

PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

ORGAN
MINISTERSTWA ENERGETYKI, MINISTERSTWA PRZEMYSŁU MASZYNOWEGO,
STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH

ROK XXX

ZESZYT 3

21.III.1954

Budownictwo socjalistyczne opierać się powinno na kształtowaniu warunków zapewniających stały wzrost dobrobytu mas pracujących zarówno w mieście, jak i na wsi.

Podniesienie rolnictwa, usunięcie podstawowej dysproporcji, jaką stwarza jego nadmierne pozostawanie w tyle za ogólnym tempem rozwoju gospodarki narodowej, to właśnie najważniejsze ogniwo w walce partii o szybsze podniesienie stopy życiowej mas pracujących w mieście i na wsi.

Mechanizacja najcięższych i najbardziej pracochłonnych prac w rolnictwie posiada decydujące znaczenie nie tylko dla podniesienia produkcji rolniczej, ale i dla socjalistycznej przebudowy wsi, dla stopniowego rozwoju spółdzielczych form w rozdrobnionej dotąd gospodarce chłopskiej, dla wprowadzenia do całego rolnictwa w coraz szerszym zakresie nowej techniki, bez czego nie podobna zabezpieczyć stałego i szybkiego wzrostu sił wytwórczych w rolnictwie.

Państwowe gospodarstwa rolne mogą i powinny stać się w Polsce ostoją i przykładem poglądowym wielkiej, zmechanizowanej, wysoko wydajnej produkcji rolniczej, opartej na najnowszych osiągnięciach wiedzy rolniczej i przodującej technice.

B. BIERUT



WYDAWNICTWO NACZELNEJ ORGANIZACJI TECHNICZNEJ

SPIS RZECZY

- Dąb-Kociół J. Elektryfikacja rolnictwa w świetle uchwał IX Plenum KC PZPR.
- Jung Z. Rozwój elektryfikacji wsi w Polsce.
- Krakowiak S. Zagadnienie stosowania linek stalowych w rozdzielczych sieciach wiejskich.
- Krakowiak S., Kozłowski S. Znormalizowana wiejska stacja transformatorowa.
- Zdralewicz M. Wiejskie elektrownie wodne w Polsce.
- Lotoński S. Zagadnienie ochrony odgromowej wiejskich sieci elektrycznych.
- Kolbiński K. Przewód do traktorów elektrycznych.
- Krakowiak S. Wytyczne typowego wykonawstwa robót przy elektryfikacji rolnictwa.
- Morzycka A. Elektryfikacja rolnictwa w pracach międzynarodowych.
- O nomenklaturze stosowanej w dziedzinie elektryfikacji rolnictwa.
- Skowroński J. I. Izolatory i materiały izolacyjne.
- Przegląd czasopism:
Transformatory jednofazowe dla sieci o małej gęstości obciążenia.
- Wydawnictwa nadesłane.
- Przegląd dokumentacyjny elektrotechniki.

СОДЕРЖАНИЕ

- Домб-Коциол Я. Электрификация сельского хозяйства в освещении постановлений IX Пленума ЦК ПОРП.
- Юнг З. Развитие электрификации сельского хозяйства в Польше.
- Краковяк С. Применение стальных тросов в сельских распределительных сетях.
- Краковяк С., Козловский С. Стандартная сельскохозяйственная трансформаторная станция.
- Здралевич М. Сельскохозяйственные гидроэлектрические станции в Польше.
- Лётоньский С. Вопросы защиты сельскохозяйственных электрических сетей от перенапряжений.
- Кольби́нский К. Провод для электрических тракторов.
- Краковяк С. Указания по производству типичных работ, связанных с электрификацией сельского хозяйства.
- Можижкая А. Электрификация сельского хозяйства в международных трудах.
- Номенклатура в области электрификации сельского хозяйства.
- Сковро́нский Е. И. Изоляторы и изоляционные материалы.
- Обзор журналов:
Однофазные трансформаторы для сетей с малой плотностью нагрузок.
- Поступившие публикации.
- Библиографический Обзор Электротехники.

CONTENTS

- Dąb-Kociół J. Rural electrification in the light of resolutions adopted at the IX Plenum of the Central Committee of the Polish United Workers' Party.
- Jung Z. Rural electrification developments in Poland.
- Krakowiak S. The problem of using steel conductors in rural distributing networks.
- Krakowiak S., Kozłowski S. Standard type of rural transformer station.
- Zdralewicz M. Rural hydro-electric plants in Poland.
- Lotoński S. The problem of lightning protection in rural electric systems.
- Kolbiński K. Cables for electric farm tractors.
- Krakowiak S. Outlines for typical implementation of work involved in farm electrification.
- Morzycka A. Farm electrification problems dealt with at international level.
- Nomenclature adopted in farm electrification practice.
- Skowroński J. I. Insulators and insulating materials.
- Revue of periodicals:
Single-phase transformers for small load-density networks.
- Publications received.
- Electrical Bibliographic Review.

Warunki prenumeraty PRZEGLĄDU ELEKTROTECHNICZNEGO na 1954 r.

I. Prenumerata normalna

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

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

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

II. Prenumerata ulgowa

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

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

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

Prenumeratę można zgłaszać na okres kwartalny, półroczny i roczny.

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

Terminy zgłaszania prenumeraty ulgowej w kołach zakładowych i oddziałach Stowarzyszeń:

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

Terminy powyższe powinny być ściśle przestrzegane.

PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

ORGAN

MINISTERSTWA ENERGETYKI, MINISTERSTWA PRZEMYSŁU MASZYNOWEGO,
STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH

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

Rok XXX

Warszawa, 21 marca 1954 r.

Zeszyt 3

JAN DĄB-KOCIOŁ
Minister Rolnictwa

Elektryfikacja rolnictwa w świetle uchwał IX Plenum KC PZPR

Uchwały IX Plenum KC PZPR stawiają jako podstawowy warunek dalszego rozwoju naszej gospodarki narodowej znaczny wzrost produkcji rolniczej, rolnictwo bowiem ma wyjątkowo ważne znaczenie w ogólnym systemie gospodarki narodowej. Zapewnia ono wyżywienie miast, stanowi bazę surowcową dla przemysłu lekkiego i spożywczego, sama zaś wieś jest źródłem rezerw robotniczych dla przemysłu. Zmniejszenie więc jak najbardziej rozpiętości pomiędzy stopniem rozwoju rolnictwa, a stopniem rozwoju przemysłu jest zasadniczym zadaniem, umożliwiającym między innymi dalsze uprzemysłowienie kraju.

Osiągnięcie znacznego wzrostu produkcji rolniczej jest możliwe jedynie przez szerokie wprowadzenie najnowszych zdobyczy naukowych do wszystkich gałęzi gospodarki rolnej i przez stopniową mechanizację poszczególnych procesów produkcyjnych, przede wszystkim dla przemysłu. Zmniejszenie więc jak najbardziej rozpiętości pomiędzy stopniem rozwoju rolnictwa, a stopniem rozwoju przemysłu jest zasadniczym zadaniem, umożliwiającym między innymi dalsze uprzemysłowienie kraju.

Energia elektryczna stanowi najbardziej uniwersalną i ekonomiczną formę energii. „Energia elektryczna — pisał W. Lenin — jest tańsza od siły parowej, wyróżnia się większą podzielną, praca maszyn jest przy tym bardziej prawidłowa i spokojna, jest znacznie dogodniejsza i dlatego stosuje się ją do młocki, do orki, do dojenia, do cięcia paszy i do innych celów”.

Zadania stworzenia szerokiej, uniwersalnej i powszechnej bazy energetycznej dla naszego rolnictwa realizuje Ministerstwo Rolnictwa przez Centralny Zarząd Elektryfikacji Rolnictwa.

Do zobrazowania podstawowych zadań elektryfikacji rolnictwa w obecnych stosunkach ekonomiczno-politycznych naszego kraju pomocne będzie porównanie warunków rozwoju tej elektryfikacji w ustroju kapitalistycznym i socjalistycznym.

Państwo kapitalistyczne, skrupowane warunkami własności prywatnej i od niej zależne, nie panuje nad gospodarką swego kraju, przy braku zaś ogólnopństwowego planu rozwoju gospodarczego nie może wziąć w swe ręce kierownictwa budowy materialno-technicznej bazy swojego ustroju. Tak więc i elektryfikacja rolnictwa, jeden z zasadniczych elementów tej bazy, rozwija się tu jedynie w zakresie odpowiadającym pomnażaniu zysków klasy posiadającej. Tego rodzaju elektryfikacja rolnictwa nie przynosi tych efektów gospodarczych i społecznych, o których była mowa na wstępie, nie podnosi ogólnej gospodarki narodowej, lecz wzbogaca jedynie jednostki, które są w posiadaniu środków produkcji, opartych na nowoczesnej bazie technicznej. Umożliwia im to wpływ na rodzaj, ilość i jakość produkcji według własnej oceny opłacalności, nie zaś według potrzeb gospodarki narodowej; tym samym elektryfikacja rolnictwa staje się instrumentem spekulacji.

W ustroju socjalistycznym natomiast państwo, opierające swój rozwój na społecznej formie własności socjalistycznej i władające głównymi środkami produkcji, bezpośrednio kieruje całą gospodarką narodową. Co więcej, w warunkach społecznej własności narzędzi i środków produkcji — przy konieczności zachowania i wzmocnienia państwowej formy organizacji — rozwój gospodarki narodowej poza kierownictwem państwowym staje się niemożliwy. Gospodarczo-organizacyjne i kulturalno-wychowawcze funkcje organów państwowych stają się nierozdzieloną i najważniejszą linią wytyczną państwa socjalistycznego. Funkcje te wymagają stworzenia nowej ekonomiczno-technicznej bazy tak w przemyśle, jak i w rolnictwie, do

starczenia środków produkcji maszynowej państwowym gospodarstwom rolnym i spółdzielniom produkcyjnym, przy skupieniu ważniejszych środków produkcji w rękach państwowych ośrodków maszynowych. Szerokie stosowanie maszyn w rolniowie i stopniowe udoskonalanie ich systemów Lenin traktował jako pomocniczy etap historyczny na drodze do nowego przewrotu w rolnictwie na bazie elektrotechniki. „Godne uwagi jest — pisał Lenin — że nasi krytycy, którzy starali się wszelkimi siłami osłabić znaczenie maszyn rolniczych, wysuwając nawet teorię „wyjaławiania gleby“, zapomnieli o tym nowym przewrocie, który przygotowuje elektrotechnika”. A Stalin mówił: „przez elektryfikację kraju Lenin rozumiał nie izolowaną budowę oddzielnych elektrowni, lecz stopniową przebudowę gospodarki narodowej, w tym również i rolnictwa, na nową bazę techniczną współczesnej wielkiej produkcji”.

Wszystko to wymaga stworzenia olbrzymiej elektroenergetycznej bazy na obszarach wiejskich jako podstawy dla szeroko pojętej elektryfikacji wszystkich procesów produkcji rolnej, zwłaszcza w gospodarce hodowlanej. Baza ta obejmuje zarówno prace umiejscowione, jak i napęd maszyn do uprawy roli dla wzmocnienia wzrostu jakościowego i ilościowego produkcji i maksymalnego zastąpienia pracy fizycznej przez mechanizmy o napędzie elektrycznym.

Jednak nie tylko to zadanie ma spełniać elektryfikacja rolnictwa w ustroju socjalistycznym. Powszechna elektryfikacja wsi ma bezpośredni wpływ kulturalny na całe życie wsi, stwarza inne — lepsze — warunki pracy i bytu, podnosi poziom kulturalny ludności wiejskiej. Elektryfikacja niejako automatycznie pociąga za sobą dalsze inwestycje, służące celom kulturalnym, jak budowa kin, świetlic, radiofonizacja itd. Elektryfikacja rolnictwa stwarza przy tym korzystne warunki dla powstania szeregu nowych gałęzi gospodarki rolnej specjalnie opłacalnych dla zakładów spółdzielczych, jak produkcja przetworów i półfabrykatów, hodowla jedwabników, chałupnictwo artystyczne i użytkowe itd.

Z powyższego porównania wynika, że istnieją dwie formy elektryfikacji wsi — kapitalistyczna i socjalistyczna. Pierwsza służy nieelastycznym jednostkom i klasie posiadającej, druga — całemu społeczeństwu. Uwidacznia się to bardzo jaskrawo na przykładzie rozwoju elektryfikacji wsi w Polsce przedwojennej, gdzie w ciągu 20 lat okresu międzywojennego zelektryfikowano niewiele ponad tysiąc wsi. Były to przeważnie gromady podmiejskie, przez które przebiegały linie elektryczne. Ogółem w dniu wybuchu wojny zaledwie około 2,5% wsi w Polsce mogło korzystać z energii elektrycznej.

Zasadniczy planowy rozwój elektryfikacji wsi rozpoczął się z chwilą dojścia do władzy rządów ludowych. Energetyka, a szczególnie elektryfikacja rolnictwa i całego kraju znalazła się na pierwszym planie przebudowy gospodarki narodowej. Elektryfikacja rolnictwa stała się koniecznym i bardzo ważnym narzędziem w walce o podniesienie poziomu rolnictwa, o zmianę jego struktury organizacyjnej i społecznej. Świadczą o tym posunięcia organizacyjne w okresie realizacji planu 6-letniego na odcinku powszechnej elektryfikacji wsi, zmierzające do zwiększenia zakresu prac inwestycyjnych, zmiany zasad typowania gromad oraz finansowania kosztów.

Liczba zelektryfikowanych wsi w Polsce ustawicznie wzrasta, jak wskazuje następujące zestawienie:

1939	1945	1950	1953
1263	3512	12648	13615

Biblioteka
Politechniki
Wrocławskiej

W myśl ustawy sejmowej z 1950 r. inicjatywa typowania gromad do elektryfikacji przeszła w ręce terenowych władz narodowych, skasowana została dotychczasowa zasada „dobrowolności”, odpowiednie sumy na elektryfikację wsi są wstawiane corocznie w całości do państwowych planów gospodarczych i przekazywane do realizacji specjalnie powołanym przedsiębiorstwom elektryfikacji rolnictwa. Koszty budowy pokrywają w niewielkim tylko stopniu użytkownicy w bardzo korzystnej formie 3-letnich spłat. Zakres robót obejmuje — obok budowy elektrycznych sieci rozdzielczych — również budowę wewnętrznych instalacji odbiorczych, co daje od razu możliwość użytkowania energii elektrycznej w zagrodach chłopskich, państwowych gospodarstwach rolnych i spółdzielczych ośrodkach gospodarczych. Tak więc szybko wzrasta baza elektroenergetyczna naszego rolnictwa, obejmując już ponad 34% wszystkich gromad, 57% PGR, blisko 90% POM.

Wiś docenia korzyści zelektryfikowania ich gospodarstw i uznaje w pełni znaczenie elektryfikacji rolnictwa. Dowodem tego jest wielka liczba podań od mieszkańców licznych gromad i osiedli o zelektryfikowanie ich domostw oraz zaopiarowywanie przez nich pomoc brygadam monterskim. Jednocześnie powoli wzrasta użytkowanie energii elektrycznej, przede wszystkim siłowe, i to w najbardziej pracochłonnych procesach produkcyjnych. Przykładem tego może służyć wzrost liczby silników elektrycznych w gospodarce społecznej, włączonych w poszczególnych latach do akcji omłotowej:

1950	1951	1952	1953
3500	10875	12525	15660

Tezy IX Plenum nakładają obowiązek szybkiej rozbudowy bazy elektroenergetycznej dla rolnictwa. Bezpośrednim wynikiem realizacji tych wytycznych jest zwiększenie w 1954 r. inwestycji w elektryfikacji rolnictwa o blisko 30% w stosunku do roku ubiegłego. Tendencje nasze muszą tu iść w kierunku wy-

równania pozostałego w spadku po rządach kapitalistycznych zaoferowania niektórych terenów Polski. Wynika to z podanego niżej zestawienia stopnia zelektryfikowania poszczególnych województw:

szczecińskie	91%	bydgoskie	23%
koszalińskie	90%	lubelskie	23%
wrocławskie	89%	poznańskie	22%
zielonogórskie	89%	łódzkie	19%
opolskie	87%	kieleckie	15%
stalinogrodzkie	84%	rzeszowskie	15%
gdańskie	70%	warszawskie	14%
krakowskie	34%	białostockie	7%
olsztyńskie	25%		

Dla wyrównania powyższej dysproporcji w stopniu zelektryfikowania poszczególnych województw przeznaczono na elektryfikację rolnictwa w województwach wschodnich już w roku 1954 około 40% ogólnopolskiego limitu inwestycyjnego przewidzianego na te cele.

Równoległe z rozbudową bazy elektroenergetycznej ma nastąpić wydatny rozwój użytkowania energii elektrycznej w rolnictwie. Przemysł powinien wyprodukować odpowiednie dla potrzeb rolnictwa aparaty elektryczne i silniki oraz przystosowane do napędu elektrycznego maszyny rolnicze. Przede wszystkim wysiłki nasze będą w najbliższych latach skierowane na szersze stosowanie napędu elektrycznego w umieszczonych procesach produkcyjnych gospodarki zbożowej i hodowlanej oraz na wykorzystanie w maksymalnym stopniu oświetlenia elektrycznego dla ułatwienia pracy i podniesienia produkcji w gospodarce hodowlanej. Będą to poważne i decydujące poczynania w budowie nowej ekonomiczno-technicznej bazy rolnictwa na drodze ku socjalizmowi, na drodze wskazanej przez Partię i Rząd.

MGR INŻ. ZYGFRYD JUNG
Centr. Zarz. Elektr. Roln.

Rozwój elektryfikacji wsi w Polsce

„71”621.311:531.116.3(43B)

Treść. Znaczenie gospodarczo-społeczne elektryfikacji rolnictwa w ustroju kapitalistycznym i socjalistycznym. Ocena przydatności technicznych rozwiązań elektryfikacji rolnictwa pochodzących z okresu przedwojennego. Rozwój elektryfikacji w Polsce Ludowej. Ustawodawstwo formy organizacyjne. Dostosowanie urządzeń energetycznych do nowych potrzeb rolnictwa. Wskaźniki, wykazujące celowość stosowania energii elektrycznej w gospodarce rolnej.

Развитие электрификации сельского хозяйства в Польше. Хозяйственно-общественное значение электрификации сельского хозяйства в условиях капиталистического и социалистического строя. Оценка пригодности технических решений в области электрификации сельского хозяйства, применявшихся в довоенное время. Развитие электрификации в Народной Польше. Законодательство и организационные формы. Приспособление энергетических устройств к новым потребностям сельского хозяйства. Показатели, подтверждающие целесообразность применения электрической энергии в сельском хозяйстве.

Rural electrification developments in Poland. The economic and social importance of farm electrification in capitalist and socialist systems of government. Opinion as to the adaptability of technical solutions, drawn up prior to the recent war, for farm electrification. Electrification development in People's Poland. Legislation and organisational forms. Adaptation of power equipment to modern farming requirements. Indices pointing to the rationality of using electric power in farm husbandry.

1. Wstęp.

Przez elektryfikację rolnictwa rozumiemy na ogół doprowadzenie energii elektrycznej do zagród i gospodarstw rolnych, dzięki czemu podnosi się stopa życiowa mieszkańców wsi. Ocena elektryfikacji rolnictwa w kraju jedynie na podstawie najogólniejszych wskaźników — liczby zelektryfikowanych wsi oraz zużycia energii elektrycznej na ha ziemi ornej — byłaby zbyt powierzchowna, o stanie bowiem i poziomie elektryfikacji rolnictwa decydują nie liczby przeciętne, lecz głębsze rozważania ekonomiczno-społeczne. Dla właściwej oceny powinniśmy również wiedzieć, jak się dzieli dochód społeczny w rolnictwie na poszczególne jednostki i warstwy oraz jakie są zdolności kapitałowe jednostek, które dzięki posiadaniu odpowiednich środków są w stanie organizować dużą i taną, a mimo tego bardzo opłacalną, produkcję opartą na nowoczesnych zelektryfikowanych urządzeniach.

Inwestycje kapitalizmu skierowane na elektryfikację rolnictwa noszą wszelkie cechy egoizmu, podyktowane zresztą podstawowym ekonomicznym prawem ustroju kapitalistycznego. Inwestycje są dokonywane tylko w celu przysposobienia bezpośrednich korzyści inwestorowi. Taka elektryfikacja rolnictwa zatraci swój cel społeczny i gospodarzy mimo pozornych osiągnięć cyfrowych w statystykach.

Nie wszyscy zdają sobie sprawę, jak potężnym czynnikiem jest elektryfikacja rolnictwa, kierowana we właściwy sposób: przeobraża ona całe życie gospodarce, a osiągnięcia jej w znacznym stopniu decydują o rozwoju kraju. Zelektryfikowane rolnictwo oparte na nowych podstawach gospodarczo-technicznych, staje się decydującym źródłem wszechstronnej mechanizacji wszystkich gałęzi rolnictwa, w tej liczbie i uprawy roli, i umożliwiania rolnictwu wytwarzanie obfitości wszystkich produktów spożywczych, surowców dla przemysłu i wytworów codziennego użytku.

Lenin wysunął zadanie: „przebrać gospodarke całego kraju, w tej liczbie i rolnictwo, na nową bazę techniczną, na techniczną bazę nowoczesnego wielkiego przemysłu; taką bazą jest tylko elektryczność”. Partia Komunistyczna i rząd ZSRR konsekwentnie kroczą i kroczą po tej drodze osiągając wielkie sukcesy.

Od małych elektrowni pionierskich o mocy 20—30 kW, które w swoim czasie dawały wsi radzieckiej przede wszystkim „zarówek i lica”, przez plan GOELRO z roku 1920, przewidujący budowę 30 elektrowni o mocy 1,5 mln. kW w ciągu 10—15 lat, ZSRR doszła obecnie do rocznej budowy elektrowni na ogólną moc ok. 3 mln. kW. Wodne elektrownie Kujbyszewska i Stalingradzka — każda z osobna — przewyższają moce wszystkich elektrowni przewidzianych w planie GOELRO. Potężny wzrost produkcji energii najlepiej określają liczby: ok. 0,5 mlrd. kWh w roku 1920, 177 mlrd. kWh w 1952 r.

Rząd ZSRR zadecydował, że 17,5% całkowitej produkcji z elektrowni Kujbyszewskiej i Stalingradzkiej przeznacza się na nawodnianie i bezpośrednie potrzeby rolnictwa. Poza tym energia elektrowni Kachowskiej, Cymlańskiej i Amu-Daryjskiej jest przeznaczona przede wszystkim do celów nawodnienia i elektryfikacji rolnictwa. Dzięki temu elektryfikacja rolnictwa z roku na rok nabiera coraz większej wagi w rozwoju rolnictwa socjalistycznego.

Problem elektryfikacji jest ściśle związany z osiągnięciami rozwoju gospodarki socjalistycznej w całości, a rolnictwa socjalistycznego w szczególności. Doświadczenie zdobyte w elektryfikacji przemysłu socjalistycznego jest szeroko wykorzystywane przy rozwiązywaniu zadań elektryfikacji rolnictwa, dzięki czemu osiągnięto na tym odcinku ogromne zdobycze.

W uchwałach rządu ZSRR o wielkich budowach komunizmu po raz pierwszy w historii ZSRR wysunięto konkretne praktyczne zadanie wszechstronnej mechanizacji całego rolnictwa przez wyzyskanie energii elektrycznej i przede wszystkim szerokie stosowanie ciągników elektrycznych. Na XIX zjeździe KPZR G.M.

Malenkov wskazał: „wielkie budowle komunizmu otwierają szerokie możliwości elektryfikacji produkcji rolniczej, wprowadzenia orki elektrycznej, zastosowania kombajnów elektrycznych i innych maszyn rolniczych o napędzie elektrycznym”.

Tak wygląda elektryfikacja rolnictwa, prowadzona przez państwo o ustroju socjalistycznym, podyktowana wymaganiami podstawowego ekonomicznego prawa socjalizmu.

Elektryfikacja rolnictwa staje się tu zasadniczym elementem nowych podstaw ekonomiczno-technicznych ustroju socjalistycznego, staje się problemem powszechnym, którego rozwiązanie jest jednym z najbardziej żywotnych zadań ekonomiczno-politycznych w dalszym rozwoju rolnictwa.

2. Elektryfikacja przedwojenna w Polsce.

W Polsce przedwojennej energetyka była we władaniu zagranicznych spółek akcyjnych, a nieliczne większe elektrownie samorządowe podlegały pośrednio tym samym wpływom wskutek zależności finansowej od dostawców urządzeń wytwórczych, sprzedawanych z zagranicy.

Akta prawne, określające stosunek między koncesjonariuszami zakładów energetycznych a rządami przedwojennymi, nie zawierały żadnych konkretnych postanowień zmierzających do szeroko pojętej elektryfikacji kraju. „Uprawnienie rządowe” podawało wprowadzić liczbę kilometrów, o którą należy rocznie rozbudować sieci energetyczne, pozostawiało jednak w zasadzie koncesjonariuszowi swobodę wyboru szlaków, a tym samym możliwość ustalenia opłacalności budowy.

Poza określoną „przymusową” budową uprawnienie nakładało na zakład energetyczny obowiązek doprowadzenia sieci do każdego zgłaszającego się odbiorcy, jeśli ten ze swej strony zobowiąże się do rocznego poboru 60 kWh na 1 m.b. wybudowanej linii niskiego napięcia, względnie 2000 kWh, jeśli zachodziła konieczność doprowadzenia energii na wysokim napięciu.

Praktycznie wymagania te uniemożliwiały prawie całkowicie korzystanie z tego „przywileju”, a dla warunków wiejskich były zupełną fikcją, jeżeli wziąć pod uwagę ówczesne ubogie wyposażenie wsi w sprzęt mechaniczny i maszyny rolnicze. Zaciągnięcie zobowiązań do poboru nadmiernych ilości energii było wykluczone, a więc koszty prawie wszystkich inwestycji wykonanych na wsi w latach 1919 do 1939 zostały w pełnej wysokości pokryte przez zainteresowanych.

W tych to warunkach — przy braku powiązania między potrzebami ogólnej gospodarki narodowej, a zainteresowaniami akcjonariuszy zakładów energetycznych, w szczególności jeśli chodziło o dokonanie inwestycji, które przynosiły korzyści nie bezpośrednio jednostce inwestującej, lecz innej gałęzi gospodarki narodowej — elektryfikacja okręgów wiejskich była według poglądów akcjonariuszów nie rentowna dla energetyki, gdyż czas wyzyskania mocy zainstalowanej był niski, natomiast nakłady inwestycyjne i koszty eksploatacji były niewspółmiernie wysokie w porównaniu z wpływami od użytkowników wiejskich za dostarczoną energię.

Okoliczność powyższa wywarła swoje piętno na elektryfikacji wsi w Polsce, była głównym powodem jej niskiego stanu w okresie przedwojennym. Według danych zebranych po ustaniu działań wojennych w r. 1945 na ziemiach dawnych było zelektryfikowanych około 1830 gromad, z czego na okres do 1919 r. przypada około 1000, na lata międzywojenne około 500, na lata okupacji około 330. Średni roczny przyrost wynosił 23 elektryfikowane wsi.

Dobry start elektryfikacji wsi był możliwy dzięki upaństwowieniu w 1945 r. wszystkich zakładów energetycznych, działających jako spółki akcyjne, dekret zaś o „Planowej Gospodarce Energetycznej” z dnia 4. 7. 1947 r. usunął resztę przeszkód. Zwycięża pogląd, że elektryfikacja rolnictwa nie jest sprawą rentowności lub nierentowności zakładów wytwarzających lub zbywających energię elektryczną, lecz jest kardynalnym warunkiem stworzenia podstaw ustroju socjalistycznego.

Stan wyjściowy dla elektryfikacji rolnictwa pod względem techniczno-gospodarczym był w 1945 r. po ustaniu działań wojennych następujący: 1830 gromad zelektryfikowanych na ziemiach dawnych oraz 1680 na ziemiach odzyskanych, jako pozostałość z 8600 gromad, które według statystyki niemieckiej były już zelektryfikowane przed wojną. Taki był stan ilościowy, lecz bardzo różnorodne były cechy charakterystyczne i wartość użytkowa tych inwestycji.

Na ziemiach odzyskanych urządzenia były dostosowane do zasilania gospodarstw nastawionych w dużej mierze na przesadną indywidualizację. Były to gospodarstwa mające po kilka silników od 0,5 k.m. dla sprzętu kuchennego do 10 i 15 k.m. dla dużych zespołów młocarnianych i innych maszyn gospodarczych. Sieci niskiego napięcia były wobec tego bardzo bogato wymiarowane — z reguły czteroprzewodowe i wspierane dużą liczbą stacji transformatorowych. Bogactwo inwentarza było wynikiem szczególnego faworyzowania kolonizatorów niemieckich na naszych ziemiach ze względów politycznych.

Spuścizna z przedwojennego okresu na ziemiach dawnych przedstawiała się ubogo. Sieci niskiego napięcia były wyłącznie dwuprzewodowe, obejmowały swoim zasięgiem przeważnie tylko część gromady, a mimo to doprowadzano je do odbiorców odległych często o cztery i więcej kilometrów od stacji transformatorowej.

W sieciach wysokiego napięcia w obu przypadkach występowały napięcia od 1 kV do 40 kV włącznie, a rozwiązania techniczne często różniły się zasadniczo od siebie, gdyż niemal każde przedsiębiorstwo energetyczne miało swoją własną politykę inwestycyjną, swoją odrębną kalkulację, swój własny punkt widzenia co do przydatności zakresu wyposażenia oraz stosowało maszyny, urządzenia i aparaty tej wytwórni, która miała swój udział w kapitale danego przedsiębiorstwa.

Taki rozwój elektryfikacji wsi na ziemiach odzyskanych i ziemiach dawnych nie był dziełem przypadku, lecz logicznym skutkiem kapitalistycznego ustroju panującego w tych krajach, a rażące różnice były jedynie wynikiem odmiennych podstaw techniczno-gospodarczych. Elektryfikacja rolnictwa służyła przede wszystkim bogatym posiadaczom środków produkcji.

Wartość użytkowa elektryfikacji w Polsce przedwojennej stała na poziomie kraju technicznie bardzo zaoferowanego, gdyż urządzenia elektryczne miały więcej charakter konsumpcyjny niż produkcyjny. Bardzo tania siła robocza nie zachęcała do kosztownych inwestycji zwłaszcza, że przemysł krajowy pokrywał potrzeby w bardzo małym stopniu i nabywca zmuszony był pokrywać koszty importu.

3. Nowe drogi elektryfikacji rolnictwa.

Przez długie lata panował u nas pogląd, że elektryfikacja wsi polega na doprowadzeniu sieci do ośrodków wiejskich i że na tym kończy się rola elektryfikatorów. Jest to taki sam błąd, jak nazwanie wzniesionych hal fabrycznych gotową fabryką.

Elektryfikatorzy muszą rozwiązać dwa współzależne problemy. 1) muszą stworzyć właściwe warunki techniczne do elektryfikacji rolnictwa, tzn. umożliwić rolnictwu pobór energii elektrycznej w potrzebnych ilościach za pośrednictwem urządzeń zapewniających ciągłość dostawy energii; 2) muszą wyposażać rolnictwo w odpowiednie urządzenia, które pozwolą rolnikowi korzystać z energii elektrycznej przez daleko posuniętą elektryfikację i mechanizację produkcji rolniczej.

Zagadnienie drugie wymaga doskonałej znajomości zadań podstawionych rolnictwu, samego przebiegu produkcji rolniczej, obliczeń gospodarczych co do opłacalności stosowania energii w poszczególnych gałęziach rolnictwa, doświadczeń przeniesionych z elektryfikacji przemysłu i dostosowanych do szczególnych warunków w rolnictwie, wreszcie wymaga samego przemysłu zdolnego do wyprodukowania potrzebnych maszyn i sprzętu.

