

H 1271 II
03

PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

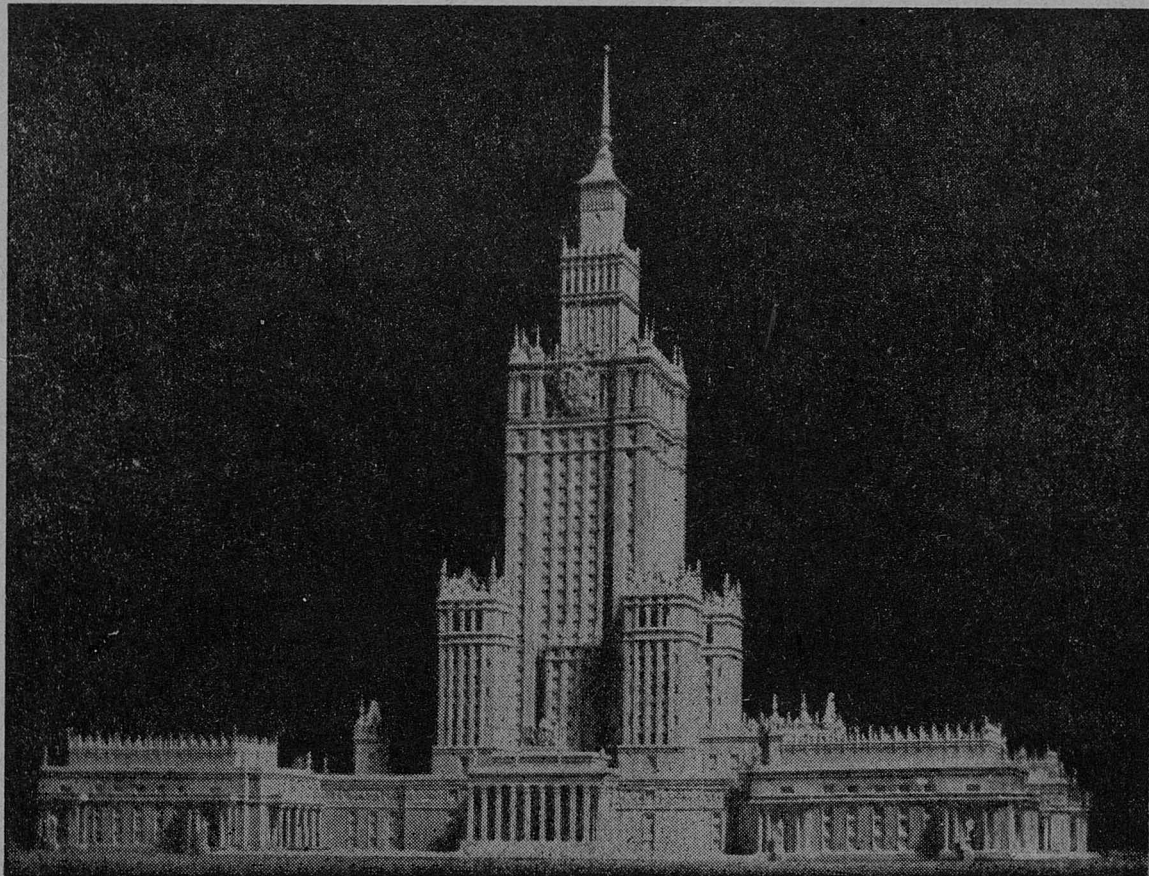
ORGAN

MINISTERSTWA ENERGETYKI, MINISTERSTWA PRZEMYSŁU MASZYNOWEGO,
STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH

A 1271 II
ROK XXVIII

ZESZYT 11

21.XI.1952



Pałac Kultury i Nauki w Warszawie — dar rządu ZSRR



WYDAWNICTWO NACZELNEJ ORGANIZACJI TECHNICZNEJ

SPIS RZECZY

Epokowe budowle ZSRR w dziedzinie hydrotechniki i elektroenergetyki — III.

Andrzejewski S. Radzieckie typowe projekty elektrowni.

Krakowiak S. Elektryfikacja rolnictwa w ZSRR.

Zdralewicz M. Uziemienia ochronne w urządzeniach elektrycznych.

Karasiński Z. Uziemienia ochronne i zerowanie w urządzeniach niskonapięciowych.

Przegląd czasopism:

Urządzenia wysokiej częstotliwości do hartowania powierzchniowego.

Próba ognioszczelnych silników elektrycznych.

Wydawnictwa nadesłane.

Biuletyn Instytutu. Elektrotechniki:

Zależność między liczbą kwasową a liczbą smołową olejów izolacyjnych otrzymanych z ropy naftowej.

Przegląd Bibliograficzny Elektrotechniki.

СОДЕРЖАНИЕ

Великие, знаменующие эпоху, сооружения СССР в области гидротехники и электроэнергетики — III.

Анджеевский С. Советские типовые проекты тепловых электрических станций.

Краковяк С. Электрификация сельского хозяйства в СССР.

Здраlewicz M. Заземляющие устройства для защиты электрических установок.

Карасинский З. Защитные заземления и зануления в установках низкого напряжения.

Обзор журналов:

Индуктор высокой частоты для поверхностной закалки.

Испытание огнебезопасных электрических двигателей.

Поступившие публикации.

Бюллетень Электротехнического Института:

Зависимость между кислотным и смолистым числом изолирующего масла, получаемого из нефти.

Библиографический Обзор Электротехники.

CONTENTS

Outstanding hydro-engineering and electric power constructions in the USSR — III.

Andrzejewski S. Typical electric plant designs in the USSR.

Krakowiak S. Electrification of farming in the USSR.

Zdralewicz M. Protective earthing in electrical installations.

Karasiński Z. Protective earthing and connection to neutral conductors in low-tension installations.

Review of periodicals:

High frequency surface hardening equipment.

Flame-proof electric motor testing.

Publications received.

Bulletin of the Electrotechnical Institute.

Mutual contingency between the acid number and bitumen number of insulating oils obtained from petrol.

Electrotechnical Bibliography Review.

Zmiana warunków prenumeraty czasopism technicznych NOT dla urzędów, instytucji i przedsiębiorstw państwowych

PPK „Ruch” komunikuje, że z dniem 1-go stycznia 1953 r. znosi się prenumeratę kredytowaną.

Wszystkie urzędy, instytucje i przedsiębiorstwa państwowe, które korzystały dotychczas z tej formy prenumeraty, a chcą zapewnić sobie ciągłość otrzymywania czasopism od 1-go stycznia 1953 r., powinny zamówić je w najbliższym urzędzie pocztowym. W tym celu należy opłacić czasopismo z góry najpóźniej do 15-go grudnia r. b.

Urzędy pocztowe nie będą przyjmowały prenumeraty wstecz za okresy ubiegłe; będą ją przyjmowały tylko od najbliższego okresu.

Wszystkie urzędy pocztowe są zaopatrzone w aktualne cenniki i udzielają wyczerpujących informacji.

PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

ORGAN

MINISTERSTWA ENERGETYKI, MINISTERSTWA PRZEMYSŁU MASZYNOWEGO,
STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH

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

Rok XXVIII

Warszawa, 21 listopada 1952 r.

Zeszyt 11

Epokowe budowle ZSRR w dziedzinie hydrotechniki i elektroenergetyki — III¹⁾

Treść. Postęp prac przy budowie elektrowni kachowskiej, Kanału Wołżańsko-Dońskiego łącznie z cymlańską elektrownią wodną oraz dwu elektrowni wodnych na Wołdze — kujbyszewskiej i stalingradzkiej. Opis linii przesyłowej z Kujbyszewa do Moskwy o napięciu 400 kV. Obraz dotychczasowych osiągnięć elektroenergetyki radzieckiej oraz przyszłe drogi jej rozwoju wytyczone w dyrektywach XIX Zjazdu WKP(b).

Великие, знаменующие эпоху, сооружения СССР в области гидротехники и электроэнергетики — III. Развитие работ при постройке Каховской гидроэлектрической станции, Волго-Донского Канала в совокупности с Цимлянкой гидроэлектрической станцией и двух гидроэлектростанций на Волге — Куйбышевской и Сталинградской. Описание линии электропередачи 400 кв из Куйбисева в Москву. Картина достижений советской электроэнергетики до настоящего времени и пути дальнейшего развития согласно директивам XIX Съезда ВКП(б).

Outstanding hydro-engineering and electric power constructions in the USSR — III. Progress made in the construction of the Kakhov electric power plant, Volga - Don canal, including the Cymlansk hydro-electric plant, as well as of two hydro-electric plants on the river Volga at Kuybyshev and Stalingrad. Description of the 400 kV transmission line from Kuybyshev to Moscow. Review of past achievements of Soviet electric power practice and trends of further development as provided for in the directives of the XIX Congress of the All-Russian Communist Party (Bolsheviks)

1. Wstęp.

Józef Stalin wysunął w 1939 r. na XVIII Zjeździe WKP(b) — jako podstawowe zadanie ekonomiczne ZSRR, którego realizacja stanowi najważniejszy warunek przejścia od ustroju socjalistycznego do komunizmu — prześcignięcie głównych krajów kapitalistycznych również pod względem rozmiarów produkcji przemysłowej na głowę ludności. Tylko pod warunkiem wykonania tego wielkiego zadania będą mogły być całkowicie zaspokojone potrzeby Związku Radzieckiego w dziedzinie przedmiotów spożycia i powstanie taka obfitość produktów, że można będzie dokonać przejścia od socjalizmu do komunizmu.

W 1946 r. Stalin w następujący sposób skonkretyzował zadania Związku Radzieckiego i podał wskaźniki rozwoju przemysłowego, które muszą być dla wykonania tych zadań osiągnięte:

„Zamiarem partii jest zorganizowanie nowego, potężnego wzrostu gospodarki narodowej, co umożliwiłoby podniesienie poziomu naszego przemysłu mniej więcej trzykrotnie w porównaniu z poziomem przedwojennym. Musimy dopiąć tego, by nasz przemysł mógł produkować rocznie około 50 mln. ton surowca żelaza, około 60 mln. ton stali, około 500 mln. ton węgla, około 60 mln. ton ropy naftowej. Dopiero po wykonaniu tego warunku będziemy mogli powiedzieć, że nasza ojczyzna jest zabezpieczona przed wszelkimi ewentualnościami. Będzie to chyba wymagało trzech nowych pięcioletek, jeśli nie więcej. Ale wykonać to możemy i musimy“.

Wśród wielkich robót przewidzianych w planie Stalinskim jedno z czołowych miejsc zajmuje dalszy rozwój gospodarki energetycznej ZSRR, przede wszystkim rozwój elektroenergetyki. Obecnie Związek Radziecki produkuje przeszło 100 mld. kWh energii elektrycznej rocznie, przy czym tempo wzrostu tej produkcji zwiększa się z każdym rokiem, wyprzedzając tempo rozwoju innych gałęzi przemysłu. Aby wykonać podstawowe zadania ekonomiczne dla przejścia od socjalizmu do komunizmu, Związek Radziecki musi produkować rocznie przynajmniej 250 mld. kWh. ZSRR wkracza w nowy etap elektryfikacji kraju, wyzyskując olbrzymie zasoby energetyczne swych ogromnych rzek. Zasoby te są prawie

dwukrotnie większe, niż zasoby energii wodnej rzek USA, Kanady, Francji i Niemiec razem wziętych.

Decyzja Rady Ministrów ZSRR o przystąpieniu do wznoszenia nowych wielkich budowli komunizmu została powzięta w drugiej połowie 1950 r., ostatniego roku pierwszej pięcioletki powojennej. Realizacja budowli i urządzeń obecnie wznoszonych ma zatem już prawie 2-letnią historię.

2. Kachowska elektrownia wodna²⁾.

Roboty przy budowie tej elektrowni (moc 250 MW), która ma obrócić kraj posuchy (południe Ukrainy i północ Krymu) w kraj urodzaju, są już rozpoczęte w dużej skali.

Na obszarze budowy nad Dnieprem powstało miasto Nowa Kachówka jako wielki warsztat do obsługi prac budowlanych, zbudowano lokalną ciepłownię, doprowadzono energię elektryczną linią z Krzywego Rogu (140 km), doprowadzono linię kolejową z Fedorówki (154 km), ukończono studia w terenie i rozpoczęto roboty ziemne pod gmach elektrowni przeważnie metodą hydromechaniczną.

W końcu 1952 r. mają być rozpoczęte roboty betonowe przy budowie zapory, do czego będą wybudowane dwie zautomatyzowane betonownie o wydajności łącznej 4000 m³ betonu na dobę.

3. Kanał Wołża-Don.

Budowa tego kanału, który był ostatnim do wykonania elementem w olbrzymiej sieci dróg wodnych, łączących 5 mórz na północy i południu ZSRR, została rozpoczęta jeszcze przed ostatnią wojną światową, a wznowiona w ramach pierwszej pięcioletki powojennej 1946 — 50. Wobec silnie rozwiniętego tempa i wysokiego stopnia mechanizacji robót pierwotnie przewidywany termin wybudowania tej drogi wodnej uległ skróceniu o 2 lata, to jest do końca r. 1951, oddanie zaś do ruchu kanału i cymlańskiej elektrowni wodnej wyznaczono na połowę r. 1952. Terminy te zostały dotrzymane: 10 lipca tego roku odbyło się oficjalne przyjęcie urzędów tej wielkiej budowli, której nadano nazwę „Wołżańsko-Doński Kanał Żeglowny im. Włodzimierza Iljicza Lenina“. Z okazji tej uroczystości stwierdzono wykonanie następujących wielkich robót w latach 1949 — 1952³⁾:

a) Wołżańsko-Doński Kanał Żeglowny długości 101 km z trzynastu śluzami żeglownymi, trzema pompow-

²⁾ Por. *Elektrichestwo*, 1952, z. 7, str. 3-4.

³⁾ Dokładną mapkę, ilustrującą niniejsze wyszczególnienie, czytelnik znajdzie w PE, 1951 r., z. 10, str. 396.

¹⁾ Część I ob. w PE, 1950, z. 9/10/11, str. 390-394; część II w PE, 1951, z. 10, str. 394-397.

Dalsze źródła: 1) S z a r o w I. Wołgo-Donsoj kanał i jego narodnochozjaistwienne znaczenie (Bolszewik, 1952, nr 8, str. 27-36). — 2) A c h u t i n A. Kujbyszewskaja i Stalingradskaja gidroelektrostanecij — wieliczajszye sooruzhenija stalingradzkiej epochi (Planowoje Chozjaistwo, 1952, 1, str. 16-28). — 3) L o g i n o w F. G. Itogi pierwowogo goda stroitelstwa stalingradzkoj gidroelektrostanecij (Gidrotechnicz. Stroit., 1952, 1, str. 1-4).

niami, trzynastu zaporami wodnymi i groblami, siedmiu śluzami do przepuszczania wody, dwiema przegrodami remontowymi, ośmiu mostami oraz licznymi promami, przystaniami i biegnącą wzdłuż kanału autostradą długości 100 km;

b) cymlański układ wodny, składający się z zapory ziemnej długości 12,75 km, przepustowej zapory betonowej długości 495,5 m, elektrowni wodnej o mocy 160 MW i rocznej produkcji energii 460 mln. kWh, dwóch śluz żeglownych, kanału żeglownego pomiędzy śluzami długości 40,9 km, portu wejściowego, głównej sieci nawadniającej oraz linii kolejowej i szosy na zaporze;

c) kanał doński nawadniający główny, biegnący od zapory cymlańskiej do dolnodońskiego kanału rozdzielczego, długości 27 km oraz kanały rozdzielcze dolnodoński i azowski o łącznej długości 165,1 km;

d) nowe linie kolejowe w okolicy cymlańskiego układu wodnego o łącznej długości 174 km.

Realizacja wymienionych budowli i urządzeń hydroenergetycznych pozwala już w pierwszym etapie — w roku 1952 — na nawodnienie 100 tys. ha nawiedzanych przez posuchę ziem w obwodzie rostowskim i zapewni w przyszłości, w przewidzianych w planie terminach, nawodnienie dalszych 650 tys. ha oraz zasilanie wodą 2 mln. ha ziem w nawiedzanych przez posuchę i półpustynnych okręgach obwodów rostowskiego i stalingradzkiego.

Energia elektryczna z cymlańskiej elektrowni wodnej zapewnia, obok zasilania przemysłu, realizację na wielką skalę takich prac w rolnych gospodarkach spółdzielczych i w majątkach państwowych, jak orka elektryczna (w latach 1952 — 53 na obszarach objętych nawodnieniem powstanie 6 stacji elektrotraktorowych) oraz całkowita mechanizacja robót w hodowli i innych gałęziach produkcji rolniczej.

W dniu 27 lipca br. nastąpiło oficjalne otwarcie Wołżańsko-Dońskiego Kanału Żeglownego, jak również oficjalne oddanie do eksploatacji cymlańskiej elektrowni wodnej oraz pierwszych odcinków urządzeń nawadniających, choć już 1 czerwca popłynęły kanałem żeglownym pierwsze statki i w tym samym czasie uruchomiono w elektrowni cymlańskiej pierwszy wielki zespół turbinowy wodno-elektryczny. W dniu 25 sierpnia br., a więc w niespełna 3 miesiące później, uruchomiono trzeci i zarazem ostatni turboset elektrowni cymlańskiej, oddając w ten sposób gospodarce narodowej pełną moc zakładu do dyspozycji. Przystąpiono ponadto do uruchomienia szeregu nowych linii żeglugi rzecznej — statków pasażerskich i towarowych m. in. na szlaku Moskwa — Rostów.

Jak każda większa budowla, tak i budowie Kanału Wołżańsko-Dońskiego stworzyły liczne nowe kadry wysokokwalifikowanych specjalistów na wszystkich szczeblach różnych zawodów technicznych.

O ogromie robót wykonanych w stosunkowo niedługim czasie świadczą m. in. następujące liczby:

prace ziemne (wykopy i nasypy)	152,1 mln. m ³ ,
prace żelbetowe i betonowe	2,96 mln. m ³ ,
prace nad wzmocnieniem stoków obiektów ziemnych	2,9 mln. m ² .

O poziomie technicznym budowy kanału świadczy fakt, że główne prace budowlane były całkowicie zmechanizowane, a prace ziemne w 97%. Ogólnie stopień mechanizacji wszelkich prac na budowie wyniósł ponad 90%. Przy budowie pracowało m. in. 326 koparek, 43 pompy ziemne, 96 spychaczy, 500 traktorów, 4200 samochodów, w tej liczbie 3250 samochodów-wywrotek; poza tym różnego rodzaju dźwigi, przenośniki itp. urządzenia.

Długość zbiornika utworzonego przez zaporę elektrowni cymlańskiej wynosi około 200 km, a jego powierzchnia około 2000 km² przy średniej głębokości wody około 8 m. Całkowita pojemność zbiornika wynosi 21,5 mlrd. m³ przy pojemności regulacyjnej 12,6 mlrd. m³. Przed wybudowaniem kanału 3/4 rocznego przepływu Donu (23 mlrd. m³) uchodziło nieprodukcyjnie do morza Azowskiego w ciągu 2—3 miesięcy wiosennych. Obecnie te wielkie masy wód będą wyzyskane, przy czym na samo nawodnianie gruntów pójdzie rocznie około 5 mlrd. m³ wody dońskiej w obwodach dońskim i stalingradzkim, a

więc w terenach, w których wydajność w okresach nieurodzaju spadała do 4 kwintali zboża z hektara.

Oddanie do ruchu Kanału Wołżańsko-Dońskiego umożliwiła gospodarczo opłacalne włączenie blisko 20 000 kilometrów rzek żeglownych w dorzeczu Wołgi i w okręgu południowo-zachodnim do basenu czarnomorskiego. Tak ogromne możliwości żeglugi śródlądowej stworzyły z kolei ogromne zadania dla przemysłu stoczniowego. Przemysł ten rozporządza obecnie szeregiem nowych typów statków o napędzie dyzlowskim, o mocach silników 450—600—800 k. m. dla statków towarowych oraz 450—600 k. m. dla lekkich statków pasażerskich. Dla pospiesznej komunikacji osobowej na szlaku Moskwa-Rostów przewidziane są wielkie trójpokładowe statki o napędzie dyzlowo-elektrycznym, o mocy silników 2000 k. m., o szybkości 25 km/h; statki te o długości 100 m i wysokości 15 m są przystosowane do przewozu 500 pasażerów w warunkach komfortowych.

Przy budowie Kanału Wołżańsko-Dońskiego oraz cymlańskiego węzła wodnego zastosowano wszystkie najnowsze zdobycze bogatej techniki radzieckiej w zakresie zarówno typów i wydajności różnorodnego sprzętu budowlanego, jak i metod pracy, pomysłów racjonalizatorskich i wynalazków. M. in. na tej budowie wykonano po raz pierwszy w Związku Radzieckim zawieszenie drugiego toru napowietrznej linii wysokonapięciowej bez wyłączania istniejącego toru spod napięcia.

Wołga-Don stanowi początek olbrzymiej serii robót hydrotechnicznych epoki stalinowskiej. W roku 1957 roczna ilość wód, podporządkowanych gospodarce radzieckiej w interesach narodu, wzrosła do 125 mlrd. m³, gdy w r. 1937 wynosiła tylko 70 mlrd. m³; w roku zaś 1967, tj. w 50-lecie Wielkiej Rewolucji Październikowej, roczna ilość wód dojdzie do zawrotnej liczby 450 mlrd. m³, w następstwie pojawienia się nowych mórz, licznych wielkich zbiorników wodnych i niespotykanej w historii świata sieci kanałów nawadniających.

Na przykładzie budowy kanału Wołga-Don widzimy powiązanie w jedną całość niezwykle różnorodnych zagadnień — przede wszystkim technicznych i to zarówno w zakresie przygotowania samej budowy oraz wykonawstwa, jak i w dziedzinie dostaw materiałowych oraz sprzętu technicznego. Wykonanie tak wielkich prac w czasie stosunkowo niedługim możliwe jest jedynie dzięki szerokiemu zastosowaniu z jednej strony bardzo wydajnych maszyn i urządzeń, z drugiej strony — nowych sposobów prac ziemnych, nie wymagających ani wielkich ilości sprzętu transportowego, ani wielkiej liczby robotników.

Z okazji wielkiego osiągnięcia ZSRR, jakim było otwarcie kanału Wołga-Don, Przewodniczący KC PZPR Bolesław Bierut przesłał do KC WKP(b) depezę, w której czytamy: „Naród polski wita z radością zwycięską realizację tego wielkiego pokojowego dzieła epoki stalinowskiej i czerpie zeń otuchę i zachętę do jeszcze bardziej wytyczonych wysiłków na drodze swego pokojowego budownictwa socjalistycznego“.

4. Elektrownie wodne — kujbyszewska i stalingradzka.

Budowę kujbyszewskiej elektrowni wodnej rozpoczęto w r. 1950, stalingradzkiej w r. 1951 w następstwie uchwały powziętej przez Radę Ministrów ZSRR w dniu 31 sierpnia 1950 r. Będą to największe elektrownie na świecie. Te dwa zakłady wodnoelektryczne będą dostarczać znacznie więcej energii elektrycznej, niż wszystkie elektrownie wodne we Włoszech, w Szwajcarii i w Szwecji razem wzięte. Budowa zakładu kujbyszewskiego ma być zakończona w r. 1955 łącznie z oddaniem elektrowni do eksploatacji na pełną moc; podobny termin dla zakładu stalingradzkiego został wyznaczony na r. 1956. Biorąc pod uwagę olbrzymie rozmiary obu budowli, przekraczające znacznie wszystko, co w tej dziedzinie zrobiono dotychczas na świecie, przyjęte 5-letnie okresy budowy należy w obu wypadkach uznać za bardzo krótkie.

Kujbyszewska elektrownia wodna ma za zadanie:

- zaspokajanie w energię elektryczną zakładów przemysłowych w Moskwie, Kujbyszewie i Saratowie;
- elektryfikację kolei żelaznych węzła moskiewskiego oraz bliskiego centralnego i nadwołżańskiego;

c) zraszanie około 1 000 000 ha ziem zawołżańskich, cierpiących od posuchy;

d) poprawienie warunków żeglowności na Wołdze.

Należy tu przypomnieć, że przy pomocy zainstalowanej elektrowni kujbyszewskiej 2,1 mln. kW oraz rocznej produkcji 10 mld. kWh przewidziano w uchwale rządowej następujący podział energii:

dla okręgu moskiewskiego	6,1 mld. kWh rocznie,
dla okręgów kujbyszewskiego i saratowskiego	2,4 mld. kWh rocznie,
na zraszanie ziem zawołżańskich	1,5 mld. kWh rocznie.

Znaczenie stalingradzkiej elektrowni wodnej jest dla gospodarki Związku Radzieckiego, ogólnie biorąc, jeszcze większe. Zadaniem tego zakładu jest:

a) poprawienie warunków klimatycznych w nizinie przykaspjskiej, będących obecnie jedną z głównych przyczyn suchych wiatrów na Powołżu;

b) zagospodarowanie pustynnych i półpustynnych rejonów południowej części niziny przykaspjskiej dla rozwoju rolnictwa i hodowli;

c) zraszanie południowych okręgów Zawołża dla rozwoju intensywniej gospodarki rolnej;

d) nawodnianie i zraszanie niziny sarpieńskiej, obszaru czarnoziemnego i stepu nogajskiego dla rozwoju hodowli oraz dla zalesiania zarówno lasami o znaczeniu przemysłowym, jak i lasami chroniącymi od suchych wiatrów;

e) uzupełniające zasilanie energią elektryczną obszaru centralnego i obszaru Powołża oraz obszarów środkowo-czarnoziemnych;

f) poprawa warunków żeglowności w dolnym biegu Wołgi.

W tym ogromnym zakresie różnorodnych zadań na pierwsze miejsce wysuwa się zadania, związane z poprawą warunków klimatycznych i nawodnianiem ogromnych obszarów.

Dla realizacji tych różnorodnych zadań będą wykonane następujące wielkie budowle hydrotechniczne i elektroenergetyczne:

a) budowa elektrowni wodnej o mocy nie mniejszej niż 1,7 mln. kW i produkcji rocznej 10 mld. kWh przy średnich w danym roku warunkach hydrologicznych;

b) budowa stalingradzkiego głównego kanału wodnego i sieci kanałów do nawodniania ze zbiornika stalingradzkiego ziem, położonych w południowej części niziny przykaspjskiej między rzekami Wołgą i Uralem, o ogólnej powierzchni około 6 mln. ha; kanał ten będzie miał 600 km długości, jego przepływ będzie równy przepływowi rzeki Oki w jej średnim biegu;

c) budowa urządzeń zraszających przy wyzyskaniu energii elektrycznej z elektrowni stalingradzkiej do zraszania 1,5 mln. ha ziem, położonych między rzekami Wołgą i Uralem na południe od kanału stalingradzkiego oraz na terenach zalewowych wołżańsko-achtubińskich;

d) budowę kamałów i urządzeń nawodniających do nawodniania i zraszania niziny sarpieńskiej, obszarów czarnoziemnych i stepu nogajskiego o ogólnej powierzchni około 5,5 mln. ha.

Oba zakłady — kujbyszewski i stalingradzki — będą zatem zraszać 2,5 mln. ha i nawodniać 11,5 mln. ha. Utworzą one na Wołdze zbiorniki wodne o łącznej długości przeszło 1100 km.

Roczna produkcja stalingradzkiej elektrowni wodnej ma dzielić się w następujący sposób:

przesył do okręgu moskiewskiego	4,0 mld. kWh,
przesył do okręgów środkowo-czarnoziemnych	1,2 mld. kWh,
przesył do okręgów stalingradzkiego, saratowskiego i astrachańskiego	2,8 mld. kWh,
przesył do nawodniania i zraszania ziem zawołżańskich i przykaspjskich	2,0 mld. kWh.

Tak pomyślane budownictwo elektroenergetyczne przy jednoczesnym wielkim rozwoju przemysłu oraz elektryfikacji rolnictwa i kolei żelaznych na omawianych terenach ma ogromne znaczenie nie tylko dla tych terenów, ale i dla całej gospodarki Związku Radzieckiego. Już sam fakt oddania w ciągu 5 — 6 lat 2 wielkich zakładów o mocy 3,8 mln. kW, o rocznej produkcji 20 mld. kWh taniej energii elektrycznej poprawia w spo-

sób zasadniczy bilans energetyczny ZSRR. Wynik ten jest tym donioślejszy, że wymieniona produkcja dwu zakładów wodnych pozwala zaoszczędzić rocznie co najmniej 12 mln. ton węgla kamiennego, który należałoby spalić w zakładach ciepłych dla wytworzenia 20 mld. kWh. Wybudowanie obu zakładów wodnoelektrycznych stwarza mocne podstawy do dalszego przemysłowego rozwoju okręgu moskiewskiego oraz do uprzemysłowienia obszarów nadwołżańskich i środkowo-czarnoziemnych. Oba okręgi będą otrzymywać rocznie 10 + 6,4 mld. kWh.

Te plany — śmiałe zarówno pod względem technicznym, jak i ekonomicznym — mogą być realizowane dzięki ogromnemu doświadczeniu, którym technika radziecka dysponuje w dziedzinie wielkich budowli hydrotechnicznych na rzekach równinnych (górna Wołga, Świr, Don, kanał im. Moskwy itd.), na gruntach piaszczystych i piaszczysto-gliniastych, których dotychczas stale unikają specjaliści zagraniczni. Już w r. 1934 elektrownia wodna Dolno-Świrska była wybudowana na podłożu piaszczysto-gliniastym. Dużym doświadczeniem wzbogaciła budowniczych węzłów hydrotechnicznych kujbyszewskiego i stalingradzkiego również budowa Kanału Wołżańsko-Dońskiego.

Elektrownia kujbyszewska otrzyma 20 turbozespołów wodnych o łącznej mocy 2,1 mln. kW. Moc każdego zespołu będzie prawie dwukrotnie przewyższać całkowitą moc zainstalowaną w pierwszym dużym radzieckim zakładzie wodnoelektrycznym — w wołchowskiej elektrowni wodnej. Turbiny będą typu śmigłowego z nastawianymi łopatkami. Maszyny te będą rekordowej wielkości, przewyższając swą mocą i rozmiarami turbiny wodne radzieckie, pracujące już w elektrowni szcherbakowskiej. Tego samego typu turbozespoły będą zastosowane również w elektrowni stalingradzkiej.

Główne części zapor wodnych w obu elektrowniach będą ziemne. Do nich będą przylegać stosunkowo krótkie zapory betonowe, bezpośrednio związane z budynkami samych elektrowni. W zaporach betonowych będą urządzone przepusty dla nadmiaru wiosennych wód powodziowych.

Tak poważne budowle będą wymagać dla elektrowni kujbyszewskiej ponad 150 mln. m³ robót ziemnych (wykopów i nasypów wykonywanych metodą „napłukiwania”) oraz około 6 mln. m³ robót betonowych. Odpowiednie liczby dla elektrowni stalingradzkiej i kanału stalingradzkiego wyniosą ponad 470 oraz około 7 mln. m³. W zakresie robót ziemnych przypada na budowę tamy i elektrowni stalingradzkiej ponad 60 mln. m³ wykopów i tyleż nasypów, a na budowę głównego kanału nawodniającego ponad 300 mln. m³ wykopów i 50 mln. m³ nasypów. Konstrukcje hydromechaniczne będą ważyć w obu wypadkach po kilkadziesiąt tysięcy ton.

Tak wielkie budowle wymagają ogromnej ilości urządzeń pomocniczych oraz dróg i środków transportowych. Długość linii i bocznic kolejowych oraz dróg samochodowych sięga setek kilometrów. Sama elektrownia stalingradzka będzie posiadała w r. 1952 ponad 170 km torów kolejowych na placach budowy, a pod koniec budowy elektrowni — ponad 150 km dróg samochodowych.

Olbrzymie ilości materiałów budowlanych wymagają starannego przygotowania wszelkiego rodzaju składów odpowiednich rozmiarów. Wszak przez cały czas trwania budowy elektrowni stalingradzkiej przesunie się przez jej tereny budowlane ok. 45 mln. ton różnych ładunków, z tego w ciągu 3 lat ponad 2 mln. ton cementu, około 6 mln. ton żwiru, około 2 mln. m³ kamienia, około 5 mln. m³ piasku i około 0,5 mln. ton metali różnych profili i przekrojów. W okresie największego natężenia prac budowlanych i montażowych budowa otrzymywać będzie 30 do 40 pociągów towarowych dziennie.

Tego rodzaju wielkie budowle mogą być wykonywane przy prawie całkowitej mechanizacji robót, przy zastosowaniu sprzętu o wielkiej wydajności, którego obsługa wymaga bardzo mało pracy ludzkiej. Dotychczas na wielkich budowach używano koparek o pojemności czerpaka do 14 m³ i o wysięgu do 40 m, zgarniaczy o pojemności czerpaka do 10 m³, zautomatyzowanych betoniarek o pojemności mieszalnika do 2400 litrów i pomp wypływających do 500 m³ ziemi na godzinę. Wydajności te są przy budowie elektrowni kujbyszewskiej i stalingradz-

kiej już za małe. Technika radziecka oddała do dyspozycji budowniczych wielkich budowli komunizmu m. in. pompy wypłukujące o wydajności 1000 m³ gruntu na godzinę, koparki kroczące o pojemności czepaka 26 m³, koparki z czepakiem na 10 m³, ale o wysięgu ramienia 75 m do pracy w wykopach o głębokości ponad 15 m.

W latach 1950 — 1951 budowniczowie obu elektrowni wodnych otrzymali rozwiązania szeregu zasadniczych zagadnień naukowo-technicznych z instytutów i laboratoriów naukowych, jak również od pracowników naukowych w terenie, w zakresie dokumentacji technicznej, organizacji budowy i przygotowania dostaw materiałów.

W latach tych na terenie budowy elektrowni kujbyszewskiej wybudowano na obu brzegach Wołgi koleje żelazne i drogi samochodowe, łączące teren z głównymi liniami komunikacyjnymi. Przerzucono przesyłową linię elektryczną na lewy brzeg rzeki. Wybudowano miasteczka, osiedla robotnicze i szereg pomocniczych zakładów budowlanych. Na prawym brzegu Wołgi ukończono wykop i trwają roboty budowlane pod budynek elektrowni, jak również prace ziemne i budowlane przy służach na lewym brzegu.

W roku 1951 rozpoczęto analogiczne prace przy budowie elektrowni stalingradzkiej, np. przerzucono na lewy brzeg Wołgi linię 110-kilowoltową, łącząc w ten sposób tereny budowy ze stalingradzkim układem energetycznym. W roku 1952 będą zakończone m. in. wszelkie prace, związane z przygotowaniem olbrzymich składów dla pełnego zakresu budowy i montażu oraz z budową i uruchomieniem wszelkich pomocniczych zakładów mechaniczno-remontowych.

Równolegle z wymienionymi pracami w terenie wykonywane są w zakładach przemysłowych, rozsianych niemal na całym terytorium Związku Radzieckiego, wielkie zamówienia dla obu elektrowni.

5. Linia przesyłowa Kujbyszew-Moskwa o napięciu 400 kV⁴⁾.

Budowa dwu wielkich elektrowni na Wołdze stwarza konieczność przesyłania energii na odległość Kujbyszew-Moskwa wynoszącą ponad 900 km i Stalingrad-Moskwa ponad 1000 km. Do tego celu muszą być wybudowane dwie linie o zdolności przesyłowej 1000 — 1200 MW każda. Będą one stanowiły fragment przyszłej sieci obejmującej całość terytorium europejskiej części Związku Radzieckiego. Założenia i przyjęte rozwiązania techniczne są w zasadzie te same dla obu linii.

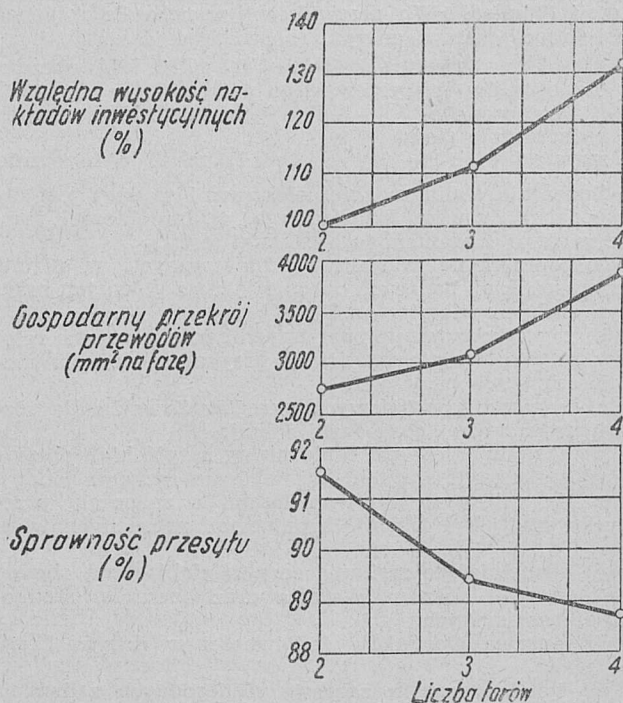
Zdecydowano się na system prądu zmiennego trójfazowego o częstotliwości 50 Hz i o napięciu znamionowym 400 kV. Dopuszczone jest trwałe napięcie robocze o 5% wyższe od znamionowego, czyli 420 kV. Napięcie znamionowe 360 kV okazało się niekorzystne ze względów zarówno technicznych, jak i ekonomicznych, gdyż przy dwu torach nie zapewniałoby wystarczającej stateczności przesyłu i wymagałoby budowania linii 3-torowych.

Opracowano szereg wariantów, przyjmując — dla tej samej przesyłowej mocy linii — różne liczby torów, a wyniki obliczeń ujęto w formę charakterystyk przedstawionych na rys. 1. Dla linii Kujbyszew-Moskwa ustalono jako rozwiązanie najekonomiczniejsze linię 2-torową o mocy przesyłowej każdego toru 600 MW. Linia ta ma pracować bez strat napięcia na obu krańcach. W tym celu na krańcu odsyłowym i w połowie długości będą ustawione dławiki (9 na rys. 3) o mocy łącznej 600 MVA i napięciu 400 kV, na końcu zaś linii duże kompensatory synchroniczne.

Dla obniżenia strat energii, powodowanych prądem obciążeniowym, przyjęto dla linii dwutorowej gęstość prądu 0,5 — 0,6 A/mm², a więc mniejszą niż w liniach na 110 — 220 kV. Odpowiada to przekrojowi aluminiowej części przewodów 1500 mm² na fazę jednego toru. Przy takich założeniach i przy rocznym przesyśle 6,1 mlrd. kWh straty roczne w linii wyniosą 4 — 4,5%.

Graniczna moc przesyłowa dla jednego toru linii 400-kilowoltowej z pojedynczymi przewodami na fazę, przy

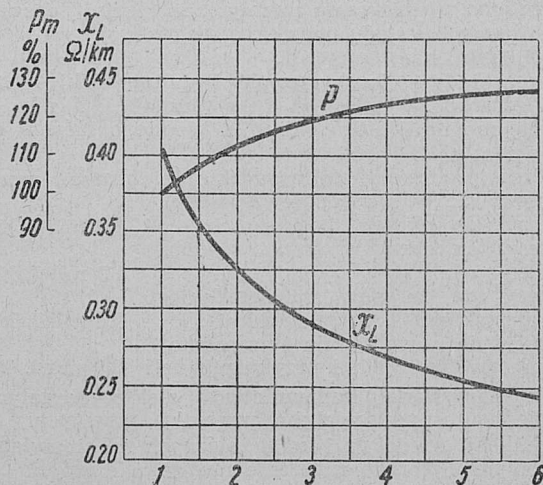
długościach rzędu 800—1000 km, wynosi nie więcej niż 200 MW. Z tego względu wykonanie linii Kujbyszew-Moskwa — o zdolności przesyłowej 600 MW na jeden tor przy całkowitym zapewnieniu statycznej i dynamicznej stateczności pracy równoległej maszyn synchro-



Rys. 1. Wpływ liczby torów liniowych na gospodarcze wskaźniki przesyłu

nicznych w zakładach powiązanych tą linią — wymagało specjalnego opracowania. Przewidziano w tym celu następujące środki:

- specjalne rozwiązanie samoczynnej regulacji wzbudzenia maszyn synchronicznych;
- zastosowanie w elektrowni kujbyszewskiej obniżonego rozproszenia prądnic i transformatorów podwyższających napięcie do 400 kV;
- zastosowanie dla linii o napięciu 400 kV potrójnego przewodu na fazę celem obniżenia indukcyjnej oporności linii (rys. 2);
- zastosowanie kompensacji pojemnościowej przy pomocy szeregowo włączonych baterii kondensatorów statycznych na 400 kV (rys. 3); wielkość jej odpowiada 30—40% indukcyjnego oporu linii;
- ustawienie na stacjach o przekładni 400/115 kV kompensatorów synchronicznych dużej mocy, wyposażonych w szybko działające regulatory napięcia;

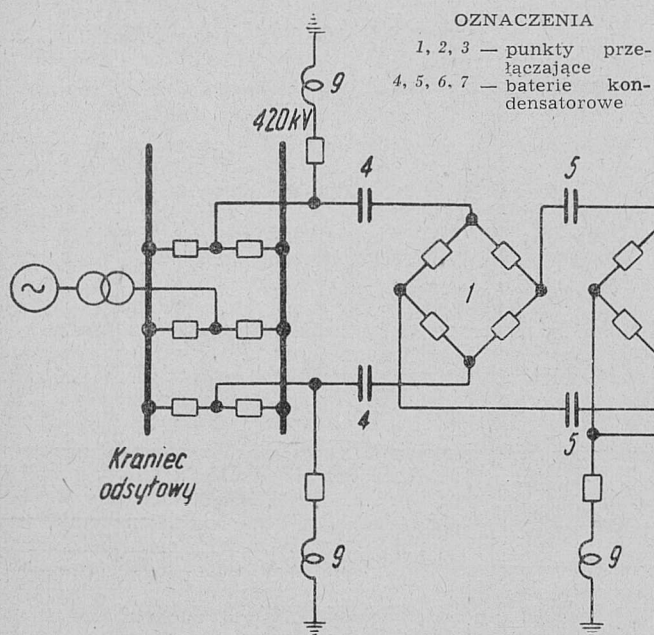


Rys. 2. Oporność indukcyjna i moc przesyłowa linii na 400 kV przy różnej liczbie przewodów równoległych na fazę

⁴⁾ Mirolubow A. W. i Rokotian S. S. Linia elektropięrzeniowa 400 kV Kujbyszew-Moskwa (Elektricitetno, 1952, 7, str. 5—10).

f) podział linii na 4 części za pomocą punktów przełączających (1, 2, 3 na rys. 3);

g) zastosowanie wyłączników szybkodziałających i ochrony przekąźnikowej, gwarantującej wyłączenie uszkodzonego odcinka sieci 400-kilowoltowej w czasie nie dłuższym niż 0,1 sek.;



Rys. 3. Schemat dwutorowej linii przesyłowej Kujbyszew-Moskwa

h) podwyższenie dynamicznej stateczności współpracy równoległej, w szczególności następującymi sposobami: uziemienie punktów zerowych transformatorów 400-kilowoltowych przez niewielki opór czynny, udarowe wzbudzenie prądnic, krótkotrwałe (0,16 s) włączenie oporników trójfazowych na szyny 400-kilowoltowe elektrowni w Kujbyszewie.

Schemat dwutorowej linii według rys. 3, z kompensacją podłużną przy pomocy baterii kondensatorów rozmieszczonych mniej więcej w równych odstępach, zabezpiecza w dostatecznym stopniu pewność przesyłu i stwarza dobre warunki dla rozwoju moskiewskiego układu na 110–220 kV, będącego odbiorcą energii z elektrowni wodnych nadwołżańskich. Schemat podobnej linii Stalingrad-Moskwa tym tylko będzie się różnić od podanego, że jeden z punktów przełączania będzie stanowił jednocześnie transformatornię na 400/115 kV do zasilania środkowego obszaru czarnoziemnego.

Koordynacja izolacji linii 400-kilowoltowej odpowiada następującym warunkom:

- punkty zerowe uzwojeń 400-kilowoltowych w transformatorach uziemione bezpośrednio;
- najwyższe napięcie robocze linii 420 kV;
- linia jest chroniona na całej długości od bezpośrednich uderzeń pioruna dwiema linkami odgromowymi przy kącie ochrony wynoszącym 15–20°;
- stacje 400-kilowoltowe również będą mieć ochronę od bezpośrednich uderzeń pioruna;
- na stacjach będą zainstalowane ochronniki zaworowe;
- poziom przepięcie wewnętrznych nie przewyższy

$$3U_{f-\max}, \text{ gdzie } U_{f-\max} = \frac{420 \cdot \sqrt{2}}{\sqrt{3}} = 343 \text{ kV};$$

g) udarowe napięcie probiercze falą 1,5/40 μ s jest o 33% wyższe niż dla wewnętrznej izolacji przyrządów.

Linia o długości 925 km będzie wykonana przewodem stalowo-aluminiowym o średnicy zewnętrznej 30,2 mm, o wadze 1800 kG/km. Obciążenie rozrywające przewód wynosi 14370 kG. Każda faza będzie wykonana z 3 przewodów rozmieszczonych według rys. 4.

Przewiduje się zastosowanie następujących typów porcelanowych izolatorów łańcuchowych dla linii 400-kilowoltowej:

1) na słupach przelotowych łańcuchy z 22 izolatorów (typu III—7 o wymiarach 185×300 mm), sprawdzanych

elektromechanicznie siłą 7 t; łańcuchy na odcinkach, przechodzących w okolicach o szczególnie surowych warunkach klimatycznych, składają się z 22 izolatorów (typu III—8,5, o wymiarach tych samych), sprawdzanych siłą 8,5 t;

2) łańcuchy dla słupów odporowych i narożnych będą

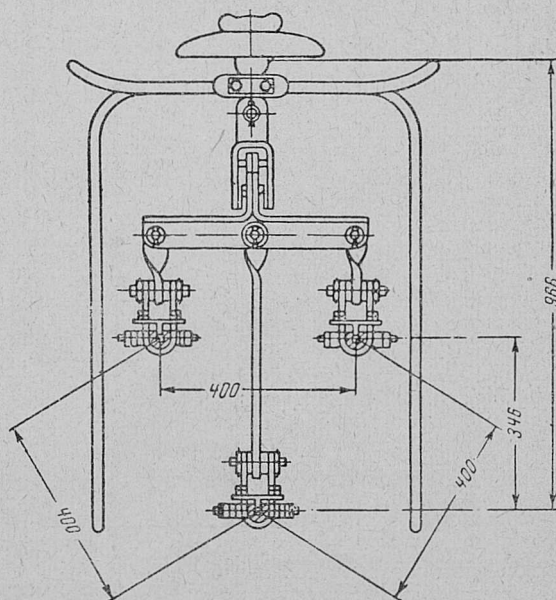
- 8 — linie odpływowe do innych stacji na 400/115 kV
9 — dławiki
10 — kompensator synchroniczny

potrójne po 22 izolatory (typu III—11 o wymiarach 210×350 mm), sprawdzane na 11 t.

Opór uziemienia każdej konstrukcji wsporczej powinien być nie większy niż 10 omów.

Na rys. 5 podano rezultaty obliczeń dla szeregu warunków przy różnych długościach przesła.

Przyjęto dla słupów przelotowych konstrukcję portalową według rys. 6. Konstrukcja taka jest najkorzystniejsza pod względem zużycia metalu, wagi fundamen-



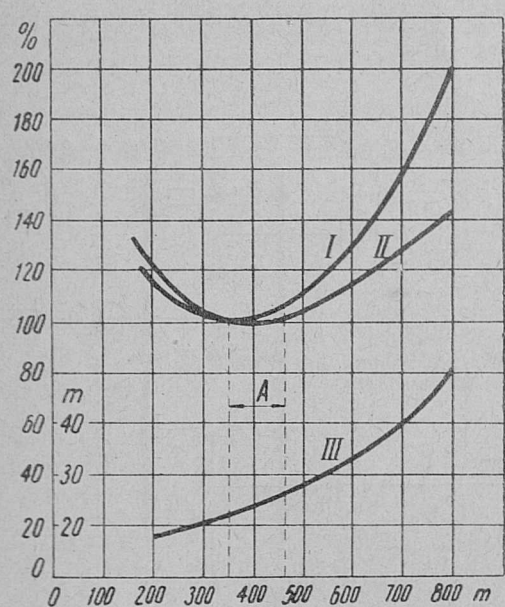
Rys. 4. Zawieszenie przewodów jednej fazy przy użyciu 3 przewodów równoległych i rozmieszczeniu ich w wierzchołkach trójkąta równobocznego o boku 400 mm

tów oraz łatwości montażu i transportu. Waga konstrukcji wynosi 7,25 t, a obliczeniowa długość przesła między słupami przelotowymi 425–460 m.

Dla słupów odporowych i narożnych przyjęto konstrukcję według rys. 7, a rozmieszczenie przewodów poziome przy odstępach między sąsiednimi przewodami

wynoszącymi 12 m. Tabl. I podaje wagi obu typów słupów w różnych wykonaniach.

Dla słupów przelotowych projektuje się fundamenty żelbetowe, dla odporowych i narożnych — betonowe.

