strumienie magnetyczne da — przy obecnym poziomie produkcji — oszczędności na materiale, robociznie i zwiększeniu przepustowości wzorcowi rzędu 300 000 zł rocznie, nie powodując praktycznie żadnego pogorszenia właściwości mierniczych licznika.

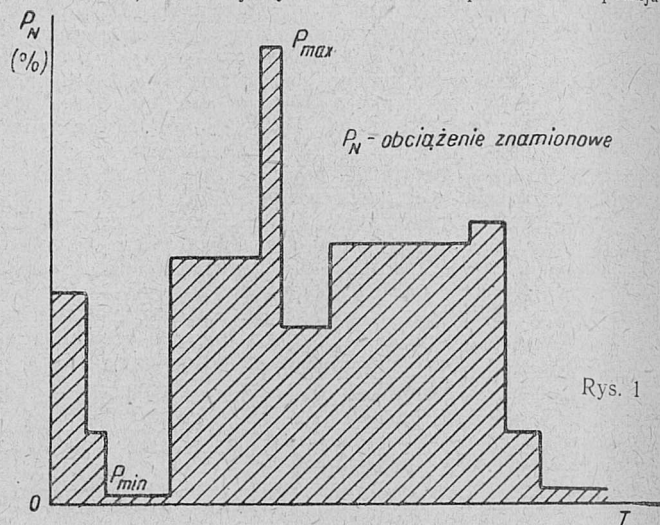
Autorzy proponują wobec powyższego, żeby licznik jednofazowy dla drobnego odbiorcy był wzorcowany tylko przy $\cos \varphi = 1$. Byłoby pożądane, żeby Główny Urząd Miar i Ministerstwo Energetyki rozpatrzyły możliwość realizacji tego wniosku.

3. Zagadnienie dokładności pomiaru energii.

Drugą charakterystyczną właściwością nowoczesnych liczników jest tzw. „płaska krzywa błędów“. W zakresie obciążenia od 10% (a niekiedy i od 5%) do 200% obciążenia znamionowego błędy nie przekraczają $\pm 2\%$. Wszystkie fabryki produkujące liczniki uważają za punkt honoru uwzględnić ten warunek, który praktycznie czyni z licznika przyrząd pomiarowy klasy 0,2 przy 10% obciążenia. Taki przebieg krzywej błędów uzyskuje się przez staranny dobór blach krzemowych do produkcji rdzeni prądowych i napięciowych, a niekiedy nawet

przez sortowanie gotowych rdzeni. Przy obciążeniach powyżej znamionowego stosuje się boczniki magnetyczne w obwodzie strumienia prądowego, wykonane z żelaza „armco“ i wymagające starannej obróbki termicznej.

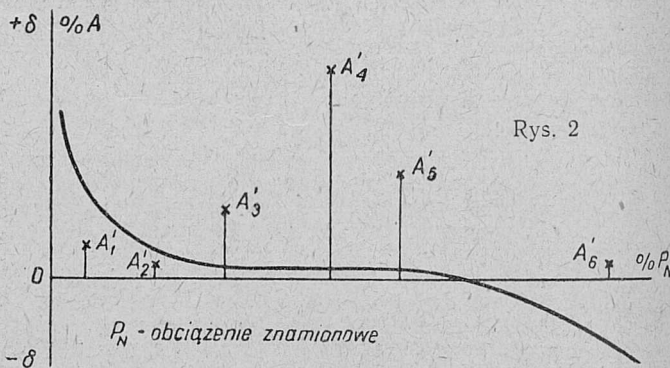
Sprawa dokładności licznika energii elektrycznej wymaga szerszego omówienia. Wydaje się, że nie można przenosić żywym pojęcia dokładności z dziedziny przyrządów pomiarowych wskazujących do dziedziny przyrządów całkujących, do których należą liczniki. Mierzac np. wartość chwilową mocy watomierzem, wnioskujemy o dokładności pomiaru — pomija-



Rys. 1

jąc inne okoliczności — z klasy dokładności tegoż watomierza. Klasa określa błąd w najkorzystniejszych warunkach pomiaru, wyrażony w procentach znamionowej wartości zakresu pomiarowego.

W pomiarze energii elektrycznej przy pomocy licznika interesuje nas dokładność pomiaru sumy wartości chwilowych w pewnym okresie czasu. Wynika ona co prawda z dokładności pomiaru poszczególnych wartości chwilowych, ale w naj-



Rys. 2

ogólniejszym wypadku zależy nie tylko od niej. Dla wyjaśnienia zakładamy pewien przebieg obciążenia w czasie (rys. 1). Powierzchnia, zawarta między osią czasu a krzywą w przedziale od T_1 do T_2 , przedstawia $\int_{T_1}^{T_2} P_T \cdot dT = A$ czyli całkowitą energię pobraną w tym okresie. Obciążenie w czasie od T_1 do T_2 nie było stałe, lecz zmieniało swoją wartość w granicach między P_{min} i P_{max} . Na podstawie krzywej $P = f(T)$ można wyznaczyć ilości energii (w kWh) $A_1, A_2, \dots, A_n$ zużyte przy obciążeniach odpowiednio $P_1, P_2, \dots, P_n$, albo te same ilości energii w procentach od A , tzn. od całkowitej ilości energii pobranej w rozważanym okresie; oznaczmy te procentowe wartości przez $A'_1, A'_2, A'_3, \dots, A'_k, \dots, A'_n$.

Na rys. 2 podana jest krzywa błędów z wyrysowanymi wartościami $A'_1, A'_2, \dots, A'_n$. Te dane pozwalają na określenie wpływu dokładności pomiaru poszczególnych wartości chwilowych mocy na dokładność pomiaru energii. Znajac bowiem zależność dokładności pomiaru od wartości obciążenia, można określić poszczególne błędy składowe i na ich podstawie błąd sumaryczny pomiaru wartości A , a tym samym dokładność, z którą wystawiamy rachunek odbiorcy energii elektrycznej. Błąd ten równa się

$$\delta_{\Sigma} = \frac{A_1 \delta_1 + A_2 \delta_2 + \dots + A_k \delta_k + \dots + A_n \delta_n}{\Sigma A} \quad (\%)$$

$$\delta_{\Sigma} = \frac{A'_1 \delta_1 + A'_2 \delta_2 + \dots + A'_k \delta_k \dots + A'_n \delta_n}{100} \quad (\%)$$

gdzie A'_k — energia pobrana przy obciążeniu P_k ,
 A'_k — energia pobrana przy obciążeniu P_k w % A ,
 δ_k — błąd pomiaru przy obciążeniu P_k ,
 δ_{Σ} — błąd sumaryczny.

O dokładności pomiaru energii elektrycznej decydują zatem dwa czynniki. Pierwszy z nich to przebieg krzywej błędów $\delta = (P)$, drugi czynnik to wielkość zużycia dla różnych wartości obciążenia. W wypadku „płaskiej krzywej błędów” dokładność pomiaru nie jest zależna od przebiegu obciążenia. Znając więc w konkretnym wypadku zależność poboru energii od wartości obciążenia, można dobrać krzywą błędów odmiennej od „płaskiej”, a dającą mimo to w rezultacie tę samą dokładność pomiarów.

Niech rozkład zużycia w zależności od obciążenia dla drobnej odbiorcy przedstawia się jak następuje:

obciążenie w % znamionowego	zużycie w % całkowitego
10%	2%
50%	30%
100%	65%
200%	3%

Dla tego konkretnego wypadku obliczono według wyżej podanych wzorów efektywny błąd dla trzech rodzajów krzywej błędów podanych na rys. 3: krzywej *a* według przepisów GUM, płaskiej krzywej *b* i dowolnie przyjętej krzywej błędów *c*.

Dla krzywej *a* błąd sumaryczny wynosi +2,1%, dla płaskiej krzywej *b* $\pm 2\%$, dla krzywej *c* +2,3%. Mimo różnego przebiegu krzywych błędów wyniki są praktycznie identyczne. Należy jeszcze zaznaczyć, że krzywa *c* daje się praktycznie bez trudności osiągnąć i nie stanowi żadnego szczególnego wypadku.

Rezygnując z płaskiej krzywej błędów przy obciążeniach mniejszych od znamionowego, można uzyskać następujące ułatwienia produkcyjne:

a) odpada konieczność doboru blach krzemowych, względnie stwarza się możliwość stosowania gorszych gatunkowo blach;

b) przy poprawnym nastawieniu biegu napięciowego i rozruchu odpada potrzeba wzorcowania przy 10% obciążenia (badania wykazały, że błędy liczników przy 10% obciążenia nie przekraczają +5%).

Rezygnując z płaskiej krzywej błędów powyżej obciążenia znamionowego, uzyskuje się możliwość stosowania boczników magnetycznych z materiałów tańszych niż „armco”. Błąd przy 200% obciążenia znamionowego może być zresztą znacznie mniejszy, niż np. 8%, jeżeli — co i z innych względów jest pożądane — zmniejszy się znamionową prędkość obrotową przez zastosowanie silniejszych magnesów. I tu tkwi źródło potania licznika bez praktycznego pogorszenia właściwości mierniczych.

Trudno na tym miejscu proponować konkretne dane liczbowe co do krzywej błędów. Muszą one być przedmiotem badań zarówno GUM, jak i Ministerstwa Energetyki. Za niewątpliwie można, jak się wydaje, uznać co następuje:

1) kształt krzywej błędów winien w zasadzie odpowiadać dzisiejszym przepisom GUM; zmiana przepisów w kierunku „płaskiej” krzywej błędów, jak np. w Anglii (British Standard 37: Parts 1 & 2: 1952) wydaje się rzeczą nieuzasadnioną;

2) błąd przy 10% obciążenia winien być dodatni, a jego wartość może być większa niż przewidują dzisiejsze przepisy;

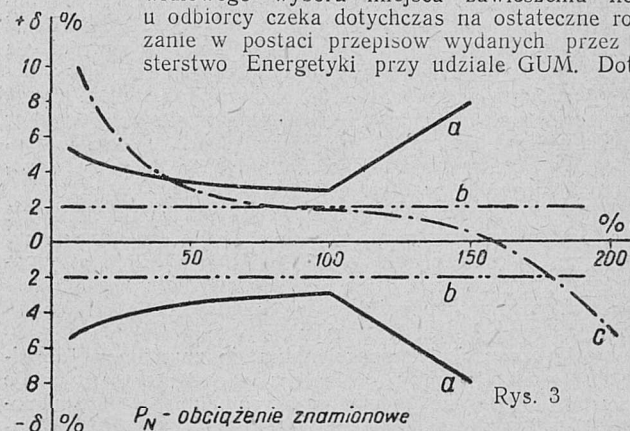
3) błąd przy 200% obciążenia może być większy niż dotychczas przewidziano w przepisach innych państw.

Jest rzeczą oczywistą, że wspomniane wyżej uproszczenia produkcyjne powinny być uzależnione od poprawnego wykonania wszystkich części i poprawnego montażu licznika. Warunki te muszą zresztą w o wiele większym stopniu być zachowane w produkcji precyzyjnego licznika o płaskiej krzywej błędów i wyregulowanym kącie $\sigma = 90^\circ$. Nie mogą one wobec tego stanowić trudności w realizacji powyższych wniosków.

Wartość mocy rozruchu miałaby — w myśl wywodów o wpływie przebiegu krzywej błędów na sumaryczną dokładność — znaczenie drugorzędne. Ale wartość ta jest technicznie bardzo ważnym wskaźnikiem, charakteryzuje bowiem jakość ułożyskowania wirnika i liczydła. Dotychczasowy postulat 0,5% P_N wydaje się raczej jako zbyt łagodny. Wartość tę należałoby obniżyć do 0,3% P_N . Przy poprawnym wykonaniu łożysk wartość ta da się bez trudności uzyskać.

Postulat co do wytrzymałości elektrycznej izolacji licznika wydaje się słuszny. Aczkolwiek w praktyce nie zajdzie wypadek powstania między obwodami prądowym i napięciowym napięcia 2 kV, to jednak próba ta stosowana w praktyce daje obraz jakości wykonania licznika.

Zależność wskazań licznika od temperatury należy rozpatrywać łącznie z pozornie oddalonymi problemami, a mianowicie z odpornością części na korozję oraz pyłoszczelnością obudowy. Problemy te sprowadzają się bowiem praktycznie do tego samego, a mianowicie do wyboru miejsca zawieszenia licznika u odbiorcy. Poza tym, jeśli chodzi o pyłoszczelność, należy uwzględnić również warunki transportu. Problem prawidłowego wyboru miejsca zawieszenia licznika u odbiorcy czeka dotychczas na ostateczne rozwiązanie w postaci przepisów wydanych przez Ministerstwo Energetyki przy udziale GUM. Dotyczy-



Rys. 3

łyby one, oczywiście, zarówno miast, jak i nowej zelektryfikowanej wsi. Z punktu widzenia cytowanych wyżej trzech problemów pomieszczenie, w którym zawieszony może być licznik, winno odpowiadać następującym warunkom:

a) temperatura może się wahać w granicach od +100 do +25°;

b) atmosfera pomieszczenia nie powinna zawierać więcej niż 80% wilgotności względnej ani też substancji chemicznie aktywnych, jak amoniak, kwasy itp.;

c) w pomieszczeniu, gdzie zawieszony jest licznik, nie mogą znajdować się urządzenia, których praca związana jest z wytwarzaniem pyłu (młyny).

Nie trudno znaleźć w każdym mieszkaniu — zarówno w mieście, jak i na wsi — pomieszczenie, odpowiadające powyższym wymaganiom. Przy zachowaniu tych warunków można by nie zaopatrywać liczników w urządzenia do kompensacji wpływu zmian temperatury (Thermoperm). W nieskompensowanym liczniku typu A2 zależność od temperatury przy 100% P_N i $\cos \varphi = 1$ wynosi około 0,1%/10°. W proponowanym powyżej granicach temperatur dodatkowe błędy, spowodowane zmianami temperatury, byłyby zawarte w granicach $\pm 0,8\%$, mogłyby więc być pominięte.

4. Spółczynnik jakości.

Dalsze postulaty konstrukcyjne wynikają z pewnej osobliwości licznika energii elektrycznej, odróżniającej go od innych przyrządów mierniczych. Osobliwością tą jest okres legalizacyjny, który u nas, jak i w wielu innych państwach, wynosi 8 lat. W okresie tym licznik, pozostając praktycznie bez nadzoru, winien zachować swoje właściwości miernicze. Jest to warunek bardzo ciężki, szczególnie jeżeli mieć na uwadze łożyska licznika.

Głównymi źródłami momentu tarcia są: łożysko dolne, łożysko górne i łożyska liczydła. Wartość momentu tarcia górnego, prowadzącego łożyska, i łożysk liczydła, a przede wszystkim stałość tych wartości w czasie zależą wyłącznie od jakości wykonania i jakości użytego oleju łożyskowego. Naprężenia występujące w tych łożyskach są tak małe, że uzyskanie odpowiednio małych i stałych w czasie momentów tarcia nie przedstawia trudności. Inaczej ma się rzecz z łożyskiem dolnym, stopowym. Przy użyciu stalowej kulki i kamienia łożyskowego z syntetycznego korundu maksymalne naprężenie w łożysku licznika A2 dochodzi do 100 kg/mm². Warunki pracy są więc ciężkie i wymagania co do materiałów, jakości powierzchni i użytego oleju łożyskowego muszą być bardzo wysokie. Jeśli mieć na uwadze 8-letni okres pracy bez nadzoru, to trzeba stwierdzić, że łożysko dolne pozostaje nadal czułym punktem konstrukcji licznika.

Łożysko dolne licznika pracuje w analogicznych warunkach jak łożyska przyrządów pomiarowych o czopach stożkowych.

W jednym i drugim wypadku powierzchnie pracujące są powierchniami kulistymi. Do obliczenia największego naprężenia ściskającego i promienia powierzchni zetknięcia się czopa i kamienia stosuje się wzory Hertza. Wzory te pozwalają też obliczyć moment tarcia w zależności od ciężaru wirnika. Przy założeniu stałej wartości naprężenia ściskającego, a więc przy dostosowaniu promieni pracujących powierzchni do ciężaru wirnika moment tarcia proporcjonalny jest do $G^{1,5}$, gdzie G oznacza ciężar wirnika.

Dla przyrządów pomiarowych wskazujących wprowadzono pojęcie współczynnika jakości (Keinath), charakteryzującego błąd tarcia jako funkcję ciężaru części ruchomej i momentu kierującego. Moment tarcia ma również w licznikach decydujące znaczenie, zwłaszcza jeśli chodzi o stałość właściwości mierniczych z biegiem czasu. Można więc i należy również dla liczników wprowadzić pojęcie współczynnika jakości, który pozwoliłby na ocenę i porównywanie różnych konstrukcji. Ocenę można, oczywiście, przeprowadzać z najrozmaitszych punktów widzenia. Wydaje się, że do najsłuszniejszych należałoby zaliczyć ocenę trwałości ułożyskowania, gdyż ta decyduje o zachowaniu się licznika w okresie 8-letniej pracy.

Charakter pracy łożyska licznikowego jest jednak inny niż łożyska przyrządu wskazującego. Nie wystarczy tu wartość momentu tarcia, należy wprowadzić pojęcie *p r a c y m o m e n t u t a r c i a*, a więc iloczynu momentu tarcia i liczby obrotów, gdyż ta wielkość będzie decydowała o zużyciu się łożyska. Ponieważ liczba obrotów, którą wirnik wykona w pewnym okresie czasu, jest proporcjonalna do znamionowej prędkości obrotowej (tj. przy obciążeniu znamionowym), przeto praca momentu tarcia będzie proporcjonalna do znamionowej prędkości obrotowej. Moment tarcia, będący miarą zużycia się łożyska, wzrasta jednak z prędkością obrotową szybciej niż liniowo. Im gorszy jest stan wyjściowy, im bardziej zużyte jest łożysko, tym większy będzie przyrost tarcia dla tej samej prędkości. Znamionowa prędkość obrotowa wystąpi więc we wzorze z wykładnikiem potęgowym większym niż 1. Autorzy proponują przyjęcie wykładnika 1,5 tak, że wzór na współczynnik jakości przybierze postać:

$$A = \frac{c \cdot M}{(G \cdot n)^{1,5}},$$

gdzie M — moment obrotowy (gcm),
 G — ciężar wirnika (g),
 n — prędkość obrotowa (obr./min.),
 c — stała sprowadzająca wynik końcowy do wartości zbliżonej do 1 ($c = 1000$).

Wykładnik 1,5 jest na razie hipotetyczny; problem ten jest obecnie przedmiotem prac Katedry Miernictwa Elektrycznego Politechniki Wrocławskiej.

Oparcie oceny konstrukcji licznika na proponowanym wyżej współczynniku pozwala — jak w przyrządach wskazujących — określić najkorzystniejsze wymiary wirnika. Określenie to jest niezależne od przyjętego dla n wykładnika potęgowego. Nie uwzględnia ono również ani wartości, ani stałości tarcia w innych łożyskach licznika, np. w liczydło.

Określenie najkorzystniejszych wymiarów wirnika opiera się na następujących założeniach. Całkowity ciężar wirnika G składa się z ciężaru tarczy aluminiowej, a więc ciężaru czynnego G_a i ciężaru osi, ślimaka i innych części wchodzących w skład wirnika, lecz nie wytwarzających momentu obrotowego, czyli ciężaru martwego G_m . Chcąc wyznaczyć najkorzystniejszy stosunek tych dwu ciężarów, należy w pierwie określić, który wymiar tarczy aluminiowej przyjmie się jako zmienny. W rachubę wchodzi grubość i promień tarczy. Grubość zmieniać nie można, bo pociąga to za sobą konieczność zmiany szczeliny roboczej, a tym samym zmiany obwodów magnetycznych. Wobec tego zmienny może być tylko promień tarczy R .

Założymy pewien najkorzystniejszy układ rdzeni względem tarczy, można przyjąć, że moment obrotowy jest proporcjonalny — przy innych warunkach równych — do promienia R :

$$M = c \cdot R.$$

Ciężar czynny proporcjonalny jest do R^2 :

$$G_a = c_1 \cdot R^2.$$

Zarówno więc moment obrotowy, jak i ciężar wirnika są funkcją R . Stąd

$$A = c_2 \frac{R}{(c_1 R^2 + G_m)^{1,5}}.$$

Z przyrównania pochodnej dA/dR do zera otrzymujemy

$$1,5 (c_1 R^2 + G_m)^{0,5} \cdot 2 c_1 R \cdot R - (c_1 R^2 + G_m)^{1,5} = 0,$$

$$\text{skąd} \quad 2 c_1 R^2 = G_m \quad \text{albo} \quad G_a = 0,5 G_m.$$

Wynik ten jest tym znamieny, że we wszystkich licznikach stosunek G_a/G_m jest nie mniejszy niż 10, a więc wymiary wirników są dalekie od najkorzystniejszych. Gdybyśmy jednak wykonali licznik o wirniku, w którym $G_a = 0,5 G_m$, to moment obrotowy byłby bardzo mały, nie mówiąc już o tym, że trudno byłoby zmieścić układ napędowy, który również musiałby ulec zmniejszeniu. Ponieważ moment tarcia w łożysku dolnym nie jest jedynym w liczniku, dolną granicą zmniejszenia wymiarów tarczy będzie pewien stosunek sumarycznego momentu tarcia do momentu obrotowego.

Dla przykładu podamy współczynniki jakości licznika A2 w wykonaniu obecnym i w wypadku $G_a = 0,5 G_m$ (wypadek w dzisiejszych warunkach fikcyjny, bo wymagający zmiany układu napędowego). Współczynnik A przy momencie obrotowym 4 gcm, znamionowej prędkości 46 obr./min. i ciężarze wirnika 26 g wynosi 0,10. Przy założeniu $G_m = 4$ g i $G_a = 2$ g sumaryczny ciężar wirnika wyniesie 6 g. Moment obrotowy

zmaleje proporcjonalnie do promienia R czyli do $\sqrt{G_a}$ i wyniesie $4 \sqrt{\frac{2}{22}} = 1,2$ gcm. Współczynnik jakości osiągnie wartość $A = 0,26$, tzn. wzrośnie 2,6 razy w stosunku do obecnego.

Oto zestawienie współczynników jakości kilku nowoczesnych liczników jednofazowych*):

Wyrób,	model	M (gcm)	n (min ⁻¹)	G (g)	A
ZWAP,	A2	4,0	46	26	0,10
AEG,	J6P	5,3	22	26,5	0,36
	NE	3,4	30	12,5	0,47
CSR,	EJ	5,0	50	30	0,09
AEG,	J6E	10,0	90	26,5	0,086
ZSRR,	M	4,5	53	20	0,13

Z zestawienia widać wyraźnie, jak wielką rolę odgrywa ciężar wirnika i znamionowa prędkość obrotowa. Zmniejszenie obu wartości do minimum winno być jednym z najważniejszych zadań konstruktorów liczników.

Dalsze wnioski są następujące.

Wymiar tarczy aluminiowej narzucony jest jedynie wymiarami i układem wzajemnym rdzenia napięciowego i prądowego. Z układu tego wynika bowiem pewna najkorzystniejsza odległość systemu napędowego od brzegu tarczy. Stosowane dotychczas układy rdzeni stanowią kompromis między teoretycznie najkorzystniejszym położeniem rdzeni prądowych i napięciowych i możliwością produkcji takich rdzeni z blach krzemowych.

Wykonując rdzenie licznikowe nie z blach krzemowych, lecz prasowane z proszku żelaznego (ferrocart) uzyskuje się znaczną swobodę nie tylko we wzajemnym układzie, ale w szeregu szczegółów konstrukcyjnych, jak np. przekrój biegunów. Ponieważ z technologicznego punktu widzenia stosowanie prasowanych rdzeni dałoby wiele korzyści, problem ten włączony został do planu prac Katedry miernictwa elektrycznego Politechniki Wrocławskiej, Zakładu automatyki i miernictwa Instytutu Elektrotechniki i Zakładu proszków Instytutu Metali Nieżelaznych w Gliwicach. Celem tych prac jest uzyskanie możliwości zmniejszenia wymiarów tarczy wirnika i samego licznika, zmniejszenie zużycia materiałów bez pogorszenia, a raczej z poprawą jakości licznika.

Proponowany wyżej współczynnik jakości nie wyczerpuje bynajmniej charakterystyki licznika; określa on jedynie trwałość dolnego, najważniejszego, łożyska, a tym samym zachowanie się licznika w okresie legalizacyjnym.

Innym — również ważnym dla konstruktora — będzie współczynnik charakteryzujący stosunek wytworzonego momentu obrotowego do poboru mocy obwodu napięciowego i prądowego. I ten stosunek można nazwać współczynnikiem jakości licznika, jednak będzie on określał zupełnie inne jego właściwości. W odróżnieniu od poprzedniego nazwać go można współczynnikiem jakości elektrycznej.

Praktykowane niekiedy łączenie współczynników, charakteryzujących zupełnie różne właściwości licznika, w jeden sumaryczny (Elektrotechniczny Obzor, 1949, str. 652—657) wydaje się niecelowe, gdyż ten sumaryczny współczynnik nie pozwala na należyłą ocenę ani właściwości mechanicznych ani elektrycznych.

*) W rubryce n podano średnie wartości tam, gdzie wartość ta waha się w pewnych granicach w zależności od zakresów.

Praktyka wykazała, że w przyrządach pomiarowych wskaźujących współczynnik jakości Keinatha nie tylko dostatecznie charakteryzuje przyrząd, ale oddaje duże usługi przy projektowaniu nowych konstrukcji. Wobec odmiennego charakteru pracy liczników byłoby celowe wprowadzenie dwu współczynników, a mianowicie współczynnika jakości mechanicznej i współczynnika jakości elektrycznej w wyżej podanych znaczeniach.

Współczynnik jakości elektrycznej charakteryzuje umiejętność konstruktora w wyzyskaniu energii obwodów magnetycznych do wytworzenia momentu obrotowego. Ma on znaczenie gospodarcze o tyle, że obwód napięciowy, jako stale włączony w sieć, jest źródłem strat nie pokrywanych w myśl przepisów GUM przez odbiorcę. Objasnia to następujące zestawienie danych kilku liczników:

Model	P_u (W)	P_{u_0} (W)	P (W)	M (gcm)	M/P (gcm/W)	M/P (gcm/W)
NE	1,2	0,8	2,0	3,4	2,8	1,7
EJ	0,5	0,8	1,3	5,0	10	3,9
WZ ₅	0,5	0,5	1,0	5,5	11	5,5

Stopień wyzyskania strumienia napięciowego do wytworzenia momentu obrotowego waha się w szerokich granicach. Dla uzyskania płaskiej krzywej błędów drogą zmniejszenia tłumienia prądowego korzystne będzie przerzucenie poboru mocy na obwód napięciowy. Przez powiększenie dopuszczalnego błędu przy przeciążeniu licznika z jednej strony, a konstruowanie liczników wolnobieżnych z drugiej strony można by zwiększyć pobór mocy obwodu prądowego i zmniejszyć pobór obwodu napięciowego bez zmniejszenia momentu obrotowego. Pozwoli to na zmniejszenie strat w sieciach, a więc da korzyści gospodarcze.

DR INŻ. A. MYŚLICKI

Osiągnięcia radzieckie w dziedzinie wielkich układów przesyłowych (MKWSE, 1952)

347.77:621.316.027.81/.88
(473.11 + 478.81)

Treść I. Projekt techniczny układu przesyłowego Kujbyszew — Moskwa na 400 kV. — II. Zagadnienia odwzorowania fizycznego przy projektowaniu układów elektroenergetycznych. Podano zarys teorii odwzorowania oraz zastosowanie jej do modelowania układów elektroenergetycznych; opisano poszczególne części modelu układu przesyłowego Kujbyszew — Moskwa oraz przedstawiono wyniki badań. — III. Nowa metoda regulacji wzbudzenia prądnic synchronicznych, oparta na zależności wzbudzenia od wartości prądu obciążeniowego (kompandowanie). Podano zasadę działania układu, stosowanego obecnie powszechnie w ZSRR do prądnic zarówno mniejszych, jak i wielkich, o mocach 50 i 100 MVA.

Советские достижения в области электроэнергетических систем. I. Технический проект системы Куйбышев — Москва на 400 кв. — II. Вопросы физического подобия при проектировании электро-энергетических систем. Очерк теории физического подобия и ее применение для моделирования систем; описаны составные части модели для системы Куйбышев — Москва и приведены результаты исследований. — III. Новый метод регулирования возбуждения синхронных генераторов, основанный на зависимости возбуждения от нагрузочного тока (компаундирование). Указан принцип действия по схеме, общепринятой ныне в СССР для генераторов как малой мощности, так и большой (50 и 100 мва).

Soviet achievements in electric power systems (ICLES, 1952). I. Technical project of Kujbyszew—Moscow 400 kV transmission line. — II. The problem of physical similarity in designing electric power systems. Outline of the theory of similarity and its adaptation to the modelling of electric power systems; description of individual elements of the model of the Kujbyszew—Moscow system, and resumé of the results of research. — III. New method of controlling excitation of synchronous generators, based on the contingency of excitation on the value of the load current (compounding). The principle of operation of a system now in general use in the U.S.S.R. for both smaller and larger generators of 50 MVA and 100 MVA.

1. Wstęp.

Jednym z najpoważniejszych zagadnień, nad którymi pracuje obecnie przemysł elektrotechniczny, biura projektowe i instytuty naukowo-badawcze w ZSRR, jest realizacja dwu wielkich elektrowni wodnych na Woldze — Kujbyszewskiej i Stalingradzkiej oraz układów przesyłowych Kujbyszew — Moskwa o długości 900 km i Stalingrad — Moskwa o długości ponad 1000 km. Dla realizacji tych wielkich inwestycji konieczne jest rozwiązanie szeregu nowych problemów w dziedzinie nie spotykanych dotąd w technice napięć, mocy i odległości przesyłu.

Odzwierciedleniem nastawienia się elektroenergetyki radzieckiej na opanowanie tych problemów i realizację budowy układów przesyłowych jest treść referatów radzieckich, zgłoszonych na XIV sesję Międzynarodowej Konferencji Wielkich Sieci Elektrycznych, odbyłą w maju 1952 r. w Paryżu.

Referat A. W. Mirolubowa [1] omawia projekt techniczny układu przesyłowego Kujbyszew — Moskwa na tle planów rozwoju elektryfikacji Związku Radzieckiego i wielkich budowli komunizmu. Podane w referacie założenia energetycznych układów przesyłowych Kujbyszew — Moskwa i Stalingrad — Moskwa oraz przyjęte rozwiązania techniczne znane są już czytelnikom Przeglądu Elektrotechnicznego¹⁾.

5. Wnioski.

Z całokształtu powyższych wywodów nie wynika bynajmniej, że nie można, czy nie należy budować precyzyjnych liczników jednofazowych, dorównujących swymi właściwościami najlepszym wyrabianym na świecie licznikom. Potrzebne one są jednak tylko do celów specjalnych i ewentualnie na eksport, licznik zaś krajowy dla drobnego odbiorcy winien być wystarczająco dobry i możliwie tani. Zawarte w niniejszym referacie postulaty mogłyby się przyczynić do realizacji takiego licznika.

W wyniku powyższych rozważań nasuwają się następujące wnioski:

1) Główny Urząd Miar i Ministerstwo Energetyki rozpatrzą potrzebę i możliwość zmiany istniejących przepisów w kierunku stworzenia dwu klas liczników jednofazowych, a mianowicie:

klasa I — liczniki precyzyjne,
klasa II — liczniki odpowiadające potrzebom drobnego odbiorcy.

2) Celem lepszego powiązania prac wyższych uczelni z potrzebami przemysłu należy jak najszybciej utworzyć przy katedrach lub zespołach katedr współpracujących z przemysłem warsztaty modelowe, z jednej bowiem strony charakter prac konstruktorskich przy tworzeniu aparatury pomiarowej wymaga bezwzględnie sprawdzania poszczególnych etapów prac na modelach, z drugiej zaś strony przy najlepszych nawet chęciach ze strony przemysłu warsztaty modelowe przy zakładach przemysłowych nie są w stanie sprostać rosnącym zadaniom.

LITERATURA

- Krukowski W. Grundzüge der Zählertechnik, Berlin, 1930
Goriunow P. N., Pigin S. M., Szumiłowski N. N. Elektrischeskeje szczotczyki, Moskwa, 1951
Möllinger I. A. Wirkungsweise der Motozähler und Messwandler, Berlin, 1925

Dwa następne referaty poświęcone są zagadnieniom teorii analizy pracy układów przesyłowych na modelach, krótkiemu przedstawieniu wyników badań oraz zagadnieniu automatycznej regulacji napięcia prądnic, niezbędnej dla poprawy współpracy układów przesyłowych.

2. Odwzorowanie fizyczne przy projektowaniu układów elektroenergetycznych [2]²⁾

Badanie własności i zjawisk na modelach, stosowane coraz częściej w ostatnich dziesięcioleciach, doprowadziło do powstania nowej gałęzi wiedzy — nauki o modelowaniu czyli o odwzorowywaniu fizycznym. Teoria odwzorowywania w ogóle i modelowania w szczególności stanowią element, łączący analityczne metody badania zjawisk z metodami doświadczalnymi. Pozwalają one na dowolne, odpowiednio do potrzeb, zmienianie wymiarów obiektów badanych, na przenoszenie badań do innej gałęzi fizyki, w której eksperymentowanie jest łatwiejsze i wreszcie na przenoszenie wyników badań z jednej gałęzi fizyki na inne działy. Elektrotechnika stanowi tę gałąź fizyki, w której eksperymentowanie jest najdogodniejsze, dlatego też naukowe metody odwzorowywania opierają się najczęściej na elektrotechnice.

²⁾ Referat W. A. Wienikowa podaje zasady teorii odwzorowania tylko w zarysie, niezbędnym do zrozumienia treści referatu. Bliższe szczegóły z tej teorii czytelnik znajdzie w książce W. A. Wienikowa „Primenienie teorii podobia i fiziceskowo modelirovanja w elektrotechnike”. Gosenergoizdat, 1949.

¹⁾ Ob. Epokowe budowle ZSRR w dziedzinie hydrotechniki i elektroenergetyki — III (Przegl. Elektr., 1952, zes. 11, str. 427 — 434).

Modelowanie daje szczególne korzyści w tych przypadkach, w których metody analityczne zawodzą lub są zbyt skomplikowane.

Jeżeli zbadanie zjawiska w jakimś obiekcie jest niemożliwe lub utrudnione, można badania wykonać na innym obiekcie — zmniejszonym albo też na urządzeniu, które jest oparte na innym zupełnie zjawisku fizycznym, lecz na takich samych równaniach matematycznych, co zjawisko w obiekcie, który chcemy zbadać.

Pierwszy rodzaj modelowania, w którym obiekt-pierwowzór i jego model są podobne a różnią się jedynie skalą, nosi nazwę modelowania fizycznego.

Tak na przykład badanie spadków napięć i strat mocy w analizatorze sieciowym prądu zmiennego będzie oparte na zasadzie modelowania fizycznego przy zachowaniu odpowiednich skal prądów, oporności, napięć i mocy.

W drugim wymienionym wyżej przypadku, gdy zmienia się podstawę fizyczną doświadczenia, modelowanie nazywamy matematycznym lub modelowaniem analogiami.

Modelowanie matematyczne opiera się na odpowiedniości matematycznej zjawisk fizycznych, np. równanie różniczkowe Laplace'a, opisujące pole elektryczne, równocześnie opisuje i rozkład ciepła, ruch idealnej cieczy itp. Do rozwiązania można więc stosować dowolne ze zjawisk, ujętych w równaniu, i wyniki przenieść na pozostałe zjawiska z innych gałęzi fizyki.

Odwzorowania fizyczne w elektrotechnice znalazły w Związku Radzieckim szerokie zastosowanie, szczególnie w dziedzinie wielkich układów przesyłowych.

Teoria odwzorowania fizycznego opiera się na trzech podstawowych prawach:

1) pierwsze prawo, zwane prawem Newtona, formułuje własności podobnych³⁾ układów i stwierdza, że podobne zjawiska mają jednakowe kryteria podobieństwa⁴⁾:

2) drugie prawo, zwane prawem Federmana-Buckingham'a, głosi, że w każdym zjawisku można znaleźć zależności nie tylko pomiędzy wielkościami charakteryzującymi dane zjawisko, ale i między pewnymi ich kombinacjami, stanowiącymi liczby oderwane, niemianowane, będące kryteriami podobieństwa;

3) trzecie prawo, prawo Kirpiczowa-Guchmana, podaje warunki konieczne i wystarczające do istnienia podobieństwa pomiędzy zjawiskami.

Z powyższych praw wynikają następujące ważne dla modelowania wnioski:

a) złożone układy, składające się z elementów odpowiednio podobnych, są podobne w całości, jeżeli odpowiednio podobne są warunki na granicach połączeń tych elementów;

b) warunki podobieństwa, słuszne dla układów liniowych, rozciągają się i na układy nieliniowe, jeżeli tylko mają one zgodne charakterystyki parametrów nieliniowych;

c) warunki podobieństwa, słuszne dla układów izotropowych i jednorodnych, pozostają słuszne i dla układów anizotropowych i niejednorodnych, w których ta anizotropia i niejednorodność są w odpowiednim stosunku;

d) w geometrycznie nienpodobnych układach mogą występować zjawiska fizycznie podobne, przy czym każdemu punktowi przestrzeni jednego układu odpowiada określony punkt przestrzeni drugiego układu;

e) w technicznych zagadnieniach podobieństwo zjawisk może być przybliżone: mogą być podobne nie wszystkie zmienne, może zachodzić podobieństwo tylko w części rozpatrywanej przestrzeni.

3) Dwa zjawiska nazywamy podobnymi, jeżeli w odpowiadających sobie momentach czasu i odpowiadających sobie miejscach w przestrzeni wartości zmiennych wielkości, charakteryzujących zjawiska, są do siebie proporcjonalne. Współczynniki proporcjonalności obu wielkości nazywamy współczynnikami podobieństwa.

4) W podobnych układach stosunki dowolnych kombinacji wielkości są również proporcjonalne. Dowolne zjawisko może być więc scharakteryzowane nie tylko wielkościami fizycznymi, ale i współczynnikiem proporcjonalności, stanowiącym odpowiednią kombinację współczynników proporcjonalności. Kombinacje te nazywamy kryteriami podobieństwa. Najlepiej wyjaśni to następujący przykład podobieństwa mechanicznego.

Weźmy dwa układy mas M_1 i M_2 , na które działają siły F_1 i F_2 . Założmy, że predkości mas są podobne. W układach tych

$$\frac{M_1}{M_2} = m_M; \quad \frac{l_1}{l_2} = m_l; \quad \frac{F_1}{F_2} = m_F; \quad \frac{t_1}{t_2} = m_t.$$

Ponieważ $F_1 = M_1 \frac{d^2 l_1}{dt_1^2}$ i $F_2 = M_2 \frac{d^2 l_2}{dt_2^2}$, łatwo się przekonamy, że

$$m_F = \frac{m_M \cdot m_l}{m_t^2} \text{ lub — w innej postaci — } \frac{m_M \cdot m_l}{m_F \cdot m_t^2} = 1. \text{ Między wiel-}$$

kościami będzie istniała ta sama proporcjonalność $\frac{M_1 l_1}{F_1 t_1^2} = \frac{M_2 l_2}{F_2 t_2^2}$.

Ten stosunek, będący liczbą oderwaną, nazywamy kryterium podobieństwa układu mechanicznego i oznaczamy przez $\Pi = \frac{M l}{F t^2} = \text{idem}$.

strzeni, może wreszcie zająć przypadek, w którym wartości chwilowe prądów i napięć nie są podobne, lecz podobieństwo dotyczy ich obwiedni.

W praktycznych zadaniach, związanych ze zjawiskami elektrycznymi i elektromechanicznymi, należy rozróżniać podobieństwo pól i podobieństwo obwodów.

Kryteria podobieństwa dla pól elektromagnetycznych mają postać⁵⁾:

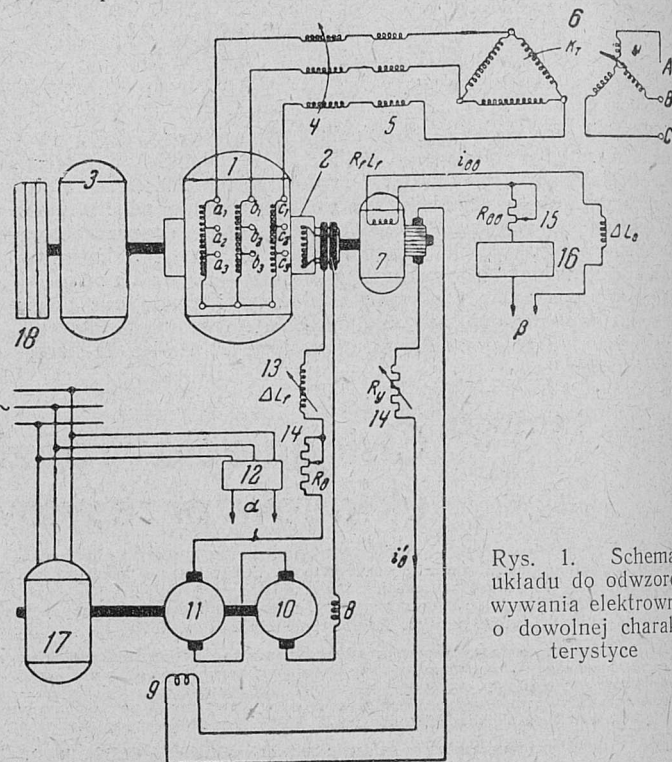
$$\Pi_1 = \frac{\mu \gamma l^2}{t} = \text{idem}; \quad \Pi_2 = \frac{\varepsilon}{\gamma t} = \text{idem}.$$

Kryteria podobieństwa dla obwodów elektrycznych sprowadzają się do warunków podobieństwa stałych czasu obwodów:

$$\frac{L_a}{R_a t} = \text{idem}, \quad \frac{C_a}{G_a t} = \text{idem}, \quad \frac{M_{ab}}{R_a t} = \text{idem},$$

do warunków podobieństwa elektrodynamicznego $\frac{M_0}{T} = \text{idem}$

oraz do podobieństwa czasów $\omega t = \text{idem}$.



Rys. 1. Schemat układu do odwzorowania elektrowni o dowolnej charakterystyce

- | | |
|---|---|
| 1 — prądnicą modelowa o oporności czynnej uzwojenia stojana 0,2%, z zaczącami (a_1, a_2, a_3, b_1, b_2 itd.) | 9 — uzwojenie układu wzbudzenia |
| 2 — wymienny wirnik prądnic | 10, 11 — tworniki układu zasilania wzbudzenia (z maszyną dodawczą) |
| 3 — silnik napędowy | 12 — układ powielania częstotliwości do zasilania uzwojenia przemagnesującego |
| 4 — cewka do odwzorowania indukcji wzajemnej | 13, 14, 15 — opory i indukcje regulacyjne |
| 5 — cewka do odwzorowania indukcji własnej | 16 — regulator |
| 6 — transformator o zmiennej przebiegu | 17 — silnik |
| 7 — wzбудnica | 18 — krążki do zmiany momentu bezwładności |
| 8 — uzwojenie wzbudzenia kompensatora | |

W związku z budową w ZSRR wielkich układów przesyłowych szczególne znaczenie miało modelowanie układów elektrodynamycznych w okresie prac projektowo-badawczych. Laboratoryjny model układu, odpowiadający warunkom podobieństwa, pozwolił przeprowadzać szczegółowe badania układu rzeczywistego.

5) Wykaz przyjętych w tekście oznaczeń literowych:

M — masa	idem — oznaczenie odpowiedności modelu i obiektu odwzorowanego
M_0 — stała bezwładności (w sek)	
M_{ab} — indukcja wzajemna między obwodami a i b	t — czas
L — indukcja	ω — prędkość kątowa
C — przewodność	μ — przenikalność magnetyczna
G — pojemność	ε — stała dielektryczna
F — siła mechaniczna	γ — przewodność elektryczna
R — oporność czynna	r — oporność czynna względna
T — stała czasu	x — oporność indukcyjna względna
Π — oznaczenie kryterium podobieństwa	m — współczynnik odwzorowania
	l — długość

Ponieważ do badań doświadczalnych warunki podobieństwa geometrycznego i podobieństwa pól nie były wymagane, zachowanie warunków podobieństwa obwodu było ułatwione przez możliwość dodania do maszyny-modelu specjalnych urządzeń,

Linie długie o rozłożonych stałych zastąpiono na modelu zestawami czwórników o stałych skupionych. Okazało się, że przy analizie zagadnień stateczności, prądów zwarciovych, przepięć dynamicznych i łączeniowych zupełnie wystarczyło zastąpienie linii Kujbyszew—Moskwa układem 16 czwórników.