Zatrzymujemy się wprawdzie na drugim z dwu wymienionych wyżej punktów, gdyż z niego wynikają moce potrzebne do zainstalowania w rolnictwie i ilości energii do ich zasilania. Wielkości te mają z kolei zasadniczy wpływ na prawidłowe rozmieszczenie elektrowni, na określenie ich wielkości i ustalenie właściwego napięcia sieci przesyłowych, na usytuowanie stacji redukcyjnych, na konfigurację sieci rozdzielczych, na dobór materiału przewodowego.

Niestety, tego problemu nie udało się u nas rozwiązać w sposób bezpośrednio zadowalający, zadanie bowiem jest bardzo trudne, gdyż na wsi mamy nadal jeszcze niejednorodny ustrój gospodarczy: zupełnie inne kryteria należy stosować do gospodarstw indywidualnych, niż do spółdzielni produkcyjnych i państwowych gospodarstw rolnych.

Gigantyczne zamierzenia ZSRR — nawet z poprzednich etapów elektryfikacji — wynikają z zupełnie innych potrzeb państwa o olbrzymich rozmiarach i wielokrotnie większym zaludnieniu w porównaniu z Polską, nie mogą więc w swych założeniach służyć nam za wzór bezpośrednio. Jednak dokładna analiza potrzeb naszego rolnictwa, oparta na metodach radzieckich, doprowadziła do ustaleń dla nas wskaźników, służących za podstawę do projektowania. Nabyte własne doświadczenie wskazuje, że przyjęte u nas dane pozwalają na przejście gromady z gospodarki indywidualnej na spółdzielczą bez narażenia jej na brak mocy i bez konieczności nadmiernie sutego projektowania urządzeń we wsiach indywidualnych.

Najważniejsze nasze postanowienia głoszą, że jako odbiory wiejskie należy rozumieć:

a) odbiory bytowe, obejmujące oświetlenie mieszkań, szkół, urzędów, ulic, budynków socjalnych itp. oraz drobne odbiorniki gospodarstwa domowego i rzemiosła (żelazka, radio-aparaty, kuchenki elektryczne, grzałki, maszyny do szycia, piły, szlifiarki itp.);

b) odbiory rolniczo-produkcyjne w postaci urządzeń służących do mechanizacji produkcji rolniczej (młocarnie, wialnie, śrutowniki, sieczkarnie, wirówki do mleka, dojarki, parniki, kuźnie

itp.) własności państwowej w rolnych gospodarstwach państwowych, spółdzielczej w spółdzielczych ośrodkach gospodarczych i prywatnej we wsiach o gospodarce indywidualnej;

c) odbiory przemysłowe w zakładach miejscowego przemysłu rolnego i spożywczego (browary, gorzelnie, młyny, krochmalnie, mleczarnie itp.) oraz w punktach technicznej obsługi rolnictwa (POM, GOM, TOR itp.), ewentualnie jeszcze inne zasilane z sieci wiejskich.

Obciążenie stacji zasilającej, wytwarzane przez odbiory wiejskie, cechują dwa szczyty:

a) młockarniany występujący w ciągu dnia w okresie od sierpnia do listopada i pochodzący od młockarni i maszyn pomocniczych w gospodarce zbożowej;

b) oświetleniowy jesienno-zimowy, pochodzący głównie od odbiorników bytowych i w pewnej mierze od odbiorników rolniczo-produkcyjnych w gospodarce hodowlanej i nakładający się na szczyt ogólnie-energetyczny jesienno-zimowy.

Ponieważ szczyt młockowy podlega regulowaniu zarówno co do czasu, jak i co do wielkości, przy obecnym stanie rozwoju elektryfikacji rolnictwa jedynie szczyt oświetleniowy jest tym, z którym liczy się energetyka.

Podstawę obciążenia największego (15-minutowego) obciążenia stacji zasilającej odbiory wiejskie stanowi w przypadku wsi o gospodarce spółdzielczej lub indywidualnej liczba zagrod, w przypadku państwowych gospodarstw rolnych — powierzchnia ziemi uprawnej.

Srednią moc instalowaną odbiorów bytowych i rolniczo-produkcyjnych we wsi przyjmuje się równą 3 kW na jedną zagrodę chłopską przy współczynniku jednoczesności w wiejskiej stacji transformatorowej 0,1. W przypadku wsi o gospodarstwach karłowatych, jak np. w woj. krakowskim, rzeszowskim i stalinogrodzkiem, należy przyjmować 2 kW na zagrodę.

Srednią moc instalowaną w państwowym gospodarstwie rolnym o powierzchni ok. 250 ha ziemi użytkowej przyjmuje się równą 70 kW przy współczynniku jednoczesności w zasilającej wiejskiej stacji transformatorowej 0,3. Dla konkretnego przypadku średnią moc należy obliczyć proporcjonalnie do obszaru ziemi użytkowej, przyjmując jednak nie mniej, niż 15 kW w szczycie obciążenia.

Niezależnie od ustaleń wytycznych do projektowania dokonuje się obserwacji i pomiarów w już zelektryfikowanych obiektach dla uzyskania materiałów do ewentualnej korekty założeń.

Na podstawie przyjętych wytycznych opracowano projekt całkowitej elektryfikacji rolnictwa, obejmujący wszystkie gromady w Polsce. Projekt ten służy wykonawstwu do wyznaczania tras linii, ustalania przekrojów przewodów, a przede wszystkim do wyznaczania punktów redukcyjnych przy uwzględnieniu obciążeń wynikających z odbiorów nierolniczych.

Analiza obecnego projektu wykazuje, że słuszne będzie wytwarzanie energii elektrycznej w elektrowniach państwowych dużej mocy, gwarantujących najbardziej ekonomiczne wyzyskanie zasobów energetycznych. Wiejska ludność zamieszkuje w 40 000 gromad rozmieszczonych dość równomiernie i odległych od siebie średnio około 3—4 km. Dzięki takiej strukturze odbioru elektryfikacja rolnictwa za pośrednictwem sieci, opartych na punktach redukcyjnych i energetycznych układach sieciowych, daje najlepszą gwarancję elastycznego dostosowania się do potrzeb rolnictwa.

Ponieważ istniejąca sieć jest jeszcze — w porównaniu z projektem całkowitej elektryfikacji — b. uboga, mogą zdarzać się wypadki, że względy gospodarki rolnej będą wymagać elektryfikacji nim będzie możliwe doprowadzenie energii za pomocą sieci. W takich wypadkach terenowe elektrownie małej mocy, wyzyskujące miejscowe źródła surowców, będą czasowo dostarczać energii. Późniejsze powiązanie ich z układem sieciowym usprawni ich koszt budowy w ogólnym bilansie energetycznym.

Jak z powyższego wynika, zadanie elektryfikatorów polskich nie kończy się na ustaleniu napięcia do celów rolniczych na 15 kV, na najbardziej ekonomicznym rozwiązaniu technicznym budowy stacji i sieci oraz na samym wykonawstwie. Żywiolowe i masowe zakładanie spółdzielni produkcyjnych pociąga za sobą powstanie państwowych ośrodków maszynowych, skąd wynika nowe zapotrzebowanie mocy. Elektryfikacja rolnictwa nie może odbywać się w oderwaniu od ustroju społeczno-gospodarczego wsi, a rozwiązania techniczne muszą służyć tym przeobrażeniom zachodzącym na wsi, muszą zapewnić rolnictwu podstawę techniczną do całkowitej mechanizacji przy pomocy energii elektrycznej.

4. Ustawodawstwo w dziedzinie elektryfikacji rolnictwa.

W roku 1945 przystąpiono niezwłocznie do usuwania zniszczeń wojennych zarówno w sieciach zasilających wsie, jak i w samych wsiach. Mimo dużego zużycia materiałów na ten cel elektryfikowano również nowe wsie w trybie do tego czasu sto-

sowanym, to znaczy odpłatnie i bez specjalnego doboru. Wyniki gospodarze były często nieduże, ponieważ budowano długie odcinki sieci nie uwzględniając wsi położonych po drodze, które też nie brały udziału w pokryciu kosztów inwestycyjnych.

W roku 1947 elektryfikacja rolnictwa miała już specjalne środki inwestycyjne w Narodowym Planie Gospodarczym. Udział państwa w inwestycjach w formie dotacji do ~ 30% kosztów pozwolił na lepszy dobór inwestycji i częściowo na planowe ujęcie ich. Rola społecznego opiniodawcy spełniał tu Związek Samopomocy Chłopskiej. Elektryfikacja wsi jednak nadal była zależna od wpłat przyszłych użytkowników. Przy tym zakres robót był ograniczony i obejmował wyłącznie urządzenia energetyczne, brośka zaś o materiały instalacyjne i wykonawców była pozostawiona chłopom. Ponadto — mimo ingerencji Z.S.Ch. i społecznych komitetów elektryfikacji wsi — podział ciężarów przypadający na poszczególnych chłopów był często niesprawiedliwy.

Wszystkie te ujemne strony oraz dążenie do właściwego przygotowania 6-letniego planu rozwoju gospodarczego i budowy podstaw socjalizmu na lata 1950—1955 doprowadziły do ujęcia całości zagadnienia elektryfikacji rolnictwa w formie aktów ustawodawczych i znalazły swój wyraz w Ustawie z dnia 28 czerwca 1950 r. o powszechnej elektryfikacji wsi i osiedli.

Ustawa ta kładzie kres wszelkiej przypadkowości w elektryfikacji, gdyż zobowiązuje do objęcia elektryfikacją wszystkich gromad i osiedli, do których dochodzi lub według planu inwestycyjnego ma dochodzić linia elektryczna. Innowacją jest również rozszerzenie zakresu inwestycji na instalacje w budynkach mieszkalnych i gospodarczych. Dla ścisłego powiązania elektryfikacji wsi z potrzebami terenu ustawa przewiduje powołanie komisji dla spraw elektryfikacji wsi przy prezydiach wojewódzkich i powiatowych rad narodowych dla sprawowania społecznej kontroli nad powszechną elektryfikacją oraz dla opiniowania projektów planów elektryfikacji, opracowanych przez państwowe przedsiębiorstwa elektryfikacji rolnictwa.

Najdonioślejszy jednak jest punkt ustawy, który wykazuje specjalną troskę o elektryfikację rolnictwa. Państwo przewiduje w narodowych planach gospodarczych środki finansowe na pełną realizację zamierzeń inwestycyjnych, wyznaczając objętym elektryfikacją opłatę elektryfikacyjną.

Rada Ministrów biorąc pod uwagę łączne obciążenia chłopów ustaliła udział państwa w kosztach inwestycji elektryfikacji rolnictwa wraz z instalacjami w wysokości ok. 60%. Opłatę elektryfikacyjną ustala się w sposób najbardziej sprawiedliwy, gdyż uzależniono ją od przychodowości gospodarstwa, a nie od rzeczywistych kosztów, wynikających z odległości od punktów zasilania, rozmiarów sieci lub innych warunków technicznych. Rada Ministrów stosuje ponadto ulgi rozkładając opłatę elektryfikacyjną na 3 lata w sześciu ratach.

Dla uniknięcia dowolności w wykonaniu instalacji Minister Rolnictwa w myśl ustawy reguluje drogą zarządzenia zakres powszechnej elektryfikacji. Zarządzenie przewiduje 3 normy dla wykonania instalacji, uzależnione od szacunkowego rocznego przychodu, a mianowicie:

I grupa o przychodowości do 6700 zł: wykonanie 2 punktów świetlnych w mieszkaniu i 1 gniazda wtykowego w mieszkaniu lub — na żądanie uprawnionego — 1 punktu świetlnego w mieszkaniu, 1 gniazda wtykowego w mieszkaniu i 1 punktu świetlnego w zabudowaniach gospodarskich;

II grupa o przychodowości od 6700 do 13400 zł: wykonanie 2 punktów świetlnych w mieszkaniu, 1 gniazda wtykowego w mieszkaniu i 1 punktu świetlnego w zabudowaniach;

III grupa o przychodowości ponad 13400 zł: wykonanie 3 punktów świetlnych w mieszkaniu, 1 gniazda wtykowego w mieszkaniu i 1 punktu świetlnego w zabudowaniach gospodarskich.

Wysokość całkowitej opłaty dla gospodarstw objętych planem w 1953 r. wyniosła — zależnie od przychodowości — dla I-szej grupy 870 zł, dla II grupy od 1040 do 1830 zł, dla III grupy od 2140 do 3100 zł. Półroczna rata wynosi zatem dla gospodarstw o najniższej przychodowości zł 109, dla gospodarstw o przychodowości ponad 16300 zł półrocznie zł 516,50.

5. Organizacja elektryfikacji rolnictwa.

Sprawy dotyczące inwestycji i wykonawstwa elektryfikacji rolnictwa prowadziły do połowy 1951 r. włącznie komórki organizacyjne energetyki. Ponieważ zakres wykonawstwa elektryfikacji rolnictwa w swojej pierwszej fazie pokrywał się z normalnym zakresem pracy zakładów energetycznych, nie występowały wtedy żadne trudności. Z chwilą jednak wejścia w życie Ustawy o powszechnej elektryfikacji wsi i rozszerzenia wykonawstwa na instalacje energetyka zmuszona była wykonawstwo zlecić przedsiębiorstwu montażowo-budowlanym. Dalszy rozwój elektryfikacji rolnictwa i coraz większe jej znaczenie w naszej gospodarce narodowej wymagał nowych form organizacyjnych. Do tego

momentu zagadnienie elektryfikacji należało do kilku resortów: do energetyki jako inwestora, do rolnictwa jako użytkownika i do kilku dalszych resortów jako wykonawców.

Uchwała Prezydium Rządu z dnia 14 kwietnia 1951 r. w sprawie organizacji elektryfikacji rolnictwa głosi: w celu zwiększenia wydajności gospodarki rolnej przez wprowadzenie do rolnictwa w jak najszerzym zakresie zastosowania energii elektrycznej oraz z uwagi na specyfikę gospodarki rolnej, wymagającej jednolitego traktowania wszystkich zagadnień związanych z zaspokojeniem potrzeb energetycznych, tworzy się w ramach Ministerstwa Rolnictwa Centralny Zarząd Elektryfikacji Rolnictwa. Przedmiotem działania CZER jest:

1) ustalenie potrzeb energetycznych dla poszczególnych gałęzi rolnictwa, skoordynowanie tych potrzeb z zadaniami energetyki i prezydium wojewódzkich rad narodowych oraz opracowanie na tej podstawie programu elektryfikacji rolnictwa w skali ogólnokrajowej;

2) zbadanie możliwości i opracowanie planu wyzyskania istniejących siłowni wodnych i wiatrowych małej mocy dla celów elektryfikacji rolnictwa, jak również opracowanie programu budowy nowych siłowni tego rodzaju;

3) ustalenie zadań dla instytutów naukowo-badawczych, dotyczących użytkowania energii elektrycznej pod kątem widzenia postępu techniki i ekonomiki rolnej;

4) współpraca z właściwymi instytutami naukowo-badawczymi i przemysłem dla ustalenia asortymentu i wysokości produkcji odbiorników elektrycznych dla rolnictwa;

5) planowanie inwestycji elektryfikacji rolnictwa w zakresie urządzeń elektrycznych do wytwarzania, przesyłania, przetwarzania i rozdzielu energii oraz wewnętrznych urządzeń odbiorczych;

6) szkolenie zawodowe kadr dla elektryfikacji rolnictwa i instruowanie odbiorców wiejskich co do właściwego użytkowania energii elektrycznej;

7) koordynowanie, nadzorowanie, kontrolowanie i ogólne kierownictwo działalności gospodarczej podległych przedsiębiorstw.

Równocześnie Uchwała zleca Ministrowi Rolnictwa utworzenie przedsiębiorstw elektryfikacji rolnictwa, do których ma należeć:

1) budowa i montaż urządzeń energetycznych i wewnętrznych urządzeń odbiorczych w imieniu i na rzecz użytkowników tych urządzeń;

2) wykonywanie inwestycji radiofonicznych na zlecenie Państwowego Przedsiębiorstwa Radiofonizacji Kraju w jednostkach objętych planem inwestycyjnym elektryfikacji rolnictwa;

3) opracowanie projektów planu elektryfikacji rolnictwa oraz użytkowania energii elektrycznej w porozumieniu z prezydiami wojewódzkich rad narodowych (wydziały rolnictwa i leśnictwa);

4) pełnienie funkcji inwestora zastępczego w zakresie elektryfikacji rolnictwa na rzecz przyszłych użytkowników;

5) nadzorowanie sposobu właściwego użytkowania energii do celów rolniczych.

Wykaz przedsiębiorstw ustalił Minister Rolnictwa za zgodą Przewodniczącego Państwowej Komisji Planowania Gospodarczego.

W ten sposób powstało 8 przedsiębiorstw, które działają na terenie jednego lub wielu województw w zależności od natężenia prowadzonych robót, powstały centralne warsztaty do zaopatrywania przedsiębiorstw w kompletne stacje transformacyjne, konstrukcje słupowe, stojaki itp. oraz warsztaty remontowe w Kaliszu, które naprawiają silniki elektryczne dla całego rolnictwa w Polsce.

Przedsiębiorstwa elektryfikacji rolnictwa pracują na podstawie specjalnie opracowanej instrukcji organizacyjnej, którą dostosowano do szczególnych warunków elektryfikacji rolnictwa i pracy terenowej.

6. Użytkowanie energii elektrycznej w rolnictwie.

Inwestycje prowadzone od 1945 r. dały już poważne rezultaty. Na koniec 1953 r. jest w Polsce 13 600 gromad przyłączonych do sieci. Setki państwowych gospodarstw rolnych, państwowych ośrodków maszynowych i spółdzielczych ośrodków gospodarczych nie wyobrażają sobie już dziś pracy bez korzystania z usług energii elektrycznej. W dużym stopniu wyrównano niedociągnięcia z okresu przed uchwaleniem Ustawy o powszechnej elektryfikacji wsi przez uzupełnienie sieci i instalacji w ramach tak zwanej „doelektryfikacji”.

Również i niebezpośrednio zainteresowane społeczeństwo wie, że zadaniem elektryfikacji wsi jest dostarczenie rolnictwu energii, która ma przez samą swoją istotę najbardziej doskonałą i uniwersalną formę, wobec możliwości każdorazowej jej przemiany na energię dostosowaną do chwilowych potrzeb. Nie ma dziś prawie dziedzin w rolnictwie, w której energia elektryczna nie znalazłaby zastosowania, a przyczynił się do tego ogólny postęp techniczny oraz wyzyskanie doświadczeń ZSRR. Rolnicy wysoko cenią sobie walory energii elektrycznej i coraz lepiej

umieją z niej korzystać dla zwiększenia ilości i polepszenia jakości produktów rolnych.

Napęd elektryczny już dziś znalazł w Polsce szerokie zastosowanie przy młóce, czyszczeniu, segregacji i wewnętrznym transporcie zboża. Rejestrowany udział silników w omlotach wzrósł w gospodarstwach upolowanych z 3500 sztuk w roku 1950 do ok. 15 500 szt. w roku 1953 — prócz 37 200 sztuk znajdujących się w gospodarstwach indywidualnych. W hodowli zwierząt energia elektryczna oddaje dobre usługi do przygotowania karmy, łatwego zasilania w wodę poideł i utrzymywania higienicznego stanu zwierząt i pomieszczeń, jak również do sprawnego i wydajnego uzyskiwania produktów zwierzęcych, jak np. przez szeroko stosowane dojarki elektryczne, urządzenia do strzyżenia owiec, inkubatory itp. W mleczarstwie stosowanie elektryczności do napędu, grzania i chłodzenia stało się sprawą powszechną. Nauka na coraz wyższym poziomie wprowadza do rolnictwa specjalnie dostosowane aparaty, wytwarzające promienie podczerwieni lub ultrafioletowe, gdyż, jak stwierdzono, promienie te wpływają bardzo dodatnio na rozwój roślin i zwierząt, a zastosowanie do naświetlania produktów rolnych polepsza ich jakość przy jednoczesnym znacznym przedłużeniu ich trwałości. Nie można też pominąć specjalnej roli oświetlenia elektrycznego na wsi, które zmienia bardzo korzystnie tryb życia przez przedłużenie dnia zimowego, przez stworzenie odpowiednich warunków dla nauki i zapoznania się ze zdobyczami kulturalnymi, przez zwiększenie wydajności, jakości i bezpieczeństwa dzięki możliwości dobrego oświetlenia miejsca pracy przy znacznym zmniejszeniu groźby pożaru.

Nie są natomiast szerzej znane rzeczywiste cyfrowe wyniki gospodarce, które daje energia elektryczna stosowana w rolnictwie. Zestawione poniżej wyniki na podstawie kilkunastoletniej praktyki radzieckiej wykazują, że zastosowanie napędu elektrycznego przy młóce i procesach pomocniczych (czyszczenie i sortowanie ziarna, prasowanie słomy itp.) zużywa na jedną tonę ziarna 10,8 robotniko-godzin wobec 31,7 rob.-godz. w przypadku napędu traktorowego. W porównaniu z pracą kieratu czas omlotu skracają się więcej niż 6-krotnie. Ponadto silnik elektryczny, zwalniając traktory i silniki spalinowe od omlotów ma w warunkach polskich szczególne znaczenie, gdyż zmniejsza konieczność importu ropy naftowej. Roczna oszczędność wynikająca z elektryfikacji wszystkich procesów umiejscowionych w produkcji rolnej i hodowlanej wynosi 4,5 kg paliw płynnych na 1 ha ziemi ornej.

Zastosowanie elektryczności do nawadniania zmniejsza na kład pracy w porównaniu z dowiezieniem wody przy pomocy zaprzęgu konnego na 1 m³ wody, z 8 do 0,08 rob.-godz. Oprócz tego całkowicie zniknie sprzężenie konny (3 koniogodziny na 1 m³ wody). W porównaniu z napędem silnikiem spalinowym nakład pracy przy napędzie elektrycznym maleje o 25 do 30%, przy czym oszczędność paliwa wynosi około 0,13 kg/m³ wody. Największy wzrost wydajności pracy daje elektryfikacja zasilania w wodę gospodarstw hodowlanych. Zastosowanie automatycznej pompy i wodopoidła z napędem elektrycznym zwiększa wydajność pracy 163 razy.

Kilkakrotnie zwiększa się wydajność pracy przy stosowaniu energii elektrycznej do przygotowania karmy, udoju krów, transportu wewnętrznego, czyszczenia bydła i koni, pompowania gnojówki, przeróbki mleka, strzyż owiec.

Przy ocenie ekonomicznej skuteczności elektryfikacji poszczególnych procesów produkcyjnych bardzo ważne znaczenie ma porównanie rozmiaru uzyskiwanych wyników ze zużyciem energii elektrycznej niezbędnej dla elektryfikacji tego czy innego procesu.

Przy zastosowaniu napędu elektrycznego 1 kWh daje oszczędność 3,5 rob.-godz. obok oszczędności paliwa i wzrostu produkcji.

Wskazuje to na słuszność przyjętych przez nas założeń rozwoju użytkowania energii elektrycznej w rolnictwie przez zastosowanie przede wszystkim silników elektrycznych w procesach umiejscowionych w produkcji rolnej.

Przy elektryfikacji procesów grzejnych 1 kWh oszczędza 0,032 rob.-godz. i 0,018 konio-godzin.

Powyższy przegląd obejmuje zaledwie drobną część wszystkich zagadnień ekonomiczno-technicznych elektryfikacji rolnictwa, mających wpływ na ogólny rozwój gospodarki całego kraju. Pobieżne nawet obliczenia, oparte na danych z literatury radzieckiej wskazują, że zastosowanie elektryczności tylko w omlotach, zaopatrzeniu w wodę i zasadniczych procesach gospodarki hodowlanej da w skali naszego kraju oszczędność około 0,5 mln. godzin pracy robotników rolnych. Ponadto zastąpienie w produkcji rolnej i hodowlanej silników spalinowych silnikami elektrycznymi tylko na połowie powierzchni ziemi ornej w Polsce zaoszczędzi gospodarce narodowej 50 000 ton paliw płynnych w ciągu jednego sezonu. Z powyższych względów zagadnienie użytkowania energii elektrycznej urasta do problemu pierwszorzędnej wagi w rolnictwie.

MGR INŻ. STANISŁAW KRAKOWIAK
CZER — Warszawa

Zagadnienie stosowania linii stalowych w rozdzielczych sieciach wiejskich

621.315.145:669.14:621.316.1.631.116.3(438)

Treść. Warunki i zakres stosowania przewodów stalowych w napowietrznych sieciach wiejskich wysokiego i niskiego napięcia dla obniżenia kosztów inwestycyjnych. Własności elektryczne i mechaniczne stali przewodowej. Porównanie przewodów stalowych z przewodami z metali kolorowych.

Применение стальных тросов в сельских распределительных сетях. Условия и область применения стальных проводов в сельских воздушных сетях высокого и низкого напряжения для снижения их стоимости. Электрические и механические свойства стали для проводов. Сравнение стальных проводов с проводами из цветных металлов.

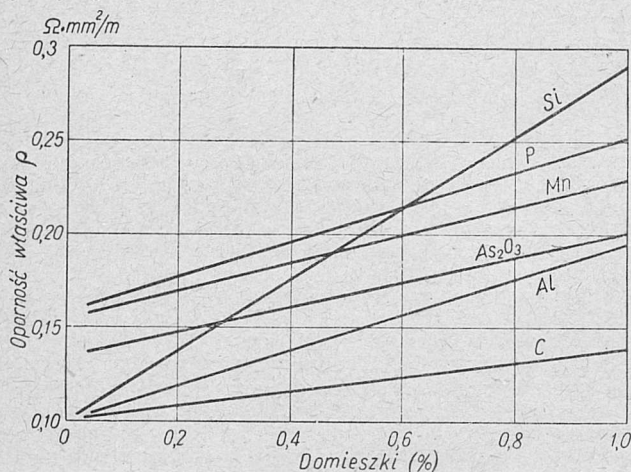
The problem of using steel conductors in rural distributing networks. Conditions and range of applicability of steel conductors in rural H. T. and L. T. overhead systems, as a means of curtailing investment costs. Electrical and mechanical properties of conductor steel. Comparison between steel and non-ferrous metal conductors.

1. Uwagi wstępne.

Rozbudowa wiejskich sieci rozdzielczych, przyłączanych do wielkich układów energetycznych, jest jednym z najbardziej celowych sposobów — w warunkach właściwych naszemu krajowi — zaopatrzenia rolnictwa w energię elektryczną. W tym też kierunku zmierza obecny etap elektryfikacji rolnictwa w Polsce, związany z bardzo poważnymi inwestycjami sieciowymi. Zasilanie jednej — w skali ogólnokrajowej przeciętnej — gromady wiejskiej wymaga pobudowania średnio ok. 2,5 km linii rozdziel-

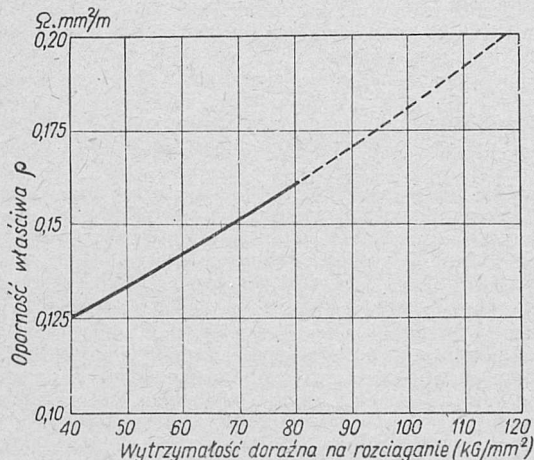
oszczędności i przyspieszenia tym sposobem tempa elektryfikacji i rozwoju rolnictwa.

Małe stosunkowo moce, przenoszone wiejskimi liniami rozdzielczymi pozwalają przypuszczać, że „deficytowe” przewody aluminiowe tych linii w niektórych wypadkach dadzą się z powodzeniem zastąpić przewodami stalowymi. Praktyka wykazała, że stal może być w pewnych przypadkach pełnowartościowym materiałem przewodowym, korzystniejszym od innych nawet



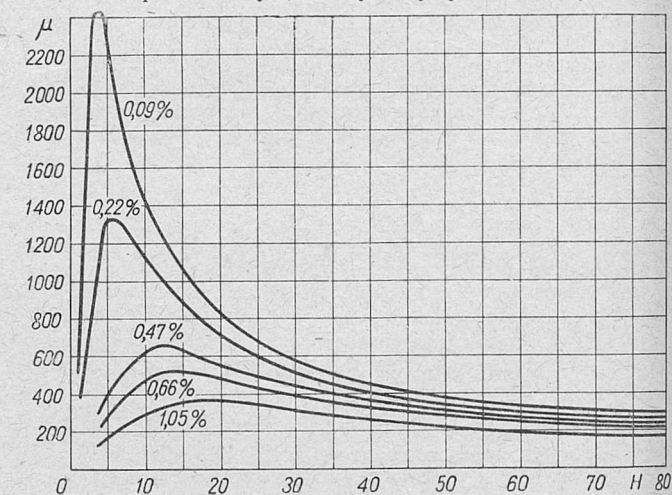
Rys. 1. Zależność oporności właściwej stali przewodowej przy prądzie stałym od zawartości domieszek (krzemu, fosforu, manganu, arseniku, aluminium, węgla)

czej wysokiego napięcia i ok. 3 km linii niskiego napięcia. Elektryfikacja rolnictwa, oparta z reguły na budowanych liniach napowietrznych o przewodach niemal wyłącznie staloaluminowych lub aldrejowych na wysokim napięciu i aluminiowych na niskim napięciu, pochłaniała poważne ilości importowanego surowca, sięgające tysięcy ton rocznie.



Rys. 2. Zależność między opornością właściwą przy prądzie stałym stalowych linii przewodowych a ich wytrzymałością na rozciąganie

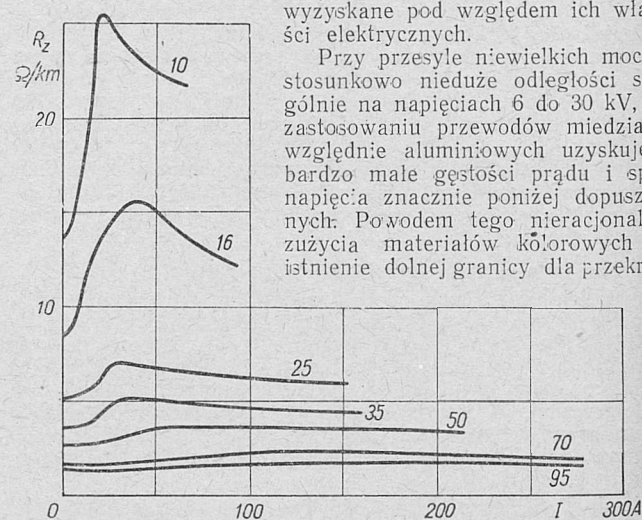
Zakreślony plan państwowy pełnego zelektryfikowania naszego rolnictwa w stosunkowo krótkim czasie zmusza do intensywnego szukania właściwych sposobów osiągnięcia wyraźnych



Rys. 3. Zależność przenikalności magnetycznej różnych rodzajów stali od natężenia pola magnetycznego

w normalnych warunkach. Dostępność tego surowca, niska cena, dobre własności mechaniczne przy zadowalającej przewodności elektrycznej spowodowały szybki rozwój zastosowania przewodów stalowych w słabo obciążonych sieciach. Tu innego rodzaju przewody nie są dostatecznie wyzyskane pod względem ich własności elektrycznych.