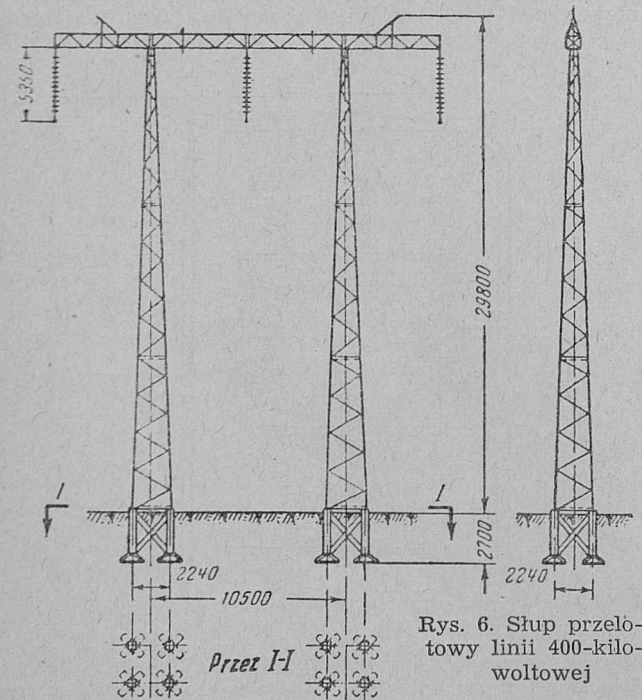


Rys. 5. Najkorzystniejsza wielkość przęsła przelotowego linii 400-kilowoltowej i najkorzystniejsza wysokość słupa przelotowego

A — strefa ekonomicznych długości przęseł II — koszt 1 kilometra I — zużycie metalu na 1 km III — wysokość słupa

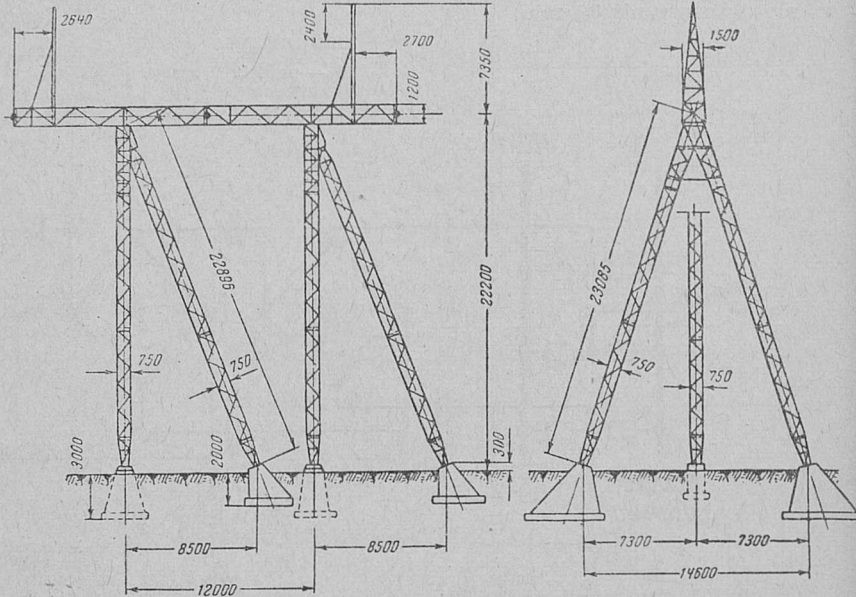
Zakres robót ziemnych dla linii Kujbyszew-Moskwa obejmuje 700 tys. m³, betonowych — 200 tys. m³.

Dla odbioru wielkich ilości energii z elektrowni wodnych kujbyszewskiej i stalingradzkiej będą wybudowane w okręgu moskiewskim stacje z transformatorami obniżającymi napięcie na 400/115 kV; warunki pracy mos-



Rys. 6. Słup przelotowy linii 400-kilowoltowej

Przez I-I



Rys. 7. Słup narożny linii 400-kilowoltowej

Rozdzielnia napowietrzna na 400 kV będzie wykonana z połączeniami giętkimi o szerokości pola 25 m. Wysokość konstrukcji wsporczej dla linii wyniesie 28 m, dla szyn zbiorczych — 16,5 m.

Próbne sztuki sprzętu elektrotechnicznego o napięciu 400 kV wykonano i poddano badaniom naukowo-technicznym, fabryki elektrotechniczne mogły więc przystąpić do seryjnej produkcji sprzętu.

Moc transformatorów do podwyższania napięcia wynosi 370 MVA dla zespołu trójfazowego przy przekładni 13,8/420 kV lub 13,8/121/420 kV. Układ połączeń transformatora trójzwojeniowego jest trójkąt-gwiazda-gwiazda. Punkty zerowe uzwojeń 420-kilowoltowych mają być uziemione bezpośrednio lub przez mały opór. Transformatory otrzymają chłodzenie wodne przy przymusowym obiegu oleju.

Transformatory do obniżania napięcia będą o mocy 300 MVA o przekładni 410/115/11 kV przy układzie połączeń „gwiazda-gwiazda-trójkąt“, z punktem zerowym uzwojenia uziemionym bezpośrednio, z chłodzeniem powietrznym.

Wyłączniki na 400 kV będą powietrzne, na prąd znamionowy 1000 i 2000 A, o mocy wyłączalnej 10 000 MVA, o czasie wyłączania 3 okresy (0,06 sek.).

Odłącznik nożowy na prąd znamionowy 1500 wzgl. 2000 A będzie miał napęd silnikowy z silnikiem na prąd zmienny.

Transformatory miernicze napięciowe typu kaskadowego wykonane będą o przekładni

$$\frac{420\,000}{\sqrt{3}} : \frac{100}{\sqrt{3}} : 100\text{ V}$$

i o mocy mierniczej 300 VA w klasie 0,5.

Tablica I. Ciężar słupów

Typ słupa	Liczba podciągów	Ciężar (t)
Odporowy i narożny 0 — 15°	1	13,1
Narożny 15 — 30°	2	16,5
Narożny 30 — 45°	2	16,6
Narożny 45 — 60°	2	17,8

Transformatory miernicze prądowe o konstrukcji pętlicowej będą o przekładni 2000—1000—400/1 A.

Kondensatory statyczne dla kompensacji podłużnej będą napowietrzne i izolowane względem ziemi na 420. $\sqrt{3}$ kV.

Kompensatory synchroniczne o mocy 75 MVA i o napięciu 11 kV będą mieć 600 obr./min.

Do budowy samej linii dwutorowej 400-kilowoltowej Kujbyszew-Moskwa, jak również stacji transformatorowych na 400/115 kV oraz punktów przełączających już przystąpiono w 1952 r.

6. Rozwój elektroenergetyki radzieckiej w łączności z realizacją wielkich budowli ZSRR⁵⁾.

Wielkie budowle ZSRR w dziedzinie hydrotechniki i elektroenergetyki pozwalają na wyzyskanie olbrzymich zasobów wodnych Związku Radzieckiego jako źródeł energii elektrycznej, jako środków transportu, wreszcie jako źródeł ożywczej wilgoci na olbrzymich obszarach mających objąć w przyszłości 28 mln. hektarów ziem półpustynnych i pustynnych. Rozwój elektroenergetyki jest zatem jednym z głównych celów gigantycznego planu inwestycyjnego obejmującego kilka kolejnych planów 5-letnich. Tego rodzaju zadania, jak osiągnięcie rocznej produkcji energii elektrycznej w wysokości przynajmniej 250 mld. kWh oraz kosztu wytwarzania energii w kujbyszewskiej elektrowni wodnej 5–6-krotnie niższego niż w największych elektrowniach parowych, same mówią za siebie i najbardziej podkreślają z jednej strony olbrzymią rolę elektroenergetyki w gospodarce radzieckiej, z drugiej — konieczność ogromnego rozwoju budownictwa elektrowni wodnych.

Wyższe formy produkcji społecznej, oparte na koncentracji i centralizacji, wymagają również oparcia się na stosowaniu energii elektrycznej celem uniezależnienia produkcji od warunków lokalnych i stworzenia podstaw do rozwoju przemysłu na obszarze całego państwa. Związek Radziecki już obecnie stosuje energię elektryczną na wielką skalę we wszystkich gałęziach gospodarki narodowej. W roku bieżącym wydobycie węgla jest już całkowicie zelektromechanizowane w kopalniach radzieckich, gdy mechanizacja w Anglii objęła zaledwie połowę wydobycia, a w USA 84,5%. Celem zastosowań energii elektrycznej w Związku Radzieckim jest m. in. elektryfikacja wszystkich fabryk i kolei żelaznych dla uczynienia warunków pracy bardziej higienicznymi i przekształcenia brudnych warsztatów pracy w „czyste, jasne, godne człowieka laboratoria” (Lenin). Dziś już stoi na porządku dziennym nie tylko sprawa zaopatrzenia wszelkich maszyn i urządzeń produkcyjnych w napęd elektryczny, lecz również automatyzacja w coraz szerszym zakresie i stworzenie całkowicie zautomatyzowanych działów produkcyjnych, a nawet całych wytwórni.

Pierwszy powojenny w ZSRR plan 5-letni w latach 1946—1950 przyniósł 26 zautomatyzowanych linii obrabiarzowych oraz całkowicie zautomatyzowaną wytwórnię trolejów samochodowych (pierwszą całkowicie zautomatyzowaną fabrykę na świecie). Fabryka ta jest pierwowzorem techniki komunistycznej; zostały w niej zautomatyzowane wszystkie procesy produkcyjne, poczynając od wycięcia w piecach elektrycznych, a kończąc na przygotowaniu gotowych produktów do wysyłki. Teren zajęty przez wytwórnię jest 3-krotnie mniejszy, a wydajność pracy 8–9 razy większa niż w fabryce opartej na dotychczasowej technice produkcji. Cała wytwórnia liczy zaledwie 5 pracowników na zmianę. Pracę mało wydajną i związaną z dużym wysiłkiem fizycznym zastępuje praca znacznie lżejsza, lecz wymagająca wyższych kwalifikacji. Zacierają się różnice między pracą fizyczną a umysłową, jako następstwo mechanizacji i automatyzacji, które są możliwe dzięki zastosowaniu energii elektrycznej. Budowane obecnie wielkie elektrownie wodne zapoczątkowały nową rewolucję w technice.

Epokowe budowle ZSRR dokonują również rewolucji w gospodarce rolnej Związku Radzieckiego. Planowy i szybki rozwój rolnictwa i hodowli jest nieodzowny dla przejścia do komunizmu, gdyż musi zapewnić dostateczną ilość surowców dla przemysłu i żywności dla ludności.

Rozwój taki nie byłby możliwy, gdyby rolnictwo i hodowla rozwijały się w sposób naturalny. Wykonanie pierwszego powojennego planu 5-letniego (1946—1950) podniosło trzykrotnie stopień zelektryfikowania wsi w porównaniu ze stanem przedwojennym. Samo uruchomienie budowanych obecnie nadwołżańskich elektrowni wodnych pozwoli na czterokrotne podwyższenie obecnego stopnia elektryfikacji wiejskiej. Będzie rozpowszechniony nowy typ stacji elektromaszynowo-tractorowej (EMTS), dysponującej elektrotraktorami do orki i szeregiem nowych maszyn oraz urządzeń elektrycznych dla rolnictwa i hodowli. Doświadczenie już czynnych stacji EMTS potwierdza wielką oszczędność sił roboczych, zwierząt pociagowych, taboru transportowego i paliw płynnych, zwiększenie wydajności pracy i zmniejszenie kosztów produkcji przy daleko posuniętej elektryfikacji rolnictwa. Wszelchonne zastosowanie energii elektrycznej w rolnictwie daje następujące roczne oszczędności pracy i siły pociągowej, obliczone na 1000 kW mocy elektrowni: 230 robotników stałych i 150 sezonowych oraz 42 konie przez cały rok i 36 sezonowych. Praca rolnicza podnosi się w ten sposób na znacznie wyższy poziom techniki produkcyjnej i staje się pewną odmianą wysoko kwalifikowanej pracy przemysłowej.

W dziedzinie trakcji elektrycznej Związek Radziecki, dzięki swym wielkim budowlom, wysuwa się na pierwsze miejsce w świecie pod względem długości zelektryfikowanych linii kolejowych.

Także w olbrzymich osiągnięciach w dziedzinie sprzętu mechanicznego na wielkich placach budowy energia elektryczna odgrywa wielką rolę. Używane obecnie koparki kroczące o pojemności czepaka 14—15 m³ mają około 45 silników elektrycznych o łącznej mocy około 6500 kW. Ostatnio zakłady wytwórcze Związku Radzieckiego przystąpiły do budowy jeszcze większych koparek o pojemności czepaka 25—26 m³.

Ogromne zadania w dziedzinie budowy wielkich zakładów wodnoelektrycznych wysunęły zupełnie nowe zadania przed radzieckim przemysłem elektrotechnicznym i spowodowały rozwój przemysłów maszynowych na miarę dotychczas w świecie nie spotykana. Np. budowane obecnie dla elektrowni kujbyszewskiej i stalingradzkiej turbozespoły wodne mają w stanie zmontowanym wagę po 3000 t, przy wadze samej prądnicy 900 t, i wadze wirnika turbiny 480 t (średnica wirnika 9 m). Wysokość kompletnego turbozespołu w stanie zmontowanym wyniesie około 40 m. Do montażu takich urządzeń przewidziane są specjalne dźwigi o nośności 500 t, używane w danym przypadku parami.

Również zupełnie nowe i specjalne zadania wysunęła budowa linii na 400 kV przed przemysłem elektrotechnicznym oraz przed instytucjami naukowo-technicznymi i biurami projektowymi Związku Radzieckiego. Rozwiązano technicznie m. in. następujące zadania:

- 1) zagadnienia regulacji związane z przesyłem w nieznanach dotychczas warunkach;
- 2) poprawienie stateczności pracy równoległej;
- 3) zagadnienia izolacji i ulotu (badane na doświadczalnych odcinkach linii, m. in. na odcinku wysokogórskim do badania wpływu oblodzenia przewodów potrójnych na wielkość ulotu);
- 4) przepięcia wewnętrzne i atmosferyczne;
- 5) nowe zagadnienia z dziedziny ochrony przekaznikowej, łączności, telemechaniki i automatyki;
- 6) stronę mechaniczną linii 400-kilowoltowej (badanie vibracji przewodów oraz modeli konstrukcji wsporczych i fundamentów);
- 7) rozrząd w nowych największych układach energetycznych;
- 8) wpływ linii 400-kilowoltowej na urządzenia teletechniczne.

7. Perspektywy rozwoju elektroenergetyki radzieckiej w dyrektywach XIX Zjazdu WKP(b).

Projekt dyrektyw XIX Zjazdu WKP(b) w sprawie pięcioletniego planu rozwoju ZSRR (1951—1955), planu, który ma zapewnić dalszy rozwój wszystkich gałęzi gospodarki narodowej, wzrost dobrobytu, zdrowotności i kulturalnego poziomu narodu radzieckiego, szeroko omawia drogi rozwojowe i podaje wskaźniki rozwoju elektroenergetyki oraz podstawowych przemysłów będących jej dostawcami, przewidując poważny wzrost

⁵⁾ Por. Pawłowski W. Elektroenergetyka jako podstawa gospodarki Związku Radzieckiego (Przegl. Elektr., 1951, z. 10, str. 338—401).

produkcji przemysłowej w roku 1955 w porównaniu z rokiem 1950.

Przewiduje się wzrost wydobywania węgla o 43%, wzrost produkcji stali walcowanej o 64%, energii elektrycznej o 80%, turbin parowych 2,3 raza, kotłów parowych 2,7 raza, a turbin wodnych 7,8 raza. W związku z tak poważnym rozwojem produkcji przemysłowej należy zwiększyć państwowe nakłady inwestycyjne w latach 1951—1955 w przybliżeniu dwukrotnie w porównaniu z latami 1946—1950. Należy przewidzieć rezerwy w budownictwie elektrowni, kopalń węgla i przedsiębiorstw hutniczych, aby zapewnić niezbędny rozwój tych gałęzi przemysłu w latach następnych.

Za szczególnie doniosłe zadanie dla przemysłów maszynowych uważa się wytwarzanie całkowitego wyposażenia elektrowni. Takim doniosłym zadaniem, postawionym przed przemysłem elektrotechnicznym, jest rozwój — przede wszystkim ilościowy — produkcji prądnic, przyrządów wysokiego napięcia i wszelkiej aparatury sterowniczej dla wielkich elektrowni wodnych i ciepłych.

Dużo uwagi poświęca się rozwojowi produkcji metali nieżelaznych w ciągu 5-lecia, w czym energetyka i przemysł elektrotechniczny są tak bardzo zainteresowane. Produkcja miedzi rafinowanej zostanie zwiększona o 90%, ołowiu — 2,7 raza, aluminium — nie mniej niż 2,6 raza, cynku — 2,6 raza, niklu o 53% i cyny o 80%.

W dziedzinie elektryfikacji należy zwiększyć w ciągu 5-lecia łączną moc elektrowni w przybliżeniu dwukrotnie, a elektrowni wodnych — trzykrotnie, zapewniając w dziedzinie elektrowni ciepłych przede wszystkim rozbudowę zakładów istniejących. Poza oddaniem do użytku wielkiej elektrowni kujbyszewskiej o mocy 2100 MW przewiduje się oddanie innych wielkich zakładów wodnoelektrycznych o łącznej mocy 1916 MW (elektrownie Kamska, Gorkowska, Mingeczaurska, Ust' — Kamieniogorska, Narwska i inne). W związku z tym ma być oddana do eksploatacji, w terminie do roku 1955, linia przesyłowa Kujbyszew-Moskwa o napięciu 400 kV.

Obok będących w budowie do roku 1955 wielkich elektrowni wodnych stalingradzkiej, kachowskiej i kaukazkiej rozpocznie się budowę szeregu nowych elektrowni m. in. Czeboksarskiej na Wołdze, Wotkińskiej na Kamie i Buch-Tarmińskiej na Irtyżu. Mają być w tym czasie rozpoczęte również prace nad wyzyskaniem zasobów energetycznych rzeki Angary w celu rozbudowy — dzięki taniej energii elektrycznej i zasobom surowcowym na miejscu — m. in. przemysłu aluminiowego i chemicznego.

W celu poprawy zaopatrzenia w energię elektryczną południa Uralu i Zagłębia Kuźnieckiego należy zapewnić na tych obszarach znaczny wzrost mocy elektrowni ciepłych — okręgowych i przemysłowych; obok zakładów wielkich mają być budowane elektrownie nieduże i średnie.

W związku z dalszym uprzemysłowieniem Socjalistycznych Republik Radzieckich — Litewskiej, Łotewskiej i Estońskiej — ma osiągnąć się w tych krajach 2—2,5-krotny wzrost produkcji energii elektrycznej przez budowę szeregu elektrowni wodnych i ciepłych.

Dla realizacji na szeroką skalę ciepłownictwa w miastach i zakładach przemysłowych ma być zapewniona budowa dalszych elektrowni-ciepłowni i sieci centralnego ogrzewania dzielnicowego.

Należy stosować na szeroką skalę automatyzację procesów produkcyjnych w elektrowniach i zakończyć do r. 1955 całkowitą automatyzację okręgowych elektrowni wodnych. Do tego czasu należy również przystąpić do wprowadzenia telemechanizacji w układach energetycznych.

W dziedzinie inwestycyjnej należy usprawnić projektowanie, skrócić terminy projektowania oraz w porę zaopatrzyć budownictwo w projekty i kosztorysy, stosując na szeroką skalę projekty typowe. Biura projektów muszą być wzmocnione wykwalifikowanymi kadrami. Również należy ogólnie wzmocnić organizację budowlaną Ministerstwa Elektrowni.

INŻ. STANISŁAW ANDRZEJEWSKI

Radzieckie typowe projekty elektrowni

389(083.9):621.311.17(47)

Treść. Typowe projekty przyspieszają wykonanie dokumentacji i poprawiają jej jakość. Projektanci radzieccy, opierając się na typowych urządzeniach, opracowali typowe projekty elektrowni wysokoprężnej, ciepłowni wysokoprężnej i średnioprężnej ciepłowni przemysłowej.

Советские типовые проекты тепловых электрических станций. Типовые проекты сокращают срок изготовления технической документации и повышают ее качество. Советские инженеры, основываясь на типовых элементах станций, разработали типовые проекты электростанций высокого давления, теплоцентрали высокого давления и промышленной теплоцентрали среднего давления.

Typical electric plant designs in the USSR. Typical designs accelerate the compilation and improve the standard of documentation. Soviet designers have, on the basis of typical equipment, prepared typical designs for high-pressure electric plants, high and medium pressure industrial heat and electric plants.

1. Wstęp.

Znaczenie typizacji projektów jest na ogół wszędzie rozumiane, przy stosowaniu bowiem projektów typowych można wprowadzić lepszą organizację budowy, prefabrykację elementów budowli i urządzeń, usprawnić montaż, a przede wszystkim przyspieszyć budowę przez szybkie dostarczenie dokumentacji. Warunkiem koniecznym dla wprowadzenia typizacji jest oparcie się na pewnych wybranych urządzeniach podstawowych, jak kotły, turbiny, pompy i aparatura elektryczna. Oczywiście, urządzenia te muszą być budowane na podstawie znormalizowanych zasadniczych parametrów, jak ciśnienie i temperatura pary dolotowej, próżnia w kondensatorze, temperatura podgrzania wody zasilającej, napięcia znamionowe, moce wyłączalne itd.

Ustrój kapitalistyczny z ostrą walką konkurencyjną pomiędzy poszczególnymi wytwórcami nie sprzyja typizacji. Każda firma reklamuje swoje wykonanie, podkreśla czasem nieistotne cechy różniące jej wyroby od wyrobów konkurentów. To też istnieje tam ogromna mozaika typów i rozwiązań, a wybór między nimi jest o tyle trudny, że zazdrośnie strzeżone prawa patentowe nie pozwalają na skupienie u każdego wytwórcy wszelkich doświadczeń i udoskonaleń produkcyjnych.

W gospodarce socjalistycznej anomalii tych nie ma. Podporządkowanie indywidualnych interesów dobru ogólnemu pozwala na swobodny, obiektywny wybór rozwiązania najlepszego, na korzystanie przez ogół wytwórców ze wszystkich osiągnięć postępu. Nic dziwnego więc, że pod względem normalizacji i typizacji urządzeń Związek Radziecki daleko wyprzedził wszystkie inne kraje. Szczególnie jaskrawo uwydatnia się to w energetyce. Bez daleko idącej normalizacji zasadniczych wielkości, bez konsekwentnej typizacji urządzeń i całych układów elektrowni nie byłoby możliwe osiągnięcie w ciągu paru dziesiątków lat obecnego wysokiego poziomu.

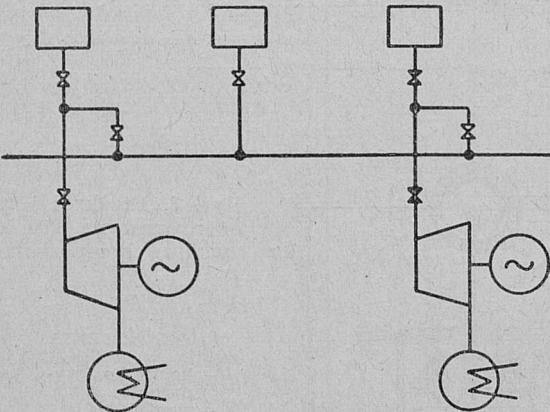
Normalizacji uległy przede wszystkim parametry podstawowe. Gdy na całym świecie panował w tej dziedzinie zupełny chaos, w Związku Radzieckim już dawno, przed wojną, ustalono parametry pary dolotowej na 29 ata, 400°C. Po wojnie, idąc z postępem techniki, podniesiono te parametry bardzo wydatnie, przyjmując dla elektrowni kondensacyjnych i wielkich ciepłowni parametry 90 ata, 500°C, a dla mniejszych głównie przemysłowych ciepłowni 35 ata, 435°C. Liczbę produkowanych typów zarówno turbozespołów, jak i kotłów, ograniczono do kilkunastu, co bez trudu pozwoliło na pokrycie całego różnorodnego zapotrzebowania. Spośród

niewielkiej już grupy urządzeń wybrano te, które się najczęściej powtarzają, i dla nich właśnie opracowano typową dokumentację elektrowni. W rezultacie opracowano 3 typowe projekty:

- 1) elektrowni kondensacyjnej z turbozespołami na 50 MW, 90 ata, 500°C, typu WK-50, oraz kotłami pyłowymi na 230 t/h typu TP-230;
- 2) ciepłowni z turbozespołami na 25 MW, 90 ata, 500°C, typu WT-25 (z regulowanym upustem 100 t/h przy ciśnieniu 1,2 — 2,5 ata) oraz z kotłami pyłowymi na 170 t/h typu TP-170;
- 3) ciepłowni przemysłowej z turbozespołami na 6 MW, 35 ata, 435°C, typu AT z regulowanym upustem ciepłowniczym przy 1,2 — 2,5 ata oraz typu AP z upustem technologicznym przy 5 ± 1 ata lub przeciwprężnym typu AR.

2. Projekty typowe elektrowni i ciepłowni wysokoprężnej.

Schemat cieplny elektrowni kondensacyjnej czy ciepłowni jest w Związku Radzieckim w dużym stopniu ustalony. Maszyny mają pięć upustów regeneracyjnych i podgrzewają wodę przy pełnym obciążeniu do 215°C. Przyjęto układ blokowy z przewodem łączącym (zwanym czasem omijanką) i z jednym kotłem rezerwowym. Uproszczony schemat połączeń parowych przedstawiony jest na rys. 1.



Rys. 1. Uproszczony schemat połączeń parowych

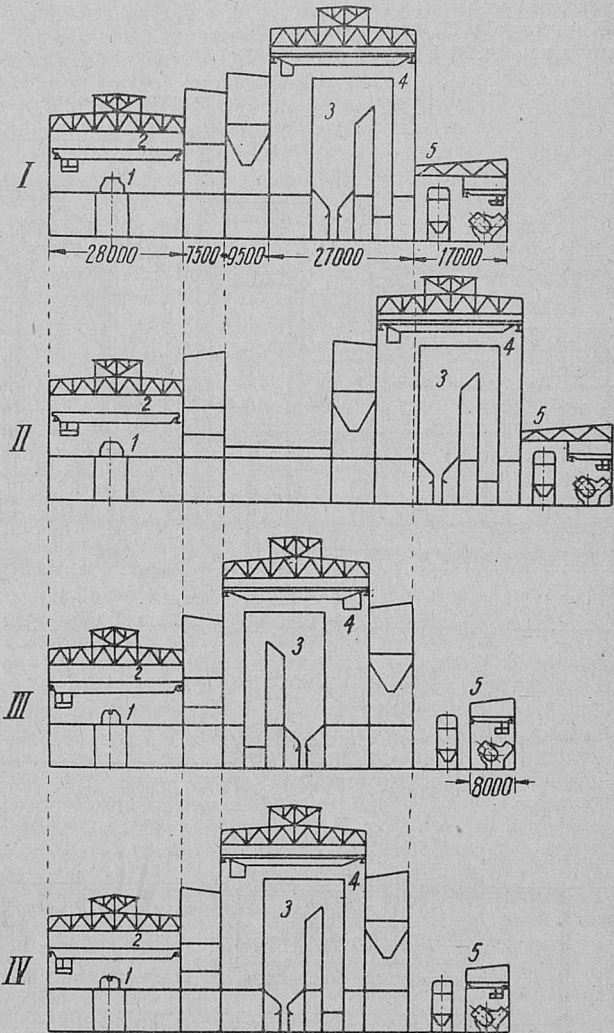
Przy opracowaniu typowej kompozycji rozważono różne kombinacje wzajemnego ustawienia zespołów kotłowni i maszynowni (rys. 2), a jako kryteria wyboru uznano:

- niskie koszty i szybkość budowy,
- pewność ruchu i ułatwienie eksploatacji,
- dobre warunki pracy personelu eksploatacyjnego i remontowego,
- niskie koszty eksploatacji.

Budynek główny składa się z czterech równoległych budowli zgrupowanych w dwa zespoły: maszynowni z przylegającą do niej odgazowywalnią oraz kotłowni z przylegającą do niej zasobnikownią. Maszynownia zawiera, według przyjętych w Związku Radzieckim rozwiązań, turbozespoły ustawione zawsze po osi (jeden za drugim), pompy zasilające na poziomie 0,0 pomiędzy turbinami a odgazowywalnią i podgrzewacze regeneracyjne umieszczone obok turbiny. W odgazowywalni znajdują się na poziomie 14 m odgazowywacze, na poziomie 8,0 rurociągi parowe i zasilające, a na poziomie 0,0 rozdzielnie potrzeb własnych. Odpylacze i wentylatory ciągu znajdują się na poziomie 0,0 poza kotłownią. Komin jest z reguły murowany.

Układ budynków zarówno elektrowni na 2×50 MW, jak i ciepłowni na 2×25 MW, jest tak podobny, że wszelkie rozważania nad układem elektrowni dotyczą także i ciepłowni. Różnice są tylko w wymiarach budynków i to nieznaczne. Ze względu na większe kotły, długości kotłowni i rozstęp słupów są nieco większe dla elektrowni niż dla ciepłowni. Inne wymiary zarówno odgazowywalni, jak i zasobnikowni są te same w obu wypadkach. Długość maszynowni jest ta sama dla obu

rozwiązań, gdyż długość zabudowy dla maszyn WK-50 i dla WT-25 jest jednakowa. Natomiast ciepłownia ma maszynownię nieco niższą, ale szerszą, tu bowiem pomiędzy turbozespołami a ścianą zewnętrzną znajdują się



Rys. 2. Przekrój poprzeczny czterech kompozycji budynku głównego

- Kompozycja I typowa dla młynów szybowych
Kompozycja IV typowa dla młynów kulowych
- 1 — zespół WT-25-4
 - 2 — suwnica o udźwigu 75/15 t
 - 3 — kocioł TP-170-1
 - 4 — suwnica o udźwigu 2×15 t
 - 5 — cyklony (udźwig/suwnicy 5 t)

Zużycie materiałów

Kompozycja		I	II	III	IV
Konstrukcja stalowa	(t)	2000	2100	1900	1900
Rurociągi ogólnie	(t)	660	685	655	650
„ wysok. ciśnienia	(t)	180	195	180	175
Obudowa kotła	(t)	430	430	510	470
Razem stali	(t)	3270	3410	3245	3195
Żelbet	(m³)	3200	3470	3180	3180
Beton chudy	(m³)	255	360	300	300
Cegła	(m³)	4790	6150	4550	4550

potężne podgrzewacze podstawowe i szczytowe wody sieciowej.

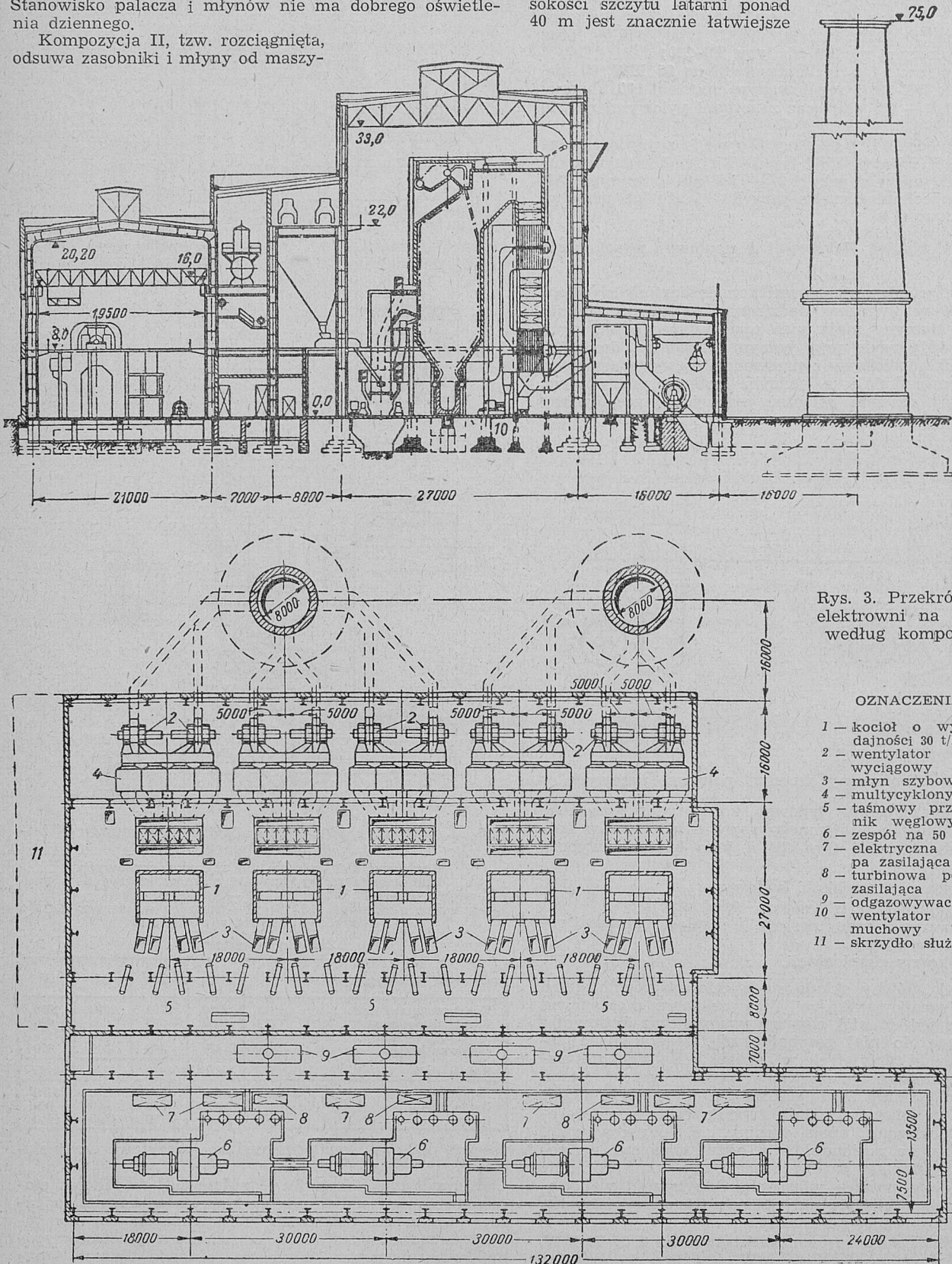
Kompozycja I (rys. 2) — najczęściej dotychczas stosowana — ma układ następujący: maszynownia, odgazowywalnia, zasobnikownia, kotłownia. W tej kompozycji urządzenia kotłowni, a zwłaszcza przewody spalinowe są najtańsze. Wadę jej stanowią dłuższe, kosztowniejsze rurociągi wysokoprężne wodne, a zwłaszcza parowe, które od kotła do turbiny muszą przechodzić przez odgazowywalnię i zasobnikownię.

Niekorzystne jest również umieszczanie zasobnikowni w środku zespołu budowli, gdyż przejście pochylego pomostu z przenośnikami taśmowymi nawęglania przez kotłownię zabiera kilka metrów szerokości kotłowni.

Ponadto pomieszczenie młynów jest źle wentylowane. Przy tym, zdaniem projektantów radzieckich, ze względu na nieuniknione pylenie młynów oraz możliwość wybuchów pyłu należałoby oddalać młyny od maszynowni. Stanowisko palacza i młynów nie ma dobrego oświetlenia dziennego.

Kompozycja II, tzw. rozciągnięta, odsuwa zasobniki i młyny od maszy-

Obie poprzednie kompozycje cechuje wysoka wolnostojąca ściana zewnętrzna kotłowni. Aczkolwiek radzieckie elektrownie mają budynki w konstrukcji stalowej, w których wykonanie ramy o rozpiętości 27 m i wysokości szczytu latarni ponad 40 m jest znacznie łatwiejsze



Rys. 3. Przekrój i rzut elektrowni na 200 MW według kompozycji I

OZNACZENIA

- 1 — kocioł o wydajności 30 t/h
- 2 — wentylator wyciągowy
- 3 — młyn szybowy
- 4 — multicyklony
- 5 — taśmowy przenośnik węglowy
- 6 — zespół na 50 MW
- 7 — elektryczna pompa zasilająca
- 8 — turbinowa pompa zasilająca
- 9 — odgazowywacze
- 10 — wentylator podmuchowy
- 11 — skrzydło służbowe

nowni, zapewnia dobre oświetlenie i naturalną wentylację zarówno młynom, jak i odgazowywalni, jest jednak bardzo droga, zwłaszcza w pozycji rurociągów parowych i wodnych, które są tu bardzo długie. Również najwyższe są w tym wypadku koszty budynku, toteż choć istnieje szereg elektrowni, wybudowanych według tego wariantu, nie jest on zalecany i nie jest uznawany za typowy.

niż w żelbecie, jednak jest ono również bardzo kosztowne.

Najlepsze dwa warianty kompozycji — III i IV — przenoszą zasobnikownię na zewnątrz. W ten sposób kotły znajdują się pomiędzy dwiema sztywnymi i mocnymi budowlami — odgazowywalnią i zasobnikownią. Toteż obie te kompozycje są najoszczędniejsze pod względem zużycia żelazo-betonu i cegły. W tym rozwią-

zaniu kotłownia jest najkrótsza, ponieważ przenośniki węglowe nie przechodzą przez kotłownię, dochodząc z zewnątrz tylko do zasobnikowni. Obie kompozycje różnią się między sobą ustawieniem kotła wewnątrz kotłowni.

W kompozycji III kocioł jest zwrócony przodem do zasobnikowni węgla, drugi ciąg znajduje się od strony maszynowni, a przewody spalinowe przechodzą między kotłami i młynami na zewnątrz, toteż są one tu naj-

T a b l i c a I. Porównanie poszczególnych budowli dla dwu typów elektrowni

Budowle	Elektrownia na 100 MW: turbiny 2xWK-50, kotły 3xTP-230		Ciepłownia na 50 MW: turbiny 2xWT-25, kotły 3xTP-170	
	wymiary dawne	wymiary nowe	wymiary dawne	wymiary nowe
Maszynownia				
Szerokość (m)	24	22	28	25
Długość „	91	78	91	78
Poziom torów suwnicy „	17	17	17	15,5
Zaoszczędzenie kubatury (%)	—	21	—	30
Odgazowywalnia				
Poziom odgazowywaczy (m)	18	14	18	14
Zaoszczędzenie kubatury (%)	—	28	—	28
Kotłownia				
Rozstaw słupów (m)	6,5	6,5	6,5	6
Długość „	66	61,5	65	57
Poziom dolnej krawędzi dźwigarów dachowych „	37	36	37	36
Zaoszczędzenie kubatury (%)	—	10	—	19
Zasobnikownia				
Szerokość (m)	9,5	8	9,5	8
Wysokość zasobników „	23	21	23	21
Zaoszczędzenie kubatury (%)	—	36	—	36
Odpylacze i wentylatory ciągu				
Szerokość (m)	17	8	17	8
Zaoszczędzenie kubatury (%)	—	45	—	50
Ogółem zaoszczędzenie kubatury (%)	—	20	—	27

dłuższe i najkosztowniejsze. Tych wad nie ma kompozycja IV, w której kocioł odwrócony jest tyłem do zasobnikowni i młynowni. Komora paleniskowa znajduje się od strony maszynowni, a drugi ciąg od strony zasobnikowni. Pył jest doprowadzony długimi przewodami z zasobników pyłu do palników. Przewody te są dłuższe niż w poprzedniej kompozycji o szerokość drugiego ciągu kotła. Przewody spalinowe są natomiast znacznie krótsze. W tej kompozycji najkrótsze i najtańsze są rurociągi a zwłaszcza rurociągi wysokiego ciśnienia. W sumie kompozycja ta jest najtańsza i to zarówno pod względem zużycia stali na cele budowlane i na rurociągi, jak również i pod względem zużycia materiałów budowlanych.

Zestawienie zużycia materiałów w różnych układach dobrze ilustruje rys. 2.

Rada Techniczna Ministerstwa Elektrowni ZSRR tę właśnie kompozycję IV uznała za typową w wypadku, gdy kotły wyposażone są w młyny kulowe. Gdy zaś kotły są wyposażone w młyny szybowe i trudno jest ustawić kotły tyłem do zasobników, za najlepszą uznano kompozycję I. Rys. 3 podaje przekrój i plan takiej kompozycji*).

Jak widać, typowy projekt został oparty na ustalonych i wypróbowanych już dotąd rozwiązaniach i to pod względem zarówno schematu cieplnego, jak i układu

urządzeń wewnątrz poszczególnych budowli. Przeanalizowano jedynie różne warianty układu tych budowli względem siebie. Równocześnie rozpatrzono możliwości zmniejszenia wymiarów i kubatury poszczególnych budynków. Zamierzenia powiodły się, co ilustruje tabl. I. W sumie osiągnięto 20 — 27% oszczędności na kubaturze. Zmniejszenie zaś wymiarów budynku pociąga za sobą dalsze oszczędności w postaci skrócenia długości rurociągów, kabli i innych urządzeń.

Omówione wyżej typowe projekty zostały opracowane starannie i bardzo szczegółowo. Projekty budowlane wykonano łącznie z fundamentami, biorąc pod uwagę najczęściej spotykaną wytrzymałość gruntu 1,5 i 2,5 kg/cm². W toku prac typizacyjnych rozpatrzono charakterystyki planowanych siłowni i stwierdzono, że dla 75% budów wystarczy dokumentacja 7 typów. Ten fakt dobitnie świadczy o znaczeniu typowych projektów i o ich roli w przyspieszeniu budownictwa elektrowni.

3. Typowy projekt ciepłowni przemysłowej.

Po projektach typowych wielkich elektrowni i ciepłowni wysokoprężnych opracowano typowy projekt mniejszej, średnioprężnej, ciepłowni przemysłowej. Ciepłownia ta, jak już wspomniano, jest zaprojektowana na parametry pary dolotowej 35 ata, 435°C, co odpowiada ciśnieniu 40 ata w kotle i 450°C na wyjściu z przegrzewacza. Ten poziom ciśnienia, niższy z dwóch przyjętych w ZSRR, jest bardzo popularny i został uznany za znormalizowany w wielu krajach, m. in. w Polsce, Czechosłowacji i Niemczech.

Jak zawsze w ciepłowni przemysłowej, mniej różnorodności jest w rozwiązaniu kotłowni niż maszynowni. Toteż kotłownia jest zaprojektowana na 3 kotły po 50 t/h z paleniskiem pyłowym (szybowym) na węgiel podmoskiewski. Przewiduje się możliwość dostawienia dwu dalszych kotłów. Mniej prosto przedstawia się maszynownia, która zależnie od charakteru odbioru pary może być wyposażona w różne kombinacje turbin typu AT, AP, AR. Przy poważnym odbiorze do ogrzewania budynków ma zastosowanie turbina AT-6 z regulowanym upustem cieplowniczym 1,2 — 2,5 ata, 35 t/h. Dla pokrycia zapotrzebowania pary technologicznej o zmiennym poborze służy maszyna AP-6 o regulowanym upuście (5 ± 1) ata, 40 t/h. Przy dużym i stałym poborze technologicznym wchodzi w rachubę turbina przeciwpłynna AR-6. Projekt przewiduje ustawienie 2 turbozespołów z możliwością rozbudowy o dalsze 2.

Rys. 4 przedstawia schemat cieplny dla wariantu z jedną maszyną AT i jedną AP. Wydajność jednego kotła wystarcza do pokrycia zapotrzebowania pary jednej turbiny. Stosownie więc do przyjętej w Związku Radzieckim (podobnie i u nas) zasady dwa kotły pokrywają normalne zapotrzebowanie pary przez turbiny, trzeci służy jako rezerwa oraz pokrywa szczytowe zapotrzebowanie pary w okresie najzimniejszych dni. Przyjęto zużycie pary latem 85,5 t/h, zimą średnio 97,4 t/h; największe zimowe 122,4 t/h.

Zasadniczy układ rurociągów jest taki sam, jaki przedstawiono na rys. 1 dla wielkiej elektrowni i ciepłowni. Szczegółowy schemat cieplny podaje rys. 4. Kotły są przyłączone do pojedynczego dwukrotnie sekcjonowanego kolektora, z którego odchodzą doprowadzenia pary do turbin głównych, dwóch turbin napędzających pompy zasilające oraz do reduktora pary na 40/5 ata o wydajności 45 t/h, który zapewnia dostawę pary na 5 ata w czasie postoju maszyny AP-12.

Obie turbiny wyposażone są w dwa zapusty regeneracyjne. Skropliny tłoczone przez pompy skroplinowe o ciśnieniu 55 m sł. w. podgrzewane są w kondensatorach smoczków, potem w podgrzewaczu niskoprężnym do temperatury 45 — 50°C, po czym idą do odgazowywaczy, gdzie mieszanina skroplin i wody chemicznie zmiękczonej podgrzewa się do 102°C parą z odbioru ogrzewniczego (1,2—2,5) turbiny AT, parą wylotową turbin pomp zasilających lub parą dławioną z ciśnienia 5 ata. Ze zbiorników odgazowywaczy (2 × 50 m³) pompy zasilające — 3 elektryczne o wydajności 110 m³/h każda i 2 parowe po 50 m³/h na ciśnienie 590 m sł. w. — tłoczą wodę do kotła przez podgrzewacze wysokoprężne, podgrzewające wodę do 150°C. Pompy zasilające zarówno na ssaniu, jak i na tłoczeniu, połączone są kolektorami pojedynczymi, podzielonymi zaworami na 2 sekcje. Kotły są zasilane z pod-

*) Wymiarowy przekrój kompozycji IV ob. w Przegl. Elektr., 1952, z. 2, str. 49.

wójnego kolektora, do którego dochodzi woda zasilająca z podgrzewaczy wysokoprężnych. Jak widać zatem, poza podwójnym kolektorem zasilającym kotły nie ma w całym układzie elektrowni podwójnych kolektorów.

Kotłownia (rys. 5) ma pokaźne wymiary: szerokość 23 m, wysokość do dźwigarów dachowych 24 m. Jeden kocioł zajmuje 11 m długości kotłowni. Zasobnikownia

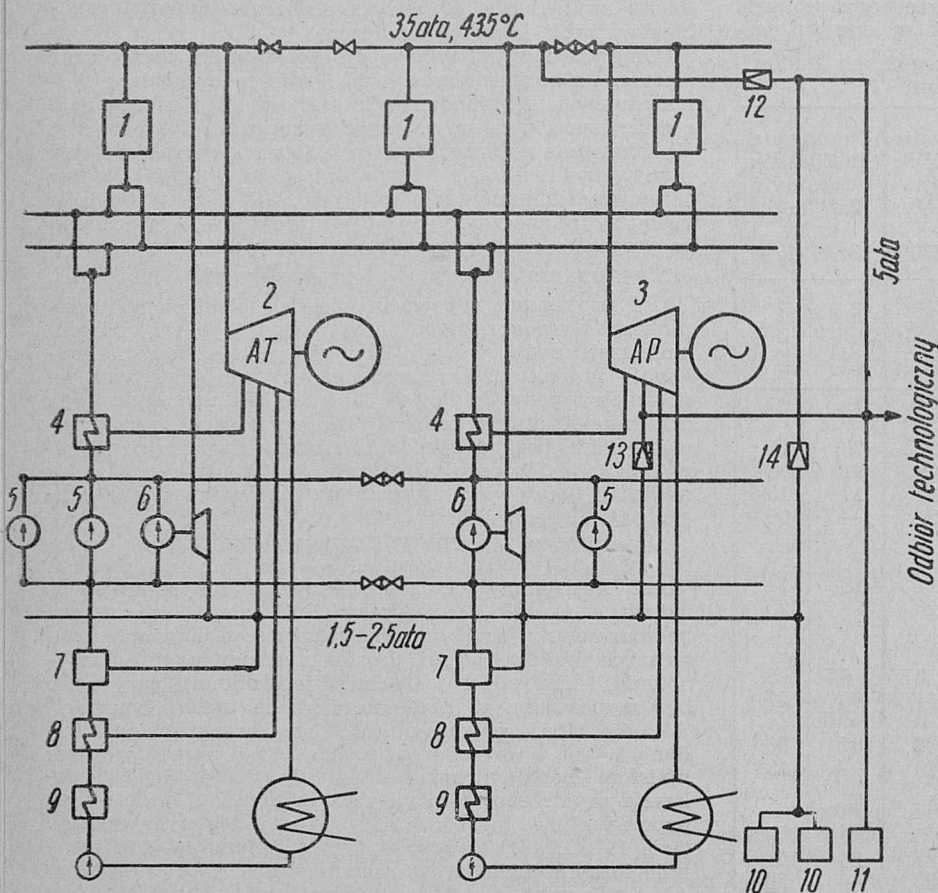
między nimi pozwalają na wysunięcie pod suwnicę maszynowni transformatorów potrzeb własnych, umieszczonych na poziomie 0,0 odgazowywalni, gdzie też znajduje się rozdzielnia potrzeb własnych. Poziom + 5,5 tej odgazowywalni mieści rurociągi parowe i wodne zasilające, a poziom + 10,0 w pierwszych dwóch przęsłach — zbiorniki wody technicznej oraz wody do płukania filtrów.