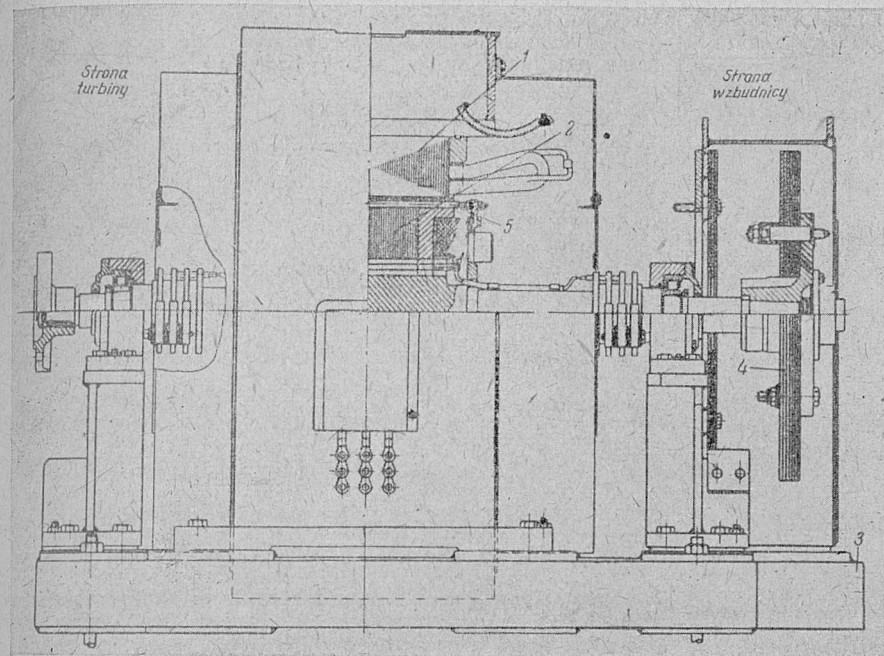
Przy rozważaniu specjalnych zagadnień wystąpiła konieczność odwzorowania łuku, ulotu, przepięć łączeniowych oraz przebiegów falowych w układzie. Odwzorowania wykonano przy użyciu specjalnie opracowanych urządzeń. Tak np. odwzorowanie strat ulotowych zostało wykonane przy pomocy układu lampowego na podstawie znanych wzorów empirycznych. Przy badaniu zjawisk o charakterze falowym stosuje się często odwzorowanie w powiększonej skali czasu (np. $m_t = 1000$).

Badania układów elektroenergetycznych na modelach maszynowych prowadzono w ZSRR już w latach 1936—1940.

Rys. 1 przedstawia schemat prądnicy, pozwalającej na odwzorowanie wielkiego generatora energoelektrycznego o dowolnych charakterystycznych i dowolnych systemach wzbudzenia. Prądnicę modelową można otrzymać przez przeróbkę typowej prądnicy niewielkiej mocy (moc wykorzystywana jest rzędu $1/5 \div 1/6$ mocy znamionowej typowej prądnicy) lub też zbudować według projektu specjalnego. Jednym z najważniejszych warunków, którym musi odpowiadać model prądnicy, jest równość stałych czasu obwodów stojana i wirnika w modelu oraz w obiekcie odwzorowanym. Wymaga to zbudowania prądnicy małej mocy o oporności względ-

nej uzwojeń tego samego rzędu, co w wielkich prądnicach. Wymaganie to było tak trudne, że wydawać się mogło niemożliwe do spełnienia. Zadanie to udało się jednak rozwiązać przy zrezygnowaniu z podobieństwa geometrycznego maszyn i zastosowaniu szeregu specjalnych konstrukcji oraz przez odpowiedni dobór parametrów (jak najmniejsza szczelina, obniżenie indukcji i powiększenie wymiarów maszyny). Prądnicą modelową opracowaną w Moskiewskim Instytucie Energetycznym (M. E. I.) na 20 kVA i 1000 obr./min. ma trzy wymienne wirniki, zapewniające uzyskanie oporności względnej uzwojeń $x_{ad} = 0,85; 0,55; 0,40$. Przekrój maszyny podany jest na rys. 2.

Względna oporność czynna uzwojenia stojana udało się obniżyć do wartości $r = 0,002$, oporność obwodu wzbudzenia

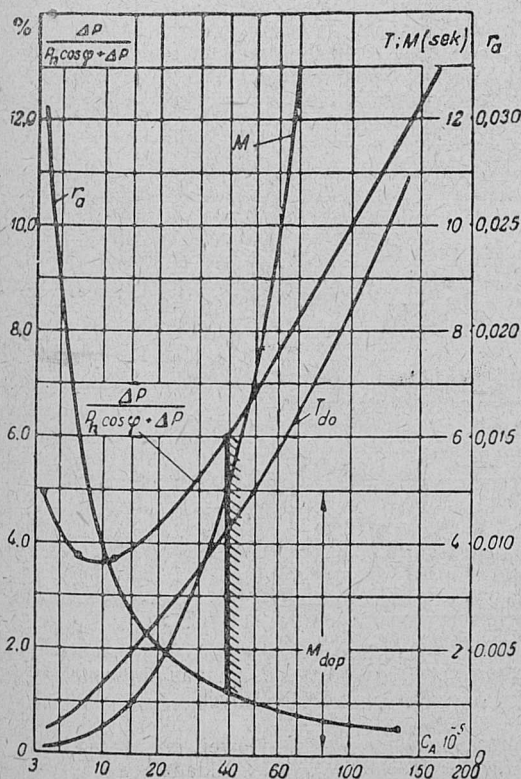


Rys. 2. Przekrój modelu zespołu prądnic — turbina wodna

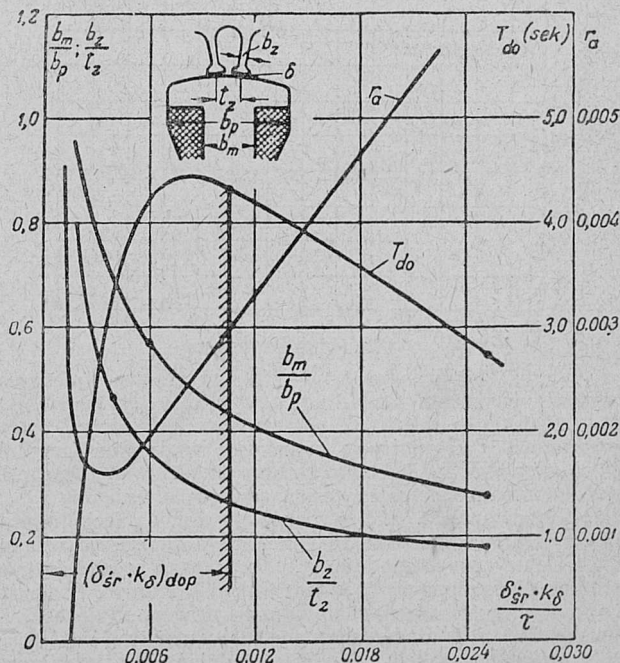
1 — stojan 2 — wirnik 3 — płyta fundamentowa 4 — krążki do zmiany momentu bezwładności 5 — wymienne uzwojenie tłumiące

które uzupełniały do pożądanych wartości poszczególne wielkości. Jako takie urządzenia mogą służyć transformatory, dodatkowe cewki, oporniki, kompensatory wirujące oraz układy, zapewniające uzyskanie podobieństwa charakterystyk (np. prądowo-napięciowych, napięciowo-czasowych itp.).

Dla utworzenia oporności ujemnej opracowano specjalny generator-kompensator.



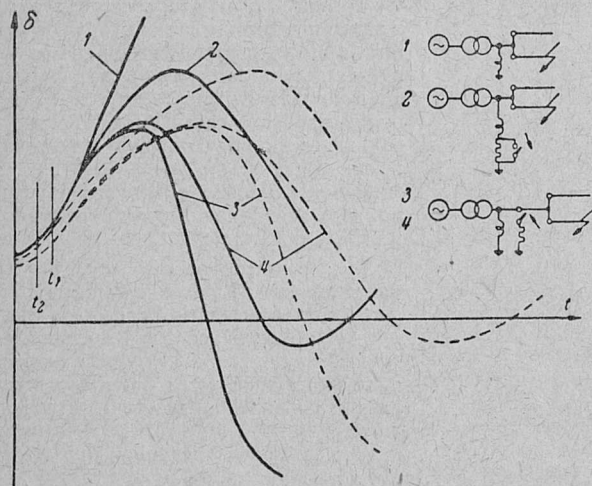
Rys. 3. Zależność parametrów prądnicy modelowej od jej głównych wymiarów



Rys. 4. Wpływ wielkości szczeliny na parametry prądnicy modelowej

jest wyższa. Uzyskanie tak niskiej wartości było możliwe tylko dzięki przeprowadzeniu licznych badań. W trakcie tych badań stwierdzono m. in. niesłuszność poglądu, że minimalną oporność czynną uzwojeń stojana i wirnika — przy stałej wartości x_d , stałej bezwładności i charakterystyce magnesowania — uzyskuje się przy maksymalnej ilości miedzi w uzwojeniach. Rys. 3 i 4 podają charakterystyczne zależności parametrów prądnicy modelowej od jej głównych wymiarów.

Odwzorowywanie urządzeń napędowych prądnic — turbin — wymaga, zależnie od potrzeb, zastosowania odpowiednich kry-

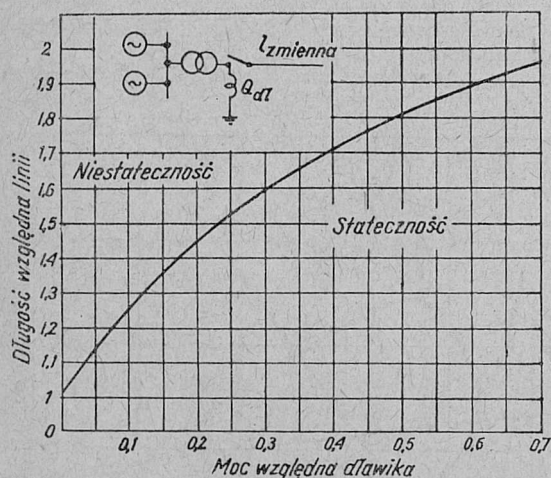


Rys. 5. Wyniki badań doświadczalnych nad poprawą współpracy układu na modelu linii Kujbyszew — Moskwa

Linie ciągłe — $M_0 = 7$ sek.
Linie przerywane — $M_0 = 16$ sek.
Wyłączenie oporu R w układzie 3 — po czasie $4,2 t_0$
" " " " 4 — po czasie $3 t_0$

teriów podobieństwa. W szeregu zagadnień wystarcza odwzorowanie jedynie charakterystyki momentu napędowego w funkcji prędkości obrotów, w niektórych zagadnieniach zachodzi jednak potrzeba odwzorowania wszystkich fizycznych procesów turbiny.

W pierwszym przypadku model turbiny stanowi silnik elektryczny (szeregowy prądu stałego, asynchroniczny lub układ



Rys. 6. Wyniki badań doświadczalnych nad granicą stateczności przy włączaniu linii długich w stanie jałowym

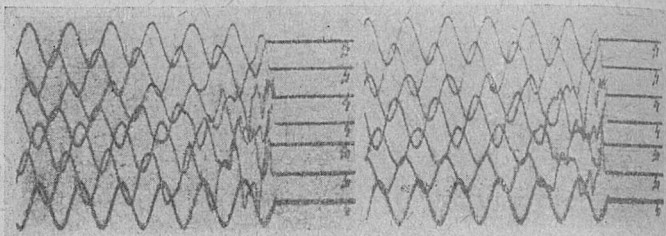
dwumaszynowy z regulatorem momentu), w drugim przypadku zachodzi potrzeba zbudowania turbiny modelowej z zachowaniem hydromechanicznych kryteriów podobieństwa.

Układ modelowy M. E. I. wyposażony jest w specjalne urządzenie rejestrujące, pozwalające na zapisy przesunąć wzajemnych osi elektrycznych prądnic w funkcji czasu w okresie trwania stanów nieustalonych. W układzie modelowym M. E. I. przeprowadzono liczne badania układu przesyłowego Kujbyszew — Moskwa na 400 kV. Badania te wykazały możliwość i łatwość rozwiązywania na modelu szeregu zagadnień, jak badanie możliwości poprawy stateczności pracy układu przez włączanie oporów, badanie przepięć dynamicznych, pracę dławików o charak-

teryście nasyconej w układzie, analizę przebiegu samowzbudzenia prądnic, współpracujących z liniami długimi, metodykę podnoszenia napięcia układów przesyłowych od zera i synchronizacji, oraz wielu innych zagadnień.

Jako przykład mogą służyć niektóre wyniki badań w postaci wykresów i oscylogramów.

Rys. 5 przedstawia wyniki badań nad poprawą stateczności pracy układu Kujbyszew — Moskwa, rys. 6 — wyniki badań



Rys. 7. Oscylogram zwarcia zdjęty na modelu linii Kujbyszew — Moskwa

U_1 — napięcie fazy R I_2 — prąd fazy S
 U'_1 — prędkość zmian napięcia fazy R I'_1 — prędkość zmian natężenia prądu fazy R
 U'_2 — " " " " I'_2 — prędkość zmian natężenia prądu fazy S
 I_1 — prąd fazy R " " " "

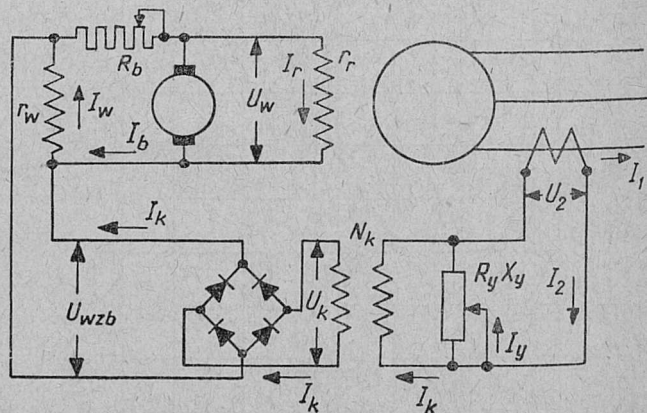
nad możliwością włączania linii na dwa generatory, rys. 7 — oscylogram przebiegów zwarciovych w układzie Kujbyszew — Moskwa.

3. Automatyczna regulacja wzbudzenia prądnic synchronicznych dla poprawy współpracy układów elektroenergetycznych.

Zasada automatycznej regulacji wzbudzenia prądnic synchronicznych, polegająca na powiększaniu prądu wzbudzenia przy wzroście prądu stojana i zmniejszaniu prądu wzbudzenia przy zmniejszaniu prądu stojana, znana jest już prawie od 50 lat.

Regulacja taka jest zbliżona do regulacji w maszynach prądu stałego z zastosowaniem wyprostowania prądu stojana, potrzebnego do wzbudzenia prądnicy synchronicznej. W praktyce do ostatniego dziesiętka lat nie wykorzystywano tej zasady. Dopiero w latach 1940 — 1941 w ZSRR pojawiły się pierwsze wzmianki o zastosowaniu praktycznym „kompaundowania” do automatycznej regulacji małych prądnic. Nowe zadania, postawione przed energetyką wobec rozwoju wielkich układów przesyłowych w Związku Radzieckim, wywołały konieczność rozwiązania zagadnienia powiększenia stateczności pracy układów. Przeprowadzone przez Instytut Elektrotechniki Akademii Nauk Ukraińskiej Republiki Ludowej badania teoretyczne i doświadczalne wykazały, że „kompaundowanie” prądnic synchronicznych stanowi dogodny i skuteczny sposób poprawy współpracy układów elektroenergetycznych.

Kompaundowanie może zapewnić granicę pracy statecznej, odpowiadającą w przybliżeniu stałości siły elektromotorycznej za opornością przejściową główną. Umożliwia to powiększenie



Rys. 8. Schemat ideowy układu kompaundowania prądnic synchronicznych

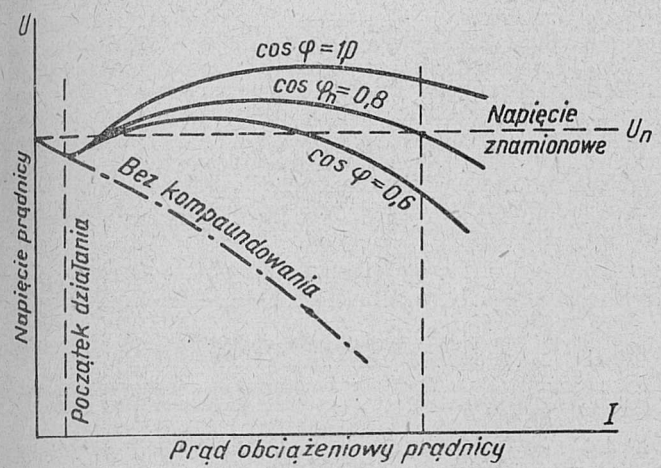
zarówno granicznej mocy przesyłowej, jak i granicznej odległości przesyłu, przez wytworzenie w układzie warunków sztucznej stateczności.

W r. 1952 w normalnej eksploatacji w układach przesyłowych Związku Radzieckiego spotykamy już wiele urządzeń kom-

paundujących zarówno na mniejszych jednostkach, jak i na prądnicach o mocy 50 i 100 MVA.

W prądnicach synchronicznych małej mocy wyprostowany prąd z przekładników prądowych może być wyzyskany bezpośrednio w obwodzie wzbudzenia prądnicy, co daje możliwość całkowitego wyeliminowania wzbudnicy.

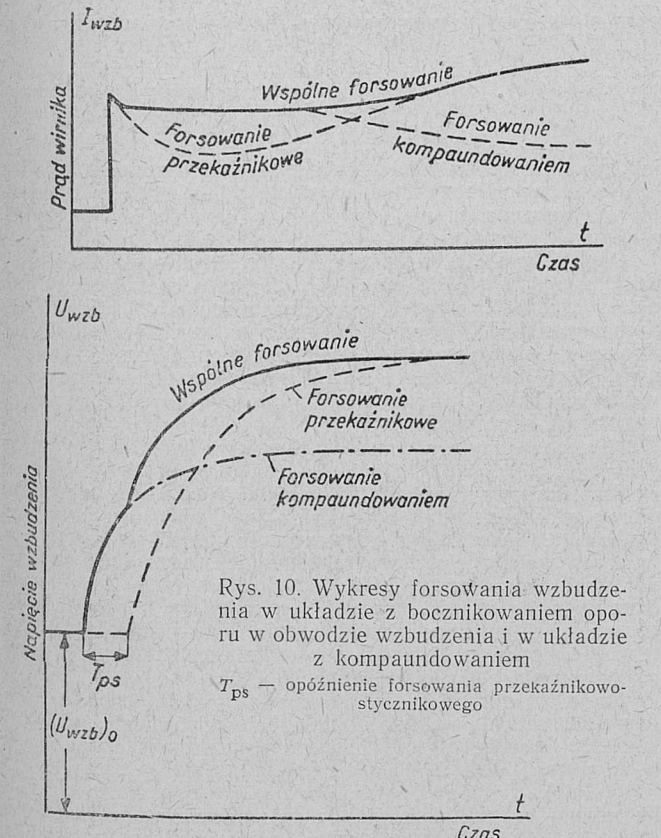
W prądnicach o mocy ponad 100–200 kW wyprostowany prąd przekładnika prądowego wyzyskuje się do dodatkowego



Rys. 9. Charakterystyki zewnętrzne prądnicy kompaundowanej

wzbudzenia wzbudnicy. Jak wykazały obliczenia i badania doświadczalne, kompaundowanie można wykonywać przy użyciu zwykłych przekładników prądowych nawet dla największych mocy znamionowych prądnicy.

Schemat ideowy układu kompaundującego podany jest na rys. 8. Prąd I_2 płynący w obwodzie wtórnym przekładnika rozga-



Rys. 10. Wykresy forsowania wzbudzenia w układzie z bocznikowaniem oporu w obwodzie wzbudzenia i w układzie z kompaundowaniem
 T_{ps} — opóźnienie forsowania przekątnikowo-stycznikowego

łęzia się na opornik bocznikujący R_y i dławik X_y oraz na transformator N_k , zasilający układ prostownikowy dwupołkowy. Przez dobór odpowiedniej przekładni transformatora prostownikowego oraz wartości R_y i X_y można uzyskać odpowiednie wzbudzenie prądnicy, nie przekraczając dopuszczalnego obciążenia przekładnika prądowego. Prąd wyprostowany może zasilac uzwojenie bocznikowe wzbudnicy lub też oddzielne uzwojenie wzbudzenia dodatkowego. Pierwszy sposób jest korzystniejszy

od drugiego i jest przyjęty jako typowe rozwiązanie w ZSRR. Przy istnieniu podwzbudnicy kompaundowanie może być wtrącone w obwód wzbudzenia podwzbudnicy; w praktyce okazało się to jednak niecelowe.

Dla stanu ustalonego pracy prądnicy z kompaundowaniem można siłę elektromotoryczną za opornością synchroniczną przedstawić wzorem

$$E_d = E_d^* + K_0 (I - I^*),$$

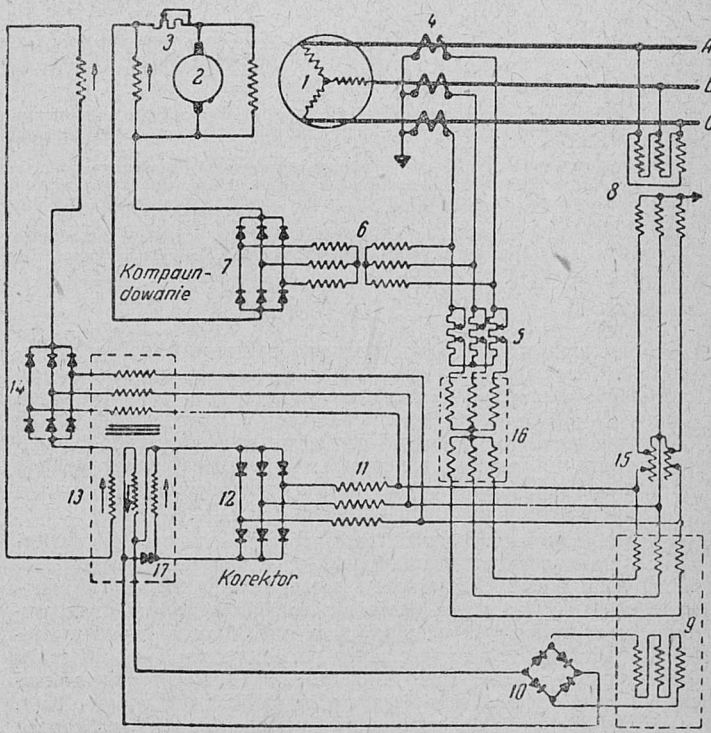
gdzie E_d^* — siła elektromotoryczna za opornością synchroniczną przy prądzie I^* ,

I^* — prąd obciążenia, przy którym rozpoczyna się działanie kompaundujące,

K_0 — współczynnik kompaundowania.

Przy prądach obciążeniowych mniejszych od I^* wyprostowane napięcie jest mniejsze od napięcia na zaciskach uzwojenia wzbudzającego i prąd kompaundujący nie płynie. W praktyce $I^* = (0,1 \div 0,2) I_n$. Współczynnik K_0 nie ma wartości stałej z powodu nieliniowości charakterystyki wzbudzenia i charakterystyki napięciowo-prądowej prostownika. Rys. 9 przedstawia charakterystyki zewnętrzne prądnicy z kompaundowaniem przy różnych wartościach współczynnika K_0 .

Z analizy warunków równowagi statycznej prądnicy kompaundowanej wynika, że dzięki ciągłości zmiany wzbudzenia (bez strefy martwej) przy zmianie prądu obciążeniowego można osiągnąć znaczne powiększenie stateczności układów przesyłowych ze znacznym przekroczeniem kąta 90°. Moment tłumiący prądnicy i opóźnienie, wywołane stałą czasu uzwojenia, poprawiają jeszcze warunki stateczności, utrudniając powstawanie kolysań.



Rys. 11. Schemat ideowy prądnicy synchronicznej z układem kompaundującym i korektorem napięcia

- | | |
|-------------------------|---|
| 1 — generator | 5–7 — układ kompaundujący |
| 2 — wzbudnica | 8 — przekładnik napięciowy |
| 3 — opornik | 9–17 — elektromagnetyczny korektor napięcia |
| 4 — przekładnik prądowy | |

Interesujące jest porównanie działania układu kompaundującego i przekątnikowego układu forsowania wzbudzenia, w którym jest bocznikowana oporność w obwodzie wzbudzenia. Przy kompaundowaniu wzrost wzbudzenia zaczyna się natychmiast, przy czym jego stopień jest proporcjonalny do wielkości prądu zwarciegowego, a więc wysoki w pierwszym momencie zwarcia. Stała czasu wzrastania prądu wzbudzenia wzbudnicy pod wpływem kompaundowania jest znacznie mniejsza niż przy bocznikowaniu oporności obwodu wzbudzenia. Ważne również jest, że przy wzbudzeniu bocznikowym kompaundowanie uniemożliwia zmniejszenie prądu wirnika, które występuje w pierwszym momencie zwarcia w układzie z forsowaniem przekątnikowym wskutek obniżenia napięcia wzbudnicy. Zjawisko obniżania na-

pięcia wzbudnicy wywołane jest aperiodycznym prądem w wirniku w pierwszych momentach zwarcia. Kompaundowanie umożliwia obniżenie napięcia wzbudzenia i przeciwstawia się obniżeniu prądu wirnika, wywołanemu zjawiskiem przejściowym. Przebieg prądu wirnika i napięcia wzbudzenia w czasie przedstawiony jest na rys. 10, dla przypadków kompaundowania, forsowania wzbudzenia w układzie przekątnym oraz współdziałania obu metod regulacji.

Kompaundowanie wzbudzenia prądnic synchronicznych ma przede wszystkim na celu poprawę współpracy statycznej i dynamicznej układów przesyłowych; jednocześnie spełnia w pewnym stopniu funkcję automatycznego regulatora napięcia przy zmianach obciążenia prądnic. W wielkich układach kompaundowanie nie wystarczy jednak do utrzymywania stałości napięcia. Dlatego prądnice muszą być dodatkowo wyposażone w automatyczne regulatory napięcia. Dzięki istnieniu układu kompaundującego wymagania stawiane tym regulatorom będą mniejsze, ponieważ zmniejsza się znacznie zakres regulacji, nie ma wymagań wysokiej czułości i szybkości zadziałania, ponieważ te wymagania pokrywa układ kompaundujący. Powstała więc potrzeba stworzenia regulatora dla prądnic, wyposażonych w układy kompaundowania. Regulatory takie, w odróżnieniu od normalnych, nazwano „korektorami” napięcia.

W ZSRR opracowano i zbadano rozmaite konstrukcje korektorów napięcia — elektronowych, elektromechanicznych i elektromagnetycznych. Najdogodniejszy okazał się korektor elektro-

magnetyczny, opracowany przez Instytut Elektrotechniki Akademii Nauk Ukraińskiej Republiki Ludowej, którego produkcję uruchomiono w 1950 r. Nie ma on części ruchomych ani lamp elektronowych, jest bardzo prosty i wygodny w produkcji i eksploatacji. Schemat korektora napięcia łącznie z układem kompaundującym przedstawiony jest na rys. 11. Organ pomiarowy korektora składa się z nasycającego się transformatora 9 z prostownikiem 10 o charakterystyce nieliniowej oraz z nienasyconego dławika 11 z prostownikiem 12 o charakterystyce liniowej. Różnica amperozwojów obu układów organu pomiarowego daje przez wzmacniacz magnetyczny 13 dodatkowy prąd wzbudzający. Stabilizację regulacji zapewnia sprzężenie zwrotne. Zmianę słateczności regulatora uzyskuje się przez zmianę sprzężenia (przez transformator 16) organu pomiarowego z układem kompaundującym. Regulację poziomu napięcia uzyskuje się przez odpowiednią zmianę przekładni autotransformatora 15. Układ regulacji, zawierający urządzenie kompaundujące i korektor napięcia, został przyjęty obecnie jako typowe rozwiązanie dla prądnic w Związku Radzieckim.

SPIS REFERATÓW

- [1] Mirolubow A. W. Linia elektropięrzedaczy 400 kV Kujbyszew — Moskwa.
- [2] Wienikow W. A. Fizyčeskoje modelirovanie pri projektrowanji elektryčeskich sistem.
- [3] Cukiernik L. W. Kompaundirovanie sinchronnych gieniatorow dla powyszenia ustojčiwosti elektryčeskich sistem.

MGR MARIAN J. HETMAN
Inst. Tworzyw Sztucznych

Polichlorek winylu jako materiał izolacyjny elektrotechniczny i jego znaczenie gospodarcze

608.3:621.315.611:621.3.003:621.315.316.5

Treść. Znaczenie gospodarcze polichloru winylu w elektrotechnice. Własności polichloru winylu twardego i zmiękzonego. Metody przeróbki polichloru winylu w kablownictwie. Korzyści stosowania izolacji polichloro-winyłowej w porównaniu jej z gumą.

Полихлорвинил как электротехнический изолирующий материал и его хозяйственное значение. Хозяйственное значение полихлорвинила в электротехнике. Свойства винилпласта. Свойства полихлорвиниловых пластикатов. Методы переработки полихлорвинила в кабельной промышленности. Выгодность применения полихлорвиниловой изоляции в сравнении с резиной.

Polyvinyl chloride as a dielectric, and its economic importance. The economic importance of polyvinyl chloride in electrical practice. Properties of hard and softened polyvinyl chloride. Methods of processing polyvinyl chloride for cable insulation. The advantages of P. V. C. over rubber for insulating purposes.

1. Wstęp.

Polichlorek winylu, jako tworzywo sztuczne o dobrych własnościach izolacyjnych, został użyty do izolacji przewodów po raz pierwszy w większej skali w Niemczech na kilka lat przed wojną. W latach wojny polichlorek winylu zyskał w Niemczech olbrzymie znaczenie, jako główny surowiec używany do izolacji przewodów dla potrzeb wojennych. W r. 1948 Niemcy podjęły na wielką skalę produkcję przewodów w izolacji polichlorowinyłowej na potrzeby instalacji ogólnych.

Równolegle — aczkolwiek nieco później — można było stwierdzić wzrastające stosowanie polichloru winylu do celów izolacyjnych i w innych krajach, a szczególnie w Stanach Zjednoczonych Ameryki, gdzie poważnie rozbudowano przemysł wytwarzający polichlorek winylu. Już w r. 1948 zanotowano w Stanach Zjednoczonych zużycie masy polichlorowinyłowej do celów kablownictwa w ilości około 27 000 t. Prawie cała produkcja przewodów samochodowych opiera się na polichloru winylu. W r. 1948 60% wszystkich przewodów mieszkaniowych w Stanach Zjednoczonych otrzymało powłokę z polichloru winylu.

Związek Radziecki jeszcze przed wojną uruchomił przemysł polichloru winylu. 8 lat powojennych pozwoliło Związkowi Radzieckiemu wyprzedzić inne kraje w zastosowaniu polichloru winylu w kablownictwie. Daleko idąca elektryfikacja, telefonizacja i radiofonizacja kraju opiera się w dużym stopniu na polichloru winylu. W ZSRR produkowane są asortymenty kabli, których konstrukcji nie udało się dotychczas rozwiązać w innych krajach przy zastosowaniu polichloru winylu.

Szybkie zwiększanie się zużycia polichloru winylu w kablownictwie krajów przemysłowych jest związane z bardzo szybkim rozwojem postępu technicznego w przemyśle kablowym w ogóle.

Coraz lepiej poznawane własności polichloru w mieszanekach izolacyjnych i postęp w zestawieniu mieszanek o coraz wyższych własnościach elektrotechnicznych stwarzają dla konstruktora kabla nowe możliwości i pozwalają zdobyć dla polichloru winylu nowe pola zastosowania. Dowodem wzrastającej wagi polichloru winylu jako czynnika postępu w kablownictwie

jest gwałtowny wzrost zużycia polichloru winylu do celów kablowych w Stanach Zjednoczonych, gdzie względy autarkiczne w tym wypadku nie grają roli, a kauczuk jest tańszy niż polichlorek winylu.

Obok czynników wpływających na rozpowszechnianie polichloru winylu istnieją inne — o działaniu hamującym. Z nich należy wymienić przede wszystkim brak danych doświadczeniowych z praktyki, których zdobycie z natury rzeczy trwa lata. Konsument nieufnie zachowuje się względem danych laboratoryjnych, które nie pozwalają z całą pewnością przewidzieć zachowania się kabla podczas długich lat jego pracy i w różnych warunkach terenowych.

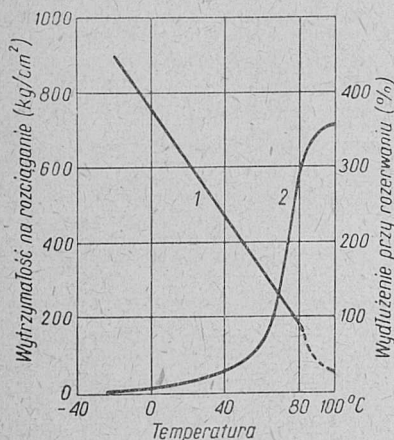
Następną przyczyną powściągliwości odbiorców jest niedostateczna znajomość możliwości w zakresie poprawy własności elektrotechnicznych polichloru winylu. Polichlorek winylu ma szereg własności, które ograniczają jego zastosowanie w elektrotechnice: wąski zakres temperatur, w których zachowuje swoje cechy wytrzymałościowe, wchłanianie wody, duży współczynnik strat dielektrycznych itd. Jednakże wszystkie te własności dają się przez odpowiednio dobraną recepturę mieszanek, metodę przeróbki polichloru lub wreszcie konstrukcję kabla zmniejszyć w korzystnym kierunku, co pozwala na rozszerzenie zakresu stosowania polichloru winylu.

Kraje, w których badania nad własnościami mieszanek izolacyjnych polichlorowinyłowych są daleko posunięte, mają najbogatszy asortyment kabli polichlorowinyłowych i stosują je w warunkach, uważanych gdzie indziej za niedopuszczalne.

W Polsce dotychczasowe prace nad zastosowaniem polichloru winylu w kablownictwie dały w efekcie wprowadzenie na większą skalę jednej mieszanek, odpowiadającej minimalnym wymaganiom przemysłu kablowego.

Produkcja plastyfikatu kablowego opiera się na polichloru winylu importowanym — gatunkowo nie najlepiej dobranym do tego celu. Mamy w kraju własną produkcję polichloru winylu w skali półtechnicznej, jednakże — wobec nieopracowania właściwych metod jego przetwórstwa — stosowany on jest do artykułów o najmniejszych wymaganiach, nie związanych z elektrotechniką.

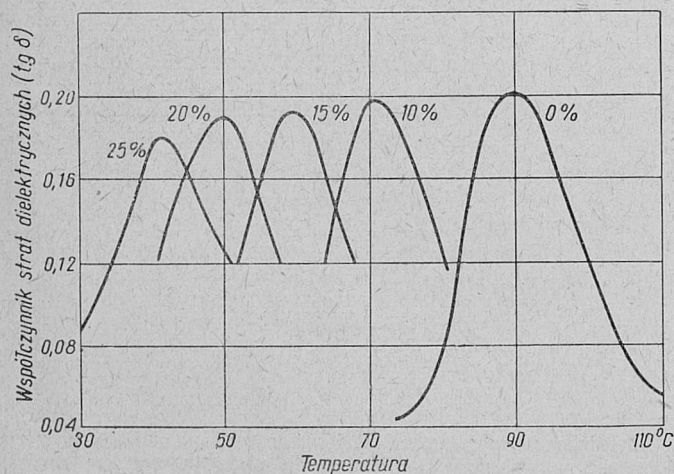
co powoduje wzrost tych wartości w pobliżu górnej granicznej temperatury stosowania mieszanki; w niskich temperaturach kąty strat dielektrycznych i stała dielektryczna są niższe niż samego polichlorku winylu. Rys. 4 i 5 ilustrują te zależności w przypadku stosowania fosforanu trójkrezyłu.



Rys. 3. Wytrzymałość polichlorku winylu na rozciąganie (1) i wydłużenie (2) w zależności od temperatury

Wpływ zmiękczacza odbija się również niekorzystnie na oporze właściwym mieszanki izolacyjnej. Wraz ze wzrostem zawartości zmiękczacza spada opór właściwy w różnym stopniu zależnie od rodzaju zmiękczacza. Rys. 6 przedstawia schematyczny przebieg krzywej dla różnych zawartości zmiękczacza.

Zmiękczacze różnią się między sobą oporem właściwym. Zmiękczacze o wyższym oporze właściwym dają mniejszy spadek oporu właściwego mieszanki przy tej samej zawartości zmiękczacza. Wobec takiej zależności wydawałoby się łatwe dokonanie wyboru zmiękczacza. Tak jednak nie jest, gdyż różne materiały mają różną zdolność zmiękania polichlorku winylu. Np. benzylonaftalenu, mającego duży opór ($10^{14} \Omega \cdot \text{cm}$), a mniejszą zdolność zmiękania; trzeba użyć w ilości 40%, żeby otrzymać mieszanke izolacyjną odpowiedniej twardości, natomiast fosforanu trójkrezyłu mającego znacznie niższy opór, bo $10^{11} \Omega \cdot \text{cm}$, wystarczy tylko w ilości 20 — 25% do otrzymania tej samej twardości mieszanki. W rezultacie w obu mieszanekach uzyskuje się ten sam opór $10^{14} \Omega \cdot \text{cm}$.



Rys. 4. Zależność współczynnika strat dielektrycznych polichlorku winylu od temperatury przy różnej zawartości zmiękczacza

Z tych względów najlepsze zmiękczacze są te, które oprócz dużego oporu mają dużą zdolność zmiękania polichlorku winylu. Za najlepszy materiał uważany był do niedawna oleinian czterohydrofurfurylowy, którego 18 — 22% wystarcza do otrzymania mieszanki odpornej na temperatury do -30°C . Mieszanka taka była podczas wojny używana na kable w armii niemieckiej.

Na własności mieszanek polichlorowinyliowych mają jeszcze wpływ inne ciała wprowadzane z surowcami, bądź specjalnie dodawane, np. znajdujący się w polichlorku emulgator zwiększa wodochłonność mieszanki, co prowadzi do obniżenia oporu izolacji podczas pracy. Również niektóre katalizatory np. nadtlenek potasu, niezbędne w procesie polimeryzacji, a następnie pozostające w polichlorku winylu, obniżają oporność mieszanki

10 do 100 razy. Dlatego też do sporządzania mieszanek izolacyjnych używa się polichlorku winylu specjalnie preparowanego, nie zawierającego emulgatora i polimeryzowanego przy użyciu katalizatorów (przeważnie nadtlenuków), które nie pozostają w polimerze.

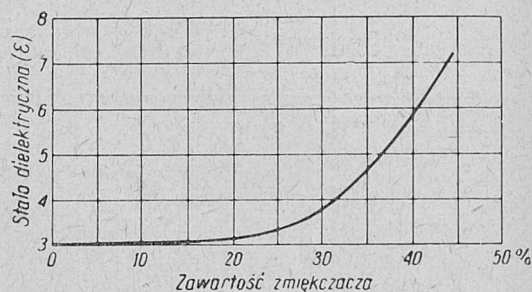
Poza tym do mieszanek polichlorowinyliowych można wprowadzać szereg dodatków, które znacznie poprawiają poszczególne własności. Np. dodanie produktów kondensacji formaldehydu z aromatycznymi frakcjami ropy naftowej podwyższa temperaturę mięknięcia masy nie zmniejszając elastyczności w niskich temperaturach tak, że można rozszerzyć zakres temperatur stosowania od -40 do $+80^{\circ}\text{C}$.

Wprowadzenie organicznych związków ołowiu pozwala w dużym stopniu zmniejszyć współczynnik strat dielektrycznych w podwyższonych temperaturach.

Jak widać z tego pobieżnego przeglądu własności mieszanek polichlorowinyliowych, istnieją szerokie możliwości wpływania na ich zmianę, poprawiania ich i przystosowania do wymagań stawianych wyrobom kablowym. Rzeczą technologa jest dobrać recepturę i sposób przetwarzania tak, aby masa polichlorowinyliowa mogła spełniać rozliczne wymagania przemysłu kablowego.

3. Metody przeróbki polichlorku winylu w przemyśle kablowym.

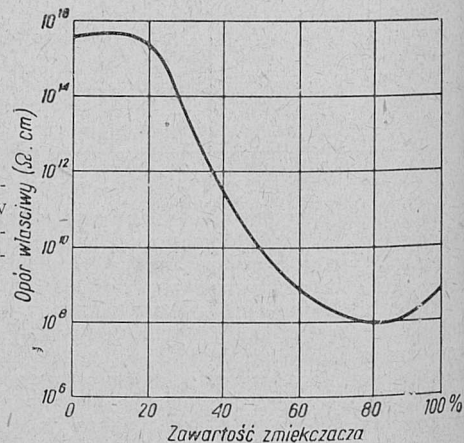
Największe znaczenie mają dwie metody nakładania izolacji polichlorowinyliowej: metoda bezpośredniego nakładania masy na przewodnik w wytłaczarce i metoda izolowania drutów folią.



Rys. 5. Zależność stałej dielektrycznej polichlorku winylu od zawartości zmiękczacza (trójkrezylofosforanu)

Pierwsza ma zastosowanie głównie dla zmiękzonego polichlorku winylu, który daje przerabiać się na tych samych wytłaczarkach co guma. Polichlorek winylu — wraz ze zmiękaczami, stabilizatorami, ewentualnie z wypełniaczami i innymi składnikami kompozycji izolacyjnej — poddawany jest intensywnemu walcowaniu i żelowaniu. Dobrze zżelowaną, homogeniczną masę w formie płyt przechodzi następnie do przemysłu kablowego, gdzie po pocięciu na paski przerabia się ją na wytłaczarkach w temperaturze około 150°C . Pokryty izolacją drut po wyjściu z wytłaczarki poddawany bywa obróbce termicznej w celu usunięcia naprężeń wewnętrznych. W tym celu również drut wprowadzany do wytłaczarki bywa ogrzewany do 90 — 130°C . W celu polepszenia przyczepności izolacji drut wprowadzany do wytłaczarki pokrywa się klejem z polichlorku winylu chlorowa-

Rys. 6. Opór właściwy mieszanki w zależności od zawartości zmiękczacza



nego. Zaletą tej metody jest prostota i przystosowanie do istniejącego przeważnie wyposażenia maszynowego zakładów kablowych. Ważne znaczenie ma również to, że wytłaczarki przy przetwarzaniu polichlorku winylu mają dużą wydajność dochodzącą do 90 m/min.

Dруга metoda, rozpowszechniona w Niemczech, polega na owijaniu drutu paskiem folii polichlorowinyowej powleczonej roztworem chlorowanego polichloru winylu. Stosowane są tu grubości folii od 10 mikronów do 1,5 mm. Użycie cienkiej folii pozwala osiągnąć przy kilkakrotnym owinięciu drutu lepsze dielektryczne i mechaniczne własności izolacji przy jednoczesnym zmniejszeniu grubości. Duża szybkość fabrykacji (około 30 m/min) jest również zaletą tej metody.

W Polsce dotychczas nie produkowano folii polichlorowinyowej, ale w bieżącym roku produkcja taka będzie podjęta i przemysł tworzyw sztucznych będzie mógł pokryć całkowite zapotrzebowanie kraju na ten artykuł. Dlatego metoda izolacji folią, jako najnowsza, pozwalająca najlepiej wyzyskać własności polichloru winylu, powinna budzić zainteresowanie.