Przy przesyłce niewielkich mocy na stosunkowo nieduże odległości szczególnie na napięciach 6 do 30 kV, przy zastosowaniu przewodów miedzianych względnie aluminiowych uzyskuje się bardzo małe gęstości prądu i spadki napięcia znacznie poniżej dopuszczalnych. Powodem tego nieracjonalnego zużycia materiałów kolorowych jest istnienie dolnej granicy dla przekrojów



Rys. 4. Zależność oporności czynnej linii stalowych (40 kg/mm^2) dla prądu zmiennego (R_2) od jego natężenia przy różnych przekrojach podanych w milim. kwadratowych

przewodów linii napowietrznych ze względów mechanicznych. Tak np. przy przesyłce mocy 40 kW na odległość 5 km na napięciu 6 kV przy $\cos \varphi = 0,8$ przewody miedziane o przekroju

10 mm² są wyzyskane zaledwie w 15 — 20%. Toteż w rozdzielniczych wiejskich liniach napowietrznych stosuje się powszechnie przewody stalowe w Stanach Zjednoczonych Ameryki, w Irlandii, Anglii, Indiach, a przede wszystkim w Związku Radzieckim, gdzie olbrzymie planowe inwestycje sieciowe zmuszają do jak najbardziej oszczędnego gospodarowania kolorowymi materiałami przewodowymi. Zarząd Ludowego Komisariatu Gospodarki Komunalnej RSFSR z kwietnia 1941 r. i odpowiednia instrukcja przewidują zastąpienie przewodów miedzianych stalowymi na przyłączach domowych, Ludowy zaś Komisarjat Elektrowni wydał w tymże roku „Wskazówki stosowania przewodów stalowych w napowietrznych liniach przesyłowych wysokiego napięcia”. „Wskazówki” wręcz nakazują stosowanie przewodów stalowych na stałych i przenośnych liniach przesyłowych — niezależnie od ich przeznaczenia — przy napięciu do 110 kV włącznie, oczywiście, po uwzględnieniu szeregu warunków techniczno-ekonomicznych.

„Przepisy budowy przemysłowych urządzeń elektrycznych”, wydane w r. 1944 przez Główny Elektromontaż i Dział Techniczny Ludowego Komisariatu Elektrowni, nakazują:

1) przy budowie elektrycznych linii przesyłowych stosować wyłącznie przewody stalowe i tylko w razie niemożności ich zastosowania — przewody z metali kolorowych (§ 18);

2) stosować zamiast metali kolorowych stal: a) na liniach magistralnych prądu stałego we wszystkich przypadkach, gdzie to nie jest związane z trudnościami konstrukcyjnymi; b) na liniach magistralnych prądu zmiennego przy natężeniu do 500 A; c) na przewody jezdne we wszystkich przypadkach; d) w napowietrznych sieciach siłowych, jeżeli to jest możliwe ze względu na spadek napięcia (§ 214);

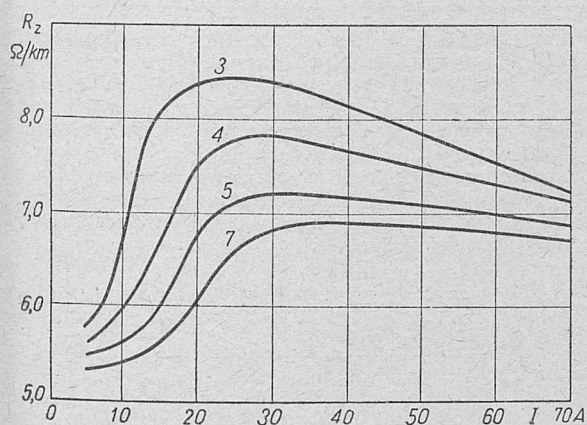
3) jako materiał na przewody uziemiające odbiorników stałych należy stosować wyłącznie stal (§ 352).

Przepisy te świadczą, jak wielkie znaczenie nadaje się w ZSRR sprawie stosowania stali jako przewodnika w liniach napowietrznych.

W niniejszej pracy rozważamy możliwości stosowania przewodów stalowych w poszczególnych elementach sieci rozdzielniczych na obszarach wiejskich w polskich warunkach.

2. Własności elektryczne i mechaniczne stali przewodowej.

Zasadniczą własnością stali jako materiału przewodowego jest znaczna oporność właściwa: dla prądu stałego jest ona 6 do 14 razy, dla prądu zmiennego nawet 40 do 50 razy większa od oporności miedzi. Dla prądu stałego oporność ta waha się w granicach 0,1 — 0,25 Ω · mm²/m. Na jej wartość mają poważny wpływ zanieczyszczenia. Pogarszanie się właściwości



Rys. 5. Zależność oporności czynnej linki stalowej o przekroju 25 mm² (przy długości skreśtu 100 mm) dla prądu zmiennego (R_z) od natężenia prądu i liczby żył

elektrycznych stali zależnie od stopnia zanieczyszczeń widoczne jest z wykresów na rys. 1. Oprócz składu chemicznego poważny wpływ na oporność elektryczną stali ma także obróbka — mechaniczna i cieplna. Wszelka zimna obróbka stali, jak wałowanie, przeciąganie itp., pogarsza jej własności elektryczne; taki sam ujemny wpływ ma hartowanie. Dlatego też jako materiał przewodowy używa się jedynie stali miękkiej, wyżarzanej. Rys. 2 pokazuje wzrost oporności właściwej stali przewodowej przy prądzie stałym w miarę polepszania się jej własności mechanicznych.

Współczynnik cieplny oporności α jest dla przewodu stalowego bardzo duży i waha się przy prądzie stałym w granicach 0,0045 — 0,0050. Opór czynny przewodu stalowego dla prądu zmiennego (R_z) jest większy niż dla prądu stałego (R_{st}) ze

względem na własności magnetyczne stali, powodujące straty na histerezę i prądy wirowe. Współczynnik $k = R_z/R_{st}$ zależy od przenikalności magnetycznej, oporności właściwej, częstotliwości prądu, a także od kształtu przekroju przewodnika. Następujące wzory empiryczne służą do rachunkowego wyznaczenia współczynnika k :

$$k = 1 + 0,84 \cdot \beta^4 \quad \text{przy } \beta < 1,$$

$$k = 0,758 + \sqrt{1,343 \beta^2 - 0,183} \quad \text{przy } 1 \leq \beta < 3,$$

$$k = 0,758 + 1,159 \beta \quad \text{przy } \beta \geq 3,$$

$$\text{przy czym } \beta = d \cdot \sqrt{\frac{f}{\rho_t}} \cdot \mu \cdot 10^{-2},$$

gdzie d — średnica przewodu,

f — częstotliwość prądu,

ρ_t — oporność właściwa (w Ω · mm²/m) przy temperaturze $t^{\circ}\text{C}$,

μ — przenikalność magnetyczna, wyznaczona z wykresów (rys. 3) w zależności od wartości natężenia pola magnetycznego $H = 0,4 I/d$,

I — natężenie prądu przepływającego przez przewód (A).

Zależność $\mu = f(H)$ waha się w szerokich granicach dla stali o różnej zawartości węgla jak pokazuje rys. 3 według pomiarów radzieckich, wszelkie więc rachunkowe ustalenia oporności przewodów stalowych dla prądu zmiennego na podstawie danych z literatury mogą być obciążone bardzo poważnymi błędami; najwłaściwsze jest ustalenie tych wielkości drogą pomiarów wprost jako zależność $R_z = f(I)$ (rys. 4).

Oporność przewodów stalowych dla prądu zmiennego zależy jeszcze od sposobu ich wykonania. Rys. 5 przedstawia wpływ liczby żył w przewodzie na jego oporność czynną dla linki o przekroju 25 mm² przy długości skreśtu 100 mm. Cyframi podano dla poszczególnych krzywych liczbę żył.

Z powyższego wynika, że na zmniejszenie wartości współczynnika k mają wpływ: a) obróbka przewodów na zimno, a więc np. przeciąganie, b) wzrost zawartości węgla, c) dodanie specjalnych zanieczyszczeń, np. wanadu i miedzi, d) wykonanie przewodów w postaci linki wielożyłowej. Pierwsze trzy czynniki powodują pogorszenie własności magnetycznych stali przy jednoczesnym jednak zwiększeniu oporności dla prądu stałego. Trzeci czynnik pogarsza wpływ naskórkowości, gdyż zależność oporu czynnego przewodu stalowego od długości fali elektromagnetycznej λ , wyrażona wzorem

$$R_z = \frac{\lambda \cdot l \cdot \rho}{p},$$

gdzie l — długość przewodu, a p — obwód przekroju przewodu, wskazuje, że im masywniejsze są przewody i mniejsza głębokość przenikania fal elektromagnetycznych w przewód, tym większy jest jego opór czynny. Na przykład, jeżeli dla przewodu trójżyłowego o przekroju 25 mm² z obwodem $p_3 = 2,5 \cdot \pi \cdot d$ określimy opór czynny jako 100%, to dla siedmiożyłowego przewodu o tym samym przekroju, którego obwód równy jest $p_7 = 4,5 \cdot \pi \cdot d$, opór czynny wyniesie zaledwie 79%. Na opór ten ma także wpływ długość skreśtu linki, której optimum występuje przy wartości 18 — 26 razy większej od średnicy przewodu. Przy takiej wartości skreśtu opór linek stalowych — zarówno czynny, jak i indukcyjny — jest mniejszy o 5 ÷ 7% w porównaniu z innymi sposobami skreśtu.

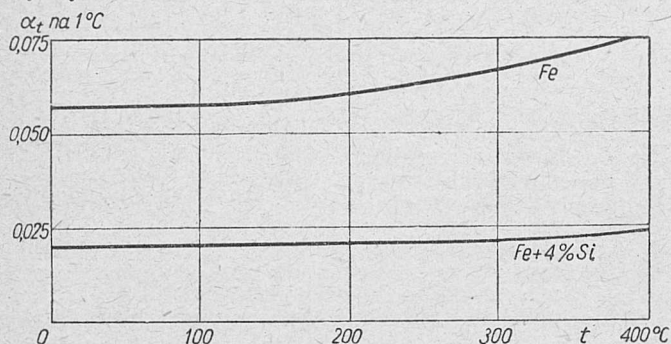
Z powyższego wynika jednak, że dla przewodów o dużym obwodzie w stosunku do przekroju, gdzie zjawisko naskórkowości występuje w małym stopniu, a więc dla cienkich linek wielożyłowych, najlepsza jest stal ciągniona na gorąco, z małym procentem zawartości węgla (0,1 — 0,15%) i z małą ilością innych domieszek. Natomiast przy dużych przekrojach o dużym stosunku S/p lepsze rezultaty osiąga się z przewodami ze stali ciągnionej na zimno z większą zawartością węgla, a nawet ze specjalnymi domieszkami, przy czym przewody dopiero później podlegają obróbce cieplnej.

Ze względu na dodatkowe straty na histerezę i prądy wirowe przy prądzie zmiennym nagrzewanie się przewodów stalowych jest większe niż przy prądzie stałym, współczynnik cieplny oporności α_t jest tu większy i zależy w dużym stopniu od współczynnika k .

Ze względu na własności magnetyczne stali oporność indukcyjna linii z przewodami stalowymi jest znacznie większa od oporności linii przy przewodach z metali kolorowych, w pierwszym bowiem przypadku we wzorze

$$X_z = 2\pi f \left(4,6 \log \frac{2 D_{sr}}{d} + 0,5\mu \right) \cdot 10^{-4} = X'_z + X''_z,$$

gdzie X_z — oporność indukcyjna jednej fazy linii prądu zmiennego (Ω/km),
 X'_z, X''_z — zewnętrzna i wewnętrzna składowa oporności indukcyjnej (Ω/km),
 d — średnica zewnętrzna przewodu (mm),
 D_{gr} — średni odstęp między osiami przewodów (mm),
 X''_z odgrywa decydującą rolę, gdyż jest kilkakrotnie większy od składnika X'_z .



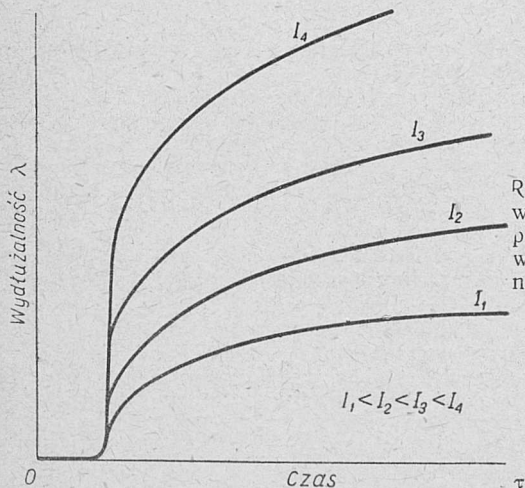
Rys. 6. Współczynnik cieplny oporności przewodu stalowego w zależności od jego temperatury (dla stali czystej i z domieszką 4% krzemu)

Wewnętrzna oporność indukcyjna przewodów stalowych i ich oporność czynna są — ze względu na ich zależność od przenikalności magnetycznej — funkcją natężenia prądu przepływającego w przewodzie. Na zmniejszenie wartości wewnętrznej oporności indukcyjnej mają wpływ czynniki, o których była mowa wyżej z powodu współczynnika k . Należy tylko dodać, że przez ocynkowanie przewodów stalowych zmniejsza się ich oporność indukcyjną o 8 — 10%.

Tabela I. Obciążenie trwałe (w amperach) przewodów stalowych o wytrzymałości 40 kG/mm^2

Przekrój znamionowy (mm^2)	Przy prądzie stałym		Przy prądzie zmiennym	
	drut	linka	drut	linka
10	29	42	24	36
16	41	55	35	45
25	—	72	—	61
35	—	80	—	75
50	—	105	—	93
70	—	125	—	115
95	—	145	—	135

Jak oporność czynną przewodów stalowych, tak i ich wewnętrzną oporność indukcyjną najkorzystniej jest wyznaczyć drogą pomiarów nad danym gatunkiem stali i poszczególnymi przekrojami przewodów i posługiwać się gotowymi już tablicami zależności $X''_z = f(I)$.



Rys. 7. Zmiana wydłużalności stali przewodowej ze wzrostem obciążenia i czasu jego trwania

Dla bezpiecznej pracy linii niezbędne jest sprawdzenie, czy nagrzewanie przewodów skutkiem przepływającego przez nie prądu nie powoduje podskoku temperatury poza dopuszczalne granice, uwarunkowane wytrzymałością mechaniczną prze-

wodów i połączeń. Przewody stalowe mają stosunkowo niskie wartości dopuszczalnego obciążenia maksymalnego ze względu na grzanie w związku ze znacznym wzrostem oporności czynnej przy wzroście obciążenia. Wykresy na rys. 6 wykazują schematycznie znaczne pogarszanie się własności mechanicznych stali przewodowej w miarę wzrostu obciążenia i czasu jego trwania i dlatego ważne jest skontrolowanie wyników obliczeń z tego punktu widzenia.

Granice dopuszczalnej temperatury nagrzewania się przewodów stalowych ustalono na 70°C przy normalnej pracy linii i na 400°C przy zwarcu.

Dopuszczalne trwałe obciążenie przewodu ze względu na nagrzewanie — przy normalnych ustalonych warunkach pracy — wyznacza się ze wzoru:

$$I_{dop} = \sqrt{\frac{(Q_p + Q_k) \cdot F}{R_t}} \quad (\text{amp.}),$$

gdzie Q_p — ilość ciepła wypromieniowanego przez nagrany przewód (W/cm^2),

Q_k — ilość ciepła oddawanego przez konwekcję (W/cm^2),

F — powierzchnia chłodząca przewodnika (cm^2),

R_t — oporność przewodnika przy danej temperaturze $t^0\text{C}$ (Ω).

Wartości Q_p i Q_k wyznacza się ze wzorów:

$$Q_p = 5,7 \cdot \varepsilon \left[\left(\frac{T}{1000} \right)^4 - \left(\frac{T_0}{1000} \right)^4 \right] \quad (\text{W/cm}^2),$$

gdzie T i T_0 — temperatura bezwzględna przewodnika w otaczającym ośrodku (^0K),

$\varepsilon = 0,88$ — stała promieniowania dla stali ocynkowanej,

$$\text{oraz} \quad Q_k = \frac{0,00574}{(\sqrt{T \cdot T_0})^{0,123}} \sqrt{\frac{p \cdot v}{d}} \cdot (T - T_0) \quad (\text{W/cm}^2),$$

gdzie p — ciśnienie powietrza (at),

$v = 0,6 \text{ m/s}$ — prędkość poruszania się powietrza.

Wyniki obliczeń według powyższego wzoru są podawane zwykle w formie tablic największych wartości obciążenia dla danych przekrojów przewodów i danego rodzaju prądu (tabl. I). Jako temperaturę otaczającego powietrza przyjmuje się temperaturę przeciętną w letnie południe + 25°C. Przy założeniu innej temperatury otaczającego powietrza dane z tablic należy pomnożyć przez współczynniki podane w tabl. II.

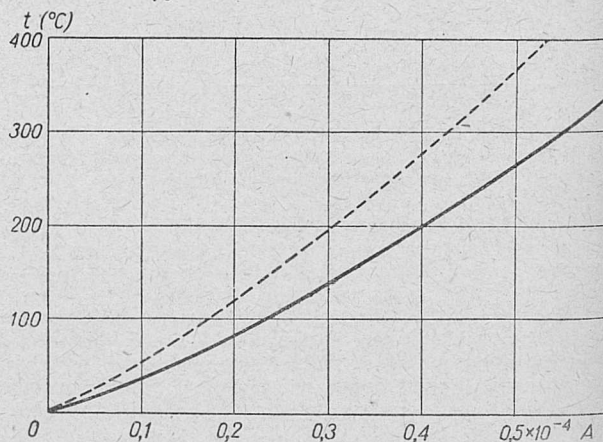
Tabela II

Temperatura powietrza w ^0C	+ 15	+ 20	+ 25	+ 30	+ 35	+ 40
Współczynnik poprawkowy	1,10	1,05	1,00	0,95	0,89	0,84

W przeciwieństwie do stosunkowo niewielkiej wytrzymałości termicznej przewodów stalowych przy trwałym wzroście obciążenia wytrzymałość ich przy krótkotrwałych prądach zwarcia i znacznych ich wartościach jest dość znaczna. Tłumaczy się to zjawiskiem malenia oporności czynnej R_z przy bardzo dużych obciążeniach (rys. 4).

Własności termiczne stali przewodowej przy prądach zwarciaowych pokazuje rys. 7, przedstawiający wzrost temperatury przewodu t od warunków jego obciążenia. Wykres ten sporządzono na podstawie wzoru

$$A = \frac{g \cdot c_0}{\rho_0} \left[\frac{\alpha - \sigma}{\alpha^2} \ln(1 + \alpha t) + \frac{\sigma}{\alpha} \cdot t \right],$$



Rys. 8. Wzrost temperatury przewodu stalowego w zależności od zmiany warunków obciążeniowych pod wpływem prądów zwarciaowych

gdzie $g = 7,8$ — ciężar właściwy stali (g/cm^3),
 $c_0 = 0,48$ — pojemność cieplna przy 0°C ($\text{W}\cdot\text{s/g}\cdot^\circ\text{C}$),
 $\sigma = 2,0 \cdot 10^{-4}/^\circ\text{C}$ — współczynnik cieplny pojemności (na 1°C),
 $\rho_0 = 0,125$ — oporność właściwa przy 0°C ($\Omega\cdot\text{mm}^2/\text{m}$),
 $\alpha = 45 \cdot 10^{-4}$ — współczynnik cieplny oporności (na 1°C),
 t — przyrost temperatury ($^\circ\text{C}$).

Wzór ten otrzymuje się z całkowania jednej strony równania bilansu cieplnego dla adiabatycznego przebiegu procesu przy założeniu oporności niezależnej od wielkości obciążenia, należy tu więc wprowadzić współczynnik poprawkowy $(R_z - R_{st})/R_{st}$, który dla bardzo znacznych wartości natężenia prądu i małych przekrojów przewodów nie przekracza 10%. Dla tych wartości powstała krzywa na rys. 8.

Z drugiej strony

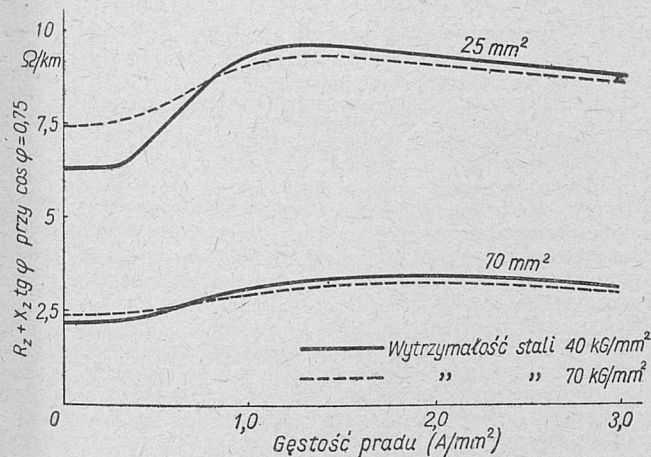
$$A = \left(\frac{I_{ust}}{S} \right)^2 \cdot \tau$$

gdzie I_{ust} — ustalony prąd zwarcia (A),
 S — przekrój przewodu (mm^2),
 τ — zastępczy czas trwania zwarcia (s).

W ten sposób na podstawie wykresu z rys. 8 można łatwo ustalić, czy przy danych warunkach zwarcia przewód nie nagrzej się ponad dopuszczalną granicę 400°C .

W uzupełnieniu rozważań nad wytrzymałością termiczną przewodów stalowych należy jeszcze zwrócić uwagę na konieczność sprawdzenia (przy pomocy tabl. I) przekrojów tych przewodów z punktu widzenia nagrzewania się ich w wypadku długotrwałych prądów zwarcia z ziemią itp.

Najważniejszą właściwością przewodów stalowych jest ich bardzo wysoka wytrzymałość mechaniczna. Normy niemieckie przewidują cztery gatunki stali przewodowej w zależności od ich wytrzymałości doraźnej na rozciąganie: 40, 70, 120, 150



Rys. 9. Zależność oporu pozornego linii z przewodami stalowymi różnej wytrzymałości od gęstości przepływającego prądu oraz od przekroju

kg/mm^2 ; normy radzieckie natomiast jeden gatunek stali miękkiej o zawartości 0,10 — 0,15% C i wytrzymałości 70 — 75 kg/mm^2 ; normy innych krajów przewidują wyłącznie stal o wytrzymałości w granicach 40 — 50 kg/mm^2 . Nawet jednak przy najbardziej miękkiej stali wytrzymałość jej na rozciąganie jest większa niż metali kolorowych.

Stal o wyższej wytrzymałości nie zawsze może być w dostatecznym stopniu wyzyskana pod względem mechanicznym wobec zbyt kosztownych konstrukcji wsporczych przy dużym naciągu przewodów. Z tych właśnie przyczyn na liniach słaboobciążonych stosuje się jako materiał przewodowy stal najbardziej miękką. Dla scharakteryzowania jej zalet niech posłużą następujące wyniki porównawcze stali o wytrzymałości 40 kg/mm^2 ze stalą o wytrzymałości 70 kg/mm^2 .

1) Stal „40” ma o 25% mniejszą oporność dla prądu stałego, natomiast jej przenikalność magnetyczna jest wyższa o 30% w stosunku do stali „70”, co powoduje wzrost oporności indukcyjnej oraz strat na histerezę i prądy wirowe. Przy małych gęstościach prądu (0,1 — 0,4 A/mm^2) i małych przekrojach (do 35 mm^2) pierwszy czynnik odgrywa większą rolę od drugiego i — jak pokazuje wykres na rys. 9 — korzystniejsza okazuje się stal „40” dając o 20% mniejsze spadki napięcia i o 25% mniejsze straty mocy i energii w sieci. Przy większych wartościach prądu i wyższych przekrojach przewodów stosunek jest

odwrotny, wskutek czego normy radzieckie, przewidujące szerszy zakres stosowania przewodów stalowych, jak podano wyżej, przepisują stal „70”.

2) Stal „40” jest bardziej giętka, łatwiejsza w montażu, co jest bardzo ważne zwłaszcza przy wykonywaniu przyłączy domowych, gdzie ze względu na wytrzymałość konstrukcji budynków niemożliwe jest zastosowanie większego naciągu.

Mały — nawet dla stali o wytrzymałości 40 kg/mm^2 — współczynnik rozszerzalności cieplnej wynoszący $12,3 \cdot 10^{-6}$ oraz stosunkowo duży współczynnik wydłużenia sprężystego ($52 \cdot 10^{-6} \text{ mm}^2/\text{kg}$) powodują bardzo małe zwisy przewodów stalowych.

Stal ma stosunkowo duży ciężar właściwy (7,8 kg/dm^3), który zmusza do ograniczania stosowanych przekrojów przewodów stalowych z uwagi na wytrzymałość konstrukcji wsporczych (zwłaszcza trzonów hakowatych).

Dalszą zasadniczą własnością mechaniczną stali jako materiału przewodowego jest jej mała odporność na korozję; nawet w normalnej temperaturze, a w szczególności w atmosferze wilgotnej, stal bardzo szybko rdzewieje. Ze wzrostem temperatury rdzewienie znacznie potęguje się. Dlatego też przewody stalowe muszą być zabezpieczone przed wpływami atmosferycznymi przez pokrycie ich powierzchni warstwą innego metalu, zwykle cynku. Celowość ocynkowania przewodów stalowych wynika z długotrwałości warstwy cynku, która w najbardziej niekorzystnych warunkach winna chronić przewód od rdzy przez 5 — 6 lat, natomiast w sprzyjających warunkach może przetrwać 15 i więcej lat.

Należy podkreślić, że stosowany obecnie sposób cynkowania jest daleki od doskonałości. Zwykle warstwę cynku o grubości 0,023 — 0,030 mm nakłada się drogą przeciągania przewodu przez piec ogrzewnicze, a następnie przez roztopiony cynk. Przy takim systemie przewód otrzymuje szereg zgrubień cynku na swej powierzchni, które przy rozwijaniu i zawieszaniu przewodu mogą ulec starciu i odsłonić czyste żelazo. Trzeba dodać, że cynk elektrolityczny osiada na przewodzie znacznie lepiej od hutniczego. Jednak zarówno z punktu widzenia właściwości mechanicznych, jak i elektrycznych stali, jako też oszczędności cynku, najwłaściwszy jest sposób cynkowania galwanicznego, stosowany już w szeregu przypadków za granicą.

Istnieją jeszcze inne sposoby ochrony przewodów stalowych przed rdzą, np. przez domieszkę miedzi lub pokrycie warstwą miedzi na zimno, a jeszcze lepiej na gorąco, co połączone jest jednocześnie z polepszeniem własności elektrycznych przewodu.

3. Porównanie przewodów stalowych z przewodami z metali kolorowych.

Tabl. III przedstawia dane porównawcze linek z różnych materiałów przewodowych o tej samej przewodności. Z zestawienia wynika, że stal w żadnym razie nie jest takim materiałem przewodowym, który mógłby w pełni zastąpić glin, jak glin może zastąpić w zupełności miedź. Olbrzymi (blisko 20-krotny w warunkach normalnych i przeszło 3-krotny przy dodatkowym obciążeniu sadzią) wzrost ciężaru przewodów — w przypadku zastąpienia przewodów staloaluminiumowych stalowymi — tak poważnie wpływa na wzmocnienie konstrukcji wsporczych (między innymi powstaje konieczność zrezygnowania z trzonów hakowatych), że całkowity koszt budowy linii wzrosłby kilkakrotnie i wymagałby dużego zużycia żelaza kształtowego, również deficytowego w naszych warunkach. To przesądza ograniczenie stosowności przewodów stalowych jedynie do słaboobciążonych linii, gdzie sytuacja ulega zasadniczej zmianie na korzyść stali.

Tablica III. Porównanie linek z różnych materiałów, lecz o tej samej przewodności (%)

Materiał	Przekrój rzeczywisty	Średnica przewodu	Ciężar		Zwis max.	Koszt przewodu
			bez sadzi	z sadzią		
Miedź	100	100	100	100	100	100
Aluminium	151	122	44	97	120	42
Aldrej	175	130	53	102	70	62
Stalo-aluminium	153	132	68	105	90	56
Stal *)	1100	330	970	340	30	277

*) Przy gęstościach prądu poniżej 0,4 A/mm^2 dla stali o wytrzymałości 40 kg/mm^2 .

Korzyści stosowania stali jako materiału przewodowego w liniach słaboobciążonych wynikają z powodu niewyżyskiwania przewodów z metali kolorowych pod względem ich własności elektrycznych wskutek istnienia dolnej granicy przekroju przewodów dla linii napowietrznych, uwarunkowanej ich wytrzy-

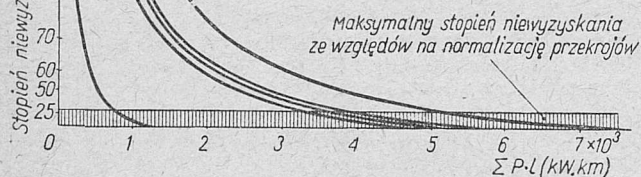
małością mechaniczną. Wykres na rys. 10 wskazuje, w jakim stopniu nie są wyzyskane przewody linii 15-kilowoltowej z różnych materiałów przewodowych przy małych obciążeniach, przy $\cos \varphi = 0,75$ i przy dopuszczalnym spadku napięcia $\Delta u = 5\%$.

Tablica IV. Porównanie własności mechanicznych linek z różnych materiałów przy małej mocy przenoszonej

Materiał	Prze- krój mini- malny	Śred- nica prze- wodu	Ciężar		Zwis max.	Koszt prze- wodu
			bez sadzki	z sadzją		
	(mm ²)		(%%)			
Miedź	10	100	100	100	100	100
Aluminium	25	154	74	114	100	70
Al-drej	16	124	48	98	70	65
Stalo-aluminium	16	132	68	105	90	60
Stal *)	16	124	140	116	50	40

*) Dla stali o wytrzymałości 40 kg/mm².

Tabl. IV daje porównanie własności mechanicznych przewodów z różnych metali dla małych przenoszonych mocy (poniżej 5000 kW·km przy $\Delta u = 5\%$), gdzie stal zajmuje już zdecydowanie korzystną pozycję. Nie wielki wzrost ciężaru przewodów stalowych przy mniejszym blisko o połowę zwisie i znacznie niższym koszcie decyduje o korzyściach stosowania tych przewodów. Należy zaznaczyć, że zwis podany jest dla rozpiętości najkorzystniejszych gospodarczo, różnych dla poszczególnych materiałów przewodowych, i że rozpię-



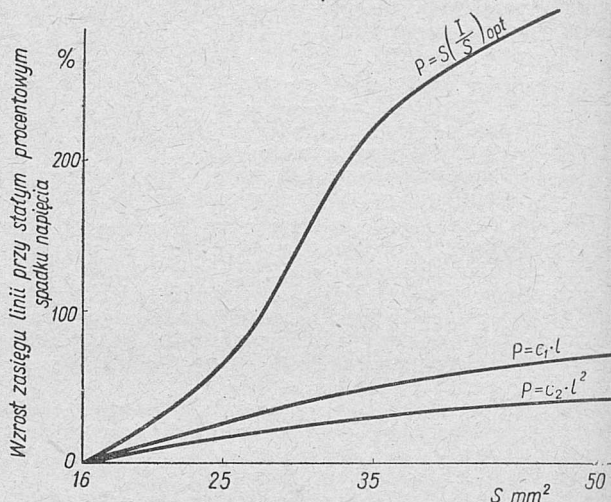
Rys. 10. Stopień niewyżyskania — ze względu na spadek napięcia — przewodów linii 15-kilowoltowej z różnych materiałów przewodowych w zależności od momentu obciążenia (w kW·km) dla dopuszczalnego spadku napięcia 5% i $\cos \varphi = 0,75$

tość ta dla przewodów stalowych jest ograniczona jedynie wytrzymałością trzonów hakowych, co jeszcze więcej polepsza sytuację tego przewodu przy porównywaniu całkowitych kosztów inwestycyjnych budowy linii.