Dalej jest odgazowywacz i zbiornik na 50 m³ wody, uzupełniającej sieć ciepłowniczą, a za nim 2 odgazowywacze wody zasilającej o wydajności po 100 t/h ze zbiornikiem na 50 m³ każdy.

Z zewnątrz do hali maszyn przylega parterowa rozdzielnia główna. W narożniku budynku jest nastawnia.

Nawęglanie przewidziane jest za pomocą dwóch ciągów taśm gumowych szerokości 650 mm ze zgarniaczami pługowymi. Pochyły pomost dochodzi do zasobnikowni ze strony

Rys. 4. Schemat cieplny ciepłowni na 12 MW z turbinami AT-6 i AP-6 na parametry 35 ata, 435°C



- 1 — kocioł na 50 t/h typu CKTJ 50-39-F
- 2 — turbina AT-6 z regulowanym upustem na 1,2 — 2,5 ata, 35 t/h
- 3 — turbina AP-6 z regulowanym upustem na 5 ± 1 ata, 40 t/h
- 4 — podgrzewacz wysokiego ciśnienia
- 5 — elektryczna pompa zasilająca na 100 m³/h
- 6 — turbopompa zasilająca na 50 m³/h
- 7 — odgazowywacz na 100 m³/h ze zbiornikiem na 50 m³
- 8 — podgrzewacz niskiego ciśnienia
- 9 — skraplacz smoczków
- 10 — podstawowy podgrzewacz sieciowy
- 11 — szczytowy podgrzewacz sieciowy
- 12 — reduktor pary na 40/5 ata, 45 t/h
- 13 — reduktor pary na 5/2,5 ata, 5 t/h
- 14 — reduktor pary na 5/2,5 ata, 35 t/h

ma szerokość 6 m, górny poziom zasobników 20 m. Poziom obsługi kotłowni (7,0 m) jest wyższy niż poziom obsługi w maszynowni i odgazowywalni, który wynosi 5,50 m. Zasobniki mają pojemność po 158 m³ i mieszczą po 110 t węgla, co starcza na 15,4 h ruchu. Na poziomie 0,0 zasobnikowni umieszczone są wentylatory ciągu. Kotły są zwrócone tyłem do maszynowni, co bardzo wydłuża kanały spalinowe. Zastosowano młyny szybowe po 2 na kocioł. Zależnie od wilgotności paliwa stosuje się młyny różnej wielkości. Rozpalanie kotła odbywa się za pomocą palników muflowych, zasilanych lepszym gatunkiem węgla ze specjalnej w tym celu odgrodzonej części zasobnika. Wentylatory podmuchu umieszczone są również na poziomie 0,0 z tyłu kotła. Komin żelbetowy ma zgodnie z radzieckimi przepisami sanitarnymi wysokość 80 m i średnicę przy ujęciu 3 m, co pozwala na dołączenie dalszych dwóch kotłów.

Odpylanie spalin zapewniają multycyklony o niewielkim gabarycie, umieszczone z tyłu kotła pomiędzy podgrzewaczami powietrza. Maszynownia ma rozpiętość 15 m, wystarczającą do pomieszczenia turbin na 4 i 6 MW typu AT, AP i AR. Podgrzewacze wody sieciowej są w tym wypadku umieszczone na końcu maszynowni; jeżeli zaś umieścić je równolegle do turbin, jak w opisanej wyżej ciepłowni wysokoprężnej, to szerokość maszynowni wzrośnie do 17—18 m. Układ pomp wody chłodzącej turbin ze skraplaczami, tj. turbin AT i AP, jest jednakowy i w tym wypadku podziałka słupów maszynowni wynosi 5,5 m, a maszyny zajmują długość po 16,5 m. W razie ustawienia maszyn AP i AR, potrzeba miejsca tylko po 13 m, gdyż AR nie ma skraplacza, związanych z nim pomp, fundament jej jest krótki, a zatem nie ma potrzeby dostosowania układu kondensacyjnego maszyn AT lub AP do podziałki słupów.

Wzdłuż maszynowni od strony odgazowywalni są umieszczone na poziomie 0,0 pompy zasilające. Odstępy

rozbudowy. Toteż przy ewentualnej rozbudowie zachodzi konieczność przesunięcia nawęglania.

Projektowane jest odpowietnianie hydrauliczne bezciśnieniowe z aparatami Moskalkowa lub pompą bagrową odśrodkową względnie mamut.

Zmiękczenie wody odbywać się będzie systemem wymienników jonowych, równoległe H i Na ze wstępną dekarbonizacją. Odmulanie z uwzględnieniem dwustopniowego odparowania nie będzie przekraczało 7,5%. Przy zapotrzebowaniu wody dodatkowej w ilości 30—35 m³/h, jeżeli zachodzi konieczność koagulacji, wymiary zmiękczalni wyniosą 8 m × 19 m przy wysokości 7 m. W tejże przestrzeni zmieści się zmiękczalnia o wydajności do 50 m³/h, jeżeli woda jest twarda, ale nie wymaga koagulacji, a nawet do 100 m³/h przy wodzie średniej twardości. Taką zmiękczalnię uda się pomieścić w głównym budynku.

Elektromechaniczna automatyka spalania przewiduje regulowanie ilości paliwa i powietrza w zależności od ciśnienia pary przegrzanej, a ciąg jest regulowany zależnie od podciśnienia w komorze paleniskowej. Regulację zasilania zastosowano dwuimpulsową. Przegrzanie jest regulowane ręcznie, zdalnie. Prowadzenie wszystkich trzech kotłów jest skupione na jednej tablicy umieszczonej na wprost kotła nr 2.

Kubatura pomieszczeń jest następująca:

	m ³	%
zasobnikownia	5130	9,6
kotłownia	24500	45,8
odgazowywalnia	5350	10,0
maszynownia	12720	23,8
rozdzielnia główna		
i nastawnia	3060	5,7
budynek biur ruchu	2700	5,1
razem	53460	100,0

Kubatura kotłowni łącznie z zasobnikownią wynosi 198 m³/t pary, budynku zaś głównego 4,5 m³/kW instalowany. Waga rurociągów około 200 t, przewodów spaliniowych i pyłowych 100 t.

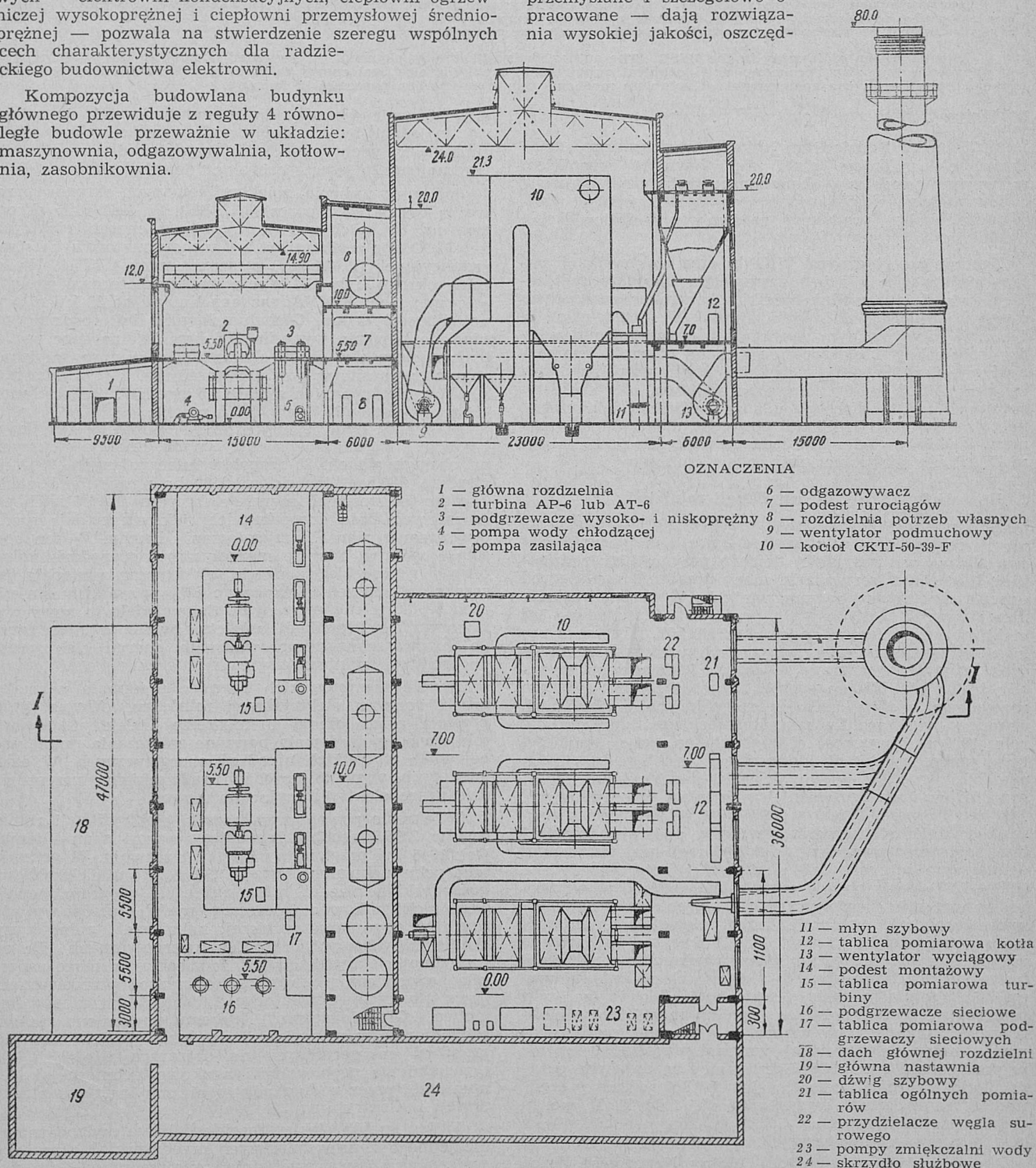
4. Wnioski.

Porównanie trzech opisanych wyżej projektów typowych — elektrowni kondensacyjnych, ciepłowni ogrzewniczej wysokoprężnej i ciepłowni przemysłowej średnioprężnej — pozwala na stwierdzenie szeregu wspólnych cech charakterystycznych dla radzieckiego budownictwa elektrowni.

Kompozycja budowlana budynku głównego przewiduje z reguły 4 równoległe budowle przeważnie w układzie: maszynownia, odgazowywalnia, kotłownia, zasobnikownia.

Dwa kotły pokrywają normalne zapotrzebowanie pary, trzeci stanowi rezerwę. Wszelkie kolektory, a więc parowy oraz wodny na ssaniu i tłoczeniu pomp zasilających, są pojedyncze, sekcjonowane. Jedynie kolektor zasilający przed kotłami jest podwójny. Nawęglanie stanowią dwa równoległe ciągi gumowych przenośników taśmowych.

Te projekty — starannie przemysłowe i szczegółowo opracowane — dają rozwiązania wysokiej jakości, oszczęd-



Rys. 5. Przekrój i rzut ciepłowni przemysłowej na 12 MW

Komin jest przeważnie żelbetonowy wspólny dla kilku kotłów. Turbozespoły są ustawione zawsze osiowo, co daje dość wąską a długą, zawsze dłuższą od kotłowni, maszynownię. Podgrzewacze regeneracyjne znajdują się obok turbin. Pompy zasilające są umieszczone w maszynowni na poziomie 0,0 pomiędzy turbozespołami a galerią odgazowywaczy. Rozdzielnia potrzeb własnych ulokowana jest w odgazowywalni.

ne w budowie, ekonomiczne w eksploatacji i zapewniające dobre warunki pracy personelowi eksploatacyjnemu.

LITERATURA

- B o r o w o j A. A. Typowe projektowanie ciepłych elektrostacji, Elektr. Stanc., 1951, 7, str. 22
 Ł a w r o w M. J. Typowy projekt elektrostacji 12 tys. kwt, Elektr. Stanc., 1952, 5 str. 27
 K e r c e l l i L. I. i R y ż k i n W. J. Tęplowyje elektryczeskie stancji, Moskwa — Leningrad, 1949.

MGR INŻ. KRAKOWIAK STANISŁAW
Centralny Zarząd Elektryfikacji Rolnictwa

Elektryfikacja rolnictwa w ZSRR

621.311:631(47)

Treść. Artykuł opisuje rozwój elektryfikacji rolnictwa w ZSRR, podaje najważniejsze ekonomiczno-techniczne problemy zasilania energią elektryczną obszarów wiejskich, omawia rolę elektryfikacji w osiągnięciu pełnej mechanizacji procesów produkcyjnych w gospodarce rolnej.

Электрификация сельского хозяйства в СССР. Статья описывает развитие электрификации сельского хозяйства в СССР, указывает важнейшие технико-экономические проблемы снабжения электрической энергией сельских районов, обсуждает роль электрификации в достижении полной механизации производственных процессов в сельском хозяйстве.

Electrification of farming in the USSR. The author deals with the development of electrified farming in the USSR, refers to the more important economic and technical problems of supplying electrical energy to rural areas and discusses the role of electrification in the achievement of complete mechanisation of production processes in farming.

1. Wstęp.

W Związku Radzieckim, w kraju zwycięskiego socjalizmu, elektryfikacja stała się głównym czynnikiem w tworzeniu podstawy ekonomiczno-technicznej państwa, odpowiadającej nowemu ustrojowi społecznemu i obejmującej wielką produkcję zarówno przemysłową, jak i rolniczą.

Zgodnie z wytycznymi WKP(b) idea elektryfikacji całego państwa była i jest zawsze dla narodów radzieckich gwiazdą przewodnią wielkich przemian, związanych z przejściem ZSRR do komunizmu. J. W. Stalin pisał, że Lenin w swym znanym powiedzeniu o komunizmie, władzy radzieckiej i elektryfikacji chciał wyrazić konieczność zelektryfikowania wszystkich gałęzi gospodarki narodowej ZSRR, w tej liczbie i rolnictwa, aby dojść do komunizmu. Oto dlaczego władza radziecka od samego początku swojego istnienia poświęca elektryfikacji rolnictwa wiele uwagi i dlaczego przedsięwzięcie to osiąga w ZSRR nie spotykane gdzie indziej sukcesy.

2. Rozwój inwestycji elektryfikacji rolnictwa.

Elektryfikacji wsi w Rosji przed r. 1918 — praktycznie rzecz biorąc — w ogóle nie było. Elektryczność zjawiała się we wsi rosyjskiej dopiero przy władzy radzieckiej. Widać to z zestawienia mocy urządzeń, zasilających energią elektryczną obszary wiejskie. W gospodarce rolniczej dawnej Rosji istniały przed 1918 r. zaledwie 142 elektrownie o łącznej mocy ok. 2000 kW, gdy już w roku 1928 łączna moc energetycznych urządzeń, zasilających gospodarkę rolniczą Związku Radzieckiego wynosiła 29 600 kW. W ten sposób zapoczątkowano z dużym rozmachem wielkie dzieło zelektryfikowania olbrzymich obszarów wiejskich Związku Radzieckiego. Jednak aż do roku 1930 elektryczność obsługiwała na wsi w ogólności tylko potrzeby życiowe ludności we wsiach podmiejskich wielkich ośrodków przemysłowych, jak Moskwa, Leningrad, Kijów i szeregu ważniejszych miast przemysłowych, jak Swierdłowski, Charków, Staliński itd. Dopiero pierwsze pięciolatki stalinowskie stworzyły podstawę materiałową do przeprowadzenia elektryfikacji wsi radzieckiej w szerszym zakresie. Już w drugim planie pięcioletnim (1933—1937) postawiono i wypełniono zadanie stopniowego wprowadzania elektryczności do procesów produkcyjnych gospodarki rolniczej. Trzeci pięcioletni plan rozwoju gospodarki narodowej ZSRR wysunął już zadanie rozwinięcia szerokiego frontu budowy kołchozowych elektrowni wodnych, wietrznych i ciepłych na miejscowym paliwie, spełniając hasło powszechnej elektryfikacji wsi radzieckiej. W tym też czasie ogólna moc i liczba elektrycznych urządzeń na wsiach, jak również zapotrzebowanie energii elektrycznej wzrosły przeszło 10-krotnie w porównaniu z r. 1930. Łączna moc zasilających urządzeń elektrycznych wynosiła już 246 000 kW przy średnim rocznym czasie wyzyskania ok. 1500 h. Z energii elektrycznej korzystało ok. 10 000 kołchozów i 2500 ośrodków maszynowo-traktorowych.

Przed wybuchem Wielkiej Wojny Narodowej liczba zelektryfikowanych obiektów wiejskich była jednak w stosunku do ich ogólnej liczby jeszcze niewielka. Z energii elektrycznej korzystało zaledwie ok. 30% wszystkich ośrodków maszynowo-traktorowych, 20% sowchozów i ok. 4% kołchozów, aczkolwiek istniały poszczególne okręgi, w których większość tych obiektów była już zelektryfikowana. Chociaż rozmiary i skala wyzyskania energii elektrycznej w procesach wytwórczych gospodarki rolniczej stale rosły, chociaż zaczęto już stosować elektryczność w hodowli bydła, w drobiarstwie,

przy uprawie warzyw, do nawodniania pól, do młócki itd., to jednak były to dopiero pierwsze kroki w tym kierunku, a w wielu wypadkach zastosowanie energii elektrycznej nosiło jeszcze charakter doświadczały.

Jednym z najlepiej zelektryfikowanych okręgów przed wojną był okręg zaporoski (USRR). W 1941 r. w okręgu tym na 80 kołchozów korzystało z energii elektrycznej 76. Okręg zasilany był z 6 transformatorowych stacji redukcyjnych (110/35 kV) o łącznej mocy 4 MVA. Na terenie okręgu były 154 stacje transformatorowe wiejskie o łącznej mocy 8 MVA, zasilane liniami na 35 kV o łącznej długości 72 km. Globalna długość linii rozdzielczych niskiego napięcia wynosiła 306 km. Ogólna moc zasilanych odbiorników prądu elektrycznego w gospodarstwach rolnych wynosiła w tym okręgu 10 tys. kW, w tym moc silników elektrycznych sięgała 5,5 tys. kW. Zużycie energii przewyższało 16,5 mln. kWh rocznie.

W okręgu było czynnych 26 tys. punktów świetlnych i powyżej 300 silników elektrycznych. Energia elektryczna obsługiwała ok. 80 zespołów młocarnianych, 9500 m² cieplarni, 7800 m² inspektów, 2100 ha nawodnianej ziemi. Zaczęto też stosować energię elektryczną do różnych pomocniczych prac gospodarskich, jak ogrzewanie wody, oczyszczanie ziarna, przygotowanie karmu. W ten sposób w ogólnym bilansie energetycznym gospodarki rolnej okręgu zaporoskiego energia elektryczna posiadała już zasadnicze znaczenie, stanowiąc 52% wszystkich istniejących środków energetycznych. Zapowiadało to nowy etap w rozwoju elektryfikacji rolnictwa w sensie intensywnego i powszechnego wprowadzania energii elektrycznej do produkcji rolniczej.

Napaść faszystowskich Niemiec przerwała normalny proces rozwoju elektryfikacji rolnictwa. Wojna, która przeszła przez okręgi o najszerzej zelektryfikowanym rolnictwie, spowodowała poważne zniszczenia mniej więcej w 2/3 wszystkich urządzeń energetycznych. W okręgach tych wypadło narodowi radzieckiemu przeprowadzić prace elektryfikacyjne na nowo.

W okresie powojennym rozwój elektryfikacji rolnictwa w ZSRR cechuje zasadniczy wzrost skali i tempa. Rok 1945 był przełomowym w tym rozwoju. W początku tego roku uchwalono ustawę „O rozwoju elektryfikacji gospodarki rolniczej”, która nakreśliła program stopniowego elektryfikowania poszczególnych procesów wytwórczych w gospodarce rolniczej, nakazywała pełne wyzyskanie miejscowych zasobów energetycznych dla powszechnej elektryfikacji wsi radzieckiej, a także zapewniła odpowiednią organizację całego przedsięwzięcia przez utworzenie Centralnego Zarządu Elektryfikacji Rolnictwa („Gławsielektr”), któremu powierzono zarówno zadania inwestycyjne i eksploatacyjne w sprawach urządzeń energetycznych na obszarach wiejskich, jak i zagadnienia problematyki naukowo-technicznej i ekonomicznej przez podporządkowanie mu Instytutu Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa.

W ten sposób elektryfikacji rolnictwa nadano znaczenie jednego z najważniejszych przedsięwzięć okresu powojennego. Zajęła ona istotne miejsce w wielkim programie budowy komunizmu i stworzenia jego materialnych podstaw.

Zgodnie z tendencjami rządu elektryfikacja rolnictwa ZSRR przybierała szybko coraz powszechniejszy charakter, często nawet charakter budów narodowych. Towarzyszył temu gwałtowny rozwój energetycznych urządzeń zasilających (rys. 1).

W okresie pierwszej powojennej pięciolatki stalinowskiej przyrost mocy tych urządzeń przekraczał kilkakrotnie moc urządzeń, pobudowanych w ciągu ostatnich

T a b l i c a I. Dynamika rozwoju wiejskich zasilających urządzeń energetycznych w okresie pierwszego powojennego pięciolecia (w procentach na początek każdego roku)

	1946	1947	1948	1949	1950	1951
Liczba wszystkich wiejskich urządzeń energetycznych (%)	100	134	179,2	225,8	265,7	307,5
W tym liczba elektrowni wiejskich (%)	100	132,6	171,8	213,4	245,4	261,8
Podział elektrowni wiejskich: a) wodne (%)	100	179,6	254,1	352,2	439,8	453,6
b) ciepłne (%)	100	122,9	154,9	184,8	205,4	222,3
Moc wszystkich wiejskich urządzeń energetycznych (%)	100	141,7	201,6	265,9	361,4	427
W tym moc elektrowni wiejskich (%)	100	134,7	179,2	236,2	330,7	394
Podział mocy elektrowni wiejskich: a) wodne (%)	100	148,7	206,4	291	317,4	411,9
b) ciepłne (%)	100	128,1	166,7	210,8	336,9	385,6

8 lat przedwojennych (1933 — 1940). Energetyka radziecka w okresie 1946 — 1950 r. oddała gospodarce rolniczej do dyspozycji około 1 mln. kW mocy. Corocznie oddawano do użytku od 3000 — 4000 energetycznych urządzeń zasilających w postaci transformatorowych i elektrowni wiejskiej, z czego 1000 — 2000 przyłączano do państwowych sieci elektrycznych. Dynamikę rozwoju tych urządzeń w okresie pierwszych pięciu lat po wojnie podaje tabl. I.

Równolegle z szybkim rozwojem elektrowni wiejskich postępowała poważna rozbudowa linii rozdzielczych wysokiego i niskiego napięcia (tabl. II). Dziesiątki tysięcy kilometrów budowanych linii rozdzielczych stanowi miarę tych olbrzymich prac, które wraz z budową wiejskich elektrowni i stacji transformatorowych stwarzają podstawę energetyczną do prowadzenia właściwych prac elektryfikacyjnych.

Taki szybki rozwój elektrowni i sieci wiejskich możliwy był dzięki właściwemu wyzyskaniu środków państwowych i kolchozowych oraz inicjatywy samych kolchoźników. Na takim fundamencie oparto cały bujny rozwój elektryfikacji rolnictwa radzieckiego, zaznaczany wciąż nowymi sukcesami.

W 1949 roku zelektryfikowano już 2,5-

jest typowa dla obecnego etapu prac elektryfikacyjnych. Przed wojną istniało nie więcej niż 10 okręgów, w których większość kolchozów, ośrodków maszynowo-traktorowych i sowchozów była zasilana energią elektryczną; obecnie liczy się je na setki. Liczba całkowicie zelektryfikowanych okręgów wzrasta dosłownie z każdym tygodniem.

W początkach roku 1950 z energii elektrycznej korzystało już ok. 30 tys. kolchozów, co stanowiło przeszło 13% całkowitej ich liczby, oraz ponad 6 tys. ośrodków maszynowo-traktorowych, blisko 70% ich ogólnej liczby. Należy dodać, że ze względu na wykazywaną w ostatnich latach dążność kolchozów do komasacji, która spowodowała już wzrost wielkości kolchozów blisko w dwójnasób, podany w tabelicy procent zelektryfikowanych kolchozów ma jeszcze większą wymowę.

T a b l i c a II. Rozwój budownictwa wiejskich linii rozdzielczych (w procentach na początek każdego roku)

	1946	1947	1948	1949	1950	1951
Rozległość sieci:						
a) wysokiego napięcia (%)	100	132,3	178,5	228,2	322,7	374,5
b) niskiego napięcia (%)	100	142	215,4	293,4	401,6	466,1

Całość prac elektryfikacyjnych charakteryzuje olbrzymi rozmach, który pozwala przewidywać, że w ciągu najbliższych 10 lat nastąpi prawie całkowita elektryfikacja wszystkich kolchozów ZSRR.

Jest to olbrzymie przedsięwzięcie. Miarą jego są obliczenia, oparte na dotychczasowej praktyce elektryfikacji

T a b l i c a III. Przyrost roczny zelektryfikowanych kolchozów oraz ośrodków maszynowo-traktorowych (w procentach)

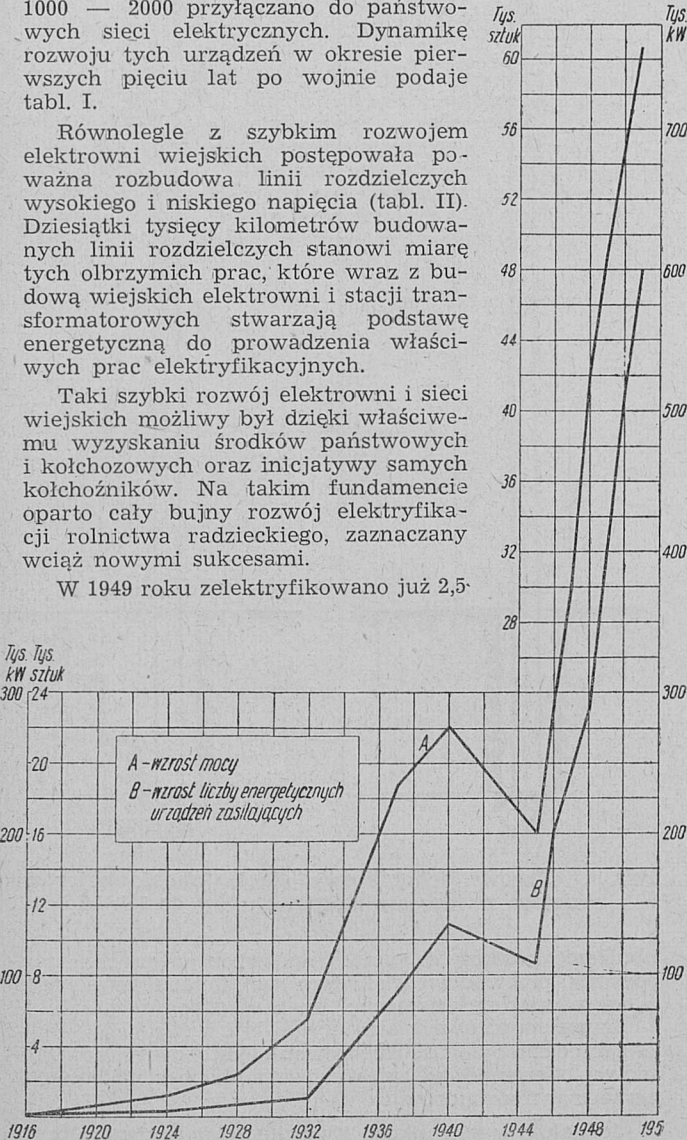
	1945	1946	1947	1948	1949	1950
Liczba kolchozów (%)	100	164,5	234	238,6	253,3	174*)
Liczba MTS, MRZ i MTM (%)	100	126,8	130,3	132,5	100,3	181,3

*) Wraz z kolchozami skomasowanymi.

cyjnej, które wykazują, że objęcie elektryfikacją całego Związku Radzieckiego będzie wymagało pobudowania elektroenergetycznych urządzeń zasilających o ogólnej mocy 6 do 10 mln. kW.

3. Zagadnienia ekonomiczno-techniczne zasilania i rozdziału energii elektrycznej.

Olbrzymie planowe inwestycje energetyczne dla elektryfikacji rolnictwa, której tempo rozbudowy rośnie z roku na rok, nakazywały daleko idącą racjonalizację i szybkie rozwiązanie szeregu problemów ekonomiczno-technicznych zaopatrywania w energię elektryczną wielkich obszarów wiejskich Związku Radzieckiego. Zagadnienia te zostały już w szeregu wypadków z powodze-



Rys. 1. Dynamika rozwoju wiejskich energetycznych urządzeń zasilających

razy więcej kolchozów niż w r. 1945, elektryfikacja zaś ośrodków maszynowo-traktorowych (MTS) i sowchozów zbliża się już ku końcowi, czego dowodem jest zmniejszanie się w ostatnich latach liczby elektryfikowanych rocznie punktów (tabl. III).

Tak zwana powszechna elektryfikacja całych okręgów, nie zaś oddzielnych wybranych gospodarstw

niem rozwiązane, co dało już szereg pozytywnych wyników praktycznych.

Elektryfikacja poszczególnych procesów produkcyjnych w gospodarce rolniczej w szerokim zakresie jest zależna od możliwości otrzymania energii elektrycznej taniej i dobrej jakości, tzn. o stałej częstotliwości i stałym napięciu przy zachowaniu pewności dostawy. Tak np. przy zelektryfikowanym nawodnianiu, ogrzewaniu ciepłarni lub inspektów, ogrzewaniu inkubatorów i tym podobnych zastosowaniach produkcyjnych kilkogodzinna przerwa w dostawie energii elektrycznej może doprowadzić do poważnych strat.

Podane wyżej warunki mogą być spełnione tylko w przypadku przyłączenia okręgów wiejskich do sieci wielkich układów energetycznych. Jest to niewątpliwie najlepsza forma zasilania gospodarstw wiejskich energią elektryczną.

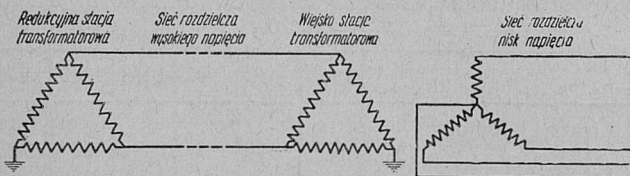
Obciążenie produkcyjne w gospodarstwie rolnym (nawodnianie, orka elektryczna, młocka itp.) jest bardzo korzystne również dla samych układów energetycznych. Wszystkie te odbiory dają szczytowe obciążenie w lecie, a więc w tym okresie, kiedy układy energetyczne rozporządzają wolną mocą. Pełna elektryfikacja jest więc nie tylko niezbędna dla samej gospodarki rolnej, ale i korzystna z punktu widzenia gospodarki układów energetycznych.

Tysiące kilometrów budowanych linii rozdzielczych do zasilania poszczególnych odbiorów wiejskich wywołały gwałtowną potrzebę jak najdalej idącego potaniania i uproszczenia budowy tych sieci. Na tym polu technicy radzieccy mają już za sobą bogate doświadczenia i mogą się poszczycić dużymi osiągnięciami.

Praktyka, wykazująca duży wzrost zapotrzebowania energii elektrycznej w rolnictwie, prowadzi do projektowania sieci o coraz większej mocy, do stosowania coraz wyższych napięć przy rozdziale energii elektrycznej. Obok linii na 6 i 10 kV często spotyka się linie na 35 kV, zasilane ze stacji redukcyjnych na 110/35 kV.

Cechą obciążenia wiejskiego jest duże rozproszenie przy stosunkowo małej mocy odbiorów. W związku z tym rozdział energii elektrycznej na obszarach wiejskich wymaga dużego zużycia materiałów przewodowych, dochodzącego do 200 kg (szczególnie żelaza) na 1 kW zainstalowanej mocy. Dlatego też zagadnieniu racjonalizacji rozdziału energii elektrycznej nadaje się w Związku Radzieckim duże znaczenie i szczególną uwagę zwraca się na zaoszczędzanie materiału przewodowego.

Wyrazem tych tendencji było np. zastąpienie ziemią jednego z przewodów fazowych (rys. 2). Jest to tzw. system DPZ (dwa przewody — ziemia). Przed wojną pracowało już ok. 1500 km linii wiejskich wysokiego napięcia tego systemu. Dawało to 33% oszczędności na materia-



Rys. 2. Schemat systemu DPZ

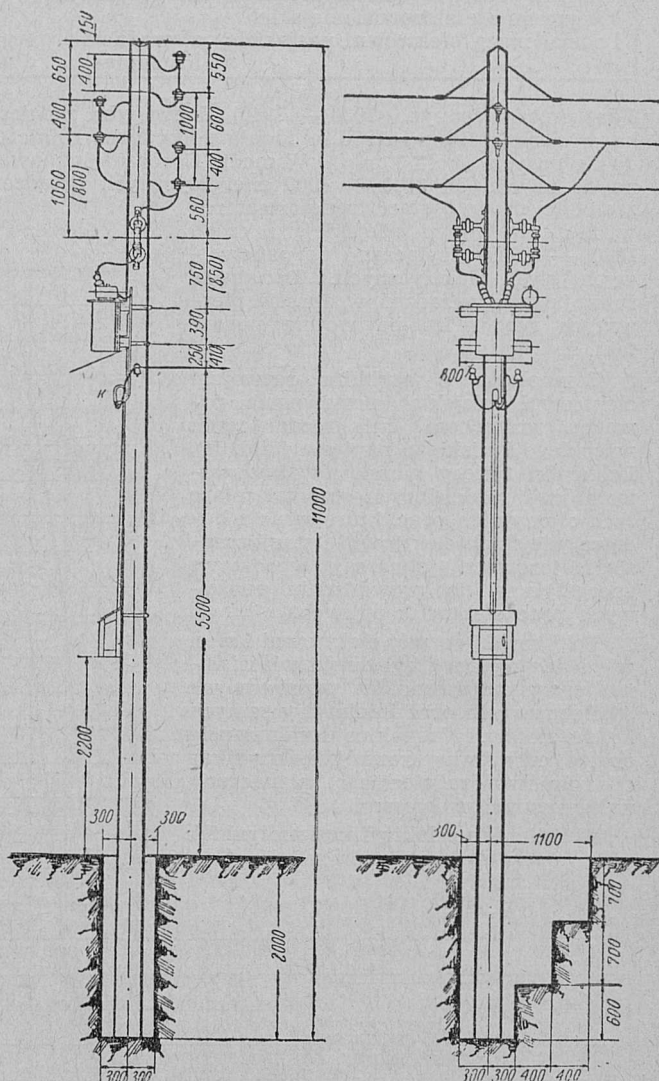
łach przewodowych i izolatorach. Obecnie większość linii wiejskich wysokiego napięcia pracuje na tym systemie z bardzo dobrymi rezultatami. System ten ma jednak poważne niedogodności, wymaga bowiem bardzo dobrych uziemień oraz stosowania specjalnych urządzeń przeciwzakłóceń, gdyż asymetria układu wywołuje poważne zakłócenia w pracy przebiegających w pobliżu linii telekomunikacyjnych. Dlatego też stosowanie powyższego systemu okazało się celowe tylko na terenach słabo zaludnionych i przy znacznych długościach linii.

Jeszcze korzystniejszy okazał się jednofazowy system rozdziału energii elektrycznej, a zwłaszcza system mieszany trójfazowo-jednofazowy. Daje on do 50% oszczędności materiału przewodowego w sieciach wysokiego i niskiego napięcia oraz obniżenie kosztów o 15 — 25%. Na-

leży zaznaczyć, że w tym systemie również korzysta się z ziemi, jako jednego z przewodów fazowych.

Dla umożliwienia stosowania systemu jednofazowego przemysł radziecki produkuje małe transformatory jednofazowe o mocy 3 — 10 kVA oraz jednofazowe silniki elektryczne do 6 kW, jak również specjalną lekką aparaturę wysokiego napięcia (rys. 3).

Dążenie do potaniania budowy rozdzielczych linii wiejskich prowadzi do dalszych opracowań. Poważne



Rys. 3. Typowa jednofazowa stacja transformatorowa wiejska z transformatorem o mocy do 5 kVA

obniżenie kosztów osiągnięto np. przez powszechne stosowanie przewodów stalowych na liniach wysokiego, a także niskiego napięcia: linek o przekrojach 35, 50 i 70 mm² i drutów o średnicy 4, 5 i 6 mm. Poważnym osiągnięciem było też zastosowanie jako ochrony odgromowej odgromników rurowych (rys. 4) przy uziemionym zerze transformatorów.

Jednakże w warunkach Związku Radzieckiego olbrzymie obszary nie pozwalają na zasilanie terenów wiejskich wyłącznie przez wielkie układy energetyczne. Możliwości zasilania poszczególnych terenów wiejskich drogą rozbudowy tego systemu zasilania zamykają się obecnie w granicach 25 — 30%. Procent ten niewątpliwie wzrośnie po okresie realizacji wielkich budowli komunizmu, mianowicie wielkich elektrowni wodnych na obszarach wiejskich, jak np. elektrownia Kachowska lub Kujbyszewska.

Osobliwością elektryfikacji rolnictwa w Związku Radzieckim jest i będzie zawsze potrzeba opierania jej na

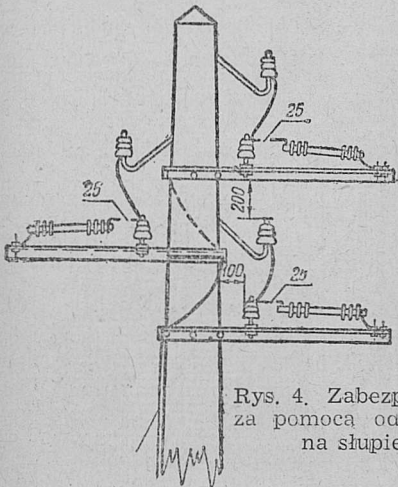
zasilaniu z wiejskich elektrowni, wyzyskujących miejscowe zasoby energetyczne, a przede wszystkim energię rzek.

Powyższe zasadnicze tendencje rozbudowy energetycznych urządzeń zasilających na obszarach wiejskich znajdują odbicie w statystyce osiągnięć energetyki radzieckiej na tym odcinku. Jak wynika z tabl. IV, w ogól-

Tablica IV. Struktura ogólnej mocy energetycznych urządzeń zasilających (w procentach na początek każdego roku)

	1938	1941	1946	1947	1948	1949	1950
Ogółem (%)	100	100	100	100	100	100	100
Elektrownie wodne (%)	11	12,7	21,6	22,5	22,1	23,6	25
Elektrownie ciepłne (%)	39	37,3	46,6	42	38,4	36,8	34,4
Przyłączenia do sieci państwowej (%)	50	50	31,8	35,5	39,5	39,6	40,6

nej mocy urządzeń zasilających główne miejsce zajmują elektrownie wiejskie. Liczba odbiorów wiejskich, przyłączanych do sieci państwowych, procentowo stale maleje, co tłumaczy się coraz dalszym rozszerzaniem się elektryfikacji wsi radzieckiej na obszary, gdzie brak państwowych sieci energetycznych zmusza do korzystania z miejscowych zasobów energetycznych. Trzeba tu podkreślić szybki wzrost elektrowni wodnych, chociaż



Rys. 4. Zabezpieczenie odgromowe za pomocą odgromników rurowych na słupie przelotowym

wciąż jeszcze przeważną część elektrowni wiejskich stanowią elektrownie ciepłne — dyzłowskie i lokomobilowe. W samym tylko 1945 roku wybudowano 584 elektrownie wodne o łącznej mocy 17 400 kW. W niedługim już czasie ogólna moc wiejskich elektrowni wodnych przewyższy moc wiejskich elektrowni ciepłych.

Poza wyzyskaniem bezpłatnej energii „białego węgla” na pokrycie zapotrzebowania energii elektrycznej ze strony kolchozów, sowchozów i stacji maszynowo-traktorowych, rozwojowi wiejskich elektrowni wodnych sprzyja rozwiązanie przy ich budowie szeregu innych ważnych zadań gospodarki narodowej. Korzystając z budowanych dla elektrowni wodnych zapór na rzekach, kolchozy urządzają jednocześnie wodociągi i nawodnianie swoich pól, zakładają hodowle drobiu wodnego i stawy rybne, polepszają warunki miejscowej żeglugi. Ma to olbrzymie znaczenie, gdyż sprzyja wszechstronnej gospodarce kolchozów i obniża koszt własny energii elektrycznej.

W początkach powojennej pięcioletki w latach 1945 — 1946, powstało dużo małych elektrowni wodnych, tzw. „mikroesów”, o mocy poniżej 50 kW, zasilających poszczególne kolchozy, sowchozy lub inne obiekty wiejskie. Temu gwałtownemu rozwojowi małych elektrowni wodnych sprzyjało opracowanie śmigłowych drewnianych turbin wodnych systemu prof. Sokołowa o mocy do 50 kW, które mógł budować miejscowy przemysł, oraz tur-

bin półdrewnianych systemu Koteniewa na spadki od 1,5 do 5 m o mocy 100 kW.

Praktyka małych elektrowni wiejskich szybko jednak pokazała, że mają one bardzo mały wpływ na stopień zelektryfikowania procesów produkcyjnych w rolnictwie. Małe elektrownie uniemożliwiały stosowanie większych silników elektrycznych, zwłaszcza silników asynchronicznych zwartych, powszechnych w gospodarce wiejskiej. Poza tym dalsze wady małych elektrowni — blisko 4-krotnie wyższy koszt 1 kW zainstalowanej mocy, znacznie wyższy koszt własny wytwarzanej energii, częste przerwy w pracy, niestaość napięcia i częstotliwości — zmusiły ostatecznie do zwiększania mocy elektrowni wiejskich. Szczególne znaczenie zyskała budowa dużych elektrowni międzykołchozowych, zapewniających tańszą produkcję i lepsze wyzyskanie energii elektrycznej. Powiększenie elektrowni pozwala zmechanizować ich gospodarkę paliwową, jak np. wydobycie torfu lub wyrób brykietów, pozwala również wyzyskać odpadki gospodarki leśnej i rolnej i zapewnia przy tym nieprzerwaną dostawę taniej energii elektrycznej.

Praktyka elektryfikacyjna okręgu swierdłowskiego wskazuje, jako najkorzystniejsze, moce wiejskich elektrowni wodnych — powyżej 200 kW, ciepłych — powyżej 500 kW. Budowę tych elektrowni przejęło całkowicie państwo.

Z powyższego wynika, że równoległe ze wzrostem liczby elektrowni wiejskich wzrastają ich moce (tabl. V

Tablica V. Średnia moc elektrowni, oddawanych do eksploatacji w poszczególnych latach (w procentach na początku każdego roku)

	1946	1947	1948	1949	1950
Elektrownie wodne (%)	100	126,2	142,3	183,1	210,4
Elektrownie ciepłne (%)	100	101,7	117,2	150,9	134,9
Średnia moc (%)	100	108,3	129,2	162,5	177,1

i VI). Nieznaczny wzrost średniej mocy elektrowni kołchozowych w ostatnim czasie należy tłumaczyć nowością zagadnienia budowy elektrowni większej mocy, brakiem kadr technicznych, powojennymi trudnościami materiałowymi, jak też słabym jeszcze w niektórych terenach rozwojem elektryfikacji procesów, zużywających szczególnie dużo energii, jak np. orka.

Tablica VI. Podział elektrowni wiejskich według formy własności (w procentach na początku 1949 r.)

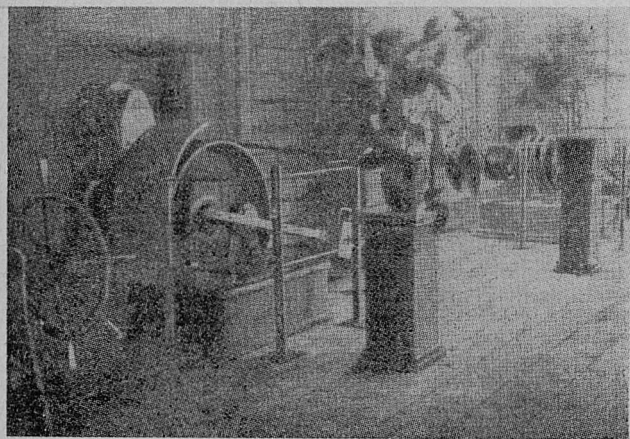
	Ogółem	W tej liczbie	
		kołchozowych	państwowych
Liczba elektrowni wodnych (%)	100	90,9	9,1
Ich moc ogólna (%)	100	82,2	17,8
Średnia moc elektrowni wodnej (kW)	35,1	37,1	68,0
Liczba elektrowni ciepłych (%)	100	40,2	59,8
Ich moc ogólna (%)	100	37,1	62,9
Średnia moc elektrowni ciepłej (kW)	21,5	19,8	22,6

W ostatnich latach wybudowano już jednak szereg większych elektrowni międzykołchozowych o mocy 300, 500 i 1000 kW. W Gruzji, Armenii, w okręgu swierdłowskim, na Ukrainie i w szeregu innych republik i okręgów buduje się już państwowe elektrownie wodne wiejskie o moc powyżej 1 MW. W r. 1948 pobudowano i oddano do eksploatacji elektrownię wodną w miejscowości Korsun nad Bugiem o mocy 1600 kW, na sąsiednich zaś obszarach tegoż okręgu kończy się budowę elektrowni wodnej Steblewskiej o mocy ponad 2000 kW.

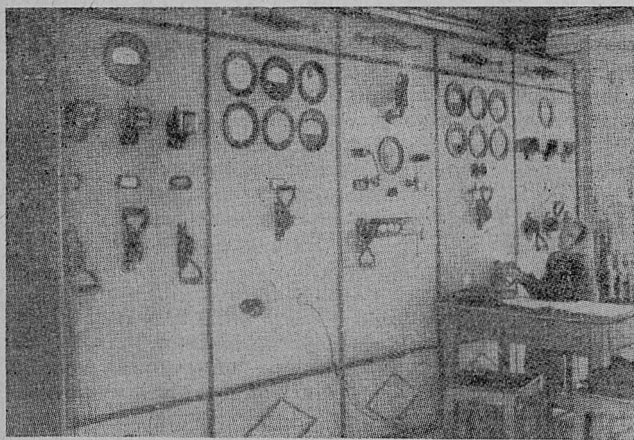
Jednocześnie z tym prowadzi się prace nad przebudową istniejących już elektrowni wiejskich dla powiększenia ich mocy. Rys. 5, 6 i 7 podają wybudowaną nową elektrownię wodną o mocy 240 kW w kolchozie „Zaria“



Rys. 5. Elektrownia wodna kolchozu „Zaria“ w okręgu aczyckim



Rys. 6. Maszynownia elektrowni wodnej kolchozu „Zaria“

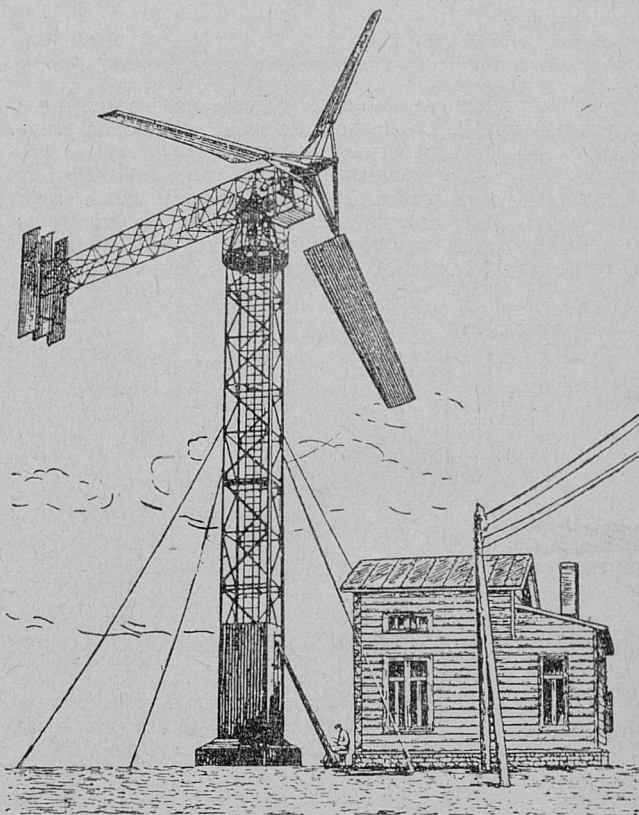


Rys. 7. Nastawnia elektrowni wodnej w kolchozie „Zaria“

w okręgu aczyckim. Kolchoz ten posiadał wybudowaną w r. 1939 elektrownię ciepłą o mocy 25 kW, którą rozbudował do mocy 85 kW, co jednak nie wystarczało na pokrycie zapotrzebowania tego kolchozu. Przykład ten obrazuje potrzebę powiększania mocy elektrowni wiejskich.

W tym kierunku poszedł też przemysł radziecki. Budowa większych elektrowni wodnych jest już zapewniona przez masową produkcję przemysłową większych turbin wodnych reakcyjnych głównie typu Francis oraz, w zakresie spadków mocy nie objętych przez ten typ, turbin systemu Bankiego i Peltona. Dla zaspokojenia potrzeb w dziedzinie turbin wodnych opracowano typ turbiny reakcyjnej dla dowolnie szerokiego zakresu mocy i spadków.