Mniejsze znaczenie ma stosowana również metoda izolowania przewodów za pomocą węża z polichloru winylu. Plastyfikat polichloru winylu wyrabia się na wylaczarce w formie węża i po ogrzaniu do 30 — 60°C naciąga się go na przewodnik.

Izolacja przewodów przez pokrywanie roztworem polichloru ma małe zastosowanie przede wszystkim dlatego, że polichlorek winylu ma bardzo małą zdolność rozpuszczania się i daje skutkiem tego zbyt rozcieńczone roztwory.

4. Korzyści stosowania izolacji polichlorowinyowej.

Korzyści, które osiąga się przez stosowanie izolacji polichlorowinyowej, można w krótkości wymienić jak następuje.

Zastosowanie izolacji polichlorowinyowej pozwala przede wszystkim na zaoszczędzenie deficytowego ołowiu, aluminium i cyny. Ołów i aluminium, używane na płaszcze, można w dużej mierze zastąpić płaszcami z polichloru winylu, bądź też użycie płaszcza staje się w przypadku izolacji polichlorkiem zbędne. Cyny oszczędza się przez usunięcie operacji cynowania miedzianych kabli. Polichlorek winylu nie działa korodująco na miedź i dlatego cynowanie drutu jest zbędne.

Usunięcie cynowania jest korzystne nie tylko ze względu na zaoszczędzenie cyny, ale również ze względu na skrócenie procesu technologicznego produkcji kabli.

Zastąpienie płaszczy metalowych polichlorkiem winylu pozwala produkować kable o dużo mniejszej wadze niż w ołowiu lub w aluminium.

Izolowanie polichlorkiem winylu nie wymaga wulkanizacji, co daje dalsze skrócenie procesu technologicznego.

Wydatność wylaczarek jest przy przerobie polichloru winylu kilkakrotnie większa niż przy przerobie gumy.

Polichlorek winylu daje się zabarwiać na dowolne jasne i ciemne kolory. Pozwala to na produkowanie kolorowych przewodów dużej różnorodności, co posiada szczególne znaczenie w teletechnice.

Znaczna wytrzymałość polichloru winylu na przebiecie pozwala produkować kable o dużo mniejszej średnicy niż ją mają kable w izolacji gumowej.

Defekty izolacji powstałe przy produkcji lub później można całkowicie usuwać przez nałożenie nowej warstwy polichloru i spawanie.

Montaż kabli jest ułatwiony, ponieważ izolacja polichlorowinyowa daje mniejszy opór tarcia w porównaniu z gumą, a więc jest łatwiejsze wprowadzanie kabli do rur. Również końce kabli po zdjęciu izolacji są gotowe do montażu, nie wymagając dodatkowego czyszczenia.

Izolacja polichlorowinyowa wreszcie — praktycznie biorąc — nie starzeje się i nie psuje.

Odporność na smary i wpływy chemiczne czyni w wielu wypadkach użycie polichloru winylu wręcz niezbędnym.

Względny bezpieczeństwa przeciwpożarowego również przemawiają za użyciem izolacji polichlorowinyowej, gdyż jest ona mniej palna niż guma.

LITERATURA

- A n o n. — Kunststoffe 39, 9, 235, (1949).
 B e r g e r H. — Elektr. Z. 61, 97, (1940).
 B. I. O. S. F. R. Nr 999 i Nr 1509.
 B i r n t h a l e r W. — Kunststoffe 39, 12, 301, (1949).
 E l v o d J. E. — Wire prod. 25, 401, (1950).
 Fire Research Station — Plastics 16, 162, 16, (1951).
 G r o d n i e w I. I., J e f i m o w I. E. — Prowoda i kabli swiazis polichlorowinilowej izolacji, Moskwa, 1950.
 H e i t z m a n n F. — Kunststoffe 42, 2, 29, (1952).
 H o u w i n k R. — Chemie u. Technologie d. Kunststoffe, Leipzig, 1942.
 J a n k o w s k i S. — Przegl. El. 27, 1/2/3, 64 (1951).
 K a i n e r F. — Polivinylchlorid- u. Vinylchlorid-Mischpolymerizate, Berlin, 1951.
 K r a n n i c h W. — Kunststoffe im technischen Korrosionsschutz, München, 1943.
 N i e w i a d o m s k i C. — Przegl. El. 28, 8, 415, (1952).
 L e u c h s O. — Kunststoffe 41, 309, (1951).
 P a b s t F. — Kunststoff-Taschenbuch, München, 1952.
 S c h a e f e r W. — Einführung in d. Kunststoffgebiet, Leipzig, 1951.
 S c h u l z G. — Kunststoffe 39, 7, 157, (1949).
 T h i n i u s K. — Wissenschaftlich-technische Fortschrittsberichte auf d. Gebiete d. nichthärmbaren Kunststoffe, Berlin, 1950.

MGR INŻ. ADAM MAISON

Właściwości tiokolu jako materiału elektro-technicznego i jego znaczenie gospodarcze

608.3:621.315.611.003:678:546.815

T r e ś ć. Tiokol na tle światowego rynku kauczuku naturalnego i syntetycznego. Mechaniczne i elektryczne własności tiokolu; jego zapach. Przeróbka tiokolu. Tiokol jako materiał zastępczy dla kauczuku i ołowiu w przemyśle kablowym.

Свойства тиокола как электротехнического материала и его хозяйственное значение. Тиokol на фоне мирового рынка каучука — естественного и синтетического. Механические и электрические свойства тиокола; его запах. Переработка тиокола. Тиokol как суррогат каучука и свинца в кабельной промышленности.

The properties and economic importance of thiokol as an electric material. Thiokol as reflected by the natural and synthetic rubber world market. Mechanical and electrical properties of thiokol; odour. Processing thiokol. Thiokol as a substitute in the cable industry for rubber and lead.

1. Wstęp.

Wśród szeregu grup materiałów syntetycznych o własnościach kauczuku ciekawą grupę stanowią tioplasty, wielosiarczki etyleny, otrzymywane przede wszystkim na drodze kondensacji, a nie na drodze polimeryzacji. Materiały te zajmują pośrednie miejsce pomiędzy kauczukiem a materiałami tłocznymi (termoplastycznymi); stąd powstaje różnica zdań, czy należy je zaliczać do grupy kauczków syntetycznych. Tematem niniejszych rozważań będzie najstarszy przedstawiciel grupy tioplastów, a mianowicie tiokol A.

Kauczuk naturalny i syntetyczny znalazł specjalnie szerokie zastosowanie w przemysłach samochodowym, elektrotechnicznym, chemicznym i inn., których bujny rozwój od początku XX wieku stworzył podłoże ekonomiczne dla powstania ogromnych plantacji kauczuku w krajach południowo-wschodniej Azji. Dawna produkcja kauczuku z soku mlecznego („lateksu“) dziko rosnących drzew tropikalnych Hevea brasiliensis okazała się niewystarczająca dla zaspokojenia stale rosnących potrzeb przemysłu samochodowego.

W latach 1910 — 1912 włożono wielkie kapitały inwestycyjne (przede wszystkim angielskie, w mniejszej mierze holenderskie) w plantacje kauczukowe na Malajach, w Indonezji i innych krajach południowo-wschodniej Azji. Sprzyjały temu zarówno warunki klimatyczne tamtych krajów, jak i istnienie ogromnych rezerw taniej siły roboczej. Roczna produkcja kau-

czuku surowego w krajach południowo-wschodniej Azji wzrosła z 5,6 tys. ton w roku 1909 do 1392 tys. ton w roku 1940, z czego 777,2 tys. ton wyprodukowano na plantacjach stanowiących własność Europejczyków, a 619,8 tys. ton na drobnych plantacjach tubylców. Jakkolwiek drobni plantatorzy dawali około 45% rocznej produkcji kauczuku, to jednak cały zbyt kauczuku był zmonopolizowany przez międzynarodowy kartel, w którym główną rolę odgrywali finansjści angielscy.

Monopolistyczny charakter produkcji kauczuku surowego zachęcił szereg państw do budowy przemysłu kauczków syntetycznych. W akcji tej przodował Związek Radziecki. W 1926 r. ogłoszono tam konkurs na najlepszą pracę nad syntezą kauczuku; w wyniku konkursu ogólne uznanie zdobyła praca Lebediewa, polegająca na polimeryzacji butadienu otrzymywanego z alkoholu etylowego. Wybudowano w Jarosławiu pierwszą w świecie fabrykę kauczuku syntetycznego, która w 1931 r. rozpoczęła produkcję. Od tej chwili rozpoczął się w Związku Radzieckim rozwój przemysłu kauczuku syntetycznego.

W innych krajach również zajmowano się zagadnieniem syntezy kauczuku. Specjalnie w Niemczech i w USA prowadzono dość szeroko zakrojone prace badawcze w tym kierunku, jednak przez długi czas miały one charakter czysto laboratoryjny i były mało pomyślne. W roku 1933 Niemcy opanowali proces polimeryzacji butadienu, otrzymując tzw. bunę N, która jednak miała zbyt wąski zakres zastosowania. Doniero w 1936 r., tzn. w pięć lat po uruchomieniu jarosławskiej fabryki kauczuku,

Niemcy opanowali produkcję kauczuku syntetycznego ogólnego przeznaczenia, tzw. buni S, kopolimer butadienu i styrenu.

W USA prace nad syntezą kauczuku miały stosunkowo mniejszy zakres. Pierwszym materiałem o właściwościach zbliżonych do właściwości kauczuku był przypadkowo otrzymany przez Patricka tiokol. Patrick, poszukując nowych substancji obniżających temperaturę krzepnięcia, zmieszał chlorek etylenu z wielosiarczkami sodu i zamiast cieczy otrzymał materiał o właściwościach kauczuku. Materiał ten nie miał jednak dobrych właściwości mechanicznych, nie mógł więc znaleźć szerokiego zastosowania do ważniejszych wyrobów gumowych. W latach 1930—40 w USA znalazł pewne zastosowanie polimer chloroprenu — tzw. neopren, którego używano na wykładziny zbiorników do kwasu siarkowego, solnego, octowego i inn. Produkcja tych dwóch typów kauczuku syntetycznego — tiokolu i neoprenu — stanowiła przed wybuchem drugiej wojny światowej tylko 0,3% ogólnego zużycia kauczuku w USA. Druga wojna światowa radykalnie zmieniła sytuację na światowym rynku kauczuku.

Japonia, zajmując kraje południowo-wschodniej Azji, ujęła pod swą kontrolę prawie 90% światowej produkcji kauczuku plantacyjnego. W wyniku tego Anglia i USA stanęły w obliczu katastrofalnego głodu kauczuku. Jedyne wyjście z sytuacji było szybkie uruchomienie produkcji kauczuku syntetycznego.

Tablica I. Własności gumowych mieszanek izolacyjnych i oponowych wg norm radzieckich

Klasa i nazwa mieszanek	Oznaczenie typu mieszanek	Wytrzymałość na rozciąganie (kg/cm ²)	Wydłużenie (%)	Oporność skrośna (Ω · cm)	Stratność dielektryczna	Wytrzymałość dielektryczna (kV/mm)
I — Izolacyjna normalna	RI—1	35	250	10 ¹³	0,1	20
	RI—2	30	200	10 ¹³	0,2	15
	RI—3	20	200	—	—	10
II — Izolacyjna odporna na podwyższoną temperaturę	RTI—1	40	300	10 ¹³	0,1	20
	RTI—2	35	250	10 ¹³	0,2	15
	RTI—3	20	200	—	—	10
III — Izolacyjna odporna na olej i benzynę	RSI—1	35	250	—	—	15
IV — Oponowa normalna	RSz—1	50	200	—	—	—
	RSz—2	15	150	—	—	—
V — Oponowa odporna na olej i benzynę	RSz—1	60	30	—	—	—
	RSz—2	20	30	—	—	—

Dzięki istniejącej umowie patentowej pomiędzy IG Farbenindustrie a Standard Oil Amerykanie byli informowani o technologii produkcji buni S i jakkolwiek IG Farbenindustrie odmówiła w 1939 r. dalszego udzielania szczegółów, to jednak przemysł amerykański nie miał większych trudności z uruchomieniem produkcji kauczuku syntetycznego, tzw. GR-S, który — podobnie jak buna S — jest kopolimerem butadianu i styrenu. Roczna produkcja kauczuku GR-S w 1945 r. wzrosła do 730 tys. ton.

Uwagi powyższe nie objęły szeregu kauczuków syntetycznych, które nie znalazły tak szerokiego zastosowania, jak wyżej wymienione. Chodzi tu o materiały, które — podobnie jak tiokol — nie są kauczukami o ogólnym przeznaczeniu, a więc nie odegrały nigdy większego znaczenia w globalnej gospodarce surowcowej kauczukiem.

Znikome zainteresowanie tiokolem spowodowane było szerokim zapotrzebowaniem kauczuku syntetycznego jak najbardziej zbliżonego pod względem właściwości do kauczuku naturalnego. Natomiast w przemyśle elektrotechnicznym, a w szczególności w przemyśle kablowym, wymagania co do mechanicznych właściwości izolacji gumowej są o wiele niższe niż wymagania największego konsumenta kauczuku, a mianowicie przemysłu samochodowego. Pozwala to nam rozpatrywać tiokol jako surowiec dla przemysłu kablowego niezależnie od jego przydatności dla przemysłu gumowego w ogólności. Harry Barron w książce p. t. „Nowoczesne kauczuki syntetyczne” wypowiada dość słuszny pogląd, że ograniczona produkcja tiokolu spowodowana była, między innymi, konserwatyzmem producentów wyrobów gumowych.

Należy jeszcze wyjaśnić, dlaczego właśnie tiokol, a nie inny kauczuk syntetyczny, jest obecnie tematem zainteresowań kablowców. Wynika to stąd, że produkcja tiokolu w porównaniu z innymi kauczukami syntetycznymi jest bardzo prosta, a surowce do syntezy tiokolu są bardzo tanie i łatwo dostępne. Równocześnie jednak dzięki pewnym właściwościom tiokolu, które szczegółowo będą omówione niżej, istnieje możliwość zastąpienia tiokolem nie tylko kauczuku w różnych wyrobach kablowych, ale w wielu wypadkach również ołowiu.

2. Własności mieszanek tiokolowych.

Jak już wspomniano, mieszanek tiokolowych nie odznaczają się wysokimi właściwościami mechanicznymi. Wytrzymałość do rażna na rozciąganie mieszanek tiokolowych w zależności od ich składu i sposobu przygotowania waha się od 30 do 60 kg/cm²; jako wartość przeciętną można przyjąć 40 kg/cm². Wydłużenie procentowe przy zerwaniu waha się — w zależności od receptury — od 100 do 300%. Wartości te są wyraźnie niższe od tych, które można osiągnąć przy mieszanekach kauczukowych.

Oporność skrośna właściwa mieszanek tiokolowych wynosi od 10¹³ do 10¹⁵ Ω cm, pod tym więc względem tiokol nie ustępuje normalnie stosowanym mieszanekom kauczukowym; stratność dielektryczna tiokolu wynosi kilka setnych, wytrzymałość dielektryczna 17 do 21 kV/mm. Polskie normy nie określają minimalnych właściwości mieszanek gumowych, stosowanych do izolacji i powlekania przewodów elektroenergetycznych. Dla otrzymania podstawy do porównywania właściwości mieszanek tiokolowych mogą więc służyć wymagania normy radzieckiej GOST 2068 — 43, dotyczące gumowych mieszanek izolacyjnych i oponowych. Są one podane w tabl. I. Wynika z niej, że właściwości mechaniczne i elektryczne tiokolu są zupełnie wystarczające dla większości elektroenergetycznych przewodów izolacyjnych.

Wymagania GOST 2068 — 43 co do właściwości mechanicznych mieszanek gumowych są łagodniejsze niż wymagania normy PN/E-5 dotyczące właściwości mechanicznych powłok gumowych. Norma PN/E-106 z r. 1950 Elektroenergetyczne przewody aluminiowe w odzieży włóknistej i w izolacji gumowej jest już pod tym względem łagodniejsza. Wymagania normy PN/E-5 ustalone były na długo przed wojną; należy przypuszczać, że podyktowane były koniecznością liczenia się ze stosunkowo szybkim starzeniem się mieszanek gumowych wówczas, kiedy nie znano jeszcze inhibitorów.

Nieży wyjaśnimy, dlaczego przemysł zarówno gumowy, jak i kablowy, zachowywał na ogół dużą rezerwę w stosunku do tiokolu, choć ani jego właściwości mechaniczne, ani elektryczne nie dyskwalifikują go jako tworzywa mogącego zastąpić kauczuk.

3. Zapach tiokolu.

Jedną z najłatwiejszych do rozpoznania cech tiokolu A jest jego zapach, który wzrasta się w podwyższonych temperaturach. W normalnej temperaturze zapach tiokolu jest słaby i nie stanowi żadnej przeszkody w zastosowaniu go do produkcji wielu wyrobów. W podwyższonych temperaturach, z jakimi mamy do czynienia w przewodach o pełnym obciążeniu prądowym, zapach jest silniejszy i w pomieszczeniach o małej kubaturze mógłby już być odczuwalny. Stanowi to pewnego rodzaju utrudnienie stosowania przewodów w izolacji tiokolowej, bo wymaga określenia minimalnej kubatury pomieszczeń, w których one mogą być bez zastrzeżeń stosowane, nie jest jednak kategorią przeszkodą do stosowania przewodów w izolacji tiokolowej. W dużych salach, korytarzach, na klatkach schodowych, w halach warsztatowych — nawet przy przeciążonych przewodach w izolacji tiokolowej — koncentracja wydzielających się z tiokolu merkaptanów będzie niższa od dającej się odczuć przez powonienie.

Inaczej przedstawia się sprawa przy sporządzaniu mieszanek tiokolowych. Jeżeli mieszanek tiokolowych będziemy sporządzać na wzór kauczukowych, to znaczy, jeżeli dopuścimy do stosunkowo wysokiej temperatury walców, wówczas wydzielanie się gazów z tiokolu wzmocni się do tego stopnia, że u wielu osób spowoduje łzawienie. Wgniatanie materiału w temperaturze takiej, jak w przypadku mieszanek kauczukowych, również jest połączone z wydzielaniem się gazów, które powodują łzawienie.

Najbardziej przykra jest wulkanizacja tiokolu, prowadzona w warunkach identycznych z wulkanizacją kauczuku. W literaturze fachowej można znaleźć wiele wypowiedzi o wielkim utrudnieniu podczas przeróbki tiokolu, jakim jest wydzielanie się gazów izawiających. Jest to jednak pogląd ludzi oswojonych z produkcją kauczukową, a nie mających większego doświadczenia w przeróbce tiokolu. Można byłoby przypisać tym wypowiedziom rację, gdyby warunki przeróbki tiokolu były identyczne z wa-

runkami przeróbki kauczuku, a tak nie jest. Niesłuszny więc jest niechętny stosunek do tiokolu, który jest pod pewnymi względami niezwykle cennym materiałem.

W wyniku usiłowań zlikwidowania zapachu tiokolu A wyprodukowano szereg nowych odmian tiokolu, które wprawdzie odznaczają się słabszym zapachem, nie mają jednak innych zalet tiokolu A, nie będziemy więc nimi zajmować się tutaj, choć przemysł krajowy może je produkować. Wydzielanie się zapachu przy przeróbce tiokolu A można — przez zachowanie odpowiednich warunków — zmniejszyć do tego stopnia, że nie powstaje żadne izawienie u ludzi pracujących przy tej przeróbce.

Przyczyny zapachu tiokolu A zostały wyjaśnione przez radzieckich chemików organików, którzy badali, czy zapach jest cechą samego tiokolu, czy też pochodzi od pobocznych produktów, powstających podczas kondensacji tiokolu. Badania doprowadziły do następujących wniosków:

1) przy reakcji otrzymywania tiokolu powstaje w znikomej ilości, jako produkt uboczny, merkaptan etylenu, pochłaniany przez tiokol i będący przyczyną jego zapachu;

2) przy nagraniu tiokolu powyżej 700°C rozpoczyna się rozkład tiokolu, połączony z wydzielaniem się większych ilości merkaptanów oraz innych połączeń siarkowych o szczególnie nieprzyjemnym zapachu;

3) tiokol absorbuje również pewne ilości chloru etylenu nie zużytego w reakcji.

Z powyższych wywodów wynika, że zapach tiokolu w temperaturach niższych od 700°C spowodowany jest tylko obecnością produktów ubocznych, nie może więc być rozpatrywany jako objaw rozkładu tiokolu. Podkreślenie tego jest konieczne, gdyż można spotkać się z mniemaniem, że zapach tiokolu jest wynikiem rozkładu, a więc pewnym wskaźnikiem starzenia się tiokolu. Zdanie takie jest słuszne, ale tylko w wypadku tiokolu podgrzanego ponad 700°C.

4. Sposób i warunki przeróbki tiokolu A.

Sporządzanie mieszanek. Mieszanki tiokolowe sporządza się na zwykłych walcach do mieszania kauczuku, zaopatrzonych w chłodzenie wodne. Mieszanie rozpoczyna się przy zimnych walcach i przez cały czas pracy utrzymuje się jak najniższą temperaturę walców.

Przy sporządzaniu mieszanek kauczukowych przyzwyczajeni jesteśmy do tego, że podgrzanie walców oraz kauczuku w wyniku mieszania doprowadza do znacznego uplastycznienia materiału, co ułatwia dalszą pracę na walcach. Zupełnie inaczej przedstawia się sprawa przy przeróbce tiokolu. Podgrzanie walców, a tym samym i tiokolu, w czasie walcowania nie powoduje wcale mięknięcia tiokolu, do tego celu jest więc bezużyteczne, natomiast może doprowadzić bardzo szybko do wydzielania się gazów związanych i z tego powodu jest niepożądane, a nawet wręcz szkodliwe. Mięknięcie tiokolu uzyskuje się nie przez podgrzewanie go, lecz przez dodanie niektórych związków, które służą do przyspieszenia procesu w przypadku kauczuku. Najracjonalniejsze okazało się dodawanie DM i tiuramu.

Dla ułatwienia pracy na walcach i uzyskania bardziej miękkich mieszanek i wulkanizatorów dodaje się często (10%) kauczuku lub buni.

Dalszym — najważniejszym — okresem pracy na walcach jest dodawanie tlenku cynku. Tlenek cynku spełnia w mieszance podwójne zadanie: 1) jest koniecznym czynnikiem wulkanizacji tiokolu, gdyż mieszanki tiokolowe bez tlenku cynku nie dają się zwulkanizować; 2) wpływa bardzo wydatnie na mięknięcie i uplastycznienie tiokolu. Dla uzyskania największego zmięknienia powinno się bardzo skrupulatnie przestrzegać sposobu mieszania tiokolu z tlenkiem cynku. Należy go dodawać powoli i stopniowo, aby czas mieszania tiokolu z tlenkiem cynku wynosił około 20 minut. Skracanie czasu mieszania tiokolu z tlenkiem cynku jest często spotykanym niefortunnym sposobem skracania sobie czasu pracy na walcach, który w wyniku nie daje żadnej oszczędności na czasie, bo wtedy trudniej jest w mieszać „napelniać”, a natomiast łatwo spowodować się przegrzanie mieszanek, a więc wydzielanie się gazów powodujących przejściowe podrażnienie spojówek pracownika obsługującego walce.

Dla zabezpieczenia się przed wydzielaniem się gazów w czasie pracy na walcach należy pamiętać, że walce muszą być intensywnie chłodzone, a czas mieszania tiokolu z tlenkiem cynku powinien wynosić około 20 min. Należy jeszcze zwracać uwagę na wielkość szczeliny między walcami. Jeżeli jest ona zbyt mała, to może nastąpić wydzielanie się gazów, choć mieszanka w całej swej masie nie będzie przegrzana. W takich wypadkach mogą występować lokalne przegrzania, które powodują wydzielanie się gazów, należy więc dla każdego walców —

w zależności od ich wielkości, tarcia i liczby obrotów — dobrać najodpowiedniejszy rozstęp walców, który, oczywiście, będzie największy w czasie dodawania napelniaczy.

Powyższe uwagi dotyczą sposobów uchronienia się przed wydzielaniem się gazów w czasie sporządzania mieszanek tiokolowych. Sposoby te są bardzo ważne nie tylko z punktu widzenia ochrony ludzi od przykrych warunków pracy, ale również dlatego, że w dużej mierze wpływają na jakość mieszanek. Mieszanki przegrzane zachowują się jak mieszanki podwulkanizowane, są bardziej twarde; większa jest ich elastyczność, natomiast mniejsza jest plastyczność, wskutek czego trudniej jest je wygniatać, a ponadto stają się one porowate.

Z powyższej charakterystyki wynika, że dla otrzymania optymalnych własności mieszanek tiokolowych należy przy mieszanii baczyc, żeby mieszanka nie uległa przegrzaniu.

Wybór napelniaczy do mieszanek tiokolowych zależy od ich przeznaczenia. Dla mieszanek oponowych stosuje się sadze, przy czym sadze aktywne nie są zalecane, ponieważ z powodu dużej powierzchni absorpcyjnej pochłaniają część „przyspieszaczy” i mieszanka staje się na walcach twarda, silnie się przegrzewa i nie nadaje się później do wygniatań.

5. Wygniataanie mieszanek tiokolowych.

Mieszanki tiokolu wygniata się przy użyciu normalnych wygniatarek używanych do mieszanek kauczukowych. Temperatura wygniatań musi być jednak niższa niż w przypadku mieszanek kauczukowej i w żadnym razie nie powinna przekraczać 700°C. Przekroczenie tej temperatury daje się łatwo odczuć, ponieważ połączone jest z wydzielaniem się nieprzyjemnego zapachu. Wprawdzie wyższa temperatura ułatwia proces wygniatań, lecz nie wolno jej stosować, gdyż otrzymuje się wtedy wadliwy wyrób, skłonny do porowatości. Ponadto przy większym i dłuższym trwającym przegrzaniu może nastąpić częściowa wulkanizacja mieszanek w kadłubie wygniataarki, a więc i nadmierne obciążenie mechaniczne maszyny. Temperatura tiokolu w ustniku wygniataarki powinna być utrzymywana w granicach 600 — 700°C; zapewnia to najlepsze własności wyrobu przy najmniejszym obciążeniu wygniataarki.

6. Wulkanizacja wyrobów tiokolowych.

Wulkanizację wyrobów tiokolowych dokonuje się — w zależności od rodzaju wyrobów — w prasie lub w kotle wulkanizacyjnym. Najkorzystniejsze warunki wulkanizacji są najczęściej następujące: temperatura 1400°C, czas 40 minut, ciśnienie 3,5 at.

Prasa do wulkanizacji tiokolu winna być zaopatrzona w chłodzenie wodne, które włącza się po upływie żadanego czasu wulkanizacji tiokolu; w ten sposób ochładza się materiał pod ciśnieniem do temperatury 700°C i dopiero wtedy wyjmuje się go z prasy.

Chłodzenie materiału pod ciśnieniem zapobiega rozkładowi tiokolu w temperaturach powyżej 700°C, a tym samym chroni go przed porowatością. Jeżeli prasa nie ma chłodzenia wodnego, można materiał natychmiast po ukończeniu wulkanizacji wyjąć wraz z formą i zanurzyć w zimnej wodzie w celu szybkiego ochłodzenia. Sposób ten daje dość dobre wyniki i może być stosowany wówczas, gdy brak jest odpowiedniej prasy.

Aby wulkanizacja w kotle nie dawała wyrobów porowatych, a personel nie był narażony podczas wulkanizacji na przykre działanie zapachu tiokolu, należy normalnie stosowane do wulkanizacji wyrobów gumowych kotły zaopatrzyć w dopływ sprężonego powietrza oraz wody chłodzącej do węzownicy ogrzewczej. Po ukończeniu wulkanizacji zamyka się dopływ pary i wprowadza się do kotła sprężone powietrze, przez węzownice natomiast przepuszcza się wodę chłodzącą. W ten sposób uzyskuje się możliwość chłodzenia materiału pod ciśnieniem, a więc dobry materiał i ochronę przed wydzielaniem się gazów.

Przy zachowaniu wszystkich podanych wyżej warunków sporządzania mieszanek, natryskiwania i wulkanizacji prace przy przeróbce tiokolu nie są w ogóle uciążliwe dla personelu. Przeróbka tiokolu bywa przykra dla ludzi tylko wtedy, gdy nieumiejętnie się z nim obchodzą.

7. Odporność tiokolu na starzenie i na wpływy chemiczne.

Gdyby brać pod uwagę tylko mechaniczne własności tiokolu oraz jego zapach, który nawet przy zachowaniu wszelkich środków ostrożności stanowi pewne utrudnienie pracy w porównaniu z przeróbką kauczuku, to moglibyśmy zrezygnować z tego materiału. Ale tiokol ma pewne zalety nie spotykane w innych namiastkach kauczuku i one właśnie czynią go niezwykle cennym surowcem dla szeregu wyrobów.

Wiadomo, że wyroby gumowe nie są dość odporne na działanie tlenu, ozonu, światła słonecznego, że szybko ulegają niszczeniu.

czącemu działaniu oleju, benzyny, benzenu i wielu innych rozpuszczalników. Żadnej z tych wad nie ma tiokol, który odznacza się nie spotykaną odpornością na działanie prawie wszystkich rozpuszczalników organicznych, różnych mieszanek pędnych, tłuszczów, wosków, olejów zarówno mineralnego, jak zwierzęcego i roślinnego pochodzenia.

Tiokol jest bardzo odporny na starzenie i nieczuły na działanie tlenu, ozonu, promieni ultrafioletowych i światła słonecznego. Bardzo dużą zaletą tiokolu jest to, że jego własności dielektryczne nie obniżają się w wyniku nawet bardzo długotrwałego moczenia go w wodzie; zalety tej nie mają mieszanki kauczukowe, lecz mają ją również igielit, polietylen i szereg innych tworzyw syntetycznych.

8. Tiokol jako materiał zastępczy dla kauczuku w przemyśle kablowym.

Tiokol może być użyty w wielu wyrobach kablowych zamiast kauczuku. Pod tym względem ma on jednak poważnego konkurenta w postaci polichlorku winylu, który jest materiałem chętnie widzianym zarówno przez kablewców, jak i użytkowników kabli, choć jest droższy od tiokolu.

Izolowanie tiokolem drutów miedzianych nie jest gospodarczo uzasadnione, ponieważ tiokol atakuje miedź (analityczny skład tiokolu: około 82% siarki, 15,5% węgla, 2,5% wodoru), konieczne więc byłoby staranne cynowanie przewodów miedzianych. Cynowanie przewodów miedzianych odpada w wypadku zastosowania gumy beziarkowej (mieszanki tiuramowej) oraz polichlorku winylu, wobec czego obydwie te materiały są z punktu widzenia oszczędności cyny bardziej przydatne do izolowania drutów miedzianych.

Można jednak z powodzeniem stosować tiokol do izolowania przewodów aluminiowych. Wymagania normy PN/E-106 „Elektroenergetyczne przewody aluminiowe w odzieży włóknistej i w izolacji gumowej” mogą być w wypadku stosowania tiokolu zamiast gumy bardzo łatwo dotrzymane. Tiokol znacznie ustępuje gumie pod względem elastyczności, wobec czego powinien być stosowany jedynie w przewodach zakładanych na stałe.

9. Tiokol jako materiał zastępczy dla ołowiu w przemyśle kablowym.

Przemysł kablowy jest bardzo poważnym konsumentem ołowiu. Ołów w wyrobach kablowych ma za zadanie ochronę izolacji żył przed nawilgoceniem, które wpływa ujemnie na własności dielektryczne izolacji. Ołów stanowi idealną ochronę przed przenikaniem wilgoci do wnętrza kabla czy przewodu kabelkowego, jest dostatecznie plastyczny w temperaturze otoczenia i daje się łatwo naprasować nie powodując uszkodzenia izolacji żył.

Od kilkunastu lat obserwuje się prawie na całym świecie tendencję do zastąpienia ołowiu innymi materiałami. Wynikają one w chęci zmniejszenia ciężaru kabli, w którym bardzo znaczny udział przypada na ołów. Nie bez znaczenia jest również fakt, że światowe zapasy ołowiu są na wyczerpaniu. Próby zastąpienia ołowiu w wyrobach kablowych idą w dwóch kierunkach: stosowanie aluminium zamiast ołowiu oraz zastąpienie ołowiu materiałami syntetycznymi. Aluminium stanowi, jak ołów, idealną ochronę przed przenikaniem wilgoci; niestety, nie można tego powiedzieć o materiałach syntetycznych. Wątpliwe jest jednak, czy racjonalne okaże się stosowanie na szeroką skalę tak cennego tworzywa jak aluminium do wyrobów, w których jedynym jego zadaniem ma być ochrona przed przenikaniem wilgoci.

Próby zastąpienia ołowiu materiałami syntetycznymi były podejmowane. Próby te dały wyniki dodatnie w przypadku przewodów kabelkowych, ujemne natomiast w przypadku kabli ziemnych. W przewodach kabelkowych żyły izolowane są gumą. Guma nie jest jednak odporna na działanie wilgoci i wpływy chemiczne, wobec czego w pomieszczeniach wilgotnych oraz w pomieszczeniach o wyziewach żrących stosuje się często przewody kabelkowe, w których trzy żyły izolowane gumą otoczone są szczelnie płaszczem ołowianym (dla uproszczenia pominięto tu inne szczegóły konstrukcyjne przewodów kabelkowych). W tego rodzaju przewodach płaszcz z materiału syntetycznego — dostatecznie odpornego na działanie wilgoci i wpływy chemiczne — jest wystarczającą ochroną izolacji gumowej.

Nasz przemysł wyprodukował w roku ubiegłym prototyp przewodu kabelkowego w powłoce z tiokolu, oznaczony symbolem KTgao. Wyniki badań tego przewodu, wykonanych w Zakładzie Materiałoznawstwa Elektrycznego Instytutu Elektrotechniki, wykazały jego przydatność do eksploatacji. Można oczekiwać, że przewody te spotkają się z przychylną oceną użytkow-

ników. Nasycony opłot, którym jest otoczona powłoka tiokolowa przewodu, neutralizuje zupełnie zapach tiokolu tak, że w pierwszej chwili trudno się zorientować, że z niego właśnie wykonana jest powłoka, i niefachowiec zawsze weźmie powłokę tiokolową za gumę. Przewód KTgao ma w porównaniu z przewodem KGao tę zaletę, że jest znacznie lżejszy i bardziej giętki, co nie jest bez znaczenia przy montażu.

Próby zastąpienia ołowiu materiałami syntetycznymi w kablach z i e m n y c h były wykonane w Niemczech na krótko przed wojną i w czasie wojny. Jako materiału na powłoki kabli ziemnych użyto zmiekkzonego polichlorku winylu. Próby te dały wynik ujemny. Ujemny wynik tych prób przypisywano niezupełnej wodoszczelności polichlorku winylu. Houwink*) pisze: „Igielit, jak wszystkie materiały organiczne, nie jest zupełnie wodoszczelny, nie może więc być używany do kabli ziemnych. Okazał się przydatny do kabli nieskonapięciowych wewnętrznych do 1 kV”. Według tej opinii syntetyczne tworzywa organiczne nie nadają się na powłoki kabli ziemnych, ponieważ nie są zupełnie wodoszczelne. Opinia ta liczy się jednak z przepuszczalnością wilgoci przez materiały syntetyczne tylko ze strony jakościowej, a konieczne tu jest również rozważanie od strony ilościowej.

Tablica II.

Materiał	Współczynnik dyfuzji wilgoci $\left(\frac{g \cdot cm}{cm^2 \cdot h \cdot mm \ Hg} \right)$	
	Wg Hermanna, Kempa, Taylora	Wg Baduma, Leilicha
Tiokol	$2,2 \cdot 10^{-9}$	$1,8 \cdot 10^{-7}$
Gutaperka	$1,46 \cdot 10^{-8}$	$6 \cdot 10^{-9}$
Polichlorek winylu — tłoczywo	$3,85 \cdot 10^{-8}$	$2,2 \cdot 10^{-7}$
Guma	$6,6 \text{ do } 7,9 \cdot 10^{-8}$	$5 \text{ do } 7 \cdot 10^{-8}$

Przeciętny czas pracy kabla wynosi 20 do 30 lat w zależności od warunków pracy. Powłoka kablowa nie musi więc być idealnie wodoszczelna. Wystarczy zupełnie, jeżeli przepuszczalność wilgoci przez powłokę z materiału syntetycznego będzie takie, że ilość przedyfundowanej przez nią pary wodnej w ciągu 20 — 30 lat nie spowoduje niebezpiecznego obniżenia się własności dielektrycznych papieru izolacyjnego. Prof. St. Bładowski podał**) obliczenie maksymalnej wielkości współczynnika dyfuzji wilgoci dla materiału syntetycznego na powłoki kabli ziemnych słaboprądowych. Uproszczone obliczenie było tu możliwe dzięki szeregowi założeń, dotyczących procesu przenikania wilgoci do wnętrza kabla. Choć niemożliwa jest dokładna ocena wpływu tych uproszczeń na wynik końcowy obliczeń, to jednak obliczenia te obalają opinię, że materiały niezupełnie wodoszczelne nie nadają się na powłoki kabli ziemnych. Spośród materiałów syntetycznych, którymi dysponujemy, można wybrać materiał o najmniejszym współczynniku dyfuzji i przy zastosowaniu go przystąpić do prób eksploatacyjnych z kablami ziemnymi.

Tablica III.

Materiał	Współczynnik dyfuzji wilgoci $\frac{g \cdot cm}{cm^2 \cdot h \cdot mm \ Hg}$	Największa odchyłka od wartości średniej (%)
Tiokol A	$5,4 \cdot 10^{-9}$	13
Polichlorek winylu (nietłoczywny)	$2,25 \cdot 10^{-8}$	6
Polichlorek winylu, tłoczywo, receptura A	$4,7 \cdot 10^{-8}$	17
Polichlorek winylu, tłoczywo, receptura B	$4 \cdot 10^{-7}$	8
Polichlorek winylu, folia	$2 \cdot 10^{-7}$	20
Mieszanka gumowa (do silników głębinowych)	$6,8 \cdot 10^{-8}$	14
Folia trójoctanowa	$1,3 \cdot 10^{-6}$	10

W sprawie pomiaru współczynnika dyfuzji wilgoci dla różnych materiałów w literaturze światowej opublikowano niewiele artykułów, przy czym wartości współczynnika dyfuzji wil-

*) R. Houwink. Chemie und Technologie der Kunst, 1942, t. II, str. 171.

**) Bładowski S. Powłoki kabli podziemnych z materiałów syntetycznych (Przegl. Elektr., 1949, z 4/5/6, str. 91).

gocci, podane przez różnych autorów (tabl. II), w niektórych wypadkach różnią się nawet o dwa rzędy, jak np. dla tiokolu; dla polichloru winylu różnica wynosi jeden rząd.

Dla zdobycia własnych danych w tej dziedzinie, Zakład Materiałoznawstwa Elektrycznego w ramach jednej z prac badawczych wykonał aparaturę do pomiaru współczynnika dyfuzji wilgoci, szczegółowo opracował metodykę pomiaru i przeprowadził szereg oznaczeń wartości współczynnika dyfuzji materiałów syntetycznych (tabl. III).

Jak widać, najmniejszym współczynnikiem dyfuzji wilgoci odznacza się tiokol, jest on więc najbardziej przydatny do powlekania nim kabli ziemnych. Nie można dziś przesądzać, do jakich kabli ziemnych tiokol będzie mógł być używany, lecz są podstawy do podjęcia prób eksploatacyjnych z kablami ziemnymi siłoprądowymi do 1 kV. Szczegółowe określenie asortymentu i konstrukcji kabli ziemnych w tiokolu wymaga jeszcze szeregu prac badawczych na podstawie wyników badań eksploatacyjnych kabli niskonapięciowych.

Kabel ziemny w izolacji z papieru nasyczonego i z powłoką tiokolową, wykonany w warunkach laboratoryjnych i umieszczony w wilgotnej ziemi, zachowuje się już od 8 miesięcy w sposób pozwalający przypuszczać, że kable ziemne w tiokolu mają przyszłość. Dotychczas nie stwierdzono praktycznie żadnego spadku oporności izolacji papierowej obserwowanego kable.

Należy przypuszczać, że ujemne wyniki badań kabli ziemnych w powłoce z polichloru winylu były spowodowane nie przepuszczalnością wilgoci przez powłokę, lecz raczej niszczeniem działaniem oleju i wpływów chemicznych gleby na polichlorek winylu. W przypadku tiokolu nie ma o to obawy, ponieważ odporność jego na działanie oleju jest bardzo dobra.

Pozostaje jedynie wyrazić nadzieję, że przemysł kablowy podejmie na skalę przemysłową próby eksploatacyjne kabli ziemnych w powłoce tiokolowej. W ten sposób stworzy się warunki dla postępu w tej dziedzinie przez wzajemne uzupełnianie się prac badawczych w laboratoriach i doświadczeń przemysłowych.

LITERATURA

- I n o z i e m c e w N. N. Kauczuk — mirowoj kapitalisticeskij rynek, 1952.
- B l a d o w s k i S. Powłoki kabli ziemnych z materiałów syntetycznych. Przegl. Elektr., 1949 z. 4/5/6, str. 91.
- S c h u p p P. O. Über die Wasserdurchlässigkeit von Kunststoffmängeln für Fernmeldekabel. Europäischer Fernsprechdienst, 1940, str. 110.
- Z i e l i Ń s k i N. D., D i e n i s e n k o J. I., E w i e n t o w a M. S., C h r o m o w S. I. K w o p r o s u o p r i c z y n i e z a p a c h a t i o k o l o w . Zurn. riez. prom., 1933, nr 6.
- S m i t h A. H. Tiokol ein gegen Lösungsmittel beständiges kautschukähnliches Material. Kautschuk, 1933, H. 12.
- K ö l b l O. Aufbau, Eigenschaften, Anwendung und Verarbeitung von Tiokol A und Tiokol Latex. Gummizeitung, 1944, IX/X.

INŻ. S. JANKOWSKI

Nowe asortymenty kabli i przewodów w polichloru winylu i tiokolu oraz zakres ich zastosowania

608.3:621.315.611:621.315.2/3

T r e ś ć. Opisano budowę przewodów i kabli w izolacji i płaszczu z polichloru winylu oraz przewodów kabelkowych w płaszczu tiokolowym. Zalety i wady tych wyrobów, stwierdzone na podstawie dotychczasowego doświadczenia. Wskazówki co do stosowania kabli i przewodów w nowej izolacji.

Новый ассортимент кабелей и проводов в полихлорвиниловой и тиokolовой изоляции и область их применения. Описано строение проводов и кабелей, имеющих изоляцию и оболочку из полихлорвинила, а также кабельных проводов в тиokolовой оболочке. Преимущества и недостатки этих изделий, установленные на основании собранного донные опыта. Указания относительно применения кабелей и проводов в новой изоляции.

A new range of polyvinyl chloride and thiokol-insulated cables and conductors, and the scope of their application. Description of the design of conductors and cables with P. V. C. insulation and sheath, and of thiokol-clad cable-type conductors. Merits and demerits of these products as ascertained on basis of recent experience. Recommendations as to the use of cables and conductors with a novel insulation.

1. Wstęp.

Szybki rozwój budownictwa socjalistycznego w Polsce Ludowej wymaga od przemysłu zwiększenia produkcji i stosowania w jak najszerszym zakresie surowców krajowych, a także oszczędnej gospodarki nimi i wysokiej jakości wyrobów.

Zadania te postawił sobie przemysł kablowy w ramach postępu technicznego w Planie 6-letnim, opierając się na zdobyciach i doświadczeniu Związku Radzieckiego i krajów demokracji ludowej. Przy współudziale robotników, techników, inżynierów i racjonalizatorów przemysłu kablowego i chemicznego, przy wydatnej pomocy instytutów naukowych osiągnięto już pozytywne wyniki długotrwałych badań i prób. Pozwalają one wprowadzić do naszej normalnej masowej produkcji nowe asortymenty kabli i przewodów z surowców krajowych.

Omawiane niżej przewody i kable elektroenergetyczne i telekomunikacyjne dzielą się na trzy zasadnicze grupy: 1) w izolacji polichlorowinyłowej, 2) w izolacji polichlorowinyłowej i w płaszczu polichlorowinyłowym, 3) w płaszczu tiokolowym. Jeszcze nie wyczerpane są u nas wszelkie możliwości stosowania tych materiałów, szczególnie płaszczy tiokolowych, jednak z dalszym rozwojem naszej pracy konstruktorskiej i badawczej zastosowanie u nas wymienionych materiałów będzie w miarę naszych możliwości i potrzeb rozszerzane.