Powyższe wnioski co do zakresu stosowalności stali jako zastępczego materiału przewodowego dla metali kolorowych, ograniczonego względami ekonomicznymi jedynie do małych obciążeń, mają bezpośredni wpływ na zmniejszenie zakresu przekrojów przewodów stalowych, albowiem znaczna różnica przewodowości właściwej stali i metali kolorowych (por. tabl. III) wskazuje, że w przypadku większych obciążeń nawet przez znaczny wzrost przekroju przewodów stalowych nie osiągnie się pożądanego rezultatu w dostatecznym opanowaniu spadków napięcia. Podobnie przedstawia się sprawa z zasięgiem linii o przewodach stalowych, przenoszących stosunkowo małe moce: wzrost przekroju przewodów ponad 35 mm² daje tu tylko bardzo niewielkie efekty gospodarcze. Pokazują to wykresy na rys. 11 i 12, przedstawiające procentowy wzrost zasięgu linii 15- i 30-kilowoltowych z przewodami stalowymi — ze wzrostem ich przekroju — w stosunku do zasięgu linii z przewodami na 16 mm² FL i przy zachowaniu stałego dopuszczalnego spadku napięcia. Ponieważ przekrój 50 mm² FL wymaga już specjalnych konstrukcji wsporczych, podrażających znacznie koszt linii, a — jak widać ze wspomnianych wykresów — daje już bardzo małe korzyści w zasięgu linii, natomiast przekrój 16 mm² AFL byłby już całkowicie wyzyskany pod względem elektrycznym, wydaje się rzeczą gospodarczo najslusniejszą ograniczyć przekroje przewodów stalowych do czterech, a mianowicie 10, 16, 25 i 35 mm², przy czym przewód 10 mm² FL mógłby być z powodzeniem wyzyskany na przyłączach domowych ze względu na jego mały ciężar. Powyższe wnioski znajdują potwierdzenie również w obliczeniach gospodarczych, gdyż — jak wynika z wykresów na rys. 13 — przy

przekroju przewodów stalowych powyżej 35 mm² ogólne koszty eksploatacji takiej linii przekraczają znacznie analogiczne koszty linii z przewodami stalo-aluminiowymi.

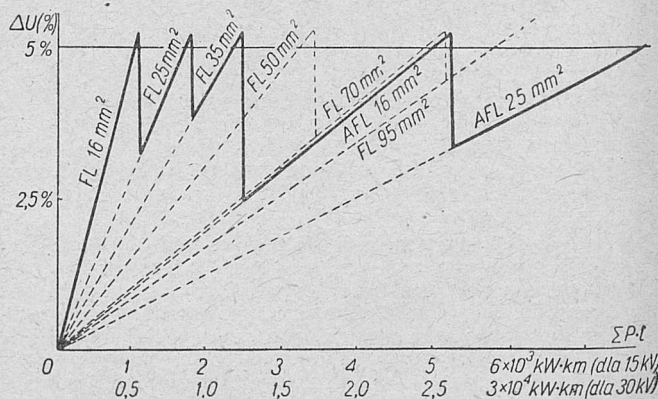
W następnych rozdziałach będą przeanalizowane dalsze warunki stosowania przewodów stalowych w poszczególnych elementach napowietrznego całego układu rozdzielczego, a więc (a) w liniach wysokiego napięcia do 35 kV włącznie, (b) w liniach niskiego napięcia oraz (c) w przyłączach domowych. Stosowanie przewodów stalowych w liniach powyżej 35 kV wyklucza się, gdyż w naszych warunkach linie te spełniają wyłącznie rolę linii przesyłowych na bardzo znaczną moc, gdzie nigdy nie występują przypadki, pozwalające na porównanie według tabl. IV, lecz gdzie — przeciwnie — ma pełne zastosowanie tabl. III,



Rys. 11. Procentowy wzrost zasięgu linii 15-kilowoltowej o przewodach stalowych ze wzrostem ich przekroju przy obciążeniu stałym, odpowiadającym warunkom gospodarczo najkorzystniejszym, oraz przy obciążeniu zmiennym proporcjonalnym do pierwszej i drugiej potęgi długości linii (w praktyce warunki są zbliżone do dwu ostatnich)

której dokonana wyżej analiza dała już ujemne wyniki co do możliwości stosowania przewodów stalowych. Ponadto nie można pominąć sprawy bezpieczeństwa ruchu tych linii, które przy zastosowaniu przewodów stalowych łatwo ulegających korozji (zwłaszcza przy obecnym stanie ich produkcji) może być poważnie zagrożone.

Podane niżej rozważania ujmują sprawę nie tylko z punktu widzenia zachowania dopuszczalnych spadków napięć, jak to czyniliśmy dotąd, ale też pod względem wytrzymałości mechanicznej i termicznej przewodów, obciążeń na gospodarność oraz stratę mocy i energii elektrycznej. Wszelkie dalsze porównania obejmują najczęściej spotykane przewody stalo-aluminiowe i aluminiowe.

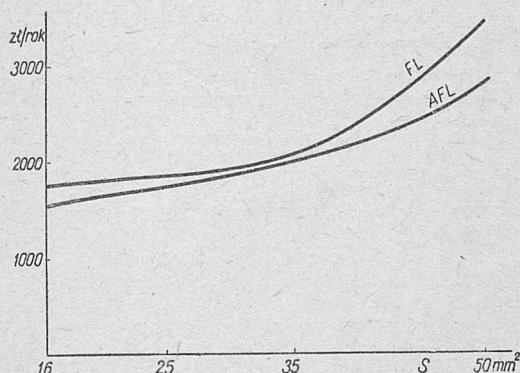


Rys. 12. Spadki napięcia dla linii 15- i 30-kilowoltowych w zależności od momentu obciążenia oraz przekroju i rodzaju przewodów

4. Zastosowanie przewodów stalowych w rozdzielczych sieciach większych średnich napięć.

O celowości stosowania przewodów stalowych — zamiast używanych zazwyczaj dotychczas przewodów stalo-aluminiowych — można wyprowadzić pewne wnioski na podstawie podanych niżej obliczeń i rozważań.

a) Obliczenie na gospodarność. Obliczenie na gospodarność polega na wyborze materiału przewodów i ich przekroju dla danych warunków przesyłu energii elektrycznej w ten sposób, że osiągnie się najkorzystniejszy stosunek między rocznymi stratami energii elektrycznej a rocznymi kosztami amor-



Rys. 13. Roczne koszty eksploatacji linii z przewodami stalowymi i stalowo-aluminiowymi o różnych przekrojach przy najkorzystniejszej gospodarczo gęstości prądu i 2000 h użytkowania mocy szczytowej rocznie

tyzacyjnymi, tzn. stosunek, przy którym otrzymuje się minimum całkowitych rocznych kosztów eksploatacyjnych linii. Na podstawie prawa Kelvina otrzymujemy następujący wzór na najkorzystniejszą gospodarczo gęstość prądu:

$$\left(\frac{I'}{S}\right)_{\text{opt}} = \sqrt{\frac{m \cdot p_1 \cdot a \cdot 1000}{\rho \cdot p_2 \cdot 100 \cdot 8760}},$$

gdzie m — ciężar właściwy materiału przewodowego ($\text{t/km} \cdot \text{mm}^2$),

ρ — oporność właściwa przewodu ($\Omega/\text{mm}^2 \cdot \text{km}$),

S — jego przekrój (mm^2),

p_1 — koszty przewodu (zł/t),

a — odsetki na amortyzację przewodów (%),

p_2 — koszty energii straconej (zł/kWh).

Zakładając dla przewodów stalowych (okres pracy linii 15 lat):

$$a = 12\%; p_1 = 300 \text{ zł/t}; p_2 = 5 \text{ zł/kWh};$$

$$m = 7,8 \cdot 10^{-3} \text{ t/km} \cdot \text{mm}^2; \rho = 130 \cdot 10^3 \Omega/\text{km} \cdot \text{mm}^2,$$

uzyskujemy jako wartość najkorzystniejszą

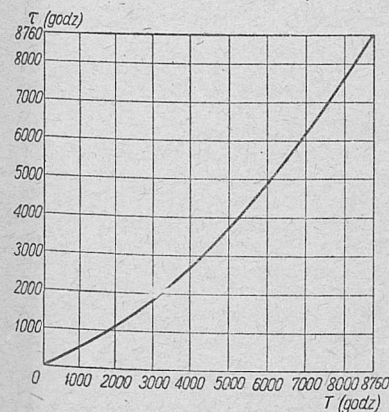
$$\left(\frac{I'}{S}\right)_{\text{opt}} = 0,13 \quad (\text{A/mm}^2).$$

Trzeba jednak mieć na uwadze, że jest to najkorzystniejsza gęstość prądu „skutecznego” strat za rok, przy czym:

$$I' = \sqrt{\frac{1}{8760 \cdot R_z} \int_{t=0}^{t=8760} I^2 R_z dt},$$

skąd

$$I' = I_{\text{szcz}} \cdot \sqrt{\frac{\tau}{8760}} = I_{\text{szcz}} \cdot n_s,$$



Rys. 14. Zależność czasu trwania maksymalnych strat w sieci (τ) od czasu wyzyskania mocy szczytowej (T)

obliczenia mają charakter orientacyjny, jak zresztą większość obliczeń gospodarczych

gdzie I_{szcz} jest to prąd szczytowy, a τ określa czas trwania największych strat w sieci:

$$\tau = \frac{1}{I_{\text{max}}^2 R_z} \int_{t=0}^{t=8760} I^2 R_z dt,$$

Zależność τ od czasu użytkowania mocy szczytowej, określonego jako

$$T = \frac{1}{P_{\text{szcz}}} \int_{t=0}^{t=8760} P dt,$$

podaje praktyczna krzywa na rys. 14. W ten sposób można określić współczynnik n_s i wyznaczyć najkorzystniejszą gospodarczo gęstość prądu szczytowego obciążenia I_{szcz} dla różnych czasów użytkowania mocy szczytowej (tabl. V). Należy podkreślić, że powyższe

Tablica V. Najkorzystniejsza gęstość prądu szczytowego dla przewodów stalowych linii napowietrznej średniego napięcia

	Czas użytkowania mocy szczytowej (godzin)			
	2000	3000	4000	5000
Najkorzystniejsza gospodarczo gęstość prądu szczytowego obciążenia	0,40	0,30	0,25	0,20

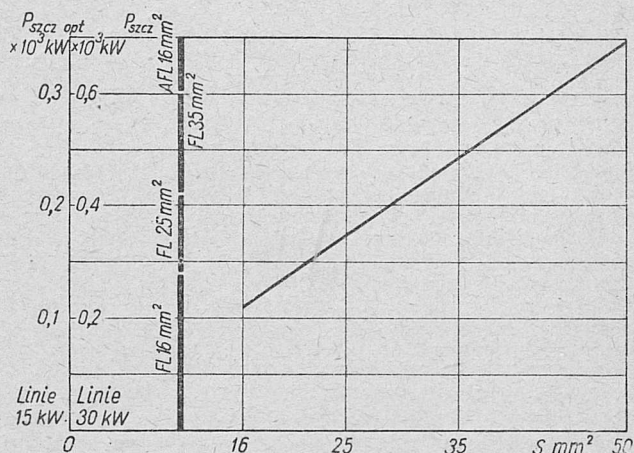
W układzie trójfazowym symetrycznym

$$I_{\text{szcz}} = \frac{P_{\text{szcz}}}{\sqrt{3} \cdot U \cos \varphi},$$

skąd najkorzystniejsza moc przesyłana (w kilowatach obciążenia szczytowego) wyniesie dla danego przekroju:

$$P_{\text{szcz opt}} = \sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi \cdot S \cdot \left(\frac{I'}{S}\right)_{\text{opt}} \cdot n_s.$$

Rys. 15 podaje wykres $P_{\text{szcz opt}} = f(S)$ dla linii o napięciu 15 i 30 kV przy $\cos \varphi = 0,75$ i $T = 2000$ h. Zawiera on też nomogram, dający natychmiastową odpowiedź z punktu widzenia osiągnięcia jak najmniejszych kosztów eksploatacyjnych, czy dla danego odcinka linii 15- względnie 30-kilowoltowej byłoby



Rys. 15. Zależność najkorzystniejszego gospodarczo obciążenia szczytowego linii 15- i 30-kilowoltowych z przewodami stalowymi od przekroju tych przewodów przy $\cos \varphi = 0,75$ i czasie wyzyskania mocy szczytowej $T = 2000$ h rocznie oraz schematyczne przedstawienie zakresu stosowalności przewodów stalowych o różnych przekrojach przy zachowaniu warunków gospodarczo najkorzystniejszej pracy linii

korzystne zastosowanie przewodów stalowych i jaki należałoby obrać przekrój tych przewodów. Nomogram wskazuje na poważne możliwości stosowania przewodów stalowych na wszystkich odległościach od linii magistralnych średniego napięcia, a także na ograniczone możliwości stosowania tych przewodów w samych liniach magistralnych, gdzie moc szczytowa znacznie przekracza podaną dla $S = 35 \text{ mm}^2$ FL optymalną wartość 240 kW.

b) Obliczanie linii na nagrzewanie przewodów. Dopuszczalne obciążenie przewodów stalowych ze względu na ich nagrzewanie jest stosunkowo niskie, blisko 2,5-krotnie mniejsze niż dla przewodów stalowo-aluminiowych, co wynika ze stosunku

$$\sqrt{\gamma_{Al}/\gamma_{Fe}} = \sqrt{33/6}$$

i niższej dopuszczalnej temperatury nagrzewania dla przewodów stalowych.

Największe moce, przenoszone linią 15-kilowoltową o przewodach stalowych z uwagi na ich termiczną wytrzymałość, wynoszą:

dla przekroju FL 16 mm ² —	880 kW,
„ „ FL 25 mm ² —	1200 kW,
„ „ FL 35 mm ² —	1480 kW.

Wynika z tego, że na odległościach od magistral wiejskiej sieci rozdzielczej 15-kilowoltowej dla omawianych wyżej obciążeń jest w zupełności możliwe stosowanie przewodów stalowych również z punktu widzenia ich dopuszczalnego nagrzewania.

c) Obliczanie linii na spadek napięcia. W granicach bliskich do podanej w punkcie a) najkorzystniejszej gospodarczo gęstości prądu przewodność właściwa linek stalowych wynosi ok. $6 \text{ S} \cdot \text{m} \cdot \text{mm}^{-2}$, a więc jest blisko 5,5-krotnie mniejsza niż dla linek stalo-aluminiowych. Również oporność indukcyjna — wobec dużej wartości μ dla stali jako materiału ferromagnetycznego — wzrasta przy zastosowaniu linek stalowych zamiast stalo-aluminiowych przeszło 3-krotnie — do ok. $1,3 \Omega/\text{km}$. Na odgałęzieniach od linii magistralnych, zwłaszcza w pobliżu stacji redukcyjnych, stosowane przewody stalo-aluminiowe o przekroju 25 mm^2 , a nawet 16 mm^2 (przekrój minimalny ze względu na wytrzymałość mechaniczną) nie są zazwyczaj dostatecznie wyzyskane pod względem spadku napięcia i użycie tu przewodów stalowych nie spowoduje przekroczenia dopuszczalnych spadków napięcia, a więc nie zmniejszy zasięgu transformatorowych stacji redukcyjnych.

Natomiast w przypadku zastosowania przewodów stalowych w liniach magistralnych zasięg stacji redukcyjnych zmaleje przeszło 1,5-krotnie, jeżeli bowiem przyjąć pewne stałe obciążenie na 1 km^2 powierzchni zasilanej przez linie rozdzielcze, to moc P przenoszona linią magistralną jest w przybliżeniu proporcjonalna do kwadratu długości linii, czyli $P = c_1 \cdot l^2$. Zakładając dalej pewien stały procent spadku napięcia w danej linii — ten sam dla obu rodzajów materiału przewodowego — i wydzielając wartości stałe, otrzymamy zależności:

$$\Delta U = c_2 \frac{100 \Sigma P l}{U^2} (r + x \operatorname{tg} \varphi) = c_3 \cdot c_1 \cdot l^3 \cdot R_z = c_4 \cdot l^3 R_z,$$

skąd

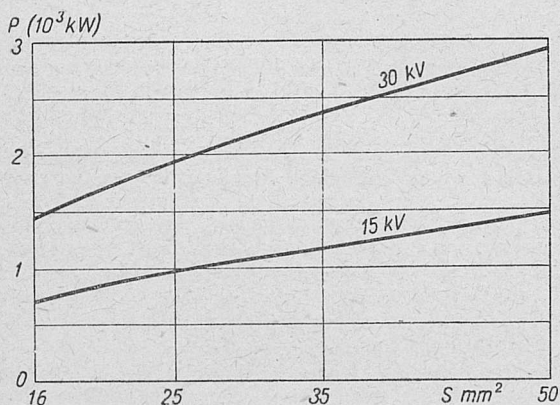
$$l = \sqrt[3]{\frac{\text{const}}{R_z}}.$$

Opór R_z linek stalowych jest ok. 5,5 raza większy niż linek stalo-aluminiowych przy tych samych przekrojach, a ok. 4 razy większy, jeżeli przyjąć zwiększenie przekrojów przewodów stalowych o jeden stopień w stosunku do przekrojów przewodów stalo-aluminiowych, np. FL 50 mm^2 zamiast normalnie stosowanych linek AFL 35 mm^2 — przy stosunkowo nieznacznym jeszcze wzmocnieniu konstrukcji wsporczych. Przyjmując ten ostatni przypadek, otrzymamy:

$$l_{\text{Al}}/l_{\text{Fe}} = \sqrt[3]{R_{z\text{Fe}}/R_{z\text{Al}}} = \sqrt[3]{4} \approx 1,6.$$

Przez zastąpienie więc w liniach magistralnych przewodów stalo-aluminiowych przewodami stalowymi, zasięg stacji redukcyjnej zmniejsza się przeszło 1,5-krotnie.

Powyższe rozumowanie przeprowadzono dla obciążeń rozłożonych w sposób równomierny po całym zasilanym terenie, jak to w przybliżeniu bywa przy elektryfikacji rolnictwa; w przy-



Rys. 16. Maksymalne obciążenie mocą szczytową linii 15- i 30-kilowoltowych z przewodami stalowymi o różnych przekrojach dla zachowania najkorzystniejszych warunków wynikających z rys. 15

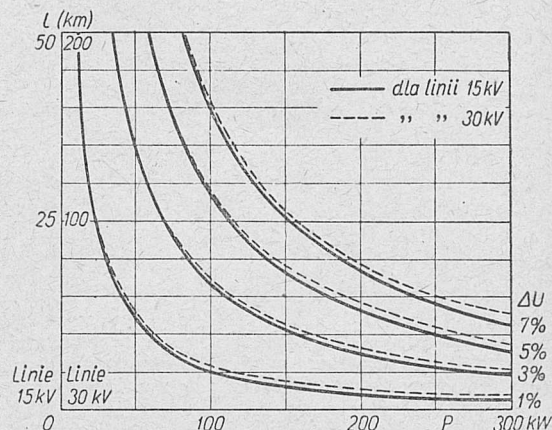
padku obciążeń skupionych stosunek wyniesie ok. 4. W praktyce należy się liczyć ze zmniejszeniem zasięgu stacji redukcyjnych 110/30, 110/15 względnie 30/15 kV blisko 2,5-krotnym, co jest gospodarczo niedopuszczalne z uwagi na ogólne koszty inwestycyjne budowy sieci rozdzielczej średnich napięć.

Wnioski powyższe są ważne również przy porównaniu z przewodami aldrejowymi.

Ponieważ odgałęzienia od linii magistralnych rzadko będą wymagać przekroju linek stalowych większego od 35 mm^2 , przeto mamy potwierdzenie wniosków wysnutych w rozdz. 3 niniej-

szego artykułu. Na tej podstawie można było ustalić wykresy największego zasięgu linii z przewodami stalowymi w zależności od iloczynu mocy i odległości (w $\text{kW} \cdot \text{km}$) i dopuszczalnego spadku napięcia, jak przedstawiono na wykresach rys. 16 i 17 dla linii 30- i 15-kilowoltowych.

d) Obliczanie sieci na stratę mocy i energii. Załóżmy, że z łącznej długości wszystkich linii rozdziel-



Rys. 17. Zależność zasięgu linii 15- i 30-kilowoltowych z przewodami stalowymi o przekroju 35 mm^2 od przenoszonej mocy szczytowej przy $\cos \varphi = 0,75$ dla różnych dopuszczalnych spadków napięcia ΔU

czych sieci wiejskiej przypada 2/3 na linie magistralne o przewodach stalo-aluminiowych przy gęstości prądu wynoszącej 0,8 wartości najkorzystniejszej; pozostałe linie (odgałęzienia od magistralnych) są wykonane z przewodów stalowych, pracujących przy gęstości prądu równej średnio połowie wartości gospodarczo najkorzystniejszej, a to ze względu na zastosowany najmniejszy przekrój przewodu stalowego 25 mm^2 , który przy mniejszych odbiorach nie jest wyzyskany. Rozpatrzmy, jak wzrosną straty mocy w sieci przy powyższych założeniach.

Na podstawie wzoru ogólnego na stratę mocy

$$\Delta P = \text{const.} \frac{j^2 \cdot S \cdot l}{\gamma},$$

gdzie j , S , l , γ oznaczają gęstość prądu, przekrój, długość i przewodność właściwą przewodów, procentowy wzrost strat ogólnych w sieci ΔP określimy ze stosunku:

$$\Delta P = 100 \cdot \frac{\Delta P_3 - \Delta P_2}{\Delta P_1 + \Delta P_2} = 100 \left[\frac{j_3^2 S_3 l_3}{\gamma_3} - \frac{j_2^2 S_2 l_2}{\gamma_2} \right] : \left[\frac{j_1^2 S_1 l_1}{\gamma_1} + \frac{j_2^2 S_2 l_2}{\gamma_2} \right],$$

gdzie wskaźniki 1, 2, 3 oznaczają odpowiednio linie magistralne AFL 35 mm^2 , odgałęźne AFL 25 mm^2 i odgałęźne FL 25 mm^2 . Obliczenie dla tego przykładu daje (w %):

$$\Delta P = 100 \cdot \left[\frac{(0,35 \cdot 0,5)^2 \cdot 25 \cdot \frac{1}{3}}{6} - \frac{(0,35 \cdot 0,5)^2 \cdot 25 \cdot \frac{1}{3}}{33} \right] : \left[\frac{(1,3 \cdot 0,8)^2 \cdot 35 \cdot \frac{2}{3}}{33} + \frac{(0,35 \cdot 0,5)^2 \cdot 25 \cdot \frac{1}{3}}{33} \right] = 4,5\%,$$

tn. że zastąpienie przewodów stalo-aluminiowych stalowymi (przy przyjętych założeniach) podnosi straty ogólne w sieci zaledwie o $\sim 5\%$.

Przy zastosowaniu przewodów stalowych w całej sieci rozdzielczej, nie wyłączając linii magistralnych, straty — przy tych samych przekrojach i mocach przenoszonych — wzrosłyby niemal sześciokrotnie, a przy użyciu przekrojów linek stalowych o jeden stopień wyższych blisko czterokrotnie. Oczywiście, tak duży wzrost strat mocy i energii w całej sieci nie może być dopuszczony.

e) Obliczenie mechaniczne przewodów. Pod względem wytrzymałości mechanicznej nie uzyskuje się spodziewanych istotnych korzyści z zastąpienia linek stalo-aluminiowych stalowymi.

Dla uzyskania możliwie największej przewodności, która maleje ze wzrostem wytrzymałości, należałoby jako linki przewodowe stosować wyłącznie linki stalowe o wytrzymałości 40 kg/mm^2 ($\sigma_{\text{dop.}} = 16 \text{ kg/mm}^2$ zgodnie z PN/E 101). Linka stalowa o tej wytrzymałości, zapewniając większą przewodność właściwą, pozwala równocześnie na wyzyskanie poszczególnych znormalizo-

wanych elementów wsporczych budowy, stosowanych obecnie do przewodów stalowo-aluminiowych, przy czym zwisy dla obu rodzajów linek wypadają w tych warunkach w przybliżeniu jednakowe.

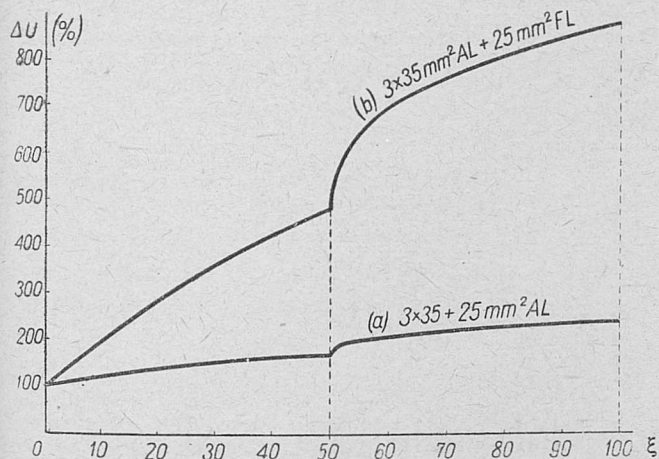
5. Możliwości stosowania przewodów stalowych w napowietrznych liniach niskiego napięcia.

W liniach niskiego napięcia o przekroju przewodów decyduje przede wszystkim spadek napięcia. Przy generalnym zastosowaniu przewodów stalowych należałoby dopuścić ich znaczne przekroje, co pociągnęłoby za sobą konieczność poważnego wzmocnienia konstrukcji wsporczych. Należałoby zrezygnować ze stosowania trzonów hakowatych na rzecz konstrukcji z żelaza kształtowego i osadzanych na nich trzonów prostych. Spowodowałoby to wzrost zużycia deficytowego żelaza ceowego w ilości ok. 150 kg/km linii oraz wzrost kosztów konstrukcji wsporczych o ~ 40%.

Niemniej jednak nawet przy przekroju linek stalowych 70 mm², to jest dwukrotnie większym od normalnie stosowanego przekroju przewodów aluminiowych, zasięg stacji transformatorowych na niskie napięcie zmalałby — ze względu na spadki napięcia — prawie 3-krotnie, co niewspółmiernie podwyższyłoby koszty inwestycji w stosunku do korzyści gospodarczych uzyskanych przez zastosowanie przewodów stalowych. Ogólne koszty elektryfikacji rolnictwa wzrosłyby o blisko 10%. Trzeba też mieć na uwadze, że w tym samym stosunku 3:1 wzrosłyby w sieci straty mocy i energii elektrycznej.

Odpada również możliwość stosowania linki stalowej jako przewodu zerowego w większości sieci 4-przewodowych niskiego napięcia, nierównomierność bowiem obciążenia poszczególnych faz w tych sieciach — zwłaszcza w sieciach wiejskich (główna część inwestycji w tym zakresie) — jest nieunikniona, a im nierównomierność jest większa, tym niekorzystniej odbijałoby się to na napięciu użytkowym, powodując niedopuszczalne spadki napięcia.

Podamy tu wyniki obliczeń spadków napięcia dla jednej z faz (R) 4-przewodowej linii niskiego napięcia o niezmiennym obciążeniu.



Rys. 18. Zależność wzrostu procentowego spadku napięcia od stopnia nierównomierności obciążenia dla czteroprzewodowych linii na 380/220 V z przewodami aluminiowymi o przekroju 3x35 mm² oraz z przewodem zerowym o przekroju 25 mm² — a) aluminiowym, b) stalowym

zeniu tej fazy na końcu linii, gdy obciążenia pozostałych faz na końcu linii maleją kolejno od pełnego — tj. takiego, jaki ma faza R — do zera. Obliczenia te wykonano dla przypadku linii 3x35 mm² AL z przewodem zerowym 25 mm² AL i osobno z przewodem zerowym 25 mm² FL. Nierównomierność obciążenia linii określono współczynnikiem

$$\xi = \frac{I_0}{I_{sr}},$$

wyrażającym stosunek prądów w przewodzie zerowym do średniej arytmetycznej z prądów fazowych I_1, I_2, I_3 .

Prąd w przewodzie zerowym

$$I_0 = \sqrt{3} [(I_{sr} - I')^2 + (I_{sr} - I_{min})^2 + (I_{sr} - I') (I_{sr} - I_{min})],$$

gdzie $I_{sr} = \frac{I_1 + I_2 + I_3}{3}$ — średnia z prądów fazowych,

I_{min} — najmniejszy z prądów fazowych,

I' — jeden z prądów fazowych pośredni w stosunku do pozostałych.

Spadki napięcia na końcu fazy R — przy stałym jej obciążeniu, lecz przy zmiennym obciążeniu pozostałych faz — obliczono ze wzoru

$$\Delta U_1 = \Delta U_{f1} + \Delta U_{01} - 0,5 (\Delta U_{02} + \Delta U_{03}),$$

gdzie ΔU_{f1} — spadek napięcia w przewodzie fazy R,

$\Delta U_{01}, \Delta U_{02}, \Delta U_{03}$ — spadki napięcia w przewodzie zerowym od prądu faz R, S i T,

poszczególne zaś procentowe spadki napięcia z ogólnego wzoru:

$$\Delta U = \frac{\Sigma P l \cdot 1000 \cdot 100}{\gamma \cdot S \cdot U^2} (\%)$$

przy $\gamma_{AL} = 33 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$ dla AL i $\gamma_{Fe} = 6 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$ dla FL.

Wyniki obliczeń podane są na rys. 18 w postaci wykresu, który przedstawia wzrost spadku napięcia w stosunku do spadku napięcia przy obciążeniu równomiernym wszystkich faz (100 %) w funkcji stopnia nierównomierności obciążenia.

Rozpatrzmy teraz konkretny przypadek, który może dość często występować w praktyce elektryfikacji wsi. Rozgałęzioną linią niskiego napięcia 4-przewodową na 70% swej długości wykazuje nierównomierność obciążenia $\xi = 25\%$, jej zaś odcinek końcowy o długości 30% jest wykonany jako jednofazowy. Przy zastosowaniu w tym przypadku na przewód zerowy linki stalowej wielokrotność wzrostu napięcia na końcu linii wyniesie według rys. 18

$$n = \left[\frac{328}{144} \cdot 70 + \frac{860}{240} \cdot 30 \right] : 100 = 2,67,$$

co znaczy, że dopuszczalny spadek napięcia dla sieci niskiego napięcia, wynoszący 7%, wzrośnie do ~ 18%, zakłada się bowiem, że zastosowanie linki stalowej jako przewodu zerowego nie może odbyć się kosztem wzrostu przekrojów przewodów fazowych. Do powyższego procentu dojdzie jeszcze spadek napięcia w przyłączy i instalacji wewnętrznej (ok. 3%). Tak niższe napięcie w stosunku do normalnego jest niedopuszczalne ze względu choćby na spadek strumienia świetlnego żarówek poniżej 50%. Podwyższenie napięcia na zaciskach transformatora nie rozwiązuje problemu, gdyż przy odciążeniu sieci wystąpią niedopuszczalne podskoki napięcia do ok. 13%, skracając czas pracy żarówek przeszło pięciokrotnie. Ponadto należy zwrócić uwagę na to, że przyłącza do poszczególnych zagrod chłopskich wykonywane są z reguły jako jednofazowe i praktycznie nigdy nie da się uniknąć prądu wyrównawczego w przewodzie zerowym; uniknięcie byłoby możliwe jedynie przy równych dla poszczególnych faz momentach mocy tj. sumach iloczynów $\Sigma P_f \cdot l$. Na odbiornikach występowałyby więc ciągle wahania napięcia w miarę wzrostu lub spadku obciążeń także i w innych fazach niż ta, do której są one przyłączone.