Przy tendencji budowania elektrowni wodnych i ciepłych większych mocy nie wyłącza się celowości korzystania w rolnictwie z innych źródeł energetycznych do wytwarzania energii elektrycznej. Małe elektrownie wiejskie pozwalają wyzyskać takie zasoby energetyczne, z jakich nie można by korzystać w inny sposób. Chodzi tu głównie o energię wiatru. To źródło energii nadaje się do wyzyskania zwłaszcza w okęgach stepowych o szeroko rozwiniętej hodowli, gdzie stosowanie większych urządzeń energetycznych nie jest celowe wo-



Rys. 8. Ogólny widok elektrowni wietrznej 1-D-18 w kolchozie „Tałapkie“ w Kazachstanie

bec stosowania tu silników elektrycznych mniejszej mocy. Rys. 8 przedstawia przykład takiej elektrowni wietrznej, zbudowanej w kolchozie „Tałapkie“ w Kazachstanie w r. 1949. Elektrownia pokrywa w zupełności zapotrzebowanie energii elektrycznej dla kolchozu. Silnik wietrzny daje moc ok. 35 kW przy prędkości wiatru 8 m/s. Ostatnio są prowadzone prace nad projektami elektrowni wietrznych większych mocy (do 1 MW) do pracy równoległej z elektrowniami wodnymi i ciepłymi, tylko bowiem w tym przypadku wyzyskanie urządzeń wietrznych będzie gospodarczo korzystne.

Należy zaznaczyć, że koszt elektrowni wietrznych jest stosunkowo niewielki — jest blisko 10-krotnie mniejszy na 1 kW zainstalowanej mocy niż koszt elektrowni wodnej tej samej mocy.

Ważną rolę w gospodarce rolnej ZSRR odgrywają również małe przewoźne elektrownie ciepłe o mocy 10 — 150 kW do zasilania poszczególnych procesów produkcji rolnej, rozrzuconych niekiedy na odległości dziesiątków kilometrów od miejscowej stałej elektrowni. Wobec ograniczeń w zużyciu ropy do napędu tego typu elektrowni istnieją tendencje korzystania tu z lokomobil oraz silników gazogeneratorowych.

4. Pełna elektryfikacja procesów produkcyjnych w gospodarce rolnej.

Elektryfikacja rolnictwa nie kończy się na wytworzeniu i doprowadzeniu energii elektrycznej.

Bezpośrednio po zakończeniu Wielkiej Wojny Narodowej naród radziecki przystąpił do realizacji olbrzymich planów rozwoju sił wytwórczych rolnictwa socjalistycznego. Na pierwszym miejscu stało zadanie pełnej mechanizacji wszystkich gałęzi gospodarki rolnej drogą traktoryzacji i elektryfikacji. W myśl uchwały XVIII Zjazdu WKP(b) i postanowień Rady Ministrów z dnia 29 maja 1948 r. o planie rozwoju elektryfikacji rolnictwa przed zelektryfikowanymi okręgami stało nowe zadanie tzw. pełnej elektryfikacji, czyli szerokiego zastosowania energii elektrycznej do wszystkich procesów wytwórczych w gospodarce rolnej.

Już w czwartej (powojennej) pięcioletniej stalinowskiej osiągnięto na odcinku pełnej elektryfikacji rolnictwa znaczne sukcesy. Forsowanie tej akcji jest istotną cechą wielkich budowli komunizmu. Jest ono możliwe dzięki wspaniałemu zwycięstwu Stalinowskiej polityki uprzemysłowienia kraju, które pozwoliło na wyposażenie gospodarstw wiejskich w niezbędną aparaturę elektryczną. Tak więc z punktu widzenia socjalno-ekonomicznego pełna elektryfikacja stała się procesem udoskonalenia podstaw techniczno-ekonomicznych socjalistycznej produkcji rolnej, stała się procesem przestawienia gospodarki rolnej na wykorzystanie energii elektrycznej jako najekonomiczniejszego źródła energetycznego.

Pierwszym aktem pełnej elektryfikacji stało się powszechne zastosowanie energii elektrycznej — poza oświetleniem — do napędu. Silnik elektryczny zyskuje sobie szybko obywatelstwo na wsi radzieckiej (tabl. VII).

Tablica VII. Rozwój zastosowania energii elektrycznej w gospodarce rolnej ZSRR w pierwszym powojennym pięcioleciu (w procentach według danych na koniec roku)

	1946	1947	1948	1949	1950	1951
Liczba punktów świetlnych (%)	100	138,3	197,5	263,3	370,8	436,8
Liczba silników elektrycznych (%)	100	158,6	236,3	326,7	456,1	633,2
Moc silników elektrycznych (%)	100	128,5	190	253,8	345,7	465,7
Liczba elektrycznych punktów omłotowych (%)	100	150	247,3	369	476,2	557,4

Obciążenie siłowe wzrasta znacznie szybciej od oświetleniowego i znacznie przewyższa je pod względem mocy. Znaczny wzrost, przeszło 6-krotny, liczby stosowanych silników i liczby punktów omłotowych świadczy o produkcyjnym kierunku rozwoju elektryfikacji rolnictwa.

Aczkolwiek obecnie, ogólnie rzecz biorąc, zastosowanie produkcyjne elektryczności w rolnictwie ZSRR nie jest jeszcze w pełni rozwinięte, gdyż jeszcze pod koniec 1950 roku moc elektrowni wiejskich przewyższała blisko dwukrotnie moc silników elektrycznych stosowanych w rolnictwie, to jednak już teraz zelektryfikowano powszechnie szereg prac o charakterze stałym, jak młocka, przyrządzanie paszy, zaopatrywanie w wodę itd.

Należy też tu podkreślić ogrom zrealizowanych już zadań, związanych ze wzrostem napędu elektrycznego w rolnictwie. Ogólna liczba silników elektrycznych, pracujących w rolnictwie w r. 1950, sięgała 30 tysięcy sztuk przy ogólnej mocy 150 tys. kW. W bilansie zapotrzebowania energii elektrycznej obciążenie siłowe wzrasta z roku na rok: z 10% w r. 1948 doszło do 40% w r. 1950.

Napęd elektryczny zyskuje zastosowanie w wielu gałęziach gospodarki rolnej. Silnik elektryczny okazuje się najbardziej uniwersalnym i ekonomicznym typem silnika we wszystkich gałęziach gospodarki wiejskiej, wypierając wyraźnie inne rodzaje silników, jak lokomobile lub silniki spalinowe w zakresie napędu umiejscowionego, i konkurując — również z powodzeniem — z trak-

torami przy pracach ruchomych. Napęd elektryczny jest wprawdzie bardziej złożony, ale rozporządza bardzo cennym sposobem dostawy energii i dlatego jest bardziej produkcyjny i ekonomiczny oraz bardziej uniwersalny; pozwala to na zmechanizowanie szeregu takich procesów produkcyjnych, do których stosowanie traktorów spalinowych nie nadaje się.

Szczególne warunki gospodarki rolnej, której wybitną cechą jest sezonowość prac, wprowadziły w rolnictwie system napędu elektrycznego odmienny od stosowanego w przemyśle. Okres amortyzacji silnika elektrycznego wynosi 10 — 15 tysięcy godzin, natomiast koryzsta się z tego silnika np. do napędu sieczkarni silosowej lub kombajnu w ciągu około 300 — 500 godzin rocznie. Sprzężenie takich maszyn sezonowych z silnikiem elektrycznym na stałe lub stosowanie tu napędu indywidualnego oznaczałoby zamrożenie nakładu finansowego. Doprowadziło to do stosowania w produkcji rolniczej silników elektrycznych uniwersalnych, przenośnych lub przewoźnych, w celu korzystania z nich do napędu kilku maszyn o zbliżonej mocy. Zmniejsza to o przeszło 50% zapotrzebowanie mocy silnikowej i pozwala na właściwe wyzyskanie silników.

Innym zagadnieniem, osobliwym dla warunków wiejskich, jest wymaganie prostej, wytrzymałej i odpornej na wpływy atmosferyczne i chemiczne konstrukcji silnika elektrycznego. Powszechnym też typem elektrycznych silników rolniczych stał się silnik asynchroniczny, głównie zwarty jedno- i dwukłatkowy, o budowie całkowicie zamkniętej.

Ze względu na omówione wyżej cechy napędu elektrycznego stosowanie go w gospodarce rolnej idzie w odwrotnym kierunku, niż to było z innego rodzaju silnikami, tj. od mechanizacji prac umiejscowionych do mechanizacji prac ruchomych i obecnie wciąż jeszcze większa część energii elektrycznej znajduje zastosowanie przy pracach stałych. Świadczy o tym analiza średnich danych z całego Związku Radzieckiego na rok 1947, która wykazała, że z ogólnej liczby używanych w rolnictwie silników elektrycznych 25% służyło do napędu młocarni, 7,7% — do napędu sortowników i maszyn oczyszczających ziarno, 25% — do napędu młynów, 5% używano w kuźniach, 5,2% — w tartakach, 2,6% — przy przygotowaniu paszy, 39% — w ośrodkach maszynowo-traktorowych i stacjach remontowych, wreszcie 13% — w innych procesach.

Według mocy ogólna liczba silników dzieliła się, jak następuje:

poniżej 1 kW ok. 40%,
od 1 — 10 kW „ 33%,
powyżej 10 kW „ 29%.

Charakter wyzyskania energii elektrycznej do napędu w rolnictwie ZSRR widoczny jest z zestawienia podanego

Tablica VIII. Rozmieszczenie silników elektrycznych w kolchozach i ośrodkach maszynowo-traktorowych łącznie z warsztatami remontowymi (w procentach na początek roku)

Zastosowanie	1949	1950
W rolnictwie (%)	34,1	35,9
w tej liczbie przy młocce, sortowaniu, czyszczeniu i suszeniu ziarna (%)	32,3	28,3
W hodowli łącznie z drobiarstwem (%)	5,0	7,5
w tej liczbie:		
a) na przyrządzanie paszy (%)	2,1	3,9
b) na zaopatrzenie w wodę (%)	2,2	2,7
c) na dojenie krów i strzyżenie owiec (%)	0,4	0,4
Przy nawadnianiu (%)	2,7	2,1
W warsztatach kolchozowych (%)	15,1	13,3
W ośrodkach maszynowo-traktorowych i warsztatach remontowych (%)	43,1	41,2
Liczba wszystkich zainstalowanych silników (%)	100,0	100,0

go w tabl. VIII. Widzimy, że ponad 40% silników pozostaje w ośrodkach maszynowo-tractorowych.

W okresie przejścia od socjalizmu do komunizmu następuje dalszy rozwój ośrodków i wzmoczenie ich znaczenia dla mechanizacji i elektryfikacji gospodarstwa wiejskiego. Ośrodki maszynowo-tractorowe mają teraz za zadanie udzielanie pomocy kolchozom we wprowadzaniu energii elektrycznej do produkcji rolniczej, w opanowaniu nowego napędu. Również elektryfikacja samych ośrodków maszynowo-tractorowych przyczynia się do podwyższania wartości ich całej działalności. Posiadając odpowiedni dział remontowy, ośrodek jest w stanie wywierać się z włożonego nań obowiązku remontowania kolchozowych urządzeń elektrycznych. Stąd też ośrodki maszynowo-tractorowe są w Związku Radzieckim najpoważniejszym na wsi odbiorcą energii elektrycznej.

Zakres stosowania napędu elektrycznego w kolchozach i sowchozach jest niemniej szeroki. Obraz zastosowania energii elektrycznej do celów napędowych zaznacza się najlepiej nie w liczbie zainstalowanych silników, lecz w rozmieszczeniu ich mocy, a zwłaszcza w wyzyskaniu energii elektrycznej, co podaje tabl. IX. Z tablicy wynika, że główne zastosowanie zyskał napęd elektryczny przy młocce, oczyszczaniu i sortowaniu ziarna, we wszelkiego rodzaju warsztatach kolchozowych i w drobnych procesach pomocniczych.

Rozwój zastosowania w tym przypadku silnika elektrycznego był spowodowany — poza jego dużą ekonomicznością — również tym, że były to prace, których mechanizacja przy innym napędzie była bardzo utrudniona, a niekiedy wręcz niemożliwa.

Tabl. IX wskazuje również na poważny wzrost zastosowania napędu elektrycznego w hodowli — na zaopa-

Tablica IX. Moce silników elektrycznych i zużycie energii elektrycznej w kolchozach i ośrodkach maszynowo-tractorowych w ZSRR w 1949 r. (w procentach)

		Moc silników	Energia elektryczna
Młocka i czyszczenie ziarna	(%)	34,1	16,7
Nawodnianie	(%)	24,9	19,6
Przyrządzanie paszy i zaopatrzenie w wodę	(%)	16,4	17,7
Prace pomocnicze w kolchozach	(%)	13,8	16,4
Prace remontowe w ośr. masz.-trakt.	(%)	10,8	29,6
Razem	(%)	100,0	100,0

trzenie w wodę i przyrządzanie paszy, jako też przy nawodnianiu pól. Potwierdzają to wyniki elektryfikacji przodujących kolchozów pracujących w różnych warunkach, zestawione w tabl. X.

W mechanizacji procesów hodowlanych wymagających dużo robocizny silniki elektryczne zajmują coraz

Tablica X. Zastosowanie silników elektrycznych w przodujących zelektryfikowanych kolchozach (według mocy silników elektrycznych średnio na kolchoz)

Rodzaj gospodars wa	Liczba kolchozów w grupie	Ogółem		W tej liczbie					
		kW	%	w rolnictwie		w hodowli		w pom. warszt.	
				kW	%	kW	%	kW	%
Rolne	9	168,5	100	102,2	60,7	14,9	8,8	51,4	30,5
Warzywnicze	4	160,1	100	89,5	55,9	9,1	5,7	61,5	38,4
Hodowlane	4	119,6	100	40,0	33,4	27,2	22,8	52,4	43,8
Buraczane	2	83,3	100	36,3	43,6	17,0	20,4	30,0	36,0
Ogółem	19	147,4	100	79,5	53,9	16,5	11,2	51,4	34,9

wyraźniej pierwszorzędną pozycję. Zaopatrzenie w wodę, przyrządzanie paszy, dojenie krów, strzyża owiec, transport wewnętrzny, jak i pozostałe procesy produkcyjne w hodowli mechanizuje się znacznie ekonomiczniej przez zastosowanie energii elektrycznej. Liczba kolchozów

i sowchozów, stosujących elektryczność do hodowli, wynosi tysiące. W roku 1950 dokonano pełnej elektryfikacji setek gospodarstw hodowlanych w kolchozach. Uzyskana tą drogą pełna mechanizacja procesów produkcji stworzyła lepsze warunki ku temu, aby zorganizować naukowy system żywienia i utrzymywania bydła oraz zabezpieczyć tym samym dalsze wzmoczenie produkcji i wzrost pogłowia.

Dla mechanizacji hodowli i przetwarzania produktów mlecznych wyprodukowano specjalne maszyny elektryczne z ulepszonym napędem indywidualnym i uniwersalnym. Z pomocą silnika elektrycznego udoskonalono i zautomatyzowano szereg maszyn hodowlanych, pracujących poprzednio na sile tractorowej lub końskiej. Maszyny elektryczne są przytem lepiej przystosowane do wszelkich wymagań zootechniki. Na drodze elektrycznej dokonuje się szybciej i lepiej pełnej mechanizacji większości procesów w hodowli, pochłaniających dużo pracy.

Dalszą dziedziną gospodarki rolnej Związku Radzieckiego, gdzie napęd elektryczny zyskuje szybkie zastosowania, jest mechanizacja nawodniania i osuszania błot. O roli elektryczności na tym odcinku można sądzić z danych z praktyki szeregu stacji nawadniających w Armenii. Ajgierłykska stacja nawadniająca zużyła w 1947 r. 2,7 mln. kWh energii elektrycznej na nawodnianie 2400 ha ziemi, a według planu ministerstwa gospodarki wodnej Armenii takich stacji ma być pobudowanych w najbliższym czasie jeszcze 11. Problem Sewana — to przekształcenie przyrody i ekonomiki Armenii przy pomocy melioracji i elektryfikacji. Budowa Sewano-Zanga-Arabsińskiej kaskady urządzeń hydrotechnicznych da miliardy kWh energii elektrycznej rocznie i nawodni setki tysięcy hektarów nowych ziem. Podobne zagadnienie wyłaniają się i w innych miejscach Związku Radzieckiego, np. na Ukrainie w r. 1949 nawodniono przy pomocy elektryczności 28 tys. ha ziemi.

Niewątpliwie nawodnianie wymaga olbrzymich ilości energii elektrycznej i może być rozwiązywane przede wszystkim przez budowanie wielkich elektrowni, jak np. Kujbyszevska czy Stalingradzka. Nie mniej jednak elektryczność jest w Związku Radzieckim nieodłącznym elementem gospodarki wodnej we wszystkich jej formach zarówno wyższych, opierających się na gigantycznych urządzeniach hydrotechnicznych, jak też średnich, wyzyskujących średnie i nieduże rzeki, oraz niższych, polegających na wyzyskaniu miejscowych potoków. Elektryfikacja kolchozów pozwala na stosowanie nawodniania nie tylko do kultur warzywniczych, ale i innych, polegających zasuszaniu, jak np. bawełny, cytryn itp. Pełne wyzyskanie zasobów wodnych w gospodarstwie wiejskim związane jest w jedną całość, łączącą zagadnienia elektryfikacji i nawodniania, dostawy wody i żeglugi, hodowli drobiu i ryb. Z 6 mln. ha ziem, przeznaczonych do nawodnienia, 3,5 mln. ha, tj. ok. 60%, będzie obsługiwać napęd elektryczny. Zagadnienie więc nawodniania staje się jednym z ważniejszych w szeregu innych zagadnień pełnej elektryfikacji gospodarstwa wiejskiego ZSRR.

Napęd elektryczny znajduje zastosowanie w rolnictwie ZSRR — poza omówionymi wyżej zasadniczymi dziedzi-

nami — również przy najcięższych pracach polowych, wymagających ruchomego napędu. Mowa tu jest o traktorach elektrycznych, których nowe typy z powodzeniem spełniają swoje zadanie. Poważne oszczędności paliwa oraz prosta i łatwa obsługa powodują coraz szybszy roz-

wój stosowania tego napędu (rys. 9). W roku 1951 w ZSRR wyprodukowano już ponad 100 traktorów elektrycznych. W okresie trzech lat 1945 — 51 na polach 28 kółchozów pracowało 30 traktorów elektrycznych z ośrodków korusńskiego, rybnowskiego i bażenowskiego. W ciągu dwóch ostatnich lat zaoraly one 41 822 ha ziemi, tj. ok. 700 ha na traktor w ciągu jednego sezonu. Praktyczne i teoretyczne dane doprowadziły do stwierdzenia, że budowana obecnie sieć elektryczna pozwala na szerokie stosowanie traktorów elektrycznych, np. w trzech okręgach podmoskiewskich można obrabiać 25 — 27 tys. ha przy pomocy 150 traktorów.

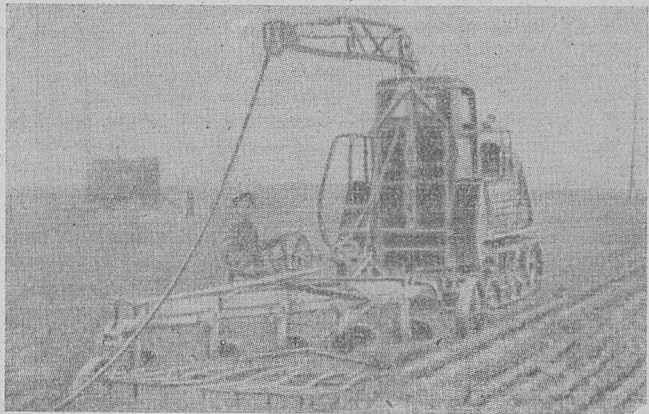
Zastosowanie napędu elektrycznego w rolnictwie Związku Radzieckiego staje się coraz powszechniejsze. Z danych statystycznych kilku przodujących pod względem elektryfikacji okręgów (swierdłowski, charkowski, kijowski i in.) wynika, że na 1 zelektryfikowany kółchoz przypadają średnio 3 silniki elektryczne o łącznej mocy ok. 10 kW. Za tymi średnimi liczbami kryje się jednak duża rozpiętość w rozmiarach zastosowania elektryczności do potrzeb wytwórczych w poszczególnych kółchozach. Gdy w szeregu kółchozów liczba silników elektrycznych wynosi dziesiątki, w innych prawie ich nie ma, a elektryczność jest tu zastosowana jedynie do oświetlenia. Wynika to z zahamowania gospodarczego szeregu małych gospodarstw kółchozowych, które nie są w stanie wyzyskać w pełni osiągnięć rolnictwa radzieckiego.

Radzieckie instytuty naukowe podają następujące przykłady charakterystyczne dla poszczególnych stref ZSRR na podstawie danych, zebranych w latach 1948 — 49 ze zelektryfikowanych kółchozów w różnych okręgach.

Dla kółchozów w południowych okręgach stepowych z przeważającą gospodarką rolną charakterystyczne są dane z kółchozu im. „Kominternu“ w okręgu rostowskim. Zastosowano tam 10 silników elektrycznych o łącznej mocy 108 kW; 40,9% tej mocy przypada na nawodnianie, 23,1% na młóckę i czyszczenie ziarna, 14,1% na przyrządzanie paszy, 6,6% na zaopatrzenie w wodę i 15,3% w warsztatach pomocniczych. Moc silników stanowiła 94,6% mocy przyłączonych odbiorników.

Dla okręgów strefy leśno-stepowej — dla gospodarstw buraczanych — charakterystyczny jest przykład kółchozu „Zdobytok Zwotnia“ okręgu kijowskiego. W kółchozie tym zastosowano 30 silników o łącznej mocy 160,4 kW.

W strefie ubogiej w czarnoziem szeroko znany jest kółchoz „Krasnyj Oktiabr“ okręgu kirowskiego, stojący na wysokim poziomie elektryfikacji. Kółchoz posiadał 27 silników o mocy 144 kW. 29% tej mocy przypadało na elektryfikację prac polnych, 22% — na hodowlę, 49% — na warsztaty pomocnicze. Elektryczność stosuje się do



Rys. 9. Traktor elektryczny gąsienicowy ET-5-1000

nawodniania i do szeregu procesów w gospodarce hodowlanej. Na potrzeby siłowe przypada 87% mocy przyłączonej.

Dla charakterystyki zastosowania energii elektrycznej w okręgach podmiejskich na Uralu na obszarach ubogich w czarnoziem zasługują na uwagę dane dla kółchozu „Jaworaj Kołos“ w okręgu swierdłowskim. Zastosowano tam 15 silników o mocy łącznej 144 kW; z tego 18,4% mocy przypadło na nawodnianie, 25,6% — na młóckę i czyszczenie ziarna, 16% na hodowlę, 40% — na warsztaty pomocnicze. Obciążenie siłowe stanowiło 76,6% całkowitej mocy pobieranej przez kółchoz przy zużyciu energii w ilości 65%.

Tabl. XI podaje podział silników elektrycznych, używanych w gospodarce rolniczej okręgu swierdłowskiego, na poszczególne gałęzie i procesy wytwórcze (1949 r.).

Energia elektryczna zaczyna zajmować poważne miejsce w bilansie energetycznym całej gospodarki rol-

T a b l i c a X I . Wyzyskanie silników elektrycznych w gospodarce rolnej okręgu swierdłowskiego.

Gałęzie i procesy produkcyjne	Liczba silników (szt.)	Moc silników (kW)
Przy pracach polnych	2 733	7 468,4
w tym a) przy młóccc	988	3 504,0
b) „ oczyszczaniu i sortowaniu ziarna	1 298	2 401,0
c) „ suszeniu ziarna	165	342,0
d) „ pozostałych procesach produkcyjnych	282	1 221,4
W hodowli	319	2 647,7
w tym a) przy przyrządzaniu paszy (sieczkarnie, śrutowniki itp.)	121	379,4
b) „ zaopatrzeniu w wodę	196	2 263,3
c) „ pozostałych procesach hodowlanych	2	5,0
Na nawodnianie	50	350,0
W drobiarstwie	29	304,3
Przy kółchozowych pracach pomocniczych	2 308	18 395,4
w tym a) w młynach	452	5 599,0
b) w tartakach	423	6 447,0
c) w warsztatach, kuźniach i innych	1 433	6 349,4
Razem w kółchozach	5 439	29 165,8

Dużą część tej mocy — 28,1% — zużywano w hodowli. Obok zelektryfikowania przyrządzania paszy i dostawy wody na fermach kółchozu energię elektryczną stosuje się do dojenia krów, strzyży owiec i innych prac. Młocka i czyszczenie ziarna pochłaniają 20,4% mocy silników, warsztaty zaś pomocnicze posługują się silnikami, których moc wynosi 51,5% całkowitej mocy silników w kółchozie. Na ogół na silniki przypadało 80% całkowitej mocy wszystkich urządzeń elektrycznych.

nej ZSRR. W 1948 r. gospodarka ta zużyła 1 mlrd. kWh, a w 1950 r. — 1,5 mlrd. kWh. W bilansie ogólnej energii mechanicznej na energię elektryczną przypada już ponad 5%. Znaczenie elektryfikacji mierzy się jednak nie tylko udziałem jej w ogólnym bilansie energetycznym, ale również rolą, którą ona odgrywa w zagadnieniu mechanizacji w ogóle. Mechanizacja rozwiązuje się nie tylko przy pomocy elektryczności, lecz elektryczności przypada przewodnia rola w rozwiązaniu całego zagadnienia.

Rozważając praktyczne dane i zastosowanie napędu elektrycznego w rolnictwie ZSRR, musimy pamiętać, że wprowadzana szeroko pełna elektryfikacja kolchozów i sowchozów obejmuje tylko te procesy produkcyjne i życiowe, gdzie zastosowanie elektryczności jest korzystniejsze niż zastosowanie innych rodzajów energii. Wszak w wielu przypadkach nie tylko nie wyłącza się, ale wręcz zaleca się jednocześnie wyzyskiwanie innych rodzajów energii (wiatru, wody itp.) np. do bezpośredniego napędu młynów, tartaków, do zaopatrzenia w wodę itd. Tabl. XII pokazuje zastosowanie poszczególnych rodza-

taryfie 10 kop. za 1 kWh kosztuje ok. 2 rubli, tj. bez mała tyle, ile kosztują same ziemniaki, i o wiele drożej niż parowanie na ogniu. Przy tym cena własna energii elektrycznej nawet w wielu wzorowych elektrowniach wiejskich nie schodzi poniżej 30 kop./kWh.

Praktyka radziecka wykazała celowość elektryfikacji tych procesów cieplnych, które nie wymagają zachowania stałych warunków cieplnych i mogą być wykonywane w czasie dowolnym i dogodnym dla elektrowni (np. nocą według taryfy ulgowej). Do tych procesów należy podgrzewanie wody, parowanie ziemniaków itp. Takie wła-

Tablica XII. Energetyka kolchozów zelektryfikowanych dla różnych rodzajów gospodarki (1949 r.)

Rodzaj gospodarstwa	Liczba kolchozów	Moc całkowita (k. m.)	Podział mocy (%)					
			trakторы	kombajny	samochody	silniki elektryczne	silniki stałe	siła pociągowa
Rolne	5	812	27	8	21	35	2	7
Buraczane	2	368	26	9	28	26	4	7
Warzywnicze	5	618	11	1	32	45	2	9
Hodowlane	5	400	9	1	38	35	5	12

jów napędu w 18 przodujących daleko zelektryfikowanych kolchozach.

Zakres stosowania elektryczności w produkcji rolniczej stopniowo rozszerza się, obejmując coraz dalsze procesy. W toku dalszego rozwoju elektryfikacji rolnictwa charakter zapotrzebowania energii elektrycznej ulega ciągłej zmianie. Poza charakterystycznym — dla obecnego etapu rozwoju elektryfikacji rolnictwa — szerokim wzrostem obciążenia siłowego, pojawia się coraz częstsze zastosowanie elektryczności w procesach cieplnych i biologicznych, gdzie widoki rozwojowe, jak wykazują badania laboratoryjne są szczególnie duże. W ogóle doświadczenia elektryfikacyjne wykazują, że oddawanie do dyspozycji odbiorców dużych ilości energii elektrycznej otwiera nowe dziedziny jej zastosowania.

Korzystanie z elektryczności do napędu w kolchozach zakreśla coraz szersze kręgi, natomiast stosowanie energii elektrycznej w procesach cieplnych gospodarki rolnej jest znacznie bardziej złożone i nie zyskało jeszcze właściwego rozpowszechnienia. Często okazuje się bardziej celowe uzyskiwanie energii cieplnej bezpośrednio z paliwa.

W grupie procesów cieplnych rozróżnia się dwie zasadnicze podgrupy — o wysokiej i niskiej temperaturze. Do pierwszej zalicza się: wytop, wypalanie, hartowanie, spawanie itd., do drugiej należy zaliczyć: suszenie, parowanie paszy, pasteryzację i inne.

W gospodarce rolnej zapotrzebowanie ciepła jest bardzo duże. Procesy o wysokiej temperaturze spotyka się we wszelkiego rodzaju warsztatach remontowych i pomocniczych. Spawanie elektryczne znalazło już szerokie zastosowanie w sowchozach, w ośrodkach maszynowo-traktorowych i w traktorowych warsztatach remontowych, a także w wielu przodujących kolchozach i ma dalsze tendencje rozwojowe. Szczególnie wielkie zapotrzebowanie ciepła w rolnictwie występuje w procesach niskotemperaturowych: przy pracach rolnych — do suszenia ziarna; w hodowli — do parowania paszy, ogrzewania wody, zmywania naczyń, pasteryzacji mleka, ogrzewania wylęgarni, sztucznych kwok, silosowania paszy itd.; w urządzeniach pomocniczych — do suszenia owoców i warzyw, do zaparowywania; w krochmalniach, mleczarniach i innych; do suszenia drewna; wreszcie w cieplarniach i inspektach.

Zastosowanie energii elektrycznej do celów grzejnych w kolchozach i sowchozach okazuje się — w porównaniu z elektryfikacją procesów napędowych — zadaniem trudniejszym. Główną przeszkodą do szerokiego rozwoju procesów grzejnych jest konieczność dostarczania dużych ilości energii elektrycznej. Inkubatory, suszarnie, s'losy, pasteryzatory i inne urządzenia wymagają nieprzerwanej dostawy energii i stałych warunków cieplnych przez cały okres wylęgania, suszenia czy silosowania. Poza tym w związku z zapotrzebowaniem dużej ilości energii do procesów cieplnych konieczna jest tańsza energia elektryczna niż to jest w obecnym czasie możliwe w większości elektrowni wiejskich. Zaparowanie 1 q ziemniaków przy

śnie zastosowanie energii elektrycznej spowodowało, że złożony ze 150 zagród kolchoz „Krasnyj Oktjabr” w okręgu kirowskim zużył w ciągu roku ponad 2 mln. kWh.

Tak więc zostało już z powodzeniem zapoczątkowane wprowadzenie elektryczności również i do procesów grzejnych w gospodarce rolnej. Jednocześnie zaś czynione są próby zastosowania elektryczności w procesach biologicznych. Doświadczenia wykazały, że możliwości oddziaływania przy pomocy energii promienistej na żywe nasiona, rośliny, owady, ptactwo domowe i zwierzęta są olbrzymie. Jak pokazały bogate badania laboratoryjne uczonych radzieckich Timiriadzewa, Miczurina, Łysienki, Artiemjewa, Jewreinowa i innych, proces fotosyntezy, uzyskanej przy oświetleniu elektrycznym, zwiększa wydajność produkcji rolniczej. Wieloletnie doświadczenia stosowania energii promienistej przy jarowizacji nasion, w cieplarniach, w kurnikach, przy naświetlaniu młodych, przy dezynfekcji itd. dały pozytywne rezultaty. Zastosowania te nie znalazły jednak większego rozpowszechnienia w kolchozach.

Ostatnio jest prowadzone przygotowanie odbiorców do szerszego zastosowania energii elektrycznej w produkcji rolniczej. Zadanie to spada na ośrodki maszynowo-traktorowe, których rola, jako przewodzącego głównego czynnika w umocnieniu i rozwoju materialno-technicznych podstaw komunizmu na wsi, wzmacnia się również i na odcinku elektryfikacji, wobec włożenia na nich obowiązku okazania daleko idącej pomocy kolchozom we wprowadzaniu energii elektrycznej do produkcji kolchozowej.

Jednocześnie chłopstwo, elektryfikując produkcję rolniczą swoich kolchozów, opanowuje coraz bardziej nowoczesną technikę i zdobywa szereg nowych wykwalifikowanych zawodów. W obecnym czasie w kolchozach, sowchozach i ośrodkach maszynowo-traktorowych ZSRR pracuje już ok. 100 tys. robotników elektrotechnicznych, przeważnie monterów-elektryków, obsługujących wiejskie elektrownie i sieci. Przykładem pełnej elektryfikacji służyć może okręg korsuński na Kijowszczyźnie. W elektrowniach, w kolchozach i ośrodkach maszynowo-traktorowych tego okręgu w r. 1950 pracowało 26 inżynierów i techników, ponad 60 monterów elektryków, 30 traktorzystów na traktorach elektrycznych, wielu elektromechaników, elektrosprawczy i innych specjalistów-elektryków. Elektryfikacja i pełna mechanizacja gospodarki rolnej mają również swój wpływ na poziom kwalifikacji pozostałych robotników rolnych. Dójki i doglądający bydła posługują się nowymi elektrycznymi aparatami do dojenia, parnikami i zelektryfikowanymi maszynami do przyrządzania paszy, podwyższając w ten sposób swe kwalifikacje. Jednocześnie wprowadzanie elektryczności do produkcji rolniczej okazuje wpływ kulturalny na cały wygląd wsi kolchozowej, stwarza inne warunki pracy i bytu.

Oświetlenie zakładów kulturalnych i leczniczych — szkół, szpitali, bibliotek, czytelni, klubów, wiejskich domów kultury i innych — stwarza korzystniejsze warunki dla ich działalności. Elektryfikacja przyczynia się do rozpowszechnienia kin i radiofonizacji, co z kolei ma wiel-

kie znaczenie dla kulturalnego rozwoju ludności wiejskiej i poprawia warunki życia w kolchozach i sowchozach. Oświetlenie domów mieszkalnych i pomieszczeń gospodarczych oraz zastosowanie aparatów elektrycznych znacznie ułatwia pracę i stwarza bardziej korzystne warunki dla kulturalnego wypoczynku. Elektryfikacja kolchozów w znacznej mierze zwiększyła dążenie do stworzenia pięknej i ze wszystkimi wygodami urządzonej wsi socjalistycznej, do zlikwidowania przeciwieństw między warunkami życia na wsi i w miastach.

5. Zapotrzebowanie energii elektrycznej w socjalistycznej wsi radzieckiej.

Szybki rozwój elektryfikacji wglębnej (pełnej) rolnictwa spowodował znaczny wzrost zapotrzebowania mocy i zużycia energii elektrycznej, przekraczający znacznie przedwojenne założenia techniczne.

Przykładowo jeden tylko kolchoz „Urał“ w okręgu swierdłowskim zużywa rocznie ok. 350 000 kWh. Charakterystyczny przypadek stanowi kolchoz im. Kirowa w okr. zaporoskim, składającym się z 469 zagród, w którym zużycie energii elektrycznej wyniosło w 1950 r.

Tablica XIII. Zużycie i oszczędność siły roboczej w kolchozach w głównych procesach produkcyjnych w latach 1948—1949

Nazwa prac	Jednostka	Zużycie pracy (robotniko-godziny)			Oszczędności (%)
		przy zaprzęgu konnym i pracy ręcznej	przy silnikach elektr.	oszczędność	
Młocka	t	3,2	1,1	2,1	6,6
Czyszczenie i sortowanie ziarna	t	0,5	0,17	0,33	6,6
Zaopatrzenie w wodę i nawodnianie	m ³	0,8	0,01	0,73	99
Dojenie krów i przeróbka mleka	na głowę i na dzień	0,1	0,05	0,05	50
Przemiał ziarna	t	2,5	0,5	2,0	80
Piłowanie drzewa	m ³	2,0	0,3	1,7	85
Przyrządzanie paszy	t	3,7	0,7	3,0	81

991 000 kWh. Doprowadziło to kolchoz do niebywałego rozkwitu.

Obecnie istnieje szereg kolchozów, zużytkowujących od 500 do 1000 kWh rocznie na pracownika. Wyposażenie energetyczne w przeliczeniu na 1 pracującego kolchoźnika wynosiło od 1,5 do 3,5 k. m., przy czym przeważnie były to silniki elektryczne. Istnieją kolchozy, w których zużywa się ponad 1000 kWh rocznie na jednego pracownika.

Jednak we wszystkich tych kolchozach niezależnie od wysokiego stopnia zelektryfikowania sam charakter zapotrzebowania energii elektrycznej ma znaczne braki. Nie są tu jeszcze zmechanizowane wszystkie procesy w hodowli i innych gałęziach gospodarki rolnej, wymagające bardzo dużych ilości energii. Założenie zatem zużycia 1000 kWh rocznie na jednego pracującego nie jest wygórowane i jest brane już obecnie pod uwagę przy rozpatrywaniu zasilania obszarów wiejskich, natomiast przewiduje się, w związku z zakończeniem wielkich budowli komunizmu, wzrost tego zapotrzebowania za 5—6 lat w okręgach południowych ZSRR do 2500 kWh rocznie na 1 pracującego.

Podawane do niedawna w literaturze technicznej założenia wyjściowe do obliczeń mocy zasilających urządzeń elektroenergetycznych w wysokości 500—600 kWh zużycia rocznie na jednego robotnika, które doprowadziły do określenia zapotrzebowania mocy o wysokości 50 kW na średni kolchoz, okazują się już niedostateczne. W obecnym stanie dla średniego kolchozu o 150—300 pracowników, co odpowiada liczbie 100—200 zagród, najmniejsza moc elektrowni lub stacji transformatorowej powinna zawierać się w granicach 50 do 100 kW, przy uwzględnieniu zaś dalszych możliwości rozwojowych nawet do 250 kW.

Poza tym praktyka radziecka wykazała, że elektroenergetycznych źródeł zasilania dla takich odbiorców wiejskich, jak kolchozy, sowchozy, ośrodki maszynowo-traktorowe itp., nie można rozpatrywać jako coś wyodrębnionego, lecz tylko na tle ogólnej gospodarki wytworzenia i rozdziału energii. W zelektryfikowanych miejscowościach wiejskich rozwijają się silnie przedsiębiorstwa spółdzielczego i okręgowego przemysłu mleczarskiego,

drożdżarniczego, drzewnego, garncarskiego, ślusarsko-mechanicznego, masarskiego, gastronomicznego, winno-kolonialnego, jak również materiałów budowlanych. Rozwój tych gałęzi miejscowego przemysłu bez zastosowania elektryczności jest niemożliwy i dlatego przy projektowaniu zasilania obszarów wiejskich musi być brane pod uwagę ich obciążenie nieraz dość znaczne.

6. Zagadnienia ekonomiki elektryfikacji rolnictwa.

Wyniki dotychczasowej praktyki radzieckiej w elektryfikacji rolnictwa wykazują — równoległe z gwałtownym wzrostem zapotrzebowania energii elektrycznej w procesach produkcyjnych gospodarki rolnej — olbrzymie korzyści zastosowania tej energii.

Elektryfikacja produkcji rolniczej prowadzi przede wszystkim do poważnej oszczędności siły roboczej, a także wpływa na wzrost urodzajów i produkcji hodowlanej. Elektryfikacja zmniejsza zużycie siły roboczej w poszczególnych procesach 2 do 15 razy, w niektórych przypadkach nawet do 80 razy. Średnio dla głównych zelektryfikowanych procesów produkcyjnych liczby te wahają się w granicach od 4 do 5. Tabl. XIII zawiera

dane z obserwacji w poszczególnych kolchozach i sowchozach co do oszczędności pracy po zelektryfikowaniu niektórych rodzajów robót, w tabl. XIV podana jest oszczędność sił ludzkich dla całych gałęzi gospodarki rolnej w wyniku ich pełnej elektryfikacji.

Według dokonanych obliczeń elektryfikacja produkcji w kolchozach, ośrodkach maszynowo-traktorowych i sowchozach w ZSRR zaoszczędziła już w 1950 r. powyżej 100 mln. robotniko-dni. Doświadczenia elektryfikacji okręgu swierdłowskiego wykazały, że w ciągu 1 roku przy zużyciu w kolchozach okręgu ok. 45 mln. kWh energii uzyskano oszczędność ok. 4,5 mln. robotniko-dni, a więc każda kilowatogodzina zużytej energii dała w efekcie oszczędność 1 robotniko-godziny. Praktyka radziecka wykazuje, że 1 kWh zużytej energii elektrycznej daje oszczędność w sile roboczej od 1 do 7 robotniko-dni, zależnie od rodzaju wykonywanych prac.

Tablica XIV. Zaoszczędzenie pracy rąk ludzkich w poszczególnych gałęziach gospodarki rolnej w wyniku elektryfikacji wszystkich procesów produkcyjnych

Gałąź gospodarki rolnej	Oszczędność pracy ludzkiej
Rolnictwo	40 — 50%
Ogrodnictwo	50%
Hodowla	50%
Pomocnicza produkcja kolchozowa (młyny, tartaki itp.)	50%

Materiały statystyczne z szeregu zelektryfikowanych kolchozów Ukraińskiej Republiki wykazują oszczędność pracy przy elektryfikacji i jej wyniki w różnych warunkach w przeliczeniu na 1 kolchoz. Dane te są zestawione w tabl. XV, XVI i XVII. Wszystkie badane kolchozy posiadają powierzchnię orną od 1100 do 1250 ha. Z danych widoczna jest olbrzymia oszczędność pracy, którą daje corocznie kolchozom elektryfikacja ich procesów produk-

Tablica XV. Oszczędność pracy ludzkiej i zaprzęgu w kołchozach na 1 kWh zużytej energii elektrycznej

Zelektryfikowany proces produkcyjny	Pracowniko-godzin	Konio-godzin
Młocka	1,3	0,08
Czyszczenie i sortowanie ziarna	3,3	—
Cięcie słomy	1,68	2,0
Zaopatrzenie w wodę	4,55	4,65
Dojenie krów	2,22	—
Strzyża owiec	6,7	—

cyjnych. Wyniki gospodarcze elektryfikacji są różne w zależności od rodzaju gospodarstwa; są one znacznie wyższe w kołchozach typu buraczanego z szeroko rozwiniętym gospodarstwem hodowlanym.

Obliczenia wykazują, że elektryfikacja młocki, zaopatrzenia w wodę, przyrządzania paszy i dojenia krów w całej gospodarce rolnej ZSRR może dać łączną oszczędność w skali rocznej 5—6 mln. pracowniko-dni i do 25 mln. konio-dni. Liczby te mówią same za siebie, a przecież nie uwzględniono tu elektryfikacji nie mniej pracochłonnych procesów produkcyjnych, jak czyszczenie ziarna, nawodnianie, praca warsztatów pomocniczych itd.

Tablica XVI. Wyniki elektryfikacji w kołchozach USRR (średnio na 1 kołchoz)

Rodzaj gospodarstw	Oszczędność produkcyjna	
	dni pracy robotników	dni pracy koni
Rolne	4870	17 700
Buraczane	6300	20 900

Poza bezpośrednimi korzyściami związanymi z oszczędnością siły roboczej ekonomiczna wartość stosowania energii elektrycznej w gospodarce rolnej wyraża się w podwyższaniu urodzajności.

Tablica XVII. Wyniki elektryfikacji kołchozów USRR w zależności od rodzaju gospodarstw (średnio na 1000 kWh)

Rodzaj gospodarstw	Oszczędność produkcyjna		
	dni pracy robotników	dni pracy koni	godzin pracy traktorów
Rolne	115	32	2,0
Buraczane	195	28	2,0

Zelektryfikowane kołchozy, stosujące energię elektryczną do różnych prac, wykazują wzrost swej gospodarności, a więc zwiększenie urodzajności, zbiorów, pogłowia, udoju krów oraz dochodów pieniężnych (tabl. XVIII).

Tablica XVIII. Urodzajność zbóż i produkcja hodowlana w zelektryfikowanych kołchozach w lat. 1948—1949

Rodzaj gospodarstw	Liczba kołchozów w grupie	Na 100 ha ziemi ornej przy padło średnio		Urodzajność zbóż z 1 ha	Średni roczny udój krów (l)
		podstawowych środków produkcji (tys. rubli)	dochodów pieniężnych (tys. rubli)		
Rolne	8	118,4	92,0	15,6	2156
Buraczane	2	239,6	192,5	24,1	2072
Warzywnicze	4	761,3	766,9	17,4	3392
Hodowlane	5	709,0	679,5	14,8	4032
Razem średnio	19	422,0	399,3	16,7	2927,5

Rzucają się w oczy znaczne dochody, obliczone na 100 ha ziemi ornej, szczególnie w zelektryfikowanych kołchozach podmiejskich typu warzywniczego i nabiłowo-hodowlanego. Zwraca też uwagę to, że na każdy tysiąc rubli, włożony w zakup różnych środków produkcji w danej grupie kołchozów, przypada roczny dochód ok. 950 rubli, tj. blisko tyle, ile wynosi cały nakład na środki produkcji.

Oczywiście byłoby rzeczą niewłaściwą wyciąganie bezpośrednich wniosków o wzroście dochodowości gospodarstw rocznych jedynie ze stopnia ich zelektryfikowania. Zależność ta jest bowiem bardziej złożona, związana z szeregiem czynników pośrednich, i ujawnia się dopiero w całokształcie gospodarki. Tak np. zelektryfikowanie młocki skraca czas omłotu; zelektryfikowanie czyszczenia, sortowania, jarowizacji i przygotowania nasion polepsza ich jakość; zelektryfikowanie nawodnienia powiększa powierzchnię ziemi uprawnej i zapewnia dostateczną ilość wilgoci w glebie; zelektryfikowanie zaopatrzenia w wodę i przyrządzania paszy polepsza jakość żywienia i pielęgnowania bydła, powoduje rozwój hodowli i polepszenie jakości produkcji hodowlanej.

Uwagi powyższe znajdują potwierdzenie w praktyce, np. doświadczenia kołchozów zaporoskich wykazały, że zelektryfikowanie procesów hodowlanych zwolniło do innych prac 15 kołchoźników na gospodarstwach, posiadających do 200 głów bydła rogatego, podwyższyło udój krów od 10 do 15%, a ich żywą wagę o 3 do 6%, zmniejszając jednocześnie liczbę zachorowań bydła. Dojenie elektryczne zmniejszyło zużycie pracy na 1 l mleka do 60% w porównaniu z dojeniem ręcznym. Elektryczna strzyża owiec podwyższyła zysk na sierści i wydajność pracy od 2 do 3 razy. Zastosowanie elektryczności w hodowli drobiu zwiększyło nośność kur od 50 do 60%. Zelektryfikowanie uprawy warzyw zwiększyło ich urodzaj o 200 do 300% i od 2 do 3 razy zmniejszyło zapotrzebowanie siły ludzkiej. Przy młocke zmniejszyły się straty ziarna — z 12% przy ręcznym omłocie i 7% przy konnym omłocie — do 3% przy napędzie elektrycznym.

Takie są wyniki gospodarcze stosowania energii elektrycznej w rolnictwie. Dzięki nim elektryfikacja rolnictwa w ZSRR rozwija się bujnie i prowadzi do dalszego rozwoju materialno-technicznej podstawy socjalistycznej gospodarki rolnej. Z roku na rok zwiększa się jej rola, rośnie jej wpływ na produkcję. Zastosowanie energii elektrycznej rozszerza się, ogarniając wciąż nowe procesy produkcyjne.

Po zakończeniu drugiej powojennej pięcioletki powszechna elektryfikacja wsi radzieckiej obejmuje bez mała cały obszar Związku Radzieckiego, natomiast wyrazem nasilenia pełnej elektryfikacji rolnictwa są przewidywania rocznego zużycia energii elektrycznej w rolnictwie ZSRR w r. 1957 w wysokości 10 mld. kWh, tj. przeszło 50-krotnie więcej, niż przewidywał plan GOELRO.

LITERATURA

- Szczurow S. W. Itogi i perspektywy elektryfikacji sielskowno choziajstwa SSSR, Elektricestwo, 1946, nr 7
 Sazonow N. A. Osnownyje nauczno-tiehniceskie zadaczii razwija sielskoj elektrifikacji SSSR, Elektricestwo, 1946, nr 7
 Josifian A. G. O tiehniceskich putiach razwija elektrifikacji sielskowno choziajstwa, 1948
 Szczyrow S. W. Elektryfikacja sielskowno choziajstwa SSSR, Elektricestwo, 1948, nr 12
 Naumow N. G. Elektryfikacja sielskowno choziajstwa w SSSR, 1950
 Smirnow G. L. Elektryfikacja kołchozow, 1951
 Fiefilow M. S. Elektryfikacja sielskowno choziajstwa, 1951
 Mackiewicz S. Rol elektryfikacji w razwitiu materialno-tiehniceskoj bazy sielskowno choziajstwa SSSR, 1952
 Trudy wsiojuznoj nauczno-tiehniceskoj siesji po woprosam primienienia elektroenergii w s.-ch. proiswostwie, 1952
 Szczyrow S. W. Ekonomiceskaja effiektiwnost' elektrifikacji kołchoznowo proiswostwa, 1952
 Sprawozdanie po elektrifikacji sielskowno choziajstwa, 1949
 Lisow P. N. Elektryfikacja polewodstwa, Elektricestwo, 1945, nr 4
 Zlatkowski A. P. Woprosy oborudowanija sielskich elektriceskich ustanowok, Elektricestwo, 1948, nr 6
 Kuzniecowa N. K. i Zlatkowski A. P. Sielsko-choziajstwiennyje gidroelektrostancii, 1948
 Tazijew I. T. Energiia wietra kak eniergeticeskaja baza elektrifikacji sielskowno choziajstwa, 1952
 Wasow N. S. Ekonomika elektrificirowannowo kołchoznowo proiswostwa, 1952

MGR INŻ. ZDRALEWICZ MICHAŁ
C. Z. E. R.