2. Polichlorek winylu i jego własności.

Tłoczywo z polichloru winylu należy do najbardziej znanych i rozpowszechnionych syntetycznych tworzyw organicznych, które znalazły zastosowanie w przemyśle kablowym. Zdobytę w ciągu ostatnich 2 lat doświadczenie z krajowym materiałem dowiodło, że nadaje się on do powodzenia jako izolacja przewodów do zakładania na stałe w instalacjach elektroenergetycznych i telekomunikacyjnych, zastępując zasadnicze surowce importowane, jak kauczuk, bawełna, lakiery, a w pewnych wypadkach również płaszcze ołowiane. Stosowania polichloru winylu jako izolacji w kablach teletechnicznych o wysokich wymaganiach nie można jeszcze zalecić ze względu na istniejącą dotychczas niejednorodność właściwości dielektrycznych, aczkolwiek próby i badania są w tym kierunku robione. Stosowanie izolacji polichlorowinyłowej w przewodach elektroener-

getycznych daje gwarancję — na podstawie wyników badań — otrzymywania pełnowartościowych wyrobów, a ich własności niejednokrotnie przewyższają własności przewodów w gumie. Poza tym przewody w polichloru winylu mają kilka zalet dodatkowych: 1) łatwość rozróżniania żył dzięki możliwości stosowania wielu kolorów; 2) łatwość wciągania do rurek ze względu na gładkość zewnętrznej powierzchni i mniejsze wymiary, 3) produkcja jest znacznie mniej pracochłonna.

Badania przewodów w polichloru winylu, dokonane w Zakładzie Materiałoznawstwa Elektrycznego we Wrocławiu, wykazały ich dostateczną odporność na działanie kwasów i zasad. Przewody po dłuższym moczeniu w wodzie nie tracą własności izolacyjnych. Próby odporności na wodę morską są również pozytywne. Wytrzymałość na zerwanie jest większa niż dla gumy, wynosi bowiem 150 — 200 kg/cm² przy wydłużeniu 250 — 300% zarówno przed próbą, jak i po próbie starzenia.

Obok wymienionych zalet polichlorek winylu, jak zresztą dużo innych surowców, ma również pewne cechy ujemne, a mianowicie: 1) jest wrażliwy na temperatury powyżej + 40°C oraz poniżej — 5°C, znosi jednak bez szkody niższe temperatury, nawet do — 40°C, jeżeli nie ulega zgnianiu (temperaturę — 50°C należy uważać jako najniższą przy zakładaniu przewodu, gdzie on podlega zgnianiu); 2) nie jest odporny na wilgoć i parę wodną; 3) wpływy atmosferyczne, szczególnie działanie słońca, szkodliwie odbijają się na jego własnościach; 4) w instalacjach prądu stałego należy zachować pewną ostrożność w stosowaniu polichloru winylu, ponieważ niektóre zmiękczacze, jak kwasy tłuszczowe i estry wchodzące w skład tłoczywa, wywierają szkodliwy wpływ — zwłaszcza w obecności wilgoci — na przewód przylączony do ujemnego bieguna źródła prądu.

Ograniczenie stosowania przewodów polichloru winylu oraz zasady układania i składowania ich zostały ujęte w instrukcji, opracowanej przez zespoły robocze i podającej przypadki, kiedy nie należy stosować przewodów w izolacji lub w płaszczu z polichloru winylu, a mianowicie: na zewnątrz budynków; w miejscach narażonych na silną operację słoneczną; w pomieszczeniach wilgotnych; w miejscach, w których powietrze zawiera parę wodną; w miejscach, w których temperatura otoczenia stale wynosi powyżej + 40°C lub poniżej — 5°C;

w instalacjach prądu stałego; w oprawach oświetleniowych dużej mocy; w instalacjach ruchomych.

Zasady układania przewodów w polichloroku winylu są takie same, jak zwykłych przewodów, które są ich odpowiednikami. Przy układaniu po wierzchu należy uważać, aby nie uszkodzić izolacji lub płaszcza uchwytami podczas umocowywania przewodów. Przewody w polichloroku winylu należy przechowywać w pomieszczeniach zamkniętych, suchych, o temperaturze powyżej — 5°C, przy czym przewody nie mogą być narażone na silną operację słoneczną.

W następnych rozdziałach będą omówione poszczególne asortymenty przewodów i kabli w izolacji i płaszczu z polichloroku winylu, które już zostały częściowo wprowadzone do normalnej produkcji w przemyśle kablowym, a są wykonywane wg

Tablica I. Oznaczenia przewodów jednożyłowych w izolacji polichlorowinylowej i gumowej

Oznaczenie przewodów polichloroku winylu*)	Oznaczenie odpowiednich przewodów w gumie	Napięcie znamionowe (V)	Zakres przekrojów (mm ²)	Materiał żył
DY — 250	DS (PN/E-5)	250	0,5 — 4	Cu — drut
LY — 250	LS „	250	0,5 — 4	Cu — linka
DY — 750	DG „	750	1,0 — 10	Cu — drut
LY — 750	LG „	750	1,0 — 240	Cu — linka
LYg — 750	LGg „	750	1,0 — 240	Cu — linka giętka
ADY — 750	ADG (PN/E-106)	750	2,5 — 10	Al — drut
ALY — 750	ALG (PN/E-106)	750	16 — 240	Al — linka

*) Przy oznaczaniu przewodów w polichloroku winylu należy zawsze podawać napięcie znamionowe.

norm resortowych, opracowywanych przez Centralne Biuro Konstrukcji Kablowych.

3. Przewody elektroenergetyczne.

a) Przewody jednożyłowe miedziane i aluminiowe w izolacji polichlorowinylowej, przeznaczone do zakła-

Tablica II. Porównanie średnic przewodów w polichloroku winylu i w gumie

Przekrój znamionowy (mm ²)	Przewody w polichloroku winylu			Przewody w gumie i opłocie nasycenym		
	Oznaczenie	Grubość izolacji (mm)	Największe średnice zewnętrzne (mm)	Oznaczenie (PN/E-5)	Grubość izolacji (mm)	Największe średnice zewnętrzne (mm)
0,5	DY — 250	0,6	2,3	DS	0,6	3,0
0,75		0,6	2,5		0,6	3,5
1,0		0,6	2,7		0,6	3,8
1,5		0,6	2,9		0,6	4,0
2,5		0,6	3,3		0,6	4,5
4		0,8	4,2		0,8	5,5
1,0	DY — 750	0,8	3,1	DG	0,8	4,5
1,5		0,8	3,4		0,8	4,7
2,5		0,9	4,0		0,9	5,3
4		1,0	4,7		1,0	6,5
6		1,0	5,2		1,0	7,0
10		1,2	6,4		1,2	8,5
16	LY — 750	1,2	8,0	LG	1,2	10,0
25		1,4	9,7		1,4	11,5
35		1,4	10,9		1,4	13,0
50		1,6	12,9		1,6	15,0
70		1,6	14,6		1,6	16,5
95		1,8	16,8		1,8	19,0
120		1,8	18,4		1,8	21,0
150		2,0	20,5		2,0	23,0
185		2,2	22,7		2,2	25,5
240		2,4	25,6		2,4	28,5

dania na stałe w rurkach pod tynkiem lub na tynku, na izolatorach wewnątrz budynków, wewnątrz maszyn, na napięcie znamionowe 250 V (oświetlenie) i 750 V (siła), będące odpowiedni-

kami przewodów jednożyłowych o tym samym przeznaczeniu, lecz w izolacji gumowej i w opłocie bawełnianym nasycenym masą czarną wg PN/E-5 i PN/E-106.

Oznaczenia przewodów w izolacji polichlorowinylowej i odpowiedniki do nich wg PN/E-5 i PN/E-106 oraz zakres przekrojów podane są w tabl. I. Przewody w tej izolacji mają wymiary zewnętrzne mniejsze niż przewody tych samych przekrojów w izolacji i w opłocie bawełnianym nasycenym, ponieważ w przewodach pierwszej kategorii odpada cynowanie drutów (jeżeli guma jest siarkowa), taśmowanie (jeżeli guma jest nakładana), wulkanizowanie, opłatanie i nasycanie. Pozostaje tylko jedna operacja — natryskiwanie polichloroku winylu.

Tabl. II podaje porównanie średnic przewodów w polichloroku winylu i w gumie dla zasadniczych typów. Jak z niej wynika różnice średnic są znaczne i mogą w pewnych wypadkach wpłynąć na stosowanie rurek mniejszych wymiarów niż w przypadku przewodów tego samego przekroju w gumie. Grubość izolacji

Tablica III. Oznaczenia przewodów wielożyłowych w izolacji i powłoce polichlorowinylowej oraz w izolacji gumowej i powłoce ołowianej

Oznaczenie w izolacji i powłocie polichlorowinylowej	Oznaczenie w izolacji gumowej i powłocie ołowianej	Napięcie znamionowe (V)	Zakres przekrojów (mm ²)	Liczba żył	Materiał żył
DYp	KGp	250	1 — 6	2 i 3	Cu — drut
ADYp	AKGp	250	2,5 — 10	2 i 3	Al — drut

polichlorowinylowej przyjęto w tablicy taką samą, jak grubość gumy, należy się jednak liczyć z tym, że grubość polichloroku winylu może być zredukowana, jak to przewidują normy zagraniczne, a wówczas różnice średnic będą jeszcze większe.

Pracochłonność procesów technologicznych izolowania polichlorkiem winylu przewodu DY-750 — 1 mm² ma się w stosunku do pracochłonności izolowania gumą plus operacje dodatkowe dla przewodu DG — 1 mm², jak 1 : 4, a więc stosunek jest poważny. W cenie jednak (w zł/km) różnice mogą być nieznaczne, ponieważ cena polichloroku winylu jest stosunkowo wysoka.

b) Przewody wielożyłowe płaskie z żyłami miedzianymi i aluminiowymi w izolacji i powłocie polichlorowinylowej przeznaczone do zakładania na stałe na napięcie znamionowe 250 V (oświetlenie), jako odpowiednik przewodów wielożyłowych płaskich w izolacji gumowej i powłocie ołowianej wg PN/E-5.

Oznaczenia przewodów w izolacji i powłocie polichlorowinylowej i ich odpowiedniki w izolacji gumowej i powłocie ołowianej są podane wraz z zakresem przekrojów i liczbą żył w tabl. III. Grubości ścianek polichloroku winylu odpowiadają grubościom ścianek gumy i ołowiu, a zatem wymiary zewnętrzne tych przewodów są jednakowe dla tych samych przekrojów.

Tablica IV. Przewody wielożyłowe okrągłe w izolacji i powłocie polichlorowinylowej oraz w izolacji gumowej i powłocie ołowianej

Oznaczenie w izolacji i powłocie polichlorowinylowej	Oznaczenie w izolacji gumowej i powłocie ołowianej	Napięcie znamionowe (V)	Zakres przekrojów (mm ²)	Liczba żył	Materiał żył
DYo	KGo	250	1 — 6	2, 3 i 4	Cu — drut
ADYo	AKGo	250	2,5 — 10	2, 3 i 4	Al — drut

c) Przewody wielożyłowe okrągłe z żyłami miedzianymi i aluminiowymi w izolacji i powłocie polichlorowinylowej, przeznaczone do zakładania na stałe, na napięcie znamionowe 250 V (oświetlenie), będące odpowiednikami przewodów wielożyłowych okrągłych w izolacji gumowej i powłocie ołowianej.

Przewody te mogą być wykonywane jako 2-, 3- i 4-żyłowe, lecz ze względu na tańsze wykonanie przewodów płaskich 2-i 3-żyłowych należy jako okrągłe wykonywać tylko 4-żyłowe.

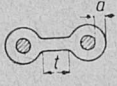
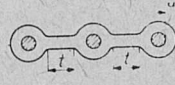
Przewody w izolacji i powłoce z polichlorku winylu podane w tabl. IV zastępują przewody kabelkowe KG o wg PN/E-5 Normy PN/E-5 nie przewidują przewodów płaskich i okrągłych (tabl. III i IV) z żyłami aluminiowymi. Ze względu na oszczędność miedzi należałoby wprowadzić do eksploatacji przewody płaskie i okrągłe z żyłami aluminiowymi na wzór przewodów jednożyłowych.

Zasady układania i stosowania przewodów w izolacji i powłoce z polichlorku winylu są takie same, jak dla przewodów w izolacji gumowej i powłoce ołowianej, a ograniczenia stosowania — jak podano w rozdz. 2.

d) Przewody dwu- i trzyżyłowe płaskie w tynkowaniu z żyłami miedzianymi lub aluminiowymi o przekroju do 2,5 mm² włącznie w izolacji polichlorowinylowej, która stanowi jednocześnie i powłokę, przeznaczone do układania na stałe w tynku, w pomieszczeniach suchych, na napięcie znamionowe 250 V.

Przewody te nie mają odpowiednika wg PN/E-5, jest to więc zupełnie nowy rodzaj u nas jeszcze nie wprowadzony, lecz bardzo chętnie stosowany za granicą. Ujęty jest w formie próby w normie VDE 0283. Przemysł kablowy wykonał już próbne odcinki tych przewodów, są one poddawane próbie odporności na działanie zapraw tynkowych.

Tablica V. Przewody płaskie w tynkowaniu

Przekroje znamionowe (mm ²)	Grubość powłoki polichlorowinylowej <i>a</i> (mm)	Największe wymiary zewnętrzne przewodu (mm)	
2 × 1	1,2	3,9 × 11,5	
2 × 1,5	1,2	4,2 × 12,0	
2 × 2,5	1,4	5,1 × 14,0	
3 × 1	1,2	3,9 × 19,0	
3 × 1,5	1,2	4,2 × 20,0	
3 × 2,5	1,4	5,1 × 23,0	

Budowa i wymiary tych przewodów podane są w tabl. V. Żyły ich oddzielone są od siebie tasiemką polichlorowinyłową *t* szerokości około 3,5 mm, stanowiącą całość z powłoką *a*. Wzdłuż tasiemki łączącej żyły może być, po jej obydwu stronach, wykonany rowek, w który wbija się gwóźdź mocujący całość przewodu do ścian. Ze względu na swe przeznaczenie przewody te powinny być możliwie cienkie i dlatego przekrój żył nie powinien być większy niż 2,5 mm²; nie wykluczona jest również możliwość układania tego przewodu na tynku.

e) Przewody płaszczone wielożyłowe z żyłami miedzianymi lub aluminiowymi w izolacji polichlorowinylowej i w płaszczu metalowym, przeznaczone do układania na stałe na tynku w pomieszczeniach suchych, na napięcie znamionowe 250 V; są one odpowiednikiem przewodów płaszczo-
wych wg PN/E-5.

Tablica VI. Oznaczenia i budowa przewodów płaszczo-
wych w izolacji polichlorowinylowej

Oznaczenie przewodów w izolacji polichlorowinylowej	Oznaczenie odpowiednich przewodów w izolacji gumowej	Napięcie znamionowe (V)	Zakres przekrojów (mm ²)	Liczba żył	Materiał żył
PY	P	250	1 — 6	2, 3 i 4	Cu — drut
APY	AP*)	250	2,5 — 10	2, 3 i 4	Al — drut

*) Norma PN/E-5 nie przewiduje żył aluminiowych.

Budowa tych przewodów może być — zgodnie zresztą z PN/E-5 — w podwójnym wykonaniu: 1) ośrodek izolowany papierem nasyconym suchym, 2) ośrodek izolowany gumą. Na ośrodek nałożony jest płaszcz z blachy żelaznej lub cynkowej. Grubość izolacji polichlorowinyłowej żył taka, jak w przewodach DY-750, podanych w tabl. II. Oznaczenia i zakres przekrojów podane są w tabl. VI. Zasady stosowania i układania jak

dla przewodów P wg PN/E-5; ograniczenia stosowania jak dla przewodów poprzednich.

f) Przewody płaszczone odporne na wpływy chemiczne, wielożyłowe z żyłami miedzianymi lub aluminiowymi w izolacji polichlorowinylowej z ośrodkiem izolowanym gumą i w płaszczu metalowym podobnie jak przewody PY, lecz w osłonie odpornej na wpływy chemiczne w postaci taśm papierowych i opłotu bawełnianego nasyconego masą czarną.

Przewody te, będące odpowiednikiem przewodów Pa, przeznaczone są do układania na stałe na tynku w pomieszczeniach wilgotnych i o wyziewach chemicznych. Przewody Pa (w izolacji gumowej) zostały w nowelizacji PN/E-5 w 1948 r. pominięte, jednak przemysł kablowy przewody te wykonuje (na podstawie PN/E-5 z 1937 r.); częściowo zastępują one deficytowe przewody kabelkowe KGao, tzw. „antygrony”. Skoro już istnieje możliwość wykonywania przewodów w płaszczu tiokolowym zamiast ołowianego, to przewody Pa mogą być całkowicie zastąpione przewodami KTGao, o których będzie mowa niżej.

g) Przewody samochodowe jednożyłowe z żyłami miedzianymi wielodrutowymi w izolacji polichlorowinylowej przeznaczone do połączeń instalacji elektrycznych sieci niskiego napięcia w samochodach, traktorach, motocyklach i rowerach. Zastępują one dotychczasowe przewody w gumie, opłocie bawełnianym i lakierze acetylo-celulozowym typu LGS. Przewody samochodowe w polichlorku winylu wykonuje się o przekrojach 0,5 do 120 mm², najczęściej są używane przekroje do 16 mm².

Celem zabezpieczenia przewodów przed uszkodzeniami mechanicznymi przewody te mogą być również zbrojone drutem okrągłym w formie opłotu lub drutem profilowym w formie obwoju. Najczęściej stosuje się drut stalowy miękki ocynkowany. Budowa i wymiary przewodów samochodowych w polichlorku winylu — LYS, w uzbrojeniu z drutów profilowych — LYSup, w uzbrojeniu z drutów okrągłych (opłot) — LYSuo podane są w tabl. VII.

Tablica VII. Przewody samochodowe

Przekrój znamionowy (mm ²)	Średnica drutów w żył (mm)	Grubość izolacji polichlorowinył. (mm)	Największe średnice zewnętrzne przewodu (mm)		
			LYS	LYSup	LYSuo
0,5	0,20	0,6	2,2	2,9	3,0
0,75	0,20	0,6	2,5	3,2	3,3
1	0,20	0,6	2,7	3,4	3,5
1,5	0,25	0,6	3,0	3,7	3,8
2,5	0,25	0,6	3,7	4,4	4,5
4	0,30	0,8	4,8	5,5	6,0
6	0,30	0,8	5,7	6,4	7,0
10	0,40	1,0	7,0	7,7	8,4
16	0,40	1,0	8,4	—	9,6
25	0,40	1,2	10,9	—	12,1
35	0,40	1,2	12,4	—	13,6
50	0,40	1,4	14,2	—	15,4
70	0,40	1,4	16,6	—	17,8
95	0,50	1,6	19,6	—	20,8
120	0,50	1,6	21,0	—	22,6

Przekroje 0,5, 0,75 i 1 mm² mogą — dla zwiększenia wytrzymałości mechanicznej żył — mieć linkę stalowo-miedzianą wg DIN 72551. Wymiary i budowa przewodów z linką stalowo-miedzianą w izolacji polichlorowinylowej typu LYS-(Fe-Cu) podane są w tabl. VIII.

Tablica VIII. Przewody samochodowe o zwiększonej wytrzymałości mechanicznej

Przekrój znamionowy (mm ²)	Liczba drutów w linki		Średnica drutów (mm)	Grubość izolacji polichlorowinylowej (mm)	Średnica zewnętrzna największa (mm)
	stalowych miękkich ocynkowanych	miedzianych			
0,5	6	6	0,3	0,6	2,6
0,75	5	10	0,3	0,6	2,8
1,0	6	13	0,3	0,6	2,9

h) Druty nawojowe do silników głębinowych, pracujących stale w wodzie, w izolacji polichlorowinyłowej zamiast dotychczas stosowanej izolacji gumowej o stosunkowo dużej zawartości naturalnego kauczuku.

Dziwnie może się wydawać, że polichlorek winylu, który nie jest odporny na wilgoć, może być odporny na wodę i znajduje zastosowanie do silników głębinowych. Otrzymywane wyniki badań własności izolacyjnych przewodów w funkcji czasu moczenia w wodzie wykazały, że początkowe własności izolacji nawet wzrastały i wielokrotnie powtarzane próby potwierdziły to; dopiero po dłuższym czasie (9 miesięcy) następował nieznaczny spadek, utrzymujący się jednak w tym samym rzędzie wielkości. Dotychczas przeprowadzane próby tych przewodów w eksploatacji wykazały na ogół dobre jego własności, trzeba jednak jeszcze dłuższego czasu, aby móc wydać ostateczny sąd o ich przydatności do tych celów.

4. Przewody polichlorowinyłowe telekomunikacyjne.

a) Przewody jednożyłowe schematowe, połączeniowe itp., z żyłami miedzianymi jedno- lub wielodrutowe, a także z żyłami żelaznymi, będące odpowiednikami przewodów w izolacji włóknistej (jedwab, bawełna) lub w izolacji gumowej.

Wymiary zewnętrzne przewodów w izolacji polichlorowinyłowej są zawsze większe od wymiarów tego samego przekroju w izolacji włóknistej. Najmniejsza grubość ścianki polichloru winylu praktycznie osiągalna wynosi 0,3 mm, gdy przy izolacji $2 \times$ jedwab + $1 \times$ bawełna grubość nie przekracza 0,2 mm toteż w pewnych przypadkach — gdzie jest to konieczne ze względu na miejsce — można nie rezygnować z izolacji włóknistej. Budowa przewodów jednożyłowych telekomunikacyjnych w izolacji polichlorowinyłowej podane jest w tabl. IX.

Tablica IX. Przewody jednożyłowe telekomunikacyjne w izolacji polichlorowinyłowej

Przewody jednodrutowe TDY			Przewody wielodrutowe TLY			
Średnica drutu (mm)	Grubość izolacji polichlorowinyłowej (mm)	Średnica zewnętrzna (mm)	Przekrój znamionowy (mm ²)	Liczba i średnica drutów żyły (mm)	Grubość izolacji polichlorowinyłowej (mm)	Średnica zewnętrzna (mm)
0,5	0,5	1,5	0,25	$14 \times 0,15$	0,5	1,7
0,6	0,5	1,6	0,50	$16 \times 0,20$	0,5	2,0
0,7	0,5	1,7	0,75	$24 \times 0,20$	0,6	2,4
0,8	0,5	1,8	1,0	$32 \times 0,20$	0,6	3,0
1,0	0,5	2,0	1,5	$30 \times 0,25$	0,7	4,0

Przewody te (w samej izolacji polichlorowinyłowej) stosuje się w urządzeniach telekomunikacyjnych, pracujących zasadniczo w pomieszczeniach suchych. W urządzeniach, które pracują w gorszych warunkach, stosowane są przewody w izolacji kombinowanej, a mianowicie: drut wzgl. linka oprzędzona jest jedwabiem naturalnym lub octanowym (jedwab wiskozowy nie jest dobrym materiałem izolacyjnym) nasycenym; na całość nałożona jest powłoka izolacyjna polichlorowinyłowa o grubości 0,3 mm dla napięcia roboczego do 1000 V, wzgl. 0,5 do 2000 V. Przewody takie mogą znaleźć zastosowanie w specjalnych aparatach w lotnictwie, przy czym polichlorek winylu powinien być odporny na niskie temperatury poniżej — 50°C, wytrzymałość zaś dielektryczna izolacji przewodu powinna odpowiadać wymaganiom tabl. X.

Tablica X. Wymagana wytrzymałość przewodów telekomunikacyjnych jednożyłowych

Napięcie pracy (V)	Napięcie próby (V)	Oznaczenia	
		drut	linka
600	2000	TDY	TLY
1000	3000	TDIY1	TLIY1
2000	6000	TDIY2	TLIY2

Przewodów tych nie należy stosować w instalacjach elektroenergetycznych.

b) Przewody wielożyłowe sygnałowe i telefoniczne z żyłami miedzianymi jak również stalowymi (żelaz-

nymi), np. do dzwonek, w izolacji polichlorowinyłowej o grubości 0,5 mm, zastępującej gumę i bawełnę.

Najczęściej stosowane są przewody 2-, 3- i 4-żyłowe. Tytułem próby wykonano przewody 4-żyłowe telefoniczne doziemne bez osłony, które zastępują częściowo nisko-parowe drogie i ciężkie kable telefoniczne w ołowiu i pancerzu. Przedwczesne byłoby uważać je dziś jako normalne; potrzebne są jeszcze próby i badania po dłuższym czasie eksploatacji.

Z większym powodzeniem można by stosować:

1) Przewody instalacyjne w izolacji i powłoce polichlorowinyłowej z żyłami miedzianymi TKIY, wzgl. z żyłami miedzianymi emaliowanymi TKIEY, będące odpowiednikami kabelków instalacyjnych w izolacji bawełnianej nasycanej i w powłoce ołowianej TKI i TKIE wg PNT-90008, przy czym przewody 2-żyłowe płaskie mogą mieć izolację i powłokę polichlorowinyłową jednolitą, nałożoną w jednym procesie fabrykacyjnym.

2) Przewody stacyjne w izolacji żył jedwabno-bawełnianej w powłoce polichlorowinyłowej TKSY wzgl. TKSEY z żyłami emaliowanymi. Powłoka ta zastępuje osłonę zewnętrzną kabli stacyjnych TKS, składającą się z taśm papierowych i opłotu bawełnianej nasycanej.

Przewody instalacyjne i stacyjne w powyższym wykonaniu omówiono w pracach Zespołu Telekomunikacyjnego i dla nich jest opracowana instrukcja stosowania, podobna do instrukcji dla przewodów elektroenergetycznych podanej wyżej w rozdz. 2.

5. Kable polichlorowinyłowe.

Zasadniczym elementem odróżniającym kable od przewodów jest szczelna powłoka, chroniąca izolację żył przed szkodliwym działaniem wilgoci i wpływów chemicznych z zewnątrz w najgorszych warunkach pracy — w ziemi, wodzie itd. Od wielu dziesiątków lat jest stosowana powłoka ołowiana, która te warunki spełnia, czyni jednak cały kabel bardzo ciężkim — niekiedy powłoka przekracza wielokrotnie ciężar ośrodka. W ostatnim czasie są wykonywane za granicą próby zastąpienia ołowiu innym lepszym materiałem.

Zastosowano płaszcze aluminiowe, które spełniają wymagania co do szczelności i odporności na wilgoć, jednak aluminium jest bardzo wrażliwe na wpływy chemiczne, a procesy technologiczne obciążania powłoki są bardziej skomplikowane i wymagają nowych maszyn i urządzeń.

Z materiałów syntetycznych polichlorek winylu może spełniać rolę płaszcza, lecz tylko w określonych warunkach, nie nadaje się natomiast — jak wykazały badania Zakł. Mat. Elektr. IE — w kablach z izolacją papierową nasycaną olejem kablowym, ponieważ polichlorek winylu jest nieodporny na działanie olejów kablowych: po dwutygodniowym moczeniu polichloru winylu w oleju kablowym w temperaturze 70°C staje się on kruchy, a wydłużenie spada praktycznie do zera. Przepuszczanie wilgoci przez polichlorek winylu mogłoby być uważane — dla kabli w izolacji papierowej nasycanej — jako rzecz drugorzędna, nie mająca praktycznie większego znaczenia. Natomiast dla kabli w izolacji papierowej suchej, jak telefoniczne kable miejskie (TKM) i telefoniczne kable dalekosiężne (TKD), nawet mała przepuszczalność wilgoci ma poważne znaczenie ze względu na obniżania się wartości oporności izolacji w funkcji czasu. Tak więc ani w jednym, ani w drugim przypadku polichlorek winylu nie nadaje się jako powłoka dla kabli.

Badania porównawcze szeregu materiałów na przepuszczalność wilgoci, określoną jako współczynnik dyfuzji wilgoci, podane są w tabl. XI.

Tablica XI. Przepuszczalność wilgoci dla różnych materiałów izolacyjnych

Nazwa materiału	Współczynnik dyfuzji $\times 10^{-8}$ $\left(\frac{\text{g} \cdot \text{cm}}{\text{cm}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{mm Hg}} \right)$
Tiokol	0,2 — 0,5
Polichlorek winylu*)	2,3 — 4,7
Guma miękka	2 — 8
Folia trójoctanowa	100 — 140
Celofan	500

*) Podane wartości oparte są na badaniach Zakł. Mat. Elektr. zależnie od receptury tłoczywa. Literatura niemiecka określa je od 0,8 do 1,1.

Tiokol i jego własności. Najwięcej przydatny na niektóre powłoki kable jest spośród materiałów syntetycznych tiokol (wielosiarczek etylenu). Z podanych w tabl. XI materiałów najmniejszy współczynnik dyfuzji wilgoci ma właściwie

tiokol. Na korzyść tiokolu przemawia jego duża odporność na działanie olejów, rozpuszczalników, tłuszczów, wosków zarówno mineralnego, jak zwierzęcego i roślinnego pochodzenia, a także na kwasy i mieszkanki pędne. Tiokol nie ulega działaniu tlenu, promieni ultrafioletowych ani promieni słonecznych, jest odporniejszy niż kauczuk na starzenie. Własności mechaniczne tiokolu odpowiadają własnościom gumy, wytrzymałość na zerwanie wynosi 40 kg/cm² przy wydłużeniu 230%, lecz własności te nie powinny być uwarunkowane przy powłokach, podobnie jak ołów.

Zasadniczą wadą tiokolu jest jego przykry zapach, wydzielający się nawet w temperaturze pokojowej, a tiokol podgrzany powyżej 70°C wydzielą gazy powodujące izawienie. Starano się usunąć zapach, lecz — jak dotąd — bez poważniejszego skutku.

Tiokol może również znaleźć zastosowanie jako izolacja zamiast gumy, lecz to zagadnienie należy raczej odłożyć do czasu całkowitego opanowania jego własności. Obecnie nie narzuca się specjalna potrzeba stosowania tiokolu, zwłaszcza wobec wypróbowanej przydatności polichloroku winylu jako izolacji.

Na obecnym etapie badania tiokolu krajowego w zastosowaniu na powłoki kablowe jest celowe wykorzystanie jego cennej odporności na działanie wyziewów chemicznych i wilgoci.

Przewody kabelkowe odporne na wpływy chemiczne do układania na stałe w pomieszczeniach suchych i wilgotnych, w izolacji gumowej i w powłoce tiokolowej, w osłonie odpornej na wpływy chemiczne w postaci taśm papierowych i nasyczonego opłotu bawełnianego, typu KTGAo, wzgl. w uzbrojeniu dwiema taśmami stalowymi i w osłonie typu KTGAto, jako odpowiedniki przewodów kabelkowych KGao i KGato w powłoce ołowianej wg PN/E-5. Budowa różni się tylko płaszczem, który jest tiokolowy zamiast ołowianego. Grubość ścianki tiokolowej powinna być około 50% większa od ołowianej, co nie wpłynie na zwiększenie się dopuszczalnych największych wymiarów zewnętrznych przewodów.

Zastąpienie powłoki ołowianej tiokolową dla tego typu kabelków nasuwa pewne wątpliwości co do budowy innych elementów. Wyżej nadmieniono, że tiokol jest odporny na wilgoć i wyziewy chemiczne, wobec czego osłonę zewnętrzną w postaci taśm papierowych i nasyczonego opłotu można by pominąć, ze względu jednak na stale wydzielający się przykry zapach należy osłonę pozostawić. W przewodach kabelkowych w powłoce ołowianej stosowana jest, zgodnie z wymaganiami PN/E-5, żyła uziemiająca, stykająca się bezpośrednio z ołowiem. W przewodach w płaszczu tiokolowym żyła uziemiająca jest zbędna.

Zasady zastosowania. Według instrukcji o stosowaniu przewodów kabelkowych w powłoce z tiokolu przewodów tych nie należy stosować: a) w pomieszczeniach, w których temperatura otoczenia wynosi stale poniżej — 10°C, b) w pomieszczeniach, w których temperatura otoczenia przekracza + 35°C, c) w bezpośrednim sąsiedztwie rurociągów parowych lub grzejników.

Przewody te należy układać po wierzchu (nie pod tynkiem), przymocowując je wprost do ścian, sufity lub konstrukcji żelaznych za pomocą skobelków lub specjalnych uchwytych, przy czym pożądane jest zachowanie pewnej odległości (ok. 1 cm) od ściany albo sufitu. Promień krzywizny na zgięciach nie powinien być mniejszy niż 10-krotna średnica zewnętrzna przewodu kabelkowego. Przewody powyższe należy przechowywać

a) Żyły miedziane lub aluminiowe okrągłe (nie sektorowe), izolowane polichlorkiem winylu o grubości ścianki podanej w tabl. XII według VDE 0271B/47.

Tablica XII. Kable elektroenergetyczne izolowane polichlorkiem winylu

Przekrój znamionowy (mm ²)	Grubość izolacji polichlorowinyłowej		Przekrój znamionowy (mm ²)	Grubość izolacji polichlorowinyłowej	
	1-żyłowe (mm)	wielozżyłowe (mm)		1-żyłowe (mm)	wielozżyłowe (mm)
1,5	—	0,6	50	1,8	1,4
2,5	—	0,7	70	1,8	1,4
4	1,3	0,8	95	2,0	1,6
6	1,3	0,8	120	2,0	1,6
10	1,5	1,0	150	2,2	1,8
16	1,5	1,0	185	2,4	1,8
25	1,7	1,2	240	2,4	2,0
35	1,7	1,2	300	2,6	2,2

Tak izolowane żyły (kable wielozżyłowych) są skręcone z wypełnieniem z materiału włóknistego nasyczonego (papier, juta); całość jest osłonięta taśmą bawełnianą nagumowaną, taśmami papierowymi i masą asfaltową, opancerzona i osłonięta materiałem włóknistym asfaltowanym.

b) Żyły i ośrodek izolowane normalnie papierem nasyczone olejem kablowym wg PN/E-6, lecz podsuszone, aby nadmiar oleju spłynął. W tym wykonaniu żyły mogą mieć kształt okrągły lub sektorowy dla przekrojów powyżej 16 mm². Całość jest owinięta taśmą nagumowaną i opasowana powłoką polichlorowinyłową o grubości ścianki podanej w tabl. XIII wg VDE 0890. Powłoka ta jest osłonięta taśmą papierową, papierem metalizowanym, taśmami papierowymi i masą asfaltową, opancerzona i osłonięta jak w wykonaniu a).

2) Kable sygnałowe nastawcze i blokowe o budowie jak kable elektroenergetyczne w izolacji papierowej lub polichlorowinyłowej do układania w ziemi i w pomieszczeniach jak poprzednie, wzgl. w izolacji i w gołym płaszczu polichlorowinyłowym do instalowania w pomieszczeniach suchych.

3) Przewody oponowe i sznury o przekroju 0,5—1,5 mm² do odbiorników ruchomych na napięciu do 250 V, w izolacji gumowej i w oponie polichlorowinyłowej. Opona ta powinna mieć większą elastyczność niż polichlorek winylu stosowany na żyły; grubość ścianki jak dla opony gumowej.

7. Zakończenie.

Prace zespołów roboczych rozwiązały zagadnienie stosowności polichloroku winylu i tiokolu w kablownictwie elektroenergetycznym i telekomunikacyjnym. W ciągu roku doprowadziły — dzięki współpracy Zakładu Mat. Elektr. Instytutu Elektrotechniki z Centralnym Biurem Konstrukcji Kablowych i Pomorskimi Zakł. Wytw. Mat. Elektr. jako wykonawcą prób wyrobów — do wyjaśnienia wielu kwestii, których wątpliwości i nieznajomość w poważnym stopniu hamowały założenia postępu technicznego w naszym przemyśle kablowym. Wprowadzenie nowych asortymentów kabli i przewodów w polichloroku

Tablica XIII. Kable izolowane papierem w powłoce polichlorowinyłowej

Średnica pod polichlorkiem winylu (mm)	do 10	do 15	do 20	do 25	do 30	do 35	do 40	do 45	do 50	powyżej 50
Grubość powłoki polichlorowinyłowej (mm)	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2

w pomieszczeniach suchych dobrze przewietrzanych o temperaturze ok. 15°C. Przy przestrzeganiu podanych wskazówek przewody kabelkowe można stosować bez większego ryzyka i osiągać w ten sposób duże oszczędności ołowiu.

6. Zamierzenia produkcyjne na 1953/54 r.

Poza wyszczególnionymi wyżej asortymentami, które jeszcze nie wszystkie weszły do normalnej produkcji, przemysł kablowy po przeprowadzeniu badań i prób zamierza wprowadzić dalsze asortymenty kabli i przewodów.

1) Kable elektroenergetyczne bez ołowiu, na napięcie 1 kV do układania w ziemi, w pomieszczeniach wilgotnych, przesyconych wyziewami chemicznymi, jak również do układania w kopalniach — z wyjątkiem szybowych i rzecznych. Wykonanie ich może być dwojakie:

winyłu i tiokolu do eksploatacji pozwoli na oszczędzenie wielu już wspomnianych surowców deficytowych, jak również wzbogaci nasze doświadczenie, na którym będzie można oprzeć dalsze rozszerzenie asortymentów, a szczególnie z powłokami tiokolowymi. Do tego jednak potrzebna jest dalsza współpraca i zwiększenie produkcji polichloroku winylu i tiokolu w odpowiednich gatunkach, jako surowców dla przemysłu kablowego.

LITERATURA

IKA/NRD. Przewody i kable w płaszczu lub izolacji z igielitu, 1951.
VDE, Gr. 2, Vorschriften für Starkstromleitungen, 1948.
VDE 0890. Merkblatt über den Aufbau und die Verwendung vereinheitlichter isolierter Leitungen und Kabel in Fernmeldeanlagen
Jankowski S. Zastosowanie materiałów termoplastycznych w przemyśle kablowym (Przegl. Elektr., 1951, 1/2/3, str. 64—69).

INŻ. EDWARD BOBIŃSKI

Doświadczenia telekomunikacji w zakresie instalacji i eksploatacji przewodów z izolacją polichlorowinyłową

621.39:608.3.014.3:621.315.611.002:621.315.2.3

Treść. Podano możliwości szerokiego stosowania przewodów i kabli w izolacji z polichloru winylu w telekomunikacji polskiej. Opisano doświadczenia z kablami przeznaczonymi do zakopania w ziemi. Z wyników doświadczeń wysnuto wnioski charakteru gospodarczego. Podano prostą metodę odszukiwania przerwy w kablach w izolacji polichlorowinyłowej, przydatną do dokładnego określenia miejsca przerwy.

Опыты связи в области применения полихлорвиниловых проводов. Указаны возможности широкого применения проводов и кабелей в полихлорвиниловой изоляции для надобностей связи в Польше. Описаны опыты с подземными кабелями. Из результатов опытов вытекают заключения экономического характера. Предложен простой метод точного отыскания места разрыва в кабелях с полихлорвиниловой изоляцией.

Telecommunication experience in the installation and operation of conductors with polyvinyl chloride insulation. The author deals with the prospects of using in Polish telecommunication P. V. C.-insulated conductors and cables. Description of experiments with cables designed to be buried in the soil. The results of these experiments have been responsible for conclusion of an economic nature. The author also quotes a simple method for detecting ruptures in P. V. C.-insulated cables, whereby the point of rupture can be accurately ascertained.

1. Wstęp.

Stosowanie w telekomunikacji polskiej na szeroką skalę przewodów, kabelków instalacyjnych i kabli ziemnych w izolacji polichlorowinyłowej (znanej również pod nazwą firmową „igielitu”) jest możliwe i daloby gospodarce krajowej poważne oszczędności w materiałach deficytowych takich, jak guma, ołów i drewno. Stosowanie ich jednak jest możliwe tylko pod warunkiem, że wyprodukowany materiał tłoczywny będzie ściśle odpowiadał właściwym normom, a gotowe wyroby w postaci kabli czy przewodów będą poddawane w wytwórniach systematycznym pomiarom kontrolnym.

2. Doświadczenie w dziedzinie instalacji.

Dotychczas na skalę praktyczną w resorcie MPiT zastosowano w izolacji polichlorowinyłowej jedynie przewody do połączeń na centralach telefonicznych, w szafkach i skrzynkach kablowych, najszersze zaś zastosowanie znajdują te przewody w instalacjach abonentowych, które zakłada się obecnie w nowoczesnych budynkach w rurkach pod tynkiem. Do instalacji abonentowych znajdują również zastosowanie kabelki instalacyjne w izolacji polichlorowinyłowej układane wewnątrz budynków na tynku; zastępują one częściowo stosowane obecnie kabelki w powłoce z ołowiu.

Ogółowi techników nie zawsze znane są ujemne właściwości masy polichlorowinyłowej takie, jak duża zależność oporu izolacji od temperatury, wrażliwość na działanie światła, a szczególnie na bezpośrednią operację promieni słonecznych, sztywność i kruchość powłoki w niskich temperaturach.

Niejednokrotnie też zdarzało się, że przewody te zastosowano niewłaściwie. Nie będzie od rzeczy podać tu warunki ich zastosowania:

a) przewody i kabelki instalacyjne w izolacji polichlorowinyłowej powinny być używane tylko wewnątrz budynków lub w miejscach zamkniętych i to pod warunkiem, że temperatura w pomieszczeniu nie będzie stale przekraczała $+35^{\circ}\text{C}$;

b) należy przestrzegać układania ich z dala od wszelkiego rodzaju grzejników i w miarę możliwości strzec od operacji słonecznej;

c) należy unikać poruszania i zginania ich przy silnych mrozach, gdy są zastosowane w skrzynkach i szafkach kablowych.

Podana na wstępie uwaga o ścisłym przestrzeganiu norm technologii produkcyjnej i wykonywania systematycznych pomiarów kontrolnych w wytwórniach wpływa z przykrego doświadczenia w terenie, bywały bowiem wypadki, że zainstalowane przewody trzeba było wyrzucać ze względu na ich złą izolację, która wynosiła niekiedy zaledwie $1\text{ M}\Omega/\text{km}$; dotyczyło to zwłaszcza niektórych kolorów tłoczywa.

Jakkolwiek instalatorzy chętnie stosują przewody polichlorowinyłowe, jednak wysuwane są z ich strony krytyczne uwagi, jak np.: 1) topienie się izolacji i zsuwanie się jej z przewodów podczas lutowania; 2) utrudnione przeciąganie dłuższych wiązek przy krosowaniu na przełączalnicach, gdyż wskutek nadmiernego tarcia warstwy zewnętrzne nagrzewają się, izolacja przylepia się i zdziera; z tych samych powodów niemożliwe jest usunięcie nieczynnych krosówek.

Wymienione wady dałyby się prawdopodobnie usunąć przez dobranie w odpowiednim stosunku zmiekczaczy, ale w tej sprawie głos mają chemicy i kablecy.

Najważniejszym jednak zastosowaniem masy polichlorowinyłowej będzie użycie jej w kablach, przeznaczonych do zakopania w ziemi dla telefonizacji i radiofonizacji wsi. W kablach tych będą wyzyskane dodatnie cechy tłoczywa, jak odporność na działanie kwasów i zasad, wzrost oporności izolacji przy niższych temperaturach, niehigroskopijność masy. Cechy te na-

suwają przypuszczenie, że będą one mogły długo pracować. Kable zakopane w ziemi nie będą narażone na działanie światła, maksymalna temperatura w ziemi jest niższa niż na powierzchni i nie podlega znacznym wahaniom. Elastyczność kabla pozwoli na mechaniczne układanie specjalnie skonstruowanym plugiem.

Biorąc powyższe pod uwagę MPiT już przed kilku laty powzięło decyzję stosowania kabli polichlorowinyłowych do przyłączania abonentów telefonicznych na odległości do kilkunastu kilometrów.