Z powyższych wywodów wynika, że przewody stalowe w liniach niskiego napięcia mogą być stosowane jedynie sporadycznie — na odgałęzieniach słaboobciążonych, do oświetlenia ulicznego itp., przy czym i tu należałoby ograniczyć przekrój przewodów stalowych do 35 mm².

6. Stosowanie stali przewodowej w napowietrznych przyłączach domowych.

Tu ze względu na znikome przeważnie obciążenia i długości (średnio ok. 25 m) o przekroju przewodów decyduje przede wszystkim ich wytrzymałość mechaniczna i dopiero przy większych odbiorach — dopuszczalny spadek napięcia (1 %) oraz maksymalne dopuszczalne obciążenie ze względu na nagrzewanie się przewodu.

W tabl. VI podane są wartości obciążeń dopuszczalnych (w kW) ze względu na nagrzewanie linek stalowych w przyłączach

Tablica VI. Dopuszczalne obciążenia przyłączy stalowych z uwagi na ich nagrzewanie się (kW)

Przyłącza	Przekroje przewodów FL (mm ²)		
	10	16	25
2-przewodowe	7,9	9,9	13,4
4-przewodowe	23,8	29,6	40,1

2- i 4-przewodowych. W praktyce przyłącza domowe mogą być prawie zawsze wykonane z linek 10–25 mm² FL zamiast stosowanych dotąd linek 16–25 mm² AL bez konieczności zmian w innych elementach. Spadek napięcia w jednofazowym przyłączy domowym — powszechnym przy elektryfikacji wsi — o dłu-

gości 30 m, zasilającą chatę chłopską z mocą zainstalowaną średnio 300 W wypadłoby przy zastosowaniu przewodu 10 mm² FL około 0,6%, a więc w granicach dopuszczalnych.

Linki zawieszane na przyłączach można naprężyć z siłą co najwyżej 50 kG na przewód ze względu na wytrzymałość zarówno konstrukcji budowlanych chat, jak i trzonów hakowanych, na których zamocowane są izolatory przyłączowe na słupie rozgałęziowym linii. Dlatego też jest bardzo ważne, żeby przewody stalowe do tego celu były ze stali jak najbardziej miękkiej, w przeciwnym bowiem razie monter nie zdoła ich właściwie wyprostować, zwisy wypadną większe i w rezultacie w eksploatacji będą występować bardzo niepożądane „zarzutki”.

Należy jeszcze zwrócić uwagę, że przepisy PN/E101 dopuszczają dla przyłączy stosowanie drutów stalowych. Zarówno jednak ich gorsze własności elektryczne, jak i sztywność oraz nagłe pęknięcie w wyniku korozji, przemawiają za unikaniem ich w wykonawstwie w ogóle.

7. Wnioski.

1) Przewody (linki) stalowe mogą być stosowane w liniach napowietrznych sieci rozdzielczych dla potrzeb elektryfikacji rolnictwa w następujących wypadkach:

a) Na odgałęzieniach od linii magistralnych w wiejskiej sieci rozdzielczej wysokiego napięcia, zasilających do 10 transformatorów wiejskich, z zastosowaniem linki stalowej o przekroju 25 mm², ewentualnie 35 mm²; na podstawie praktyki można uważać że 1/3 długości linii wiejskich wysokiego napięcia można wykonać z przewodu stalowego, a więc na wagę około 20–25% linki stalowo-aluminiowej można zastąpić linką stalową o wadze 2,25 raza większej; spowoduje to niewielki wzrost strat w sieci (nie więcej niż o 10%), nie wpłynie jednak na zmniejszenie zasięgu stacji redukcyjnej i nie spowoduje przekroczenia największych dopuszczalnych wahań napięcia u odbiorcy.

b) Na przyłącza domowe o przekrojach 10, 16 i 25 mm² w przeważającej większości wypadków.

2) Zastosowanie przewodów stalowych w liniach niskiego napięcia nie wchodzi w rachubę z wyjątkiem krótkich odgałęzień do poszczególnych oddalonych zagrod.

3) Linki stalowe przeznaczone na przewody w liniach napowietrznych sieci rozdzielczej winny wykazywać wytrzymałość 40 kg/mm², która jest dostateczna do zawieszania ich na stosowanych obecnie konstrukcjach wsporczych; natomiast wyższa wytrzymałość, związana z mniejszą przewodnością właściwą, znacznie pogorszyłaby warunki stosowania tego materiału przewodowego.

4) Przewody muszą być starannie ocynkowane na gorąco, każdy drut linki z osobna. Do cynkowania można używać czystego cynku hutniczego. Złe ocynkowanie przewodów stalowych — obok znacznego skrócenia czasu pracy linii — może być źródłem poważnego niebezpieczeństwa wskutek zrywania się przewodów pod działaniem korozji.

5) Przy dobrze ocynkowanych przewodach stalowych można stosować osprzęt żelazny ocynkowany — bez potrzeby używa-

nia wkładek bimetalicznych — przy łączeniu zarówno z przewodami aluminiowymi, jak i miedzianymi (przewody przyłącza z przewodami pionu).

6) We wszystkich obliczeniach elektrycznych linii z przewodów stalowych należy uwzględnić zależność oporności czynnej i indukcyjnej tej linii od obciążenia, w przeciwnym bowiem razie uzyskamy błędne wyniki, odbiegające nieraz o 50% od rzeczywistych.

7) Ponieważ cena przewodów stalowych na jednostkę długości jest mniej więcej 3-krotnie niższa od ceny przewodów stalowo-aluminiowych i aluminiowych, przybliżone oszczędności w kosztach przewodów — przy zastosowaniu przewodów stalowych i spełnieniu podanych wyżej warunków — wyniosą: dla sieci wysokiego napięcia około 30%, w przyłączach zaś ok. 75%, co w ogólnych kosztach inwestycji elektryfikacji rolnictwa wyniesie do 8% oszczędności przy jednoczesnej poważnej oszczędności importowanego glinu.

LITERATURA

- Rukowodiaszczyje ukazania po primienienju mnogoprowolocznych żelaznych przewodów dla wozdusznych linii pieriedacz wysokowo napriazienja, Narkomat Elektrostancij, 1941.
- Merkblatt über Stahlleitungen für Starkstrom-Freileitungen, VDE 0295/V1, 1942.
- Elektroenergetyczne przewody stalowe gołe wielodrutowe. Tymczasowe warunki techniczne (projekt PN/E).
- Prowoda stalnye mnogoprowolocznyje dla wozdusznych elektriczeskich linii pieriedacz, GOST 5800-51.
- Aufbau und Beschaffenheit der Stahlleitungen, Normblätter DIN 48 201, DIN 48 200, 1940.
- Pravila ustrojstwa elektroustanowok promysленных priedpriatij, Narkomstroi i Techniczeskij Otdiel Narkomata Elektrostancij, 1944.
- Vorschriften für den Bau von Starkstrom-Freileitungen, VDE 0210/IX.41, VDE 0210 K/V1.42.
- Elektroenergetyczne linie napowietrzne, PN/E 101, 1948.
- Bogorodicki N. P. i inni. Elektriczeskije materialy, 1950.
- Ganielin H. Prowoda stalnye mnogoprowolocznyje dla wozdusznych linii pieriedacz, Elektrizestwo, 1952, 3.
- Pietuchin C. L. Rasczot stalnych prowodow, szyn i kranowych trolejow, 1948.
- Rziha E. v., Seidener J. Starkstromtechnik, 1931.
- Kalendarzyk elektrotechniczny 1952—1953, SEP.
- Kurtz E. B. The Lineman's Handbook, 1942.
- Die elektrischen Eigenschaften von galvanisierten Stahlleitern für Freileitungen, ETZ, 1929.
- Schaenzer J. P. Rural Electrification Engineering, 1949.
- Rural Elektrifikation in Irland (Wordl Power Confer., New Delhi) 1951.
- Rural Elektrifikation in the Madras State (World Power Confer., New Delhi), 1951.
- Girkmann H. Die Hochspannungs-Freileitungen, 1940.
- Planung und Bau von Ortsnetzen, S. S., 1948.
- Plugaczew W. K. Analiticeskij sposob rasczota razomknutyh sie-tiej so stalnymi prowodami, Elektrizestwo, 1952.
- Lewin M. S., Ganielin A. M. Grafoanaliticeskij mietod rasczota tokow korotkowo zamykanja w sieciach so stalnymi prowodami, Elek-trizestwo, 1952.
- Krakowiak S. Wskazówki techniczne dla projektowania sieci wiel-skich wysokiego napięcia, GBEW, 1948.
- Sazonow N. A., Szczelarijew J. M. Sprawocznik po elektrifi-kacji sielskowo choziajstwa, 1949.
- Widdicor H. The Principles of Electric Power Transmission, 1946.
- Krug K. A. Osnowy elektrotechniki, 1952.

MGR INŻ. STANISŁAW KRAKOWIAK
MGR INŻ. STANISŁAW KOZŁOWSKI

Centr. Zarz. Elektryf. Roln.

Znormalizowana wiejska stacja transformatorowa*)

658.516:621.316.262:631.116.3

Treść. Omówiono zasadnicze tezy normalizacji wiejskiej stacji transformatorowej, opisano budowę znormalizowanej stacji, podano obliczenia i warunki jej stosowania.

Стандартная сельскохозяйственная трансформаторная станция. Представлены основы стандартизации сельскохозяйственных трансформаторных станций; описана конструкция стандартной станции, способ ее расчета и условия применения.

Standard type of rural transformer station. The article deals with the fundamental principles for standardising rural transformer stations. Design of such standardised station, computations and conditions under which it can be operated.

1. Wstęp.

Z roku na rok coraz szerzej jest u nas rozbudowywana sieć rozdzielcza wysokiego napięcia na obszarach wiejskich, coraz więcej państwowych gospodarstw rolnych i ośrodków maszynowych, wsi spółdzielczych i wsi o gospodarce indywidualnej zapoatruje się z tej sieci w energię elektryczną. Każdy następny rok planu 6-letniego stawia jednak coraz większe zadania w zakresie powszechnej elektryfikacji wsi w Polsce. Wiąza się z tym bezpośrednio dalsze olbrzymie inwestycje sieciowe, obejmujące tysiące kilometrów linii elektrycznych i setki stacji transformatorowych rocznie. Toteż wszystkie wysiłki techniczne są skierowane

na jak największe obniżenie kosztów, na daleko idącą normalizację, która umożliwiła prefabrykację poszczególnych elementów budowy, potaniecie ich produkcji, ułatwienie i przyspieszenie montażu, zmniejszenie asortymentu magazynowego. Wszystko to w sumie daje poważne obniżenie kosztów zarówno materiałów, jak i robocizny.

Poszukiwanie dalszych uproszczeń i oszczędności w budowie sieci napowietrznych średniego i niskiego napięcia jest sprawą poważną. Dotychczasowe dążenia do budowy sieci napowietrznych możliwie pewnych w eksploatacji prowadziły do przesadnie bogatych rozwiązań, które dziś nie znajdują uzasadnienia. Szczególnie jaskrawo występowało to na odcinku wiejskich stacji transformatorowych, które też stały się pierwszym obiektem

*) Przy projekcie tej stacji współpracował poza autorami również mgr inż. St. Moszczyński.

zainteresowania w kierunku zmniejszenia nakładów materiałowych i kosztów budowy.

Był jednak jeszcze inny powód konieczności potaniania budowy wiejskich stacji transformatorowych. Poprzednio panowała tendencja przyłączania do stacji transformatorowych po stronie niskiego napięcia tylu odbiorców, ilu dopuszczały względy techniczne. Toteż sieci niskiego napięcia budowano bardzo rozległe i o dużych przekrojach przewodów. Zaletą takiego rozwiązania było pełne wyzyskanie stacji transformatorowej, wadą zaś duże zużycie materiałów przewodowych, jak „deficytowe” aluminium. Obecne wytyczne projektowania utrzymują zasięg sieci niskiego napięcia stosunkowo mały (1,5 do 2 km) przy ograniczeniu przekroju przewodów do 25 wzgl. 35 mm² AL i zwiększeniu liczby stacji transformatorowych. W ten sposób uzyskuje się: a) mniejsze zużycie materiałów — zwłaszcza aluminium przewodowego, b) potanie inwestycji oraz c) dużą elastyczność sieci i prawie nieograniczone możliwości przyłączeń.

W jednym np. przypadku — przy przebudowie istniejącej od kilku lat sieci niskiego napięcia we wsi zasilanej przez jedną stację transformatorową — zaoszczędzono przez pobudowanie drugiej stacji transformatorowej ok. 2,25 t linki aluminiowej (stanowi to ok. 44% całkowitego jej zapotrzebowania) oraz obniżono koszt całkowitej inwestycji o ~ 23%. Początkowo całość inwestycji obejmowała 250 m linii 15-kilowoltowej, 1 stację z transformatorem o mocy 100 kVA i 2 obwody niskiego napięcia o łącznej długości ok. 7 km przy przekrojach przewodów od 25 do 70 mm² AL. Przy przebudowie wymieniono przekroje przewodów na 25 i 35 mm² AL, dobudowano drugą stację transformatorową, przy czym zamiast jednego transformatora na 100 kVA zastosowano dwa o mocy 75 i 30 kVA oraz dobudowano odcinek linii wysokiego napięcia o długości ok. 1 km przy użyciu przewodu stalowego o przekroju 25 mm². Jednocześnie ze sníženiem kosztów nakładowych uzyskano według pobieżnych obliczeń również zwiększenie gospodarności całego układu zasilania danej wsi o ~ 15%. Takie zwiększenie nie zawsze da się osiągnąć przy rozwiązaniu z ograniczonym przekrojem przewodów sieci niskiego napięcia; zawsze jednak osiąga się oszczędność bardzo cennego w naszych warunkach aluminium przewodowego. Aby obniżyć koszty inwestycyjne przy tym rozwiązaniu, musiano główną uwagę zwrócić na potanie budowanych dotąd stacji transformatorowych.

Prace wstępne nad typową wiejską stacją transformatorową rozpoczęto w Głównym Biurze Elektryfikacji Wsi jeszcze w r. 1948. Pierwszy projekt i zasadnicza koncepcja były tematem obrad XI Komisji SEP Linii Napowietrznych (10 — 11. I. 1949). W czerwcu 1949 r. przeprowadzono próby praktyczne nowego wykonania przy ustawianiu pierwszej stacji tego typu we wsi Wawrzyszew pod Warszawą; próby wypadły pomyślnie. Na tej podstawie Centralny Zarząd Energetyki wprowadził, tytułem próby, nowy typ stacji obowiązujący na terenie trzech byłych Zjednoczeń Energetycznych — Warszawskiego, Łódzkiego i Bydgoskiego-Toruńskiego. Prosty montaż, znaczne obniżenie kosztów i wreszcie estetyczny wygląd zadecydowały o rozpowszechnieniu tego rozwiązania również na terenie innych zjednoczeń.

Roczne doświadczenie w budowie i eksploatacji stacji doprowadziło do ostatecznego opracowania typowej wiejskiej stacji transformatorowej, która po pełnych próbach wytrzymałościowych we wsi Młochów (17—19.VII.1951) została przyjęta przez KOPI przy Centralnym Zarządzie Elektryfikacji Rolnictwa i przy Centralnym Zarządzie Energetyki i wprowadzona powszechnie na terenie całego państwa zarządzeniem Ministrów Energetyki i Rolnictwa z dnia 3 września 1952 r. w sprawie wprowadzenia w życie „Tymczasowych wytycznych technicznych wykonawstwa robót przy elektryfikacji rolnictwa”.

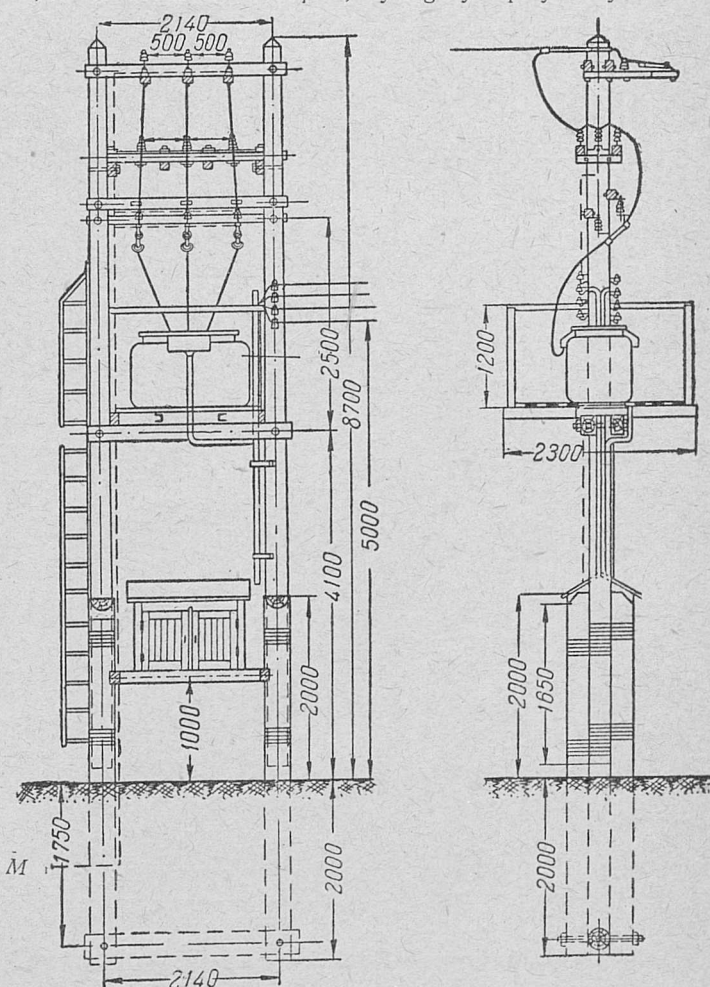
2. Założenia normalizacyjne.

Konieczność jak najdalszego obniżenia kosztów budowy i uproszczenia obsługi narzuciła dla stacji typowej rozwiązanie słupowe. Stacje słupowe mają pewne wady, są np. podatniejsze na uszkodzenia, wymiana transformatora jest w nich bardziej uciążliwa niż w stacjach kioskowych, jednak względnie oszczędnościowe przeważają tu zawsze. Toteż stacje tego typu są stosowane powszechnie na obszarach wiejskich zarówno w Związku Radzieckim, jak i w krajach kapitalistycznych — w Anglii, Francji, USA, Indiach i w szeregu innych, jak to wynika z materiałów Międzynarodowej Konferencji Energetycznej w Delhi w 1951 r. Długoletnie doświadczenie wykazało, że stacje te są niezawodne w eksploatacji, proste w konstrukcji i obsłudze i znacznie tańsze od stacji kioskowych o ~ 30%. Sama budowa murowanego kiosku kosztuje 1,2 do 2 razy więcej niż całe wyposażenie elektryczne stacji. Nie bez znaczenia są też poważne trudności transportu na większe odległości budul-

ca potrzebnego do budowy kiosków przy stacjach wnetrzowych: na zabudowanie jednego kiosku potrzeba ok. 5 t cegły, wapna i cementu.

Stosunkowo nieduży ciężar wiejskich transformatorów siłowych (600 do 900 kg), jak i pozostałej aparatury elektrycznej (ok. 350 kg), pozwala na budowę wiejskich stacji słupowych na słupach drewnianych, które też zastosowano w projekcie normy. Z góry jednak liczone się z możliwością szkodliwego słupów lub przejścia w przyszłości na słupy betonowe po ostatecznym zakończeniu prób nad słupami strunobetonowymi, które wykazują znacznie lepsze własności wytrzymałościowe niż inne słupy żelazobetonowe, są elastyczniejsze i lżejsze, co ma poważne znaczenie przy elektryfikacji rolnictwa, ze względu na daleki transport (średnio ok. 50 km) zwykle po bardzo złych drogach polnych.

Nieodzownym warunkiem normalizacji jest możliwie daleko idąca uniwersalność opracowania. Na ten warunek zwrócono szczególną uwagę, projektując konstrukcję tak, że stacja może bez zmian, względnie przy drobnych tylko zmianach, pracować w dowolnych warunkach sieciowych na terenie całego kraju, a mianowicie: a) przy różnych napięciach rozdzielczej sieci wysokiego napięcia, b) przy różnych mocach transformatorów wiejskich, c) w różnych układach — jako przełotowa i końcowa, d) w przystosowaniu do warunków obostrzeń I, II i ewentualnie III stopnia, wymaganych przy skrzyżowaniu



Rys. 1. Stacja na napięcie 10/0,4 kV o mocy max. 50 kVA konstrukcji radzieckiej
M — do uziomu

z drogami publicznymi, liniami kolejowymi itd., e) przy pracy bez odgromników i z odgromnikami, f) przy pominięciu kosztownej skrzynki rozdzielczej niskiego napięcia (przy jednym odejściu niskiego napięcia), g) przy możliwości zastosowania — po nieznacznych przeróbkach — słupów żelazobetonowych zamiast drewnianych.

Zgodnie z wynikami konferencji w NOT dnia 23.X.1948 r. *) jako normalne napięcie rozdzielczej sieci wiejskiej wysokiego

*) Por. Moszczyński S. Wybór napięcia sieci rozdzielczych w związku z zagadnieniami elektryfikacji wsi (PE, 1949, z. I, str. 22—27).

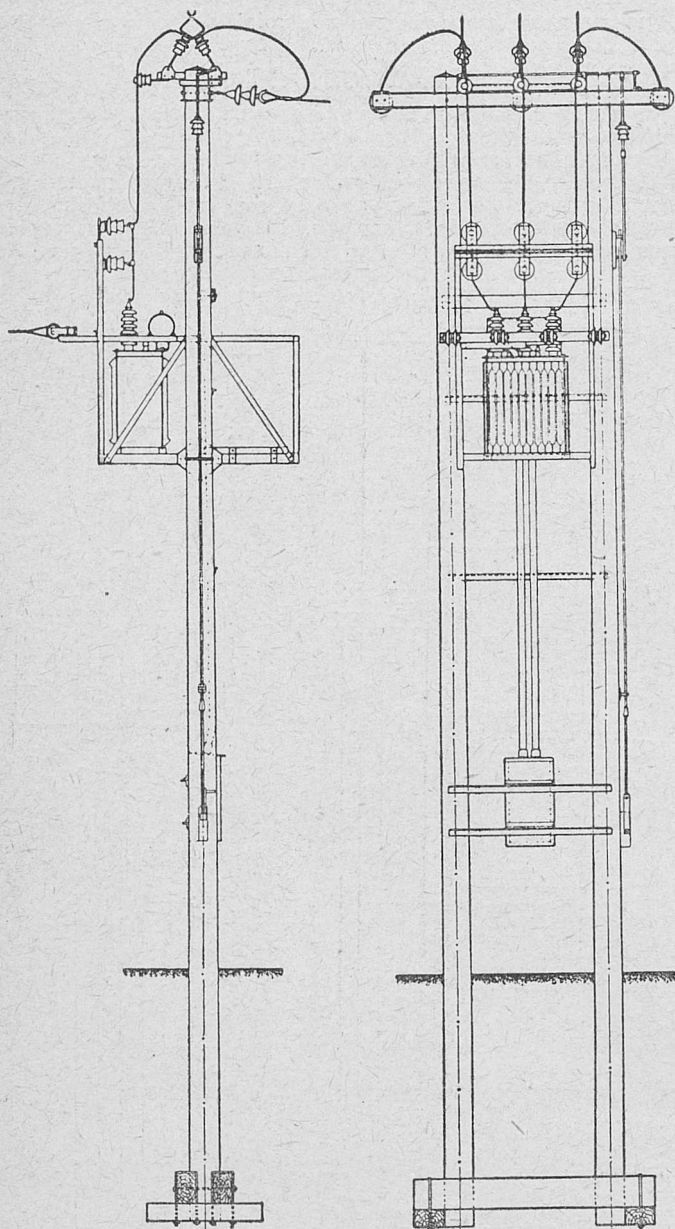
napięcia przyjęto ogólnie na terenie całej Polski 15 kV. Na to też napięcie zaprojektowano znormalizowaną wiejską stację transformatorową, dając jednak możliwość przyłączenia jej do linii o innych napięciach, jak 30 względnie 20 kV, i, oczywiście, o napięciu niższym od normalnego tj. 6 kV, gdyż mogą się zdarzyć przypadki przyłączeń do linii o takich napięciach (w niektórych częściach Polski, jak np. na terenie woj. lubelskiego, bardzo często spotyka się linie rozdzielcze 30-kilowoltowe).

Pod względem mocy zaprojektowano stację dla transformatorów na 30 do 100 kVA. Są to, jak wykazują dane statystyczne, najeczęściej spotykane moce transformatorów wiejskich, gdyż tyl-

wymaga z reguły zastosowania na niej obostrzeń od strony wysokiego napięcia, umożliwienie więc zastosowania obostrzeń na znormalizowanej stacji transformatorowej ma bardzo duże znaczenie.

Z dążenia do obniżenia kosztów budowy wypływa konieczność ograniczenia stosowanej aparatury elektrycznej tylko do najniezbędniejszej. Dalo to powód do rewizji dotychczasowych poglądów na nieodzowność zastosowania skrzynki rozdzielczej niskiego napięcia tym bardziej, że koszt jej jest znaczny, przekracza bowiem 20% kosztu całej stacji. Przede wszystkim należałoby zrezygnować z zastosowania skrzynki rozdzielczej przy jednym odejściu niskiego napięcia, gdzie nie jest ona niezbędna do prawidłowej pracy całego urządzenia.

Niewątpliwie najpewniejszą ochronę odgromową na stacji transformatorowej stanowią odgromniki zaworowe. Jednak ich wysoki koszt, bliski (uwzględniając koszty konstrukcji wsporczej i wstępnych uziemień trzonów izolatorowych) wartości chronionego transformatora, czyni niewłaściwym — z punktu widzenia ekonomicznego — stosowanie tego rodzaju ochrony na wiejskiej stacji transformatorowej. Stąd wynika za-

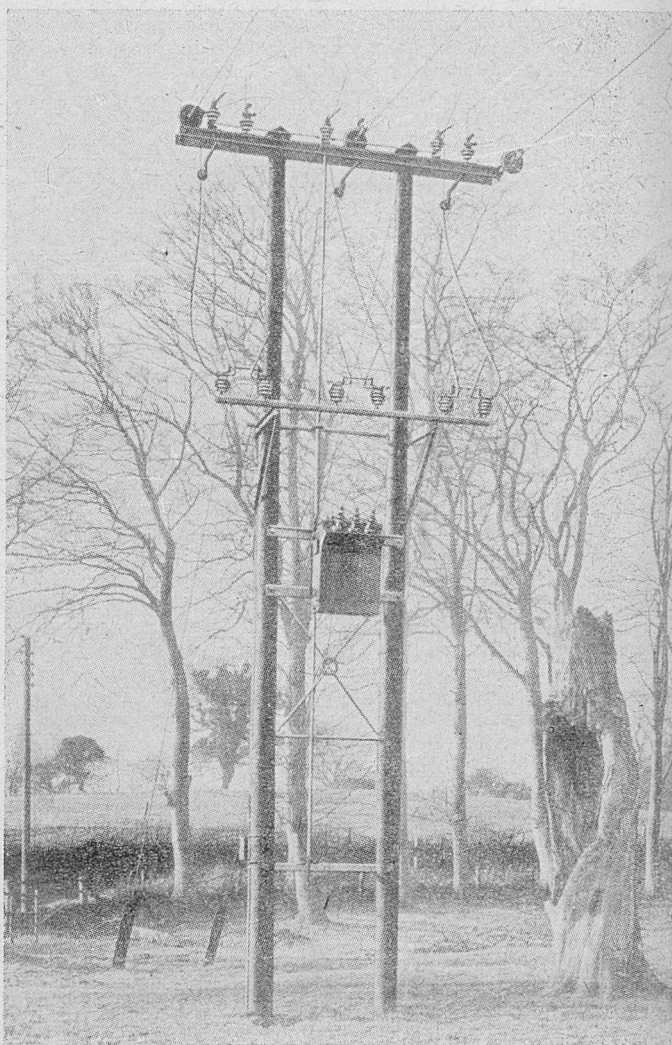


Rys. 2. Stacja na napięcie 20/0,4 kV o mocy max. 100 kVA konstrukcji niemieckiej

ko ok. 5% wszystkich instalowanych na wsi transformatorów ma moc powyżej 100 kVA, których znaczny ciężar wymaga, oczywiście, silniejszych konstrukcji wsporczych.

Zarówno ze względów gospodarczych i wytrzymałościowych, jak i ze względu na ochronę odgromową najkorzystniejsza jest budowa wiejskich stacji transformatorowych typu przelotowego. Przy tym rozwiązaniu maleją również koszty sieci średniego napięcia o blisko 15%. Dlatego też jako podstawowy należy wybrać przelotowy układ stacji z warunkiem, żeby konstrukcja stacji dozwalała na zastosowanie jej — z niezbędnymi tylko przeróbkami — również w układzie krańcowym.

Wiejskie stacje transformatorowe ustawia się zwykle przy drodze biegnącej przez wieś, umożliwiając bezpośrednie odejście w obie strony linii niskiego napięcia. Takie ustawienie stacji



Rys. 3. Stacja na napięcie 11/0,4 kV o mocy max. 50 kVA w wykonaniu irlandzkim

lecenie stosowania odgromników katodowych tylko na stacjach krańcowych i tylko na tych, których odległość od odgałęzienia jest większa niż 500 m; na pozostałych stacjach można stosować zabezpieczenie przy pomocy rożków. Ostatnio istnieje tendencja stosowania ogólnie na wiejskich stacjach odgromników katodowych. Ta koncepcja narzuciła zasadnicze rozwiązanie typowej stacji bez ochrony odgromowej, jednak z możliwością dobudowania dodatkowej konstrukcji wsporczej w przypadku konieczności użycia odgromników czy też rożków.

Normalizacja winna uwzględniać wszelkie doświadczenia zdobyte w dotychczasowej praktyce zarówno w kraju, jak i za granicą. Rys. 1 do 5 pokazują różne spotykane dotąd obce rozwiązania wiejskich stacji transformatorowych, stanowiące podstawę naszego opracowania normalizacyjnego.

3. Rozwiązanie konstrukcyjne polskiej stacji typowej.

Uwzględniając wszystkie wymienione wyżej zasady i poglądy, zaprojektowano naszą typową wiejską stację transformatorową jako napowietrzną na słupach drewnianych w dwóch alternatywach — przelotową i krańcową. Przy pracy stacji jako przelotowej przyjęto przekrój przewodów linii średniego napięcia $3 \times 35 \text{ mm}^2 \text{ AFL}$ i największy naciąg $12,5 \text{ kg/mm}^2$, natomiast w przypadku ustawienia krańcowego przyjęto przewody $3 \times 25 \text{ mm}^2 \text{ FL}$ przy naciągu 20 kg/mm^2 .