Uziemienia ochronne w urządzeniach elektrycznych (ze szczególnym uwzględnieniem wiejskich¹⁾)

621.316.99/.993.001.3

Treść. W artykule omówiono własności ziemi jako przewodnika prądu elektrycznego, zasadnicze typy uziomów i ich obliczanie oraz pomiary oporności uziemień i spadków napięcia dookoła uziomów. Przytoczono kilka przykładów konstrukcyjnego rozwiązania uziomów. Dodatkowo podano wytyczne do obliczenia oporności impulsowych (udarowych) opisanych typów uziemień.

Заземляющие устройства для защиты электрических установок. В статье рассмотрены свойства земли, как проводника электрического тока; основные типы заземлителей и их расчет; измерение сопротивления заземлителей, а также падений напряжения вокруг них. Приводятся примеры конструктивного выполнения заземлителей. В заключение даются указания относительно расчета импульсного сопротивления заземлителей.

Protective earthing in electrical installations. The article deals with the property of soil as an electric current conductor, with basic types of earthings and their computation, as well as with the resistance measurement of earthing devices and voltage drop around the earthings. Several examples of constructional solution of earthings are quoted. Supplementary data are given for computation of impulse resistance of the types of earthing devices referred to in the article.

1. Wstęp.

Zagadnienie uziemień w urządzeniach elektrycznych nie znalazło dotychczas w Polsce zadowalającego rozwiązania. Brak do dnia dzisiejszego polskiej normy na uziemienia, która regulowałaby sprawę właściwego ich stosowania, pozostawia projektantom i wykonawcom uziemień kłopotliwą dowolność, wskutek czego wartość wykonanych uziemień bywa często problematyczna.

Zagadnienie właściwego rozwiązania i stosowania uziemień w urządzeniach elektrycznych jest bardzo ważne. W szczególności personel techniczny, zatrudniony w wykonawstwie i przy eksploatacji wiejskich urządzeń uziemiających, winien zdawać sobie sprawę z zasad budowy uziemień, a przede wszystkim ze zjawisk elektrycznych, zachodzących w ziemi dookoła uziomów, aby móc zapobiegać niebezpieczeństwu od napięć dotykowych i krokowych.

Uziemienia naturalne zostały w pracy niniejszej pominięte. W warunkach wiejskich nie znajdują one zazwyczaj zastosowania wobec braku rozgałęzionych sieci wodociągowych, metalowych konstrukcji o dobrym połączeniu z ziemią lub dłuższych sieci kablowych, których metalowe płaszcze i pancerze mogą być użyte jako uziomy. Ogólne wskazówki co do stosowania i obliczania uziemień naturalnych zawiera podana literatura [9, 10].

2. Podstawowe określenia uziemień.

Uziomem nazwano jeden lub kilka przedmiotów metalowych (rury, płyty itp.), będących w bezpośrednim styku z ziemią i mających za zadanie stworzyć połączenie elektryczne z ziemią, posiadającą określoną oporność dla rozprywu prądu.

Przewodami uziemiającymi nazwano przewodniki metalowe, łączące części uziemiane urządzeń elektrycznych z uziomem.

Uziemienie dowolnego elementu urządzenia jest to celowo wykonane metalowe połączenie elementu uziemianego z uziomem. Mówi się wówczas, że np. przewód lub przyrząd jest uziemiony.

Uziemieniem roboczym nazwano uziemienie punktu obwodu elektrycznego, niezbędne do zapewnienia prawidłowej pracy urządzenia.

Uziemieniem ochronnym nazwano połączenie z uziomem metalowym części urządzenia elektrycznego normalnie izolowanych od części będących pod napięciem, wykonywane dla ochrony istot żywych od niebezpiecznych napięć dotykowych i napięć krokowych.

3. Własności ziemi jako przewodnika prądu elektrycznego.

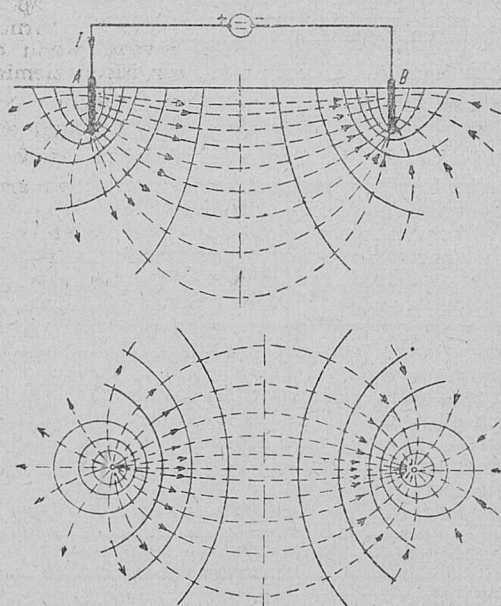
Na całkowitą oporność uziemienia składają się:

- oporność przewodów uziemiających,
- „ części metalowych samych uziomów,
- „ stykowa między powierzchnią uziomu a ziemią,
- „ stykowa połączeń metalowych,
- „ ziemi, którą ma do pokonania rozprływ prądu w ziemi.

Oporność przewodów uziemiających i samych uziomów oraz oporności stykowe — przy prawidłowo wykonanych uziemieniach — są stosunkowo małe w porównaniu z o-

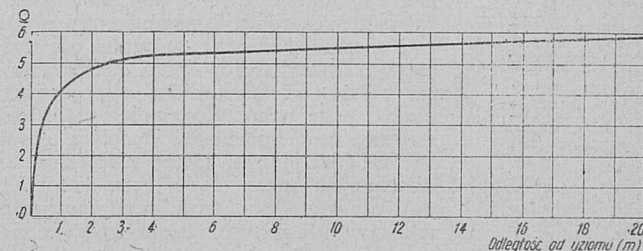
pornością ziemi, a więc oporność uziemienia zależy prawie wyłącznie od oporności ziemi.

Podany na rys. 1 przykład przepływu prądu stałego w ziemi między dwoma znajdującymi się w znacz-



Rys. 1. Rozprływ prądu stałego w ziemi między uziomami

nej od siebie odległości uziomami w postaci pojedynczych rur, przy zupełnie jednorodnym gruncie (liniami kreskowanymi pokazane są linie prądu, a pełnymi — linie jednakowego potencjału), wyjaśnia, jak gęstość prądu w ziemi maleje w miarę oddalania się od uziomu A



Rys. 2. Wzrost oporności ziemi w miarę oddalania się od uziomu

i że w pewnej odległości od niego gęstość ta spada praktycznie do zera. Nawet przy jednakowym oporze właściwym całej bryły ziemi między uziomami opór przy uziemieniu jest duży, gdyż prąd przepływa małym przekrojem, w miarę zaś oddalania się od uziomu opór maleje i w odległości powyżej 20 m od uziomu ziemia prawie wcale nie wykazuje już spadku napięcia. Przebieg zjawiska jest mniej więcej taki, jak gdyby prąd przepływał przez przewodnik stożkowy.

¹⁾ Odczyt wygłoszony dn. 27.II.1952 r. w Centralnym Zarządzie Elektryfikacji Rolnictwa w Warszawie.

Rys. 2 wskazuje, jak wzrasta opór dla rozprywu prądu w ziemi w zależności od odległości, mierzonej od osi uziomu rurowego. W przybliżeniu ok. 68% całkowitej oporności skupia się na odcinku o długości 1 m od uziomu, 24% na dalszych 9 m oraz 8% na pozostałym obszarze ziemi.

Przy drugim uziemiu *B* występuje podobne zjawisko.

Rozpryw prądu zmiennego w ziemi będzie się nieco różnił od pokazanego na rys. 1. Linie prądu będą bardziej wypierane ku powierzchni ziemi, a więc odcinki, oddalone od pojedynczego uziomu więcej niż o 20 m, będą stawiały pewien opór rozprywowi prądu. Przy niskiej częstotliwości wpływ tego zjawiska jest jednak znikomy.

Przez oporność rozprywu prądu w ziemi należy rozumieć oporność, którą ziemia przeciwstawia przepływowi prądu na odcinku między uziomem a strefą, w której prąd rozchodzi się po tak już dużej bryle, że jego gęstość może być przyjęta jako równa zero. Opór stawiany przez ziemię zależy nie tylko od oporności właściwej ziemi, ale i od charakteru rozkładu prądu w ziemi, który z kolei zależy od rozmiarów i kształtu uziomów; wskutek tego oporność rozprywu umownie odnosimy do uziomu i mówimy już nie o oporności ziemi dla rozprywu prądu w ziemi, lecz o oporności uziomu, choć w rzeczywistości przepływowi prądu opór stawia nie sam uziom, lecz przede wszystkim ziemia.

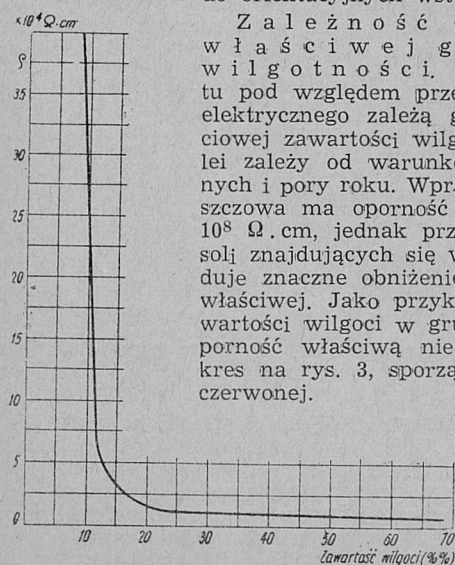
a) Oporność uziemienia

Cechą gruntu jako przewodnika prądu elektrycznego jest jego elektryczna oporność właściwa ρ , której wy-

Tablica I. Oporność właściwa gruntu

Rodzaj gruntu	Oporność właściwa gruntu ρ ($10^4 \Omega \cdot \text{cm}$)	
	możliwy zakres wahań	przy wilgotności 10 — 20 % do wagi gruntu
Pasek	4—7	5
Gleba piaszczysta (ok. 20 — 30 % gliny)	1,5—4	3
Gleba gliniasta	0,4—1,5	1
Gлина	0,08—0,7	0,4
Czarnoziem	0,09—5,3	1 — 2
Woda rzeczna	10	—
Woda morska	0,002—0,01	—
Miedź (dla porównania)	1,75.10 ⁻¹⁰	

miar podajemy w $\Omega \cdot \text{cm}^2/\text{cm}$, czyli $\Omega \cdot \text{cm}$. Oporność właściwa gruntu zależy od wielu czynników, jak geologiczny skład gruntu (gлина, piasek itp.), wilgotność, temperatura, zawartość w gruncie soli itd. Przybliżone wartości oporu właściwego ρ dla poszczególnych rodzajów gruntu podane są w tabl. I. Można ich używać jedynie do orientacyjnych wstępnych obliczeń.



Rys. 3. Zależność oporności właściwej gliny od procentowej zawartości wilgoci

Z wykresu tego oraz z badań nad innymi rodzajami gruntu wynika, że bardzo silne obniżenie oporności właściwej następuje przy zwiększeniu zawartości wilgoci do ok. 20—25%. Dalsze zwiększenie ilości wody w gruncie praktycznie już nie powoduje dalszego obniżenia jego oporności właściwej.

W ciągu roku wilgotność gruntu ulega znacznym wahaniom, szczególnie u powierzchni ziemi. Dlatego do obliczeń należy brać tzw. obliczeniową oporność właściwą gruntu, tj. największą występującą w ciągu roku. Określa się ją ze wzoru:

$$(1) \quad \rho_{obl} = \rho_{pom} \cdot \Psi,$$

gdzie ρ_{pom} — oporność właściwa otrzymana bezpośrednio z pomiaru w miejscu założenia uziomu,

Ψ — współczynnik zmiany oporności właściwej gruntu według tabl. II.

Tablica II. Współczynniki wzrostu oporności gruntu (według danych radzieckich)

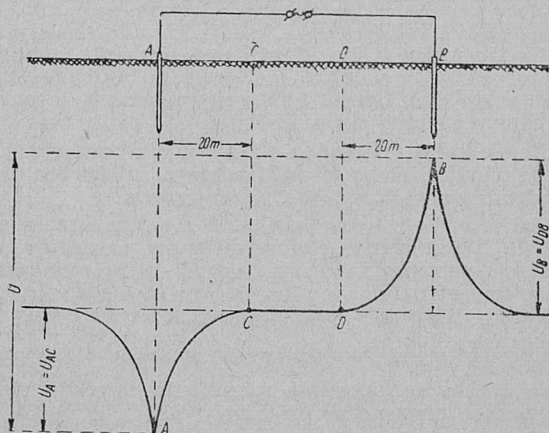
Typ uziomu	Stan gruntu w czasie pomiaru	
	wilgotny	suchy
Uziomy poziome ułożone na głębokości 0,5—0,8 m	1,8	1,4
Uziomy rurowe o długości 2 — 3 m	1,4	1,2

Zależność oporności właściwej gruntu od temperatury. Ziemia posiada ujemny współczynnik cieplny oporu, a więc ze wzrostem temperatury opór ziemi maleje, jednak pod warunkiem, że wilgotność gruntu przy jego nagrzewaniu nie zmniejsza się. Z doświadczeń wynika, że przy silnym zwiększaniu się prądu w ziemi opór jej z początku nieco spada, co wynika z ujemnego współczynnika cieplnego, a następnie zaczyna wzrastać, co jest skutkiem wyparowywania wilgoci w miarę wydzielania się ciepła.

Współczynnik mocy uziemień. Oporność ziemi można uważać jako czynną. Jednakże uziemienie jako całość (przewody uziemiające, uziomy i sama ziemia), mające w swym składzie znaczną ilość części żelaznych, posiada również i oporność bierną. W urządzeniach prądu silnego przy częstotliwości niskiej $\cos \varphi$ w obwodzie uziemienia waha się w granicach od 0,95 do 0,99. Inaczej przedstawia się ta sprawa w uziemieniach piorunochronowych, o czym jest mowa w rozdz. 5.

b) Spadek napięcia na uziemieniu

Prąd przepływający przez ziemię między uziomami wywołuje spadek napięcia na oporze ziemi. Spadek napięcia na jednostkę długości, jak i oporność ziemi dla



Rys. 4. Rozkład spadku napięcia dookoła uziomów

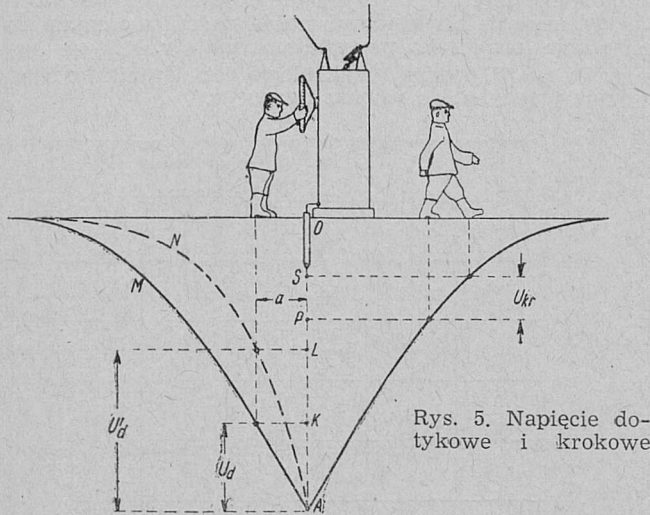
rozprywu prądu, nie są niezmiennie. Spadek ten jest największy bezpośrednio przy uziemiu i maleje stopniowo w miarę oddalania się od niego (rys. 4).

Krzywe na rys. 4 pokazują charakter zmiany spadku napięcia ze wzrostem odległości od uziomu A. Spadek napięcia między uziomami występuje tylko w najbliższym otoczeniu uziomów, tj. na odcinkach AC i BD, przylegających do uziomów, natomiast na odcinku CD spadku napięcia praktycznie nie ma.

Spadki napięcia na odcinkach AC i DB wynoszą
(2), (3) $U_{AC} = I \cdot R_A$ i $U_{DB} = I \cdot R_B$,
gdzie I — prąd, przepływający przez uziom do ziemi,
 R_A i R_B — oporności uziomów A i B. Suma spadków na-
pięć ($U_{AC} + U_{DB}$) jest równa napięciu, doprowadzonemu
do uziomów.

Z wyrażenia (2) można określić opór uziomu A:
(4) $R_A = \frac{U_{AC}}{I}$.

W tym celu należy zmierzyć prąd i spadek napięcia na
odcinku AC, co można uczynić przy pomocy amperomie-
rza oraz woltomierza, który jednym zaciskiem jest przy-
łączony do uziomu A, a drugim do ziemi w dowolnym
punkcie odcinka CD, gdzie spadek napięcia już nie wy-



Rys. 5. Napięcie do-
tykowe i krokowe

stepuje. Charakter krzywej spadku napięcia zależy w
głównej mierze od kształtu uziomów i od ich wzajemne-
go usytuowania, natomiast prawie nie zależy od wiel-
kości natężenia prądu i oporu właściwego ziemi.

c) Napięcie dotykowe i krokowe
Skuteczne działanie uziemienia ochronnego zależy
głównie od przebiegu spadku napięcia na powierzchni
ziemi dookoła uziomów.
Wyobraźmy sobie wyłącznik olejowy, którego obudo-
wy dotyka się człowiek (rys. 5). Obudowa jest uziemio-

na. Dopóki izolacja jest w porządku, dotknięcie się obu-
dowy nie jest niebezpieczne. Z chwilą jednak uszkodze-
nia izolacji między elementami będącymi pod napięciem
a obudową (np. przebicie w izolatorze przepustowym)
popłynie przez obudowę, przewody uziemiające i uziom
prąd zwarciaowy do ziemi. Jeżeli sieć ma punkt zerowy
uziemiony, będzie to jednofazowy prąd zwarciaowy; w sie-
ci z nieuziemionym punktem zerowym będzie to prąd po-
jemnościowy i upływowy. Prąd zwarciaowy doziemny
przechodząc przez ziemię wywoła w niej spadek napię-
cia dookoła uziomu, przebiegający na powierz-
chni ziemi według krzywej AM na rys. 5. Znaczy to, że
np. do punktu położonego na powierzchni ziemi w odle-
głości a od uziomu, spadek napięcia wyniesie $U_d = AK$,
a więc człowiek, stojący w odległości a od uziomu i do-
tykający się jednocześnie obudowy, znajdzie się pod tym
napięciem; nazywamy je napięciem dotykowym.

Napięcie dotykowe nie powinno przekroczyć pewnej
dopuszczalnej wartości; w przeciwnym razie — mimo
istnienia uziemienia ochronnego — człowiek dotykają-
cy się wyłącznika może ulec porażeniu prądem.

Jeżeliby w tym samym urządzeniu — przy tej samej
wartości prądu zwarciaowego, tym samym oporze uzie-
mienia i tym samym położeniu człowieka — spadek na-
pięcia przebiegał bardziej stromo, np. według linii kre-
skowanej AN, wtedy napięcie dotykowe wyniosłoby
 $U_d = AL$, a więc byłoby znacznie większe od U_d .

Rozpatrzony przykład wykazuje obrazowo, jak wiel-
ką rolę odgrywa kształt krzywej spadku napięcia dooko-
ła uziomu.

Wartość napięcia dotykowego zależy od natężenia
prądu, przepływającego przez uziemienie, od oporności
ziemi, od przebiegu spadku napięcia w ziemi i od poło-
żenia człowieka względem uziomu.

Przez napięcie krokowe rozumiemy to napięcie,
pod którym może się znaleźć człowiek, przechodzący obok
uziomu, gdy przez ten uziom przepływa prąd wskutek
uszkodzenia izolacji. Jest to spadek napięcia na powierz-
chni ziemi na odcinku, odpowiadającym długości kroku
człowieka lub zwierzęcia. Napięcie krokowe w przypad-
ku, podanym na rys. 5, będzie $U_k = PS$. Zależy ono od
wartości prądu przepływającego przez uziom wskutek
uszkodzenia izolacji, od oporności uziemienia, od prze-
biegu spadku napięcia na powierzchni ziemi, od długo-
ści kroku i od położenia człowieka względem uziomu.

Z powyższego wynika, że nie wystarczy znać natę-
żenia prądu zwarciaowego ku ziemi i oporu uziemienia,
aby sądzić o bezpieczeństwie osób, które dotykają się

Ta b l i c a III. Uziomy pojedyncze

Lp.	Typ i układ uziomu	Wzór na oporność uziemienia
1	Uziom rurowy 	$R = \frac{\rho}{2\pi l} \left[\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t+l}{4t-l} \right]$ omów ρ — opór właściwy gruntu ($\Omega \cdot \text{cm}$) d — średnica rury (cm) l — długość rury (cm) t — odległość środka długości rury od po- wierzchni ziemi (cm)
2	Uziom taśmowy 	$R = \frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{2l^2}{bt}$ omów dla $\frac{l}{2t} \geq 2,5$ b — szerokość płaskownika (cm) Dla żelaza okrągłego zamiast b bierze się $2d$ (d — średnica pręta w cm)
3	Uziom pierścieniowy 	$R = \frac{\rho}{2\pi^2 D} \ln \frac{8\pi D^2}{bt}$ omów dla $t \leq \frac{D}{2}$; D — średnica pierścienia (cm) b — szerokość płaskownika (cm) Dla żelaza okrągłego zamiast b bierze się $2d$ (d — średnica pręta w cm)
4	Uziom płytowy 	$R = \frac{\rho}{8\sqrt{F/\pi}} \left[1 + \frac{2}{\pi} \arcsin \frac{\sqrt{F/\pi}}{\sqrt{(2t)^2 + F/\pi}} \right]$ omów F — powierzchnia płyty (cm^2) t — odległość środka płyty od powierzchni ziemi (cm)

przedmiotów uziemionych albo poruszają się w ich pobliżu; konieczna jest jeszcze znajomość spadku napięcia dookoła uziemienia.

4. Zasadnicze typy uziomów.

Rozróżnia się uziomy pojedyncze czyli jednoelektrodowe (np. rura, płyta, odcinek płaskownika itp.) oraz uziomy złożone z kilku elektrod.

W praktyce stosuje się następujące typy uziomów:

- uziomy głębokie w postaci żelaznych rur, kształtowników lub prętów zabijanych w ziemię;
- uziomy powierzchniowe w postaci krótkich żelaznych płaskowników (promieni) lub pierścieni o niewielkiej średnicy układanych w górnych warstwach gruntu;
- uziomy w postaci płyt metalowych;
- kombinacje elektrod głębokich i powierzchniowych.

A. Uziomy pojedyncze

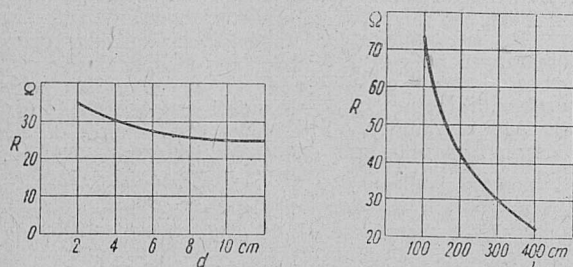
W tabl. III podane są wzory do obliczania oporów, które uziomy pojedyncze przeciwstawiają rozpięty prąd niskiej częstotliwości.

Do prowizorycznych obliczeń oporu R uziomów pojedynczych posługujemy się niekiedy wzorami przybliżonymi:

- dla rury żelaznej o średnicy $1\frac{1}{2}$ —2" i długości l : $R = 0,9 \frac{\rho}{l}$, gdzie ρ w $\Omega \cdot \text{cm}$, a l w cm;
- dla płaskownika o przekroju 50 mm^2 lub linki o średnicy 8 mm przy $l > 25 \text{ m}$: $R = 2,1 \cdot \frac{\rho}{l}$ (l w cm);
- dla płyty kwadratowej o boku a : $R = 0,25 \frac{\rho}{a}$ (a w cm).

a) Uziomy rurowe. Najczęściej są stosowane rury żelazne o długości 2—3 m zabijane w ziemi tak, aby ich górny koniec znajdował się na głębokości 0,5—0,8 m od powierzchni ziemi. Przyjęto stosować rury o średnicy w świetle 38—51 mm ($1\frac{1}{2}$ —2") i grubości ścianek nie mniejszej niż 3,5 mm. Ocynkowanie rur zmniejsza ich korozję.

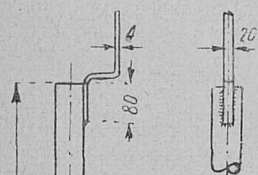
Rys. 6 podaje zależność oporności rury od jej zewnętrznej średnicy przy zachowaniu stałej głębokości za-



Rys. 6. Oporność uziomu rurowego w zależności od średnicy rury przy stałej jej długości

Rys. 7. Oporność poziomego rurowego w zależności od długości rury przy stałej jej średnicy

bicia rury w ziemi, a rys. 7 podaje zależność oporności od głębokości zabicia przy zachowaniu niezmienniej średnicy rury. Z krzywych wynika, że stosowanie rur o średnicy zewnętrznej większej niż 4—6 cm i wbijanie ich



Rys. 8. Uziom rurowy pojedynczy

w ziemię na głębokość większą niż 3—3,5 m nie jest celowe, ponieważ przy dalszym zwiększeniu wymiarów rur oporność ich dla rozpięty prądu zmniejsza się już nieznacznie, a zużycie materiału silnie wzrasta. Powyższe wywody są słuszne dla gruntu jednorodnego; jeżeli natomiast przy większym zabiciu rura rafi końcem w grunt wilgotny, nastąpi wyraźny wzrost przewodności uziomu.

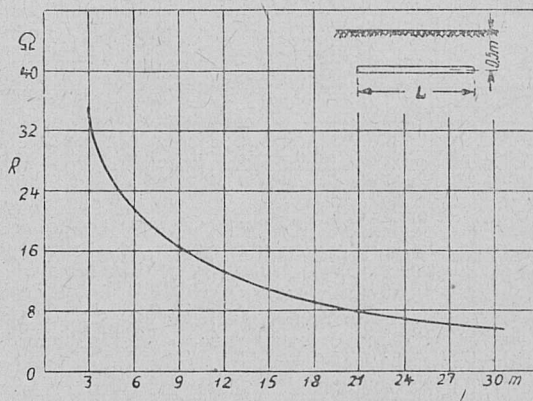
W braku rur można stosować na elektrody głębokie żelazo okrągłe lub katowe. Przyjmuje się w tym wypadku, że uziom z żelaza katowego praktycznie jest równoważ-

ny rurowemu, jeżeli szerokość jego ścianki zewnętrznej jest równa średnicy rury, np. kątownik $4 \text{ cm} \times 4 \text{ cm}$ jest równoważny rurze o średnicy 4 cm. Zakładanie do ziemi grubościennego żelaza profilowego nie jest ekonomiczne.

Stosowanie uziomów rurowych jest celowe szczególnie w tych wypadkach, kiedy grunt posiada na głębokości 2—3 m znacznie mniejszy opór właściwy niż w warstwie powierzchniowej.

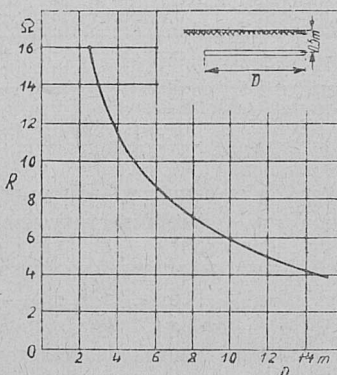
Spadek napięcia dookoła uziomów głębokich, a więc złożonych z rur, prętów, kątowników itp., jest korzystniejszy niż przy uziomach płytowych (krzywa bardziej płaska), dzięki czemu uziomy te są stosowane powszechnie na uziemienia w urządzeniach wysokiego napięcia, tym bardziej, że opór uziomu rurowego można sztucznie zmniejszyć, np. przez wlanie do rur roztworu soli lub sody, napięcie zaś krokowe można dodatkowo zmniejszyć, stosując kabel jako przewód uziemiający.

Na rys. 9 podano przykładowe rozwiązania konstrukcyjne pojedynczego uziomu rurowego.



Rys. 9. Oporność uziomu z płaskownika o szerokości 2—3 cm w zależności od jego długości L (przy $\rho = 10^4 \Omega \cdot \text{cm}$)

b) Uziomy powierzchniowe z płaskownika. Uziomy powierzchniowe z płaskownika są stosowane w postaci krótkich promieni, odcinków lub pierścieni, zakładanych w ziemi na głębokości 0,5—0,8 m. Grubość płaskownika prawie nie wpływa na jego oporność dla rozpięty prądu; stosunkowo słaby wpływ na



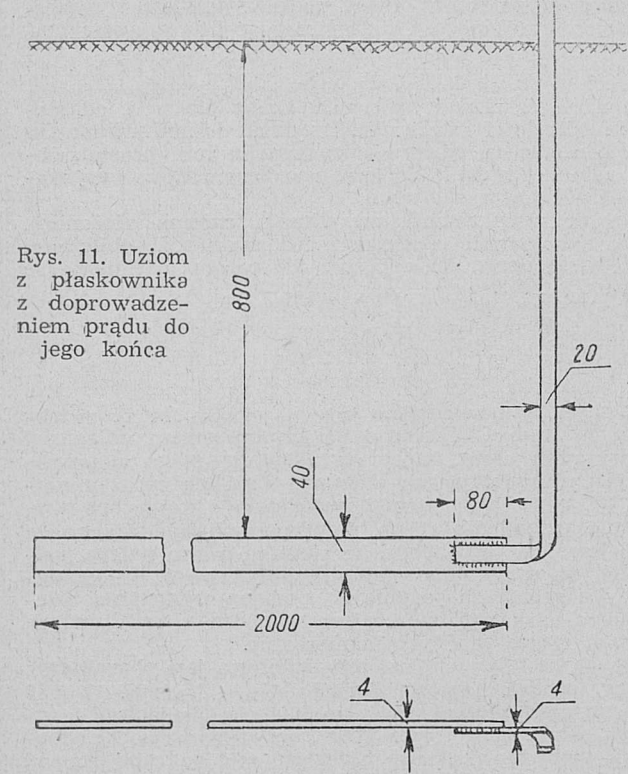
Rys. 10. Oporność uziomu pierścieniowego w zależności od średnicy pierścienia D (przy $\rho = 10^4 \Omega \cdot \text{cm}$)

te oporność ma również szerokość płaskownika. Najmniejszy przekrój płaskownika (48 mm^2) podyktowany jest względami odporności na wpływy chemiczne i uszkodzenia mechaniczne. Najczęściej stosowane są płaskowniki ocynkowane o szerokości 20—30 mm i grubości 4—5 mm.

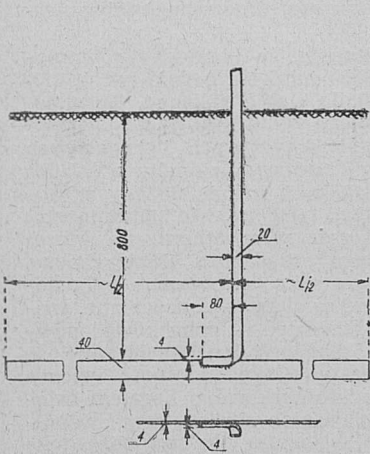
Najbardziej celowe jest stosowanie płaskich uziomów powierzchniowych w gruntach o mniejszym oporze właściwym w górnych warstwach gruntu, jak również tam, gdzie jest utrudnione wbijanie elektrod rurowych.

Zmiana oporu, stawianego rozpięty prądowi (przy $f = 50 \text{ Hz}$ i małych gęstościach prądu), pokazana jest na rys. 9 dla płaskownika w zależności od jego długości i na rys. 10 dla pierścienia w zależności od jego średnicy.

Na rys. 11 i 12 podano przykładowo konstrukcyjne rozwiązanie uziomów pojedynczych z płaskownika, a na rys. 13 — uziomu pierścieniowego, gdzie D wynosi od 4 do 12 m.

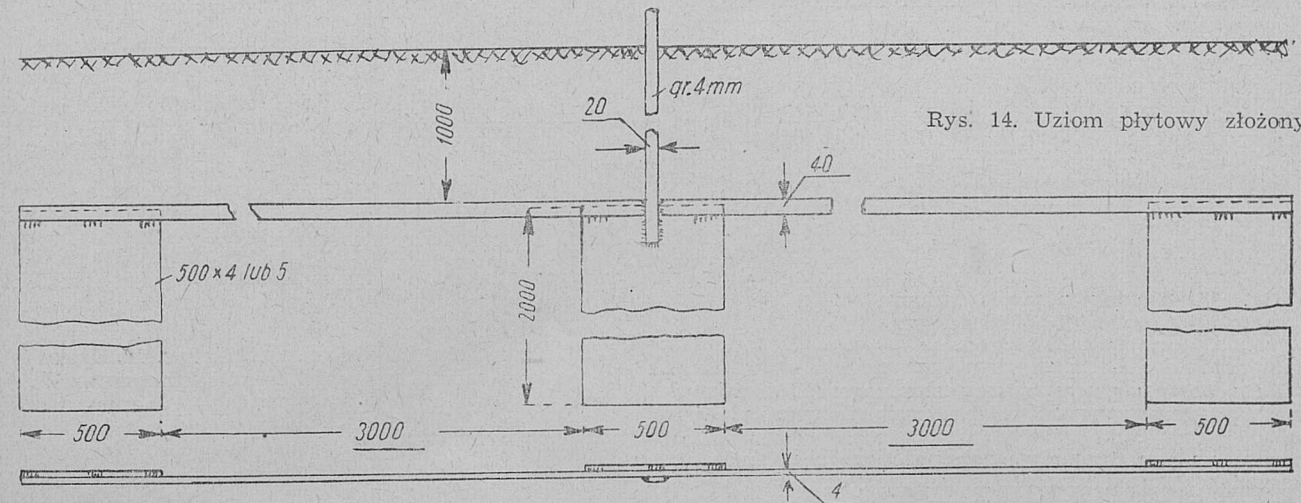


Rys. 11. Uziom z płaskownika z doprowadzeniem prądu do jego końca



Rys. 12. Uziom z płaskownika z doprowadzeniem prądu do jednego środka

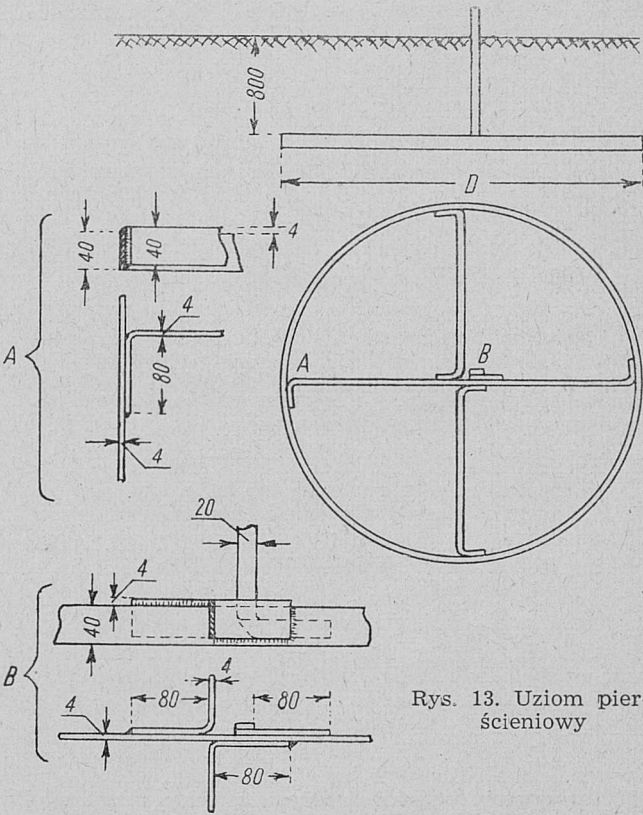
c) Uziomy płytowe. W praktyce przy gruntach jednolitych na uziomy można stosować żelazne ocynkowane płyty o grubości 3—5 mm i wymiarach 0,5 m × 2 m (pow. 1 m²). Płyty należy umieszczać pionowo na głębokości 1—1,5 m, licząc od górnego brzegu płyty i możliwie w warstwach ziemi o stałej wilgotności. Konstrukcyjne wykonanie uziomu płytowego złożonego pokazane jest na rys. 14. Podane odstępy płyt nie powinny być zmniejszane.



Rys. 14. Uziom płytowy złożony

B. Uziomy złożone

We współczesnych urządzeniach elektrycznych o dużej mocy prądy jednofazowych zwarć do ziemi, przepływające przez uziomy, mogą osiągnąć olbrzymie wartości (kilka tysięcy amperów). Dla utrzymania w tych warunkach napięć dotykowych i krokowych w dopuszczalnych



Rys. 13. Uziom pierścieniowy

granicach konieczne jest, żeby spadek napięcia w ziemi nie był zbyt stromy. W tym celu stosuje się uziomy złożone, składające się z większej liczby elektrod pojedynczych, połączonych równolegle. Zwykle uziom złożony tworzy się z rur, łączonych ze sobą płaskownikiem. Gdyby oddzielne elektrody uziomu złożonego znajdowały się jedna od drugiej w odległości większej niż 20 m, to prąd, przepływający przez każdą z nich, miałby swoją objętość ziemi, gdzie mógłby się rozpryskać do niezmiernie małej gęstości, a więc włączone równolegle elektrody nie wywierałyby na siebie wzajemnie wyraźnego wpływu. Wówczas równoważny opór uziomu złożonego można byłoby obliczyć wg zwykłego wzoru:

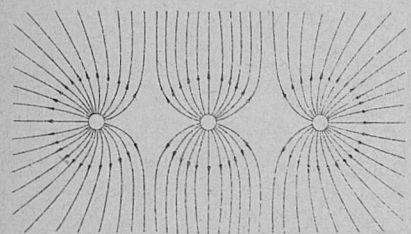
(5)
$$R' = \frac{1}{\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \dots + \frac{1}{r_n}}$$

gdzie $r_1, r_2 \dots r_n$ — opory elektrod. Przy równości oporów poszczególnych elektrod równoważny opór będzie

$$(6) \quad R' = \frac{r}{n},$$

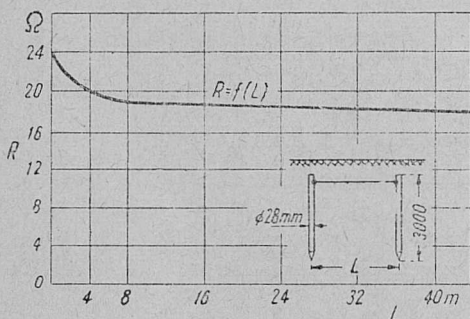
gdzie n — liczba równolegle włączonych elektrod.

W rzeczywistości w uziomieniu złożonym jego elementy z reguły są rozmieszczone względem siebie w odległo-

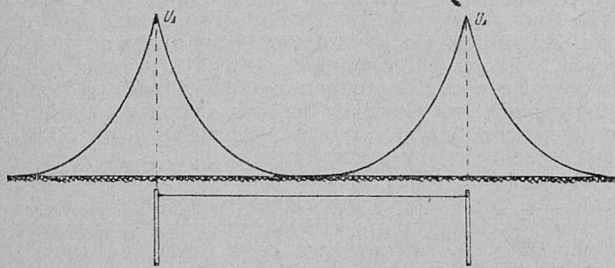


Rys. 15. Prądy w ziemi przy uziomieniu złożonym

ściach znacznie mniejszych niż 20 m (zwykle 3—5 m). W tym przypadku w objętości ziemi, nie wystarczającej dla pełnego rozprzyszczenia prądu nawet od jednej elektrody, przepływają prądy jeszcze i od innych elektrod. Występujący obraz rozkładu prądu pokazany jest na rys. 15.

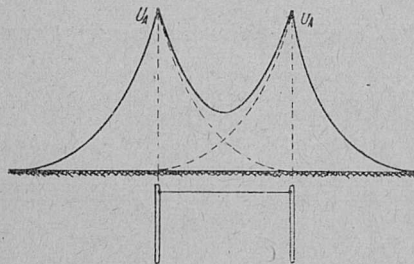


Rys. 16. Oporność uziomu złożonego z 2 rur w zależności od ich wzajemnej odległości



Rys. 17. Spadek napięcia dookoła elektrod uziomu złożonego przy ich wzajemnej odległości większej niż 20 m

Okoliczność ta wywołuje dodatkowy spadek napięcia, albo — inaczej mówiąc — pewien wzrost oporności każdej z elektrod. Mówi się w takim wypadku, że elektrody wzajemnie się ekranują. Wskutek tego rzeczywisty



Rys. 18. Spadek napięcia uziomu złożonego przy małej odległości wzajemnej jego elektrod

opór dla rozprzyszczenia prądu uziomu złożonego (R) będzie większy niż obliczony wyżej (R') bez uwzględnienia ekranowania.

Krzywa na rys. 16 podaje zależność oporu uziemia, złożonego z dwu równolegle połączonych rur ($l =$

$= 3 \text{ m}$, $d = 28 \text{ mm}$), od odległości między nimi. Przy odległości wzajemnej mniejszej niż 2,5-krotna długość rury występuje wyraźne ekranowanie, które będzie tym większe, im bliżej względem siebie rury się znajdują. Stosunek R' do R nazywamy współczynnikiem wyzyskania uziomu złożonego. Oznaczywszy go literą η , otrzymamy

$$(7) \quad \eta = R'/R.$$

Jego wielkość zależy od typu i liczby elektrod, od stosunku odległości między elektrodami do ich wymiarów i od konfiguracji uziomu złożonego (w linii prostej, obwód zamknięty itp). Wartości współczynników wyzyskania są podane w tablicach V i VI.

Znając współczynnik wyzyskania uziomu złożonego, liczbę składowych elektrod i ich oporności, obliczamy rzeczywistą oporność rozprzyszczenia dla całego uziemia ze wzoru

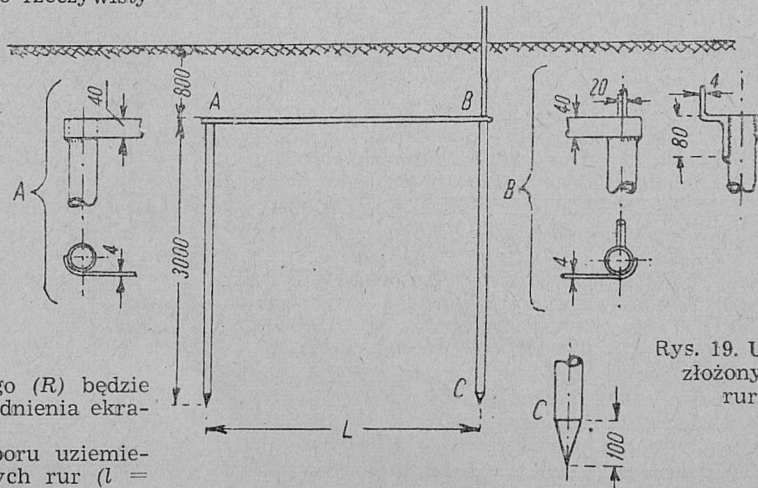
$$(8) \quad R = \frac{R'}{\eta} = \frac{1}{\left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \dots + \frac{1}{r_n}\right)}.$$

Z tego, co powiedziano wyżej, wynika, że ze zwiększeniem liczby elektrod i ze zmniejszeniem odległości między nimi efekt, który się uzyskuje przez włączanie nowych uzupełniających elektrod, staje się coraz mniejszy. Wskutek tego rozchód materiałów i koszty na wykonanie uziemia rosną nieproporcjonalnie szybko ze zmniejszeniem jego oporu. W związku z tym należy podkreślić, że utrzymanie napięcia dotykowego w dopuszczalnych granicach jedynie za pomocą wykonania uziemia o b. małym oporze jest b. trudne, a przy dużych prądach często praktycznie nierealne.

Drugą osobliwością uziomu złożonego jest charakterystyczny spadek napięcia dookoła niego. Na rys. 17 i 18 pokazany jest przebieg spadku napięcia dla złożonego uziomu, składającego się z 2 rur, przy czym rys. 17 odpowiada wypadkowi, kiedy odległość między tymi rurami jest większa niż 20 m, rys. 18 uwzględnia odległości mniejsze.

Krzywa na rys. 18 wykazuje, że pomiędzy równoległe połączone rurami spadek napięcia będzie tym mniej stromy, im rury są bardziej do siebie zbliżone. Tę właściwość uziomu złożonego wykorzystuje się w praktyce dla zmniejszenia napięć dotykowych i krokowych bez kłopotliwej i kosztownej budowy uziomów o bardzo małym oporze. W tych wypadkach uziom złożony wykonuje się w postaci zamkniętego (albo prawie zamkniętego) obwodu, obejmującego tę część powierzchni, na której znajdują się uziemione części urządzenia elektrycznego.

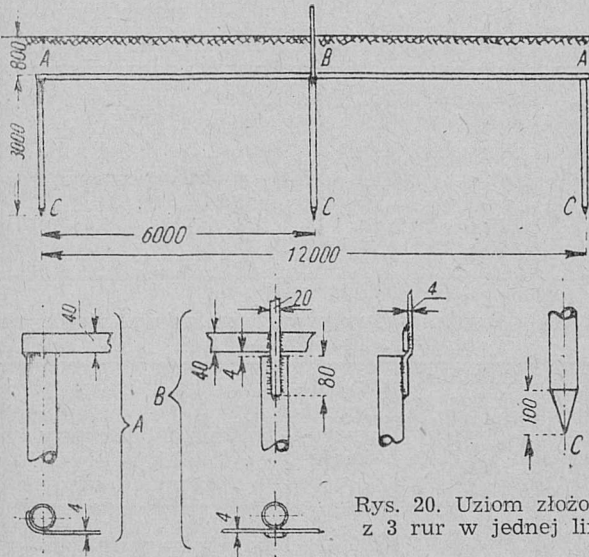
Aby spadki napięcia na chronionym obszarze były dostatecznie łagodne, układa się w ziemi — oprócz rur, rozmieszczonych zwykle na obwodzie — dodatkowo wewnątrz tego obwodu odcinki płaskowników, przyłączone do obwodu i tworzące dość gęstą siatkę. Zdolność uziomu złożonego do zniżania napięcia dotykowego kosztem osłabienia spadku napięcia ocenia się za pomocą tzw. „współczynnika dotyku” α_d , który wskazuje, ile razy największe możliwe w danym urządzeniu napięcie dotykowe jest mniejsze od napięcia roboczego urządzenia. Dla uziomów z rur, rozstawionych na obwodzie zamkniętym z dostatecznie gęstą siatką płaskowników, współczynnik $\alpha_d = 0,2-0,3$.



Rys. 19. Uziom złożony z 2 rur

Stosowanie uziomów złożonych przyczynia się także b. poważnie do obniżenia napięcia krokowego, które ocenia się w analogiczny sposób za pomocą „współczynnika kroku” α_k .

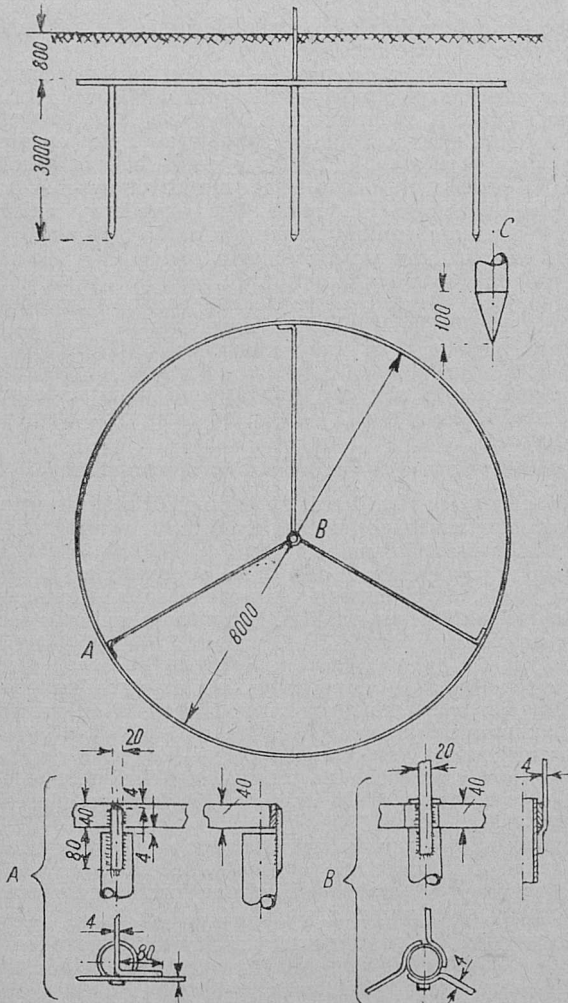
Na rys. 19, 20 i 21 podano przykłady konstrukcji uziomów złożonych.