Doświadczenia rozpoczęto w 1950 r. na pięciu próbnych odcinkach 4-żyłowych kabli o średnicy żył $0,9$ i $0,6\text{ mm}$, długości po kilkadziesiąt metrów każdy. Przeprowadzono następujące badania: 1) pomiar oporności izolacji (na sucho) w zależności od temperatury; 2) pomiar pojemności i kąta stratności w pasmie częstotliwości od 300 do 3400 Hz ; 3) pomiar tłumienności i upływności w tym samym pasmie częstotliwości. Co do dwu pierwszych punktów otrzymano wówczas następujące wyniki: 1) oporność izolacji przy $+15^{\circ}\text{C}$ w granicach od 55 do $80\text{ M}\Omega/\text{km}$; są to średnie wartości, które uzyskano przy pomiarach poszczególnych żył w stosunku do płaszcza; 2) pojemność przy 20°C mierzona częstotliwością 800 Hz wynosiła od 48 do 65 nF .

Po dokonaniu wymienionych badań kable ułożono w ziemi na głębokości około $0,5\text{ m}$ w postaci pętli, obydwa zaś końce poszczególnych odcinków doprowadzono do laboratorium, w którym dokonano okresowych pomiarów oporności izolacji; trzy z nich poprowadzono po zewnętrznej stronie ściany, pozostałe po wewnętrznej stronie. Obserwacje trwały przeszło rok i dały dość ciekawy materiał doświadczenia. Okazało się, że opór izolacji kabelków prawie całkowicie zakopanych w ziemi — z krótkimi końcami ukrytymi wewnątrz budynku — podlegał znacznie mniejszym wahaniom niż tych, których odcinki długości kilkudziesięciu metrów ułożono na zewnętrznych ścianach, przy czym pomiary tych ostatnich wskazywały wyraźne pogarszanie się izolacji z biegiem czasu.

Trzeba wspomnieć, że w międzyczasie przemysł kablowy pracował nad wyprodukowaniem próbnym odcinków kabla o większej oporności izolacji i mniejszej pojemności, a MPiT nad skonstruowaniem maszyny do mechanicznego układania kabli.

Pierwszą próbę mechanicznego układania kabla z izolacją polichlorowinyłową przeprowadzono na terenie Lublina w maju 1951 r., stosując odpowiednio przerobiony plug polskiej konstrukcji do „drenażu kreciego”. Na głębokości 60 cm ułożono kilometrowy odcinek kabla, przyłączony do linii słupowej; trasa prowadziła częściowo przez wysypiska, częściowo zaś przez podmokłą łąkę. W znacznie trudniejszych warunkach, bo po długotrwałej suszy na jesieni 1951 r. na glebie gliniastej, ułożono 2-kilometrowy odcinek w okolicach Warszawy oraz na wiosnę 1952 r. ułożono odcinek 7-kilometrowy. Próby mechanicznego układania we wszystkich trzech wypadkach wypadły dodatnio. Choć użyte do ułożenia próbne odcinki kabla nie były nadzwyczajnej jakości i ich własności elektryczne odbiegały od wymaganych, linie te pracują zadowalająco.

Zmiany oporności izolacji w poszczególnych miesiącach były znaczne i w odcinku o najlepszych własnościach wahały się w ciągu roku od 100 do $1500\text{ M}\Omega/\text{km}$. Wahania te powtarzały się w tych samych miesiącach następnego roku, np. średnia wartość oporności wynosiła we wrześniu 1951 r. $110\text{ M}\Omega/\text{km}$, a we wrześniu 1952 r. $100\text{ M}\Omega/\text{km}$; w grudniu 1951 r. $850\text{ M}\Omega/\text{km}$, w grudniu 1952 r. $860\text{ M}\Omega/\text{km}$. Uwzględniając drobne różnice w temperaturze, stwierdzone w czasie dokonywania pomiarów, należy przyjąć, że dobroć ułożonego kabla w ciągu 20 miesięcy nie ulegała zmianie. Praktyka wykazała, że największy spadek

oporu izolacji występował w miesiącach jesiennych, czego nie dawało się zauważyć przy doświadczeniach laboratoryjnych, nasuwałoby się tu więc przypuszczenie, że przyczyną tego jest upływność powierzchniowa na odcinku kabla umieszczonego na słupie i nie zabezpieczonego należyście przed wilgocią.

W ostatnich miesiącach Centralne Biuro Konstrukcji Kabli po przełamaniu wielu trudności i przeszło półtorarocznych próbach opracowało zatwierdzony przez MPiT czterożyłowy kabel w izolacji polichlorowinyłowej — typ RPY 2 $\times$ 0,9, oznaczający się dobrymi właściwościami elektrycznymi. Należałoby zatem dla uzyskania dalszego doświadczenia już wczesną wiosną przystąpić do ułożenia przynajmniej kilku odcinków nowego kabla w różnych częściach kraju, lecz w takich miejscowościach, w których są możliwości ciągłego dokonywania zaleconych pomiarów.

Skablowanie przewodów do telefonizacji wsi ma — poza znaczeniem politycznym — duże znaczenie gospodarcze, bo w porównaniu z dotychczasowym sposobem prowadzenia przewodów pozwoli na znaczne oszczędności drewna w postaci słupów, zaoszczędzi środków transportowych wobec znacznie mniejszego ciężaru kabla w stosunku do słupów i sprzętu liniowego. Zmechanizowanie układania kabli przyspieszy wykonanie planu telefonizacji i zmniejszy ilość potrzebnych ludzkich sił roboczych.

Na podstawie dotychczasowego doświadczenia stwierdzono, że przy zastosowaniu pługa z 50-tonowym ciągnikiem na gasienicach szybkość układania wynosi od jednego do czterech kilometrów na godzinę — w zależności od warunków terenowych — przy zatrudnieniu 6 do 7 ludzi (jeden na ciągniku, jeden układacz, dwóch do rozwożenia bębnow i dwóch lub trzech do wykonywania złączy); znaczy to, że wybudowanie jednego kilometra linii przy mechanicznym układaniu w najbardziej niekorzystnych warunkach wymaga 7 godzin roboczych, ustawienie zaś równoważnej linii słupowej wymaga około 180 godzin roboczych, tj. co najmniej 25 razy więcej. Przedwczesnie jest jeszcze obliczać, jakie korzyści osiągnie gospodarka krajowa przez stosowanie kabli w izolacji polichlorowinyłowej do telefonizacji i radiofonizacji wsi, chociażby dlatego, że masowa produkcja kabli tego typu nie jest jeszcze rozpoczęta. Jednak kilkoletnie

doświadczenie ZSRR wykazuje, że wybudowanie 1 km linii z ręcznie ułożonym kablem polichlorowinyłowym w porównaniu z linią napowietrzną kosztuje o 1000 rubli taniej, przy mechanicznym zaś układaniu koszt będzie o 1500 rubli mniejszy.

3. Doświadczenie w zakresie eksploatacji.

Zbyt krótko stosuje się w Polsce przewody w izolacji polichlorowinyłowej, aby zdobyć poważniejsze doświadczenie. Opinie zebrane w terenie są przeciętne stosowaniu tych przewodów w ulicznych szafkach kablowych, szczególnie w tych, które znajdują się na ulicach silnie nasłonecznionych. Temperatura w takich szafkach dochodzi w dni upalne do 60°C, jasne więc jest, że w tych warunkach oporność izolacji spada do bardzo małych wartości. Jeszcze mniej doświadczenia zebrano z zakresu eksploatacji kabli doziemnych. Słabą stroną ułożonych kabelków są złącza poszczególnych odcinków robione roboczo przeważnie wadliwie. Należałoby również opracować wzorowy sposób połączenia linii napowietrznej z kabelkiem.

Na zakończenie podam prosty sposób wykorzystania zmian oporności izolacji polichlorowinyłowej w zależności od temperatury przy wyszukiwaniu przerwy w kablu. Sposób ten zastosowano z dobrym skutkiem w praktyce na doświadczalnym odcinku kabla w Instytucie Łączności. Bieg wyszukiwania miejsca przerwy jest następujący: do jednej strony końców kabla włączamy miernik izolacji; jeżeli kabel jest zakopany, to należy w środku trasy odkopać go. W miejscu tym kabelek zanurzamy w gorącej wodzie lub polewamy go taką wodą. Jeżeli miernik zmieni swe wychylenie wskazując nagły spadek izolacji, znaczy to, że na odcinku tym przerwy nie ma, jest zaś przerwa w drugiej połowie badanego toru. Postępując analogicznie posuwamy się etapami aż do miejsca, gdzie miernik wychylił się w kierunku spadku oporu izolacji; przerwa będzie wtedy na odcinku między ostatnim a przedostatnim pomiarem. Stosując tę metodę można znaleźć miejsce przerwy z dokładnością do kilku centymetrów.

Wiele jeszcze doświadczenia trzeba zdobyć, aby z pożytkiem dla gospodarki krajowej użytkować tworzywa sztuczne w kablownictwie; dlatego ożywienie obecnego tempa badań jest rzeczą konieczną.

INŻ. MIECZYSLAW KUMANOWSKI

Doświadczenie energetyki w zakresie instalacji i eksploatacji przewodów z izolacją polichlorowinyłową

608.3 612.315.611:621.3.002

Treść: Zastosowanie przewodów w izolacji polichlorowinyłowej w obwodach sterowniczo-sygnalizacyjnych turbogeneratorów. Zalety i wady tej izolacji na podstawie kilkoletniej pracy w dużej elektrowni. Próby innego zastosowania polichlorowinyłu jako materiału izolacyjnego.

Опыт энергетике в применении проводов в полихлорвиниловой изоляции. Применение этих проводов в цепях управления и сигнализации турбогенераторов. Преимущества и недостатки полихлорвиниловой изоляции, установленные на основании работы проводов в большой электростанции в течение нескольких лет. Попытка особого применения полихлорвинила, как изоляционного материала.

The experience of power engineering in the installation of conductors with polyvinyl chloride insulation. The use of P. V. C. insulated conductors in the control and signalling circuits of turbo-generators. Advantages and disadvantages of such insulation as revealed in the course of several years of using it in a large power station. Experiments with P. V. C. as an insulating material for other purposes.

Zastosowanie przewodów w syntetycznej izolacji polichlorowinyłowej zapoczątkowano w elektrowni zniszczonej przez okupanta. Izolacja ta, badana pod względem wytrzymałości mechanicznej i własności elektrycznych w warunkach normalnych i nie naruszających żadnych trudności montażowych, nie wykazywała cech ujemnych; przeciwnie, budziła od razu duże zaufanie.

Na początek użyto przewodów w izolacji polichlorowinyłowej do bardzo poważnego odcinka instalacji energetycznej — na obwody sterownicze i sygnalizacyjne w elektrowni. Od stanu izolacji tych obwodów zależy wszak praca bez zakłóceń i pewność ruchu elektrowni. Nie można sobie wyobrazić instalacji obwodów sterowania z uszkodzoną izolacją. Zagadnienie to jest regulowane osobnymi instrukcjami, zmierzającymi do eliminowania takich przypadków w ruchu.

Te ważne obwody wykonano właśnie przy użyciu przewodów izolowanych syntetyczną masą polichlorowinyłu. Przewód taki używany jest dotychczas w zakładzie jako kabelek typu KYo, wielożyłowy, o budowie 2 $\times$ 4 mm² do 12 $\times$ 2,5 mm² oraz jako linka o budowie 3 $\times$ 10 mm² w izolacji polichlorowinyłowej, skrócona w 3 żyły, otoczona gumą i powłoką ołowianą; wreszcie jako przewód schematowy w różnych kolorach do połączeń na tablicach pomiarowych, przełącznikowych lub też w szafkach łączeniowych na rozdzielni, względnie przeznaczonych do odzyskiwania generatorów.

Personel zakładu miał w latach 1945-49 zbyt małe doświadczenie na polu stosowania przewodów w izolacji syntetycznej z polichlorowinyłu; nie zdawał sobie również niejednokrotnie sprawy z pochodzenia ani też ze składników tej izolacji.

Wygoda jednak w stosowaniu tych przewodów, możliwość szybkiego dokonywania połączeń o estetycznym wyglądzie była sprawą ważną w okresie gorączkowej pracy nad uruchomieniem zniszczonych jednostek wytwórczych. Okoliczności skłoniły nas do zastosowania nowego materiału w obwodach sygnalizacji i sterowania turbogeneratorów i transformatorów.

Po kilku latach wzrost mocy i produkcji energii elektrycznej wymagał zwiększenia ciągłości i pewności ruchu w zakładzie. Wówczas zanotowano właśnie pierwsze uszkodzenia izolacji polichlorowinyłowej, a przede wszystkim w kabelkach typu KYo — 6 $\times$ 2,5 mm², pracujących w obwodach sygnalizacji i sterowania i zasilanych prądem stałym o napięciu 110 V.

Dzięki szczegółowej komisyjnej analizie stwierdzono, że uszkodzenia były spowodowane dwiema przyczynami: 1) wysoką temperaturą i 2) nawilgoceniem izolacji, które przypuszczalnie wywołało elektrolizę.

Uszkodzenie pierwszej kategorii — wskutek wysokiej (a raczej podwyższonej) temperatury — wykazały, że nie wolno stosować przewodów w izolacji polichlorowinyłowej do sterowania np. silniczkami serwowatorów turbinowych, gdyż instalacja ta musi w ostatniej fazie przebiegać po kadłubach maszyn o temperaturze 50 — 60°.

Na podstawie danych teoretycznych polichlorowinyłu z odpowiednimi zmniejszaczami, wyprasowany na przewód winien wytrzymać po ułożeniu temperaturę od -60° do +70°C. Izolacja przewodu pokrytego termoplastyczną warstwą polichlorowinyłu, badana w innym przypadku celem sprawdzenia własności, wynosiła w temperaturze +20°C ok. 3000 MΩ/km, a po pod-

grzaniu do temperatury $+50^{\circ}\text{C}$, czyli zaledwie o 30°C , zmalała do $6\text{ M}\Omega/\text{km}$.

Badaniami w specjalnym laboratorium stwierdzono, że polichlorek winylu podgrzany w wodzie do temperatury tylko $+30^{\circ}\text{C}$ wykazywał zaledwie kilkaset kilometrów na kilometr. Tak znaczny spadek wartości izolacji spowodowany był zapewne ujemnym wpływem wody. Polichlorek winylu jest wrażliwy na wodę, to znaczy wchłania ją, a współczynnik dyfuzji w normalnych warunkach wynosi $0,8 - 1,1 \cdot 10^{-8}$. Na skutek takiej zależności między opornością izolacji a temperaturą układanie przewodów w izolacji polichlorowinyowej ograniczono tylko do miejsc nie narażonych na zmiany temperatury i to nie przewyższającej 40°C .

Drugi przypadek uszkodzenia — przypuszczalnie na skutek elektrolizy — zauważony był tylko na przewodzie w izolacji polichlorowinyowej, pochodzącym, jak się zdaje, z jednej partii. Uszkodzenie powstało na przewodzie typu KYo $6 \times 2,5\text{ mm}^2$; szczegółowa analiza wykazała zniszczenie izolacji dwóch sąsiednich żył na przestrzeni 10 cm. Odcinek tego kabla badany induktem na 500 V wykazywał całkowite zniszczenie własności izolacyjnych masy: obie żyły były metalicznie zwarte. W wielu miejscach na spiralnej linii stykania się żył stwierdzono wypalony ślad. Po zdjęciu izolacji z żył stwierdzono, że zarówno żyła miedziana, jak i wewnętrzna powierzchnia izolacji polichlorowinyowej pokryte były szarym nalotem przewodzącym; jego składu chemicznego nie ustalono.

Przewód KYo przebiegał w pomieszczeniu chłodnym i wilgotnym, co mogło spowodować proces elektrolityczny. Ponieważ jednak w tym samym pomieszczeniu przebiegał szereg innych kabelków w izolacji z polichloru winylu, lecz przypuszczalnie z innej produkcji, i te nie wykazywały podobnych usterek, powstało przypuszczenie, że trafiła się partia nieudana. Wskutek tego postanowiono kabelki pochodzące z tej partii systematycznie wymieniać, stosując jednocześnie próbę napięciową wszystkich kabelków sterowniczo-sygnalizacyjnych. Próbę taką zaplanowano jako zabieg profilaktyczny w okresach co jeden rok podczas każdego remontu kapitalnego i po ułożeniu nowego odcinka. Badanie takie dokonuje się napięciem 1 kV prądu zmiennego w ciągu 20 minut dla kabelków na napięcie znamionowe 750 V. Próbie poddaje się wszystkie żyły obwodów sterowniczo-sygnalizacyjnych ze specjalnym zwróceniem uwagi na typ kabelka KYo $6 \times 2,5\text{ mm}^2$. Wśród kabli tego typu powstaje najwięcej odpadów z uszkodzoną izolacją.

Polichlorek winylu jako materiał izolacyjny próbowano zastosować i w innych miejscach pracy, nie mniej ważnych, jak izolacja połączeń i wyprowadzeń do zacisków przyłączowych

silników wysokiego i niskiego napięcia potrzeb własnych. Własności izolacyjne polichloru winylu, ocenione przez nas w 1945 r. jako b. wysokie, upoważniały nas niejako do zajęcia takiego stanowiska. Sytuacja szybko się jednak wyjaśniła: polichlorek winylu zawiódł, szczególnie w miejscach, gdzie silnik narażony był na wysoką temperaturę.

Izolację polichlorowinyową stosowano również i przy zupełnie niskich napięciach, bo przy 6 V prądu stałego do zaizolowania nadajnika termometru oporowego w kadłubie maszyny dla pomiaru temperatury łożyska tocznego w granicach od $+30^{\circ}\text{C}$ do $+80^{\circ}\text{C}$. Łożysko to smarowane było wysokogatunkowymi smarami stałymi S.K.F. 28 albo później smarem LT 3 przeznaczonym do pracy w wyższych temperaturach. Łożysko pracowało bez zarzutu około 4 lat aż do momentu, kiedy wskaźnik bez uzasadnionej dostatecznie przyczyny wskazał nadmierną temperaturę. Nadajnik termometru oporowego, wykonany w postaci spirali o dużym współczynniku przyrostu oporności, był ulokowany w koszulce polichlorowinyowej opasującej łożysko. Badanie przyczyny powyższego zjawiska nie dało pożądanego wyniku, gdyż nie znaleziono zasadniczej mechanicznej wady łożyska, uzasadniającej rzeczywisty wzrost temperatury. Powstało wskutek powyższego przypuszczenie, że rurka polichlorowinyowa straciła własności izolacyjne wskutek chemicznego działania smaru. Ostatecznej oceny sytuacji nie można podać ze względu na czynione dalej obserwacje.

Ostatnim przykładem stosowania izolacji polichlorowinyowej są wszelkie połączenia wykonane wewnątrz bardzo precyzyjnych i odpowiedzialnych pod względem działania przekładników, przrządów pomiarowych itp. Na tym odcinku nie notowaliśmy żadnych usterek o charakterze uszkodzenia izolacji polichlorowinyowej.

Tak więc polichlorek winylu stosowany był w naszym zakładzie w wielu przypadkach z wynikiem zadowalającym mimo kilku niepowodzeń, wynikłych raczej wskutek wadliwej produkcji. Należy jednak jeszcze raz podkreślić, że zależność własności elektrycznych i fizycznych od temperatury zacieśnia granice stosowania polichloru winylu. Cennym osiągnięciem w dziedzinie materiałów termoplastycznych w przemyśle zmierzającym do zaoszczędzenia kauczuku będzie wyprodukowanie izolacji syntetycznej, która sprosta wymaganiom energetyki. Izolacja termoplastyczna powinna być nieodwracalna, dostatecznie elastyczna w temperaturze od -100 do $+60^{\circ}\text{C}$, odporna na kwasy i zasady, nie podlegająca dyfuzji ani elektrolizie i utrzymująca własności elektryczne stałe w temperaturach od -10 do $+60^{\circ}\text{C}$, wykazując dla odpowiedzialnych obwodów sterowniczych nie mniej niż $10\text{ M}\Omega/\text{km}$.

MGR INŻ. JERZY SIWIŃSKI

Automatyzacja głównego odwodnienia kopalni

621.395.34:626.862:622.333

Treść. Podano automatykę dolowej stacji pomp zależną od poziomu wody w zbiorniku przy zastosowaniu układów przekładnikowo-sygnalizacyjnych oraz szeregu współzależnych obwodów elektrycznych, działających w zamkniętym układzie automatyzacji według zadanego przez konstruktora programu. Urządzenie samoczynnie załącza i wyłącza pompy, „decyduje” o tym, ile pomp ma pracować równocześnie, i „czuwa” nad tym, aby w razie nieprawidłowej pracy silnika lub pompy nastąpiło samoczynne wyłączenie uszkodzonego zespołu z równoczesnym załączeniem pompy rezerwowej oraz zasygnalizowaniem rodzaju awarii. Praca urządzenia pozostaje pod zdalną kontrolą dyspozytora kopalni przy pomocy umieszczonej na jego pulpicie sygnalizacji. Rozwiązanie opiera się na wzorach radzieckich. Artykuł dotyczy zagadnień przemysłu węglowego, jednak opisany sposób automatyzacji może być przystosowany również do innych urządzeń technicznych.

Автоматизация главного водоотлива каменноугольных копей. Представлена автоматика шахтной насосной, действующей в зависимости от уровня воды под землей, с применением системы контактных реле и ряда связанных электрических цепей, действующих в замкнутой системе автоматизации по установленному конструктором плану. Устройство автоматически включает и выключает насосы, „решает” сколько насосов должно работать одновременно, и „следит” за тем, чтобы в случае неправильной работы двигателя или насоса автоматическим отключался поврежденный агрегат при одновременном включении запасного насоса и подаче сигнала о рода аварии. Работу устройства контролирует на расстоянии шахтный диспетчер при помощи сосредоточенной на его пульпите сигнализации. Устройство основывается на советских образцах. Статья посвящена нуждам каменноугольной промышленности, однако описанный способ автоматизации может найти применение и в иных технических устройствах.

Automatisation of the main colliery de-watering system. Automatisation of underground pumping plant is contingent on the water level in the tank, using relay-contact systems and a number of mutually dependent electric circuits operating in a closed automatisaton system, according to a programme put forward by the designer. The device automatically starts and arrests the pumps; it „decides” as to the number of pumps which are to work simultaneously, and „takes care” that, in the event of any irregularity in the operation of a motor or pump, the defective unit is automatically cut off, and a stand-by pump is put into operation; it also signals the nature of the defect. The device operates under remote control by means of a signalling device fitted on the desk of the official responsible for the control of colliery operations. The method under reference follows Soviet designs. The article is confined to colliery problems, though the system described is also applicable to other kinds of engineering installations.

1. Wstęp.

Właściwa i niezawodna praca urządzeń odwadniających kopalni jest podstawowym warunkiem zapewnienia nieprzerwanego wydobywania urobku, jak również podstawowym warunkiem zapewnienia bezpieczeństwa pracy zatrudnionej na dole załogi. Urządzenie odwadniające kopalni winno być zatem zaprojektowane w sposób, zapewniający należyte spełnianie przypadającego mu w uziale niezwykle ważnego zadania.

Urządzenie odwadniające działać będzie najpewniej wtedy, kiedy będzie całkowicie zautomatyzowane. Odpowiednio zaprojektowane urządzenie zautomatyzowane z uwzględnieniem w projekcie samoczynnego reagowania na wszelkie możliwe zmiany

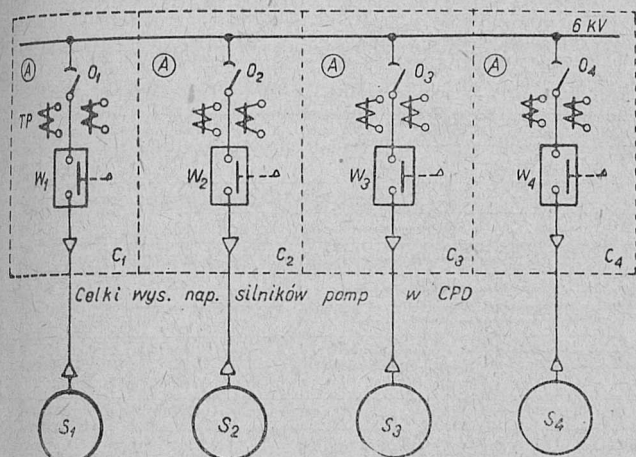
warunków pracy i zakłócenia ma nad urządzeniem nie zautomatyzowanym tę wyższość, że jego działanie nie jest zależne od subiektywnych i zawodnych obserwacji człowieka. Praca takiego urządzenia kontrolowana jest przez dyspozytora, który na swym pulpicie ma zainstalowaną odpowiednią sygnalizację, informującą go o każdorazowym poziomie wody w zbiorniku i o stanie pracy pomp i silników napędowych. Stały personel dyżurny w pomieszczeniu pomp jest zbędny.

Główne urządzenie odwadniające znajduje się zwykle na podziębii odpowiedniego poziomu w sąsiedztwie dolowej centralnej podstacji transformatorowej i przeznaczone jest do odprowadzenia na powierzchnię całego dopływu wody w kopalni.

Określenie spodziewanego dopływu wody należy do geologów. Na podstawie otrzymanych danych geologicznych dobiera się liczbę i moc pomp oraz ich napęd elektryczny. Liczba zaprojektowanych pomp często wynosi 4, wszystkie o mocy jednokowej, w tym 2 przeznaczone do pracy, 1 jako rezerwa i 1 do ewentualnego remontu. Wreszcie opracowuje się automatyzację całego urządzenia.

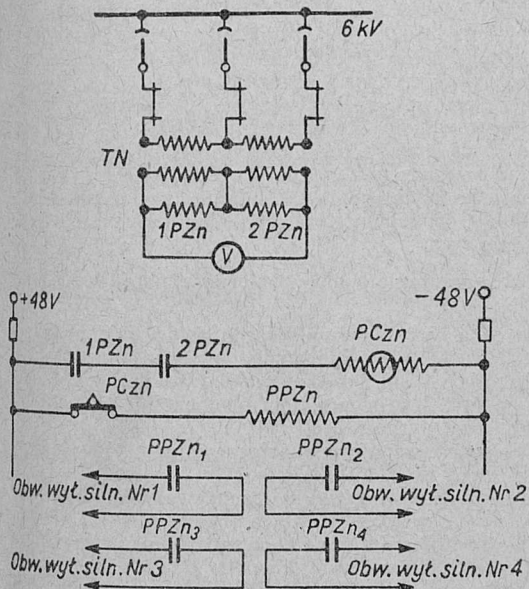
2. Dobór pomp i silników napędowych.

Przypuśćmy, że według danych geologicznych spodziewany dopływ wody na poziomie dajmy na to 230 m wynosi normalnie 500 m³/h, a najwyżej 625 m³/h. W tych warunkach dla głównego urządzenia odwadniającego wybierzemy np. 4 pompy o wy-



Rys. 1. Schemat zasilania silników pomp

dajności po 300 m³/h przy ciśnieniu 300 m słupa wody, napędzane silnikami asynchronicznymi zwartymi o mocy po 390 kW przy $n = 1480$ obr./min., $U = 6000$ voltów. Dla każdego z silników niech będzie moment rozruchowy $M_r = 1,1 M_n$, prąd rozruchu $I_r = 5,5 I_n$, prąd znamionowy stojana $I_n = 46$ A.



Rys. 2. Zabezpieczenie zanikowe silników

1PZn, 2PZn - przekaźniki zanikowe
PCzn - przekaźnik czasowy zanikowy
PPZn - przekaźnik pośredniczący zanikowy
TN - przekładnik napięciowy (6000/100 V)
V - voltomierz

Dalej konieczne jest sprawdzenie, czy przyjęcie takiego silnika jest właściwe z uwagi na rozruchowy spadek napięcia na szynach podstacji dolowej oraz z uwagi na moment rozruchowy ($M_r > M_n$).

Przewody tłoczne urządzenia odwadniającego, wykonane z rur stalowych o średn. 250 mm, ułożone będą w szybkie klatkowym. Liczbę tych przewodów przyjęto równą 3.

Zasilanie silników odbywa się z szyn centralnej podstacji dolowej (CPD), gdzie umieszczone są 4 wysokonapięciowe celki rozdzielcze, każda zaopatrzona w odłącznik i wyłącznik olejowy na 400 A, 10 kV z napędem elektromagnetycznym (rys. 1).

3. Zabezpieczenie zanikowe silników.

Urządzenie zabezpieczenia zanikowego (rys. 2) składa się z zainstalowanego z centralnej podstacji dolowej transformatora napięciowego TN, dwóch przekaźników zanikowych 1PZn i 2PZn, przekaźnika czasowego zanikowego PCzn oraz przekaźnika pośredniczącego zanikowego PPZn, którego styki PPZn1 - PPZn4 znajdują się w obwodach cewek wyłączających silników napędowych pomp.

Przy normalnym stanie napięcia przekaźniki 1PZn i 2PZn są czynne, przekaźnik czasowy PCzn działa i swoim stykiem przerywa obwód przekaźnika pośredniczącego zanikowego PPZn, wobec czego obwody wyłączenia silników są przerwane normalnie otwartymi stykami PPZn1 - PPZn4, silniki pracują normalnie.

W razie zaniku napięcia i puszczenia przekaźnika 1PZn lub 2PZn, albo ich obydwo, puszcza przekaźnik czasowy PCzn. Normalnie zamknięty styk PCzn wraca do położenia spoczynku i zamyka obwód przekaźnika PPZn, który swoimi stykami PPZn1 - PPZn4 zamyka obwody cewek wyłączających wyłączników olejowych, wobec czego silniki zostają wyłączone.

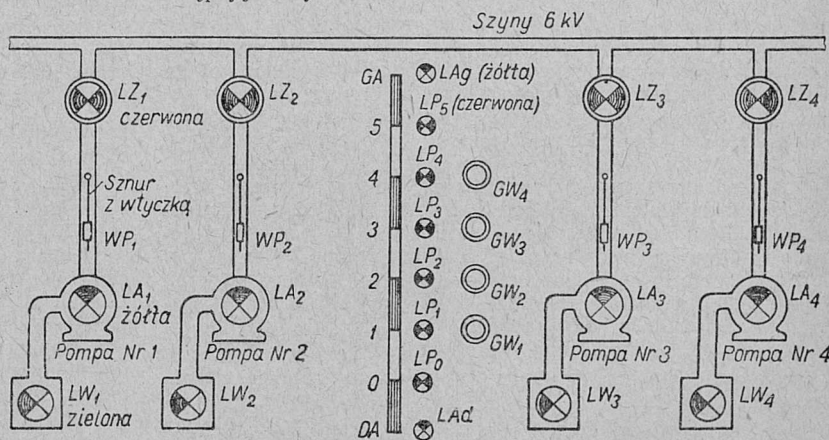
Równocześnie inny normalnie otwarty styk przekaźnika czasowego PCzn, uwidoczniiony na rys. 6, przerywa doprowadzenie napięcia 48 V prądu stałego do obwodów sterujących załączeniem silników, chroniąc tym sposobem wyłączniki olejowe od wielokrotnego załączania i wyłączania w okresie braku napięcia na szynach podstacji.

4. Rodzaje zautomatyzowanych czynności.

Pełna automatyzacja pracy urządzenia odwadniającego działa w zależności od poziomu wody w zbiorniku. Pracę zautomatyzowanego urządzenia kontroluje zdalnie dyspozytor dolowy, na którego pulpicie obok innych urządzeń przewidziana jest odpowiednia aparatura sygnalizacyjna głównego odwodnienia. Kontrola tej aparatury jest jedną z najważniejszych czynności dyspozytora, a polega na zwykłej obserwacji sygnałów świetlnych.

Stałego personelu dyżurnego w pomieszczeniu pomp nie ma, a więc schemat elektroautomatyki urządzenia zapewnia wykonanie tych wszystkich czynności, które przy urządzeniu nie zautomatyzowanym wykonuje dyżurny pracownik, jak również czynności dodatkowych, których człowiek z uwagi na niedoskonałość swoich myśli wykonać nie jest w stanie; przy tym pewność i szybkość działania są większe, niż przy obsłudze ludzkiej.

Zautomatyzowane urządzenie odwadniające musi wykonywać następujące czynności:



Rys. 3. Pulpit kontrolny dyspozytora (fragment, dotyczący głównego odwodnienia)

GA - górny poziom awaryjny DA - dolny poziom awaryjny

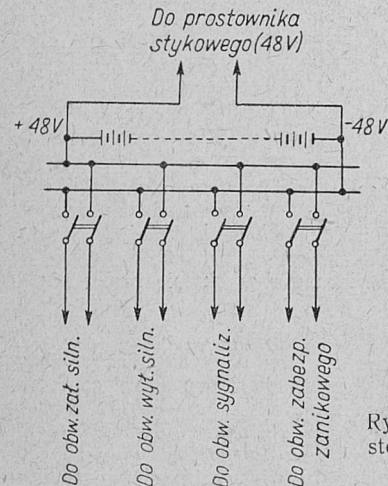
- 1) automatyczne włączanie pomp zależnie od poziomu wody w zbiorniku;
- 2) automatyczne wyłączanie pomp przy obniżeniu poziomu wody w zbiorniku do wyznaczonego minimum;
- 3) automatyczne wyłączanie pomp przy zaniku napięcia 6 kV; przy powrocie napięcia pompy powinny włączać się z powrotem automatycznie;
- 4) automatyczne wyłączenie pompy w razie uszkodzenia z sygnalizowaniem u dyspozytora brzygadzie remontowej rodzaju tego uszkodzenia; w razie wyłączenia wskutek uszkodzenia po-

nowne włączenie jest możliwe dopiero po usunięciu przyczyny wyłączenia.

Schemat elektroautomatyki przewiduje wyłączenie w następujących wypadkach:

- przy przegrzaniu łożysk pompy,
- przy przegrzaniu łożysk silnika,
- jeśli pompa nie rozpoczęła albo przerwała tłoczenie wody,
- przy przeciążeniach albo zwarcjach w silniku;
- automatyczne włączenie pompy rezerwowej w razie wyłączenia pompy pracującej wskutek uszkodzenia.

Dla uzyskania wymienionych czynności w schemacie przewidziano zastosowanie aparatury przekaźnikowej, której zadanie sprowadza się do automatycznego włączania lub wyłączania pomp w zależności od poziomu wody w zbiorniku, względnie do automatycznego wyłączenia zespołu pompowego i zaobieganiu jego powtórnego włączenia przy nieprawidłowej pracy silnika albo pompy.



Rys. 4. Zasilanie obwodów sterowniczych i zabezpieczeniowych

5. Pulpit kontrolny dyspozytora.

Na pulpicie kontrolnym dyspozytora (rys. 3) oznaczone są szyny zbiorcze 6-kilowoltowe oraz przyłączone do nich 4 pompy, jak również sygnalizacja świetlna poziomu wody w zbiorniku.

Sygnalizacja świetlna poziomu wody składa się z szeregu lamp, umieszczonych jedna nad drugą, a mianowicie:

LA₁ — lampa żółta dolnego poziomu awaryjnego,
LP₀-LP₁-LP₂-LP₃-LP₄-LP₅ — lampy czerwone sygnalizacji poziomów,

LA_g — lampa żółta górnego poziomu awaryjnego.

W razie świecenia się lampy alarmowej LA_d lub LA_g włączane są równocześnie buczki alarmowe: jeden w pomieszczeniu dyspozytora, drugi w pomieszczeniu centralnej podstacji dolowej. Każdy z tych buczków może być wyłączony za pomocą osobnego wyłącznika pokrętnego. Na rysunku pulpitu dyspozytora buczek alarmowy nie jest uwidoczniiony, gdyż umieszcza go się wewnątrz pulpitu pod pokrywą albo osobno na ścianie.

Dolny poziom awaryjny znajduje się poniżej poziomu zeroowego, przy którym następuje wyłączenie wszystkich pracujących pomp. Jeżeli — wskutek jakiegos uszkodzenia — pompy przy poziomie zerowym nie będą automatycznie wyłączone, wówczas poziom wody obniża się dalej i przy osiągnięciu „dolnego poziomu awaryjnego” uruchomiona zostaje sygnalizacja alarmowa. Sygnalizacja alarmowa uruchomiona zostaje również przy osiągnięciu przez wodę górnego poziomu awaryjnego.

Praca każdej pompy sygnalizowana jest na pulpicie trzema lampami:

a) LW — lampa wyłączenia — zielona — sygnalizuje, że pompa jest wyłączona i że istnieje napięcie w obwodzie załączania (tzn. że wyłącznik olejowy wysokiego napięcia jest otwarty, ale pompa jest przygotowana do tego, aby każdej chwili mogła być w razie potrzeby automatycznie załączona);

b) LZ — lampa załączenia — czerwona — sygnalizuje, że pompa pracuje i że cewka wyłączająca jest cała (tzn. że wyłącznik olejowy jest zamknięty, ale pompa jest przygotowana do tego, aby każdej chwili mogła być w razie potrzeby automatycznie wyłączona);

c) LA — lampa alarmowa — żółta — sygnalizuje o awaryjnym wyłączeniu silnika.

Sposób uruchomienia poszczególnych sygnałów podany jest niżej w opisie działania automatycznego włączania i wyłączania pomp.

Wraz z podnoszeniem się poziomu wody w zbiorniku podnosi się pływak, który uruchamia (obraca) nastawnik pływakowy, oznaczony na dalszych rysunkach literami NP. Zamykające się kolejno styki nastawnika NP dają impuls do włączenia silnika odpowiedniej pompy, jak również do zapalenia się na pulpicie dyspozytora lampki kontrolnej odpowiedniego poziomu.

Poza sygnalizacją świetlną poziomów oraz sygnalizacją pracy pomp na pulpicie dyspozytora znajdują się jeszcze 4 gniazda wtyczkowe GW₁ — GW₄ i 4 wtyczki połączeniowe WP₁ — WP₄ na ruchomych sznurach typu jak w łącznicach telefonicznych ręcznych. Liczba gniazdek i wtyczek odpowiada liczbie pomp.

Gniazda wtyczkowe połączone są z odpowiednimi stykami nastawnika pływakowego (styki te na dalszych schematach mają kolejne oznaczenia NP₁ — NP₄), a wtyczki — z obwodami włączenia poszczególnych silników.

Tak więc, wkładając wtyczkę do wybranego przez siebie gniazda, dyspozytor ma możliwość dowolnie wybrać kolejność włą-

Nazwa styków	Poziom wody w zbiorniku							Przeznaczenie styku
	Awar. dolny	Dolny 0	1	2	3	4	5	
NP aw. g.								Sygnalizacja poziomu awar. górnego
NP ₅								Sygnalizacja poziomu
NP ₄								Sygn. poziomu i zatącz. 4-ej pompy
NP ₃								„ „ „ „ 3-ej „
NP ₂								„ „ „ „ 2-ej „
NP ₁								„ „ „ „ 1-ej „
NP _a								„ „ „ „ wyłąc. pomp
NP aw. d.								„ „ „ „ awaryjnego dolnego

————— oznacza zamknięcie styku

Rys. 5. Wykres przełączeń styków nastawnika pływakowego NP

czania pomp. Jest to potrzebne dla równomiernej pracy zespołów w ciągu roku i równomiernego ich zużycia.

Jeśli jakąś pompę należy wyłączyć do remontu, to jej wtyczki nie wprowadza się do żadnego gniazda.

6. Zasilanie obwodów sterowniczych i zabezpieczeniowych.

Dla większej pewności pracy obwody sterownicze i zabezpieczeniowe zasilają się z niezależnego źródła prądu — baterii akumulatorów na 48 V, ładowanej w układzie buforowym przez prostownik stykowy na 380/48 V i zainstalowanej w sąsiedztwie centralnej podstacji dolowej. Schemat zasilania obwodów sterowniczych i zabezpieczeniowych pokazuje rys. 4.

Cewki załączające wyłączników olejowych zasilane są napięciem 110 V z prostowników stykowych na 380/110 V. Cewki załączające mają za zadanie — równocześnie z zamknięciem wyłącznika — napiąć sprężynę wyzwalającą, muszą więc rozwijać odpowiednio dużą siłę przyciągania. Zasilanie tych cewek napięciem 110 V zamiast 48 V umożliwia zmniejszenie przekroju przewodów połączeniowych.

7. Automatyczne załączanie pomp w zależności od poziomu wody w zbiorniku.

Impulsy na załączanie lub wyłączanie pomp dają styki nastawnika pływakowego NP, sterowanego przez pływak. Styki te przekazują się zależnie od poziomu wody w zbiorniku w sposób pokazany na rys. 5, uruchamiając równocześnie sygnalizację kontrolną na pulpicie dyspozytora.

Na rys. 6 pokazane są obwody załączenia silników i sygnalizacji poziomu wody w zbiorniku, na rys. 7 obwody wyłączenia silników, na rys. 8 obwody sygnalizacji awaryjnej. Wszystkie te trzy rysunki ściśle ze sobą się wiążą i wraz z rys. 2, ilustrującym sposób zabezpieczenia zanikowego silników, stanowią wspólny układ elektroautomatyki głównego odwodnienia. Cewki przekaźników, należących do któregośkolwiek z powyższych schematów, mogą mieć wyrysowane swe styki na tym samym schemacie lub na innym. Cewki i styki poszczególnych przekaźników oznaczone są na schematach tymi samymi literami.

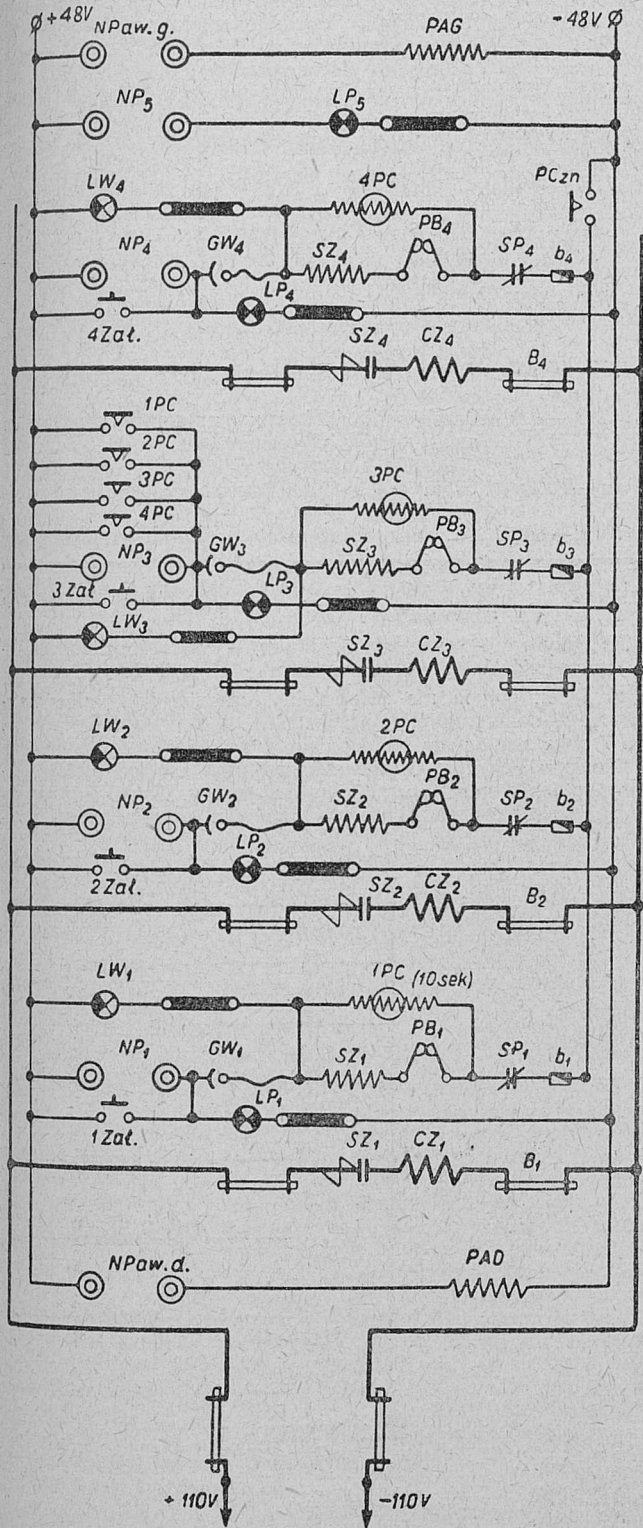
Gdy wskutek podnoszenia się poziomu wody w zbiorniku zamknięcie się styk NP₁ (rys. 6), wtedy załączony zostanie silnik napędowy 1-ej pompy w następujący sposób. W obwodzie

+, styki NP₁, gniazdko wtyczkowe dyspozytora GW₁ z wtyczką i sznurem, stycznik załączający SZ₁, styki przekaźnika blokującego PB₁, styk pomocniczy wyłącznika olejowego SP₁, —

załącza się stycznik załączający SZ₁, który swoimi stykami załącza cewkę załączającą CZ₁ napędu wyłącznika olejowego W₁, wyłącznik olejowy zamyka się.