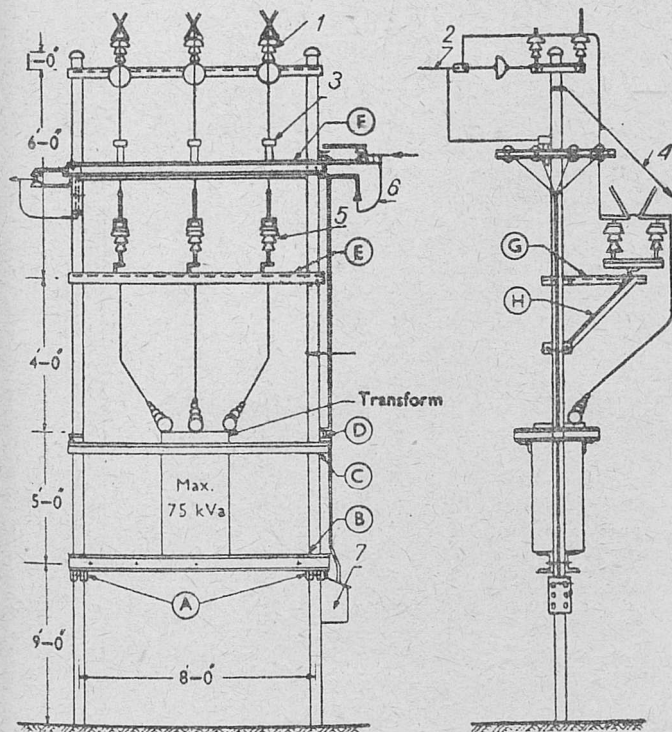
Jako napięcie normalne uznano 15 kV , moc zaś do 100 kVA włącznie.

Główny nacisk położono na jak najdalsze obniżenie kosztów inwestycyjnych stacji. Osiągnięto to: a) przez największą oszczędność drzewa, b) przez celowe i oszczędne projektowanie konstrukcji żelaznych, c) przez zastosowanie tylko tej aparatury elektrycznej, która jest niezbędna do zapewnienia bezpieczeństwa i pewności ruchu, d) przez stosowanie elementów używanych normalnie do budowy linii i możliwe ograniczenie liczby ich typów (izolatory, śruby itp.).

Przy opracowaniu całości, jak i poszczególnych elementów, zwrócono szczególną uwagę na uzyskanie maksimum bezpieczeństwa obsługi i pewności ruchu, przejrzystości połączeń, łatwości montażu, uniwersalności oraz na estetyczny i harmonijny wygląd zewnętrzny.

Stacja CZER, podana na rys. 6 i 7, jest zbudowana na dwóch pojedynczych słupach drewnianych nasycanych o długości 11 m i średnicy w czubie 20 cm , ustawionych w formie bramy — przy odstępach osi średnio 180 cm — w położeniu prostopadłym do kierunku linii; bramka zbiega się nieco ku górze, by uniknąć nieprzyjemnego wrażenia rozchylania się słupów u góry.

W wykonaniu dla stacji krańcowej zastosowano odciążki z linki stalowej o wytrzymałości co najmniej 40 kg/mm^2 i o przekroju 95 mm^2 . Odciążki na stacjach transformatorowych są



Rys. 4. Stacja na napięciu $11/0,4 \text{ kV}$ o mocy max. 75 kVA w wykonaniu hinduskim

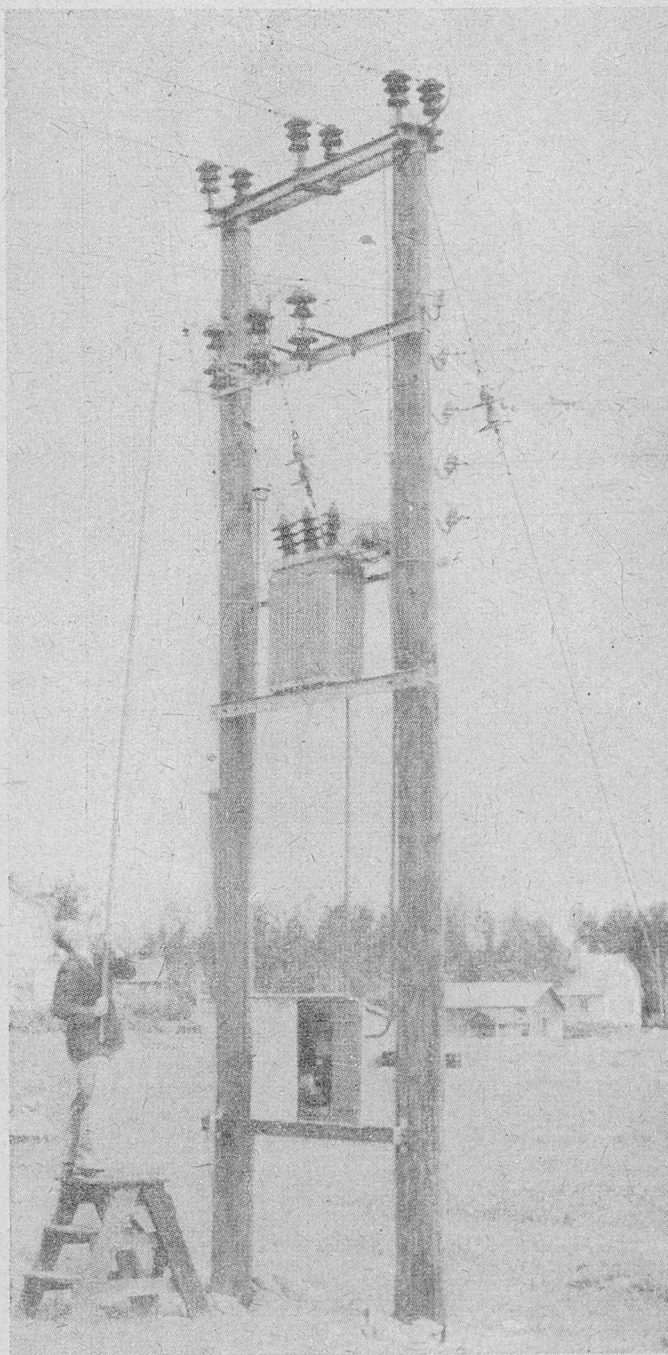
- | | |
|-------------------------|-----------------------------------|
| 1 — odłącznik | 4 — odciążka |
| 2 — linia wys. nap. | 5 — linia 3-faz. wys. nap. |
| 3 — odgromniki katodowe | 6 — linia 3-faz. nisk. nap. |
| | 7 — szafka rozdzielcza nisk. nap. |

coraz częściej spotykane za granicą, stosowanie zaś ich w naszych warunkach zostało również dopuszczone w znowelizowanych przepisach PN/E-101.

W pewnych warunkach może być celowe owinięcie słupów, a nawet odciążek, na wysokości 2 m nad ziemią drutem kolczastym na długości ok. $0,5 \text{ m.b.}$; zabezpieczyć to przed wejściem na stację osób niepowołanych.

Ustój stacji uzyskuje się przy pomocy 3 nasycanych belek drewnianych, w zasadzie półokrągłaków, o średnicy 25 cm , z których dwie górne mają długość $3,2 \text{ m}$, dolna zaś $2,3 \text{ m}$. Słupy

stacji są wkopane w ziemię na głębokość ok. 2 m . Górne belki ustaju są umieszczone na głębokości ok. $0,8 \text{ m}$. Z chwilą opracowania znormalizowanego typu szczudeł żelbetowych, dostecznie lekkich i elastycznych, będą one mogły być zastosowane z korzyścią do budowy stacji. W tym przypadku przewiduje się zasadniczo zastosowanie szczudeł od razu przy budowie sta-



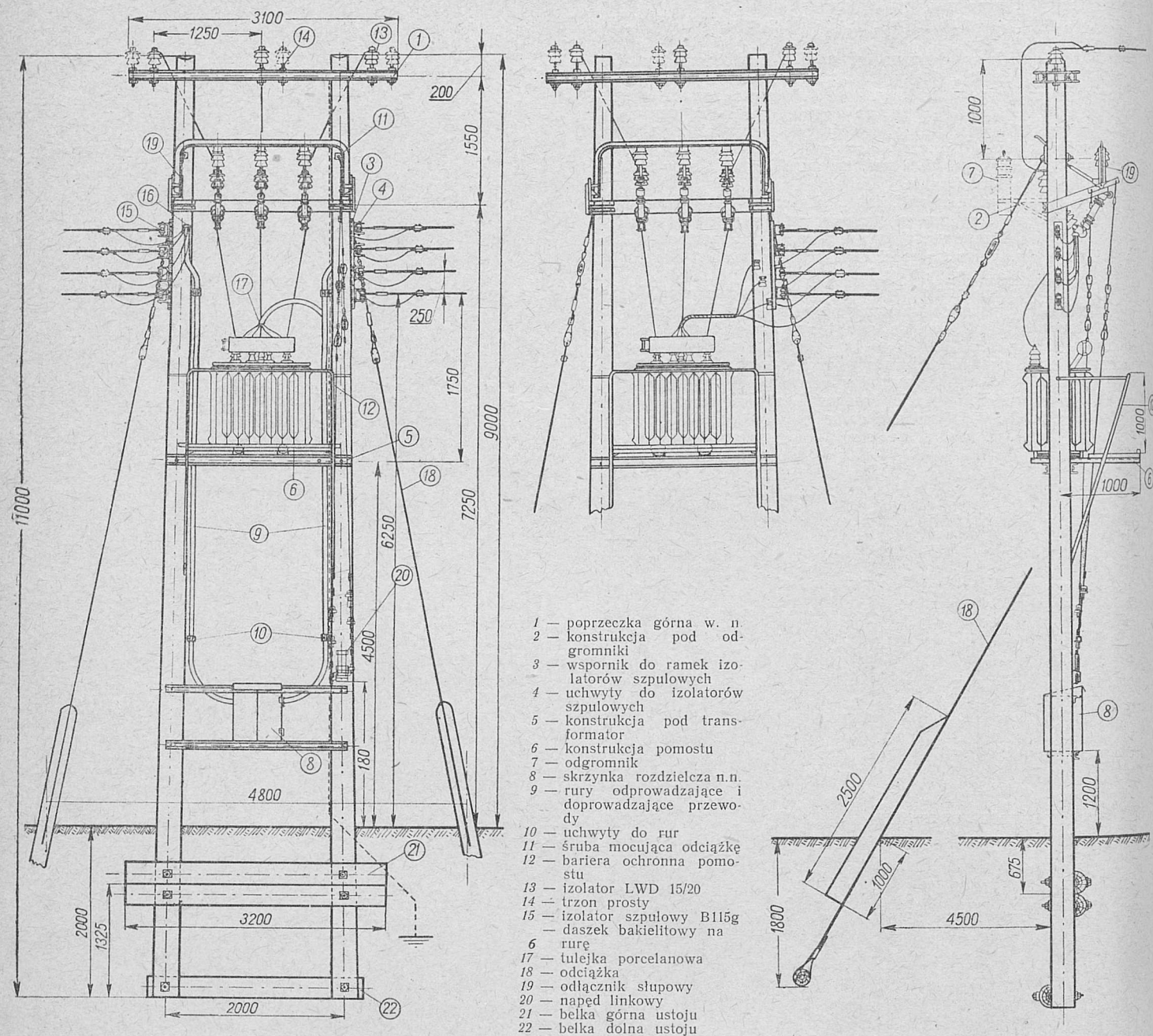
Rys. 5. Stacja na napięciu $20/0,4 \text{ kV}$ o mocy max. 100 kVA w wykonaniu fińskim

cji, co daje oszczędności ok. $2 \times 2,5 \text{ m.b.}$ słupa i wymaga mniej robocizny niż późniejsze szczudlowanie słupów. Można również budować stację bez szczudeł i zastosować je dopiero po $10\text{--}14$ latach pracy, gdy słupy nadgniją. Zmniejsza to początkowe koszty inwestycyjne i przedłuża czas służby słupów w porównaniu ze słupami zaopatrzonymi w szczudła od razu przy budowie.

Poprzeczka górna, podtrzymująca przewody linii wysokiego napięcia, składa się z dwóch ceowników nr 8, obejmujących słupy i połączonych ze sobą naspawanymi nakładkami $100 \text{ mm} \times 10 \text{ mm}$. Poprzeczkę tę obciąża się na pełny naciąg przewodów oraz na obciążenie przewodami z sadzią i dodatkowo ciężarem transformatora, który może być wciągany przy jej po-

mocy. Przewody są zawieszane na izolatorach stojących typu stosowanego w całej linii — przy rozstępie 1,25 m — w układzie płaskim. Przewody skrajne zawieszają się na zewnątrz słupów, co daje korzystniejszy rozkład obciążeń. W razie obostrzenia konstrukcja umożliwia zastosowanie podwójnego zawieszenia na trzonach wzmocnionych. Przewody linii wysokiego napięcia przy normalnie stosowanych linkach 25 mm² FL, 25 lub

ne części bariery są wykonane z kawałków płaskownika 50 mm × 10 mm, z których jeden otwiera się dla umożliwienia wejścia na pomost. Na pomoście wzdłuż krawędzi jest przybita listwa dla zabezpieczenia przed zsunieniem się nóg monterów. Cały pomost wraz z konstrukcją wsporczą jest tak zbudowany, że można go w całości odjąć nie naruszając innych konstrukcji stacji. Pomost dla obsługi jest wystarczająco duży, zwłaszcza



Rys. 6. Podstacja transformatorowa wiejska bramkowa 2-słupowa CZER

35 mm² AFL i przęsłach do 105 m zwisają w najgorszych przewidywanych w przepisach warunkach na wysokość nie mniejszą niż 7,1 m nad ziemią.

Konstrukcja wsporcza dla transformatora jest umieszczona na wysokości ok. 6,3 m nad ziemią. Jej zasadniczą częścią są dwa ceowniki nr 8, obejmujące słupy z dwóch stron i wiążące je. Transformator stoi na dwóch ceownikach również nr 8, zamocowanych przesuwnie za pomocą klamer z pręta o średn. 3/4" prostopadle do ceowników nośnych. Jest on umieszczony w osi stacji, co stwarza najlepsze warunki wytrzymałościowe.

Pomost dla obsługi — drewniany z desek 1 1/2" — jest umieszczony na tej samej wysokości, co transformator. Pomost zbity w jedną całość wspiera się na dwóch kątownikach nr 5 1/2, które z kolei opierają się na ceówkach nośnych transformatora i na rurze o średn. 1 1/4", służącej jednocześnie za barierę. Bocz-

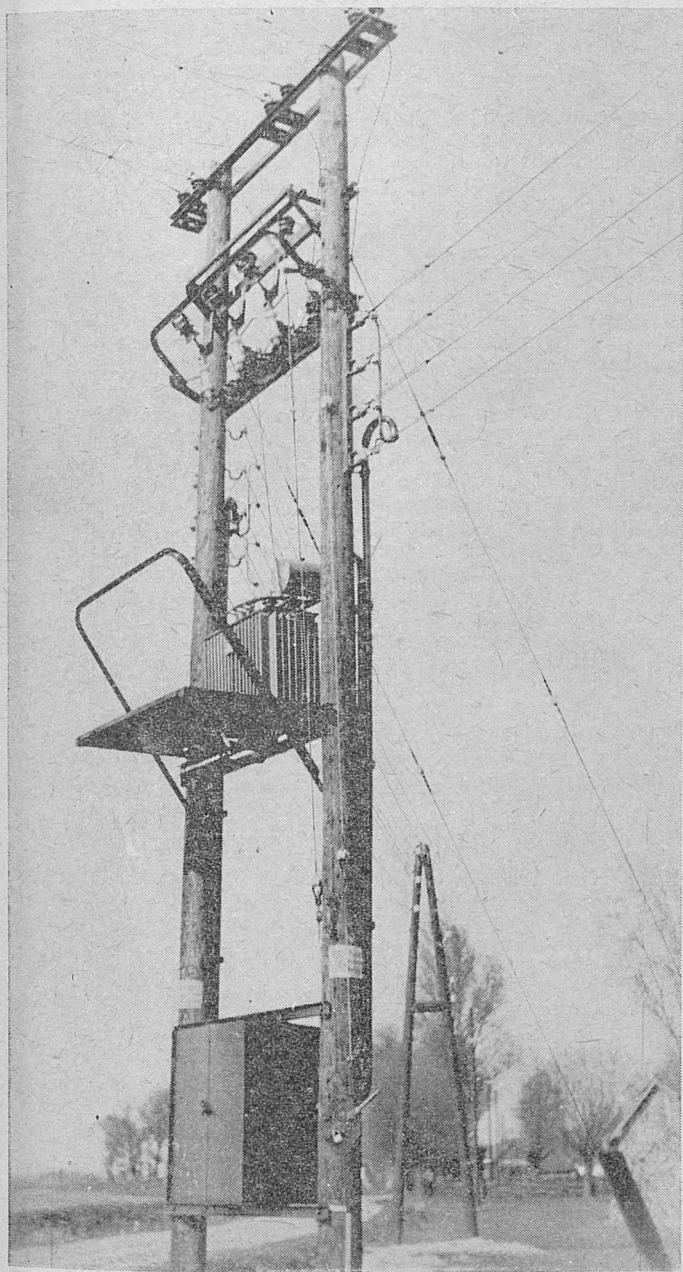
jeśli mieć na uwadze, że nowsze typy stacji czeskich i angielskich zupełnie nie mają pomostu. W pewnych przypadkach można rzeczywiście zrezygnować z pomostu.

Umocowanie odłącznika wysokiego napięcia nie wymaga żadnej dodatkowej konstrukcji, sama bowiem jego konstrukcja wiążąca z ceownikiem nr 8 jest zarazem belką nośną. Na tej też belce opiera się w razie stosowania odgromników katodowych ich konstrukcja wsporcza z żelaza ceownego nr 5 1/2 przystosowana do typu wiszącego i stojącego.

Odejsia niskiego napięcia zaprojektowano w zasadzie prostopadle do linii wysokiego napięcia w dwóch kierunkach. Wtedy naciągi przewodów linii niskiego napięcia nie zakłócają statycznej równowagi stacji. W przypadku najniekorzystniejszym, gdy różnica naciągów obustronnych przekracza 400 kg lub gdy

mamy tylko jedno odejście, jego naciąg równoważy się odciażką, którą zwykle zakłada się na najbliższym słupie linii, aby nie speścić wyglądu stacji. Można też zastosować na samej stacji ukośne ciągnie między jej słupami z linki 95 mm² FL. Izolatory niskiego napięcia na odejście są typu szpulowego.

Na wiejskich stacjach transformatorowych stosuje się obecnie wyłącznie transformatory typu normalnego. Przed wojną produ-



Rys. 7. Stacja transformatorowa krańcowa w Rzędowicach (pow. krakowski)

kowano specjalne transformatory rolnicze, wytrzymujące okresowe przeciążenie o 100% wyższe od mocy znamionowej, jednak nie dłużej niż 12 godzin na dobę i przy warunku, że łączny czas pracy przy 100% przeciążenia nie przekroczy 500 godz. rocznie. Potrzeba zastosowania tego specjalnego typu transformatorów wynikała z charakteru obciążenia wiejskiego, którą cechował duży szczyt omlotowy, spowodowany pracą silników stosowanych indywidualnie przez poszczególne chłopskie gospodarstwa rolne. Transformator rolniczy o mniejszych stratach jałowych zmniejszał ogólne roczne straty energii elektrycznej. Obecnie zagrody chłopskie przylącają się tylko za pośrednictwem przyłączy 1-fazowych, które pozwalają na stosowanie indywidualnie jedynie małych silników 1-fazowych. Większe zaś silniki, w tym młockarniane, użytkowane są zespołowo i przylączane bezpośrednio do sieci ulicznej niskiego napięcia. W tych warunkach redukuje się poważnie liczbę silników stosowanych do młoczek tak, że szczyt omlotowy nie przekracza jesienno-zimowego

szczytu wieczornego. W ten sposób znikły zasadnicze przyczyny stosowania transformatorów typu rolniczego. W państwowych gospodarstwach rolnych, gdzie ze względu na większy zakres zmechanizowanych czynności produkcyjnych przeważa szczyt siłowy, długotrwałość jego, jak też poważne obciążenie podstawowe w zasadzie przekreślają korzyści osiągane ze stosowania transformatorów typu rolniczego.

W transformatorach wiejskich jest zwykle stosowany układ połączeń Yz₅ dla wyrównania znacznych nierównomierności w obciążeniu faz. Przy tym układzie połączeń prąd w przewodzie zerowym może osiągnąć 100% znamionowego prądu fazowego, co nie jest rzadkim zjawiskiem w wiejskich sieciach rozdzielczych niskiego napięcia.

Tak więc w wiejskich stacjach transformatorowych stosuje się — jako normalne — transformatory napowietrzne na 15/0,38—0,22 kV, Yz₅ typu normalnego z regulacją zaczepów $\pm 5\%$ o mocy 100, 50, 30 względnie 20 kVA.

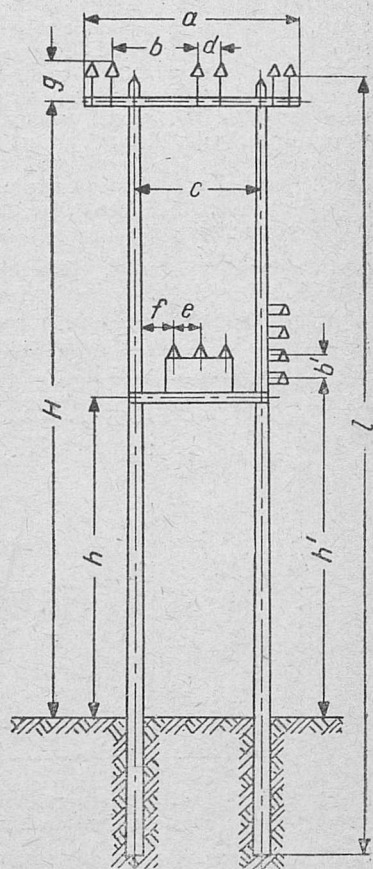
Do wyłączania linii wysokiego napięcia zastosowano specjalnie przerobiony dla potrzeb stacji wiejskiej odłącznik produkcji Zakładów Wytwórczych Aparatury Wysokiego Napięcia im. G. Dymitrowa typu 678c, z napędem linkowym typu 607a, z rurami bezpiecznikowymi. Jest on umieszczony na wysokości ok. 2,7 m od pomostu tak, aby odłączanie go było możliwe tylko przy pomocy drążka izolacyjnego. Całość konstrukcji odłącznika jest bardzo celowa i ekonomiczna, wiążąc w sobie elementy odłączeniowe i zabezpieczeniowe. Innowacją stanowi zmniejszenie odstępów między fazami do 50 cm.

W dalszym etapie uproszczeń konstrukcyjnych można zrezygnować z odłącznika wysokiego napięcia, na który przypada ok. 20% kosztu stacji, a który z punktu widzenia obsługi nie jest niezbędny. Stację wtedy wyłączałoby się z dołu po stronie niskiego napięcia, a odłączało od wysokiego napięcia bezpiecznikami rurowymi, które z powodzeniem wytrzymują odłączenie niewielkiego prądu biegu jałowego transformatora. Bezpieczniki rurowe przy takim rozwiązaniu należałoby przymocować w położeniu poziomym do górnej poprzeczki stacji.

Rozwiązanie droższe zastosowano na obecnym etapie głównie z uwagi na wygodę i bezpieczeństwo obsługi słabo jeszcze wyszkolonej.

Dla umożliwienia wymiany transformatora i przeglądu odłącznika — bez potrzeby odłączania całego odgałęzienia linii wysokiego napięcia najbliższym odłącznikiem sekcijnym — celowe jest zaopatrzenie stacji w specjalne zaciski zwalniane pod napięciem przy pomocy drążka izolacyjnego. Zaciski te łączą przewód linii z prętem rozgałęzienia do odłącznika stacyjnego.

Obecne rozwiązanie stacji znormalizowanej przewiduje zastosowanie po stronie niskiego napięcia skrzyni z tablicą rozdzielczą. Skrzynia z blachy żelaznej o grubości 1,5 mm jest zaopatrzona z dwóch stron w drzwiczki, co umożliwia naprawę bezpieczników obwodowych przez monter wiejskiego, a jednocześnie uniemożliwia mu manipulowanie przy bezpiecznikach głównych. Tablica rozdzielcza jest wykonana również z blachy żelaznej o grubości 1,5 mm i wyposażona w wyłącznik główny 3-biegunowy z tabliczką na 100 względnie 200 A, w gniazda bezpiecznikowe bakelitowe rurowe główne na 200 A w liczbie 3 sztuk i obwodowe na 100 wzgl. 60 A dla dwu bądź trzech odgałęzień 3-fazowych oraz w licznik 3-fazowy z zerem i żarówkę do oświetlenia tablicy. Bezpieczniki główne i licznik umieszcza się z tyłu tablicy, pozostałą aparaturę z przodu.



Rys. 8. Oznaczenia zasadniczych wymiarów stacji

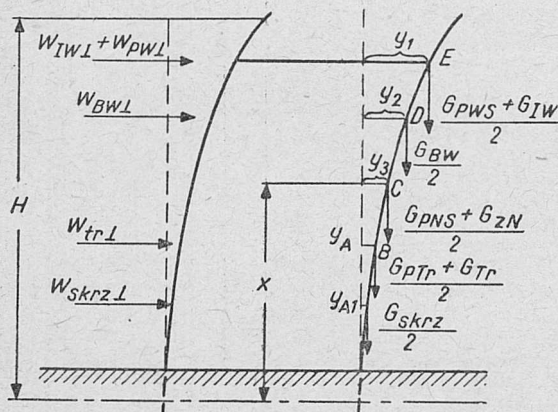
Noże stykowe rur bezpiecznikowych mają ochronę izolacyjną bakielitową. Doprowadzenie i odprowadzenie wykonane jest przewodami LGa 25 lub 35 mm² w rurach o średnicy 2", przewodzone wzdłuż słupów na uchwytych dystansowych.

W przypadku jednego tylko odejścia należy dla uniknięcia kosztownej skrzyni ograniczyć się tylko do bezpieczników słupowych. W dalszym etapie uproszczeń należałoby w ogóle zrezygnować ze skrzyni rozdzielczej niskiego napięcia. Stacja byłaby wtedy wyłączana po stronie niskiego napięcia słupowym wyłącznikiem napowietrznym z napędem dźgłowym, obsługiwanym z ziemi. Zabezpieczenie odejść niskiego napięcia stanowiłyby słupowe bezpieczniki topikowe.

Uziemienie ochronne konstrukcji i aparatury wysokiego i niskiego napięcia oraz odgromników jest wykonane wspólnie na stacji, uziemienie zaś punktu zerowego transformatora wykonuje się na najbliższym słupie linii niskiego napięcia oddalonym co najmniej o 40 m od stacji, co daje dostateczną gwarancję bezpieczeństwa przed przerzutem wysokiego napięcia na linię niskiego napięcia. Uziemienie wykonane jest linką żelazną ocynkowaną o przekroju 50 mm², uziom przy pomocy trzech lub więcej rur o średn. 1 1/2" i długości 3 m, wbitych w ziemię w odległości co najmniej 3 m od siebie. Oporność uziemienia zarówno ochronnego, jak i roboczego, nie może przekraczać 10 Ω w przypadku transformatora o mocy do 100 kVA włącznie.

4. Określenie wymiarów, obliczenia statyczne i próby wytrzymałościowe stacji.

Wszystkie obliczenia oparte są na znowelizowanych przepisach PN/E-101 z uwzględnieniem wszelkich przewidzianych w



Rys. 9. Schemat odkształcenia słupów przy działaniu siły w kierunku prostopadłym do linii wysokiego napięcia

tych przepisach ulg (zmniejszone do 2/3 odstępy przewodów na liniach wiejskich, stosowanie odciażki itp.).

Wymiary stacji (rys. 8) są określone warunkami jej pracy, np. z szerokości transformatora wynika rozstęp słupów, zwisy przewodów wyznaczają wysokość stacji, naciąg przewodów i ciężar aparatury — wymiary konstrukcji.

Jak już wspomniano, ustalony rozstęp osi słupów $c = 1800$ mm wynika z szerokości transformatora wiejskiego na 15/0,38—0,22 kV, 100 kVA. Przewidziany odstęp kadzi transformatora od słupów — wielkości 105 do 230 mm zależnie od sposobu umieszczenia konserwatora oleju na transformatorze — daje pełną swobodę umieszczenia transformatora. Odległość punktów zamocowania przewodów wysokiego napięcia od słupów $f \cong 385$ mm przewyższa znacznie wymaganą przez przepisy minimalną odległość części znajdujących się pod wysokim napięciem od konstrukcji wsporczych $(5 + U/1500) \text{ cm} = 150 \text{ mm}$.

Podana wyżej odległość musi być też zachowana pomiędzy słupem a krawędzią pierwszego kłosa transformatora, którą w razie zawiłgocenia należy uważać jako przewodzącą, odległość zaś między osiami dwóch izolatorów tej samej fazy przy podwójnym zawieszeniu wynosi ze względów praktycznych $d = 250$ mm. Stąd wynika rozstęp punktów zawieszenia przewodów wysokiego napięcia na stacji $b = 1500$ mm.

Przy najniekorzystniejszych warunkach, a mianowicie dla przekroju 25 mm² AFL i przesł 100 m, zwis przewodu wynosi $f_{\text{max}} = f_{\text{sadz}} = 2,0 \text{ m}$ i $f_{+40^\circ\text{C}} = 1,0 \text{ m}$. W tym przypadku najmniejszy wymagany przez przepisy odstęp między przewo-

$$b_{\text{min}} = 2/3[k\sqrt{f_{+40^\circ\text{C}}} + U/1500] \text{ cm} \cong 1330 \text{ mm},$$

co mieści się w granicach przyjętych odstępów.

Z powyższych wymiarów wynika też całkowita długość górnej poprzeczki stacji, która została ustalona jako $a = 3100$ mm.

Przy skrzyżowaniu z drogami publicznymi, placami itd. (oboznienia I i II stopnia) przewody wysokiego napięcia winny być zawieszane zgodnie z przepisami tak, aby ich wysokość nad jezdnią wynosiła co najmniej $700 + U/1500 = 710$ cm, co jest spełnione, jeśli uwzględnić wysokość izolatora stojącego wraz z trzonem $g = 293$ mm i zwis $f_{\text{max}} = 2000$ mm, przy $H = 8800$ mm.

Długość całkowita drągów — wobec głębokości zakopania 2000 mm i możliwości wykonania pierwszego otworu na wysokości 200 mm od wierzchołka — wynosi $l = 11000$ mm.

Transformator jest umieszczony na wysokości $h = 4500$ mm od ziemi przy zachowaniu: najmniejszej dopuszczalnej przez przepisy odległości od ziemi zacisku wysokiego napięcia transformatora, dogodnego połączenia po stronie niskiego napięcia w razie bezpośredniego odejścia na linię, bezpiecznej odległości montera od części znajdujących się pod napięciem oraz wygodnej obsługi bezpieczników rurowych wysokiego napięcia, umieszczonych zarówno w położeniu pionowym na odciażniku, jak i w pozycji poziomej na górnej poprzeczce stacji. Wysokość najniższego transformatora na 15/0,38—0,22 kV o mocy 30 kVA wynosi 1300 mm, a więc zacisk wysokiego napięcia transformatora mieści się nad ziemią na wysokości $4500 + 1300 = 5800$ mm, gdy przepisy określają najmniejszą odległość części będących pod napięciem 15 kV od ziemi na $(500 + U/1500) \text{ cm} = 5100$ mm. Z drugiej strony przy ustalonym umieszczeniu transformatora wysokość ucia bezpiecznika wysokiego napięcia nad pomostem dla obsługi wynosi ok. 3 m przy pionowym umieszczeniu bezpieczników i około 4 m — przy poziomym umieszczeniu, co umożliwia zupełnie wygodną obsługę 2-metrowym znormalizowanym dźgłem izolacyjnym, a jednocześnie nie pozwala na odłączenie bezpieczników ręcznie, czego nie należy dopuszczać ze względu na bezpieczeństwo obsługi. Wreszcie przy takim układzie, odległość pionowa części będących pod napięciem 15 kV nad pomostem dla obsługi wynosi 2,5 m również zgodnie z przepisami.