Rys. 20. Uziom złożony z 3 rur w jednej linii

5. Uziemienie w urządzeniach piorunochronowych.

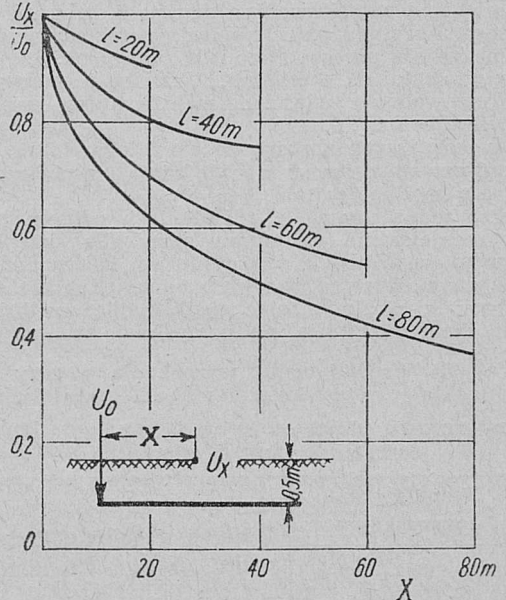
Oporność uziemienia, przeciwstawiająca się rozprywowi prądu powstałego z wyładowań atmosferycznych, nazywamy opornością impulsową wzgl. opornością



Rys. 21. Uziom złożony z pierścienia o średnicy 8 m z czterema rurami i trzema promieniami

udarową. Oporność ta R_i nie pokrywa się z omówioną wyżej opornością R uziomu, istniejącą przy prądach niskiej częstotliwości, po pierwsze z powodu krótkotrwałości działania prądu pioruna i po drugie — w wyniku dużej jego amplitudy, wywołującej wyładowania iskrowe i procesy łukowe w ziemi.

Oporność impulsowa uziomu zależy od kształtu fali pioruna, amplitudy przepływającego przez uziom prądu, geometrycznych wymiarów uziomu i głębokości jego u-



Rys. 22. Rozkład spadku napięcia wzdłuż uziomu powierzchniowego wydłużonego (linka stalowa) w gruncie piaszczystym

Fala prądu 3/25 mikrosek., $I_{\max} = 2300$ A

mieszczenia w ziemi oraz elektrycznych własności gruntu i materiału uziomu.

Wpływ tych czynników na wielkość oporności uziomu przy odprowadzaniu prądu pioruna da się uwzględnić ustalonym empirycznie dla każdego z charakterystycznych wypadków współczynnikiem, tzw. „współczynnikiem impulsowym”, oznaczanym przez α_i oraz obliczyć w ten sposób oporność impulsową uziomu ze wzoru:

(9) $R_i = \alpha_i \cdot R$,

gdzie R — oporność uziomu przy $f = 50$ Hz (zmierzona przyrządami pomiarowymi).

Krótkotrwałość działania prądu pioruna znacznie zwiększa indukcyjne spadki napięcia na dłuższych elementach uziomu, przez co zmniejsza się skuteczność oddalonych jego części, które nie nadążają włączyć się do procesu rozprywu prądu w tej samej mierze, co części uziomu, będące w pobliżu dopływu prądu. Wynika to

Tablica IV. Przybliżone wartości współczynników impulsowych (α_i) dla uziomów pojedynczych

Typ uziomu	Przy oporności właściwej gruntu ($\Omega \cdot \text{cm}$)			
	10^4	$3 \cdot 10^4$	$5 \cdot 10^4$	10^5
Rura o długości 2 — 3 m	0,8	0,6	0,4	0,35
Pierścień o średnicy*) 4 „	0,7	0,5	0,35	0,3
„ „ „ 8 „	0,8	0,6	0,4	0,35
„ „ „ 12 „	0,9	0,7	0,5	0,4
Płaskownik albo linka (żelazne, ułożone poziomo) o długości**) 10 „	0,9	0,7	0,5	0,4
20 „	1,1	0,9	0,7	0,6
30 „	1,4	1	0,8	0,7
40 „	1,7	1,3	0,9	0,8

*) W założeniu, że prąd jest doprowadzony do czterech punktów pierścienia, rozmieszczonych symetrycznie na jego obwodzie.

**) W założeniu, że prąd jest doprowadzony do jednego z końców uziomu; przy doprowadzeniu prądu do środka płaskownika (linki) podane w tablicy współczynniki odpowiadają podwójnej długości.

z rys. 22. Powstaje stąd znaczny wzrost oporności impulsowej.

Jak widać z krzywych na rys. 22, stosowanie uzio-
mów z taśmy lub linki o długości ponad 30—40 m nie
jest celowe, wobec nikłego odprowadzania prądów impul-
sowych przez elementy oddalone. Odmiennie natomiast
wpływa zjawisko drugie — wtórne. Z powodu pojawie-
nia się na uziemiu dużych spadków napięcia — przy spły-
wie prądów dużych prądów impulsowych — powstają
dookoła elektrod wyładowania iskrowe i procesy łuku
elektrycznego w ziemi, gdyż napięcie przebicia w grud-
kach ziemi zostaje przekroczone (dla piasku ok. 5 kV/cm,
dla gleby gliniastej ok. 7 kV/cm). Zjawisko to podwyższa
znacznie przewodność właściwą zwłaszcza w gruntach
o złej przewodności.

Wpływ powyższych zjawisk na kształtowanie się opo-
rów impulsowych uziomu uwzględniają współczynniki
impulsowe α_i podane w tabl. IV.

I jeszcze jedna uwaga o uziemieniach odgromowych.
Wskutek zmniejszenia się oporu ziemi dla przepływu
prądu piorunowego, dzięki tworzeniu się łuków elektry-
cznych w ziemi, krzywa spadku napięcia dookoła uziomu
jest bardziej płaska, a więc spadki napięć wzdułuż po-
wierzchni ziemi kształtują się pomyślniej, tzn. napięcie

Tablica V. Współczynniki wyzyskania η przy prą-
dach niskiej częstotliwości i małych gęstościach

A. Uziomy rurowe umieszczone w szereg i płaskowniki
łączące te rury w ziemi

$\frac{a}{l}$	Liczba rur n	Współczynnik wyzyskania		Uwagi i wzór na obliczenie oporu układu uziomowego
		dla rur η_1	dla płas- kownika η_2	
1	2	0,85	0,8	a — odległość między są- siednimi rurami l — długość rury d — średnica rury Podane współczynniki są ważne dla $\frac{l}{d} \geq 20$ $R_u = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 \eta_2 + R_2 n \eta_1}$, gdzie R_1 — opór rozptywu jednej rury R_2 — opór rozptywu łączącego płas- kownika lub pierś- cienia
	3	0,8	0,8	
	5	0,7	0,75	
	10	0,6	0,6	
2	2	0,9	0,9	
	3	0,85	0,9	
	5	0,8	0,85	
	10	0,75	0,75	
3	2	0,95	0,95	
	3	0,9	0,9	
	5	0,85	0,8	

B. Uziomy rurowe, tworzące obwód zamknięty oraz płas-
kowniki łączące te rury w ziemi

$\frac{a}{l}$	Liczba rur n	Współczynnik wyzyskania		Uwagi i wzór na obliczenie oporu układu uziomowego
		dla rur η_1	dla płas- kownika η_2	
1	3	0,75	0,5	Jak pod „A”
	4	0,65	0,45	
	6	0,6	0,4	
	10	0,55	0,35	
	20	0,5	0,25	
	40	0,4	0,2	
2	3	0,8	0,6	
	4	0,75	0,55	
	6	0,7	0,5	
	10	0,66	0,4	
	20	0,61	0,3	
3	3	0,9	0,75	
	4	0,85	0,7	
	6	0,8	0,65	
	10	0,75	0,56	

C. Uziomy promieniowe ułożone na głębokości 0,5 —
0,8 m pod powierzchnią ziemi

Długość każdego promie- nia (m)	Współczynnik wyzyskania η		Wzór na obliczenie oporu układu uziomowego
	3 pro- mienię	4 pro- mienię	
3	0,75	0,62	$R_u = \frac{R_1}{n\eta}$, gdzie R_1 — opór rozptywu jedne- go promienia n — liczba promieni
6 9	0,77 0,78	0,65 0,68	
12 18	0,80 0,81	0,70 0,71	

D. Uziom z dwu płaskowników równoległych ułożonych
na głębokości 0,5 — 0,8 m

Długość każdego płaskow- nika (m)	Odległość między są- siednimi płaskow- nikami (m)	Współ- czynnik wyzys- kania η	Wzór obliczeniowy
15 — 30	4	0,75	$R_u = \frac{R_1}{2\eta}$, gdzie R_1 — opór rozptywu jednego płaskownika
	8	0,85	
40 — 60	4	0,7	
	8	0,8	

krokowe i napięcie dotykowe stają się mniejsze, niż gdy-
by przewodzenia łukowego nie było.

Niezależnie jednak od tego — wobec bardzo dużych
spadków napięcia piorunów — napięcia dotykowe i kro-
kowe mogą być b. niebezpieczne dla życia istot żywych.

Najskuteczniejszym środkiem zapobiegawczym jest nie-
dopuszczanie przebywania ludzi w czasie burzy w be-
zpośrednim sąsiedztwie uziemień piorunochronowych.

Gdy ten warunek nie może być spełniony, należy
w miarę możliwości unikać uziomów skoncentrowanych,
lecz stosować uziomy przestrzeniowo rozległe (w kształ-
cie pierścieni, obwodów zamkniętych, promienistych itd.),
tj. posiadające większą powierzchnię rozptywu prądów
impulsowych. Jeżeli z jakichkolwiek względów stosuje
się uziom skupiony, to bezpieczeństwo (zwłaszcza dla
zwierząt) można zapewnić przez założenie ogrodzenia
strefy uziomu tak, aby obejmowało ono punkty, leżące
co najmniej w odległości 3 — 4 m od skrajnych elemen-
tów uziomu.

6. Ustalenie potrzebnej wielkości oporu uziemienia.

Najważniejszymi i najbardziej odpowiedzialnymi uzie-
mieniami spotykanymi w wykonawstwie wiejskim są
uzimienia zakładane na stacjach transformatorowych
i sieciach napowietrznych. Dla tych przypadków są po-
dane w rozdz. 9 (uzimienia na stacjach transformato-
rowych wiejskich) największe dopuszczalne wartości
oporów uziemień.

Co do zasady ogólnej, którą należy się kierować przy
ustalaniu wielkości potrzebnego w danym wypadku opo-
ru uziemienia, trzeba mieć na względzie to, iż od praw-
dłowo wykonanego uziemienia wymaga się:

1) aby uziemione części metalowe — w razie uszko-
dzenia izolacji i przebicia do uziemionego kadłuba, osłony itp. — nie wykazywały napięcia dotykowego niebez-
piecznego dla otoczenia;

2) aby przepływający do ziemi prąd zwarciovowy był tak
duży, żeby znajdujące się w obwodzie zabezpieczenie
bardzo szybko wyłączało uszkodzoną część urządzenia
elektrycznego spod napięcia.

Jeżeli przyjąć, że prąd znamionowy najbliższego bez-
piecznika topikowego chroniącego uziemiony odbiornik
wynosi I_n , przy czym bezpiecznik ten przepali się natych-
miast przy 2,5-krotnym prądzie znamionowym zabezpie-
czenia ($I_{wyl} \geq 2,5 I_n$), oraz że w urządzeniach do 1000 V
najwyższe bezpieczne ze względu na porażenie napięcie
uziemionego odbiornika może chwilowo osiągać 65 V,

to największy dopuszczalny opór uziemienia może wynosić:

1) w sieciach niskiego napięcia z nieuziemiającym punktem zerowym transformatora:

$$R_{\max} = \frac{65}{I_{\text{wyl}}} \leq \frac{65}{2,5 I_n};$$

2) w sieciach z uziemionym punktem zerowym opór uziemienia odbiornika nie może przekraczać wartości

$$R_{\max} = \frac{\text{połowa napięcia fazowego}}{\text{prąd wyłączający odbiornik}}$$

przy założeniu, że punkt zerowy transformatora zasilającego dany odbiornik jest prawidłowo uziemiony i że wielkość oporu uziemienia punktu zerowego nie przekracza wartości

$$R_0 = \frac{65}{\text{prąd wyłączający największy odbiornik}}$$

Jeżeli odbiornik jest zabezpieczony wyłącznikiem samoczynnym, to jego prąd wyłączający jest inny niż dla bezpiecznika topikowego, o czym należy pamiętać przy ustalaniu wielkości oporu uziemienia.

Spełnienie warunków, aby napięcie dotyku nie przekraczało 65 V, względnie aby następowało samowylączenie się uszkodzonego odbiornika, wymaga zakładania uziemień o odpowiednio małym oporze, co przeważnie jest źródłem kłopotów, zwłaszcza jeżeli brak jest w pobliżu odpowiednich uziomów naturalnych (np. rozgałęzionej sieci wodociągowej).

Należałoby dla porządku wyjaśnić, że przyjęte wyżej wartości zarówno bezpiecznego napięcia dotyku 65 V w urządzeniach niskiego napięcia, jak i wartość prądu wyłączającego $I_{\text{wyl}} = 2,5 I_n$ dla bezpieczników topikowych, są podawane w przepisach niemieckich i przytaczane w literaturze polskiej. Produkowane obecnie w kraju bezpieczniki topikowe nie są normowane na wartość prądu przepalającego natychmiast bezpiecznik, toteż

Tablica VI. Przybliżone wartości impulsowych współczynników wyzyskania (η_i)

A. Uziom z rur połączonych płaskownikiem lub linką żelazną

Typ uziomu	$\frac{a}{l}$	Liczba rur n	η_i	Uwagi i wzór na obliczenie oporu impulsowego układu
Rury w pojedynczym szeregu	2	2	0,85	a — odległość między sąsiednimi rurami n — liczba rur l — długość każdej rury $R_i = \frac{R'_i \cdot R''_i}{R'_i + n R''_i} \cdot \frac{1}{\eta_i}$
		3	0,80	
		5	0,75	
		7	0,70	
	3	2	0,90	
		3	0,85	
		5	0,80	
		7	0,75	
Rury umieszczone symetrycznie w obwodzie zamkniętym	2	3	0,70	R'_i — opór impulsowy jednej rury R''_i — opór impulsowy całego płaskownika, łączącego rury
		4	0,70	
		6	0,65	
	3	3	0,75	
		4	0,75	
		6	0,70	

B. Uziom z dwu równoległych poziomych płaskowników lub linek żelaznych

Szkic uziomu	l (m)	a (m)	η_i	Wzór obliczeniowy
	20—30	4	0,75	$R_i = \frac{R'_i}{2 \eta_i}$, gdzie R'_i — opór impulsowy jednego płaskownika lub linki
	20—30	8	0,85	
	40—60	4	0,70	
	40—60	8	0,80	
	70—80	4	0,65	
	70—80	8	0,75	

C. Uziomy poziome składające się z kilku promieni o długości l

Szkic uziomu	l (m)	η_i	Wzór obliczeniowy
Uziom 3-promieniowy 	10	0,75	$R_i = \frac{R'_i}{n \cdot \eta_i}$, gdzie n — liczba promieni
	20	0,80	
	30	0,85	
	40	0,90	
Uziom 4-promieniowy 	10	0,65	R'_i — opór impulsowy jednego promienia
	20	0,70	
	30	0,75	
	40	0,80	

nie dają żadnej gwarancji natychmiastowego samowylączenia się uszkodzonego elementu spod napięcia przy $I = 2,5 I_n$. Dopiero opracowywana obecnie polska norma na uziemienie i zerowanie może sprecyzować to zagadnienie.

7. Obliczanie uziemień wieloelektrodowych.

Celem otrzymania żądanej wielkości oporu uziemienia w większości wypadków zachodzi potrzeba wykonania ich z kilku elektrod, połączonych między sobą w jeden układ uziomowy.

Najbardziej rozpowszechnione są:

- układ elektrod rurowych, wbitych w ziemię w pewnej wzajemnej odległości i połączonych płaskownikiem żelaznym, przyspawanym do górnych końców rur;
- układ kilku równoległych płaskowników;
- układ kilku płaskowników rozłożonych w ziemi promieniście i rozchodzących się z jednego punktu splotu.

Ogólna przewodność każdego z tych układów nie jest równa sumie przewodności poszczególnych elektrod, lecz jest mniejsza wskutek wzajemnego oddziaływania na siebie elektrod (ekranowanie). Uwzględniamy ten wpływ, wprowadzając współczynnik wyzyskania $\eta < 1$.

Przy obliczaniu uziomów złożonych, przeznaczonych do odprowadzania do ziemi prądów zakłóceń niskiej częstotliwości (50 Hz), posługujemy się do określenia współczynników wyzyskania η tablicami V/A, B, C, D, przy prądach zaś udarowych — tablicami VI/A, B, C. (Tablice IV — VII zostały zaczerpnięte z publikacji Instytutu Energetycznego Akademii Nauk ZSRR [2]).

Kolejność obliczania oporności uziemienia powinna być następująca:

- na podstawie wyników pomiarów oporu właściwego gruntu określa się obliczeniowy opór właściwy gruntu wg wzoru (1);
- oblicza się opór R poszczególnych pojedynczych elektrod wg tabl. III;
- oblicza się opór całkowity złożonego uziomu, z uwzględnieniem współczynników wyzyskania η , podanych w tabl. V/A, B, C, D. Tablice te zawierają także wzory do obliczania całkowitego oporu uziemienia.

Jeżeli mamy obliczyć opór impulsowy uziomu, należy dodatkowo:

- określić z tabl. IV wartość współczynnika impulsowego α_i , właściwego dla danego typu uziomu pojedynczego (elektrody);
- obliczyć opór impulsowy uziomu pojedynczego (elektrody) ze wzoru (9);
- obliczyć opór impulsowy układu (uziomu złożonego), będący ilorzem z oporu zastępczego (oporów impulsowych równoległe ze sobą połączonych elektrod) przez impulsowy współczynnik wyzyskania układu η_i , wzięty z tabl. VI/A, B, C, zawierających również wzory na obliczenie R_i układu.

Tabl. VII umożliwia (bez dokonywania obliczeń) dobranie odpowiedniego do potrzeb typu uziomu, gdyż podaje typ i konstrukcję uziomu oraz dające się przy tym uzyskać opory uziemień, występujące przy prądach zwarciach niskiej częstotliwości i przy prądach udarowych (podane α_i).

Tablica VII. Zalecane typy uziomów

Nr rysunku	Schemat	Typ uziomu	Ilość potrzebnego materiału		Przy oporności właściwej gruntu							
					0,5 · 10 ⁴ Ω · cm		10 ⁴ Ω · cm		5 · 10 ⁴ Ω · cm		10 ⁵ Ω · cm	
			rur l=3 m	plaskow- nika 40 · 4	R	α _i	R	α _i	R	α _i	R	α _i
			szt.	m. b.	Ω		Ω		Ω		Ω	
11		Płaskownik		2	22	0,95	44	0,8	220	0,4	440	0,35
8		Rura o długości:										
		3 m	1	—	13,65	0,95	27,3	0,8	136,5	0,4	273	0,35
		2,5 „	1	—	15,6	0,95	31,3	0,8	156	0,4	313	0,35
		2 „	1	—	18,5	0,95	37	0,8	185	0,4	370	0,35
12		Płaskownik z doprowadzeniem prądu w środku o długości:										
		5 m		5	9,5	0,95	19	0,8	95	0,4	190	0,35
		6 „		6	8,4	0,95	16,8	0,8	84	0,4	168	0,35
		8 „		8	6,86	0,95	13,7	0,8	68,6	0,4	137	0,35
		10 „		10	5,85	0,95	11,7	0,8	58,5	0,4	117	0,35
19		Dwie rury po 3 m połączone płaskownikiem o długości:										
		3 m	2	3	5,8	0,88	11,6	0,83	58	0,43	116	0,366
		6 „	2	6	4,5	0,89	9,1	0,87	45	0,45	91	0,37
20		Trzy rury po 3 m rozmieszczone w szeregu, połączone płaskownikiem 12 m (doprowadzenie prądu w środku)	3	12	2,75	1	5,7	0,88	27,5	0,46	55	0,38
13		Pierścień z połączeniami promieniowymi; średnica pierścienia:										
		4 m		20,6	4,5	0,8	9,00	0,70	45	0,4	90	0,34
		6 „		31	3,28	0,89	6,56	0,79	32,8	0,4	65,6	0,35
		8 „		41	2,65	0,94	5,3	0,84	26,5	0,44	53	0,37
		10 „		51,5	2,2	0,98	4,4	0,88	22	0,46	44	0,38
		12 „		62	1,9	0,99	3,8	0,89	19	0,49	38	0,4
21		Pierścień o średnicy 8 m z 4 rurami i 3 promieniami	4	37	2	0,9	4	0,85	20	0,44	40	0,38
—		Pierścień o średnicy 12 m, promienie 4 · 20 m		118	1,12	1,25	2,23	1	11,25	0,61	22,5	0,51
—		Pierścienie o średnicy 28 m i 12 m, promienie 4 · 30 m, rury po 3 m	8	246	0,51	1	1,02	0,94	5,1	0,59	10,2	0,52

8. Przewody uziemiające.

Przewody uziemiające są b. ważnym elementem wchodzącym w skład uziemienia. Ich przerwanie spowodować może do zera skuteczność działania całego uziemienia, a nawet przez wyprowadzenie napięcia na odległość może być źródłem dodatkowego niebezpieczeństwa dla ludzi. Dlatego przewody uziemiające winny posiadać odpowiednie wymiary ze względu nie tylko na wytrzymałość mechaniczną i korozję, lecz także na przepływ prądu. Przewody uziemiające należy tak zakładać, aby w miarę możliwości były one dostępne dla kontroli ich stanu i były zabezpieczone od mechanicznych i chemicznych uszkodzeń.

Najmniejsze dopuszczalne przekroje przewodów uziemiających ze względu na wytrzymałość mechaniczną i korozję (w urządzeniach do 1000 V) są:

- 1) przewody stalowe dostępne dla kontroli — 12 mm²;

2) przewody stalowe niedostępne dla kontroli, w szczególności układane w ziemi:

- a) płaskowniki o grubości nie mniejszej niż 4 mm — 48 mm²;
b) drut o średnicy nie mniejszej niż 6 mm;
3) przewody z miedzi gołej dostępne dla kontroli — 4 mm²;
4) przewody z miedzi gołej ułożone w kanałach i rurach 1,5 mm²;
5) przewody przenośne (miedź):
a) przy przekroju przewodów fazowych $s \geq 4 \text{ mm}^2$ — 4 mm², nie mniej jednak niż $\frac{1}{3} s$,
b) przy $s \leq 2,5 \text{ mm}^2$ przewód uziemiający równy przekrojowi przewodu fazowego.

Przy ustalaniu przekroju przewodów uziemiających i zerujących należy kierować się następującymi zasadami:

a) zdolność przepustowa odgałęzienia służącego do uziemienia albo zerowania pojedynczego odbiornika nie powinna być mniejsza niż $\frac{1}{3}$ zdolności przepustowej przewodu fazowego odgałęzienia, zasilającego ten odbiornik;

b) zdolność przepustowa magistrali sieciowej uziemniającej i zerującej winna być nie mniejsza niż 50% zdolności przepustowej największego pod względem poboru mocy odgałęzienia do zasilania rozpatrywanego urządzenia.

Każdy uziemiany element urządzenia elektrycznego winien być połączony z uziomem względnie z magistralą uziemającą osobnym odgałęzieniem. Nie wolno włączać do przewodu uziemającego kilku chronionych części w szereg.

Łączenie przewodów uziemających z uziomem z reguły winno być wykonywane przez spawanie „na zakładkę”, przy czym długość zakładki zaleca się stosować równą podwójnej szerokości płaskownika względnie sześciokrotnej średnicy przewodu okrągłego.

9. Uziemienia na stacjach transformatorowych wiejskich.

W urządzeniach elektryfikacyjnych wiejskich stosowane są powszechnie sieci nisk. nap. na 380/220 V z uziemionym przewodem zerowym. W tych sieciach przy każdej stacji powinno być wykonane stałe uziemienie punktu zerowego transformatora, czyli tzw. uziemienie robocze niskiego napięcia. Radzieckie przepisy podają, iż opór tego uziemienia nie powinien przekraczać 4 Ω przy transformatorach powyżej 100 kVA i 10 Ω przy transformatorach do 100 kVA, zasilających sieci napowietrzne. Ponieważ Przedsiębiorstwa Elektryfikacji Rolnictwa w Polsce rzadko instalują w budowanych przez siebie stacjach transformatorowych jednostki większe od 100 kVA, przeto przeważnie będziemy mieli do czynienia przy transformatorach stacji wiejskich z uziemieniem przewodu zerowego o oporności do 10 Ω .

Niezależnie od tego uziemienia głównego, zakładanego na samej stacji, instaluje się jeszcze dodatkowo tzw. uziemienia wtórne na końcach linii napowietrznych i w miejscach ich odgałęzienia, a oprócz tego co 1 — 2 km na odcinkach nierozgałęzionych. Wtórnych uziemień nie zakłada się na odgałęzieniach linii o długości poniżej 100 m i na wprowadzeniach do budynków, w których nie jest stosowane zerowanie. W sieciach wiejskich zasilanych z transformatora o mocy do 100 kVA uziemienia wtórne, jeżeli jest ich w sieci nie mniej niż 3, mogą mieć opór do 30 Ω każde, przy mocy zaś transformatora większej od 100 kVA — do 10 Ω .

Przepisy radzieckie wymagają, aby wszelkie części metalowe aparatury nisk. nap., znajdujące się na stacji transformatorowej i normalnie izolowane od napięcia (osłony wyłącznika, bezpieczników, rury gazowe dla przewodów), były bezwzględnie zerowane w celu zapewnienia szybkiego wyłączania urządzenia spod napięcia przy zwarciach z kadłubem.

Dla zabezpieczenia obsługi przed porażeniem wszystkie metalowe części urządzeń w. n. stacji, mogące się znaleźć pod napięciem, winny być uziemione (np. kadłub transformatora, napęd odłącznika, metalowe podstawy odłącznika itp.). W liniach napowietrznych wiejskich uziemieniu nie podlegają: konstrukcje wsporcze słupów drewnianych, haki izolatorów stojących i okucie izolatorów wiszących. Na stacjach transformatorowych wiejskich poniżej 100 kVA można stosować jedno wspólne uziemienie ochronne dla wysokiego i niskiego napięcia, byleby opór tego uziemienia nie przekraczał 10 Ω .

10. Sztuczne przystosowanie ziemi.

Sztuczne przygotowanie gruntu w celu zmniejszenia jego oporności właściwej słuszne jest w następujących wypadkach:

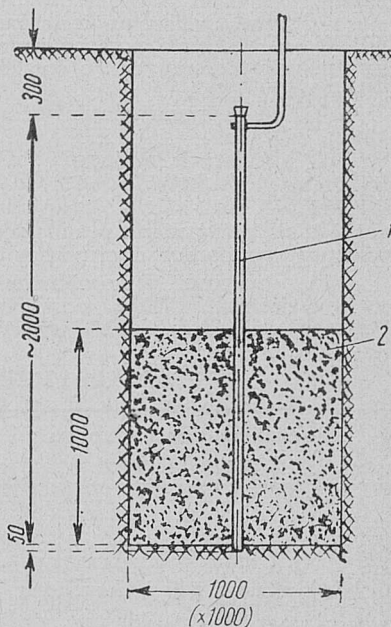
- przy zakładaniu uziemień w gruntach piaszczystych o oporze właściwym powyżej $10^5 \Omega \cdot \text{cm}$;
- przy zastrzonych wymaganiach co do wielkości napięć dotykowych i krokowych;
- kiedy zwykłe stosowane konstrukcje uziemień nie mogą zapewnić żądanej oporności, albo budowa tych konstrukcji staje się nieekonomiczna z powodu olbrzymich wymiarów.

Dobry sposób sztucznego przygotowania gruntu opracował Leningradzki Instytut Przemysłowy. W gruncie naturalnym (piasek) kopie się dół o przekroju 1 m $\times$ 1 m

i głębokości nieco większej niż długość elektrody uziemniającej. W osi dołu umieszcza się rurę długości 1 — 2,5 m, przy czym dolny jej koniec pozostaje otwarty, górny zaś jest zakorkowany. Po wstawieniu rury dół do połowy zasypuje się mieszaniną drobnoziarnistego gruntu (czarnoziem lub gleba gliniasta) z dużą ilością

Rys. 23. Sztuczne przygotowanie ziemi

— uziom rurowy
— mieszanina drobnoziarnistej gleby z solą



soli kuchennej. Mieszaninę tę obficie polewa się wodą i ubija. Górną połowę dołu zasypuje się gruntem uprzednio wykopanym i również się go ubija. Przykładowy sposób wykonania podaje rys. 23.

Ogólna ilość soli potrzebnej na jedną rurową elektrodę uziemającą wynosi ok. 300 kg. Opisany sposób przygotowania uziemienia zmniejsza opór uziomu co najmniej dziesięciokrotnie, a skuteczność jego działania trwa ok. pięciu lat. Jest to sposób dość kosztowny, lecz inne są znacznie mniej skuteczne i trwałe.

Czystej gliny — choćby drobnoziarnistej — stosować nie należy z powodu jej nieprzepuszczalności dla wody, piasek zaś użyty na mieszaninę z solą też nie spełni zadania, gdyż pozwala na szybkie wypłukanie soli wodą deszczową i wodą z topniejących śniegów.

W praktyce robót wiejskich stosuje się częściej dół o mniejszym przekroju i używa się roztworu soli bydlęcej, zawierającego 1 — 1,5 l wody na 1 kg soli. Dla jednej rurowej elektrody potrzeba ok. 20 kg soli. Skuteczność tego sposobu rozciąga się na ok. 1,5 do 2 lat.

11. Pomiary oporów uziemień.

Badanie uziemień ma na celu określenie oporu uziemienia oraz spadku napięcia dookoła uziomu przy przepływie prądu zwarcowego do ziemi. Najdokładniejsze wyniki pomiarów uzyskałoby się, oczywiście, przy użyciu prądu dużego — tego samego rzędu co prąd zwarcowy. Nie jest to jednak możliwe, a nawet potrzebne, przy zachowaniu bowiem szeregu warunków, o których niżej mowa, otrzymamy wyniki pomiarów b. zbliżone do rzeczywistych oporów, które wystąpią na uziomach przy przepływie prądu zwarcowego do ziemi. W celu uniknięcia zjawisk polaryzacji do pomiarów używa się prądu zmiennego. Zazwyczaj stosowany jest prąd niskiego napięcia na 50 Hz o natężeniu 10—100 A.

Do określenia oporu uziemienia należy przepuścić przez nie prąd i zmierzyć ten prąd oraz spadek napięcia powstały na badanym uziemieniu. Celem stworzenia obwodu zamkniętego — dla umożliwienia przepływu prądu przez uziom badany — konieczny jest uziom pomocniczy P , dla zmierzenia zaś spadku napięcia na badanym uziemieniu potrzeba jest jeszcze druga elektroda pomocnicza zwana sondą. Na rys. 24 oznacza X — uziom badany, P — uziom pomocniczy, S — sondę, umieszczoną w miejscu, gdzie spadek napięcia w ziemi jest praktycznie równy zeru. Mając odczyty amperomierza (I) i woltomierza (U_x), obliczymy opór uziemienia badanego ze wzoru $R_x = U_x/I$.

Odległości pomiędzy uziemieniem badanym, uziomem pomocniczym i sondą nie mogą być przyjęte dowolnie; muszą one być nie mniejsze od określonych wielkości, inaczej wyniki pomiarów będą dawały znaczne błędy. Przy pomiarze oporu uziemienia odległości te winny spełniać następujące warunki:

a) krzywa spadku napięcia pomiędzy badanym uziemieniem a uziomem pomocniczym powinna mieć wyraźny odcinek poziomy tzn. o spadku praktycznie zerowym (C—D na rys. 24);

b) sonda powinna znajdować się na tym właśnie odcinku.

Przy pomiarach, mających służyć do określenia spadku napięcia dookoła badanego uziemienia, ma być spełniony tylko pierwszy z wymienionych warunków.

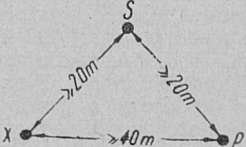
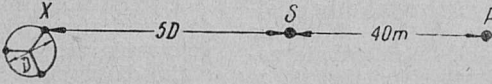
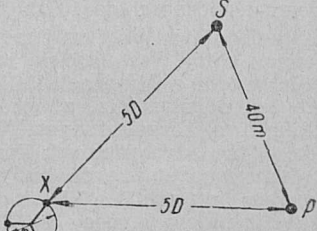
W tabl. VIII podane są odległości, które należy zachować przy pomiarach oporu uziemień.

Opory uziomu pomocniczego i sondy nie powinny przekraczać 200 Ω przy tej metodzie pomiaru. Prawie we wszystkich wypadkach uziom pomoc-

Megger S. — H. (nowszej konstrukcji) jest jednym z najlepszych przyrządów do pomiaru uziemień. Nie jest tu potrzebne obce źródło prądu, gdyż przyrząd posiada własny induktor. Dzięki specjalnemu urządzeniu prostowniczemu w obwodzie przyrządu płynie prąd wyprostowany (pulsujący), przez ziemię zaś — prąd zmienny. Czyny to przyrząd bardziej czułym i niewrażliwym na prądy obce. Przyrząd ten jest b. mało wrażliwy na opory uziomu pomocniczego i sondy, które tu mogą sięgać nawet paru tysięcy omów, co pozwala stosować na uziomy pomocnicze i sondy prymitywne i tanie elektrody (wetknięty w ziemię żelazny pręt albo łom). Przyrząd pozwala na bezpośredni odczyt wyniku pomiaru. Jest dokładny przy pomiarach większych oporów. Nie nadaje się tylko do pomiaru oporów poniżej 1 Ω , co jednak np. w urządzeniach wiejskich nie zdarza się. Produkowane są przyrządy o zakresach: 0 — 10 Ω i 0 — 100 Ω ; 0 — 100 Ω i 0 — 1000 Ω ; 0 — 100 Ω , 0 — 1000 Ω i 0 — 10000 Ω .

Metoda woltomierza — amperomierza. Sposób przyłączania przyrządów i obliczanie badanego oporu uziemienia omówiono już wyżej. Nadmienić należy,

Tablica VIII. Usytuowanie elektrod przy pomiarze oporu uziemień

Rodzaj uziomu badanego i pomocniczego	Przy położeniu sondy w linii, łączącej uziom badany z pomocniczym	Przy położeniu sondy poza linią, łączącą uziom badany z pomocniczym
Uziomy badany i pomocniczy — wykonane z pojedynczych rur		
Badany uziom złożony — wykonany z kilku rur lub powierzchni płaskowników; pomocniczy — z jednej lub kilku rur		

X — uziom badany

P — uziom pomocniczy

S — sonda

niczy może być wykonany z jednej rury; jedynie przy gruntach o $\rho > 10^5 \Omega \cdot \text{cm}$ należy użyć dwu rur. Zresztą i w tych wypadkach można zastosować sztuczne zmniejszenie oporu przez dodanie soli.

Opór sondy bezpośredniego wpływu na pomiar nie wywiera, jednak powyżej 300 Ω zmniejsza czułość układu pomiarowego.

Metody pomiarowe

Dobrym metodom pomiarowym stawiamy następujące wymagania:

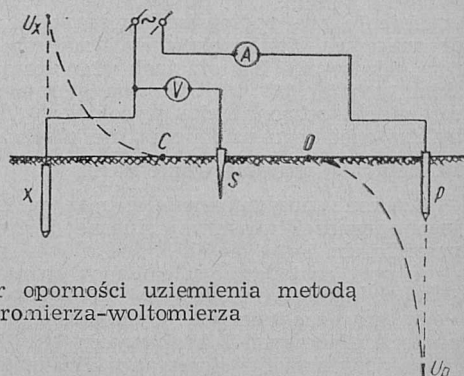
- błąd pomiarowy nie powinien przekraczać 5%;
- rezultaty powinny być otrzymywane za pomocą jednego pomiaru przez bezpośredni odczyt na skali przyrządu (bez obliczeń);
- aparatura pomiarowa powinna być prosta;
- powinien być wyeliminowany wpływ prądów błądzących na wynik pomiarów, jak również wszelkich prądów obcych (prądy od urządzeń silnikowych, telekomunikacyjnych, tramwajowych, a ponadto prądy, wywołane nierównomiernością obciążenia faz, niesymetrycznym rozstawieniem przewodów linii przesyłowej względem ziemi, prądy wyższych harmonicznych itd.).

Rozróżniamy trzy zasadnicze grupy, do których można zaliczyć liczne istniejące metody, służące do pomiaru oporów uziemień: 1) metody, oparte na określeniu oporu z natężenia prądu i spadku napięcia; 2) metody kompensacyjne; 3) metody mostkowe.

Z kilkudziesięciu znanych metod pomiaru uziemienia praktycznie do potrzeb urządzeń wiejskich najbardziej nadają się dwie z nich: 1) przy pomocy meggera S. — H., 2) metoda woltomierza-amperomierza.

że do pomiaru napięcia winien być użyty woltomierz o dużym oporze zwłaszcza przy dużych oporach sondy. Najlepszy do tego celu byłby woltomierz elektrorstatyczny albo elektronowy; wtedy odpadłoby obliczanie poprawki. Jednak oba te woltomierze mają pewne ujemne cechy, dla których stosuje się je rzadko.

Źródłem prądu do pomiarów powinien być zasadniczo specjalny transformator o napięciu 120 — 220 V i mocy 5 — 10 kVA, oddzielający obwód pomiarowy od sieci



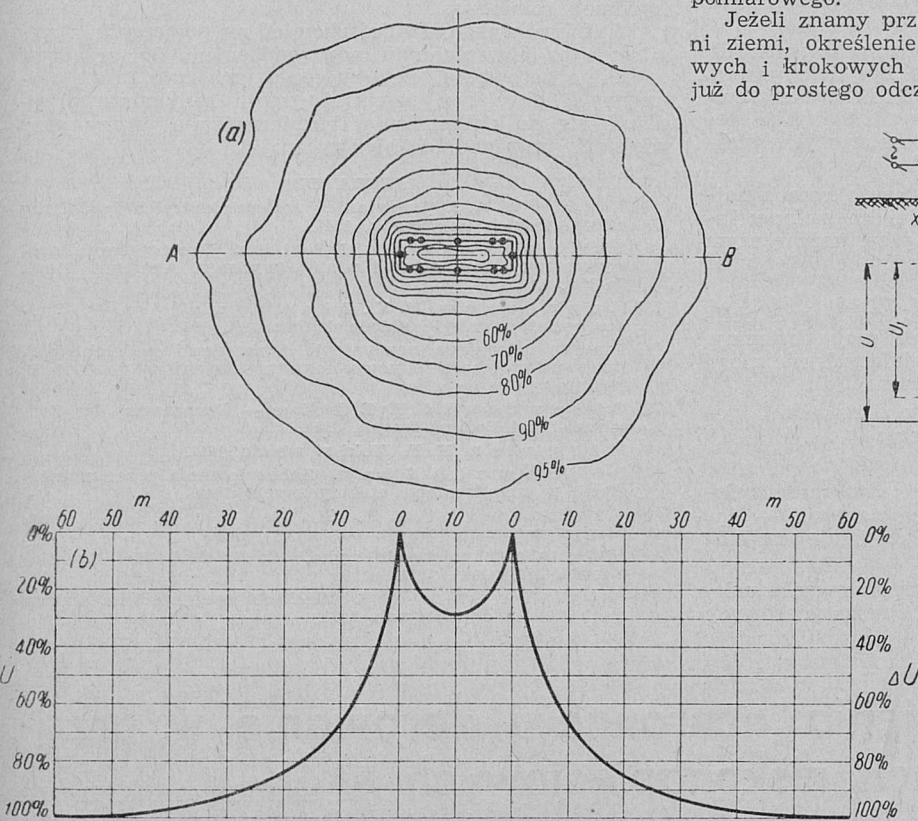
Rys. 24. Pomiar oporności uziemienia metodą amperomierza-woltomierza

ogólnego użytku. Korzystanie z sieci ogólnego użytku jako źródła prądu pomiarowego nie jest zalecane. Niedostateczny stan izolacji tych linii, mogący powodować przypadkowe połączenia z ziemią, może zniekształcać wyniki pomiarów.

Metoda woltomierza-amperomierza ma więc szereg wad, niemniej jednak metoda ta jest najbardziej rozpowszechniona przy wykonywaniu odpowiedzialnych pomiarów uziemień w elektrowniach i podstacjach i jest powszechnie stosowana przy pomiarach bardzo małych oporności (rzędu dziesiątych i setnych oma).

12. Określenie rozkładu spadku napięcia.

Chcąc mieć dokładny obraz, jak przebiega spadek napięcia na powierzchni ziemi dookoła uziomów, należy zmierzyć go dla wielu punktów, np. w uziomach złożonych



Rys. 25. a) Linie jednakowego spadku napięcia na powierzchni ziemi dookoła uziomu złożonego
b) Spadek napięcia w linii A—B

liczba punktów może sięgać kilkuset. Wyniki pomiarów ujmując się zazwyczaj w postaci krzywych jednakowego spadku narysowanych na planie uziemienia oraz w postaci krzywych, podających spadek napięcia w interesujących nas kierunkach.

Na rys. 25a pokazane są „linie jednakowego spadku napięcia” dla uziemienia wspólnego dla dwu słupów kratowych linii przesyłowej; uziom składa się tu z 12 rur, rozmieszczonych na obwodzie prostokąta i połączonych płaskownikiem. Na rys. 25b pokazano dla tego samego uziemienia przebieg spadku napięcia w linii prostej A—B.

Spadek napięcia na powierzchni ziemi zazwyczaj określa się metodą woltomierza-amperomierza, jakkolwiek można go określić także za pomocą innych metod np. meggerem, jak była mowa wyżej.

Różnica między pomiarem oporu uziemienia i określeniem spadku napięcia polega na tym, że w pierwszym wypadku sondę umieszcza się w miejscu, gdzie spadek napięcia jest praktycznie równy zero, w drugim zaś umieszcza się ją w punkcie ziemi, dla którego mamy określić spadek napięcia. Wzajemna odległość pomiędzy badanym uziemieniem a uziomem pomocniczym winna tu odpowiadać tym samym warunkom, co i przy pomiarze oporów.

Z rys. 26 wynika, że woltomierz włączony pomiędzy badanym uziemieniem a sondą, umieszczoną w punkcie 1, wskaże odpowiedni spadek napięcia U_1 . Przy dalszym przestawieniu sondy w kierunku uziomu P dojdziemy do pasa CD, w którym spadek napięcia osiągnąwszy war-

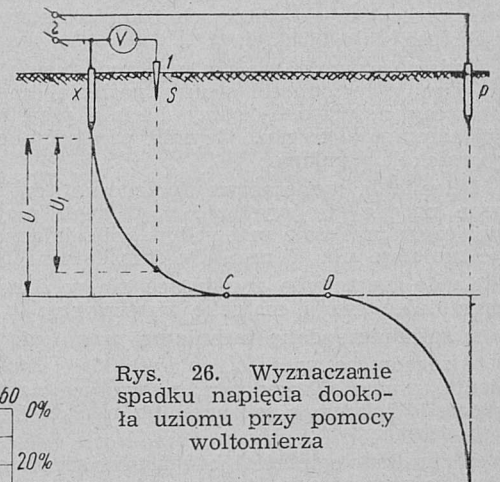
tość U praktycznie nie podlega już dalszemu zwiększeniu.

Przy ustalaniu spadku napięcia w ziemi według wskazań woltomierza należy uwzględnić wpływ oporu sondy włączonej w szereg z woltomierzem.

Na rys. 27 pokazano sposób wykonania pomiaru przy pomocy meggera.

Oczywiście, spadek napięcia w ziemi przy przepływie przez nią prądu zwarciovego będzie tyle razy większy od spadku, stwierdzonego przez pomiary według rys. 26 i 27, ile razy prąd zwarciovym będzie większy od prądu pomiarowego.

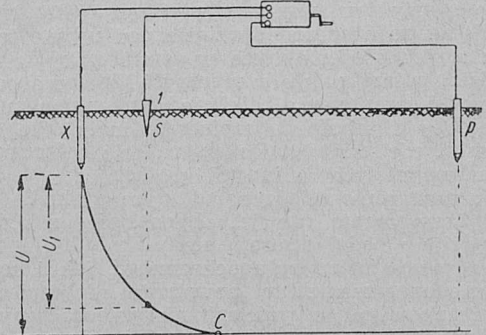
Jeżeli znamy przebieg spadku napięcia na powierzchni ziemi, określenie mogących wystąpić napięć dotykowych i krokowych w dowolnym miejscu sprowadza się już do prostego odczytu z krzywej.



Rys. 26. Wyznaczanie spadku napięcia dookoła uziomu przy pomocy woltomierza

13. Eksploatacja uziemień.

Większość uziemień stosowanych w naszych wiejskich urządzeniach elektrycznych należy uznać za niezadowalające: są one bądź niefachowo wykonane od początku, bądź też są dziś niepewne z powodu niekontrolowania ich stanu od chwili zainstalowania, tj. od kilku



Rys. 27. Wyznaczanie spadku napięcia dookoła uziomu przy pomocy meggera

lub kilkunastu lat. Jeżeli budowa i eksploatacja uziemień ma być traktowana poważnie, jak tego wymagają przepisy bezpieczeństwa, stan ten powinien ulec naprawie.

Przed oddaniem nowowykonanego uziemienia do eksploatacji należy stwierdzić, czy odpowiada ono swemu

przeznaczeniu i czy jest wykonane przepisowo oraz zgodnie z rysunkiem wykonawczym lub z ustalonym typem.

Przy przejmowaniu uziemienia do eksploatacji oraz przy każdej następnej kontroli uziemienia winny być wykonywane następujące badania i oględziny:

- a) pomiar oporności uziemienia;
- b) sprawdzenie stanu zewnętrznych elementów uziemienia;

c) zdjęcie krzywych spadku napięcia dookoła uziomów i określenie napięć — dotykowego i krokowego (dotyczy to przede wszystkim uziemień w elektrowniach, na podstacjach i przy słupach żelaznych linii przesyłowych w pobliżu miejsc zamieszkałych).

Kontrola okresowa stanu użytkowanych uziemień, obejmująca powyższe czynności, winna być dokonywana w odstępach czasu nie większych niż 1 rok w elektrowniach i podstacjach oraz nie większych niż 3 lata w sieciach przesyłowych i stacjach transformatorowych wiejskich (bez stałej obsługi).

Badanie uziemień należy wykonywać w okresach najmniejszej przewodności gruntu, najlepiej na zmianę: latem przy największej suszy i zimą przy największym przemarznięciu gruntu. Wynik pomiarów należy ująć w protokole pomiaru.

Uziemienia tymczasowe (przenośne) mają być obliczone na mocą wystąpić prąd zwarciaowy doziemny, przy czym przekroje przewodów uziemiających nie mogą być mniejsze niż 25 mm² Cu (lub 48 mm² Al).

Każde uziemienie znajdujące się w eksploatacji powinno mieć swoją metrykę zawierającą:

- a) zasadnicze dane techniczne uziemienia;
- b) zasadnicze wielkości obliczeniowe: oporność uziemienia, prądy obliczeniowe, największe napięcia — dotykowe i krokowe, z zaznaczeniem obiektu i miejsca, których dotyczą;
- c) rezultaty oględzin i badań przy przyjmowaniu uziemień do eksploatacji ze wskazaniem metod pomiarowych

i warunków atmosferycznych w czasie pomiarów i w okresie poprzedzającym pomiary;

d) rezultaty oględzin i pomiarów uziemień w czasie ich eksploatacji;

e) zmiany w wymaganiach co do uziemień i zmiany wielkości obliczeniowych;

f) zmiany, dokonane w urządzeniu uziemiającym, zakres prac remontowych itp.

Sprawa uziemień w wiejskich urządzeniach elektrycznych już uległa znacznej poprawie dzięki powołaniu Centralnego Zarządu Elektryfikacji Rolnictwa i ustaleniu w ten sposób jednolitego wykonawstwa robót przy elektryfikacji rolnictwa.

Właściwe wykonywanie uziemień w połączeniu z zamierzonym powszechnym wprowadzeniem do urządzeń wiejskich zerowania, redukującego znacznie liczbę potrzebnych przy tym uziemień, może radykalnie przyczynić się do podniesienia bezpieczeństwa pracy przy wiejskich urządzeniach elektrycznych.