Po zamknięciu wyłącznika otwierają się jego normalnie zamknięte styki pomocnicze SP_1 , wskutek czego stycznik załączający SZ_1 , a w ślad za nim i cewka załączająca CZ_1 , rozmagnesowują się, a wyłącznik pozostaje załączony dzięki zapadce.

Równocześnie ze stycznikiem załączającym otrzymuje prąd przekaźnik czasowy IPC (przyciągający z opóźnieniem 10 sek.), ale nie zdąży zadziałać, gdyż po zamknięciu wyłącznika olejowego otwierają się styki pomocnicze tego wyłącznika SP_1 i przerywają obwód. Przekaźnik czasowy IPC przeznaczony jest do działania w razie awaryjnego wyłączenia pompy 1-ej z ruchu i konieczności samoczynnego załączenia pompy rezerwowej. Sposób, w jaki to załączenie odbywa się, opisany jest niżej.



Do prątownika stykowego (110 V, 120 A)

Rys. 6. Obwody załączenia silników i sygnalizacji poziomu wody w zbiorniku

Jeśli 1-sza pompa nie nadąży odprowadzać dopływu wody i poziom wody nadal wzrasta, wtedy po pewnym czasie zamykają się styki NP_2 i załączona zostaje 2-ga pompa w sposób podobny jak 1-sza.

Normalnie jedna albo dwie pompy wystarczają do odprowadzenia całego dopływu wody kopalni i pozostałe silniki przez cały czas są wyłączone. Aby jednak wszystkie pompy pracowały równomiernie, dyspozytor przełącza według ustalonego terminarza co jakiś czas na swym pulpicie wtyczki, określające kolejność pracy pomp, i tym sposobem wyznacza do pracy coraz inne pompy.

W okresie wiosennego przypływu wód albo z innej przyczyny poziom wody, przy pracy dwu pomp może nadal wzrastać. Wtedy przy zamykaniu styków NP_3 załącza się 3-cia pompa (dwżurna), a w specjalnych wypadkach przy zamykaniu styków NP_4 również 4-ta pompa.

8. Automatyczne wyłączanie pomp przy obniżeniu poziomu wody w zbiorniku do zadanego minimum.

Obwody wyłączeniowe pokazuje schemat na rys. 7. Kiedy woda zostanie ze zbiornika odprowadzona do poziomu minimalnego (poniżej poziomu załączenia 1-szej pompy), wtedy zamkną się styki NP_0 nastawnika pływakowego, wobec czego zadziała przekaźnik dolnego poziomu PDP (umieszczony na rys. 7 u samej góry schematu). Przekaźnik ten ma 4 układy styków normalnie otwartych $PDP_1 - PDP_4$, znajdujące się w obwodach cewek wyłączających $CW_1 - CW_4$ czterech wyłączników olejowych. Przez zamknięcie styków PDP zasilone są cewki wyłączające CW wyłączników olejowych wszystkich pracujących pomp. Cewki wyłączające wyzwalały zapadki i wyłączniki pod działaniem sprężyn otwierają się, pompy przestają pracować.

Przy ponownym podwyższeniu poziomu wody będzie następować kolejne załączanie pomp w sposób opisany wyżej.

9. Automatyczne wyłączanie pomp przy zaniku napięcia 6 kV.

Wyłączenie silników napędowych pomp w razie zaniku napięcia było już omówione w rozdz. 3 przy opisie zabezpieczenia zanikowego. Przy powrocie napięcia pompy z powrotem automatycznie załączą się, ponieważ w układzie zabezpieczenia zanikowego (rys. 2) z powrotem zadziała przekaźnik czasowy $PCzn$, a puści przekaźnik pośredniczący $PPZn$. Przekaźnik $PPZn$ otwiera swe styki $PPZn_1 - PPZn_4$ w obwodach cewek wyłączających $CW_1 - CW_4$ (rys. 7), a przekaźnik czasowy $PCzn$ zamyka swój styk w obwodzie sterującym załączaniem silników (rys. 6), załączając do tego obwodu z powrotem napięcie prądu stałego 48 V, po czym w znany już sposób nastąpi samoczynne uruchomienie pompy.

10. Automatyczne wyłączenie pompy w razie uszkodzenia.

Wyłączenie pompy przewidziane jest przy następujących uszkodzeniach.

a) Przy przegrzaniu łożysk pompy — od działania termosygnalizatorów łożysk pompy (najlepiej termistorowych), których

OZNACZENIA DO RYS. 6

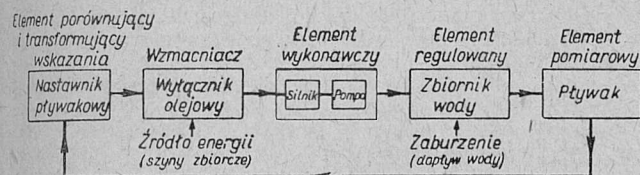
- $NP_1 - NP_5$ Styk nastawnika pływakowego poz. 1—5 (załącza pompę 1—4)
- NP_{awg} Styk nastawnika pływakowego poziomu awaryjnego górnego
- NP_{awd} Styk nastawnika pływakowego poziomu awaryjnego dolnego
- $GW_1 - GW_4$ Gniazdko wtyczkowe na pulpicie dyspozytora (por. rys. 3)
- $SZ_1 - SZ_4$ Stycznik załączający na 150 A, cewka na 48 V
- $CZ_1 - CZ_4$ Cewka załączająca wyłącznika olejowego na 110 V
- $SP_1 - SP_4$ Styki pomocnicze wyłącznika olejowego
- $LP_1 - LP_5$ Lampa sygnalizacyjna poziomu, czerwona, na 48 V, na pulpicie dyspozytora (por. rys. 3)
- $LW_1 - LW_4$ Lampa wyłączeniowa zielona na pulpicie dyspozytora (por. rys. 3)
- PAD Przekaźnik awaryjnego dolnego poziomu na 48 V (styki tego przekaźnika ob. na rys. 8)
- PAG Przekaźnik awaryjnego górnego poziomu (styki tego przekaźnika pokazane są na rys. 8)
- $IPC - 4PC$ Przekaźnik czasowy elektromagnetyczny na 48 V, przyciąga z opóźnieniem 10 sek. (załącza dyżurną pompę)
- $PB_1 - PB_4$ Styki przekaźnika blokującego awaryjnego wyłączenia, z samopodtrzymaniem (uzwojenie tego przekaźnika pokazane jest na rys. 7)
- $PCzn$ Styk przekaźnika czasowego zanikowego z rys. 2
- $1Zat - 4Zat$ Przycisk załączający ręczny na kadłubie pompy

nego przy silniku wyłączonym. Przy załączeniu silnika obwód przekaźnika PC przerywa się, styki PC z opóźnieniem 5 sek. zamykają się. Czas 5 sek. jest wystarczający do tego, aby pompa osiągnęła pełne obroty i zaczęła normalnie tłoczyć wodę. A więc jeszcze przed zamknięciem styku przekaźnika czasowego PC otwiera się połączony z nim szeregowo styk przekaźnika strumieniowego PS, wobec czego obwód przekaźnika pośredniczącego wyłączenia pompy PPW pozostaje nadal otwarty. Jeżeli pompa nie rozpoczęła tłoczenia wody albo przerwała je, wtedy przekaźnik strumieniowy nie działa, jego styki PS znajdują się w stanie spoczynku, wobec czego przez zamknięte styki PC i PS uruchomiony zostaje przekaźnik pośredniczący wyłączenia pompy PPW.

d) Przy przeciążeniach albo zwarcjach w silniku — od działania przekaźnika nadmiarowego PN, którego styki w razie zamknięcia również uruchamiają przekaźnik pośredniczący wyłączenia pompy PPW.

Przy działaniu zabezpieczeń a), b), c) zadziałają odpowiedni sygnalizator awaryjny SA₁ — SA₃, sygnalizujący brygadzie remontowej przyczynę awaryjnego wyłączenia.

Oprócz tego przy działaniu któregośkolwiek zabezpieczenia awaryjnego a), b), c), d) przez styk przekaźnika pośredniczącego wyłączenia pompy PPW zadziałają przekaźnik blokujący PB z samopodtrzymaniem (rys. 7), który otwiera swoje normalnie zamknięte blokujące styki w obwodzie silnika (rys. 6) i przez to umożliwia jego dalsze automatyczne załączenie; zamyka również normalnie otwarte blokujące styki w obwodzie żółtej lampy awaryjnej (rys. 8).



Rys. 9. Schemat blokowy zamkniętego układu automatyzacji do odwodnienia kopalni

Ponowne załączenie silnika, wyłączonego przez jedno z powyższych zabezpieczeń, może nastąpić tylko po zlikwidowaniu przyczyny zakłócenia i po ręcznym przestawieniu przekaźnika blokującego PB do pozycji spoczynkowej.

11. Automatyczne załączenie pompy rezerwowej w razie awaryjnego wyłączenia pompy pracującej.

Gdy pracująca pompa na skutek działania zabezpieczenia albo dlatego, że przestała tłoczyć wodę, zostaje wyłączona, wtedy samoczynnie załącza się pompa rezerwowa (dyżurna). Odbywa się to w sposób następujący (rys. 6). Przypuśćmy, że pracują pompy 1-sza i 2-ga, a 3-cia wyznaczona jest przez dyspozytora jako dyżurna, i że w pewnej chwili nastąpiło awaryjne wyłączenie pompy 1-szej. Wtedy na schemacie załączenia silnika 1-go (rys. 6) otwiera się styk przekaźnika blokującego PB₁ i zamyka się styk pomocniczy wyłącznika olejowego SP₁. Ponieważ styki nastawnika pływakowego NP₁ pozostają zamknięte, działa przekaźnik czasowy IPC i po 10 sekundach (jeśli do tego czasu styk SP₁ nie otworzy się) zamyka swój styk IPC, boczniujący styki nastawnika pływakowego NP₃, wobec czego zostaje załączona 3-cia (dyżurna) pompa.

Styk nastawnika pływakowego NP₃ jest zbocznikowany, jak widać na rys. 6, stykami przekaźników czasowych IPC — APC wszystkich pomp, a zatem dyżurna pompa może automatycznie zastąpić każdą inną pompę wyłączoną na skutek awarii.

Przypuśćmy teraz, że pompa 1-sza przy rozruchu nie tłoczy wody. Wtedy nie działa przekaźnik strumieniowy, styki tego przekaźnika PS₁ na rys. 7 pozostają zamknięte, przekaźnik czasowy PC₁ (rys. 7) po 5 sek. puszcza i zamyka swoje styki, wobec czego działa sygnalizator awaryjny ISA₃ oraz przekaźnik pośredniczący wyłączenia pompy PPW₁, a w ślad za nim przekaźnik blokujący awaryjnego wyłączenia PB₁ oraz cewka wyłączająca CW₁; wyłącznik otwiera się i wyłącza pompę. Po 10 sekundach na skutek działania przekaźnika czasowego IPC z rys. 6 załącza się pompa rezerwowa w sposób jak wyżej.

12. Sterowanie miejscowe.

Dla wypróbowania zespołu pompowego po remoncie (albo w czasie remontu) w pomieszczeniu pomp przy każdym zespole znajdują się przyciski „zał” i „wyl” (pokazane na rys. 6 i 7), umożliwiające sterowanie silnikami pompy niezależnie od poziomu wody.

Pompa, znajdująca się w remoncie, jest przez dyspozytora całkowicie wyłączona z obwodu sterującego, gdyż na pulpicie kontrolnym wtyczka tej pompy nie jest wprowadzona do żadnego gniazdka. Gniazdkiem, które w takiej sytuacji pozostaje wolne, jest gniazdko najwyższe, tj. 4-te. W razie konieczności wypróbowania pompy wtyczka jej musi być uprzednio wprowadzona przez dyspozytora do gniazdka 4-go, po czym dopiero może nastąpić próbne załączenie i wyłączanie za pomocą przycisków.

13. Zautomatyzowane urządzenie odwadniające jako zamknięty układ automatyzacji.

Zastosowane rozwiązanie jest zamkniętym układem automatycznym (rys. 9). Obiektem regulowanym jest tu zbiornik wody; parametrem zmieniającym się pod wpływem zaburzenia zewnętrznego (dopływu wody w kopalni) — poziom wody w zbiorniku; elementem pomiarowym — pływak; elementem porównującym wskazania czujnika pływakowego i transformującym je na elektryczne impulsy prądu sterującego — nastawnik pływakowy; elementem wzmacniającym — wyłącznik olejowy w centralnej podstacji dolowej, doprowadzający energię z szyn zbiorczych 6-kilowoltowych; elementem wykonawczym — zespół składający się z silnika i pompy.

Wielkość wyjściowa układu (poziom wody w zbiorniku) jest tu sterowana przez różnicę wielkości wyjściowej (tzn. aktualnego w danej chwili poziomu wody) i wielkości zadanej (tzn. poziomu wody „zerowego”, przy którym następuje wyłączanie pomp). Im różnica ta jest większa, tym więcej pomp układ automatyzacji wyznacza równocześnie do pracy.

14. Zakończenie.

Opisany sposób automatyzacji głównego odwodnienia dotyczy pomp odśrodkowych zaopatrzonych w urządzenie zalewające, które utrzymuje pompy w stałej gotowości do uruchomienia. Dla tych warunków schemat automatyzacji wypada stosunkowo prosto. Podane rozwiązanie oparte jest na wzorach radzieckich.

Uzyskanie samoczynnej pracy urządzenia w zależności od poziomu wody w zbiorniku opiera się na zastosowaniu szeregu współzależnych obwodów elektrycznych, sterowanych według danego przez konstruktora programu przez układy przekaźnikowo-stycznikowe. Zastosowanie układów przekaźnikowych pozwala na uzyskanie samoczynnego wykonywania przez urządzenie zarówno opisanego, jak i przez każde inne urządzenie przemysłowe, nawet najbardziej skomplikowanych czynności. Układy przekaźnikowe w elektroautomatyce przemysłowej przypominają stosowane już wcześniej tego rodzaju rozwiązania w urządzeniach telemechaniki łączeniowej, a zwłaszcza w telemechanice centralnych automatycznych, choć z teletechniką nie mają nic wspólnego.

Na gruncie automatyzacji urządzeń przemysłowych obserwujemy zaszewienie się różnych dziedzin elektrotechniki. Powszeczne zastosowanie znajdują zwłaszcza osiągnięcia teletechniki łączeniowej oraz wyrosłej na gruncie radiotechniki elektrotechniki przemysłowej.

Układy przekaźnikowe mają szerokie zastosowanie zarówno w automatyzacji pracy poszczególnych maszyn i zespołów, jak i w automatyzacji całych procesów produkcyjnych oraz w rozwiązaniach zcentralizowanego sterowania zdalnego tymi procesami.

Wśród części pracowników technicznych przemysłu górniczego można nieraz obserwować pewnego rodzaju obawy co do należytego funkcjonowania zautomatyzowanych urządzeń w trudnych warunkach dolowych. Obawy te nie są słuszne. Jeśli tylko aparaturę elektroautomatyki zaopatrzymy w odpowiednią izolację i będziemy ją chronić od niszczącego działania atmosfery kopalni w sposób określony przepisami, to nie będzie podstaw do zakłóceń w działaniu.

Opisany wyżej sposób automatyzacji w układzie zamkniętym może być zastosowany — oczywiście, z należytyymi zmianami — również w urządzeniach wielu innych dziedzin techniki.

LITERATURA

- Czekanow W. D. Gornaja elektrotehnika, Mielaturgizdat, 1951.
Domanski B. I. Wwiedienie w awtomatiku i tielemechaniku, Gosenergoizdat, 1950.
Dowker C. H. (i inni). Theory of Servomechanisms, 1947.
Kulikow A. A. Elektrooborudowanje predpriyatij cwtetnoj mielaturgii, Mielaturgizdat, 1951.
Lossijewski W. L. Osnovy awtomaticheskowo riegulirowanja tiehnologicheskich processow, Gos. izdat. oboronnoj promysl., 1949.
Oldenburg R. i Sartorius G. Dinamika awtomaticheskowo riegulirowanja, Gosenergoizdat, 1949 (przekład z niem.).
Szczukin W. K. Osnovy tiehniki tieleuprawlenja, Gosenergoizdat, 1945.
Tierpigoriew A. M. i Jarcew N. A. Sprawocznik po gornorudnomu dielu, tom 2, Mielaturgizdat, 1952.
Antonowskaja M. A. i inni. Kompleksnaja awtomatizacija na ugolnych szachtach, Ugletiehnizdat, 1950.

Wyniki badań ślizgaczy trolejbusowych

Komunikat Zakładu Trakcji Elektrycznej Politechniki Gdańskiej

I. Ślizgacze żeliwne (docisk 9 kg).

1) Smar o małej wiskozie np. olej maszynowy lub odpady oleju. W najlepszych warunkach atmosferycznych, tj. bez deszczu, zdzieranie przewodu jezdnego rozpoczyna się po wykonaniu na przewodzie jezdnym 1500 przejazdów.

2) Warunki jak wyżej, lecz przy zastosowaniu smaru gęstego o większej wiskozie — 70% towotu, 30% grafitu. Zdzieranie przewodu rozpoczyna się po wykonaniu 4200 przejazdów.

Uwaga: Próby wykonywano pod obciążeniem stałym 50 A. Rozkład smaru następuje pod działaniem ozonu, powstającego przy odbiorze prądu z przewodu jezdnego. Przy iskrzeniu wpływa poza tym temperatura łuku.

Przy ruchu trolejbusowym co 10 minut i 15-godzinnyim ruchu smarowanie przewodu wystarczy w pierwszym wypadku na okres 17 dni, w drugim wypadku na okres 47 dni.

Uwaga: Rozkład smaru zależy od wartości prądu. Na odcinkach, na których odbywa się rozruch, smarowanie będzie niewystarczające już po 2-krotnie mniejszej liczbie przejazdów.

II. Ślizgacze aluminiowe i ślizgacze węglowe.

Te ślizgacze wykazują zbyt duży ubytek materiału ślizgacza i trudności eksploatacyjne przy częstej wymianie ślizgaczy.

III. Ślizgacze miedziane (docisk 9 kg).

Przy zastosowaniu ślizgaczy miedzianych oraz smarowaniu przewodu mieszaniną towotu z grafitem i warunkach, jak przy ślizgaczach żeliwnych, zużycie smaru nastąpi po wykonaniu 10600 przejazdów, tj. 120 dni.

Wpływ deszczu na ślizgacze żeliwne.

1) Smar: towot 70% + grafit 30%. Zużycie smaru nastąpi

po wykonaniu 800 przejazdów, względnie 9 dni.

2) Smar o małej wiskozie, odpady, względnie olej maszynowy. Zużycie smaru nastąpi po wykonaniu 25 przejazdów, około 6 godzin.

Wytwarza się emulsja.

Wnioski.

a) Nie należy stosować smarów o małej wiskozie, ponadto należy dodawać do smaru grafit w stosunku 70% smaru, 30% grafitu.

b) Wpływ deszczu zmniejsza 5-krotnie trwałość smaru na przewodzie.

c) Uwzględniając wpływy atmosferyczne oraz intensywniejsze zużycie smaru na przystankach, należałoby smarować przewód jezdny co 2 tygodnie. W okresach intensywnych długotrwałych opadów należy smarować przewód częściej — co 7 dni. Wystarczy cienka warstwa smaru.

d) Pod wpływem łuku powstają perelki na ślizgaczach żeliwnych, które niszczą przewód. Miejsca, w których z powodu nierówności sieci może powstawać łuk, należy przejeżdżać bez prądu. Poza tym należy przejeżdżać bez prądu miejsca izolatorów sekcyjnych i skrzyżowań.

e) Ślizgacze miedziane będą się zużywały — przy należytej konserwacji przewodu jezdnego — po 10 dniach (górna granica 17 dni).

Ślizgacze miedziane pozwalałyby na dłuższe okresy smarowań — przynajmniej dwukrotnie dłuższe. Poza tym nie ma obawy uszkodzenia przewodu przez powstawanie perelek spowodowanych łukiem.

Mgr inż. Mieczysław Rodkiewicz

Dwadzieścia lat pracy Stowarzyszenia Energoelektryków Radzieckich — WNITOE*)

1. Organizacje elektroenergetyczne przed 1933 r.

Początki organizacji świata technicznego energetyki w dawnej Rosji sięgają drugiej połowy XIX wieku: w 1880 r. powstał wydział elektrotechniczny Rosyjskiego Stowarzyszenia Technicznego. Przedrewolucyjny świat techniczny zajmował się głównie propagowaniem nowej techniki energetycznej i obroną tytułu pierwszeństwa krajowego. W warunkach carskiej Rosji społeczeństwo techniczne nie mogło wywierać poważniejszego wpływu na rozwój energetyki krajowej.

Wielka Rewolucja Październikowa stworzyła najszerze możliwości rozwoju sił wytwórczych kraju radzieckiego. Już w pierwszych miesiącach istnienia władz radzieckiej W. I. Lenin w swoim szkicu planu prac naukowo-technicznych wskazywał jako zagadnienie pierwszej kolejności „elektryfikację przemysłu i transportu oraz zastosowanie elektryczności w rolnictwie“.

W czasie największego nasilenia walk rewolucyjnych — w lutym 1920 r. — została powołana Państwowa Komisja Elektryfikacji Rosji (GOELRO), która skupiła przodującą część energetyków wokół wielkiego dzieła. 8 października 1921 r. witając VIII Wszechrosyjski Zjazd Elektrotechniczny Lenin pisał w związku z państwowymi planami elektryfikacyjnymi: „Przy pomocy waszego zjazdu, przy pomocy wszystkich elektryków Rosji i szeregu najlepszych przodujących sił naukowych całego świata, dzięki bohaterskim wysiłkom awangardy robotników i pracujących chłopów, my to zadanie opanujemy i stworzymy elektryfikację kraju. Witam VIII Ogólnorosyjski Zjazd Elektryków i życzę mu wszelkiego powodzenia w jego pracach“.

Wysoka ocena znaczenia i możliwości świata elektrotechnicznego, zawarta w powitaniu leninowskim, została przyjęta przez zjazd jako bojowe zadanie zlecone przez partię.

Pod kierownictwem najbliższego towarzysza broni i genialnego kontynuatora dzieła Lenina — wielkiego Stalina — plan GOELRO został znacznie przekroczony. W latach pięciolatek stalinowskich bez przerwy i w znacznym stopniu wzrastały rozmiały, tempo i poziom techniczny elektryfikacji gospodarki narodowej.

W ciągu z górą 10 lat energetycy ZSRR zasadniczo jednomyślnie się wokół Centralnej Rady Elektrotechnicznej. Istniały po-

nadto inne organizacje energetyków o mniejszym jednak znaczeniu.

W r. 1931 Komitet Centralny WKP(b) postawił przed stowarzyszeniami naukowymi inżyniersko-technicznymi i przed światem technicznym zadanie okazania pomocy gospodarce narodowej we wprowadzaniu do produkcji najnowszych osiągnięć nauki i techniki, w rozwoju postępu technicznego we wszystkich dziedzinach gospodarki narodowej, w podnoszeniu wiedzy fachowej swoich członków.

W odróżnieniu od szeregu innych stowarzyszeń naukowych inżyniersko-technicznych zrzeszenie elektroenergetyków w jego obecnej postaci zostało zorganizowane znacznie później, a to dlatego, że w ciągu długiego czasu istniał Wszechzwiązkowy Komitet Energetyczny (WEK), jako organ wykonawczy Pierwszego Wszechzwiązkowego Zjazdu Energetycznego, który odbył się w r. 1928 i był połączeniem IV Zjazdu techników ciepłych i IX Zjazdu elektrotechników. Organizacje WEK powstały w krótkim czasie w wielu miejscowościach państwa radzieckiego.

2. Okres 1933 — 1953 r.

W marcu 1933 roku wszechzwiązkowy zjazd stowarzyszeń naukowo-technicznych powziął uchwałę o powołaniu wszechzwiązkowego naukowego inżyniersko-technicznego stowarzyszenia energetyków (WNITOE). Przewodniczącym pierwszego zarządu („Biura organizacyjnego“) był akademik A. W. Winter. Ze względu na brak we WNITOE organizacji terenowych uznano za słuszne połączyć je z WEK, który miał już w tym czasie 20 okręgowych i krajowych Komitetów Energetycznych. Nowa organizacja, która w ten sposób powstała we wrześniu 1933 r., otrzymała nazwę „Wszechzwiązkowy Komitet Energetyczny Robotniczej Naukowej i Inżyniersko-Technicznej Społeczności“ — WEK-RNITO. Organizacja ta dzieliła się na 7 sekcji: elektrotechniczną, ciepłą, zagadnień wspólnych i zespolonych, działowej energetyki przemysłowej, energetyki wiejskiej, terenowych zakładów energetycznych i podnoszenia kwalifikacji.

Sekcja podwyższania kwalifikacji zorganizowała przez swe komitety rozgałęzioną sieć kursów, które przygotowywały głównie kadry elektromonterów, palaczy, maszynistów i innych zawodów robotniczych. Liczne komórki terenowe w przedsiębiorstwach łączyły robotników, inżynierów i techników, stawiając

*) Według historycznego przeglądu prof. dra A. M. Zaleskiego i inż. G. O. Lewita (Elektriczestwo, 1953, z. 3, str. 90—93).

sobie za cel oszczędzanie paliwa oraz energii elektrycznej i ciepłej.

W czasie swego istnienia WEK, a później WEK-RNITO po- trafiły rozwinąć działalność jedynie w sekcjach elektrotechnicz- nej i ciepłej, które obejmowały podsekcje: elektryfikacji prze- myśłu, ochrony i automatyki, materiałów izolacyjnych elektro- technicznych, linii przesyłowych wysokiego napięcia, elektryfi- kacji transportu przemysłowego, elektryfikacji transportu wiel- kiego, techniki świetlnej, urządzeń kotłowych, turbin parowych, przemysłowych odbiorców paliwa, pieców przemysłowych, gazy- fikacji i wyzyskania gazu, silników spalinowych oraz materiałów do izolacji ciepłej.

Do ważniejszych prac WEK-RNITO należy zaliczyć zorga- nizowanie wszechzwiązkowych konferencji na tematy z nastę- pujących dziedzin: elektrycznych materiałów izolacyjnych, na- pędu elektrycznego, przyrządów kontrolno-pomiarowych, przesy- lu energii elektrycznej na dalekie odległości, spalania węgla podmoskiewskich, materiałów do izolacji ciepłej, silników spalinowych oraz pierwszego wszechzwiązkowego zjazdu po- święconego ciepłownictwu. Większość tych konferencji w końcu pierwszego pięciolecia stalinowskiego miała na celu wytknięcie dróg rozwoju odpowiednich gałęzi energetyki w następnym pięcioleciu.

WEK-RNITO wydawało kilka czasopism, jak np. Komitet energetyczny ukraiński wydawał czasopismo „Energetyka”, czasopisma „Świetlotekhnika” było organem Głównenergopromu i WEK-RNITO.

27 lutego 1935 r. decyzją WSNITO zostało powołane WNITO Elektryków, które w ciągu pierwszych 2 miesięcy swego istnienia zdobyło około 400 członków, a już 16 czerwca 1935 r. WSNITO postanowiło połączyć WNITO Elektryków i WEK-RNITO we Wszechzwiązkowe Naukowe Inżyniersko-Techniczne Stowarzy- szenie Energetyki i Teleelektryki (WNITOE). Pierwsze organi- zacje tego zrzeszenia powołano w Leningradzie, Moskwie, Char- kowie, Kijowie, Rostowie n. Donem, Odesie, Dniepropietrowsku, Swierdłowsku i Gorkim.

W latach powojennych stowarzyszenie to stworzyło szereg nowych organizacji. Gdy w 1944 r. WNITOE miało 44 organiza- cje podstawowe (koła zakładowe), to w końcu 1952 r. było ich już około 650. W dwudziestą rocznicę swego istnienia WNITOE liczyło przeszło 18 000 członków, zrzeszonych w 30 oddziałach poszczególnych republik i okręgów.

3. Działalność WNITOE w okresie od 1933 do 1953 r.

Naukowo-techniczna działalność WNITOE była określana zadaniami, które KPZR wyznaczała energetyce.

Już w pierwszych latach swego istnienia WNITOE okazywała pomoc organizacjom planowania, wysuwając wnioski, które powstały w wyniku dyskusowania generalnych planów rozwoju energetyki poszczególnych okręgów. Czynny udział w pracach stowarzyszenia uczonych, inżynierów, techników i robotników- nowatorów pozwolił szeroko rozwinąć krytykę i samokrytykę w nauce i technice. Wnioski Stowarzyszenia miały na celu wszechstronność wyzyskania zasobów energetycznych, wprowa- dzenie bardziej doskonałej techniki.

Duże znaczenie miały obejmowanie przez organizację Sto- warzyszenia szefostwa nad budowami energetycznymi oraz na- rady na temat badania, projektowania, budowy i montażu elektrowni. Łącznie zorganizowano ponad 60 takich narad.

Ważnym czynnikiem mocniejszego związania świata energe- tycznego z wielkimi budowami stalinowskimi stały się plenarne sesje wyjazdowe zarządu Stowarzyszenia. Na zjeździe w Zaporo- żu w kwietniu 1951 r. wysłuchano i przedyskutowano referaty głównego inżyniera Ukrodstroju W. N. Simakowa o projekcie budowy kanałów Południowo-Ukraińskiego i Północno-Krym- skiego i inż. F. B. Luchtanowa o projekcie wodnego węzła Kachowskiego.

W wyniku tych obrad Stowarzyszenie zaplanowało i wyko- nało szereg konkretnych prac. Stowarzyszenie delegowało na budowy komunizmu brygady i poszczególnych specjalistów dla rozwiązania zagadnień zasilania ich energią elektryczną, ulep- szenia techniki eksploatacji urządzeń energetycznych, doradztwa w sprawach wykonawstwa robót itp. W związku z zakończeniem budowy kanału żeglownego Wołgo-Dońskiego im. W. I. Lenina i Cymlańskiej elektrowni wodnej WNITOE zorganizowało szereg sesji naukowych dla podsumowania doświadczeń budowy. Naj- ważniejszymi były sesje w Rostowie nad Donem i Leningradzie.

Stowarzyszenie poświęciło wiele uwagi zagadnieniom ener- getyki wodnej. W czerwcu 1941 r. zwołano pierwszą wszech- związkową radę na temat eksploatacji elektrowni wodnych, której prace przerwał wybuch wojny. W r. 1946 odbyła się

druga, a w 1950 r. trzecia narada na temat eksploatacji elek- trowni wodnych. Lokalne narady o tej tematyce odbyły się w Gruzji i Armenii. Narady te uogólniły przodujące doświad- czenie eksploatacji i pomogły w wykryciu znacznych możliwości podwyższenia sprawności urządzeń.

Dużo miejsca w pracach Stowarzyszenia zajęły zagadnienia energetyki ciepłej. Zgodnie ze wskazaniem partii dotyczącymi wyzyskania paliw lokalnych Stowarzyszenie zorganizowało po- nad 40 narad na temat racjonalnego spalania niskogatunkowych paliw miejscowych.

Odbyto szereg narad w sprawach kotłów i turbin parowych, gdzie poruszano ważne problemy wykrywania możliwości do podwyższenia sprawności elektrowni ciepłej. Stowarzyszenie przygotowało szczegółowe zlecenia na tematy gospodarki wod- nej elektrowni ciepłych, kondensatorów, turbin parowych, sformu- łowane w wyniku narad poświęconych tym zagadnieniom i zrealizowane przez zakłady energetyczne. W dziedzinie cie- płownictwa WNITOE okazywało pomoc gospodarce energetycz- nej we wprowadzaniu w życie nowych metod zaopatrzenia w ciepło, rozwoju sieci ciepłych, zastosowania bardziej dosko- nalej izolacji itd.

W ciągu ostatnich lat WNITOE stało się ośrodkiem, jedno- czącym świat techniczny energetyki komunalnej, przemysłowej i wiejskiej. Znaczną pomoc okazano małej energetyce w dzie- dzinie zaoszczędzania paliwa i podwyższania pewności ruchu małych kotłowni. Komitet gazyfikacyjny WNITOE zjednoczył jeszcze w roku 1938 kadry techniczne pracujące w dziedzinie produkcji i przesyłu gazu.

WNITOE współdziałało w rozwoju przenośnych urządzeń energetycznych w ZSRR. Opracowało szereg wniosków w kwe- stiach stworzenia różnorodnych typów elektrowni i podstacji przenośnych, które zostały przyjęte do realizacji. Ostatnio ko- mitet energetyki przenośnej WNITOE zajmuje się sprawami przenośnych elektrowni i podstacji dla wielkich budów i gospo- darki leśnej.

Wśród zagadnień przemysłowych urządzeń ciepłych znacz- ne miejsce w pracach WNITOE zajmowały zagadnienia pieców przemysłowych. Sekcje przemysłowej techniki ciepłej i elektro- techniki na swoich naradach i zebraniach plenarnych uogólnia- ją i propagują przodujące doświadczenie w wyzyskaniu wtór- nych zasobów energetycznych, oszczędzaniu energii elektrycznej i ciepłej drogą doskonalenia procesu technologicznego, anali- zują nowe metody normowania zużycia energii, dyskutują nad zestawianiem i analizą bilansu cieplnego, współdziałają w twor- zeniu i wprowadzaniu w życie udoskonalonych środków tech- niki bezpieczeństwa itd.

Można uważać, że WNITOE stało się ośrodkiem jednocy- cym energetyków przemysłowych. Dużą rolę w tym odegrały organizowane od r. 1934 kursy-konferencje i corocznie powta- rzane narady na temat racjonalnego prowadzenia gospodarki energetycznej i oszczędzania energii, wreszcie konkursy orga- nizowane od 1945 r. przez WNITOE wspólnie z Inspekcją ener- getyki ogólnej i przemysłowej na najlepsze wnioski w dziedzinie oszczędzania energii elektrycznej i ciepłej.

Elektryfikacja rolnictwa, która doznała szczególnie szybkiego rozwoju w latach powojennych, była rozwijana przy czynnym udziale WNITOE. Wśród licznych narad, zorganizowanych na ten temat przez WNITOE, należy wyróżnić naradę na temat urządzeń energetycznych w rolnictwie (1949), zastosowania energii elektrycznej w rolnictwie (1950) oraz stacji elektroma- szynowych i traktorowych (1953).

Przez pierwszych 12 lat swego istnienia WNITOE rozwijało działalność we wszystkich dziedzinach elektrotechniki łącznie z telekomunikacją. W r. 1945 WSNITO uznało za właściwe po- wołanie odrębnego stowarzyszenia, zrzeszającego pracowników technicznych łączności (Stowarzyszenie radiotechniki i łączności elektrycznej im. Popowa), które powstało w 1945 r.

Organizacje WNITOE poświęcały dużo uwagi zagadnieniom budowy maszyn i aparatów elektrycznych, rozwoju sieci wyso- kiego i niskiego napięcia, izolacji elektrycznej, automatyki i te- lemechaniki, techniki oświetleniowej, rozwoju napędu elektrycz- nego, elektrotermii, słownictwa technicznego i innym.

Sekcja maszyn elektrycznych systematycznie dokonywała oceny nowych serii maszyn, projektów turbogeneratorów wiel- kich mocy — ciepłych i wodnych, analizowała doświadczenia eksploatacyjne. Wśród narad WNITOE w tej dziedzinie należy wymienić Wszechzwiązkową konferencję naukowo-techniczną w sprawach maszyn elektrycznych (1946), która wytyczyła po- litykę techniczną w dziedzinie budowy maszyn elektrycznych na szereg lat.

WNITOE organizowało konferencje naukowo-techniczne i narady w sprawach napędu elektrycznego w przemysłach: hutniczym, naftowym, górniczym, budowy maszyn, papierniczym, włókienniczym i innych.

Zorganizowano szereg narad, poświęconych przepięciom i ochronie przeciwprzepięciowej, eksploatacji linii przesyłowych wysokich napięć, urządzeniom laboratoriów do badania wyłączników wysokiego napięcia, organizowaniu produkcji kompletnych urządzeń rozdzielczych i innych zagadnień techniki wysokonapięciowej.

W dziedzinie miejskich sieci elektrycznych WNITOE organizowało wiele dużych narad, poświęconych racjonalnym zasadom budowy miejskich sieci elektrycznych, prawidłowego ustalania obciążeń itd.

Sekcja grzejnictwa elektrycznego rozpatrywała nowe konstrukcje urządzeń grzejnych i współdziałała we wprowadzaniu nowych metod obróbki materiałów.

W dziedzinie automatyki i telemechaniki WNITOE organizowało dyskusje i przeglądy nowych schematów i aparatury.

Najstarszymi sekcjami WNITOE są sekcje izolacji elektrycznej i techniki świetlnej. WNITOE okazało pomoc w stworzeniu przemysłu produkującego izolację elektryczną wysokiej jakości, co pomogło w uniezależnieniu się od importu szeregu materiałów deficytowych. Sekcja techniki świetlnej współdziałała w udoskonaleniu źródeł światła i opraw oświetleniowych, brała udział w opracowaniu i współdziałała we wprowadzeniu w życie nowych metod obliczania instalacji oświetleniowych i udoskonaleniu norm oświetleniowych.

Stowarzyszenie od wielu lat zajmuje się pracami w dziedzinie trakcji elektrycznej. Zalecenia WNITOE w dziedzinie wyposażenia elektrycznego w komunikacji, udoskonalenia konstrukcji pojazdów elektrycznych i zasilania zelektryfikowanych linii kolejowych zostały wykorzystane przez przemysł.

Organizacje WNITOE prowadzą również prace z techniki wyzyskania energii promieniowania słonecznego, wyzyskania energii wiatru itp.

Znaczny jest wkład WNITOE w dziedzinie opracowania przepisów i norm.

Stowarzyszenie corocznie organizuje współzawodnictwo socjalistyczne we wprowadzeniu przodującej techniki do produkcji; bierze w nim udział ponad 2/3 członków Stowarzyszenia. Większość prac wykonują brygady zespołowe drogą twórczej współpracy. Duże znaczenie mają konkursy organizowane przez Stowarzyszenie w dziedzinie mechanizacji procesów pracochłonnych, energetyki wodnej, oszczędzania energii elektrycznej i ciepłej i wielu innych. Jednocześnie tylko zastosowanie wy-

różnionych na konkursie wniosków dało oszczędności ponad 1,5 mld. kWh. WNITOE corocznie organizuje setki seminariów i kursów o tematyce powiązanej z nową techniką. Od 1938 r. WNITOE prowadziło Instytut Korespondencyjny, który następnie przekazano właściwym ministerstwom.

Corocznie WNITOE organizuje kilka tysięcy odczytów naukowo-technicznych i zebrań dyskusyjnych na tematy aktualne dla energetyki radzieckiej.

W latach Wielkiej Wojny Narodowej WNITOE współdziałało w organizowaniu dostawy energii elektrycznej w ciężkich warunkach wojennych, okazywało pomoc techniczną w wyzyskaniu paliwa odpadkowego, przebudowie silników spalinowych na gaz, ogrzewaniu szpitali i innych urządzeń wojskowych drogą wyzyskania wtórnych zasobów energetycznych, zastosowania materiałów miejscowych do wytwarzania izolacji elektrycznej i ciepłej. Wiele uwagi udzielało WNITOE przeszkoleniu kadry energetyków dla zastąpienia powołanych na front. W miarę wyzwalań terytorium radzieckiego organizacje WNITOE okazywały pomoc w pracach przy odbudowie.

W ciągu 20 lat swego istnienia WNITOE wydało ponad 5000 arkuszy autorskich różnych materiałów. Obok sprawozdań z prac konferencji naukowo-technicznych i narad, wykładów Instytutu Doskonalenia i materiałów różnych kursów i konferencji wydało również serię broszur dla energetyków fabrycznych. Większość oddziałów WNITOE ogłaszała doświadczenia swych członków w dziedzinie tworzenia nowych typów urządzeń oraz oszczędzania energii elektrycznej i ciepłej.

W ciągu tych lat WNITOE niejednokrotnie zajmowało przodujące miejsce we współzawodnictwie stowarzyszeń naukowych w ramach WSNITO. W r. 1952 WNITOE zostało uznane za zwycięzcę we współzawodnictwie socjalistycznym stowarzyszeń i otrzymało nagrodę oraz przechodni sztandar czerwony.

Obok wyników dodatnich WNITOE wykazuje w swej pracy szereg istotnych braków. Stowarzyszenie nie stało się jeszcze prawdziwą masową organizacją energetyków radzieckich i w pracy swojej jeszcze za mało opiera się na inżynierach-nowatorach i robotnikach-stachanowcach z produkcji.

Stowarzyszenie winno wzmocnić realną pomoc dla gospodarki narodowej, podwyższyć czujność w swej pracy, podnieść się do poziomu zadań wysuniętych przez Partię Komunistyczną i to: Stalina.

Historyczne dyrektywy XIX Zjazdu Partii w sprawie pięcioletniego planu rozwoju gospodarki narodowej i genialna praca to: Stalina „Ekonomiczne problemy socjalizmu w ZSRR” otworzyły wielkie pole twórczej pracy dla radzieckich energetyków — członków WNITOE.

Krajowa konferencja w sprawie zastosowania kabli i przewodów w polichlorku winylu i tiokolu (Warszawa, 31.III.1953)

Celem Konferencji zorganizowanej przez SEP było zaznajomienie szerszych kół elektryków i zainteresowanych resortów z obecnym stanem produkcji przewodów w tłoczywnym polichlorku winylu (igielicie), a jednocześnie omówienie zakresu możliwości ich stosowania oraz ewentualnego rozszerzenia wyrabianych asortymentów. Zagadnienie wprowadzenia igielitu jako materiału izolacyjnego i ewent. na płaszcz zamiast ołowiu ma bardzo duże znaczenie gospodarcze, gdyż chodzi tu o zastępowanie deficytowego kauczuku naturalnego albo — w pewnych przypadkach — ołowiu. Sprawa użycia tiokolu zamiast ołowiu do wyrobu płaszczu w niektórych typach kabli została omówiona w osobnym referacie.

Na konferencji wygłoszono 5 referatów*).

1) Polichlorek winylu jako materiał izolacyjny elektrotechniczny i jego znaczenie gospodarcze, mgr inż. M. Hetman (Inst. Tworzyw Sztucznych).

2) Właściwości tiokolu jako materiału elektrotechnicznego i jego znaczenie gospodarcze, mgr inż. A. Maison (Inst. Elektr., Zakł. Materiałoznawstwa Elektr. we Wrocławiu).

3) Nowe asortymenty kabli i przewodów w polichlorku winylu i tiokolu oraz zakres ich zastosowania, inż. S. Jankowski (Centr. Zarz. Przem. Kabl.).

4) Doświadczenia telekomunikacji w zakresie instalacji i eksploatacji przewodów w izolacji polichlorowinyłowej, inż. E. Bobiński (Państw. Inst. Telekomun.).

5) Doświadczenie energetyki w zakresie instalacji i eksploatacji przewodów z izolacją polichlorowinyłową, inż. M. Komanowski (Zjedn. Elektrowni Okr. Centr.).

W wyniku dyskusji, opartej na dotychczasowych badaniach i doświadczeniach, stwierdzono, że tłoczywo z polichlorku winylu, nazywane w języku potocznym po prostu polichlorkiem winylu (lub niesłusznie nazwą fabryczną „igielit”), jest materiałem, który niewątpliwie w wielu przypadkach może być stosowany zarówno w energetyce, jak i w telekomunikacji. Konieczna jest jednak dokładna znajomość warunków, w których ma on pracować, jak i znajomość właściwości samego materiału. Ujemną właściwością polichlorku winylu jest zwężony zakres temperatur jego stosowności (— 20° do + 60°C) ze względu na mięknienie w wysokich temperaturach i lamiwość w niskich.

Dotychczasowe badania, dokonane w kraju, potwierdzają w dużym stopniu nieczułość polichlorku winylu na działania wilgoci. Wpływ wilgoci na ten materiał występuje wyraźnie dopiero w wyższych temperaturach. Woda wymywa barwniki z polichlorku winylu, co musi być brane pod uwagę w przypadku materiału barwionego.