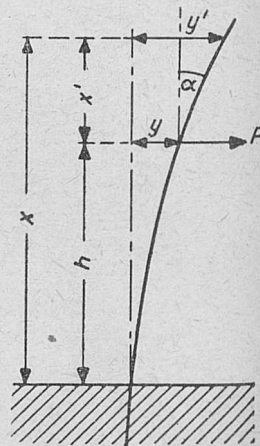
Wysokość zawieszenia przewodów niskiego napięcia nad ziemią wyznaczono tak, aby monter miał swobodne wejście po słupie na pomost dla obsługi ok. 1,7 m, a więc $h' = 6250$ mm. Przy zawieszeniu przewodów 25 mm² AL i zachowaniu przesł 50-metrowych oraz naciągu przewodów 8 kg/mm² zwis wyniesie: $f_{\text{max}} = f_{\text{sadz}} = 0,84 \text{ m}$; $f_{+40^\circ\text{C}} = 0,72 \text{ m} < 1 \text{ m}$, skąd — zgodnie z przepisami — ze względu na $a' < 80$ m będzie $b' = 250$ mm. Najmniejsza wysokość zawieszenia przewodów niskiego napięcia nad ziemią wynosi wg PN/E-101 5 m; ta przy uwzględnieniu zwisu została całkowicie zachowana.

Wreszcie odległość części znajdujących się pod wysokim napięciem od części niskiego napięcia stacji wynosi ok. 65 cm, tj. znacznie więcej od najmniejszego dopuszczalnego przez przepisy odstępu: $5 + U/1500 = 15 \text{ cm}$.

Pozostałe wymiary, jak np. wysokość zawieszenia skrzyni rozdzielczej niskiego napięcia, napędu odłącznika itp., zostały ustalone z uwzględnieniem wygody obsługi w praktyce.

Średnica słupów stacji ustalona na $d_w = 200$ mm wynika z obliczeń wytrzymałościowych, uwzględniających wszystkie siły tak pionowe, jak i poziome, działające na stację transformatorową, a mianowicie:

- a) siły pionowe:
- ciężar przewodów wysokiego nap. $3 \times 25 \text{ mm}^2$ FL (całego przesła) bez sadzi $G_{Pw} \cong 50 \text{ kg}$, z sadzią $G_{Pws} \cong 200 \text{ kg}$;
- ciężar górnej poprzeczki i 9 izolatorów LWD 15 z uzbrojeniem $G_{Iw} \cong 130 \text{ kg}$;
- ciężar odłącznika z bezpiecznikami $G_{BW} \cong 150 \text{ kg}$;
- ciężar odgromników z konstrukcją $G_{OW} \cong 150 \text{ kg}$;
- ciężar przewodów niskiego napięcia $3 \times 50 + 35 \text{ mm}^2$ AL (całego przesła) bez sadzi $G_{PN} \cong 30 \text{ kg}$, z sadzią $G_{Pns} \cong 140 \text{ kg}$;
- ciężar izolatorów niskiego napięcia z konstrukcją wsporczą $G_{IN} \cong 30 \text{ kg}$;
- ciężar pomostu dla transformatora i obsługi $G_{Ptr} \cong 150 \text{ kg}$;
- ciężar skrzynki niskiego napięcia z konstrukcją wsporczą i rurami $G_{skrz} \cong 65 \text{ kg}$;
- ciężar transformatora 15/0,4 kV, 100 kVA, z olejem $G_{tr} \cong 850 \text{ kg}$;
- ciężar całkowity części napowietrznej słupów $G_{st} = 550 \text{ kg}$;



Rys. 10. Schemat działania siły gnącej P w dowolnym miejscu słupa

b) siły poziome działające w kierunku równoległym do linii:
 parcie wiatru na słupy $W_{sl//} \cong 250$ kg;
 parcie wiatru na izolatory wys. nap. i poprzeczkę górną $W_{WI//} \cong 30$ kg;
 parcie wiatru na odłącznik i odgromnik $W_{BW//} \cong 40$ kg;
 parcie wiatru na pomost i transformator $W_{Tr//} \cong 150$ kg;
 parcie wiatru na skrzynię rozdzielczą nisk. nap. $W_{skrz//} \cong 30$ kg;
 parcie wiatru na przewody linii niskiego napięcia $W_{PN//} \cong 90$ kg; stąd moment gnący od parcia wiatru w kierunku linii dla jednego słupa wynosi $M_{W//} \cong 170\,000$ kgcm;
 naciąg przewodów linii wys. nap. $3N_{W//} \cong 1500$ kg;
 c) siły poziome działające na stację w kierunku prostopadłym do linii:

parcie wiatru na słupy $W_{sl\perp} \cong 250$ kg;
 parcie wiatru na izolatory wys. nap. i poprzeczkę $W_{IW\perp} \cong 10$ kg;
 parcie wiatru na odłącznik, odgromniki i konstrukcję wsporczą $W_{BW\perp} \cong 20$ kg;
 parcie wiatru na pomost i transformator $W_{Tr\perp} \cong 100$ kg;
 parcie wiatru na skrzynkę niskiego napięcia $W_{skrz\perp} \cong 20$ kg;
 parcie wiatru na przewody wysokiego napięcia $W_{PW\perp} \cong 75$ kg;
 stąd moment gnący od parcia wiatru w kierunku prostopadłym do linii dla jednego słupa $M_{W\perp} \cong 130\,000$ kgcm.

Jeśli na słup bramowy działa siła W jak na rys. 9, to zasadniczo siły zginające poszczególne słupy są różne, jednak przy poprzeczce żelaznej, gdzie $E_{drz} : E_{Fe} \cong 1 : 20$, można założyć je jako równe połowie siły W .

Równanie odkształconej belki, obciążonej równomiernie na całej długości (parcie wiatru), jest następujące:

$$y = \frac{WH^3}{8EI} \cdot \left[2 \left(\frac{x}{H} \right)^2 + \frac{4}{3} \left(\frac{x}{H} \right)^3 + \frac{1}{3} \left(\frac{x}{H} \right)^4 \right],$$

obciążonej zaś siłą skupioną P w odległości h nad ziemią:

$$y = \frac{Ph^3}{3EI} \cdot \left[\frac{3}{2} \left(\frac{x}{h} \right)^2 + \frac{1}{2} \left(\frac{x}{h} \right)^3 \right],$$

gdzie $E = 106\,000$; $I = \frac{\pi d_{czub}^4 \cdot d_{ziem}^3}{64} = 18\,000$ cm⁴.

Do obliczenia odchylenia słupa powyżej punktu doprowadzenia siły P (rys. 10) można posłużyć się wzorem przybliżonym:

$$y' = \frac{Ph^2}{EI} \cdot \left(\frac{h}{3} + \frac{x'}{2} \right).$$

Słupy stacji należy obliczać dla trzech przypadków stacji krańcowej i przelotowej przy obciążeniu normalnym i zerwanym jednego ze skrajnych przewodów.

W przypadku stacji krańcowej słupy oblicza się na jednostronny naciąg $N = 1500$ kg oraz jednocześnie parcie wiatru w kierunku prostopadłym do linii.

$$P = 1,5 N \cdot \left(b + \frac{3}{2} a \right) \cdot b \cong 900 \text{ kg},$$

$$P_T = \frac{P}{\sin \alpha} \cong 1800 \text{ kg}, \quad P_S = \frac{P}{\cos \alpha} \cong 1000 \text{ kg}.$$

W przekroju A (rys. 12) naprężenie w słupie — przy średnicy 20 cm w czubie — wyniesie $\sigma_{zgn} \cong 100$ kg/cm². Zastępcze naprężenia przy wyboczeniu słupa w dolnej jego części:

$$P_{W\perp} = \frac{\Sigma G}{\beta \cdot F'} \cong 20 \text{ kg/cm}^2$$

wobec $F' \cong 440$ cm²; $I \cong 15\,400$ cm⁴; $l = \alpha \cdot H \cong 5,8$ m; $\lambda = 97$; $\beta = 0,33$. Naprężenie zaś u stopy słupa z na skutek parcia wiatru w kierunku prostopadłym do linii wynosi:

$$p_z = \frac{\Sigma G + P_s}{F_z} + \frac{M_{G\perp} + M_{W\perp}}{W_z} \cong 70 \text{ kg/cm}^2 \ll 150 \text{ kg/cm}^2.$$

Wyniki te świadczą, że słupy stacji krańcowej mogą mieć mniejszą średnicę w czubie, a mianowicie 18 cm, gdyż wtedy dopiero naprężenie $p_z \cong 100$ kg/cm² będzie zbliżone do wartości dopuszczalnej. Tę okoliczność można niekiedy wyorzystać.

Przy naciągu zmniejszonym można zrezygnować z odciażki, np. przy $3 N = 200$ kg moment gnący od naciągu wyniesie $M_g \cong 185\,000$ kgcm, skąd naprężenie złożone w jednym słupie będzie

$$p = \frac{\Sigma G}{F} + \frac{M_g + M_{W\perp}}{W} \cong 150 \text{ kg/cm}^2 = \sigma_{dop}.$$

Słupy stacji przelotowej w przypadku obciążenia normalnego oblicza się na parcie prostopadłe i równoległe do kierunku

linii. Parcie wiatru powoduje odchylenie słupa; wtedy (rys. 9) działają na niego momenty gnące od poszczególnych sił ciężkości, które przy parciu wiatru prostopadłym do kierunku linii wynoszą dla jednego słupa $M_{G\perp} \cong 11\,000$ kgcm. Ponieważ

$$F = \frac{\pi \cdot d_z^2}{4} = \frac{\pi (20 + 0,7 \cdot 9,40)^2}{4} = 560 \text{ cm}^2$$

$$\text{i } W = \frac{\pi \cdot d_z^3}{32} = 1860 \text{ cm}^3,$$

naprężenie złożone w płaszczyźnie działania momentu wyniesie:

$$p = \frac{\Sigma G}{F} + \frac{M_{G\perp} + M_{W\perp}}{W} = \frac{2185}{2560} + \frac{11\,000 + 130\,000}{1860} \cong 80 \text{ kg/cm}^2,$$

co jest mniej od $\sigma_{dop} = 150$ kg/mm².

Naprężenie zastępcze przy wyboczeniu będzie

$$p_W = \frac{\Sigma G}{\beta \cdot F'} = \frac{2185}{2 \cdot 0,234 \cdot 425} \cong 11 \text{ kg/cm}^2 \ll \sigma_{dop},$$

$$\text{gdzie } F' = \frac{\pi}{4} \left(\frac{20 + 20 + 0,7 \cdot 9,4}{2} \right)^2 = 425 \text{ cm}^2,$$

$$\beta = 0,234 \text{ dla } \lambda = \frac{l}{\sqrt{I/F'}} = \frac{660}{\sqrt{14400 : 425}} = 115,$$

ponieważ

$$I = \frac{\pi}{64} \left(\frac{20 + 20 + 0,7 \cdot 9,4}{2} \right)^4 \cong 14\,400 \text{ cm}^4$$

$$\text{i } l = \alpha \cdot H = 0,7 \cdot 940 = 660 \text{ cm}.$$

Natomiast przy parciu wiatru równoległym do kierunku linii momenty gnące działające na każdy słup stacji od ciężarów po-



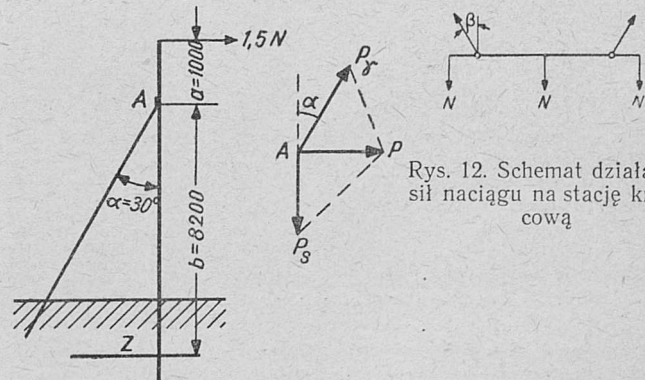
Rys. 11. Schemat działania sił na słupy stacji przelotowej w przypadku zerwania jednego ze skrajnych przewodów wysokiego napięcia

szczególnych elementów wynoszą $M_{G\parallel} \cong 13\,000$ kgcm, naprężenie zaś złożone w płaszczyźnie działania momentu $p = 100$ kg/cm² < $\sigma_{dop} = 150$ kg/cm².

Najniekorzystniejszy dla stacji jest przypadek obciążenia od zerwanego jednego ze skrajnych przewodów linii wysokiego napięcia. Badania radzieckie wykazały, że słup bliższy w stosunku do zerwanego przewodu (rys. 11) przejmie w tym przypadku całe obciążenie $S = N = 500$ kg. Słup wygnie się pod działaniem tej siły zgodnie z równaniem:

$$y = \frac{500 \cdot 920^3}{3 \cdot 106\,000 \cdot 18\,000} \left[\frac{3}{2} \cdot \left(\frac{x}{947} \right)^2 - \frac{1}{2} \left(\frac{x}{947} \right)^3 \right] = 68 \left[\frac{3}{2} \left(\frac{x}{920} \right)^2 - \frac{1}{2} \left(\frac{x}{920} \right)^3 \right],$$

skąd wynika, że słup wygnie się w czubie ok. 75 cm. Działające wtedy na słup momenty gnące od ciężarów poszczególnych

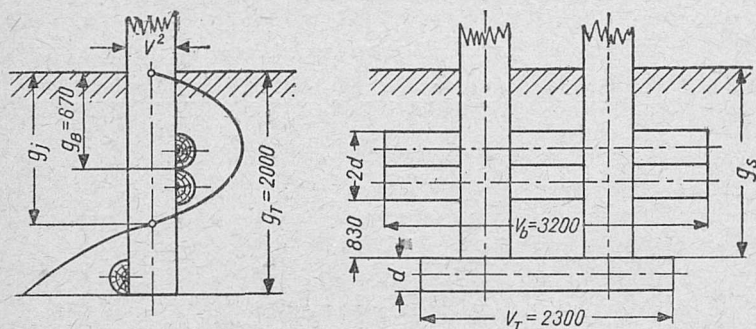


Rys. 12. Schemat działania sił naciągu na stację krańcową

elementów — bez uwzględnienia parcia wiatru — wyniosą $M_{G\parallel} \cong 40\,000$ kgcm. Moment gnący od zerwanego przewodu wyniesie $M_{gPa} = 500 \cdot 920 \cong 460\,000$ kgcm, skąd naprężenie w najniebezpieczniejszym przekroju będzie $p_a \cong 220$ kg/cm² $\cong \sigma_{dop.zw} = 220$ kg/cm².

Ustój stacji oblicza się dla dwóch przypadków: zerowania przewodu przy stacji przelotowej i parcia wiatru prostopadłego do linii.

Głębokość zakopania słupów stacji — ze względu na moment gnący $M_z \approx 500\,000$ kgcm przy zerwaniu przewodu skrajnego na stacji przelotowej — winna wynosić co najmniej $g_t = 2$ m. Wówczas występuje nierówność: $1/c(g_t + h_w) \approx 1,9$ m, co jest mniej od 2 m i więcej od 1,60 m. Jednocześnie ponieważ (rys. 12) $d_z \approx 26,3$ cm, $g_j = 2/3 \cdot 200 =$



Rys. 13. Oznaczenia wymiarów ustaju stacji

$= 133$ cm, $g_b = 1/3 \cdot 200 = 67$ cm, $d = 25$ cm, $v_t = 230$ cm,

$v_1 = v_t - (v_t - 2d_z) \cdot v_2 \cdot (3v_1 - z)^2 \approx 175$ cm, przy $v_1 = \frac{g_s}{g_t} =$

$\frac{200 - 25}{200} = 0,88$; $M_j \approx 580\,000$ kgcm.

Napężenie u stopy słupa boczne wyniesie

$$p_T = \frac{4 M_j}{g_t (g_t - g_j) v_1} = 0,9 \text{ kg/cm}^2,$$

co jest mniejsze od dopuszczalnych 2 kg/cm^2 na głębokości 2 m, gdy bierny opór ziemi wynosi ok. $1,75 \text{ kg/cm}^2$.

Długość belek górnych wynika ze wzoru $v_b = \frac{3}{2} v_t - d_z \approx 320$ cm. Siła gnąca dolną belkę $1/2 \cdot 0,9 \cdot (230 - 2 \cdot 26,3) \cdot 25 \approx 2000$ kg powoduje napężenie gnące przy półokrągłaku:

$$\sigma_{gn} = \frac{2000 \cdot 100}{2 \cdot 374} = 270 \text{ kg/cm}^2 < 285 \text{ kg/cm}^2$$

przy $W \approx 0,191 \left(\frac{d}{2}\right)^3 \approx 374 \text{ cm}^3$.

Przy stosowanych zwykle pełnych okrągłakach z sosny nasyconej napężenie to wyniesie zaledwie $\sigma_{gn} \approx 70 \text{ kg/cm}^2 \ll \sigma_{dop}$.

Natomiast przy parciu wiatru prostopadłe do linii moment wywrotowy względem punktu obojętnego wyniesie $M_j \approx$



Rys. 14. Montaż belek ustaju

≈ 1500 kgcm. Napężenie u stopy słupa od tego momentu wyniesie (nie uwzględniając obelkowania):

$$p_t = \frac{12 \cdot M_j}{g_t^2 \cdot v_z} \approx 1,7 \text{ kg/cm}^2,$$

który z powodzeniem zrównoważy bierny odpór ziemi, wynoszący $1,75 \text{ kg/cm}^2$.

Odciażki dla stacji krańcowej oblicza się dla momentu gnącego od parcia wiatru w kierunku równoległym do linii równego $170\,000$ kgcm, skąd siła zastępcza w punkcie A (rys. 12) wyniesie ok. 200 kg. Z obliczeń słupów stacji krańcowej wynika, że zastępcza siła naciągu w p. A wynosi ok. 900 kg, a więc:

$$p' \approx 1100 \text{ kg}; \quad p'_r = \frac{p'}{\sin \alpha} = 2200 \text{ kg}$$

$$\text{ i } \quad p''_r = \frac{p'_r}{\cos \beta} \approx 2300 \text{ kg}.$$

Stosując na odciażkę linkę stalową 95 mm^2 FL o wytrzymałości 60 kg/cm^2 , otrzymujemy w niej napężenie:

$$\sigma_r = \frac{p''_r}{q} = 24 \text{ kg/mm}^2 = \sigma_{dop}.$$

Wymiary pozostałych konstrukcji żelaznych stacji są ustalone w wyniku obliczeń wytrzymałościowych tak, aby największe napężenia nie przekraczały naprężeń dopuszczalnych przepisami PN/E-101.

Dla sprawdzenia podanych wyżej obliczeń wykonano 17 i 19 lipca 1951 r. we wsi Młochów próby wytrzymałościowe. Do prób użyto zbudowaną tu typową stację krańcową z żerdzi 11-metrowych zakopanych na głębokości 2 m z dwiema odciażkami z linki żelaznej o przekroju 50 mm^2 . Zamiast transformatora ustawiono na pomoście skrzynię wypełnioną złomem o wymiarach i wadze transformatora 50 kVA .



Rys. 15. Montaż górnej poprzeczki

Z obu stron stacji ustawiono słupy A-owe, między którymi rozwieszono przewody stalo-aluminiowe o przekroju 35 mm^2 . Naciąg przewodów wykonano za pomocą wielokrążków i mierzone dynamometrami wmontowanymi we wszystkie trzy przewody. Wychylenie wierzchołka stacji mierzone za pomocą teodolitu.

Próby miały trzy fazy.

1) Stacja pracowała jako krańcowa przy zamocowanych odciażkach. Największy naciąg jednostronny przewodami $3 \times 35 \text{ mm}^2$ AFL był ≈ 1320 kg. Wychylenie wierzchołka stacji wyniosło ok. 220 mm. Po zdjęciu odciażek stacja wytrzymała naciąg 300 kg przy wychyleniu ok. 250 mm.

2) Stacja pracowała jako przelotowa. Naciąg przewodów wynosił średnio 385 kg na przewód. Na stacji przywiązano przewody do izolatorów jak na słupie przelotowym, lecz szczególnie mocno. Przy takim układzie przecięto przy jednym ze słupów krańcowych przewód skrajny. Przy szarpnięciu największe wychylenie wierzchołka stacji wyniosło ok. 185 mm. Skrzynia imitująca transformator nie doznała żadnego dostrzegalnego wstrząsu.

3) Stację, na której zawieszono były dwa przewody po próbie według p. 2), poddano jednostronnemu naciągowi bocznemu (w płaszczyźnie żerdzi stacji) linką stalo-aluminiową o przekroju 35 mm^2 , zamocowaną na wysokości izolatorów niskiego napięcia. Przy naciągu 200 kg wychylenie wierzchołka stacji wyniosło 18 mm, przy 300 kg — 88 mm, przy 500 kg — 335 mm. Po zdjęciu obciążenia pozostało wychylenie trwałe 159 mm.

Zarówno powyższe próby wytrzymałościowe, jak i oględziny, próby załączania i wyłączania itd., potwierdziły słuszność założeń projektowych i przydatność stacji do wymaganych warunków pracy.

5. Montaż wiejskiej stacji transformatorowej.

Bardzo ważny dla sprawnego montażu jest właściwy dobór materiałów w tym przypadku zresztą bardzo ułatwiony. Całość konstrukcji żelaznych jest wykonywana przez CWEER tak, że na budowę dostarcza się już gotowy zestaw. Słupy ze względu na wymaganą średnicę 20 cm w czubie muszą być specjalnie dobierane. Do kompletu materiałowego potrzebne są poza tym tylko trzy okrągłaki na ustoje, deski na pomost, folgi oraz kilka dodatkowych desek pomocniczych przy montażu, o które na budowie jest stosunkowo łatwo.

Prawidłowe wykopanie dołów jest rzeczą bardzo ważną, gwarantuje bowiem właściwe warunki wytrzymałościowe i nie pociąga za sobą straty czasu na późniejsze podkopywanie i przesuwanie stacji. Dół winien być starannie wytrasowany w osi linii wysokiego napięcia i ściśle w miejscu późniejszego ustawienia stacji. Nie może być zbyt szeroki, gdyż stwarza to niebezpieczeństwo wyskoczenia stacji po jej wypionowaniu z trasy linii. Sciana, na której mają leżeć deski oporowe nóg stacji, musi być zupełnie płaska, gdyż wtedy deski leżą całą swą powierzchnią na ziemi i nie łamią się, nogi zaś stacji zsuwają się łatwo i równomiernie nie powodując ani wchrowania, ani upadku stacji na bok. Spód dołu musi zapewniać jednakowy poziom obu słupów, ażeby zapobiec późniejszemu podkopywaniu jednego ze słupów, co zawsze jest kłopotliwe i może być powodem nieprawidłowego osiadania stacji. Nie wolno ani podsypywać, ani podbijać słupów stacji, gdyż przy osiadaniu stacja dozna skrzywienia bocznego.

Kolejność montażu stacji jest następująca: ustój, konstrukcja pod transformator, odłącznik, poprzecznik górny. W przypadku stacji krańcowej montujemy ją z przeciwnej strony dołu w stosunku do dojścia linii wysokiego napięcia.

Bardzo ważną jest rzeczą prawidłowy, ściśle według rysunku, montaż ustaju. Nieprawidłowo zmontowany ustój będzie zawsze przyczyną pochylenia się stacji. Poza zachowaniem właściwych odległości ważna jest sprawa dokładnego skręcenia za pomocą śrub o właściwej długości oraz przepisowych podkładkach. Ze względów mechanicznych wystarczają na ustój półokrągłaki, jednak praktyczniej jest brać okrągłaki powszechnie stosowane do słupów rozkracznych. Zmieni się tu jedynie długość śruby. Przy montażu belkę dolną (rys. 14) przykręcamy od spodu słupów, belki zaś górne z wierzchu. W stacjach przelotowych kolejność jest właściwie obojętna, jednak ustój zmontowany odwrotnie stwarza dużo kłopotów przy stawianiu stacji.

Montaż konstrukcji pod transformator nie sprawia żadnych trudności. Jedynie należy zwracać uwagę, aby otwór był wiercony idealnie pionowo; w przeciwnym razie transformator będzie stał krzywo i chwiejnie.

Przy montażu odłącznika częstym błędem jest przykręcanie odłącznika od zewnątrz słupów, wskutek czego masa odłącznika



Rys. 16. Ustawianie bramki stacji

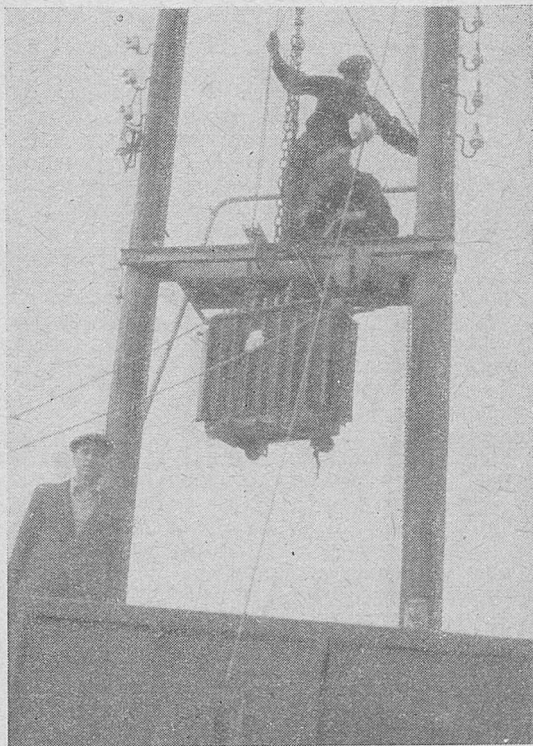
jest oddalona od osi stacji i powoduje „rzucanie” przy włączaniu. Belka odłącznika winna przylegać do słupa swą wewnętrzną powierzchnią, inaczej mówiąc odłącznik winien być nawleczony na słupy przez górę. Na stacji leżącej odłącznik znajduje się z wierzchu, gdyż musi on być od strony linii wysokiego napięcia.

Przy montażu górnej belki (rys. 15) należy baczną uwagę zwrócić na ścisłe dopasowanie i bardzo dokładne skręcenie śrubami. Powstała ewentualnie wolna przestrzeń między słupem

a ceownikiem należy wypełnić podkładkami, w przeciwnym przypadku poprzeczka może łatwo wychylić się pod naciągiem przewodów i prostowanie jej staje się bardzo kłopotliwe.

Na tym kończy się montaż na ziemi. Słupy zbija się na krzyż deskami przygotowanymi na pomost. Do przybicia najlepsze są zwykłe haki kowalskie używane do podbijania stojaków dachowych. Gwoździe są zbyt mało sztywne i mogą „puścić” przy większym naciągu bocznym.

Dla podniesienia stacji przywiązuje się do górnej belki linę konopną lub linę stalową, która będzie pomocna w końcowej



Rys. 17. Wciąganie transformatora

fazie stawiania stacji. Poza liną roboczą należy w zasadzie przywiązać dwie linki pomocnicze służące do asekuracji przed upadkiem na boki (przy prawidłowo wykopanym dole doświadczony brygadzysta postawi stację bez linek bocznych). Następnie podnosi się stację na wysokość około metra, jej zaś wierzchołek opiera się na kłockach odciętych ze słupów ustaju stacji.

Dalsze postępowanie zależy od liczby pracowników. Przy montażu potrzeba co najmniej czterech, nie powinno ich być więcej od sześciu. Do podnoszenia potrzeba najmniej sześciu dobrze zgranych robotników i nie więcej jak 12–14.

Stację podnosi się szybko w ciągu 15 do 25 minut, lecz wymaga to wielkiej uwagi brygadzysty. Pierwsza faza podnoszenia polega na unoszeniu stacji i przesuwaniu słupów do przodu. Następnie stosuje się folgi (rys. 16), w końcowym zaś etapie używa się liny roboczej, którą należy ciągnąć przy pomocy wielokrążka lub większej liczby ludzi. Po ustawieniu stacji przystępuje się do wypionowania jej i ewentualnych przesunięć około osi lub na boki. Bardzo ważną rzeczą jest dokładne ubicie ziemi przy zaspaniu.

Jak wynika z powyższego opisu, podnoszenie stacji odbywa się bez żadnych specjalnych urządzeń. Winda w ogóle nie może tu mieć zastosowania, gdyż jest zbyt ciężka i za dużo pracy wymagałoby ustawianie jej. Można by tu wykorzystać typ lekkiej windy lub solidnego bloku oraz lekkiego koźła umożliwiające podnoszenie stacji z ziemi i stawiania bez specjalnych fizycznych wysiłków.

Po ustawieniu stacji montuje się w górze izolatory, napęd odłącznika oraz pomost.

Przy montażu napędu należy zwracać baczną uwagę na należyte łączenie linek. Wadliwie zamocowana linka może oderwać się przy włączaniu, odeskoczyć na wysokie napięcie i spowodować śmiertelne porażenie. Wypadki takie zdarzały się już w eksploatacji. Rączka wyłącznika musi być umieszczona na wysokości 2,60 m nad ziemią. Zabezpiecza to przed złośliwym manipulowaniem wyłącznikiem przez łobuzów, nie utrudnia zaś w niczym eksploatacji, gdyż monter na obchodzie ma przy sobie słupolazy.

Przy montażu pomostu nie należy przesuwac desek zbyt blisko do transformatora i wycinać w tym celu deski na ceówki poprzeczne pomostu transformatorowego. Wycięcia takie uniemożliwiają konieczne przesunięcie ceówek przy wciąganiu transformatora (rys. 17), poza tym jeżeli olej przecieka na deski, łatwo o pożar lub o poślizgnięcie się montera i upadek ze stacji. Ważną rzeczą jest zamocowanie desek w jedną całość dla zapobieżenia ich rozsunięciu się i upadkowi montera.

Odlącznik należy dokładnie wyregulować tak, aby nóż przy swoim naturalnym obrocie lekko trafiał w szczękę, natomiast szczęką powinna być tak wyregulowana, aby nóż nie wypadł z niej nawet przy kilkunastokrotnym włączeniu.

Odciążka winna być zamocowana w odległości 4,5 m od stacji; zastosowana linka stalowa ma mieć przekrój co najmniej 95 mm². Stacja w miejscu narażonym na uszkodzenia mechaniczne powinna mieć pacholki o długości 1 m w ziemi i 1,5 m nad ziemią. Izolatory jajowe powinny znajdować się na wysokości co najmniej 2,5 m nad ziemią. Śruby rzymskie należy umieszczać u góry, aby były dostępne ze słupolazów; śruby umieszczone u dołu są dostępne dla szkodników, którzy przez ich rozkręcenie mogą nawet przewrócić stację.

Montaż urządzeń niskiego napięcia nie przedstawia żadnych trudności, należy jednak zwrócić uwagę, by bezpieczniki były dostępne z pomostu, wszelkie zaś połączenia niskiego napięcia jak najdalej odsunięte od przewodów wysokiego napięcia. Zalecany przez niektóre zakłady sieciowe sposób zabezpieczania nie na stacji, lecz na najbliższym słupie jest niesłuszny i nie powinien być stosowany, gdyż zarzutka na pierwszym prześle może spalić transformator.

Uziemianie stacji winno być również zgodne z opisem technicznym tzn. uziemienie ochronne konstrukcji wysokiego i niskiego napięcia oraz kadzi transformatorowej winno być wykonane na stacji, uziemienie zaś robocze punktu zerowego na najbliższym słupie. Jeżeli odchodzą dwa lub więcej torów niskiego napięcia wystarczy uziemienie jednego z nich, gdyż inne są z nim połączone metalicznie.