LITERATURA

- [1] Łurje A. I. Inspekcja zaziemiających urządzeń elektrycznych i elektrociepłowni, 1941.
- [2] Stiekolnikow I. S. i inni. Grozozaszchita promyslenykh sooruzhenij i zdaniy (wydawn. Akademii Nauk ZSRR), 1951.
- [3] Kuzniecow N. K., Ziatkowski A. P. Sieliskochozajstwiennye gidroelektrostancii, 1948.
- [4] Prawila ustrojstwa zaziemlenij i zanulenij w elektriczeskich ustanowkach silnowo naprjazheniem do 1000 V, 1946.
- [5] Ollendorff F. Erdströme — Grundlagen der Erdschuss- und Erdungsfragen, 1928.
- [6] Margolin H. F. Toki w ziemi, 1947.
- [7] Bładowski S. Zabezpieczenia przed porażeniami w urządzeniach elektrycznych, 1948.
- [8] Ziatkowski A. P., Szustow W. A. — Macztołyte transformatory podstancji, 1950.
- [9] Podręcznik inżyniera-elektryka, t. II, str. 1120, Trzaska Evert i Michalski, 1951.
- [10] Korolkowa W. I. Elektrobezopasnost' na promyslenykh prieprijatjach, 1951.

I NŻ. ZB. KARASISKI

Uziemienia ochronne i zerowanie w urządzeniach niskonapięciowych

621.316.99:621.316.992.027.2

Т р е щ ё. Артыкул амава справу ватпліве і труднасьці, звязаныя з заададненьем узяміеў ахронных і зэраваньа в урэдзеньах нисконапямьціовых.

Защитные заземления и зануления в установках низкого напряжения. Обсуждаются вопросы, которые возбуждают сомнения и создают затруднения при применении защитных заземлений и занулений в установках низкого напряжения.

Protective earthing and connection to neutral conductors in low-tension installations The author deals with dubious matters and difficulties connected with the problem of protective earthing and connection to neutral conductors in low-tension installations.

1. Wstęp.

Normy na uziemienia i zerowanie są obecnie w opracowaniu. Projekt ma ukazać się w ciągu najbliższych miesięcy, jest więc ważne, aby sprawę tę należało przedyskutować, gdyż w obecnym stadium jest możliwe uwzględnienie doświadczeń i wzięcie pod uwagę trudności technicznych stwierdzonych w terenie. Dyskusja jest tym bardziej potrzebna, że skuteczność działania ochronnego uziemień i zerowania zależy od warunków miejscowych (sposoby i jakość zabezpieczeń, instalacja, obsługa, kontrola), nie można więc opierać się całkowicie na wynikach osiągniętych w innych krajach.

Ponadto na terenie międzynarodowym dyskusja co do uziemień i zerowania nie jest bynajmniej zakończona i różne poglądy nadal ścierają się.

Celem zarówno uziemienia ochronnego, jak i zerowania jest niedopuszczenie do powstania niebezpiecznego napięcia dotykowego na częściach nie przeznaczonych do przewodzenia prądu, a mogących znaleźć się pod napięciem wskutek uszkodzeń. Jeżeli napięcie dotykowe osiągnie wartość niebezpieczną, urządzenie ochronne powinno spowodować wyłączenie natychmiast, tj. w czasie krótszym niż 0,2 sek.

2. Uziemienia.

Punktem wyjścia przy rozpatrywaniu uziemień jest fakt, że przepływ prądu przez ziemię jest nieodłącznie

związany z istnieniem napięcia (spadku napięcia) między dwu punktami na powierzchni ziemi.

Bryłowa (nie liniowa) konfiguracja ziemi sprawia, że w pobliżu uziomu następuje przy przejściu prądu duży spadek napięcia. „Napięcie krokowe”, odpowiadające spadkowi napięcia w ziemi między stopami człowieka, może być dla niego niebezpieczne w pobliżu uziomu. W urządzeniach niskonapięciowych napięcie krokowe nie odgrywa większej roli, ponieważ nie osiąga wartości, mogących spowodować wypadek poważnego porażenia obsługi, natomiast spadek napięcia w pobliżu uziomu ma decydujące znaczenie dla funkcjonowania uziemienia ochronnego; opór ziemi wywołujący ten spadek napięcia nazywamy oporem uziomu.

Stojąc na uziemiu człowiek jest bezpieczny, ponieważ spadek napięcia w przewodniku uziemiającym jest bardzo mały w porównaniu ze spadkiem napięcia w ziemi. Stąd powstały siatki metalowe połączone z uziomem, które jednak ze względów gospodarczych znajdują zastosowanie głównie w urządzeniach wysokiego napięcia.

Wzory stosowane do obliczania uziemień ochronnych są znane*). Niektórzy autorzy są wprawdzie zdania, że tylko kilkakrotnie większa wartość oporu uziemienia punktu zerowego od oporu uziemienia ochronnego gwa-

*) Por. np. M. Zdralewicz. Uziemienia ochronne w urządzeniach elektrycznych (Przegl. Elektr., 1952, z. 11, str. 451). — Przyp. red.

rantuje bezpieczeństwo. Taka jednak zasada prowadzi przeważnie do zbyt małych prądów zwarcia z ziemią, nie powodujących wyłączenia, a ponadto do zbyt dużego zniekształcenia symetrii faz wskutek powstania w punkcie zerowym zbyt wysokiego napięcia w stosunku do ziemi w czasie przepływu prądu zwarcia.

Celowość bezpośredniego uziemienia punktu zerowego transformatora w urządzeniach niskonapięciowych jest bardzo poważnie kwestionowana, gdyż wskutek wspomnianego już podwyższenia napięcia punktu zerowego przy przepływie prądu zwarcia nie osiąga się symetrii faz w stosunku do ziemi, a przez zmniejszenie oporu obwodu zwarcia powoduje się znacznie zwiększone niebezpieczeństwo obsługi w przypadku dotknięcia przewodu. Zalecana jest natomiast samoczynna kontrola stanu izolacji przy izolowanym punkcie zerowym. Takiego zdania jest również specjalista radziecki Ł. P. Podolski, który jednak dowodzi, że w niektórych przypadkach uziemienie punktu zerowego można zalecić, a mianowicie tam, gdzie ze względu na warunki opór izolacji może stać się niższy od oporu człowieka, lub gdzie zastosowano rozdział czteroprzewodowy. W przypadku sieci kablowych o większej pojemności względem ziemi Podolski zaleca uziemienie punktu zerowego przy pomocy cewki kompensacyjnej, co jest nowością w stosunku do sieci niskonapięciowych.

Z wzorów do obliczania uziemień widać, jak ważną rolę w uziemieniach ochronnych odgrywa wartość natężenia prądu wywołującego odłączenie odbiornika. Jasne więc jest, że prawidłowe działanie urządzeń zabezpieczeniowo-wyłączeniowych stanowi konieczny warunek skuteczności uziemienia.

Znaczne trudności powstają wskutek zmienności oporu uziemień, związanych ze stanem nawilgocenia ziemi. Badania wskazują, że opór uziemienia zmienia się w różnych porach roku w stosunku nawet 1:4 i trudno jest przy uziomach sztucznych osiągnąć, aby najwyższy opór uziemienia pozostał w granicach oporu dopuszczalnego.

Teoretyczne obliczenie uziemienia przy projektowaniu utrudnia fakt różnej oporności właściwej różnych rodzajów gleby i jej warstw, co powoduje trudności w odpowiednim doborze współczynników do uwzględnienia w obliczeniach.

W przypadku uziomów sztucznych byłoby zbyt utrudnione budowanie osobnego uziomu dla każdego odbiornika, przeważnie więc spotykamy w praktyce połączenie kilku odbiorników z tym samym przewodem uziemiającym. W tych warunkach przerwanie przewodu uziemiającego staje się wprost groźne, gdyż napięcie dotykowe, które może osiągnąć wartość napięcia fazowego (a nawet napięcia międzyfazowego w przypadku równoczesnego zwarcia z ziemią innej fazy przy izolowanym punkcie zerowym) przeniesie się z odbiornika, w którym nastąpiło przebicie, na wszystkie nieuszkodzone odbiorniki połączone z tym samym przewodem uziemiającym przed miejscem jego przerwy. Wydaje się więc słuszne instalowanie przynajmniej dwu uziomów na obu końcach przewodu uziemiającego. Wynika także konieczność częstej kontroli ciągłości przewodu uziemiającego i takiej jego instalacji, aby kontrola ta była łatwa.

Uzyskanie dostatecznie małego oporu uziemienia przy zastosowaniu uziomów sztucznych jest niejednokrotnie trudne lub wręcz w praktyce niewykonalne. Osiągane są natomiast dobre wyniki przy użyciu uziomów naturalnych (sieci wodociągowej) z zastrzeżeniem ciągłości szlaku przewodzącego i nieizolowania przewodów rurowych znajdujących się w ziemi.

Należy podkreślić względnie niewielki zakres stosowania uziemień ochronnych: praktycznie stosuje się ten sposób zabezpieczenia przy odbiornikach, których natężenie znamionowe nie przekracza 25 A.

Dodatką stroną uziemień ochronnych jest to, że jeżeli tylko zachowana jest ciągłość przewodu uziemiającego, uziemienie zawsze w pewnym stopniu obniża napięcie dotykowe, chociażby opór uziemienia przekroczył granicę dopuszczalną, a więc choćby uziemienie działało nienależycie.

3. Zerowanie.

Zasada zerowania, polegająca na połączeniu części urządzenia, które nie są przeznaczone do przewodzenia prądu, z przewodem zerowym w ten sposób, że jeżeli nastąpi przebicie, to tym samym następuje zwarcie i od-

biornik uszkodzony zostanie odłączony od sieci wskutek zadziałania zabezpieczeń, wydaje się tak celowa, że na pierwszy rzut oka nie budzi zastrzeżeń. Polska jednak nie była jedynym krajem, w którym zerowanie było niedozwolone. Tak np. w Holandii zakaz stosowania zerowania obowiązuje nadal.

Wprawdzie w Polsce przewidziane jest dopuszczenie zerowania w najbliższym czasie^{*)}, jednak ten tani i prosty środek ochronny będzie niewątpliwie obwarowany szeregiem warunków, żeby zerowanie nie stało się dodatkowym źródłem poważnego niebezpieczeństwa dla obsługi.

Rozpatrzmy kolejno najważniejsze zastrzeżenia, które tu się nasuwają.

Jeżeli punkt zerowy nie był uziemiony lub nastąpiła przerwa w przewodzie uziemiającym punktu zerowego, to zwarcie z ziemią jednej z faz prowadzi do niesymetrii faz w stosunku do ziemi wskutek powstania napięcia względem ziemi w punkcie zerowym, a cały przewód zerowy, a zatem i wszystkie zerowane części urządzenia znalazłyby się pod napięciem fazowym w stosunku do ziemi. Uziemienie punktu zerowego częściowo tę groźbę niweczy, a mianowicie w tym stosunku, w jakim oporność uziemienia punktu zerowego jest mniejsza od oporności w miejscu zwarcia przewodu fazowego z ziemią. Ponieważ ta ostatnia oporność rzadko bywa mniejsza niż 10 omów, oporność uziemienia punktu zerowego powinna być mniejsza niż 4 omy. Ponieważ i tak napięcie, pod którym mogą się znaleźć przewód zerowy i przedmioty zerowane, może być niekiedy dość znaczne, trzeba, żeby przynajmniej było ono krótkotrwałe, a więc potrzebna jest stała kontrola stanu izolacji i spieszne usuwanie zwarć z ziemią.

Ponieważ podstawą skuteczności zerowania jest wyłączenie uszkodzonego odbiornika, więc prąd zwarciaowy płynący przez przewód zerowy musi być dostatecznie duży, aby spowodować działanie zabezpieczeń odbiornika. Stąd powstaje konieczność obliczeń i prób przy instalowaniu oraz kontroli zerowania, a ponadto skuteczność zerowania jest uwarunkowana należytym funkcjonowaniem aparatury zabezpieczającej. Prąd zwarciaowy musi być większy od prądu powodującego działanie zabezpieczeń największego z zerowanych odbiorników.

Korzystanie z przewodu zerowego do zerowania może spowodować duże niebezpieczeństwo dla obsługi: na wszystkie odbiorniki zerowane — przed miejscem zerwania przewodu zerowego — może się przedostać napięcie fazowe przez odbiorniki włączone pomiędzy przewód fazowy i zerowy (jak np. oświetlenie). Przypadek taki nie zdarzyłby się tylko w razie zupełnie symetrycznego obciążenia faz. Ponadto — w razie przebiccia w jednym z odbiorników zerowych przed przerwą w przewodzie zerowym — napięcie z miejsca przebiccia przedostanie się na wszystkie sąsiednie zerowane odbiorniki. Aby takie niebezpieczeństwo choć częściowo usunąć, wprowadza się nakaz uziemienia przewodu zerowego także w miejscach odgałęzień i zakończeń sieci oraz nakaz bardzo starannego układania przewodu zerowego i dostatecznej średnicy przewodu dla osiągnięcia wytrzymałości mechanicznej uznanej za potrzebną.

Ponieważ na wstępie wskazywaliśmy na potrzebę niewielkiego oporu uziemienia punktu zerowego, trudno jest niekiedy uzyskać tak mały opór uziemień odgałęzień i zakończeń przewodu zerowego, aby usunąć całkowicie niebezpieczeństwo wynikające z zerwania przewodu zerowego. Uziemienia zmniejszają więc tylko niebezpieczeństwo, a skutecznym zabezpieczeniem w tym przypadku jest tylko samoczynna kontrola ciągłości przewodu zerowego wyłączająca w przypadku powstania przerwy.

Wyżej wymienione trudności i niebezpieczeństwa w znacznej mierze lub całkowicie odpadają, jeżeli napięcie międzyprzewodowe sieci nie przekracza 120 V. Dotyczy to zarówno niedostatecznego natężenia prądu zwarciaowego, jak i niezadziałania aparatury wyłączającej oraz przerwy w przewodzie zerowym. Jeżeli bowiem przy powstaniu przebiccia w odbiorniku prąd zwarciaowy jest niedostateczny lub zabezpieczenia nie zadziałają wskutek

^{*)} Już obecnie zerowanie jest stosowane w niektórych urządzeniach poniemieckich oraz w niektórych zakładach budowlanych przy pomocy specjalistów Związku Radzieckiego.

uszkodzenia, to przy równych średnicach przewodu zerowego i przewodów fazowych na obudowie uszkodzonego odbiornika ustali się napięcie ok. 35 woltów w stosunku do ziemi, a napięcie tego rzędu prawie nigdy nie jest dla obsługi niebezpieczne. W razie przerwy w przewodzie zerowym — jeżeli opór uziemienia punktu zerowego wynosi 2 omy, a uziemień krańcowych przewodu zerowego 5 omów — na odbiornikach ustali się napięcie około 50 woltów w stosunku do ziemi; jest to napięcie przeważnie nie zagrażające przynajmniej życiu obsługi.

Warunek należytego uziemienia punktu zerowego i wskazanej kontroli izolacji faz i w tym przypadku zachowuje pełną swą moc.

Oczywiście, i przy napięciu międzyfazowym 120 V wszystkie warunki zerowania powinny być spełnione, jednak fakt, że niektóre uszkodzenia wpływają tylko

w nieznacznym stopniu na skuteczność zerowania, podnosi wartość ochronną tego sposobu zabezpieczenia.

Zdaniem autora zerowanie można uznać za pełnowartościowe urządzenie ochronne w całej gamie niskich napięć i w najcięższych warunkach przy zastosowaniu równoczesnym samoczynnej kontroli izolacji oraz ciągłości przewodu zerowego.

W szczególnym przypadku, kiedy liczba uziemień przewodu zerowego jest tak duża, że ich łączny opór nie przekracza kilku dziesiątych oma, zasada konieczności uziemienia punktu zerowego transformatora nie obowiązuje i zerowanie można stosować w układach z izolowanym punktem zerowym. W tym szczególnym przypadku również sprawa kontroli stanu izolacji staje się drugorzędna z punktu widzenia bezpieczeństwa przy obsłudze urządzeń zerowanych.

PRZEGLĄD CZASOPISM

URZĄDZENIE WYSOKIEJ CZĘSTOTLIWOŚCI DO HARTOWANIA POWIERZCHNIOWEGO

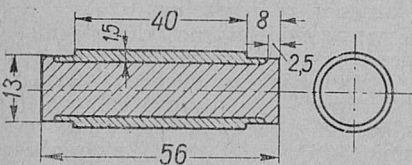
Gamazkow S. M. i Waszurowa T. A. Prowołocznyj induktor (Wiestn. Maszynost., 1950, 3, str. 50)

Przy nagrzewaniu indukcyjnym do hartowania powierzchniowego części stalowych dostarcza się energię za pośrednictwem prądów dużej częstotliwości. Wskutek wielkiej gęstości prądów sama cewka nagrzewająca silnie rozgrzewa się podczas pracy, co z kolei powoduje wzrost oporności cewki, pogarsza jej pracę i może nawet doprowadzić do jej stopienia. Z tego względu stosuje się powszechnie intensywne (ciągłe lub okresowe) chłodzenie cewek nagrzewających przy użyciu — jako czynnika chłodzącego — przeważnie wody.

Normalnie cewki związa się z rurki miedzianej (o średnicy zewn. 5 — 20 mm), przez którą przepływa woda chłodząca. W rzadkich wypadkach używa się cewek zwiniętych z miedzi pełnej, chłodzonych okresami powierzchniowo. Przy chłodzeniu nieciągłym — okresowym — przekroje przewodu cewki muszą być odpowiednio większe dla zapobieżenia przegrzaniu cewki podczas pracy.

Centralne biuro hartowania powierzchniowego elektrycznego w Związku Radzieckim opracowało nową konstrukcję cewki nagrzewającej do hartowania sworzni podnośnikowych. Sworznie o średnicy 14 mm i długości 56 mm należy hartować na głębokość 1,5 mm z pozostawieniem niezahartowanych końców bolców po 2,5 mm z każdej strony (rys. 1).

Pierwotnie próbowano wykonywać hartowanie w cewce jednozwojowej, zasilanej z prądnicy o mocy 60 kW i częstotliwości 300 kHz. Próby dały wynik nie zadowa-



Rys. 1. Przekrój sworznia

lające zarówno pod względem grubości warstwy zahartowanej, jak i twardości tej warstwy. Cewki jednozwojowe mają stosunkowo małą sprawność, wielozwojowe dają jednak często złe wyniki techniczne ze względu na trudność otrzymania równoległości zwojów cewki, związaną z rurki o średnicy 5 mm. Nierównoległość zwojów utrudnia uzyskanie warstwy hartowanej o żądanej grubości.

Do powierzchniowego hartowania opisanych wyżej sworzni zbudowano cewkę z drutu o średnicy 3 mm i umieszczono ją w chłodzącej kąpieli wodnej. Konstrukcję urządzenia nagrzewającego podaje rys. 2.

Dzięki zastosowaniu cewki z drutu uzyskano możliwość hartowania powierzchniowego w pożądanym obszarze.

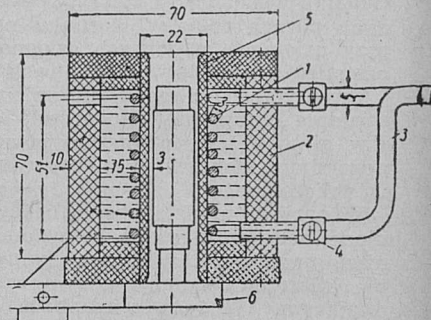
Mała średnica drutu cewki i stosunkowo duża liczba zwojów dają równomierne nagrzanie powierzchniowe, pozwalające na hartowanie bolców bez ich obracania.

Przy szybko przebiegającym procesie nagrzewania często nie osiąga się pełnego rozpuszczenia ferrytu. Przy hartowaniu części o małej średnicy przedłużenie czasu nagrzewania mogłoby doprowadzić do nagrzania skrośnego, przeto celowe jest powiększenie w takich wypadkach mocy dostarczanej do urządzenia.

Urządzenie opisanej konstrukcji umożliwia hartowanie wielkiej ilości części bez stałego włączania i wyłączania

Rys. 2. Cewka z drutu

- 1 — cewka
- 2 — osłona z materiału nasyczonego
- 3 — przewody zasilające
- 4 — zaciski
- 5 — rurka kwarcowa lub cementowo-azbestowa
- 6 — dźwignia podtrzymująca



prądu, które ujemnie wpływałyby na pracę prądnicy. Wielozwojowa cewka posiada dużą oporność dla prądów dużej częstotliwości, co pozwala na zmianę nagrzewanej części bez wyłączania prądnicy. Poza zmniejszeniem zużycia styków ułatwia to obsługę urządzenia i powiększa jego wydajność.

Przy masowej produkcji opisane urządzenie okazało się dobre, osiągnęło wydajność około 1000 sztuk na godz. nawet przy ręcznym podawaniu; czas grzania 1 sztuki wynosi 1,5 sek.

T. Ż.

PRÓBA OGNIOSZCZELNYCH SILNIKÓW ELEKTRYCZNYCH

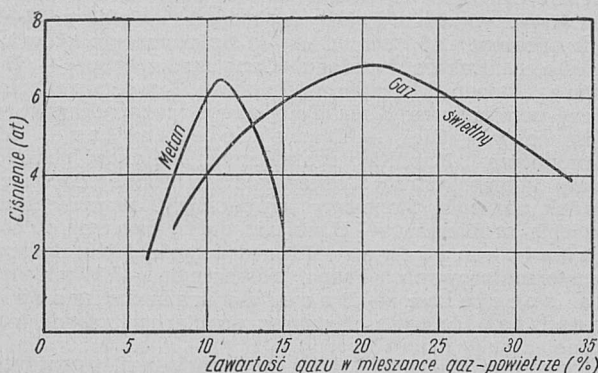
Farkas M. Explosion test of flameproof electric motors. Hungarian Heavy Industries (1952, nr 6, str. 29—31)

Rozwój przemysłu górniczego byłby nie do pomyślenia bez należyte zaprojektowanych ognioszczelnych urządzeń elektrycznych i równoczesnego postępu badań i prób szczelności. To samo dotyczy przemysłu chemicznego, gdzie spotyka się zapalne pary i gazy.

Urządzenia ognioszczelne. Pojęcie ognioszczelnego urządzenia elektrycznego należy rozumieć w danym przypadku w sposób następujący: ponieważ budowa silnika całkowicie szczelnego jest praktycznie niemożliwa, nie można zapobiec przenikaniu zapalnych gazów do wnętrza obudowy silnika. Osłona silnika winna jednak być tak wykonana, aby wytrzymywała bez uszkodzeń wybuchy gazu wewnątrz niej oraz aby wybuch powstały wewnątrz nie mógł przenieść się do otoczenia.

W 1946 r. Węgierskie Stowarzyszenie Elektrotechniczne (MEE) wydało nowe normy urządzeń elektrycznych przeciwwybuchowych (C41 i MNOSZ 496), zawierające pod pewnymi względami ostrzejsze wymagania, niż normy VDE. Próby typu silników ognioszczelnych przeprowadzane są przez probiernię Węgierskiego Stowarzyszenia Elektrotechnicznego (MEE), która wydaje zaświadczenia o wynikach prób.

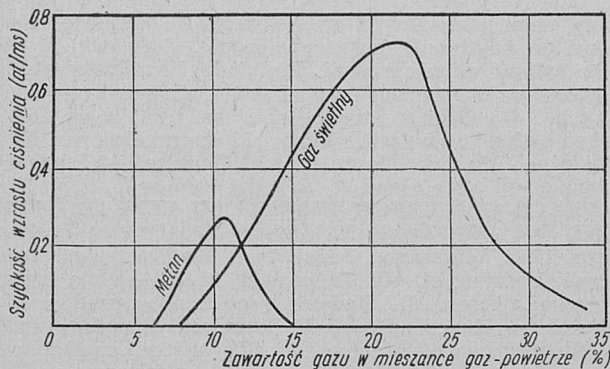
Próba typu silnika ognioszczelnego. Wszystkie rysunki konstrukcyjne poddaje się skrupulatnej kontroli przez ekspertów z probierni. Przed rozpoczęciem produkcji seryjnej wykonywa się prototyp doświadczalny i poddaje się go próbom. Wytrzymałość mechaniczną osłony próbuje się hydraulicznie (przy użyciu oleju pod ciśnieniem). Przed montażem sprawdza się wiel-



Rys. 1. Ciśnienie końcowe gazu po spalaniu dla różnych mieszanek

kości luzów i szczelin. Po montażu silnik poddaje się skrupulatnej próbie na wybuch. Normy przewidują 10 kolejnych wybuchów dla prób typu danej konstrukcji. Silnik uznany jest za ognioszczelny, jeśli sposób przeprowadzenia próby zgodny jest z przepisami, jeśli po 10 kolejnych wybuchach nie ma widocznych uszkodzeń i jeśli wybuch wewnątrz osłony nie przerzuca się na zewnątrz.

Paliwo stosowane do badań. Do badań silników ognioszczelnych stosuje się mieszanek gazów świetl-

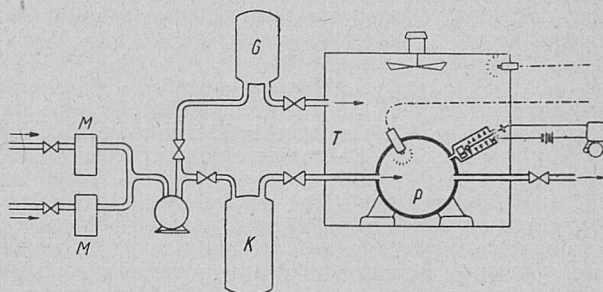


Rys. 2. Prędkość wzrostu ciśnienia mieszanek metan-powietrze i gaz świetlny-powietrze

nego i powietrza, która jest łatwiej dostępna niż gazy spotykane w górnictwie i posiada korzystne własności. Główny Instytut Elektrotechniki, seria przekładów nr 8. Format A4, str. 212. — Spis rzeczy: Zasady ogólne przesyłu energii elektrycznej. — Własności elektryczne kabli energetycznych. — Własności elektryczne. Zestawienia tabelaryczne własności elektrycznych kabli energetycznych. Ob-

metanu i 89,5% powietrza) daje praktycznie to samo ciśnienie, co mieszanek gazów świetlnych (22%) i powietrza (78%), ob. rys. 1. Równocześnie jednak ciśnienie wzrasta w wypadku zastosowania gazu świetlnego $2^{1/2}$ raza szybciej niż przy użyciu metanu (rys. 2).

Próba w wyrobu. Niezależnie od próby typu wszystkie silniki przed opuszczeniem fabryki są poddawane próbie wyrobu. Chociaż normy na próbę wyrobu przewidują jedynie sprawdzenie szczeliny i próbę wy-



Rys. 3. Układ ogólny urządzenia probierczego

trzymałości mechanicznej na ciśnienie, niezależnie od tego każdy silnik poddawany jest jednorazowej próbie wybuchu. Do tego celu wybudowana została specjalna probiernia.

Wykonanie próby. Silnik, oznaczony na schemacie (rys. 3) literą P, wstawia się do komory do badań (T). Obudowa silnika zaopatrzona jest we wlot i wylot, umożliwiające wprowadzenie mieszanki palnej, oraz w otwory na świecę zapłonową i wskaźnik ciśnienia. Komora do badań jest również zaopatrzona w otwory do doprowadzenia mieszanki i wmontowania świecy zapłonowej. W zasobniku K przygotowuje się pod dużym ciśnieniem mieszanek gazów i powietrza, przy czym właściwy stosunek składników reguluje się przy pomocy gazomierzy M. Przed próbą przepuszcza się strumień mieszanki przez wnętrze silnika celem usunięcia powietrza. Następnie zamyka się zawór wylotowy i napełnia się cały kadłub silnika mieszanek palną. Z kolei wprowadza się do komory T gaz, sprężony uprzednio w zasobniku G. Przez odpowiedni dobór ciśnienia w zasobniku G uzyskuje się w komorze do badań żądany stosunek ilości gazu do ilości powietrza. Składniki mieszanki dokładnie przy pomocy umieszczonego w górnej części komory mieszadła. Następną czynność stanowi zapalenie mieszanki wewnątrz silnika przy pomocy świecy zapłonowej. O wybuchu meldują wskaźnik ciśnienia i dzwonek. Jeżeli silnik jest ognioszczelny, wybuch w atmosferze otaczającej nie nastąpi.

Z kolei zapala się mieszanek w komorze probierczej, aby upewnić się, że mieszanek ta zapaliłaby się, gdyby osłona nie była dostatecznie szczelna.

Końcowe ciśnienie w silniku można regulować stosownie do potrzeby, zwiększając ciśnienie mieszanki aż do 5 atn. Zamykanie zaworów i zapłon następują samoczynnie, gdy ciśnienie osiąga żadaną wartość.

Wszystkie niezbędne wyłączniki, zawory, gazomierze i inne instrumenty należące do urządzenia badawczego zmontowane są na wspólnej tablicy rozdzielczej.

Scentralizowanie w jednym miejscu urządzeń sterowniczych zmniejsza możliwość nieprawidłowej obsługi i przyspiesza przebieg badań.

M. R.

Wydawnictwa nadesłane

PRZESYŁ I ROZDZIAŁ ENERGII ELEKTRYCZNEJ. Praca zbiorowa: *Electrical Transmission and Distribution Reference Book* (Westinghouse). Tom IV. LINIE I SIECI ELEKTRYCZNE. Przekład w opracowaniu mgr inż. Z. Skoczyńskiego. 1951, Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Główny Instytut Elektrotechniki, seria przekładów nr 8. Format A4, str. 212. — Spis rzeczy: Zasady ogólne przesyłu energii elektrycznej. — Własności elektryczne kabli energetycznych. — Własności elektryczne. Zestawienia tabelaryczne własności elektrycznych kabli energetycznych. Ob-

ciążalność prądowa kabli. Niesymetryczne obciążenie kabli połączonych obocznie. Inne rodzaje kabli. — Własności przewodów stosowanych w liniach napowietrznych. Zestawienia tabelaryczne własności przewodów. Rodzaje przewodów. Teoria i równania zasadnicze. — Spadki napięcia i straty mocy w liniach przesyłowych. Schematy zastępcze linii przesyłowych. Spadki napięcia i straty mocy. Wykresy kołowe mocy (wykresy pracy) i wykresy strat mocy czynnej. Nomogramy spadków napięcia i strat mocy w liniach przesyłowych (przy 60 c/s). —

Układy rozdzielcze. Uwagi ogólne. Rodzaje układów rozdzielczych. — Wielowęzłowe sieci zamknięte wysokiego i niskiego napięcia jako układy rozdzielcze. Rozwój wielowęzłowych sieci zamkniętych prądu zmiennego. Układ pierwotnych linii zasilowych w postaci sieci pierwotnej. Zautomatyzowana niskonapięciowa sieć zamknięta prądu zmiennego.

KOSTROW M., SOŁOWIEW I., FIEDOSIEJEW A. TECHNIKA ZABEZPIECZEŃ ELEKTROENERGETYCZNYCH. Tom I. Główny Instytut Elektrotechniki, Seria Przekładów nr 1. 1951, Warszawa, Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Format B5, str. 432, cena zł 105. — Spis rzeczy: Rodzaje zakłóceń i anormalne stany pracy linii napowietrznych i kablowych. Zabezpieczenie nadmiarowo-prądowe. Zabezpieczenie kierunkowe. Zabezpieczenie odległościowe. Zabezpieczenie różnicowe. Zabezpieczenie porównawczo-kierunkowe. — Z przedmowy GIELU: Zakłady energetyczne wytwórcze zostały połączone sieciami wysokich napięć i wprężnięte do współpracy w ramach planowej gospodarki narodowej. W związku z tym powstały poważne problemy utrzymania ciągłości ruchu i równowagi współpracy układów sieciowych i elektrowni. Wymagają one zastosowania skomplikowanych nowoczesnych urządzeń zabezpieczających w miejsce dawnych prostych zabezpieczeń. Brakowało dotąd w języku polskim jakiegokolwiek publikacji ujmującej całość zagadnienia. Niniejsze tłumaczenie zbiorowego dzieła radzieckiego powinno tę lukę w znacznej części wypełnić. Autorzy są wybitnymi specjalistami-przełożnikami i praca ich oparta jest na wieloletnim doświadczeniu i badaniach naukowych przeprowadzonych w Związku Radzieckim, który jest krajem produującym w dziedzinie elektroenergetyki. Książka ma charakter podstawowego dzieła, omawiającego w sposób wyczerpujący zarówno z punktu widzenia teoretycznego, jak też praktycznego całokształt techniki zabezpieczeń. Jest ona przeznaczona dla energetyków i dlatego poszczególne typy przekładników są w niej przedstawione raczej w sposób opisowy bez podawania szczegółów ściśle konstrukcyjnych. — Z przedmowy wydawcy: Książka jest pierwszym tomem pracy, która w tłumaczeniu polskim ukazuje się w postaci dwóch tomów. Omawia ogólne zasady techniki zabezpieczeń przekładnikowych w urządzeniach elektroenergetycznych wysokiego napięcia wytwórczych, rozdzielczych i odbiorczych. Poszczególne rozdziały są ilustrowane przykładami techniki radzieckiej. Książka jest przeznaczona dla inżynierów oraz dla studentów wyższych szkół technicznych.

KOSTROW M., SOŁOWIEW I., FIEDOSIEJEW A. TECHNIKA ZABEZPIECZEŃ ELEKTROENERGETYCZNYCH. Tom II. Tłum. zbiorowe pod redakcją prof. R. Kurdziela. Główny Instytut Elektrotechniki, Seria przekładów nr 2. 1952, Warszawa, Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Format B5, str. 776, cena 63 zł. — Spis rzeczy: Wybór sposobu zabezpieczenia sieci. Zabezpieczenie prądnic. Zabezpieczenie transformatorów. Zabezpieczenie zespołów prądnic-transformator. Zabezpieczenie szyn zbiorczych. Zabezpieczenie silników indukcyjnych i synchronicznych. Projektowanie i montaż zabezpieczeń przekładnikowych. Eksploatacja urządzeń zabezpieczających. — Z przedmowy wydawcy: Książka jest przeznaczona dla inżynierów i magistrów nauk technicznych oraz dla studentów szkół wyższych.

CENTRALA HANDLOWA PRZEMYSŁU ELEKTROTECHNICZNEGO. CZĘŚCI ŁĄCZNIC TELEFONICZNYCH. Katalog T—6, 1952. Format A5, str. 160. — Spis rzeczy: Wstęp. Gniezdniki i ich części. Listwy i ich części. Wtyczki łączeniowe. Sznurowe łącznicowe. Przelączniki. Przekładniki. Wybieraki. Induktory, przetwornice, maszyny sygnałowe. Oporniki. Łączówki lutownicze. Zabezpieczenia. Pozostałe części łącznic telefonicznych.

CENTRALA HANDLOWA PRZEMYSŁU ELEKTROTECHNICZNEGO. SILNIKI 3-FAZOWE ASYNCHRONICZNE DO PRACY PRZERYWANEJ O MOCY DO 110 kW. Katalog M—5. Kwiecień 1952. Format A5, str. 28. — Spis rzeczy: Część opisowa. Uwagi ogólne. Dane mechaniczne. Dane elektryczne. Dobór silnika dźwigowego. Silniki specjalne typu SDb. Dane do zamówienia. — Część tablicowa. Dane techniczne. Rysunki wymiarowe.

CENTRALA HANDLOWA PRZEMYSŁU ELEKTROTECHNICZNEGO. SILNIKI WIELOBIEGOWE. Katalog M—6, 1952. Format A5, str. 16. — Spis rzeczy: Uwagi ogólne. Zakres katalogu. Oznaczenie typu. Zasada działania. Zastosowanie silników wielobiegowych. Literatura. — Dane mechaniczne. Opis ogólny. Wirnik. Tabliczka zaciskowa. Wymiary zewnętrzne. — Dane elektryczne. Moc. Napięcie. Moment i prąd rozruchowy. Przepisy. — Wyposażenie uzupełniające. Koła pasowe i sanie naciągowe. Przelączniki liczby obrotów. — Dane do zamówień. — Dane techniczne. Silniki 2-biegowe okapturzone. Silniki 2-biegowe zamknięte. Silniki 3-biegowe okapturzone. — Rysunek wymiarowy.

CENTRALA HANDLOWA PRZEMYSŁU ELEKTROTECHNICZNEGO. TRANSFORMATORY TRÓJFAZOWE O MOCY DO 1600 kVA. Katalog M—11, 1952. Format A5, str. 24. — Spis rzeczy: Uwagi ogólne. Zakres katalogu. Oznaczenie typu. — Budowa. Rdzeń. Uzwojenia. Pokrywa, konserwator. Izolatory przepustowe. Każd. Podwozie. Przekładniki gazowopodmuchowe. Olej. — Dane elektryczne. Moc znamionowa. Napięcie znamionowe. Układy połączeń. Straty jałowe. Straty obciążeniowe. Napięcie zwarcia. Spadek napięcia. Przyrosty temperatury. Przeciążalność. Napięcie probiercze. — Uwagi dotyczące pracy transformatora. Przewietrzanie pomieszczeń transformatorowych. Praca równoległa. — Wykonania specjalne. — Dane do zamówienia. — Część tablicowa. Rysunek wymiarowy. Dane techniczne.

CENTRALA HANDLOWA PRZEMYSŁU ELEKTROTECHNICZNEGO. OSPRZĘT KABLOWY. Katalog J—5, 1952. Format A5, str. 96. — Spis rzeczy: Uwagi ogólne. — Osprzęt do kabli elektroenergetycznych. Mufy. Mufy przelotowe. Mufy odgałęźne. Rozpórki do muf. Głowice. Głowice wewnętrzne. Głowice napowietrzne. Głowice jednożyłowe. Głowiczki otwierane bezmasowe. Zaciski i złączki. Zaciski i złączki do kabli z żyłami miedzianymi. Zaciski przelotowe. Zaciski odgałęźne trójnikowe i krzyżowe. Zaciski łapkowe. Złączki przelotowe ciągłe. Zacisk do kabli z żyłami aluminium. Zaciski elastyczne do kabli nieprzecinanych. Zaciski i pręty do łączenia kabli z żyłami miedzianymi i aluminium. Zaciski przelotowe miedziano-aluminiowe. Pręty miedziano-aluminiowe. Końcówki kablów. Końcówki do kabli z żyłami miedzianymi. Końcówki do kabli z żyłami aluminium. Podkładki miedziano-aluminiowe. — Osprzęt do kabli sygnalizacyjnych. — Głowice. — Osprzęt do kabli teletechnicznych. Mufy. Mufy przelotowe. Mufy odgałęźne. Mufy kondensatorowe. Głowice. — Pomocnicze materiały montażowe.

PRACE GŁÓWNEGO INSTYTUTU ELEKTROTECHNIKI. Rok 1951. Zeszyt 1. Ministerstwo Przemysłu Ciężkiego. 1951, Warszawa, Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Format A4, str. 40, cena zł 21,70. — Spis rzeczy: Grygołajtys J. Badanie i obliczanie prądów błędnych. — Kuczyńska H. Transport liczników energii elektrycznej. — Moroz W. Techniczna metoda wyznaczania charakterystyki momentu obrotowego silników indukcyjnych. — Myśliński A. Zmiany wydłużenia przewodów napowietrznych linii elektrycznych w funkcji czasu.

PRACE GŁÓWNEGO INSTYTUTU ELEKTROTECHNIKI. Rok 1951. Zeszyt 2. Ministerstwo Przemysłu Ciężkiego. 1952, Warszawa, Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Format A4, str. 60, cena zł 24. — Spis rzeczy: Felhowski W. Kolorymetria światła sygnałowych. — Głowacki A. Napęd wirówek cukrowniczych silnikiem indukcyjnym. — Grygołajtys J. O nagrzewaniu się ciała pod wpływem zmiennych strąt ciepłych. — Sliwiński T. Wyznaczanie współczynnika mocy i przeciążalności silników indukcyjnych na podstawie danych ze stanu jałowego i stanu zwarcia.

PRACE GŁÓWNEGO INSTYTUTU ELEKTROTECHNIKI. Rok 1952. Zeszyt 3. Ministerstwo Przemysłu Ciężkiego. 1952, Warszawa, Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Format A4, str. 48, cena zł 19. — Spis rzeczy: Schwartz T. Wpływ przekroju na obciążalność powierzchniową elementów grzejnych. — Skoczyński Z. Oporności czynne i indukcyjne linii trójfazowych.

BIULETYN INSTYTUTU ELEKTROTECHNIKI

Rok VI — nr 38

Warszawa, Piętna 68

Listopad 1952 r.

Zakład Materiałoznawstwa Elektrotechnicznego

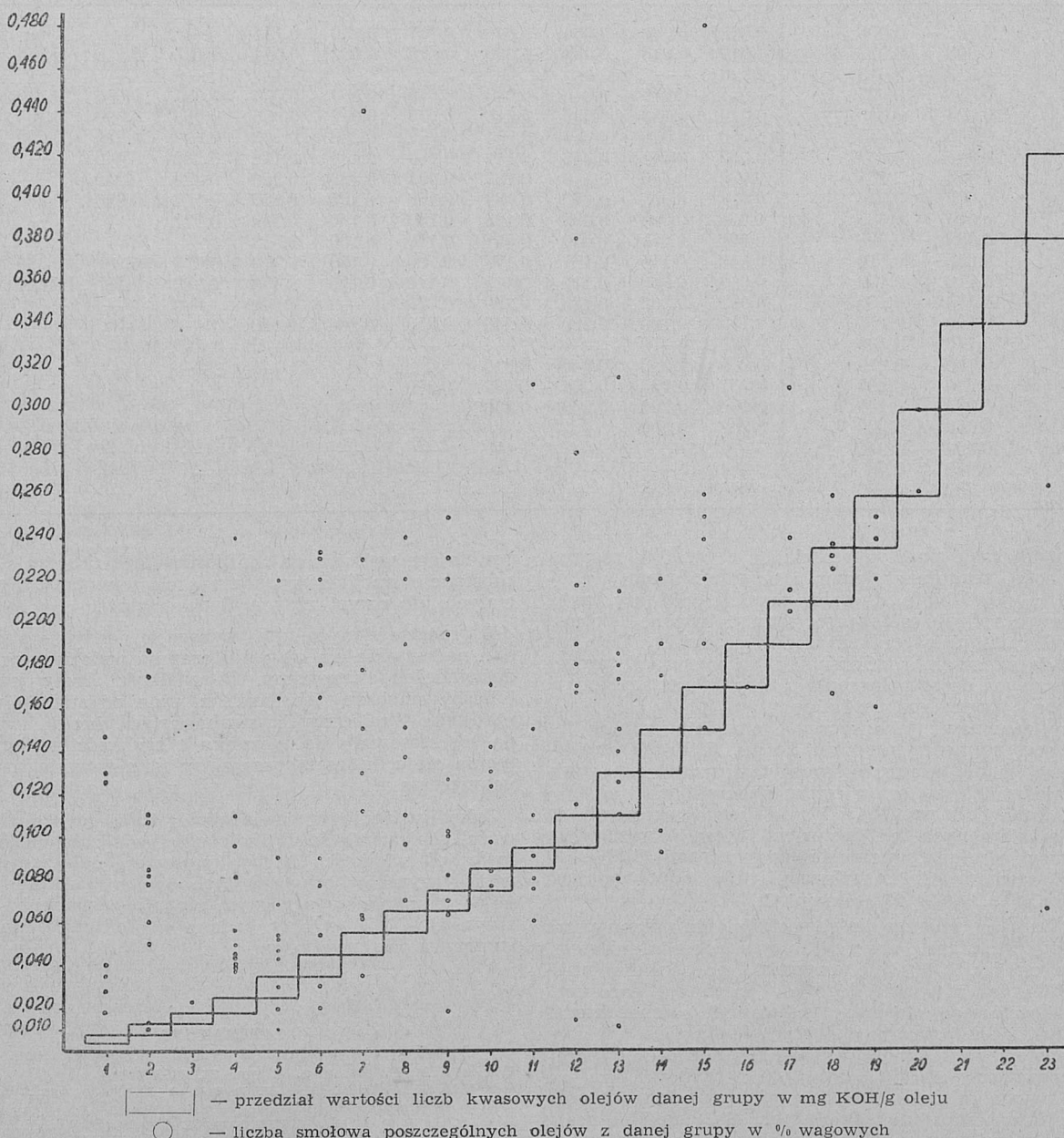
ZALEŻNOŚĆ MIĘDZY LICZBĄ KWASOWĄ A LICZBĄ SMOŁOWĄ OLEJÓW IZOLACYJNYCH OTRZYMANYCH Z ROPY NAFTOWEJ

Do kryteriów oceny jakości, a więc i przydatności olejów izolacyjnych należą przede wszystkim liczba kwasowa i liczba smołowa. Wielkości dopuszczalne liczby kwasowej i smołowej regulują przepisy zawarte w normie PNE-24000.

Przez liczbę kwasową rozumie się podaną w miligramach ilość KOH potrzebną do neutralizacji kwasów organicznych i substancji o charakterze kwaśnym, zawartych w 1 g badanego oleju.

Liczbę smołową określają ilości wagowe w procentach substancji smolistych wyciągniętych roztworem ługu alkoholowo-wodnego z oleju używanego lub też nowego — sztucznie starzonego. W laboratorium Zakładu Materiałoznawstwa Elektrycznego Instytutu Elektrotechniki sztuczne starzenie wykonywa się według metody Baadera. Substancje decydujące o wysokości liczby kwasowej i smołowej powstają w olejach mineralnych, a więc i izolacyjnych, wskutek procesów samoutleniania węglowodorów, z których składa się olej. Substancje kwaśne i smoliste są w przeważającej masie pochodzenia wtórnego. Niewielki odsetek tych substancji można uznać za pierwotne, wchodzące w skład ropy naftowej, nie usunięte w procesach technologicznych, którym ulega ropa naftowa, zanim otrzyma się oleje izolacyjne. Należą tutaj kwasy tłuszczowe, naftenowe i polinaftenowe oraz kwaśne estry i aldehydy.

Powstawanie w olejach substancji kwaśnych i smolistych wskutek samoutleniania nazywamy często starze-



Rys. 1. Wyniki oznaczeń liczby kwasowej i liczby smołowej w olejach izolacyjnych o różnym stopniu zatarzenia

niem się oleju. W procesie tym czynniki takie, jak ciepło, światło słoneczne, katalizatory i inhibitory reakcji utleniania oraz natężenie pola elektrycznego wywierają poważny wpływ na szybkość i kierunek procesu. Dotychczasowy stan badań produktów powstających przy utlenianiu olejów nie daje zupełnie jasnego obrazu przebiegu reakcji. Przyczyna tego tkwi w tym, że mamy do czynienia z mieszaniną węglowodorów, której składniki reagują często z tlenem we wręcz odmienny sposób. Prace wielu badaczy mimo ogromnych trudności doprowadziły jednak do poznania najważniejszych faz starzenia się oleju i niektórych produktów starzenia się.

W pierwszej fazie ataku tlenu na węglowodory powstają wolne rodniki oraz połączenia typu hydroksynadtlenków. Połączenia te udało się wyizolować i określić ich własności, choć są to typy związków chemicznych wybitnie nietrwałe.

Wiadomo, że kwasy zawarte w oleju ulegają kondensacji i polimeryzacji, prowadzącej do substancji o charakterze smół. Niestety, dotychczas nie znamy wyrazu matematycznego tej zależności.

Opierając się na założeniu, że liczba kwasowa w zasadzie ujmuje ilościowo kwasy zawarte w oleju, a liczba smołowa obejmuje substancje smoliste rozpuszczone w oleju, przeprowadzono w Zakładzie Materiałoznawstwa Elektrycznego analizę wyników tych oznaczeń, wykonanych w Zakładzie i w laboratorium olejowym Z.E.O.D.S. Zebrany materiał doświadczalny nie pozwala ściśle zdefiniować zależności między liczbą kwasową a smołową.

Analiza zebranego materiału potwierdziła jeszcze raz fakt, że ze wzrostem liczby kwasowej wzrasta liczba smołowa, przy czym wzrost liczby kwasowej w miarę starzenia się oleju jest szybszy niż liczby smołowej. Przyczyna tego ostatniego zjawiska tkwi po prostu w tym, że

Tablica I. Wyniki oznaczeń liczby kwasowej i liczby smołowej w olejach izolacyjnych o różnym stopniu zesterzenia

Nr grupy próbek	Liczba kwasowa (granice) w mg KOH/g oleju	Liczba smołowa poszczególnych próbek oleju w % % wagowych											
		0,018	0,028	0,035	0,040	0,127	0,130	0,147	—	—	—	—	—
1	0,005 — 0,008	0,018	0,028	0,035	0,040	0,127	0,130	0,147	—	—	—	—	—
2	0,008 — 0,013	0,010	0,013	0,050	0,060	0,078	0,082	0,084	0,107	0,110	0,175	0,127	—
3	0,013 — 0,018	0,023	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	0,018 — 0,025	0,037	0,039	0,040	0,043	0,045	0,050	0,056	0,081	0,096	0,110	0,240	—
5	0,025 — 0,035	0,010	0,020	0,030	0,043	0,047	0,052	0,053	0,068	0,090	0,165	0,220	—
6	0,035 — 0,045	0,020	0,020	0,030	0,054	0,077	0,090	0,165	0,120	0,220	0,230	0,233	—
7	0,045 — 0,055	0,035	0,061	0,062	0,112	0,130	0,150	0,178	0,230	0,440	—	—	—
8	0,055 — 0,065	0,070	0,096	0,110	0,137	0,151	0,190	0,220	0,220	0,240	—	—	—
9	0,065 — 0,075	0,018	0,063	0,070	0,082	0,100	0,102	0,127	0,195	0,220	0,230	0,250	—
10	0,075 — 0,085	0,076	0,083	0,098	0,123	0,130	0,130	0,142	0,171	—	—	—	—
11	0,085 — 0,095	0,060	0,075	0,080	0,091	0,110	0,150	0,312	—	—	—	—	—
12	0,095 — 0,110	0,013	0,115	0,167	0,170	0,180	0,190	0,190	0,218	0,280	0,380	—	—
13	0,110 — 0,130	0,010	0,080	0,110	0,125	0,140	0,150	0,173	0,180	0,185	0,214	0,315	—
14	0,130 — 0,150	0,092	0,102	0,175	0,190	0,220	—	—	—	—	—	—	—
15	0,150 — 0,170	0,150	0,190	0,220	0,240	0,250	0,260	0,420	—	—	—	—	—
16	0,170 — 0,190	0,170	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17	0,190 — 0,210	0,205	0,216	0,240	0,310	—	—	—	—	—	—	—	—
18	0,210 — 0,235	0,167	0,225	0,231	0,237	0,260	—	—	—	—	—	—	—
19	0,235 — 0,260	0,160	0,220	0,240	0,250	—	—	—	—	—	—	—	—
20	0,260 — 0,300	0,262	0,300	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
21	0,300 — 0,340	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22	0,340 — 0,380	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
23	0,380 — 0,420	0,065	0,264	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

W drugiej fazie procesu utleniania związki te reagują między sobą, reagują z tlenem i węglowodorami wchodzącymi w skład oleju, dając w wyniku produkty takie, jak różnego rodzaju aldehydy, ketony, kwaśne laktony, kwasy różnych typów o różnej wielkości drobiny. Te z kolei ulegają procesom kondensacji i polimeryzacji, procesom odbudowy, dając połączenia o charakterze smolistym, w różnym stopniu rozpuszczalne w oleju.