Pod względem odporności na działanie oleju należy odróżniać polichlorek winylu jako surowiec wyjściowy od polichlorku winylu tłoczonego. Polichlorek winylu jest zupełnie odporny na działanie oleju, natomiast zmiekczacze rozpuszczają się częściowo w oleju, powodując niszczenie tłoczonego polichlorku winylu przez olej. Sprawa ta często nie jest wyraźnie podkreślana w literaturze.

Zależność odporności izolacji od temperatury jest większa niż dla gumy, w granicach jednak stosowności — ze względu na

*) Ob. w niniejszym zeszycie na str. 414—428.

zmęknienie — nie jest tak wielka, by polichlorek winylu nie mógł być stosowany w normalnych instalacjach.

Ogólnie trzeba podkreślić, że — wobec wielkiej zależności jakości polichloru winylu od zmękczaczy — konieczne jest opracowanie kilku jego rodzajów, które nadawałyby się do różnych warunków. Chodzi tu głównie o odporność na niskie i wysokie temperatury oraz o oporność izolacji — przenikalność i stratność dielektryczną. Dotychczasowe badania wykonane nad niewielu rodzajami mieszanek są jeszcze niewystarczające, również zbyt mało doświadczenia mamy z eksploatacją przewodów.

Dane otrzymane z energetyki i telekomunikacji wskazują raczej na to, że polichlorek winylu jest materiałem mającym dużą przyszłość. W najbliższym czasie będą wykonane próbnie instalacje przewodów w specjalnym wykonaniu — wtynkowym. Konstrukcja tych przewodów jest już opracowana i próbnie odśledzono ich wykonanie. Badania wykazały w najbliższej przyszłości, czy przewody wtynkowe wejdą w szersze użycie. Sprawą zastosowania ich zajmuje się ogólnie Instytut Budownictwa i na specjalnych konferencjach będzie ustalony typ zarówno samych przewodów, jak i odpowiedni osprzęt produkcji krajowej. Dotychczasowe doświadczenia wskazują na to, że odporność polichloru winylu na czynniki chemiczne rozciąga się na wapno, gips i cement.

Przemijająca wilgoć, występująca w tynkach, nie powinna działać ujemnie na izolacyjne wartości polichloru winylu. Doświadczenia wykazały, jak należy postępować ze świeżo założonymi instalacjami w polichloru winylu w pierwszych fazach ich uruchomienia i czy nie należy stosować w nich mniejszych obciążeń. Przepisy zagraniczne nie przewidują tu, jak dotąd, żadnych ograniczeń.

Nasz przemysł kablówkowy wyrabia obecnie szereg przewodów w zmieknionym polichloru winylu, odpowiadających znormalizowanym typom przewodów w gumie. Są to drut i linka w polichloru winylu, odpowiadające przewodom Dg i Lg, przewód płaski odpowiadający kabelkowi płaskiemu w ołowiu Kgp, instalacyjne kabelki telefoniczne, przewody samochodowe, a wreszcie odpowiedniki sznurów mieszkaniowych i przewodów oponowych.

Przemysł kablówkowy opracował też instrukcje dotyczące stosowania przewodów w polichloru winylu. Ukazały się one nieba-

wem w osobnym zarządzeniu przewodniczącego PKPG — w ramach instrukcji oszczędnościowych. Opracowano już kilka norm resortowych na przewody w polichloru winylu, normy te są obecnie w stadium zatwierdzenia przez ministerstwo. Należy podkreślić, że przewody DY, odpowiadające przewodom Dg, będą — ze względu na oszczędność surowca — wprowadzone w dwu rodzajach (na 250 V i 750 V), różniących się tylko grubością izolacji.

Sprawa stosowania tiokolu zamiast ołowiu na płaszcz jest posunięta w przemyśle tak daleko, że w niedługim czasie ukażą się przewody kabelkowe typu Kgao i Kgato (antygron), w których zamiast płaszcza ołowianego będzie zastosowany płaszcz tiokolowy. Zastrzeżenia co do niebezpieczeństwa szkodliwego działania zapachu, wydzielającego się z tiokolu, są zupełnie niesłuszne wobec bardzo małej koncentracji czynników wywołujących ten zapach, jak to zresztą zdarza się w bardzo wielu przypadkach w przyrodzie np. w przypadku kwiatów (jaśminu) lub lekarstw.

Należy tu podkreślić również konieczność zainteresowania się przez przemysł chemiczny innymi surowcami potrzebnymi dla przemysłu kablówkowego. Należy do nich np. polietylen i styren niezbędne do kabli telefonicznych. Również należy zwrócić uwagę na kopolimery polichloru jak np. wyrabiany w Związku Radzieckim winylit.

W wyniku narady stwierdzono konieczność:

- 1) dalszej pracy polskiego przemysłu chemicznego nad mieszanekami polichloru winylu z polskiego surowca wyjściowego z różnymi zmiekczaczymi;
- 2) prowadzenia dalszych wszechstronnych badań nad granicami możliwości stosowania przewodów w polichloru winylu;
- 3) opracowywania instrukcji w sprawie stosowania poszczególnych asortymentów przewodów w polichloru winylu;
- 4) opracowania odpowiednich norm resortowych;
- 5) badań w przemyśle chemicznym nad możliwością wprowadzenia innych materiałów syntetycznych do celów izolacyjnych;
- 6) opracowania odpowiedniego osprzętu dla poszczególnych asortymentów przewodów i kabli.

Stosowanie przewodów elektroenergetycznych i kabli telefonicznych w izolacji lub powłoce z tiokolu i polichloru winylu wg zarządzenia PKPG z dn. 7.VII.53*)

Zarządzenie zawiera instrukcje stosowania wymienionych przewodów i kabli i ma na widoku oszczędzanie surowców w obecnej produkcji przemysłu kablówkowego. Wskazania zawarte w czterech instrukcjach zarządzenia opierają się na doświadczeniach eksploatacyjnych naszymi i obcym oraz na wynikach prac naszych laboratoriów i dotyczą: 1) przewodów elektroenergetycznych w izolacji lub powłoce z polichloru winylu, 2) przewodów elektroenergetycznych kabelkowych w powłoce z tiokolu, 3) telefonicznych kabli instalacyjnych w izolacji i powłoce zewnętrznej z polichloru winylu, 4) telefonicznych kabli zakończeniowych w powłoce zewnętrznej z polichloru winylu.

Ogólnymi wskazaniem dla wszystkich przewodów, w których stosuje się polichlorek winylu jako izolację lub jako powłokę, są przede wszystkim granice temperatur ich stosowania (-100 do $+40^{\circ}\text{C}$) oraz unikanie miejsc narażonych na silne działanie słońca, wilgoci lub pary wodnej.

Przewody elektroenergetyczne mogą być stosowane do 750 V i nie mogą być używane do przewodzenia prądu stałego.

Instrukcje dotyczą przewodów elektroenergetycznych DY, LY, ADY i DYp (odpowiadających przewodom w gumie DG, DS, ADG oraz KGP) i telefonicznych TKIY (odpowiadających TKI) — kabelków instalacyjnych oraz TKZY — kabli zakończeniowych.

Należy nadmienić, że w ostatnim czasie zostały zatwierdzone przez Ministra Przemysłu Maszynowego normy resortowe na przewody DY, LY, ADY i DYp.

Instrukcja, dotycząca kabelków w powłoce z tiokolu, mówi o stosowaniu elektroenergetycznych przewodów kabelkowych KTgao, KTgato i TPa zamiast przewodów kabelkowych KGao, KGato, i przewodów płaszczowych Pa. Stosowanie tych przewodów ograniczono do temperatur od -20° do $+40^{\circ}\text{C}$. Nie wolno ich stosować w sąsiedztwie rurociągów parowych, kaloryferów i w ogóle w miejscach gorących — ze względu na przykry zapach rozgrzanego tiokolu.

Zarządzenie PKPG rozwiązuje wątpliwości co do stosowania przewodów w izolacji z polichloru winylu i przyczyni się niewątpliwie do rozszerzenia zakresu stosowania tych przewodów, co jest ważne dla oszczędzania gumy i ołowiu.

Wydawnictwa nadesłane

PANSTWOWA INSPEKCJA ENERGETYCZNA MINISTERSTWA ENERGETYKI. PRZEPISY EKSPLOATACJI TECHNICZNEJ URZĄDZEN ELEKTRYCZNYCH W ZAKŁADACH PRZEMYSŁOWYCH. Wydane na podstawie art. 2 ust. 2 dekretu z dnia 28 stycznia 1953 r. o zabezpieczeniu racjonalnego i oszczędnego użytkowania energii elektrycznej i ciepłej (Dz. U. Nr 9, poz. 26 z dnia 7 lutego 1953 r.) — Warszawa, 1953, Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Format A5.

Przepisy będą składać się z 18 części, wydanych w postaci osobnych broszur. Dotychczas wyszły następujące części:

Część I. Organizacja eksploatacji urządzeń elektrycznych w zakładach przemysłowych. Tytuły rozdziałów: Postanowienia ogólne. Wzajemne obowiązki dostawcy i odbiorcy energii elektrycznej. Organizacja dyżurów personelu energetycznego. Ochrona przed porażeniem. Organizacja remontów urządzeń elektrycznych. Laboratorium elektrotechniczne. Dokumentacja techniczna urządzeń elektrycznych. Statystyka i sprawozdawczość techniczno-ekonomiczna. Przyjmowanie nowych urządzeń elektrycz-

*) Ob. Biuletyn PKPG, nr 23 z 4.VIII.53, poz. 97.

nych do eksploatacji. Przyjmowanie pracowników i sprawdzanie ich kwalifikacji technicznych. (18 str.).

Część II. Sieci elektroenergetyczne. Tytuły rozdziałów: Wewnętrzne instalacje elektryczne o napięciu 500 V i niżej w zakładach przemysłowych. Linie napowietrzne o napięciu liniowym do 30 kV. Sieci kablowe na napięciu do 30 kV. (21 str.).

Część III. Elektryczne urządzenia rozdzielcze o napięciu do 30 kV włącznie. Tytuły rozdziałów: Postanowienia ogólne. Eksploatacja urządzeń rozdzielczych. (15 str.).

Część IV. Nastawnie, zabezpieczenia i obwody wtórne. Tytuły rozdziałów: Postanowienia ogólne. Eksploatacja. (8 str.).

Część V. Transformatory. Tytuły rozdziałów: Postanowienia ogólne. Eksploatacja transformatorów. Remont transformatorów. (14 str.).

Część VI. Napęd elektryczny. Tytuły rozdziałów: Postanowienia ogólne. Eksploatacja urządzeń napędu elektrycznego. Remont silników i aparatury rozruchowo-regulacyjnej. (12 str.).

Część VII. Wyposażenia elektryczne walcowni. Tytuły rozdziałów: Postanowienia ogólne. Oględziny i sprawdzanie wyposażenia elektrycznego. Remonty wyposażenia elektrycznego. Nawrotne walcarki do walcowania na gorąco. Jednokierunkowe nieręgulowane walcarki do walcowania na gorąco. Jednokierunkowe ręgulowane walcarki do walcowania na gorąco. Walcarki do walcowania rur. Walcarki do walcowania na zimno. Eksploatacja centralnego urządzenia olejowego. Wyposażenie elektryczne suwnic. (12 str.).

Część VIII. Urządzenia pieców elektrycznych. (8 str.).

Część IX. Urządzenia przetwórcze — prostowniki rtęciowe. Tytuły rozdziałów: Postanowienia ogólne. Eksploatacja prostowników rtęciowych. Remont prostowników rtęciowych. Przetwornice wirujące. Eksploatacja przetwornic wirujących. (16 str.).

Część X. Urządzenia prądu stałego do elektrolizy i galwanostegii. Tytuły rozdziałów: Postanowienia ogólne. Eksploatacja urządzeń dla prądu stałego o dużym natężeniu. Remont sieci prądu stałego. (12 str.).

Część XI. Filtry elektryczne. (8 str.).

Część XII. Kondensatory statyczne. Tytuły rozdziałów: Przejmowanie do eksploatacji. Dozór w czasie eksploatacji. Włączanie i wyłączanie baterii kondensatorów statycznych. Rozładowywanie baterii kondensatorów statycznych. Zabezpieczenie kondensatorów. (7 str.).

Część XIII. Spawanie elektryczne. Tytuły rozdziałów: Spawarki łukowe. Eksploatacja spawarek łukowych. Remont spawarek łukowych. Zgrzewarki oporowe. Eksploatacja zgrzewarek oporowych. Konserwacja i remont zgrzewarek oporowych. (10 str.).

Część XIV. Elektryczne przyrządy miernicze. Tytuły rozdziałów: Postanowienia ogólne. Zasady montażu elektrycznych przyrządów mierniczych. Eksploatacja przyrządów mierniczych. Sprawdzanie i próby przyrządów mierniczych. Liczniki energii. (10 str.).

Część XV. Oświetlenie elektryczne. (8 str.).

Część XVI. Uziemienie. Tytuły rozdziałów: Postanowienia ogólne. Eksploatacja urządzeń uziemiających. Wyjaśnienia uzupełniające. (12 str.).

Część XVII. Urządzenia akumulatorowe. (8 str.).

MINISTERSTWO PRZEMYSŁU MASZYNOWEGO. PRACE PRZEMYSŁOWEGO INSTYTUTU TELEKOMUNIKACJI. Rok III, nr 9. 1953, Warszawa, Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Format A4, str. 64, cena zł 16,50. — Spis rzeczy: Gawron T. Przestrzajanie rezonatorów współśrodkowych za pomocą wkładki. — Pajewski W. Elementy piezoelektryczne z kryształów syntetycznych. — Kuniewski H. Pomiary dalekosiężne w energetyce (jest to w rozszerzonej formie artykuł autora, zamieszczony w Przegl. Elektr., 1952, z. 3, str. 113—138).

MINISTERSTWO PRZEMYSŁU MASZYNOWEGO. Centralny Zarząd Zbytu, Katalog T-4, ŁĄCZNICE AUTOMATYCZNE ABONENCKIE. Styczeń 1953, Warszawa, Format A5, str. 84. — Spis rzeczy: Część ogólna. Łącznice abonenckie ALD. Łącznice abonenckie AT-48. Łącznice abonenckie CAA.

MINISTERSTWO PRZEMYSŁU MASZYNOWEGO. PRACE INSTYTUTU ELEKTROTECHNIKI. Rok II—1952. Zeszyt 3(6). **FELHORSKI WŁADYSŁAW, mgr inż., STASKIEWICZ WALTER, mgr inż. OŚWIETLENIE ELEKTRYCZNE ZAKŁADÓW PRZEMYSŁU JEDWABNICZO-GALANTERYJNEGO.** 1952, Warszawa, Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Format A4, str. 42, rys. 94, cena zł 19,50. — Spis rzeczy: Wstęp. — Ogólne zasady oświetlenia. Cel oświetlenia. Ja-

kość oświetlenia. Czynniki wpływające na spostrzeganie. Charakter pracy wzrokowej w przemyśle jedwabniczo-galanteryjnym. Ogólne warunki oświetlenia. Natężenie oświetlenia. Oprawy oświetleniowe. Rozmieszczenie opraw. Barwa źródeł światła i barwy otoczenia. Inne czynniki poprawiające widzenie. — Przykłady rozwiązań szeregowych. — Snówka z pochylą szeregowką (tzw. grządkowa). Snówka ze stojącymi szeregowkami równoległymi, szybkie. Przewijarki obustronne jednorzędowe. Przewijarki obustronne dwurzędowe. Krosna nicielnicowe gładkie. Krosna żakardowe szerokie. Krosna żakardowe wąskie. Krosna pasmanteryjne. Krosna firankowe z leżącym żakardem. Krosno firankowe z żakardem stojącym. Maszyna hafciarska. Przeglądanie i brakowanie towaru na stołach o płycie pochylej i o przesuwie ręcznym. Przeglądanie, brakowanie i klasyfikowanie towaru na stołach poziomych.

MECHANIK. Poradnik techniczny. Tom 2, część 2. Materiałoznawstwo. Wyd. 3 całkowicie przerobione. 1953, Warszawa, Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Str. 752, cena 65,40. — Spis rzeczy: Woda. Surowce skalne. Spoiwa i zaprawy budowlane. Beton. Wyroby budowlane niewypalane. Wyroby wypalane (ceramiczne). Materiały ogniotworne. Szkło. Budowlane materiały izolacyjne. Paliwa. Tłuszcze i oleje. Smary. Kleje i tynki. Farby, lakiery i emalie. Wyroby włókiennicze. Skóry. Drewno. Papier. Guma. Tworzywa sztuczne. Materiały uszczelniające. Materiały chemiczne o znaczeniu technicznym. — Informacje wydawcy: Tom ten obejmuje podstawowe wiadomości o materiałach stosowanych w różnych dziedzinach wytwórczości i usługi technicznej, ze szczególnym uwzględnieniem przemysłu metalowego. Poradnik Techniczny Mechanik jest przeznaczony dla inżynierów i techników mechaników pracujących na polu naukowym w dziedzinie wytwórczości oraz dla studentów wydziałów mechanicznych wyższych szkół technicznych.

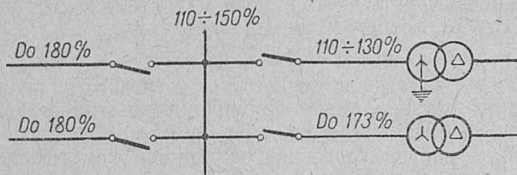
MECHANIK. Poradnik Techniczny. Tom 2, cz. 3. Wyd. 3, całkowicie przerobione, 1953, Warszawa, Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Format B6, str. 244, rys. 163, cena zł 20,50. — Spis rzeczy: Rysunek techniczny — określenie i rodzaje rysunków technicznych, rysunek techniczny maszynowy i zasady jego wykonania, rysunek techniczny budowlany, rysunek techniczny elektryczny i rysunki różne. — Teoria mechanizmów — pojęcia podstawowe. Struktura i klasyfikacja mechanizmów. Zasady syntezy mechanizmów. Wykreślne metody analizy kinematycznej płaskich mechanizmów. Analityczne metody analizy kinematycznej mechanizmów. Mechanizmy krzywokowe. Kinetostatyka mechanizmów. — Poradnik Techniczny Mechanik jest przeznaczony dla inżynierów i techników mechaników pracujących na polu naukowym i w dziedzinie wytwórczości oraz dla studentów wydziałów mechanicznych wyższych szkół technicznych.

GOSTKOWSKI ZYGM., mgr inż. BEZPIECZENSTWO PRACY PRZY URZĄDZENIACH ELEKTRYCZNYCH NA DOLE KOPALNI. 1953, Warszawa, Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Format A5, str. 31, rys. 16, cena 2 zł. — Spis rzeczy: Wiadomości ogólne. Działanie prądu elektrycznego na człowieka. Zabezpieczenia przed rażeniem. Przykłady rażenia prądem. Pierwsza pomoc. — Informacje wydawcy: Broszura zawiera wskazówki dotyczące bezpieczeństwa pracy przy urządzeniach elektrycznych na dole kopalni; podano w niej ogólne wiadomości o działaniu prądu na człowieka, sposoby i środki zabezpieczające przed rażeniem i sposoby niesienia pierwszej pomocy porażonym. Broszura przeznaczona jest dla wszystkich tych górników i przodowych, którzy na dole kopalni mają do czynienia z urządzeniami elektrycznymi, oraz dla elektromonterów kopalnianych.

DOBRSKI JERZY, inż., POPPE JÓZEF, inż., RUDZIŃSKI JERZY, inż. APARATY RENTGENOWSKIE. INSTALACJA. OBSŁUGA, KONSERWACJA. 1953, Warszawa, Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Format A5, str. 132, rys. 64, tabl. 31, cena 8 zł. — Spis rzeczy: Ogólne wiadomości o aparatach rentgenowskich. Wybór pomieszczenia na aparat rentgenowski. Przygotowanie pomieszczenia na aparat. Linia zasilająca, uziemienie, przyłączenie aparatu do sieci. Montaż i uruchomienie aparatu. Bezpieczeństwo pracy. Obsługa aparatów rentgenowskich. Konserwacja aparatów rentgenowskich. Uszkodzenia aparatów rentgenowskich. Wyciąg z międzynarodowych zaleceń o ochronie przed działaniem promieni X. Rozporządzenie Ministrów Pracy i Opieki Społecznej oraz Zdrowia z dnia 6 sierpnia 1952 r. w sprawie higieny i bezpieczeństwa pracy w przemysłowych laboratoriach radiologicznych. — Informacja wydawcy: Książka jest przeznaczona dla lekarzy, techników rentgenowskich, monterów-elektryków i innych pracowników pracowni rentgenowskich zatrudnionych przy budowie, eksploatacji lub konserwacji urządzeń takich pracowni.

oporności X_0/X_1 . Oporności czynne mają mały wpływ na wynik obliczeń (ok. 3%). Jest charakterystyczne, że nawet dla niewielkich wartości stosunku X_0/X_1 przepięcia dynamiczne mogą być niebezpieczne przy określonych wartościach stosunku oporności R_0/X_1 .

Główną trudność stanowi tu uwzględnienie zmian układu sieciowego w czasie zakłócenia. Bardzo często transformatory



Rys. 3. Orientacyjna mapa występowania przepięć dynamicznych w różnych punktach stacji

z uziemionym punktem zerowym bywają odłączane przez zabezpieczenia przekątnikowe. Zdarza się więc, że odgromniki zaworowe, przeznaczone do pracy w sieci ze skutecznie uziemionym punktem zerowym, znajdują się w czasie zakłócenia w sieci z nieuziemionym lub nieskutecznie uziemionym punktem zerowym i ulegają uszkodzeniu.

Nierównomierny rozkład napięcia wzdłuż linii długiej jest szczególnie groźny dla odgromników instalowanych na wejściach linii napowietrznych (po stronie linii wyłącznika liniowego). Po odłączeniu linii z jednej strony następuje gwałtowny pod-

skok napięcia na odgromniku. Podskok ten w połączeniu z innymi przepięciami dynamicznymi może doprowadzić do uszkodzenia odgromnika.

Przy uwzględnieniu wyżej podanych czynników można przyjąć, że dla elektrowni ciepłych przepięcia dynamiczne osiągają 110—170% największego napięcia fazowego dopuszczalnego przy pracy normalnej, a dla elektrowni wodnych 160—180%. Przepięcia te są na ogół różne w różnych punktach tej samej stacji, np. w polu transformatora z uziemionym punktem zerowym między transformatorem a wyłącznikiem wahają się zwykle od 110 do 130%; w polu transformatora z nieuziemionym punktem zerowym z reguły mogą dochodzić do 173%; na szynach zbiorczych wahają się zwykle od 110% do 150%; w polach linii dwustronnie zasilanych są największe i dochodzą do 180%.

Na rys. 3 podano orientacyjną mapkę występowania przepięć dynamicznych w różnych punktach stacji.

Napięcie gaszenia odgromników zaworowych stosowanych w kraju dla sieci ze skutecznie uziemionym punktem zerowym waha się zależnie od typu od 140% do 170% największego napięcia fazowego dopuszczalnego przy normalnej pracy. Oznacza to, że przed zainstalowaniem w stacji odgromników zaworowych 80-procentowych konieczne jest sprawdzenie wartości przepięć dynamicznych w danym punkcie stacji.

Bardziej szczegółowe dane, dotyczące doświadczalnego badania przepięć dynamicznych i sposobu ich obliczania, będą ogłoszone w Pracach Naukowych Instytutu Elektrotechniki.

Mgr inż. Marek Jaczewski
Mgr inż. Zygmunt Skoczyński

Wydawnictwa nadesłane

Zeszyty Naukowe Politechniki Warszawskiej

O zadaniach powyższego wydawnictwa informuje przedmowa rektora Politechniki Warszawskiej J. Bukowskiego jak następuje: „Liczne prace profesorów, docentów i asystentów Politechniki publikowane w postaci wydawnictw książkowych, broszur, artykułów w periodykach technicznych oraz przyczynków w specjalnych wydawnictwach naukowych nie stanowią i nie mogą stanowić pełnego obrazu pracy twórczej personelu naukowego Politechniki. Dla dopełnienia tego obrazu konieczne są bowiem zarówno fragmentaryczne prace z poszczególnych dziedzin techniki, jak również opracowania w formie bezpośrednio użytkowej przyczynków już gdzie indziej opublikowanych. Te prace ze względu na swój charakter nie odpowiadają wymaganiom stawianym artykułom umieszczonym w czasopiśmie technicznych, przeznaczonych dla szerokiego rzeszy czytelników, bądź nie odpowiadają programowi specjalnych wydawnictw naukowych z dziedziny nauk podstawowych techniki. — W związku z tym bogaty materiał, często nie opracowany w formie ostatecznej, w braku możliwości publikacji pozostaje w archiwach poszczególnych zakładów. — W tych warunkach nierzadkie są przypadki powtórne podejmowania pewnej pracy badawczej w ramach tego samego zakładu, nie mówiąc już o zbędnym często, równoległym rozwiązywaniu pewnych problemów przez różne zakłady lub różnych pracowników naukowych. — Podjęcie systematycznej publikacji tych wszystkich zapomnianych, martwych — z punktu widzenia rozpowszechnienia wiedzy technicznej i wymiany doświadczeń — materiałów narosło do miary bezwzględnej konieczności“.

Dotychczas wyszły następujące „Zeszyty Naukowe Politechniki Warszawskiej“ (redaktor prof. mgr inż. H. Smigielski).

Nr 1. ELEKTRYKA, zeszyt pierwszy, redaktor zeszytu prof. mgr inż. S. Darecki (Form. A5, 120 stron, cena 11 zł). W przedmowie redakcji do tego zeszytu czytamy: „Dziedziną elektryki zajmują się na Politechnice Warszawskiej katedry i zakłady wydziałów: Elektrycznego i Łączności oraz kilka zakładów innych wydziałów, których charakter specjalizacji tego wymaga. W Zeszytach Naukowych działu *Elektryka* będą zamieszczane — w całości lub w obszernym skrócie — prace naukowe stanowiące oryginalny wkład do podstawowych zagadnień teoretycznych energoelektryki, teleelektryki i elektroniki, ilustrujące osiągnięcia pracowników naukowych uczelni w tych dziedzinach. Niezależnie od powyższego będą również zamieszczane wyniki prac i osiągnięcia pracowników naukowych z dziedzin pokrewnych, jak fizyka, matematyka itp., dla wytworzenia pełnego obrazu działalności naukowej obu wydziałów“.

Spis rzeczy zeszyt 1: Przedmowa Rektora Politechniki Warszawskiej. — Od Redakcji. — M a l e c k i I. Oporność aku-

styczna jako pojęcie falowe. — Ł a d z i Ń s k i R. Zarys teorii transduktora. — F i n d e i s e n W. Wprowadzenie w zagadnienia automatyki i telemechaniki. — M a j e w s k i W., D y b o w s k i K., G r a b o w s k i J. Wyniki badań nad asymetrią oporu kontaktu Cu—Cu₂O. — H a m p e l R. Wyznaczenie najkrótszego okresu liczb 3ⁿ, 5ⁿ, 11ⁿ oraz (21)ⁿ modulo 10ⁿ. — Profesor Kazimierz Drewnowski. — Dział informacyjny.

Nr 3. MECHANIKA, zeszyt pierwszy, redaktor działu prof. mgr inż. K. Studziński (Form. A5, 70 stron, cena 10 zł).

Spis rzeczy zeszyt 1: Przedmowa Rektora Politechniki Warszawskiej. — Od Redakcji. — M o s z y Ń s k i W. Jednolity układ mechanicznych jednostek miar K. C. S. — W e s o ł o w s k i K., H e m p o w i c z E. Własności mechaniczne stali Hadfielda z dodatkiem 1% molibdenu. — L e y k o J. Podstawy ogólnej teorii powłok. — W e s o ł o w s k i K. Wpływ cyny i krzemu na własności mechaniczne przerobionych plastycznie i wyżarzonych stopów miedzi i aluminium.

SKOWRONSKI JERZY. MATERIAŁOZNAWSTWO ELEKTRYCZNE. Część II: Materiały izolacyjne. 1953, Warszawa, Państwowe Wydawnictwa Szkolnictwa Zawodowego. Format B6, str. 204, rys. 132, cena zł 8,60. — Spis rzeczy: Materiały izolacyjne. Wiadomości ogólne. — Badanie materiałów izolacyjnych. — Materiały lotne. — Materiały płynne. — Materiały mineralne stałe. — Materiały ceramiczne. — Szkło. — Materiały włókniste. — Papiery. — Materiały bitumiczne. — Żywice naturalne. — Elastyki. — Materiały syntetyczne. — Lakiery. — Tłoczywa.

SZPOR STANISŁAW. OCHRONA ODGROMOWA. Tom I. 1953, Warszawa, Państwowe Wydawnictwa Techniczne, Str. 409. Cena zł 51,50. — Spis rzeczy: Podstawowe wiadomości o falach w liniach długich. Odbicia fal przepięciowych, zjawiska oscylacyjne i rezonansowe. Zjawiska udarowe w układach z rozłożonymi indukcyjnościami i upływnościami. Podstawowe wiadomości o pomiarach i próbach udarowych. Piorun. Przepięcia atmosferyczne. Własności udarowe izolacji, przewodów i uzwojeń. Własności uziemień. Przewody odgromowe. — Informacja wydawcy: Książka jest I tomem dwutomowej pracy; zawarto w nim ogólne podstawy teoretyczne i wiadomości o technice doświadczalnej w dziedzinie ochrony odgromowej urządzeń energetycznych i budynków, omówiono zjawiska pioruna, przepięcia atmosferyczne i własności udarowe izolacji oraz rozważono zagadnienia uziemień i przewodów odgromowych. Wiadomości zawarte w książce są konieczne do samodzielnych opracowań technicznych i badań naukowych w dziedzinie ochrony odgromowej. Praca przeznaczona jest dla magistrów-inżynierów i fizyków oraz inżynierów i studentów o dobrym przygotowaniu matematyczno-fizycznym.

PRZEGŁĄD DOKUMENTACYJNY ELEKTROTECHNIKI

opracowany przez OŚRODEK DOKUMENTACJI ELEKTROTECHNIKI
Dodatek do miesięcznika PRZEGŁĄD ELEKTROTECHNICZNY

Rocznik 5

Warszawa, październik 1953 r.

Nr 10

Gwiazdkami obok porządkowych liczb artykułów, oznaczone są publikacje znajdujące się w bibliotece Instytutu Elektrotechniki

Wiadomości ogólne

477* 621.3.027.3:621.384.2 D1
Linder E. G., Christian S. M.: Zastosowanie materiałów promieniotwórczych dla wytwarzania wysokich napięć. „The use of radioactive material for the generation of high voltage”. J. appl. Phys., Lancaster, mies., t. 23, Nr 11, list. 52, s. 1213; A4, 3,5 str., 1 fot., 2 rys., 5 wykr., 3 poz. bibl. — Zastosowanie izotopu promieniotwórczego Sr^{90} , wysyłającego promienie beta, jako źródła wysokiego napięcia. Izotop umieszczony na izolatorze w rozrzedzonym gazie ładuje się nam na skutek emisji elektronów. Bezpośrednia zamiana energii atomowej na elektryczną. Uzyskano 365 kV przy 10^{-3} mm Hg dla 0,25 curie Sr^{90} .

478* 621.3.047.43 D1
Töflinger K.: Szczotki węglowe dzielone. „Unterteilte Kohlebürsten”. ETZ, Wuppertal, dwutyg., r. 73, Nr 18, wrzes. 52, s. 573; A4, 4 str., 2 fot., 6 rys., 4 wykr., 9 poz. bibl. — Wymagania, stawiane szczotkom w maszynach elektrycznych. Napięcia międzywycinkowe. Powierzchnia styku szczotek z komutatorem. Szczotki warstwowe. Komutacja przy małym powierzchni styku. Własności szczotek dzielonych. Odporność na uderzenia, prowadzenie szczotek, zachowanie się przy zwarcia. Zastosowanie dzielonych szczotek i ich zalety.

Elektrownie

479* 621.311:658.56 D1
Nieprzerwanie zasilać w energię odbiorców. „Bezpribojno snabzati energijej potrebitielej”. Elektr. Stancji, Moskwa, mies., Nr 9, wrzes. 52, s. 3; A4, 3 str. — Analiza zakłóceń w energetyce radzieckiej. Zakłócenia a zagadnienie szkolenia kadr. Najczęściej spotykane uszkodzenia części cieplnych elektrowni. Zakłócenia pracy linii wysokiego napięcia. Współpraca instytucji naukowych z energetyką w dziedzinie zmniejszenia ilości zakłóceń.

480* 621.316.21:621.311.17:621.311.21 D1
Bielogolow A. J.: Doświadczenia zasilania energią dużej budowy. „Opyt energosnabzhenja krupnowo stroitelstwa”. Elektr. Stancji, Moskwa, mies., Nr 11, list. 52, s. 30; A4, 3 str., 3 rys. — Zasilanie energią elektryczną budowy dużej elektrowni wodnej. Wybór źródeł zasilania. Układ zasilający. Typ podstawy transformatorowych. Sieć rozdzielcza budowy. Typowe schematy rozdzielni 6 kV.

Maszyny elektryczne

481* 621.313.1.017.8:621.3.001.4 D1
Schuisky W.: Przyczynok do określenia skróconego czasu próby nagrzewania maszyn elektrycznych. „Beitrag zur Ersatz-Kurzpruflzeit für elektrische Maschinen”. ETZ, Wuppertal, dwutyg., r. 73, Nr 16, sierp. 52, s. 517; A4, 2,5 str., 2 wykr., 4 poz. bibl. — Określenie metodą analityczną skróconego czasu próby nagrzewania maszyn elektrycznych na pracę dorywczą. Krytyka założeń upraszczających. Możliwość skrócenia czasu próby nagrzewania maszyn na pracę ciągłą. Uwzględnienie zmian temperatury otoczenia. Przykład liczbowy.

482* 621.313.1.041.1 D1
Richter R.: Zasadnicze wymiary maszyn elektrycznych i wyzyskanie ich materiału. „Die Hauptabmessungen elektrischer Maschinen und ihre Materialausnutzung”. ETZ, Wuppertal, dwutyg., r. 73, Nr 22, list. 52, s. 705; A4, 3 str., 6 wykr., 6 poz. bibl. — Podstawowe zależności charakteryzujące stopień wyzyskania materiałów czynnych maszyny elektrycznej. Wzór na najkorzystniejszą średnicę. Dyskusje wzorów i przeciętne dane dotyczące maszyn prądu stałego, prądnic synchronicznych i silników indukcyjnych. Praktyczne znaczenie podanych zależności.

483* 621.313.322.013.8:621.3.015.3 D1
Krasilnikow: Przecięcia przy odwzbudzeniu generatorów. „O pierienapriazhenjach pri gaszenji pola genieratorow”. Elektr. Stancji, Moskwa, mies., Nr 3, marz. 52, s. 28; A4, 2 str., 2 wykr. — Odwzbudzenie prądnic synchronicznych przez zwieranie uzwojeń na wzbudzającego poprzez opornik i wyłączanie wzbudnicy. Dobór wielkości opornika zawierającego. Określenie wartości przecięcia przy odwzbudzaniu. Zależność amplitudy przecięcia od wielkości prądu wzbudzenia.

484* 621.313.322.1.017.7 D1
Laffoon C. M.: Chłodzone wewnętrznie cewki prądnic umożliwiają zwiększenie obciążenia o połowę. „Internally cooled generator coils increase ratings by one-half”. Electr. Engng., New York, mies., t. 70, Nr 11, list. 51, s. 1013; A4, 2,5 str., 1 fot., 2 wykr. — Zasada nowej metody chłodzenia uzwojeń dużych prądnic turbinowych przy pomocy kanałów wewnątrz cewek. Możliwości metody: przesunięcie górnej granicy mocy prądnic turbinowych powyżej 200 000 kW. Porównanie skutku chłodzenia nową metodą ze zwykłym chłodzeniem wodorowym. Wpływ rodzaju chłodzenia na wielkość maszyn.

485* 621.313.322.2:621.3.018.4 D1
Lapin P. K., Mitriukowski W. M.: Samoczynne uruchomienie rezerwowej prądnic napędowej turbiną wodną przy obniżeniu częstotliwości. „Awtomatizieskij pusk rezerwnowo gidrogenieratora pri ponizhenii czastoty”. Elektr. Stancji, Moskwa, mies., Nr 9, wrzes. 52, s. 56; A4, 1 str., 1 rys. — Schemat układu samoczynnego uruchamiania rezerwowej prądnic w elektrowni wodnej przy obniżeniu częstotliwości sieci. Dobór elementów układu, zasada jego działania i możliwości szerszego wykorzystania. Sposób uruchamiania prądnic.

486* 621.313.333:621.311.18 D1
Noest J. G.: Silniki budowy zamkniętej do napędu urządzeń potrzeb własnych w elektrowniach. „Totally enclosed auxiliary drive motors for generating stations”. Electr. Engng., New-York, mies., t. 70, Nr 2, luty 51, s. 155; A4, 4,5 str., 1 wykr., 3 tabl., 2 poz. bibl. — Postęp w budowie elektrowni w ciągu ostatnich 15 lat i jego wpływ na rozwiązania napędu urządzeń potrzeb własnych. Skutki niewłaściwego wyposażenia napędowego (przykłady wypadków z praktyki). Konserwacja silników. Przydatność silników różnych rodzajów budowy zamkniętej do napędu urządzeń w elektrowniach. Zastosowanie izolacji wyższej klasy. Porównanie opłacalności różnych rozwiązań napędowych.

487* 621.313.333.2:621.317.3 D1
Vayhinger T.: Pomiary przy wirnikach kłatkowych. „Messungen an Käfigläufern”. Arch. techn. Messen, München, mies., Nr 183, wrzes. 51, s. T 104; A4, 4 str., 3 fot., 4 rys., 7 wykr., 12 poz. bibl. — Zalety silników kłatkowych. Zależność momentu obrotowego silnika od prędkości obrotowej. Metody zdejmowania charakterystyk silników. Błędy silników kłatkowych i ich przyczyny (np. wzrost oporu wskutek wadliwego wykonania klatki). Wpływ błędów silników na ich moment obrotowy. Dawne metody i nowa metoda badania. Przyrząd pomiarowy (sonda ze wzmacniaczem i regulatorem). Wyniki badania wirników kłatkowych przy pomocy opisanego przyrządu.

Transformatory

488* 621.314.21.017.8:621.317.3 D1
Heiles F.: Ustalenie sprawności transformatorów. „Bestimmung des Wirkungsgrades von Umspannern”. Arch. techn. Messen, München, mies., Nr 193, luty 52, s. 25; A4, 4 str., 1 rys., 4 wykr., 4 poz. bibl. — Bezpośredni i pośredni pomiar sprawności transformatorów. Rodzaje strat zależnych od napięcia i prądu (straty w żelazie, miedzi, dielektryku itp.). Pomiary strat przy biegu jałowym (metoda, wpływ temperatury). Straty przy zwarcu (pomiar, wpływ temperatury). Obliczenie sprawności na podstawie pomiarów strat w stanie jałowym i przy zwarcu.

489* 621.314.21.018.6:534.83 D1
Lambert A. V.: Słyszalne brzęczenie transformatorów energetycznych na obszarach zamieszkałych. „Audio noise of power transformers in residential areas”. Trans. amer. Inst. electr. Engrs., New-York, t. 70, cz. 2, 1951, s. 1598; A4, 9 str., 9 rys., 3 wykr., 15 poz. bibl. — Środki zmierzające do zmniejszenia brzęczenia transformatorów. Wskazówki dla inżynierów projektujących podstacje. Rozchodzenie się brzęczenia transformatora i budowa zapór dźwiękowych. Wskazówki konstrukcyjne dla zmniejszenia hałasu wywołanego przez transformatory. Zjawisko odbicia i przejścia fal akustycznych na granicy dwóch ośrodków. W dyskusji nad artykułem omówiono środki zmniejszające brzęczenie transformatorów ze szczególnym uwzględnieniem zapór akustycznych.

Linie napowietrzne

- 490* 621.315.175 D1
Giedima P. P., Szimanski J. W.: **Walka z oblodzeniem linek.** „Bor'ba s gololodom na trosach.“ Elektr. Stancji, Moskwa, mies., Nr 10, paźdz. 52, s. 62; A4, 1 str., 3 rys., 1 wykr., 1 tabl. — Topienie oblodzenia przewodów odgromowych przez podgrzewanie prądem zmiennym. Sposób zasilania przewodów. Okresowa zmiana zawieszenia linek na słupach drewnianych. Szybkość topienia oblodzenia.

Materiały izolacyjne

- 491* 536.5:621.313.027.3:621.315.61 D1
Keinath G.: **Wskaźnik wieku dla izolacji wysokiego napięcia.** „Allers-Anzeige für Hochspannungs Isolationen“. Arch. techn. Messen, München, mies., Nr 188, wrzes. 51, s. T 98; A4, 4 str., 4 rys., 3 wykr., 2 tabl., 3 poz. bibl. — Długowieczność uzwojeń generatorów i transformatorów wysokiego napięcia w zależności od temperatury dla różnego rodzaju izolacji (papier, mika, azbest, tkanina szklana nasycana). Znaczenie wzrostu temperatury dla stanu izolacji. Rozwiązania amerykańskie wskaźnika stanu zestawienia izolacji (np. na zasadzie odwzorowania własności izolacji przez zmiany przenikalności materiału magnetycznego wraz z temperaturą). Trudności techniczne prawidłowego wykonania wskaźników. Przykłady innych rozwiązań wskaźników wieku. Wzorcowanie wskaźników. Wskaźnik proponowany przez autora. Wysokie koszty wykonania przeszkodzą w jego rozpowszechnieniu.

Słupy elektryczne

- 492* 621.315.177:621.315.66 D1
Murzaniew E. P., Tiernikow P. W.: **Mechanizacja kopania dołów i ustawiania słupów.** „Mechanizacija rytja jam i ustanowki opor.“ Elektr. Stancji, Moskwa, mies., Nr 10, paźdz. 52, s. 53; A4, 1,5 str., 3 rys. — Charakterystyka radzieckiej maszyny wiertniczo-dźwigowej typu BkGM-AN i jej zastosowania do robót ziemnych i stawiania słupów napowietrznych linii elektrycznych. Konstrukcja wiertła, sposób kopania dołów i ustawiania słupów. Zalety ekonomiczne mechanizacji budowy linii przy zastosowaniu maszyny BkGM-AN.

- 493* 621.315.668.1:621.315.177 D1
Cygankow: **Budowa elektrycznej linii przesyłowej przy zamrażaniu gruncie.** „Stroitelstwo linii elektropriewodaczki w uslowijach promiorszowo grunta.“ Elektr. Stancji, Moskwa, mies., Nr 3, marz. 52, s. 25; A4, 2 str., 4 rys. — Technologia ustawiania słupów drewnianych w zamrażanym gruncie. Ogrzewanie ziemi parą. Charakterystyka urządzenia ogrzewniczego. Wbijanie pali. Montaż i ustawienie słupów. Wydajność pracy przy budowie linii w warunkach zimowych.

- 494* 621.315.17:621.315.668.1 D1
Komissarow B. I.: **Drogi oszczędzania drzewa w sieciach 3—10 kV.** „Puti ekonomii drierwesiny w sietiach 3—10 kV.“ Elektr. Stancji, Moskwa, mies., Nr 9, wrzes. 52, s. 37; A4, 2,5 str., 1 rys., 2 wykr., 2 tabl. — Budowa linii 3—10 kV w terenie niezabudowanym a zagadnienie oszczędzania drzewa. Warianty budowy słupów przelotowych. Określenie optymalnych wartości wysokości słupa i długości przesa. Porównanie rozchodu drzewa przy różnych układach przewodów.

Sieci rozdzielcze

- 495* 621.316.1:621.316.975.078:621.3.029 D1
Nikitski W. W., Szlejšman A. D.: **Wybiorcze urządzenie samoczynnego, zakłócenieowego odciążania układów energetycznych pod wpływem średniej szybkości zmiany częstotliwości.** „Izbiernatelnoje ustrojstwo awtomatycznej awariyjnoy razgruzki, energosistiem po sredniej skorosti izmienienija czastoty.“ Elektr. Stancji, Moskwa, mies., Nr 12, grud. 52, s. 25; A4, 2,5 str., 4 rys. — Schemat kombinowanego układu samoczynnego odciążania pod wpływem średniej szybkości zmiany częstotliwości w powiązaniu z zasadą odciążania przy absolutnej zmianie wartości częstotliwości. Dobór elementów składowych i analiza pracy układu. Przebieg częstotliwości sieci przy zadziałaniu automatów samoczynnego odciążania. Zależność okresu spadku częstotliwości od deficytu mocy.

Właczalniki

- 496* 621.316.57:621.313.333.2.001.2 D1
Ecker G., Hugewaldt F.: **W sprawie oceny obciążenia wyłączników do silników klatkowych drogą badań na zastępczych układach probierczych.** „Zur Beurteilung der Schalterbeanspruchung durch Ersatzprüfschaltungen für Kurzschlussläufer-Motoren.“ ETZ, Wuppertal, dwutyg., r. 73, Nr 22, list. 52, s. 716; A4, 4,6 str., 8 rys., 1 wykr., 3 poz. bibl. — Przebiegi przy włączaniu silni-

ków klatkowych. Równania obwodu silnika i wyłącznika w stanie nieustalonym. Wytyczne doboru właściwego układu zastępczego. Dyskusja kilku uproszczonych układów zastępczych. Przyczynki do teorii wyłączania silników klatkowych. Braki teoretyczne dotychczasowych układów zastępczych. Dokładna metoda obliczania obwodu zastępczego. Wpływ prądów wirowych. Wniośki co do trwałości wyłącznika.

- 497* 621.316.57:621.318.5 D1
Woskriesiński A. A., Kapielow T. I.: **Pewne osobliwości schematu SPZ z przekątnikiem EWP-285.** „Niekotoryje osobiennośti schiemy APW s riele EWP-285.“ Elektr. Stancji, Moskwa, mies., Nr 12, grud. 52, s. 40; A4, 1 str., 2 rys. — Schemat obwodu RC elektrycznego urządzenia SPZ z przekątnikiem EWP-285. Badanie laboratoryjne przekątnika EWP-285. Określenie minimalnej dopuszczalnej oporności izolacji przekątników i jej wpływ na prawidłowość pracy urządzenia SPZ.

- 498* 621.316.57:621.396.67 D1
Piehler N. S.: **Zastosowanie antenowego poboru napięcia dla celów SPZ.** „Primienienie antiennowo otbora napriazhenia dla celej APW.“ Elektr. Stancji, Moskwa, mies., Nr 12, grud. 52, s. 37; A4, 3 str., 7 rys., 1 tabl. — Układ poboru napięcia z linii dla celów SPZ przy pomocy anteny. Dobór elementów składowych układu. Sposoby podwieszania anten i ocena ich skuteczności. Doświadczenia 2-letniej pracy urządzeń SPZ z antenowym poborem napięcia. Prądy i napięcia w transformatorze poboru napięcia.

- 499* 621.316.57.027.3.004.6 D1
Safrazbekjan G. S., Babulewicz W. M. i inni: **Okresowość remontów wyłączników.** „O pieriodycznosti riemontow wykluczatieliej.“ Elektr. Stancji, Moskwa, mies., Nr 8, sierp. 52, s. 43; A4, 6 str., 2 tabl. — Zagadnienie okresowości przeprowadzenia remontów wyłączników wysokiego napięcia w świetle radzieckiej praktyki eksploatacyjnej. Propozycje poszczególnych energetyków radzieckich na temat zmiany obowiązujących wytycznych okresowego przeprowadzania remontów wyłączników.

- 500* 621.316.57.064.22 D1
Hubert H.: **Przyczynki teoretyczne i doświadczalne do możliwości zastosowania ponownego samoczynnego włączania.** „Contribution théorique et expérimentale aux possibilités d'application du réenclenchement automatique des disjoncteurs.“ Bull. AIM, Liège, mies., Nr 11, list. 51, s. 573; B5, 21 str., 2 rys., 8 wykr., 1 tabl., 37 poz. bibl. — Teoretyczne uzasadnienie możliwości samoczynnego ponownego włączania w sieciach wysokiego napięcia z zachowaniem trzech warunków: natychmiastowego usunięcia przerwy, dejonizacji przerwy łukowej. Zatrzymanie synchronizmu po włączeniu. Zestawienie wyników w formie nomogramów oraz przykłady ich zastosowania. Potwierdzenie wyników teoretycznych doświadczeniami przeprowadzonymi na sieci normalnej oraz sieci doświadczalnej. Konkluzje ogólne co do zakresu stosowania nomogramów. Liczna bibliografia związana z zagadnieniem.

Regulacja

- 501* 621.316.718:621.316.5 D1
Montgomery T. B., Bloodworth T. H.: **Koordinacja aparatury sterującej silników wysokiego napięcia z aparaturą rozdzielczą.** „High-voltage motor controllers coordinated with distribution switchgear.“ Trans. amer. Inst. electr. Engrs., New York, t. 70, cz. 2, 1951, s. 1354; A4, 7,2 str., 5 fot., 5 rys., 3 wykr., 3 tabl., 5 poz. bibl. — Sposób znamiennowania wyłączników i styczników w oparciu o normy amerykańskie NEMA. Różne zestawienia aparatury sterującej i rozdzielczej do bezpośredniego rozruchu silników. Porównanie styczników olejowych z powietrznymi. Zalety powietrznych styczników i wyłączników nad olejowymi.

Urządzenia zabezpieczające

- 502* 621.316.13:621.316.9 D1
Dietsch M.: **Zabezpieczenie urządzeń francuskiej sieci energetycznej.** „Protection des installations du réseau de transport d'énergie électrique de France.“ Bull. AIM, Liège, mies., Nr 6, czerw. 51, s. 331; B5, 18 str., 3 poz. bibl. — Charakterystyka ogólna francuskiej sieci energetycznej oraz systemów zabezpieczeń linii najwyższego i wysokiego napięcia, transformatorów i podstacji. Statystyka zakłóceń w latach 1947—49 oraz analiza porównawcza wyników uzyskanych z różnymi typami zabezpieczeń. Obecne tendencje w zakresie zabezpieczeń linii 220, 150 i 60 kV oraz transformatorów 220/150. Wskazówki eksploatacyjne oraz uwagi dotyczące konserwacji urządzeń zabezpieczających.

- 503* 621.316.13:621.316.9(73) D1
Evrard E.: **Przegląd amerykańskich sposobów zabezpieczania urządzeń elektrycznych.** „Aperçu des méthodes américaines en

matière de protection du matériel électrique". Bull. AIM, Liège, mies., Nr 7/8/9 lip.—wrzes. 51, s. 423; B5, 18 str., 2 fot., 5 rys., 1 wykr. — Sposoby i tendencje w zabezpieczaniu przed przeciążeniami, przepięciami i przegrzaniem prądnic, transformatorów, rozdzielni, podstacji oraz linii wysokiego napięcia. Opis urządzeń zabezpieczających, schematy połączeń, dane techniczne i sposoby konserwacji.

504* 621.316.925 D1
Bikienin I. Ch., Nikitski W. Z.: **Przełącznik indukcyjny niedomiarowo-częstotliwościowy**. „Indukcionnoje riele poniżenja czastoty”. Elektr. Stancji, Moskwa, mies., Nr 5, maj 52, s. 47; A4, 2 str., 1 rys., 2 wykr. — Konstrukcja prototypu indukcyjnego przełącznika podczęstotliwościowego opracowanego przez autorów artykułu. Sposób uzyskania niezależności częstotliwości rozruchu od napięcia. Dobór elementów przełącznika. Wyniki badania prototypu.

505* 621.316.925:621.3.014.3:621.316.57 D1
Rozenknop M. P., Czernin A. B.: **Zabezpieczenie i jednofazowe SPZ przy zwarciach dwufazowym i doziemnym**. „Rielejnaja zaszcita i fazy na ziemi”. Elektr. Stancji, Moskwa, mies., Nr 3, marz. 52, s. 33; A4, 5,5 str., 5 rys., 2 wykr., 5 poz. bibl. — Współpraca zabezpieczenia nadprądowego i urządzenia jednofazowego SPZ przy zwarciach dwufazowych i doziemnych w liniach zasilanych jednostronnie. Wykonanie zabezpieczenia i urządzenia SPZ na początku i końcu linii. Prądy i napięcia przy zwarcu dwufazowym i jednoczesnym przerwaniu jednej fazy linii zasilanej jednostronnie.

506* 621.316.925:621.313.322 D1
Dubowicki A. K.: **Praca różnicowego poprzecznego zabezpieczenia generatora przy podwójnym zwarcu z ziemią uzwojenia wirnika**. „Rabota differencjalnoj popierecznoj zaszcity gienieratora pri dwojnom zamykanji na ziemi obmotki rotora”. Elektr. Stancji, Moskwa, mies., Nr 12, grud. 52, s. 50; A4, 1 str. — Charakterystyka pracy prądnicy typu T2-25-2 przy uszkodzonej izolacji wirnika. Zabezpieczenia wirnika od podwójnego zwarcia z ziemią. Przypadek zadziałania poprzecznego, różnicowego zabezpieczenia prądnicy przy podwójnym zwarcu doziemnym w uzwojeniu wirnika i jego analiza.

507* 621.316.13:621.316.925(494) D1
Jean-Richard Ch.: **O technice przełącznikowej w Szwajcarii**. „De la technique des relais en Suisse”. Bull. AIM, Liège, mies., Nr 7/8/9, lip.—wrzes. 51, s. 447; B5, 13 str., 2 rys., 2 wykr. — Historyczny przegląd rozwoju zabezpieczeń szwajcarskich linii napowietrznych 45 i 150 kV oraz obecny stan przełącznikowych urządzeń zabezpieczających. Przykłady zadziałania urządzeń podczas zakłóceń w sieciach i urządzeniach. Zabezpieczenia typowe prądnic, kotłowni, linii i kabli przyłączonych do sieci 380 V i 16 kV. Sposoby zabezpieczania transformatorów 45 i 150 kV. Szczegóły budowy i działania nowego przełącznika stosowanego do zabezpieczeń linii 65 i 150 kV.

508* 621.315.051.2:621.316.925.4 D1
Mielnikow, Czernibrowow, Czerniejew: **Przełącznik blokujący dla polepszenia zabezpieczenia długich linii 220 kV**. „Blokirujuszczie riele dla uluczczenja zaszcity dlinnych linii 220 kV”. Elektr. Stancji, Moskwa, mies., Nr 10, paźdz. 52, s. 48; A4, 3,5 str., 2 rys., 5 wykr. — Analiza pracy zabezpieczeń odległościowych linii długich przy jednofazowym SPZ. Zależność oporności mierzzonej przez organ odległościowy od stosunku napięć na początku i na końcu linii. Charakterystyka nowego przełącznika blokującego o zmiennej oporności rozruchowej, nie reagującego na prąd obciążenia i kołysania przy pracy dwufazowej.

509* 621.316.925.43 D1
Sinkow W. M., Jegorow J. W., Polakowa N. A.: **Schematy zabezpieczeń zasilanych prądem zmiennym**. „O schiemach zaszcity na pieriemennom operatiwnom tokie”. Elektr. Stancji, Moskwa, mies., Nr 8, sierp. 52, s. 41; A4, 2 str., 1 rys. — Analiza pracy stosowanych dotychczas w ZSRR zabezpieczeń nadprądowych zasilanych z przekładników i ich wady. Charakterystyka ulepszonych układów zabezpieczeń nadprądowych zasilanych prądem zmiennym. Wyniki badań laboratoryjnych nowych układów.

510* 621.316.925.43.001.5 D1
Protasow A. W.: **Doświadczenia zastosowania przełącznika z szybko nasycającym się przekładnikiem**. „Iz opyta wniedrienja riele s bystronasyczczajuszczimsia transformatorom”. Elektr. Stancji, Moskwa, mies., Nr 5, maj 52, s. 60; A4, 1 str., 1 fot., 2 rys. — Konstrukcja metalowej podstawki pod przełączniki prądowe z szybko nasycającymi się przekładnikami produkcji radzieckiej.

Zmiana parametrów uzwojeń przekładnika i przekładnika przy zastosowaniu podstawki metalowej. Metodyka regulacji przekładników nadprądowych z szybko nasycającym się przekładnikiem

Miernictwo elektryczne

511* 621.317.32:532.59:534.154-14 D1
Oesterlin W.: **Przyrząd do pomiaru lub rejestracji wahań poziomu wody**. „Gerät zur Messung oder Registrierung von Wasserspiegel-Schwingungen”. Arch. techn. Messen, München, mies., Nr 202, list. 52, s. 241; A4, 4 str., 4 fot., 5 rys., 3 wykr., 11 poz. bibl. — Analogie między przepływem gazów i płynów. Elektryczno-mechaniczna metoda pomiaru wahań poziomu wody (pomiar przewodności elektrod zanurzonych w wodzie). Nadajnik elektryczny układu pomiarowego. Oscylografowanie przebiegów wahań zwierciadła wody. Układy pomiarowe dla kontroli wahań poziomu przy zastosowaniu różnych częstotliwości nośnych. Oscylogramy pomiarów przy częstotliwości nośnej 2000 Hz. Przyrząd w wykonaniu przemysłowym.

512* 621.317.32.027.3 D1
Böning P.: **Pomiar wysokich napięć przy pomocy pojemnościowego dzielnika napięcia (C — pomiar)**. „Die Messung hoher Wechselspannungen mittels kapazitiver Spannungsteiler (C — Messung)”. Arch. techn. Messen, München, mies., Nr 184, maj 51, s. T 49; A4, 7,5 str., 5 rys., 7 wykr., 12 poz. bibl. — Zagadnienie pomiaru napięć powyżej 30 kV. Przegląd metod pomiarowych (woitomierz elektrostatyczny, amperomierz w połączeniu szeregowym lub równoległym z kondensatorem). Analiza praktycznych układów pomiarowych (transformator w połączeniu równoległym z kondensatorem jako dzielnikiem napięcia lub dławik z oporem omowym i amperomierz, bocznikiem kondensator). Analizy i wektorowe przedstawienie omówionych układów praktycznych w zależności od różnych wartości oporów pozornych.

513* 621.317.32.027.3 D1
Böning P.: **Pomiar wysokich napięć zmiennych za pośrednictwem pojemnościowego dzielnika napięcia (C — pomiar)**. „Die Messung hoher Wechselspannungen mittels kapazitiver Spannungsteiler (C — Messung)”. Arch. techn. Messen, München, mies., Nr 194, marz. 52, s. 61; A4, 2 str., 1 rys., 2 poz. bibl. — Pomiar napięć i prądów z dzielnikiem pojemnościowym przy obciążeniu czynnym. Układ pomiarowy przy obciążeniu indukcyjnym (autotransformator). Wykres wektorowy rozkładu napięć w układzie pomiarowym. Układ pomiarowy przy obciążeniu transformatorem.

514* 621.317.384:621.313 D1
Reinhardt F.: **Pomiar w maszynach elektrycznych poszczególnych strat (z wyjątkiem dodatkowych)**. „Messung der Einzelverluste an elektrischen Maschinen (mit Ausnahme der Zusatzverluste)”. Arch. techn. Messen, München, mies., Nr 202, list. 52, s. 245; A4, 2 str., 3 wykr. — Pomiar i rozdział strat tarcia na straty w łożyskach i o powietrze. Pomiar bezpośredni metodą generatorową. Pomocnicza konstrukcja wykresowa i służąca do rozdziału strat na łożyskowe i powietrzne. Określenie strat obciążenia, strat przejścia i strat na wzbudzenie.

515* 621.317.384:621.313 D1
Reinhardt F.: **Pomiar poszczególnych strat w maszynach elektrycznych (z wyjątkiem strat dodatkowych)**. „Messung der Einzelverluste an elektrischen Maschinen (mit Ausnahme der Zusatzverluste)”. Arch. techn. Messen, München, mies., Nr 201, paźdz. 52, s. 217; A4, 4 str., 2 wykr., 4 poz. bibl. — Rodzaje strat w maszynach elektrycznych (biegu jałowego: w żelazie, tarcie przy obciążeniu; w miedzi, na komutację; strat wzbudzenia). Metody pomiaru poszczególnych strat (silnikowa, generatorowa, z rozbiegu). Pomiar strat w żelazie maszyn prądu stałego, maszyn prądu zmiennego, 1- i 3-fazowych, maszyn synchronicznych, maszyn zwartych przy zastosowaniu wymienionych wyżej metod.

516* 621.317.39:531.768 D1
Wilde H.: **Miernik przyspieszenia**. „Beschleunigungsmesser”. Arch. techn. Messen, München, mies., Nr 201, paźdz. 52, s. 229; A4, 6 str., 8 rys., 2 wykr., 16 poz. bibl. — Podstawowe prawo i znaczenie pomiarów przyspieszenia. Mechaniczne urządzenie pomiarowe. Miernik przyspieszenia granicznego ze wskaźnikiem mechanicznym lub elektrycznym. Podstawy teoretyczne dynamicznego miernika przyspieszenia (równanie ruchu i jego różniczka; analiza przy różnych wartościach masy, tłumienia itp.). Różne typy mierników przyspieszenia (elektryczny z systemem czułym na szybkość, mechaniczne i elektryczne z systemem czułym na przyspieszenie). Mierniki na zasadzie piezoelektrycznej, na zasadzie magnetostrykcji itp. Wzorcowanie mierników przyspieszenia.

- 517* 621.317.39:531.768:531.113 D1
Horn E.: **Pomiar przyspieszenia przez różniczkowanie pomiarów szybkości.** „Beschleunigungsmessung durch Differentiation von Geschwindigkeitmessungen“. Arch. techn. Messen, München, mies., Nr 196, maj 52, s. 103; A4, 2 str., 3 rys., 2 poz. bibl. — Pomiar przyspieszenia na zasadach fizycznych. Elektryczne metody pomiaru, ich zalety. Układ pomiarowy na zasadzie generatorowej. Tachometr na zasadzie prądów wirowych z dodatkowym miernikiem przyspieszenia. Zakres pomiarowy.
- 518* 621.317.39:531.781:677 D1
Oertel F.: **Elektryczny aparat rejestrujący naciąg nici dla maszyn przedzalnicych.** „Elektrischer Fadenzugschreiber für Spinnmaschinen“. Arch. techn. Messen, München, mies., Nr 180, styc. 51, s. T 8; A4, 4 str., 6 fot., 2 rys., 2 poz. bibl. — Przebieg nici w maszynie przedzalnicych pierścieniowej. Naciąg nici przy rozwijaniu ze szpuli. Możliwości pomiaru naciągu nici. Elektryczny przyrząd do rejestracji naciągu nici (układ kompensacyjny, układ bolometryczny). Diagramy przebiegu, napięcia nici w zależności od wypełnienia szpuli i średnicy zwoju nici. Zagadnienie cechowania urządzenia. Znaczenie stosowania rejestrującego przyrządu elektrycznego dla technologii procesu przędzenia.
- 519* 621.317.39:621.3.082.744:531.772 D1
Richter B.: **Miernik prędkości obrotowej na zasadzie prądów wirowych.** „Wirbelstrom-Drehzahlmesser“. Arch. techn. Messen, München, mies., Nr 186, lip. 51, s. T 75; A4, 3,5 str., 2 rys., 3 wyk., 16 poz. bibl. — Ogólna charakterystyka mierników prędkości obrotowej. Miernik na zasadzie prądów wirowych, wzbudzanych przez wirujący magnes trwały w cylindrze aluminiowym. Budowa i elementy miernika. Obliczenie momentu napędowego miernika z uwzględnieniem wymiarów części i głębokości cylindra aluminiowego. Spółczynnik jakości, wartości momentów (napędowego i tarcia) i inne dane techniczne miernika. Uchyb, spowodowany zmianami temperatury i jego kompensacja przy pomocy tarczy z thermopermu. Specjalne odmiany mierników.
- 520* 621.317.39:621.317.78 D1
Oesterlin W.: **Przekształtnik do pomiaru mocy mechanicznej, momentu obrotowego i prędkości obrotowej dla większych prędkości obrotowych.** „Ein Wandler zur Messung der mechanischen Leistung, des Drehmoments und der Drehzahl für grössten Drehzahlbereich“. Arch. techn. Messen, München, mies., Nr 193, lip. 52, s. 147; A4, 4 str., 7 rys., 2 wyk., 11 poz. bibl. — Pomiar mocy mechanicznej przy zastosowaniu metody elektrycznej (2 generatory na wale). Zasada pomiaru. Układ zastępczy. Charakterystyka pomiaru. Kompletny układ pomiarowy ze wzmacniaczem lampowym. Wzorcowanie urządzenia. Wyznaczanie punktu zerowego. Dokładność metody. Wytyczne budowy.
- 521* 621.317.39:662.61:545.79:546.21 D1
Naumann A.: **Prosty magnetyczny miernik tlenu.** „Ein einfacher magnetischer Sauerstoffmesser“. Arch. techn. Messen, München, mies., Nr 197, czerw. 52, s. 123; A4, 4 str., 4 fot., 3 rys., 8 wyk., 3 poz. bibl. — Techniczne znaczenie pomiarów zawartości tlenu w spalalinach (przy spalaniu węgla i innych materiałów palnych). Zasada budowy przyrządu pomiarowego (wykorzystanie magnetycznych właściwości cząsteczek tlenu). Mierniki ilości tlenu o druciku cieplnym. Budowa przyrządu pomiarowego, jego elementy i właściwości. Przyrząd w wykonaniu przemysłowym. Szkodliwe wpływy (zmiana temperatury otoczenia, ciśnienia, przewodności cieplnej itp.). Analiza uchybów wywołanych przez wymienione parametry.
- 522* 621.317.39.083.72:621.315.1.027.3 D1
Bychowski J. L.: **Pomiary na linii pod napięciem metodą impulsową.** „Impulsnyje izmierienja linii nachodiaszczichsia pod napriazheniem“. Elektr. Stancji, Moskwa, mies., Nr 3, marz. 52, s. 45; A4, 1,5 str., 3 rys. — Analiza charakteru szumów na linii wysokiego napięcia. Schemat i zasada działania przyrządu do pomiaru stanu linii wysokiego napięcia przy zastosowaniu impulsów wielkiej częstotliwości. Podłączanie przyrządu do linii.
- 523* 621.317.7:621.317.32:621.317.45:621.357 D1
Farr H. K., Wilson W. R.: **Kilka zastosowań technicznych elektrolitycznego analizatora pól.** „Some engineering applications of the electrolytic field analyzer“. Trans. amer. Inst. electr. Engrs., New York, t. 70, cz. 2, 1951, s. 1301; A4, 8,5 str., 1 fot., 8 rys., 3 tabl., 17 poz. bibl. — Zasada działania elektrolitycznego analizatora do badania pól potencjalnych. Analizator zasilany jest częstotliwością ok. 1000 Hz, jako elektrolitu używa się wody wodociągowej. Odzworowanie za pomocą analizatora pól elektrolitycznych, magnetycznych i cieplnych. Szerokie możliwości stosowania analizatora przy obliczeniach elektromagnetycznych, cieplnych, mechanicznych i wentylacyjnych maszyn elektrycznych.
- 524* 621.317.7:621.394.646 D1
Moeller F.: **Stopień wzmocnienia elektrycznych wzmacniaczy pomiarowych.** „Verstärkungsgrad elektrischer Messverstärker“. Arch. techn. Messen, München, mies., Nr 187, sier. 51, s. T 94; A4, 4 str., 4 rys., 1 tabl., 29 poz. bibl. — Podniesienie czułości przyrządów pomiarowych przy pomocy wzmacniaczy. Lampowy wzmacniacz mocy. Określenie jego stopnia wzmocnienia. Lampowy wzmacniacz prądu zmiennego — zestawienie artykułów drukowanych w ATM; dane znamionowe wzmacniaczy produkcji niemieckiej i Philipsa. Wzmacniacz prądu stałego. Wzmocnienie prądu stałego wzmacniaczem prądu zmiennego. Inne wzmacniacze pomiarowe (magnetyczny, transitor, świetlny, elektryczny, bolometryczny itp.). Pomiar wzmocnienia.
- 525* 621.317.7.082.62 D1
Roth K.: **Przyrządy pomiarowe o taśmie bimetalowej.** „Bimetal-messgeräte“. Arch. techn. Messen, München, mies., Nr 196, maj 52, s. 117; A4, 2 str., 5 rys., 8 poz. bibl. — Zastosowanie przyrządów o taśmie bimetalowej do pomiarów prądu, napięcia oraz mocy. Właściwości przyrządów. Zasada działania różnych układów spiral bimetalowych. Moment napędowy, wychylenie. Połączenie mechanizmu pomiarowego jako miernika prądu i mocy.
- 526* 621.317.7.088.3 D1
Moeller F.: **Czułość i podwyższenie czułości w elektrycznych przyrządach pomiarowych (mechaniczny, pomiarowe, wzmacniacz i prostownik).** „Empfindlichkeit und Empfindlichkeitsteigerung bei elektrischen Messgeräten (Messwerke, Verstärker und Gleichrichter)“. Arch. techn. Messen, München, mies., Nr 185, czerw. 51, s. T 68; A4, 2 str., 2 rys., 7 poz. bibl. — Definicja czułości. Zestawienie czułości prądowej i napięciowej różnych przyrządów elektromagnetycznych i magnetoelektrycznych. Zużycie własne przyrządów. Czułe pomiary prądu stałego i zmiennego. Podwyższenie czułości przy pomiarach prądu stałego.
- 527* 621.317.755 D1
Classen R., Gundlach F., Lentze F.: **Metoda stojącego obrazu do jednoczesnego zobrazowania wielu przebiegów na jednostrumieniowym oscylografie elektronowym.** „Ein Bildrasterverfahren zur gleichzeitigen Abbildung mehrerer Vorgänge mit den Elektronen Einstrahl-Oszillographen“. Arch. techn. Messen, München, mies., Nr 188, wrzes. 51, s. T 106; A4, 2 str., 3 fot., 2 rys. — Schemat ideowy oscylografu jednostrumieniowego. Specjalne właściwości metody. Wytworzenie impulsów (układ nadający impulsy). Diagramy charakterystyk tetrody przy różnym tle ekranu.
- 528* 621.317.787.2:621.316.925 D1
Rostienko B. A.: **Urządzenie do pomiaru czasu zadziałania przekąźników i aparatury.** „Ustrojstwo dla izmierienij wriemieni sra-batywanja riele i apparatury“. Elektr. Stancji, Moskwa, mies., Nr 9, wrzes. 52, s. 59; A4, 1 str., 2 rys. — Schemat, konstrukcja i zasada działania uniwersalnego urządzenia do pomiaru czasu działania przekąźników w warunkach eksploatacyjnych. Wykonywanie pomiarów czasów działania wyłączników przekąźników z stykami różnych typów.
- Kondensatory**
- 529* 621.319.49.002.2 D1
Chevalier H.: **Budowa i instalowanie kondensatorów statycznych częstotliwości przemysłowej.** „Construction et installation des condensateurs statiques à fréquence industrielle“. Bull. AIM, Liège, mies., Nr 10, paźdz. 51, s. 525; B5, 41,5 str., 21 fot., 5 rys., 8 wyk., 4 tabl., 24 poz. bibl. — Budowa i przebieg nowoczesnej produkcji kondensatorów statycznych o pojemności do 1000 kVar. Opis produkcji części składowych i ich montaż w instalacjach wysokiego i niskiego napięcia. Postęp zrealizowany na odcinku jakości papieru, aluminium, płynów impregnujących oraz zmniejszenia ciężaru. Metody kontroli produkcji, uzasadnienie teoretyczne, schematy, wykresy, obliczenia, przykłady. Wpływ temperatury na starzenie. Wskazniki dla użytkowników dotyczące montażu, zabezpieczeń, konserwacji i inne.

Niniejszy Przegląd Bibliograficzny zawiera jedynie część analiz dokumentacyjnych publikacji z zakresu elektrotechniki. Pełna dokumentacja ukazuje się w postaci kart dokumentacyjnych, wydawanych przez Centralny Instytut Dokumentacji Naukowo-Technicznej (Warszawa, Al. Niepodległości 188). CIDNT przyjmuje prenumeratę kart dokumentacyjnych, która może obejmować zarówno całą dokumentację naukowo-techniczną, jak i działy lub poszczególne zagadnienia i tematy techniczne.

CIDNT wykonuje za zwrotem kosztów fotokopie i mikrofilmy publikacji objętych Przeglądem Dokumentacyjnym jak i kartami dokumentacyjnymi.

Wydawnictwa nadesłane

MINISTERSTWO PRZEMYSŁU MASZYNOWEGO. Centralny Zarząd Zbytu. **OSPRZĘT SIECIOWY TRAKCYJNY.** Katalog J-7, Październik 1952. Format A5, str. 73. — Spis rzeczy: Przewody jezdne. Uchwyty. Zaciski. Złączki. Wieszaki. Izolatory do poziomej izolacji sieci. Izolatory do pionowej izolacji sieci. Tłumiki drgań. Przerywacze prądu. Rozjazdy. Łączniki szynowe. Odbieraki prądu. Pałaki do odbieraków ślizgowych.

MINISTERSTWO PRZEMYSŁU MASZYNOWEGO. Centralny Zarząd Zbytu. **KATALOG OSPRZĘTU TELETECHNICZNEGO.** 1952. Format A5, str. 116. — Spis rzeczy: Trzony proste wygięte i hakowane skrośne. Haki izolatorowe do muru, z gw. do drzewa, widlice dachowe i haki podwójne. Poprzeczniki proste i wygięte. Różny osprzęt teletechniczny luźny. Różny osprzęt teletechniczny kompletny. Słupolazy.

CENTRALA HANDLOWA PRZEMYSŁU ELEKTROTECHNICZNEGO. CZĘŚCI ŁĄCZNIK TELEFONICZNYCH. Katalog T-6, Lipiec 1952. Format A5, str. 160. — Spis rzeczy: Gniazdniki i ich części. Listwy i ich części. Wtyczki łączeniowe. Sznury łącznicowe. Przełączniki. Przekładniki. Wybieraki. Induktory, przetwornice, maszyny sygnałowe. Oporniki. Łączówki lutownicze. Zabezpieczenia. Pozostałe części łącznik telefonicznych.

TERMAN F. E. prof. RADIOTECHNIKA. Tom II. 1952, Warszawa, Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Format A5, str. 1323, cena zł 37,50. — Spis rzeczy: Modulacja. Detektory i układy przemiany. Źródła energii zasilającej lampy. Szumy własne i specjalne układy lampowe. Propagacja fal elektromagnetycznych. Anteny. Nadajniki i odbiorniki radiowe, systemy radiokomunikacyjne. Radar (radiolokacja) i radionawigacja. Telewizja. Elektroakustyka i urządzenia elektroakustyczne.

TYMCZASOWE PRZEPISY BEZPIECZEŃSTWA I HIGIENY PRACY DLA DZIAŁÓW CIEPLNYCH ELEKTROWNI I SIECI PRZEWODÓW CIEPLNYCH. Praca zbiorowa. Biblioteka Ochrony Pracy. 1952, Warszawa, Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Format A5, str. 120, rys. 25, cena 8 zł. — Spis rzeczy: Wstęp. Zakres i sposób stosowania niniejszych przepisów. Wykaz norm, przepisów i instrukcji związanych. Ogólne przepisy bezpieczeństwa i higieny pracy. Obsługa zespołów kotłowych i urządzeń przygotowujących paliwo. Remont i oczyszczanie urządzeń kotłowych. Obsługa i naprawa urządzeń oddziału maszynowego. Obsługa sieci rurociągów cieplnych. Naprawa rurociągów parowych i przewodów rurowych. Praca w zbiornikach. Praca z przyrządami zawierającymi rtęć. — Informacja wydawcy: Broszura przeznaczona jest dla technicznego personelu kierowniczego i wykonawczego zatrudnionego w cieplnych elektrowniach.

SKIBICKI WACŁAW, mgr. SŁOWNIK TECHNICZNY ANGIELSKO-POLSKI. Wyd. II przerobione i rozszerzone. 1952, Warszawa, Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Format A5, str. 672. — Słownik zawiera ponad 40 000 pojęć z podstawowych dziedzin techniki i nauki. — Z przedmowy wydawcy: Praca niniejsza jest drugim przerobionym i znacznie rozszerzonym wydaniem „Słownika technicznego angielsko-polskiego”, opracowanego przez mgra W. Skibickiego, wydanego przez PZWS w r. 1947. Nowego opracowania dokonano na podstawie najnowszych źródeł słownikowych, literatury oraz czasopism technicznych, przy życzliwej pomocy szerokiego grona opiniodawców-specjalistów z poszczególnych dziedzin.

STEFANOWSKI BOHDAN, prof. dr inż. CHŁODNICTWO. Wyd. trzecie. 1952, Warszawa, Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Format B5, str. 367, rys. 276, tabl. 70, cena 70 zł. — Spis rzeczy: Wiadomości ogólne. — Teoria chłodziarek. Chłodziarki powietrzne. Chłodziarki parowe. Chłodziarki parowodne. Chłodziarki absorpcyjne amoniakalne. Chłodziarki adsorpcyjne. Konstrukcja chłodziarek. A. Chłodziarki przemysłowe: sprężarki, skraplacze, parowniki, wyposażenie chłodziarek. B. Chłodziarki szafkowe. — Chłodzenie powietrza, cieczy i gazów oraz wyrób lodu. Chłodzenie powietrza. Chłodzenie cieczy. Wyrób lodu. — Plan krążenia czynnika chłodniczego i układ przewodów. — Ochrona od strat zimna. — Chłodziarki w pracy. — Zastosowanie chłodnictwa. — Projektowanie urządzeń chłodniczych. — Obliczenia chłodnicze. — Przedmowa wydawcy: Książka podaje dotychczasowe osiągnięcia techniki chłodniczej w zastosowaniu do konserwacji środków żywności, do budowy lodowisk, do potrzeb szpitalnictwa i klimatyzacji. Omawia podstawy teoretyczne, konstrukcję i działanie urządzeń chłodniczych; zawiera również materiał do projektowania i obliczania chłodziarek oraz wskazówki dotyczące technicznego odbioru chłodziarek. Książka jest przeznaczona dla inżynierów i techników.

MOROZ ANSGARY mgr inż. mech., ANKIEWICZ ANDRZEJ inż. mech. ROZWIERTAKI. 1952, Warszawa, Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Format B5, str. 103, rys. 96, tabl. 19 + XVI, cena zł 14,50. — Spis rzeczy: Wstęp. Konstrukcja rozwiertaków. Geometria ostrza. Rozwiertaki zdzieraki. Rozwiertaki wykańczające. Rozwiertaki specjalnego przeznaczenia. Wykonanie rozwiertaków. Ostrzenie rozwiertaków. Materiały na rozwiertaki. Uwagi o pracy rozwiertaków. Wykaz piśmiennictwa. — Informacja wydawcy: Książka ta zawiera podstawowe wiadomości z zakresu pracy, konstrukcji i wykonania rozwiertaków. Przeznaczona jest dla konstruktorów narzędzi jak również dla mistrzów i techników przemysłu maszynowego.

FELGENTRAEGER W. WAGI WYSOKIEJ DOKŁADNOŚCI. KONSTRUKCJA, WAŻENIE I ODWAŻNIKI. Tłum. mgr inż. A. Richter. Biblioteka Meteorologiczna Głównego Urzędu Miar. 1952, Warszawa, Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Format B5, str. 256, rys. 117, tabl. 5, cena 45 zł. — Spis rzeczy: Wstęp. — Wagi. Zasady konstrukcji. Statyka. Dynamika. Wnioski z teorii. Belka. Osie wieszaki i szalki. Urządzenia do odczytywania. Urządzenia tłumikowe. Wyłączniki. Urządzenia do wyrównywania małej różnicy mas. Mechanizmy do nakładania i zamiany obciążeń. Szafka. Opis wykonanych wag. — Ważenie. Ustawienie, regulacja, wyznaczenie błędów i statych wag. Ważenia i metody ważen. — Odważniki. — Zakończenie. — Tablice. — Informacja wydawcy: Książka zawiera teoretyczne podstawy ważenia i konstrukcji dokładnych wag, rozpatruje w sposób systematyczny części konstrukcyjne wag i materiały na nie stosowane, omawia regulację wag i daje przegląd typów wag laboratoryjnych. W książce omówione są również dokładne metody ważenia i stosowane odważniki. Książka jest przeznaczona dla konstruktorów, konserwatorów i użytkowników wag laboratoryjnych wysokiej dokładności.

PRZEGŁĄD TECHNICZNY, organ główny NOT, nr 9/53, zawiera następujące artykuły: Gajewski D. Inżynierowie i technicy — naprzd na pierwszą linię walki o wykonanie narodowego planu gospodarczego. — Trawiński A. O lepszą gospodarkę materiałami w budownictwie. — Zajbert M. Przodująca technika i industrializacja w budownictwie polskim i jej najbliższe perspektywy rozwojowe. — Goryński J. Typizacja

w projektowaniu budownictwa. — Szopa M. Ucieplnienie. — Heler K. Tarcze czy taśmy. — Sosiński R. Rewolucjonista nauki — Mikołaj Kopernik. — Sprawy organizacyjne NOT i stowarzyszeń. — Wśród książek i wydawnictw. — Kronika. — Biuletyn CINDT. — Przegląd Dokumentacyjny CINDT. — Biuletyn GUM.

Redaktor naczelny inż. Tadeusz Czaplicki. — Wydawca: Naczelna Organizacja Techniczna. — Adres Redakcji i Administracji: Warszawa, Czackiego 3/5, tel. 674-61, wewn. 18. Nakład 6100, ark. wyd. 10,6, ark. druk. 6. Papier ilustr. kl. V, 70 g, — 86 × 122/16. Oddano do składania 29.8.53. Podp. do druku 17.10.53. Druk. uk. 21.10.53. Druk. im. Rewolucji Październikowej, W-wa. Zam. 992c/53. 4-B-20918.

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWA TECHNICZNE

Nowości wydawnicze

- Cynowanie galwaniczne.** Tłum. z ang. K. Tarnowski. 1953, s. 32, zł 2.40
- Elastomery i plastomery. Tom. III — Badania i analiza oraz własności w układzie tabelarycznym.** Tłum. z ang. zespół. 1953, s. 155, zł 22.— (w oprawie)
- KĄDZIAŁKO S.: Fundamentowanie.** 1953, s. 166, zł 18.50
- KLICH P.: Filtry próżniowe i ich obsługa.** 1953, s. 59, zł 4.50
- KOTARSKI Z.: Trzcina i jej zastosowanie w budownictwie.** 1953, s. 92, zł 6.50
- MAZUR M.: Elektryczne urządzenia grzejne.** 1953, s. 378, zł 36.50 (w oprawie)
- MOSZYŃSKI W.: Wykład elementów maszyn. Część I. Połączenia.** Wyd. 3 przejrane i uzupełnione. 1953, s. 364, zł 32.—
- NOWICKI W.: Zasady teletransmisji przewodowej.** Tom I. 1953, s. 414, zł 39.50 (w oprawie)
- PASZKOWSKI B., HENNEL J.: Lampy elektronowe** 1953, s. 303, zł 33.10 (w oprawie).
- PASZCZENKO N. E.: Współczesne metody montażu instalacji ogrzewczych i sanitarnych w domach mieszkalnych.** Tłum. z ros. I. Rozenberg. 1953, s. 75, zł 5.10
- PRZEGALIŃSKI S.: Katalog stali konstrukcyjnych** Wyd. 2 poprawione. 1953, s. 124, zł 11.—
- SCHWERTFEGER W.: Technika pomiarów elektrycznych.** Tom II. Tłum. z niem. A. Szulce, 1953, s. 260, zł 17.20
- ŚMIAŁOWSKI M.: Podstawy chemii fizycznej.** 1953, s. 260, zł 12.—
- SOLECKI T.: Zakłady kąpielowe. Projektowanie i budowa.** 1953, s. 128, zł 9.70
- SZPOR S.: Ochrona odgromowa.** Tom I. 1953, s. 410, zł 51.50 (w oprawie)
- WALIDUDA A.: Ogólne wiadomości o nałacie.** 1953, s. 88, zł 5.50

Książki wydane poprzednio

- ALEKSIEJEW A. E.: Konstrukcja maszyn elektrycznych.** Tłum. z ros. W. Pełczewski. 1953, s. 374, zł 59.50 (w oprawie)
- ANTONIEWICZ J.: Materiałoznawstwo elektryczne.** 1952, s. 354, zł 22.— Zatwierdzone do użytku szkolnego przez CUSZ
- DOBRSKI J., POPPE J., RUCIŃSKI J.: Aparaty rentgenowskie. Instalacja, obsługa, konserwacja.** 1953, s. 132, zł 8.—
- GROSKOWSKI J.: Technologia wysokiej próżni.** 1953, s. 348, zł 36.— (w oprawie)
- JELLONEK A.: Miernictwo radiotechniczne.** Wyd. 2 przerobione i rozszerzone. 1952, s. 410, zł 59.50 (w oprawie)
- KACEJKO L.: Sieci elektryczne wysokiego napięcia.** 1952, s. 529, zł 17.50. Zatwierdzone do użytku szkolnego przez CUSZ
- KASSENBERG K., RUCIŃSKI J.: Elementy łączeniowe, sygnalizacyjne i zabezpieczające.** Tom I. 1952, s. 235, zł 22.—
- LIS B.: Liczniki energii elektrycznej. Działanie-Użytkowanie-Instalowanie.** 1953, s. 140, zł 7.50
- ŁANIECKI W.: Półprzewodniki. Część I.** 1951, s. 128, zł 16.— **Przestawniki stykowe. Część 2.** 1953, s. 173, zł 9.60
- Oświetlenie zakładów przemysłowych.** Stowarzyszenie Elektryków Polskich. Polski Komitet Oświetleniowy. 1953, s. 336, zł 20.50
- PIOTROWSKI E.: Montaż szyn elektroenergetycznych.** 1952, s. 117, zł 6.50
- SKONIECZNY M.: Elektryczne przyrządy pomiarowe. Wskazówki właściwego użytkowania.** 1953, s. 100, zł 5.50
- SOCHOR B.: Termometry elektryczne.** 1952, s. 176, zł 21.—
- SYROMIATNIKOW I. A.: Praca silników asynchronicznych.** Tłum. z ros. B. Walentynowicz. 1953, s. 224, zł 23.— (w oprawie)
- WALENTYNOWICZ B., ŻMIGRODZKI W.: Aparaty elektryczne niskiego napięcia,** s. 391, zł 21.50. Zatwierdzone do użytku szkolnego przez CUSZ
- WIERCIAK J.: Kable i przewody.** 1952, s. 261, zł 8.60. Zatwierdzone do użytku szkolnego przez CUSZ.
- WOYNAROWSKI Z., ŻMIGRODZKI W.: Niskonapięciowe wyłączniki przemysłowe.** 1953, s. 212, zł 45.— (w oprawie)
- ZEMBRZUSKI J.: Atlas uzwojeń trójfazowych silników asynchronicznych** 1952, s. 134, zł 12.50
- ŻYSZKOWSKI Z.: Podstawy elektroakustyki.** 1953, s. 682, zł 58.— (w oprawie)

Do nabycia w księgarniach technicznych Domu Książki

W celu najszerzej popularyzacji czytelnictwa i krzewienia umiejętności korzystania z książki technicznej, zwłaszcza wśród nowych kadr przybywających do przemysłu — Państwowe Wydawnictwa Techniczne wydają biuletyn pod nazwą „Książka Techniczna”, przeznaczony dla fabryk, związków zawodowych, bibliotek, klubów technicznych i racjonalizacji, urzędów, instytucji.

Biuletyn „Książka Techniczna” zawiera dokładne informacje o treści i cechach wydawniczych książek PWT., które ukazały się ostatnio w sprzedaży księgarskiej oraz o książkach, których

ukazanie przewiduje się w najbliższej przyszłości; zawiera ponadto recenzje dotyczące niektórych książek uprzednio wydanych, część artykułową i informacyjną oraz dział poradnictwa czytelniczego.

Biuletyn „Książka Techniczna” rozsyłany jest bezpłatnie do fabryk, bibliotek, klubów techniki i racjonalizacji, kół zakładowych NOT, urzędów, instytucji — które zgłoszą do PWT, Warszawa ul. Mazowiecka 2/4, zapotrzebowanie na stałe otrzymywanie biuletynu „Książka Techniczna”.