Należy zauważyć, jako szczegół charakteryzujący jeszcze proces starzenia się oleju, że np. F. Frank stwierdził powstawanie niższych kwasów tłuszczowych, znajdując między innymi octan cynku na częściach transformatora. Inni, jak np. H. i W. Müller, wyizolowali ze sztucznie starzonych olejów dwa typy oksykwasów: oksykwas płynny odpowiadający wzorowi $C_nH_{2n-8}O_3$ z 15–16 atomami C i oksykwas stały odpowiadający wzorowi $C_nH_{2n-12}O_5$ z 23 atomami C.

E. L. Lederer, mierząc ilości pochłanianego tlenu przez substancje utleniane, stworzył obraz procesu, niestety, zupełnie ogólny, który nie uwzględnia produktów utlenienia. To też równania jego nie pozwalają nam rozwiązać ilościowego stosunku substancji o charakterze kwasowym do substancji smolistych.

Na podstawie wiadomości z dziedziny badań nad procesem starzenia się olejów i doświadczeń wnioskujemy, że istnieje pewna zależność między ilością substancji kwaśnych a ilością substancji smolistych. Zależność ta może wynika chociażby z przebiegu procesu starzenia, gdzie kwasy są jednym z etapów na drodze do ostatecznych produktów samoutleniania oleju.

powstające wskutek daleko posuniętego procesu starzenia substancje smoliste wypadają z oleju w postaci szlamowatych lub nawet zżyzwiałych osadów.

Z przedstawionych tutaj w zarysie danych o stanie badań nad starzeniem się oleju oraz na podstawie własnych doświadczeń twierdzimy, że wielkość liczby kwasowej i liczby smołowej jest ściśle zależna od stopnia utlenienia oleju. Wzajemny zaś stosunek tych dwóch liczb układa się stosownie do kierunku i szybkości reakcji utleniania oleju, które to parametry są niezwykle trudne do uchwycenia.

Jako ilustrację wypowiedzianej tutaj tezy o niemożliwości znalezienia ściślej zależności wielkości liczby smołowej od wielkości liczby kwasowej, załączamy zestawienie wyników oznaczeń tych dwóch wielkości w jednej z grup olejów o różnym stopniu zesterzenia (tabl. I i rys. 1). Oleje te były badane w Zakładzie Materiałoznawstwa Elektrycznego.

W. S.

LITERATURA

Frank F. Zt. ang. Chem. 38, 1175 (1925)
Irving R., Thompson C. N. J. Inst. Petrol. 37, 326 (1951)
Lederer E. L. Petroleum 31, Nr 44 (1935)
Müller H. & W. Petroleum 30, Nr 45 (1934)
Roberts, Waters. Chem. Rev. (1949)
Stöger H. Helv. Chim. A. 6, 65 (1923)
Zajezierski Wl. Nafta 4, 99 (1952)

PRZEGLĄD BIBLIOGRAFICZNY ELEKTROTECHNIKI

opracowany przez OŚRODEK DOKUMENTACJI ELEKTROTECHNIKI

Dodatek do miesięcznika PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

Rocznik 4

Warszawa, listopad 1952 r.

Nr 11

Gwiazdkami obok porządkowych liczb artykułów, oznaczone są publikacje znajdujące się w bibliotece Instytutu Elektrotechniki

Prace ogólne z elektrotechniki

382* 621.3.016.25:621.3.051.621.3.015.1 D1—11.52

Erich M.: **Znaczenie prądu biernego przy rozdziale energii elektrycznej.** „Bedeutung des Blindstromes in der Elektrizitätsverteilung“. Elektrizitätswirtsch., Getynga, mies., Nr 4, kw. 51, s. 85; A4, 7,5 str., 1 rys., 13 wyk. — Zagadnienie spadków napięcia przy przesyłach mocy biernej długimi liniami przesyłowymi. Porównanie gospodarstwa różnych sposobów wytwarzania mocy biernej. Określenie rozprysku mocy biernej i czynnej w sieciach rozdzielczych. Kompensacja.

383* 621.3.061 D1—11.52

Teuscher F. L., Adams A. H. (General Electric Company): **O rysowaniu schematów w skali.** „The scale connection diagram“. Gen. electr. Rev., New York, mies., t. 54, nr 2, luty 51, s. 29; A4, 3 str., 3 fot., 3 rys. — Ułatwienie montażu i obsługi urządzeń elektrycznych przez rysowanie w skali schematów uwzględniających rozwiązanie mechaniczne poszczególnych elementów. Zalety schematów nowego typu: przejrzystość układu, zmniejszenie możliwości wykonania wadliwych połączeń, łatwość odnajdywania błędów w układzie itp.

Układy elektroenergetyczne

384* 621.311:620.9 D1—11.52

Energetycy — laureaci premii stalinowskiej. „Energietiki — laureaty Stalinskiej premii“. Elektr. Stancji, Moskwa, mies., r. 22, nr 5, maj 51, s. 6; A4, 4 str., 20 fot. — Laureaci premii stalinowskiej w dziedzinie energetyki za rok 1950 i krótki przegląd ich osiągnięć.

385* 621.311.024.1:621.3.027.81 D1—11.52

Pierwsze urządzenie przemysłowe przesyłu energii prądem stałym najwyższego napięcia. „Il primo impianto industriale di trasmissione d'energia con corrente continua ad alta tensione“. Elettrotecnica, Milano, mies., t. 38, nr 4, 25 kw. 51, s. 199; A4, 0,5 str., 1 fot. — Dane dotyczące przesyłu energii prądem stałym o napięciu 100 kV kablem ze Szwecji na wyspę Gotland.

386* 621.316.1:621.3.027 D1—11.52

Giacomoni A.: **Uwagi na temat wyboru napięcia sieci rozdzielczych w zakładach przemysłowych.** „Osservazioni sulla scelta della tensione di distribuzione negli stabilimenti industriali“. Energia elettr., Milano, mies., t. 28, nr 4, kw. 51, s. 216; A4, 2 str., 2 rys. — Niektóre kryteria wyboru napięć sieci rozdzielczych zakładów przemysłowych. Konieczność istnienia dwóch napięć znacznie różniących się od siebie. Schematy sieci rozdzielczych.

387* 621.313.3:621.311.1:621.3.016.313 D1—11.52

Paris M.: **Zrównoważenie obciążeń niesymetrycznych sieci trójfazowych i przetwarzanie liczby faz.** „Riequilibramento delle linee trifase e conversione di fase“. Energia elettr., Milano, mies., t. 28, nr 6, czerw. 51, s. 328; A4, 7,5 str., 2 rys., 12 wyk., 4 tab., 7 poz. bibl. — Zasada stosowania maszyn synchronicznych i asynchronicznych do wyrównania obciążeń niesymetrycznych jednofazowych i innych w sieciach trójfazowych. Wyniki prób przeprowadzonych na silniku asynchronicznym i maszynie synchronicznej. Straty w żelazie i straty w miedzi. Silniki asynchroniczne i maszyny synchroniczne jako przetwornice ilości faz.

388* 621.311.21:621.311.16:621.438 D1—11.52

Kruse P. F. (Bangor Hydro-Electric Co): **Wydajne pokrywanie części obciążenia elektrowni wodnych przez turbinę gazową z odzyskiwaniem ciepła.** „Regenerative Gas turbine efficiently supplements hydro“. Electr. Wld., New York, tyg., t.135, nr 1, stycz. 51, s. 54; A4, 3 str.,

2 fot., 1 rys., 3 wyk. — Zastosowanie zespołu prądnic-turbina gazowa z odzyskiwaniem ciepła do pokrywania obciążeń szczytowych przy rozbudowie układu elektroenergetycznego zasilanego przez elektrownie wodne. Zalety turbiny gazowej w porównaniu z turbiną parową i silnikami dieslowskimi.

Elektrownie ciepłe

389* 621.311.22(42) D1—11.52

Parker W. C.: **Elektrownia Brighton „B“.** „Brighton „B“ Station“. Electr. Rev., London, tyg., t. 148, nr 3838, 15 czerw. 51, s. 1238; A5, 3,5 str., 5 fot., 1 rys. — Opis budowy nowoczesnej elektrowni 330 MW w podmokłym terenie na brzegu morza. Dane techniczne i wyposażenie kotłów i turbozespołów. System dostawy węgla. Zagadnienie odpowielania.

390* 621.311.23:621.438 D1—11.52

Hatch B. G. (General Electric Company): **Półtora roku pracy turbiny gazowej w elektrowni.** „Gas-turbine power plant completes year and a half of operation“. Gen. Electr. Rev., New York, mies., t. 54, nr 3, marz. 51, s. 17; A4, 5 str., 5 fot., 1 tabl., 5 poz. bibl. — Sprawozdanie z półtorarocznej pracy pierwszej turbiny gazowej w elektrowni. Opis instalacji turbiny. Bilans cieplny elektrowni. Analiza kosztów nowego urządzenia.

Maszyny elektryczne

391* 621.313.3.027.3:621.3.014.3 D1—11.52

Köstner J.: **Przyczyny zwarć lub eksplozji w skrzynkach przyłączonych silników na wysokie napięcie i zapobieganie im.** „Die Ursachen von Kurzschlüssen bzw. Explosionen in Anschlusskästen von Hochspannungsmotoren und deren Verhinderung“. Elektrotechnik, Berlin, mies., t. 5, Nr 5, maj 51, s. 205; A4, 2 str., 2 fot., 1 rys. — Opis typowych wypadków eksplozji skrzynek przyłączonych silników na wysokie napięcie. Analiza przyczyn większości wypadków. Zmiany konstrukcyjne celem zapobieżenia uszkodzeniom.

392* 621.313.027.3:621.316.718 D1—11.52

Dalton B. J.: **Nowa aparatura dla silników przemysłowych wysokiego napięcia.** „New control for high-voltage industrial motors“. Gen. electr. Rev., (Schenectady), mies., t. 54, nr 5, maj 51, s. 49; A4, 7 str., 2 rys., 2 wyk., 11 fot., 3 tabl. — Konstrukcja i działanie, nowe typy bezpieczników i styczników dla silników na wysokie napięcie. Koordynacja elementów układu sterującego. Opis kilku kompletnych wykonanych aparatury sterującej.

393* 621.313.322.045:621.3.014.3 D1—11.52

Czerniak Ł. Ja., Czepiżenko I. D.: **Przypadek wykrycia zwarcia międzyzwojowego w uzwojeniu magnetycznej prądnicy synchronicznej.** „Ob odnom slučajie opriedielenja wtkownikowo zamykanja obmotki wozbużdżenja synchronowo gienieratora“. Promysl. Energ., Moskwa, mies., r. 8, nr 1, stycz. 51, s. 12; A4, 0,5 str., 1 rys., 1 tab. — Przypadek drgań generatora 700 kW przy rozruchu, wywołanych zwarcie międzyzwojowym uzwojenia wirnika. Wykrycie zwarcia międzyzwojowego metodą pomiaru oporności uzwojeń poszczególnych biegunów. Wyniki pomiarów prądem zmiennym i stałym, Układ pomiarowy.

394* 621.313.322.1 D1—11.52

Huntley E. D., Taylor H. D. (General Electric Company): **Postęp w rozwoju konstrukcji wielkich prądnic turbinowych.** „Progress in development of large turbine generators“. Gen. electr. Rev., New York, mies., t. 54, nr 2, luty 51, s. 34; A4, 11 str., 8 fot., 1 wyk., 20 poz. bibl. — Przegląd dotychczasowych usprawnień technicznych w konstrukcji prądnic turbinowych. Chłodzenie

wodorowe. Przewietrzanie. Cechy konstrukcji mechanicznej nowoczesnych prądnic turbinowych. Stosowanie nowych materiałów izolacyjnych, przewodzących i magnetycznych. Prądnice o mocy do 147 MVA przy 13,8 kV i 3600 obr./min. Tendencje dalszego rozwoju.

395* 621.313.322.2 D1—11.52

David R.: **Osiągnięcia w budowie wielkich prądnic napędzanych turbinami wodnymi.** „Progrès réalisés dans la construction des grands alternateurs entraînés par turbines hydrauliques”. Bull. Soc. franç. Electr., Paris, mies., t. 1, nr 3, marz. 51, s. 133; A4, 12,5 str., 6 fot., 3 rys., 11 wykr. — Zależności pomiędzy mocą prądnicy i jej wymiarami, szybkością obrotową, układem prądu i indukcją. Moment zamachowy i oporność prądnic. Budowa stojana i wirnika. Izolacja uzwojeń. Konstrukcja nowoczesnych wielkich prądnic.

396* 621.313.322.2.621.316.718.5 D1—11.52

Nasse G.: **Badanie stateczności regulacji obrotów zespołu turbina wodna-prądnica.** „Étude de la stabilité du réglage de vitesse d'un groupe hydroélectrique”. Bull. Soc. franç. Electr., Paris, mies., seria 7, t. 1, nr 1, stycz. 51, s. 9; A4, 29 str., 54 rys., 5 poz. bibl. — Ogólna teoria regulacji. Regulacja szybkości zespołu turbina wodna-prądnica. Analiza teoretyczna (rachunek operatorowy) regulacji. Analiza stateczności regulacji. Wykresy regulacji. Ulepszenie regulatora. Wykresy charakterystyczne. Wnioski.

Transformatory elektryczne

397* 621.314.211.027.7 D1—11.52

Scarpa G.: **Omówienie szczególnego typu transformatora, którego izolację stanowi papier impregnowany; wzmianka o transformatorach prawie suchych wielkich mocy i dla najwyższych napięć.** „Illustrazione di un particolare tipo di trasformatore con isolamento in carta impregnata ed accento a trasformatore quasi a secco per grandi potenze e tensioni molto elevate”. Elettrotecnica, Milano, mies., t. 38, nr 3, 10 marz. 51, s. 104; A4, 7,3 str., 8 fot., 9 rys., 1 tabl. — Charakterystyka konstrukcji transformatorów energetycznych i przekładników. Opis konstrukcji transformatorów energetycznych w specjalnym wykonaniu: izolacja — papier impregnowany, kolumny rdzenia usytuowane poziomo, poszczególne cewki — pionowo. Specjalne wykonanie cewek zapewnia bardzo dobre chłodzenie olejem. Wszystkie cewki znajdują się w tych samych warunkach cieplnych. Szczegóły konstrukcyjne transformatorów energetycznych rzędu 10 MVA, nap. 45/15 i 135/66 kV. Wzmianka o konstrukcji transformatora prawie suchego, którego uzwojenie wykonane jest z kabla. Napięcie, moc, straty, ciężar poszczególnych części transformatorów prawie suchych.

Linie napowietrzne

398* 621.315.051.2:621.3.012.2 D1—11.52

Legnaioli U., Poli M.: **Wykres wielkich linii przesyłowych energii elektrycznej.** „Topogramma delle grandi linee di trasmissione dell'energia”. Energia elettr., Milano, mies., t. 28, nr 6; czerw. 51, s. 339; A4, 3 str., 2 wykr. — Krótki opis wykresu pracy opartego na wykresie kołowym linii przesyłowej pozwalającego na szybkie i dokładne określenie wielkości elektrycznych na początku linii w funkcji obciążenia na końcu.

399* 621.315.17.027.81 D1—11.52

Szipow N. M.: **Zerwanie przewodu linii 110 kV z powodu wibracji.** „Obryw провода на линии 110 кВ из-за вибрации”. Elektr. Stancji, Moskwa, mies., r. 22, nr 5, maj 51, s. 54; A4, 0,5 str., 1 tabl. — Statystyka uszkodzeń wywołanych drganiami przewodów nie zaopatrzonych w tłumiki na linii 110 kV. Charakter uszkodzeń. Wpływ zalesienia terenu na ilość uszkodzeń.

400* 621.315.668.1.003:621.315.17.027.81 D1—11.52

Linia 132 kV na słupach drewnianych. „Wood Pole 132 kV Line”. Electr. Rev., London, tyg., t. 148, nr 3839, 22 czerw. 51, s. 1301; A5, 0,5 str., 1 rys. — Opis konstrukcji słupów drewnianych dla linii 132 kV. Oszczędność kosztów i materiału w porównaniu z alternatywą budowy linii na typowych słupach stalowych.

Sieci i podstacje

401* 621.316.1 D1—11.52

Wzorowy remont urządzeń elektrowni i sieci. „Образцово-отриемонтировав” оборуодванье электростанции и се-

тей”. Elektr. Stancji, Moskwa, mies., r. 22, nr 5, maj 51, s. 3; A4, 3 str. — Krótki przegląd stopnia wykonania planu remontów urządzeń elektroenergetycznych w ZSRR. Wadliwa organizacja remontów główną przyczyną niedociągnięć w tej dziedzinie. Wnioski z dotychczasowej praktyki.

402* 621.316.26+621.355.8 D1—11.52

Barrow E., Wickersham P. B. (Philadelphia Electric Co): **Bateria akumulatorów niklo-kadmowych na podstacji.** „Nickel-Cadmium batteries installed in substation”. Electr. Wld., New York, tyg., t. 135, nr 1, stycz. 51, s. 72; A4, 1 str., 2 fot. — Opis instalacji akumulatorni stacyjnej wyposażonej w baterię zasadowych akumulatorów niklo-kadmowych. Warunki pracy i sposób konserwacji i obsługi baterii.

Wyłączniki

403* 621.316.57.064.45 D1—11.52

Jolles G.: **Znaczny postęp w technice wyłączników powietrznych sprężeniowych.** „Recenti sviluppi degli interruttori pneumatici”. Elettrotecnica, Milano, mies., t. 38, nr 4, 25 kw. 51, s. 179; A4, 11 str., 11 fot., 5 rys., 18 wykr. — Charakterystyka zadań wyłącznika: wyłączanie prądów przy pracy normalnej, prądów zwarciovych, małych prądów o charakterze indukcyjnym, linii nie obciążonych, wyłączanie przy opozycji faz. Zagadnienie ponownego włączania. Krótki opis techniczny i charakterystyka niektórych wyłączników powietrznych sprężeniowych.

Regulacja

404* 621.316.7.003:621.3.054.42:621.316.761.2 D1—11.52

Schulze H.: **Zcentralizowana kompensacja za pomocą kondensatorów.** „Zentralkompensation mit Phasenschieber-Kondensatoren”. Elektrizitätswirtsch., Getynga, mies., Nr 4, r. 50, kw. 51, s. 93; A4, 8 str., 1 fot., 2 rys., 10 wykr., 6 poz. bibl. — Kompensacja pojedyncza, grupowa i centralna. Porównanie pod względem technicznym i gospodarczym kompensacji za pomocą kondensatorów i kompensatorów obrotowych. Praca kondensatorów w sieciach elektrycznych: zagadnienie rezonansu, przepięć, prądów zwarcia, łączenia i zabezpieczeń.

405* 621.316.728:621.3.051.24 D1—11.52

Righi A.: **Regulatory obciążenia linii przesyłowych połączonych w pierścieni.** „Regolatori del carico su elettrodotto in anello”. Elettrotecnica, Milano, mies., nr 5, 10 maj 51, s. 231; A4, 6 str., 4 rys., 6 wykr. — Analiza regulacji obciążenia w liniach przesyłowych połączonych w pierścieni. Konieczność regulacji wielkości i kąta przesunięcia dodatkowej siły elektromotorycznej. Analiza możliwości uzyskania płynnej regulacji. Układy transformatorów do regulacji.

Oporniki

406* 621.316.8:621.315.59 D1—11.52

Meyer-Hartwig E., Federspiel H.: **O budowie, działaniu regulacyjnym i zastosowaniu przewodników o ujemnym współczynniku cieplnym oporu.** „Über den Aufbau, die Regelwirkung und die Anwendung von Heissleitern”. Bull. Schweiz. El. Ver., Zürich, dwutyg., Nr 5, 10 marz. 51, s. 135; A4, 6,5 str., 4 fot., 1 rys., 6 wykr., 1 tabl., 15 poz. bibl. — Definicje i wzory. Podstawowe zastosowania oporów o ujemnym współczynniku cieplnym oporności. Charakterystyka materiałów wyjściowych, produkcja oraz właściwości fizyczne i techniczne przewodników o ujemnym współczynniku cieplnym oporności. Zastosowanie jako regulatorów prądowych i napięciowych. Zastosowanie w przyrządach i układach, jak np. przekazy, rozrusznikach i układach mostkowych.

407* 621.316.925.2:621.314.2 D1—11.52

Gilcher O. A., Nikitski W. Z., Szlejman Ch. D.: **Przełącznik do różnicowego zabezpieczenia transformatorów z nasycającymi się transformatorami i hamowaniem.** „Riele dla differenzialnoy zaszchity transformatorow s bystro-nasyszczajuszchimisia transformatorami i tormozheniem”. Elektr. Stancji, Moskwa, mies., nr 4, r. 22, kw. 51, s. 39; A4, 3,5 str., 1 fot., 2 rys., 4 wykr., 2 poz. bibl. — Opis przełącznika ET-500 do różnicowego zabezpieczenia transformatorów, wyposażonego w przekładnik nasycający się i organ hamujący. Dobór wartości indukcji w rdzeniu przekładnika. Uzgodnienie charakterystyk zależności siły elektromotorycznej w uzwojeniu wtórnym od prądu w uz-

wojeniu pierwotnym przekładnika roboczego i przekładnika organu hamującego.

408* 621.316.926:621.314.2 D1—11.52
 Miłakow M. E.: **O zabezpieczeniu transformatorów przekąźnikami gazowymi**. „O gazowej zaszcitit transformatorow“. Elektr. Stancji, Moskwa, mies., r. 22, nr 4, kw. 51, s. 30; A4, 2 str., 1 rys. — Nieprawidłowe działanie przekąźnika gazowego w zabezpieczeniu transformatorów, spowodowane umieszczeniem zaworu w rurze łączącej konserwator z kadzią. Obliczenie kąta nachylenia rury. Wymagania stawiane przekąźnikom gazowym.

409* 621.316.933 D1—11.52
 Sziszman D. W.: **Wpływ układu pomiarowego na wartość prądów przewodnościowych odgromników wilitowych**. „Wiljanje schiemy ispytania na wielicziny tokow przewodimosti wilitowych razriadnikow“. Elektr. Stancji, Moskwa, mies., r. 22, nr 4, kw. 51, s. 32; A4, 4,5 str., 1 rys., 3 wykr., 1 tabl., 1 poz. bibl. — Wpływ tętnień wyprostowanego napięcia, zasilającego układ pomiarowy, na wynik pomiaru prądu przewodnościowego odgromników wilitowych. Wyznaczanie wartości prądu przewodnościowego w różnych układach pomiarowych. Wnioski dotyczące badań profilaktycznych odgromników.

410* 621.316.933.9.004:621.311.1.025 D1—11.52
 Monahan T. F.: **Projektowanie i wykonywanie odgromników zaworowych do ochrony sieci prądu zmiennego**. „The design and performance of surge diverters for the protection of alternating-current systems“. Proc. I. E. E., London, mies., część II, t. 98, nr 63, czerw. 51, s. 312; A4, 19 str., 1 fot., 4 rys., 9 wykr., 3 tabl., 12 poz. bibl. — Zasada działania, szczegóły konstrukcyjne iskierników i płytek oporowych. Przyczyny uszkodzeń. Badanie pętlic prądowo-napięciowych. Dane znamionowe trzech istniejących typów. Próby. Tendencje w USA wykonywania prób udarami dłuższymi niż 10/20 μ s.

3/57

Uziemienia

411* 621.316.99 D1—11.52
 Wettstein M.: **Wstępne obliczenie wielkości, kształtu, i usytuowania uziołów przy instalowaniu urządzeń uziemających**. „Vorausberechnung der Masse, der Form und der Anordnung der Erdelektroden bei der Erstellung von Erdungsanlagen“. Bull. Schweiz. El. Ver., Zürich, dwutygodnik, Nr 2, 27 stycz. 51, s. 49; A4, 5 str., 22 wykr., 2 tabl., 1 poz. bibl. — Uproszczona metoda obliczania wielkości, kształtu i usytuowania uziołów uwzględniająca zmiany oporności ziemi w czasie oraz maksymalny dopuszczalny przyrost temperatury ziemi przy przepływie prądu.

412* 621.316.99.004.1:621.311 D1—11.52
 Laurent P. G.: **Podstawowe zasady techniki uziemień w urządzeniach elektrycznych**. „Les bases générales de la technique des mises à la terre dans les installations électriques“. Bull. Soc. franç. Electr., Paris, mies., nr 7, lip. 51, s. 368; A4, 35 str., 42 rys., 6 tabl., 11 poz. bibl. — Znaczenie uziemień, podział, sposób działania. Przybliżone formuły obliczeniowe uziołów pojedynczych i złożonych. Rozpływ prądów uziemienia w szczególnych wypadkach. Przepływ prądu przez człowieka przy zetknięciu z uziemieniem. Nagrzewanie się uziemień.

413* 621.316.993.015.33 D1—11.52
 Norinder H., Salka O.: **Oporność udarowa różnego typu uziołów**. „Stosswiderstände der verschiedenen Erdelektroden und Einbettungsmaterialien“. Bull. S. E. V., Zürich, 2 tyg., r. 42, nr 10, 19 maj 51, s. 321; A4, 7 str., 1 fot., 2 rys., 6 wykr., 6 tabl., 10 poz. bibl. — Wyniki serii pomiarów oporności udarowej uziołów. Dane techniczne aparatury pomiarowej. Charakter podłoża geologicznego obszaru badań. Zestawienie wyników pomiarów dla różnych uziołów.

Miernictwo elektryczne

414* 621.317:53.08 D1—11.52
 Bartlett G.: **Badania i pomiary**. „Testing and measuring“. Gen. electr. Rev., New-York, mies., t. 54, nr 1, stycz. 51, s. 19; A4, 3 str., 8 fot. — Rozwój miernictwa elektrycznego w r. 1950. Wyposażenie laboratorium pomiarowego w Lynn. Synchrotron i spektrometr mas jako przykłady wyposażenia laboratoriów specjalnych. Nowe

przrządy pomiarowe: watomierz ferrodynamiczny i miernik współczynnika mocy o wielu zakresach pomiarowych; inne mierniki. Rozwój techniki pomiarów nieelektrycznych. Zastosowanie promieni X w przemyśle.

415* 621.317.39:621.3.082.62 D1—11.52
 Barnes R. S.: **Prosta kontrola temperatury laboratoryjnych pieców elektrycznych**. „A simple temperature-controlled laboratory furnace“. J. scien. Instrum., London, mies., nr 3, marz. 51, s. 89; A4, 3,5 str., 2 rys., 3 wykr., 5 poz. bibl. — Zasada kontroli temperatury. Dotychczasowe metody kontroli. Elementy reagujące na zmianę temperatury; układ kontrolny i regulacyjny. Rola wzmacniaczy lampowych. Zakresy i czułość układu.

416* 621.317.39:621.3.082.62 D1—11.52
 Price W. I., Trott J. J.: **Wieloobwodowy przyrząd dla rejestracji temperatur**. „Multi-channel apparatus for recording temperatures“. J. scien. Instrum., London, mies., t. 28, nr 1, stycz. 51, s. 15; A4, 3 str., 3 rys., 1 fot., 1 wykr. — Opis przyrządu o 60 termoelementach miedź-konstantan do pomiaru gradientu temperatury na powierzchniach. Mechanizm wybieraka, włączającego poszczególne termoelementy w 1/2-minutowych odstępach czasu. Wzmacniacz i urządzenie zapisujące. Wzorcowanie aparatu.

417* 621.317.44 D1—11.52
 Conn G. K., Donovan B.: **Proste sposoby pomiaru silnych pól magnetycznych**. „A simple means of measuring large magnetic fields“. J. scien. Instrum., London, mies., t. 28, nr 1, stycz. 51, s. 7; A4, 3 str., 5 wykr., 9 poz. bibl. — Zmiana oporu elektrycznego bismutu w polu magnetycznym podstawą metody pomiarowej. Sposób uniezależnienia pomiarów od wpływów zewnętrznych (zmian temperatury, wilgotności powietrza) oraz kierunkowości (anizotropii) własności bismutu. Zastosowanie włókien bismutu do pomiarów strumienia i pola magnetycznego; zależność oporu od kierunku ustawienia sondy w stosunku do badanego pola.

418* 621.317.726:621.389 D1—11.52
Woltomierz elektryczny CO86. „Voltmètre électronique CO 86“. Mesures, Paris, mies., nr 164, stycz. 51, s. 35, B5, 1,5 str., 1 fot., 1 rys. — Zasada działania woltomierza elektronowego. Zastosowanie w obwodach o bardzo dużej oporności. Charakterystyka zewnętrzna przyrządu, dane konstrukcyjne. Urządzenie dodatkowe, rozszerzające możliwości pomiarów.

419* 621.317.785 D1—11.52
 Busch F. H., Garret J. C.: **Wzorcowanie liczników watogodzin**. „Watt-hour-meter certification“. Gen. electr. Rev., New-York, mies., t. 54, nr 3, marz. 51, s. 10; A4, 6 str., 9 fot., 5 wykr., 4 poz. bibl. — Statystyka przeciętnej dokładności skalowania liczników GEC typ I-50. Wielostopniowe wzorcowanie liczników. Udoskonalenie techniczne w urządzeniach laboratoryjnych. Kontrola międzyoperacyjna produkcji. Przechowywanie części zapasowych. Czystość, właściwy montaż, staranne skalowanie jako warunki dobrej produkcji i wysokiej dokładności licznika.

420* 621.317.789 D1—11.52
 Chanas J.: **Liczniki nadmiernej energii biernej**. „Compteurs d'excédent d'énergie réactive“. Électricité, Paris, mies., r. 35, nr 168, stycz. 51, s. 26; A4, 3 str., 4 wykr. — Zasady taryfikacji energii biernej. Teoretyczne podstawy pomiaru energii biernej przy współczynniku mocy niższym od ustalonego w układach jedno- i trójfazowych. Korzyści stosowania liczników „nadmiernej“ energii biernej. Zastosowanie zwykłych liczników 3-fazowej energii czynnej w specjalnym układzie do pomiaru „nadmiernej“ energii biernej. Licznik „nadmiernej“ energii biernej w wykonaniu C-nie de Construction Électrique.

421* 621.317.39:621.3.082 D1—11.52
Kilka metod elektrycznych pomiarów wielkości mechanicznych. „Quelques méthodes électriques de mesure de quantités mécaniques“. Électricité, Paris, mies., nr 173, czerw. 51, s. 154; A4, 2,5 str., 7 rys., 35 poz. bibl. — Elementy urządzeń do pomiarów wielkości nieelektrycznych: nadajnik, wzmacniacz i wskaźnik lub przyrząd rejestrujący. Różne typy nadajników: oporowy, pojemnościowy, indukcyjny, wibracyjny. Wykaz artykułów angielskich na temat metod i przyrządów elektrycznych do pomiarów wielkości mechanicznych.

422* 621.317.785:622.6:622.34 D1—11.52

Majmin S. R.: **Określenie zużycia energii na transport przy pomocy dźwigów zgarniakowych w kopalniach rudy żelaznej zagłębia krywożeskiego.** „Opriedielenie raschoda energii na skriepiernuju dostawku na železodrudnyh szachtach Kriwbassa“. Promysl. Energ., Moskwa, mies., r. 8, nr 2, luty 51, s. 14; A4, 1 str., 1 wyk., 2 tab. — Określenie zużycia energii elektrycznej na transport rudy żelaznej na podstawie analizy pracy dźwigów zgarniakowych w czterech kopalniach radzieckich. Zależność rozchodu energii od długości transportu i rodzaju rudy.

Magnesy

423* 621.318.23:669.58.001 D1—11.52

Ben Uri J.: **O obliczaniu magnesów trwałych.** „Zur Berechnung von Dauermagneten“. E. und. M., (Wien), 2-tyg., nr 8, r. 68, 15 kw. 51, s. 197; A4, 5,5 str., 9 wyk., 8 poz. bibl. — Najważniejsze stopy na magnesy trwałe. Rachunkowe i wykresne określanie zawartości energii i innych wielkości charakterystycznych magnesów. Zasady obliczania magnesów trwałych.

Kondensatory

424* 621.319.4:621.315.612 D1—11.52

Elsner H.: **Kondensatory z ceramicznym dielektrykiem.** „Kondensatoren mit keramischem Dielektrikum“. Bull. Schweiz. El. Ver., Zürich, dwutyg., nr 19, 22 wrzes. 51, s. 765; A4, 3,5 str., 1 fot., 3 rys., 2 wyk., 2 tabl. — Zastosowanie dielektryka ceramicznego. Ogólne własności kondensatorów ceramicznych (wysoka stała dielektryczna, współczynnik cieplny stały, straty dielektryczne, opór skrośny, wytrzymałość dielektryczna, stałość właściwości). Budowa kondensatorów ceramicznych. Różne kształty kondensatorów w zależności od przeznaczenia (lampowe, do nadajników i inne). Charakterystyki niektórych kondensatorów.

Oświetlenie elektryczne

425* 621.32.621.327.3+621.326 D1—11.52

Obwody lamp fluoryzujących ze statecznikami żarówkowymi. „Control of fluorescent lamps“. Light a. Lighting. London, mies., t. 44, nr 1, stycz. 51, s. 33; A5, 1 str., 2 rys. — Obwód z transformatorem zapłonowym i statecznikiem żarówkowym E. L. M. A. Obwód z elektrodą zapłonową wewnętrzną i statecznikiem żarówkowym Philipsa.

426* 621.32:535.212.00.15:664.6 D1—11.52

Weston H. C.: **Praca wzrokowa w szkołach.** „Visual tasks in schools“. Light a. Lighting, London, mies., t. 44, nr 2, luty 51, s. 64; A4, 4 str., 2 tabl. — Porównanie wymaganych natężeń oświetlenia w szkołach w latach 1882—1949. Wymagania dobrego widzenia przy pracach w szkole: wielkość liter w książkach, szczegółów na tablicach, mapach itp. Kontrasty jasności.

427* 621.32:621.327.43:355.72 D1—11.52

Frisby J. K.: **Oświetlenie fluorescencyjne w szpitalach.** „Fluorescent lighting in the hospital“. Light a. Lighting, London, mies., t. 44, nr 3, marz. 51, s. 89; A5, 4 str., 1 fot., 4 rys. — Zastosowanie lamp fluoryzujących do oświetlenia sal operacyjnych, pracowni rentgenowskich i sal szpitalnych. Analiza wymagań stawianych oświetleniu. Przykład rozwiązania oprawy ściennej dla sal szpitalnych.

428* 621.32.628.9:621.327.43 D1—11.52

Sick: **Nowoczesna technika oświetleniowa.** „Moderne Beleuchtungstechnik“. Techn. Mitt., Essén, mies., nr 1, stycz. 51, s. 35; A4, 6 str., 8 tabl. — Postęp w dziedzinie techniki oświetleniowej dzięki lampom fluoryzującym. Wymagania co do natężenia oświetlenia i rozkładu jasności. Równomierność oświetlenia w czasie. Układy połączeń świetlówek. Typy opraw świetłokowych do oświetlenia wnętrza i zewnętrznego.

429* 621.32(04),1950(493)(42)(44) D1—11.52

Besemer B. F. W.: **Wyrwykowy przegląd r. 1950.** „Random Review of 1950“. Light a. Lighting, London, mies., t. 44, Nr 1, stycz. 51, s. 21; A5, 7 str., 6 fot., 1 rys. —

Lampy fluoryzujące odcienia miękkiego i z zimną kato-
dą. Oprawy do oświetlenia pulpitów telefonicznych, do oświetlenia pośredniego w mieszkaniach i do oświetlenia dokoń. Oświetlenie lampami fluoryzującymi rękoci-
wymi i sodowymi ulic w Belgii i Anglii. Zalecenia oświe-
tlenia ulic w Anglii i Francji. Światło lotniskowe do łą-
dowania. Fluorescencyjne oświetlenie galerii sztuki. Lam-
py specjalne do dokładnego określania barw. Oświetlenie
mieszkań. Urządzenia optyczne i fotometryczne N. P. L.
Zagadnienia techniki świetlnej dla studentów. Oświe-
lenie sceny.

430* 621.32.001.5:371.62 D1—11.52

Hopkinson R. G.: **Wpływ najnowszych badań na oświe-
tlenie szkół.** „Influence of recent research on school light-
ing“. Light a. Lighting, London, mies., t. 44, nr 3, luty
51, s. 81; A5, 6 str., 3 wyk., 7 poz. bibl. — Badania Build-
ing Research Station nad oświetleniem dziennym i sztuc-
znym szkół. Poziomy natężenie oświetlenia i ich wpływ
na szybkość czytania. Wpływ jasności na spostrze-
ganie. Wnioski z przeprowadzonych badań. Wykaz lite-
ratury.

431* 621.32.00.11.6(072) D1—11.52

Hopkinson R. G.: **Badania oświetleniowe Stacji Badań
Budowlanych.** „Lighting research at the building re-
search station“. Light a. Lighting, (London) mies., t. 44,
nr 1, stycz. 51, s. 10; A5, 10,5 str., 9 fot., 1 rys. — Bada-
nia nad oświetleniem dziennym i sztucznym. Wprowa-
dzenie „współczynnika jasności dziennej“. Studia nad
rozmieszczeniem budynków. Badania nad subiektywną
oceną jakości oświetlenia. Wrażenie jasności przy
żarówkach i świetłówkach różnych odcieni. Zależność jas-
krawości fotometrycznej i fizjologicznej. Zależność ostro-
ści widzenia od otoczenia. Badania nad łatwością czyta-
nia i wnioski co do budowy szkół. Barwy tablic szkol-
nych. Nowe oprawy do żarówek i świetlówek oparte na
zasadzie stopniowania kontrastu.

Trakcja elektryczna

432* 621.331.3.001.1:625.1 D1—11.52

Kother H.: **O wyborze systemu prądu do elektryfika-
cji kolei.** „Zur Wahl von Bahnstromsystemen“. Elektr.
Bahnen, München, r. 22, Nr 7, mies., lip. 51, s. 159; Nr 8,
sierp. 51, s. 189; A4, 17,7 str., 8 wyk., 8 tabl., 79 poz.
bibl. — Studium zagadnienia wyboru systemu prądu do
elektryfikacji kolei. Porównanie poszczególnych syste-
mów trakcji: parowej, turbo-elektrycznej, diesel-elek-
trycznej i elektrycznej pod względem zużycia energii.
Wymagania ruchowe i konstrukcyjne dla kolei elektrycz-
nych różnych systemów (prądu stałego 1500 i 3000 V;
prądu zmiennego 162/3 c/s i 15 kV, 50c/s i 20 kV i prze-
twornicowego), odnośnie taboru, sieci trakcyjnych, pod-
stacji, wyposażenia teletechnicznego i źródeł prądu.
Czynniki, wpływające na wybór właściwego systemu
prądu.

433* 621.332.31:621.3.018 D1—11.52

Własow I. I.: **Badanie drgań własnych sieci jezdnej.**
„Issledowanie awtokolebanij kontaktojn podwieski“. Tru-
dy wsiesoj. naucz-issledow. inst. železnodor. transp.,
wyd. 42, (Issledow., rab., ustrojstw elektr. tiagi), 1951,
s. 51; A5, 28,7 str., 9 rys., 6 wyk., 6 tabl., 2 poz. bibl. —
Analiza 53 wypadków drgań własnych sieci jezdnej. Wa-
runki powstawania, istota fizyczna drgań, środki, mające
na celu usunięcie, lub zmniejszenie szkodliwego wpływu
drgań własnych na pracę sieci jezdnej.

Rozrząd zdalny

434* 621.398:621—592.2 D1—11.52

Saurel, Chalançon: **Luzownik elektro-hydrauliczny.**
„Le vérin électro-hydraulique“. Rev. Electr. Mécan., nr
84, Paris, mies., stycz.—luty, marz. — 51, s. 1; A4, 20 str.,
22 fot., 10 rys., 6 wyk. — Opis konstrukcji i działania
luzownika elektrohydraulicznego. Liczne przykłady z opi-
sami i fotografiami, ilustrujące możliwości zastosowania
luzownika, jako urządzenia pomocniczego przy obsłudze
zdalnej i automatyzacji urządzeń przemysłowych (dźwigi,
prasy, zawory, wyłączniki i in.).

Ceny czasopism technicznych w prenumeracie na 1953 r.

(Warunki prenumeraty ob. na odwrocie)

Nazwa czasopisma	Prenumerata normalna (zł)			Prenumerata ulgowa (zł)		
	roczna	pół- roczna	kwar- talna	roczna	pół- roczna	kwar- talna
<i>Czasopisma naukowo-techniczne</i>						
1. Architektura	180	90	45	90	45	22,50
2. Budownictwo Przemysłowe	108	54	27	54	27	13,50
3. Cement, Wapno, Gips	54	27	13,50	36	18	9
4. Drogownictwo	72	36	18	36	18	9
5. Energetyka	72	36	18	36	18	9
6. Gaz, Woda i Technika Sanitarna	72	36	18	36	18	9
7. Gazeta Cukrownicza	54	27	13,50	36	18	9
8. Gospodarka Ciepła (dwumies.)	27	13,50	—	*)	*)	*)
9. Gospodarka Wodna	90	45	22,50	54	27	13,50
10. Hutnik	108	54	27	54	27	13,50
11. Inżynieria i Budownictwo	108	54	27	54	27	13,50
12. Materiały Budowlane	72	36	18	36	18	9
13. Nafta	72	36	18	36	18	9
14. Ochrona Pracy	48	24	12	*	*)	*)
15. Odzież	48	24	12	*	*)	*)
16. Poligrafika	36	18	9	18	9	4,50
17. Przegląd Budowlany	108	54	27	54	27	13,50
18. Przegląd Elektrotechniczny	108	54	27	54	27	13,50
19. Przegląd Geodezyjny	72	36	18	36	18	9
20. Przegląd Górniczy	108	54	27	54	27	13,50
21. Przegląd Mechaniczny	108	54	27	54	27	13,50
22. Przegląd Odlewnictwa	72	36	18	36	18	9
23. Przegląd Papierniczy	54	27	13,50	36	18	9
24. Przegląd Skórzany	54	27	13,50	36	18	9
25. Przegląd Spawalnictwa	54	27	13,50	36	18	9
26. Przegląd Techniczny	108	54	27	54	27	13,50
27. Przegląd Telekomunikacyjny	72	36	18	36	18	9
28. Przemysł Chemiczny	108	54	27	54	27	13,50
29. Przemysł Drzewny	54	27	13,50	36	18	9
30. Przemysł Rolny i Spożywczy	90	45	22,50	54	27	13,50
31. Przemysł Włókienniczy	108	54	27	54	27	13,50
32. Szkło i Ceramika	54	27	13,50	36	18	9
33. Technika Lotnicza	54	27	13,50	36	18	9
34. Technika Motoryzacyjna	54	27	13,50	36	18	9
<i>Czasopisma popularno-techniczne</i>						
35. Chemik	54	27	13,50	18	9	4,50
36. Gospodarka Węglem	36	18	9	*)	*)	*)
37. Horyzonty Techniki	36	18	9	*)	*)	*)
38. Mechanik	108	54	27	36	18	9
39. Motoryzacja	54	27	13,50	18	9	4,50
40. Technik Przemysłu Spożywczego	30	15	7,50	*)	*)	*)
41. Wiadomości Elektrotechniczne	36	18	9	18	9	4,50
42. Wiadomości Górnicze	54	27	13,50	18	9	4,50
43. Wiadomości Hutnicze	54	27	13,50	18	9	4,50
44. Wiadomości Telekomunikacyjne	36	18	9	18	9	4,50
45. Włókiennictwo	24	12	6	*)	*)	*)

*) Ze względu na niskie ceny obowiązuje prenumerata normalna.

WARUNKI PRENUMERATY CZASOPISM TECHNICZNYCH na 1953 r.

(Ceny ob. na odwrocie)

Administracja Czasopism Technicznych Naczelnej Organizacji Technicznej, Państwowe Wydawnictwa Techniczne i Wydawnictwa Komunikacyjne wprowadzają zatwierdzone przez Biuro Prasy i Informacji przy Prezydium Rady Ministrów oraz Departament Techniki PKPG następujące warunki prenumeraty czasopism technicznych na rok 1953.

I. Prenumerata normalna

Stosownie do zarządzenia Ministerstwa Poczty i Telegrafów z dnia 16 kwietnia 1952 r., nr P.C. 243, dotychczasowy sposób przyjmowania zgłoszeń na prenumeratę normalną bezpośrednio przez PPK „Ruch” zostaje z dniem 31 grudnia 1952 r. skasowany.

Zgłoszenia na prenumeratę normalną na rok 1953 przyjmują wyłącznie urzędy pocztowe oraz listonosze miescy i wiejscy.

Termin zgłaszania prenumeraty normalnej na okres kwartalny, półroczny lub roczny upływa z dniem 15 każdego miesiąca poprzedzającego okres prenumeraty.

II. Prenumerata ulgowa

A. Czasopisma naukowo-techniczne

Z prenumeraty ulgowej czasopism naukowo-technicznych korzystać mogą tylko:

1) członkowie stowarzyszeń inżynierów i techników zrzeszonych w NOT oraz członkowie klubów racjonalizacji i techniki — przy zamawianiu zbiorowym przez mężów zaufania lub koła zakładowe stowarzyszeń technicznych NOT i Oddziałów NOT; członkowie stowarzyszeń, nie mający możliwości zgłaszania prenumeraty w tym trybie, mogą kierować zamówienia przez swe stowarzyszenia do właściwego Oddziału NOT;

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

B. Czasopisma popularno-techniczne

Z prenumeraty ulgowej czasopism popularno-technicznych korzystać mogą:

1) członkowie stowarzyszeń inżynierów i techników zrzeszonych w NOT oraz członkowie klubów racjonalizacji i techniki, przy abonowaniu zbiorowym, w taki sam sposób, jak przy zamawianiu czasopism naukowo-technicznych;

2) wszyscy pracownicy zatrudnieni w zakładach pracy — przy abonowaniu zbiorowym przez mężów zaufania lub koła zakładowe stowarzyszeń technicznych NOT;

3) studenci szkół wyższych — przy abonowaniu zbiorowym przez koła naukowe uczelni lub inne stowarzyszenia studentów;

4) uczniowie szkół zawodowych — przy abonowaniu zbiorowym przez dyrekcję szkoły.

C. Terminy i warunki zgłaszania prenumeraty ulgowej

Termin składania zgłoszeń na prenumeratę ulgową na I kwartał 1953 r. upływa z dniem 30 listopada b. r.

Zgłoszenia na prenumeratę w następnych kwartałach należy składać w okresach:

II kwartał — do 1 marca 1953 r.,

III „ — do 1 czerwca 1953 r.,

IV „ — do 1 września 1953 r.,

Zgłoszenia na prenumeratę ulgową przez Oddziały NOT, koła naukowe studentów szkół wyższych oraz dyrekcje szkół zawodowych należy przysyłać do PPK „Ruch”, wpłacając jednocześnie należność do PKO na następujące konta:

a) dla czasopism, podanych w poz. 1, 2, 4, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 14, 16, 17, 18, 19, 21, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 32, 33, 34, 37, 38, 39, 40, 41, 44, do PPK „Ruch”, Warszawa, Centralna Ekspedycja, ul. Srebrna 12, konto nr I—14000/110;

b) dla czasopism, podanych w poz. 15, 23, 24, 31, 45, do Oddziału PPK „Ruch” w Łodzi, konto PKO nr VII—9907/110;

c) dla czasopism, podanych w poz. 3, 5, 10, 13, 20, 22, 35, 36, 42, 43, do Oddziału PPK „Ruch” w Katowicach, konto PKO nr III—13763/110.