Podstawową zasadą przy montażu jest ściśle przestrzeganie rysunku i podanych w nim odległości.

6. Kosztorys budowy stacji krańcowej według cen z 1952 r.

	Materiały	Robocizna
1) Postawienie bramki dwusłupowej, 11 m (drewno)	254,90	89,45

2) Złożenie kompletu konstrukcji żelaznych	573,22	166,90
3) Złożenie odłącznika 3-fazowego na 20 kV	1262,21	42,08
4) Złożenie pomostu dla obsługi (deski)	28,24	17,76
5) Złożenie 2 odciażek z FL 95 mm ²	267,98	29,00
6) Złożenie 6 izolatorów LWD 15	79,08	13,26
7) Złożenie 8 izolatorów szpulowych S 115/2	635,36	168,32
8) Złożenie 3 ochronników zaworowych	2655,00	34,71
9) Wykonanie połączeń prętem aluminiowym	64,58	58,91
10) Złożenie skrzyni niskiego napięcia	568,71	4,42
11) Wyposażenie skrzyni:		
a) wyłącznik nożowy główny	245,44	1,98
b) 3 bezpieczniki rurowe na 200 A główne	516,00	7,74
c) 6 bezpieczników rurowych na 100 A dla dwu odcieży niskiego napięcia	753,00	14,48
d) pozostałe materiały: przewody, rury, końcówki itd.	797,64	395,22
12) Ustawienie transformatora na 15/0,4 kV, 50 kVA	6250,00	65,63
13) Wykonanie kompletnego uziemienia rurowego z 3 rur	172,73	49,06
14) Złożenie dwu tabliczek ostrzegawczych	7,50	0,12
Razem	15131,59	1159,04
Transport materiałów	1661,68	
Generalia od materiałów i transportu	3182,51	
Robocizna po uwzględnieniu współczynnika trudności atmosferycznych (1,1)		1274,94
Robocizna pomocnicza		76,49
Generalia od robocizny		1297,37
Koszty zatrudnienia robotników zamieszkowych		500,02
Łącznie	19975,78	4307,86
	24 283,64 zł	

Powyższe koszty są o przeszło 20% niższe od kosztów budowy stacji na dwóch słupach A-owych i o blisko 40% niższe od kosztów budowy murowanej stacji kioskowej. Decyduje to wraz z oszczędnością drewna, żelaza i innych materiałów budowlanych o przewadze omawianego typowego rozwiązania stacji i jej powszechnym zastosowaniu.

MGR INŻ. M. ZDRALEWICZ
CZER

Wiejskie elektrownie wodne w Polsce

621.311.21:631.116.3

Treść. Poruszono potrzebę budowy nowych siłowni wodnych oraz odbudowy lub przebudowy istniejących małych zakładów wodnych. Naszkicowano skalę tego zagadnienia, koszty budowy i korzyści współpracy elektrowni wiejskich z siecią energetyczną.

Сельскохозяйственные гидроэлектрические станции в Польше. Обсуждается необходимость постройки новых гидроэлектрических станций, а также отстройки либо перестройки существующих небольших станций. Намечены: масштаб этого вопроса, стоимость постройки и выгоды совместной работы сельскохозяйственной станции с общей электрической сетью.

Rural hydro-electric plants in Poland. The author is calling attention to the need for erecting new hydro-electric plants, and reconstructing or redesigning existing small plants. He is giving a rough outline of the scope of this problem and an estimate of cost, and points to the advantages likely to accrue from co-operation between rural electric power plants and the power system.

1. Wstęp.

Szczególną cechą elektryfikacji rolnictwa jest to, że odbiory wiejskie są rozrzucone po całym kraju, przy czym w wielu miejscach znajdują się lokalne zasoby energetyczne, pozwalające na budowę miejscowych elektrowni do zasilania odbiorów wiejskich bądź samodzielnie, bądź też we współpracy z wiejską siecią rozdzielczą, powiązaną z zasilającym układem energetycznym.

W obecnym okresie wzrostu elektryfikacji rolnictwa coraz większą uwagę zwraca się na wyzyskanie do tej elektryfikacji miejscowych zasobów energetycznych, z których największe znaczenie i możliwości praktycznego zużytkowania mają siły wodne naszych małych rzek.

Centralny Zarząd Elektryfikacji Rolnictwa wykonał w tym zakresie szereg wstępnych prac, zmierzających do rozpoczęcia w niedługim czasie budownictwa małych elektrowni wodnych w ramach elektryfikowania okręgów wiejskich.

2. Uwagi ogólne.

Małe elektrownie wodne, pracujące jako lokalne, służą przede wszystkim do celów elektryfikacji wsi. Szczególnie w Związku Radzieckim liczba wybudowanych w ostatnich latach wiejskich elektrowni wodnych jest bardzo duża, przekracza bowiem 10 000, gdy przed drugą wojną światową było ich ok. 700.

Nasze rolnictwo czerpie dotychczas energię elektryczną do swych celów niemal wyłącznie z linii energetycznych, a liczba czynnych małych elektrowni wodnych jest znikoma.

Dysproporcja pomiędzy tempem budownictwa małych elektrowni wodnych w obu krajach — na pozór zastanawiająca — ma w rzeczywistości swe uzasadnienie. Pomimo szybkiego tempa elektryfikacji ZSRR istnieją tam nadal ogromne przestrzenie znacznie oddalone od państwowych sieci elektrycznych, a także innych źródeł energetycznych, jak węgiel i ropa naftowa, dla zelektryfikowania i uprzemysłowienia tych okręgów jest więc jedynie słusznym rozwiązaniem wyzyskanie miejscowych zasobów energii wodnej tym bardziej, że na terytorium ZSRR istnieje bardzo dużo małych rzek.

Początkowo w ZSRR panował żywiołowy, lecz mało planowy ruch w kierunku budowy na potrzeby wsi elektrowni drobnych (15—35 kW) środkami drobnymi kołchozów przy pewnej pomocy państwa, żeby uzyskać energię elektryczną do „lampki 11jicza”, obecnie zaś — w związku ze scalaniem małych kolchozów w duże jednostki i z coraz większą mechanizacją rolnictwa — buduje się już dla potrzeb rolnictwa elektrownie o mocach wielokrotnie większych (200—500—1000—1600 kW) w miejscach o poważniejszych zasobach wodnych, z rozsylem energii elektrycznej liniami wysokiego napięcia znacznych długości oraz z możliwością współpracy z układami energetycznymi.

W Polsce, jak wynika z posiadanych w CZER projektów pełnej elektryfikacji wsi, siatką wiejskich sieci rozdzielczych daje się objąć wszystkie gromady w kraju z wyjątkiem drobnego odsetka osiedli, położonych w głębi lasów lub w innych trudno dostępnych dla linii elektrycznych miejscach.

Nasze spółdzielnie produkcyjne, jako młode organizmy gospodarcze, nie są zdolne do finansowania budowy elektrowni wodnych nawet tam, gdzie istnieją pomyślne warunki terenowe i techniczne po temu. Inwestycje takie musiałyby być wykonywane całkowicie niemal na koszt państwa.

Dla skutecznego zaspokojenia zapotrzebowania mocy, narastającego wraz z szybką rozbudową przemysłu, buduje się obecnie u nas na koszt państwa przede wszystkim elektrownie duże, a więc i duże elektrownie wodne, wyznaczyć przy tym głównie rzeki o dużym potencjale energetycznym, gdyż tam koszt budowy elektrowni wypada na jednostkę mocy najtaniej i uzyskuje się przy tym jako efekt gospodarczy duże moce rozporządzalne i dużą produkcję energii elektrycznej. Tym się tłumaczy, że „mała energetyka wodna” nie znalazła się dotychczas u nas wśród zagadnień, realizowanych w planach 3- i 6-letnim.

3. Skala zagadnienia małych elektrowni wodnych.

Brak katastrof dla większości naszych małych rzek nie pozwala na dokładniejsze ustalenie zasobów ogólnych tych rzek, a tym bardziej na określenie ich zasobów przemysłowych do wyzyskania przez daleko wszczepione budownictwo małych siłowni wodnych.

Ustalenie poglądu na największy udział, który małe siłownie wodne mogą z czasem mieć w naszej energetyce, jest sprawą bardzo istotną. Na drodze dedukcji można ustalić rząd wielkości interesujących nas liczb.

Prof. Czetwertyński, zestawiając w swej pracy [1] zasoby ogólne, które dałoby się uzyskać ze wszystkich nadających się do wyzyskania cieków w kraju, z wyłączeniem tych odcinków, na które przypada moc niższa niż 100 kW/km, ustala dla całego obszaru Polski zasoby ogólne w wysokości 16 388 mld. kWh.

Z braku danych statystycznych dla naszych małych rzek zastosujemy analogię do małych rzek radzieckich, których zasoby ogólne oceniane są na 23,2% zasobów ogólnych głównych rzek [3]. W ten sposób zasoby ogólne naszych małych rzek można szacować na 3,8 mld. kWh.

Dla europejskiej części ZSRR współczynnik praktycznego wyzyskania zasobów wodnych małych rzek określono na 0,43 [3]. Przyjmując dla polskich warunków ten sam stosunek możliwości praktycznego wyzyskania energii małych rzek, otrzymamy zasoby przemysłowe małych rzek w Polsce w wysokości ok. 1,6 mld. kWh.

Małe elektrownie wodne — wobec gęstej siatki wiejskiej sieci rozdzielczej — będą mogły pracować równolegle z siecią, a więc będą mogły być dobrze wyzyskane (przypuszczalnie średnio do 530 godzin rocznej pracy), co dałoby ok. 300 MW mocy zainstalowanej.

Moc ta jest wiarygodna w zestawieniu z opinią prof. P. Nowackiego *), iż elektrownie wodne mogą być u nas rozbudowane na moc ok. 1400 MW, tzn. udział mocy małych siłowni wodnych

$$\text{do mocy dużych i średnich wyniósłby } \frac{300}{1400 - 300} = \text{ok. } 27\%$$

Z powyższych rozważań wynika, że należałoby pobudować w kraju ok. 5000 siłowni wodnych (przy założeniu ich średniej mocy 60 kW). Produkcja roczna 1,6 mld. kWh energii elektrycznej w elektrowniach wodnych pozwoliłaby na zaoszczędzenie rocznie ok. 850 tys. ton paliwa umownego. Zaoszczędzenie węgla względnie innych kopalin, które nabrały ostatnio większej wartości w związku z rozwojem chemii, ma bardzo duże znaczenie gospodarcze. Wprowadzić obecnie jako paliwo do kotłów elektrowni ciepłych używany jest głównie miał węglowy, lecz i tego ostatniego, jak wykazują obliczenia, zaczęło nam stopniowo brakować po upływie ok. 20 lat. Duże znaczenie gospodarcze miałyby tu także wyeliminowanie kosztów związanych z transportem węgla, jak zaabsorbowanie i niszczenie taboru kolejowego, zużycie węgla w samych parowozach, przeładunki itp.

4. Zalety współpracy małych elektrowni z siecią rozdzielczą wysokiego napięcia zamiast pracy izolowanej na sieć lokalną.

Małe elektrownie wodne zasadniczo powinny być łączone do pracy równoległej z siecią średniego napięcia, powiązaną z układem energetycznym. Uzyska się przez to największy efekt gospodarczy. Cały rozporządzalny potencjał energetyczny cieków, możliwy do przetworzenia w maszynach elektrowni, będzie mógł być wyzyskany przez oddanie go do sieci energetycznej.

Elektrownie wodne z prądnicami synchronicznymi dają na sieć oprócz mocy czynnej również moc bierną, podtrzymując przez to napięcie sieci i wpływając korzystnie na stateczność jej pracy. Podczas pracy przy małym przepływie rzeki, kiedy moc czynna prądnicy jest mała, można uzwojenia tej prądnicy obciążyć dodatkowo składową prądu biernego, odciażając w ten sposób od prądu biernego prądnice innej, współpracującej na sieć elektrowni. Stwarzając możliwości pracy równoległej elektrowni z siecią, osiągniemy i to, że w wielu przypadkach będzie można zamiast kosztownych prądnic synchronicznych stosować prądnice asynchroniczne, w naszych bowiem warunkach — zwłaszcza do czasu właściwego rozwiązania w kraju zagadnienia produkcji samoczynnych regulatorów obrotów — mogą mieć zastosowanie zwykłe silniki asynchroniczne zwarte, pracujące (dzięki nadaniu im przez turbinę wodną nadsynchronicznej liczby obrotów) jako prądnice asynchroniczne na ogólną sieć energetyczną.

Napięcie prądnicy może być wybrane zarówno niskie, jak i wysokie. Do swego wzbudzenia prądnice asynchroniczne pobierają z sieci energetycznej moc bierną w tej samej ilości, jaką zużywałby silnik elektryczny o takiej samej mocy i przy takim samym współczynniku mocy. Jest to najpoważniejsza (w stosunku do synchronicznych) wada prądnic asynchronicznych, nie pozwalająca na ich samodzielną izolowaną pracę i na poprawę współczynnika mocy w sieci.

Małe elektrownie z prądnicami asynchronicznymi, pracujące równolegle z siecią, odznaczają się jednak wyjątkową prostotą i są znacznie tańsze niż elektrownie z prądnicami synchronicznymi. Tłumaczy się to tym, że w takich elektrowniach odpada konieczność stosowania skomplikowanego i kosztownego wyposażenia, jak samoczynny regulator obrotów turbiny, samoczynny regulator napięcia generatora, wzbudnica prądu stałego, automat gaszenia pola, urządzenia synchronizacyjne i szereg środków ochronnych, niezbędnych do normalnej pracy generatora synchronicznego. Eksploatacja znacznie się upraszcza i pełna automatyzacja elektrowni jest znacznie ułatwiona.

Sieć energetyczna, wsparta wiejskimi elektrowniami wodnymi, miałaby miejscowe korzystne zasilanie energią elektryczną, a zelektryfikowane jednostki wiejskie pobierałyby energię w dowolnej porze roku (niezależnie od stanu wody w rzece) w dostatecznej ilości i o właściwych parametrach (napięcie, częstotliwość) z sieci, a nie z kapryśnej i rzadko kiedy przy pracy izolowanej racjonalnie wykorzystywanej elektrowni (niedobory i nadmiary mocy, złe parametry).

Nie należy zapominać, że elektrownia lokalna prądu zmiennego, pracująca na własną sieć, ma mieć obok kosztownej prądnicy synchronicznej kosztowniejszy od niej samoczynny regulator obrotów. Regulatory takie nie są na razie w kraju produkowane.

Poza tym elektrownia lokalna bez rezerwowego silnika cieplnego (znaczący koszt dodatkowy) z reguły będzie miała nieuniknione przerwy lub niedobory w dostawie energii elektrycznej odbiorcom bądź z braku rezerwy (gdy jest jedna turbina), bądź z powodu małej wody (silne mrozy lub susza), bądź z powodu powodzi.

Tylko w wyjątkowych przypadkach i w miejscowościach bardzo znacznie odległych od istniejących sieci wys. napięcia należałoby dopuszczać samodzielną pracę małych elektrowni z ręczną regulacją, godząc się z góry na namiastkę właściwej elektryfikacji.

5. Koszty budowy małych siłowni wodnych.

Koszty budowy nowych elektrowni wodnych wahają się w szerokich granicach w zależności od mocy elektrowni i miejscowych warunków. Im mniejsza elektrownia, tym mniej rentowna jest jej budowa, gdyż znacznie wzrastają zarówno koszt 1 kW mocy instalowanej, jak i koszt własny 1 kWh wyprodukowanej energii. Wynika to z tabl. I, w której kolumny druga i piąta są zaczerpnięte ze źródeł radzieckich [2], kolumny zaś trzecia i czwarta obliczono po przyjęciu za podstawę kwoty 9100 zł jako przy-

Tablica I. Przybliżone koszty, związane z budową wiejskich elektrowni wodnych o różnej mocy (bez podstacji, sieci i urządzeń elektrycznych u odbiorców)

Moc elektrowni (kW)	Koszt 1 kW instalowanego		Koszt elektrowni (zł)	Koszt własny 1 kWh u odbiorcy (%)
	%	zł		
500	100	9 100	4 500 000	100
200	143	13 000	2 600 000	210
100	186	17 000	1 700 000	280
50	232	21 000	1 000 000	320
30	278	25 300	759 000	330
20	308	28 000	560 000	500

*) Ob. Wytyczne do planu elektryfikacji Polski (Życie Gospodarcze, 1948, VI).

blizonego kosztu 1 kW zainstalowanego w elektrowni wodnej o mocy 500 kW. Z powyższej tablicy wynika również, że elektrownie całkiem drobne (rzędu 20–50 kW) kalkulują się 2,5 do 3 razy drożej niż elektrownia o mocy 500 kW, a w porównaniu z dużymi elektrowniami stosunek ten jest jeszcze mniej korzystny.

Obecny nasz ustrój polityczno-gospodarczy umożliwia planowanie i realizowanie pełnego i wszechstronnego wyzyskania zasobów wodnych cieku, ze sprawiedliwym uwzględnieniem potrzeb rolnictwa, energetyki, żeglugi, ochrony przeciwpowodziowej, zaopatrzenia osiedli w wodę itp.

W stosunku do uwzględnionych potrzeb energetycznych elektrownie wodne będą obciążane tylko częścią kosztów budowy wspólnych urządzeń piętrzących, które zwykle są największą częścią składową kosztów całej budowy. Przy rozwiązaniu całości zagadnienia kryteria celowości budowy stają się inne, nie wyłącznie pieniężne.

6. Sprawa odbudowy i przebudowy istniejących siłowni wodnych.

Pilniejszą sprawą niż budowa całkiem nowych małych elektrowni wodnych jest zajęcie się odbudową lub przebudową licznych istniejących w kraju czynnych i nieczynnych małych zakładów wodnych, w których istnieje ekonomicznie uzasadniona mo-

żliwość wyzyskania przede wszystkim kosztownych urządzeń hydrotechnicznych i budynków.

Udział procentowy poszczególnych elementów w kosztach ogólnych elektrowni jest orientacyjnie następujący:

urządzenia hydrotechniczne (głównie piętrzące)	40–65%,
budynek	15–20%,
maszyny i urządzenia elektryczne	15–25%,
prace badawcze i projektowe	5–10%.

Z powyższego wynika, że należy dążyć do wyzyskania istniejących urządzeń, zwłaszcza hydrotechnicznych — chociażby „pomysłowych” — z ewentualną niewielką ich przebudową. Praktyka dowiodła jednak, że jeżeli urządzenia pomysłowe są w złym stanie i wymagają kapitalnego remontu, to należy przebudowywać, a pomyśleć raczej o budowie elektrowni.

W każdym indywidualnym przypadku o celowości zamierzonej przebudowy lub odbudowy istniejącego zakładu może zdecydować tylko rzetelna kalkulacja techniczno-ekonomiczna.

LITERATURA

- [1] Czetwertyński E. Przybliżone obliczenie zasobów energii wodnej w Polsce.
- [2] Szczurow S. W. Ekonomiczność efektywności elektryfikacji kolchozowo-przemysłowej, 1952.
- [3] Zołotariew T. L. Gidroenergetika, 1950.

MGR INŻ. STANISŁAW LOTOŃSKI
CZER

Zagadnienie ochrony odgromowej wiejskich sieci elektrycznych

621.316.933:621.316.1.027.3:631.116.3(438)

Treść. Sposoby ochrony odgromowej wiejskich linii wysokiego napięcia i stacji transformatorowych z uwzględnieniem ich zalet i wad. Możliwości powszechnego stosowania w sieciach wiejskich wysokiego napięcia ochronników wydmuchowych polskiej konstrukcji.

Вопросы защиты сельскохозяйственных электрических сетей от перенапряжений. Способы защиты линий высокого напряжения и трансформаторных станций с указанием достоинств и недостатков этих способов. Возможность всеобщего применения в сельскохозяйственных сетях высокого напряжения выдувных разрядников польской конструкции.

The problem of lightning protection in rural electric systems. Means of lightning protection in rural H. T. lines and transformer stations, with due allowance for their merits and demerits. Prospects of general adoption in rural H. T. lines of Polish-designed blow-out

Elektryfikacja rolnictwa w Polsce, zakrojona na olbrzymią skalę możliwą do osiągnięcia jedynie w gospodarce socjalistycznej, dała nam już obecnie poważnie rozbudowany układ sieci wiejskich, mających odrębne cechy i stanowiących poważny procent inwestycji włożonych w ogólną rozbudowę i elektryfikację kraju. Sieci te, budowane na napięciu 15 kV na słupach drewnianych, mamy już w zasadzie na całym obszarze Polski. Charakter obiektów zasilanych odbił na sieciach wiejskich swoiste piętno, podyktowane względami ekonomicznymi.

Wobec konieczności rozsyłania stosunkowo niewielkich ilości energii na znacznych obszarach kraju koszty inwestycyjne sieci wiejskich muszą być sprowadzone do minimum. Daleko idące uproszczenie wymagań stawianych tym właśnie sieciom jest możliwe dlatego, że na ich obszarze nie ma na ogół większych odbiorców energii elektrycznej.

Okoliczność ta sprawiła, że praktycznie do dziś nie stosuje się ochrony odgromowej linii wiejskich. Ograniczono ją do wiejskich stacji transformatorowych, jako obiektów kosztowniejszych.

Bezporną opłacalność ochrony odgromowej linii wiejskich można uznać właściwie dla niewielu miejsc. Będą to przede wszystkim miejsca, w których uderzenia piorunów czynią systematyczne szkody przez niszczenie słupów. W takich „uprzywilejowanych” okolicach celowe jest stosowanie częściowego zwierania izolacji słupa. Celowe jest również chronienie iskiernikami ochronnymi lub lepiej ochronnikami wydmuchowymi słupów ograniczających przesła nad większymi przeszkodami, jak rzeki, linie kolejowe itd. Zapobiega to kłopotliwym zaburzeniom w wypadku powstania wyładowań atmosferycznych na tych odcińkach.

Poza tym w grę może wchodzić problem najracjonalniejszego układu przewodów, można bowiem obarczyć górny przewód rolą linki odgromowej oraz zwiększać odstęp między przewodami, według założeń wysuniętych w ZSRR i krajach zachodnich.

Wpływ wielkości odstępu między przewodami na podatność linii do zaburzeń jest duży. Przy osiągnięciu mianowicie napięcia elektrycznego — zależnie od czasu działania ochrony przeciwzwarciowej — 6–9 kV/mb, jeżeli mierzyć drogę przeskoku po drzewie, łuk elektryczny zapalony między przewodami jest niestateczny i gaśnie samorzutnie przed zadziałaniem tejże ochrony nie czyniąc szkód w postaci nadtopienia linek, zniszczenia izolatorów itp.

Stosowanie takich środków, dających niewątpliwie korzyści eksploatacyjne, pociąga jednak za sobą wzrost kosztów inwestycyjnych, co w elektryfikacji rolnictwa spotyka się z poważnym zarzutem. Brak danych statystycznych uniemożliwia obecnie roz-

strzygnięcie kwestii opłacalności wymienionych środków ochrony, natomiast stosowana jest w Polsce powszechnie zasada, ujęta przepisami, zmniejszania odstępów międzyprzewodowych w liniach wiejskich do 2/3 wartości przewidzianej dla pozostałych linii tego samego napięcia, oczywiście, powyżej pewnego minimum. Daje ona bezspornie duże oszczędności inwestycyjne.

Inaczej przedstawia się ochrona odgromowa wiejskich stacji transformatorowych, które będąc najkosztowniejszymi obiektami wiejskich sieci elektrycznych są jeszcze bardzo tanie w porównaniu z innymi obiektami elektroenergetycznymi.

Transformatory stacji wiejskich cechuje niska moc, zawarta w granicach 20–100 kVA, przy czym w większości przypadków moc nie przekracza 50 kVA. Tu wytwórnie transformatorów nie dają nawet iskierników podstawowych na izolatorach przepustowych. Z drugiej strony izolacja transformatorów z natury rzeczy jest wrażliwa na przepięcia elektryczne i wymaga skutecznej ochrony przeciwprzepięciowej. Dążenie do jak najdalej posuniętej normalizacji stosowanych urządzeń nie liczy się z tym, że stacje wiejskie ustawia się w okęgach o różnym nasileniu dni burzowych w roku.

Ochrona przeciwprzepięciowa stacji wiejskich sprowadza się do niedopuszczania zbyt wysokich fal udarowych wędrujących linia. W liniach napowietrznych powstają na całej ich długości przepięcia elektryczne pochodzenia atmosferycznego; przebiegają w nich również przepięcia komutacyjne w dość dużej ilości.

Wypadki burzowego uderzenia pioruna w promieniu 100 m od stacji — jakkolwiek możliwe — nie są uwzględniane przy projektowaniu ochrony odgromowej, ponieważ prawdopodobieństwo ich wystąpienia jest bardzo małe, a koszt skutecznej ochrony przed nimi nieproporcjonalnie wielki.

Skuteczną ochronę uzwojeń transformatorów przed przebiegiem zapewniają odgromniki zaworowe, jednak w warunkach sieci wiejskich mają one pewne wady. Odgromnik zaworowy ma dość niską górną granicę przepuszczanych prądów udarowych, określona zwykle wartością 3–5 kA i choć można obecnie wykonać odgromnik wytrzymujący nawet całkowity prąd pioruna, jednak duży koszt i duże wymiary tego typu czynią go całkowicie nieopłacalnym; w takich warunkach z konieczności więc trzeba stosować ochronę podejścia do stacji dla ograniczania prądów udarowych, napływających z linii napowietrznej do stacji. W dużych rozdzielniach energetycznych koszt takiej ochrony w stosunku do wartości chronionych urządzeń jest niewielki. W przypadku wiejskich stacji transformatorowych rzecz ma się inaczej.

Najtańszym sposobem ograniczenia wędrujących w linii prądów udarowych jest zainstalowanie iskierników ochronnych co najmniej na 3-ch słupach przed stacją. Iskierniki te wymagają co najmniej trzech osobnych uziemień, których oporność nie może przekraczać wartości 10 Ω . Tego rodzaju zabezpieczenie podejścia nie wyklucza, oczywiście, możliwości zniszczenia odgromników wskutek uderzenia pioruna w pierwsze przęsła linii, koszt zaś takiej ochrony wynosi przeszło 7,5% kosztu całej stacji wraz z transformatorem. Należy jeszcze dodać, że wykonywanie uziemień o oporności nie przekraczającej 10 Ω może okazać się trudne i o wiele droższe w przypadku napotkania gruntu o dużej oporności właściwej. Natomiast koszt przewinięcia uszkodzonych udarem transformatorów o wymienionych mocach jest stosunkowo niewielki (ok. 20% całkowitej wartości), uszkodzenie zaś niechronionego transformatora może się zdarzyć raz w ciągu 1 do 3 lat. Należy jeszcze dodać, że odgromniki zaworowe mają ograniczoną liczbę prawidłowych zadziałań, po czym nie przerywają wytworzonego zwarcia. Kończy się to wybuchem odgromnika i ewentualnym uszkodzeniem umieszczonych z konieczności w pobliżu innych elementów wiejskiej stacji transformatorowej.

Wysoki stosunek kosztu ochrony odgromowej do wartości chronionego obiektu przy zastosowaniu odgromników, nieduży stosunkowo koszt przewijania transformatorów oraz niewygodne wymagania wiejskich odbiorców, którym nawet kilkudniowe przerwy w dostawie energii na ogół nie przysparzają strat, już dawno postawiły pod znakiem zapytania opłacalność wszelkiej ochrony odgromowej stacji wiejskich. W Niemczech np. okazało się, że system zapobiegania zaburzeniom w eksploatacji wskutek przepięć atmosferycznych, polegający na szybkiej wymianie uszkodzonych transformatorów bez ochrony odgromowej w stacjach wiejskich oraz na sprawnej obsłudze punktów naprawczych, może być w wielu wypadkach gospodarczo uzasadniony. Punkt widzenia gospodarki materiałowej również odgrywa tu niepoślednią rolę, jeżeli wziąć pod uwagę, że wykonanie trzech dodatkowych uziemień przed stacją wymaga zakopania w ziemi przeszło 150 kg stali; przy dużej liczbie stacji podnosi to wydatnie zużycie tego cennego dla gospodarki krajowej materiału, natomiast w przypadku uszkodzenia transformatora miedź, materiał reglamentowany, nie ulega zniszczeniu.

Jakkoż w naszych obecnych warunkach gospodarczych stosowanie ochrony odgromowej przy użyciu odgromników zaworowych jest umotywowane, to jednak tą drogą uzyskiwana oszczędność gospodarcza nie jest duża, gdyż czas amortyzacji takiego urządzenia jest niewiele krótszy od czasu, w którym spełnia ono swoje zadanie wystarczająco pewnie bez potrzeby kapitalnego remontu. Ten stan rzeczy, istniejący od bardzo dawna, spowodował, że stosowanie ochronników wydmuchowych uznano za dopuszczalne i wskazane dla ochrony wiejskich stacji transformatorowych wyjątkowo i w ściśle określonych warunkach.

Ochronniki wydmuchowe produkowane dotychczas nie nadawały się właściwie do ochrony izolacji transformatorów. Charakterystyka ich bowiem napięciowo-czasowa zakrzywiona jest dość mocno ku górze dla małych czasów, czyli dla stromej czoła fali udarowej. Ustawienie jej odpowiednio niżej od charakterystyki przeskoku czy przebiecia większości elementów stacji, np. izolatorów, jest łatwe i zawsze możliwe ze względu na podobny kształt tych krzywych. Niestety, nie można tego powiedzieć o charakterystykach uzwojeń transformatorowych, które są bardzo płaskie. Znałe są wprawdzie od dawna metody spłaszczenia charakterystyk ochronników wydmuchowych, jednak żaden typ tego ochronnika produkowany dotychczas nie gwarantował pełnego bezpieczeństwa transformatora. Pewien wyjątek stanowią tu transformatory o napięciu do 15 kV, które teoretycznie pozwalały osiągnięcie w niektórych przypadkach dostatecznego stopnia pewności ochrony za pomocą tych ochronników.

Poza wymienioną kardynalną wadą ochronniki wydmuchowe mają jeszcze inne: ograniczenie stosowalności ze względu na wielkość prądu zwarcowego w sieci oraz (w niektórych typach) powodowanie dodatkowych zaburzeń.

Pierwsze zastrzeżenie dotkliwe jest właśnie przy ochronie sieci średniej napięć ze względu na izolowanie punktu zerowego. W przypadku przeskoku przez ochronnik udaru z jądrej fazy do ziemi popłynie przez niego niewielki prąd zwarcowy trudny do zgazowania, w razie natomiast powstania zwarcia dwu- lub trzyczasowego przez ten sam ochronnik może popłynąć dość znaczny prąd zwarcowy, wymagający dużej wytrzymałości rury gazującej na wewnętrzne ciśnienie wydmuchiwanego gazu.

Ochronniki wydmuchowe dotychczasowej produkcji nie spełniały równocześnie obu warunków. Mimo jednak tak zasadniczych wad miały one dwie ogromne zalety w porównaniu z odgromnikami zaworowymi: przepuszczały praktycznie dowolnie wielki prąd udarowy i ulegały przy tym zniszczeniu tylko w wyjątkowych przypadkach oraz koszt ich produkcji był bardzo niski. Tak więc przy użyciu ochronników wydmuchowych jako jedynego zabezpieczenia stacji odpada konieczność stosowania ochrony po-

dejścia, ewentualna zaś wymiana zniszczonych czy też zużytych sztuk nie nastręcza trudności.

Brany był jeszcze pod uwagę inny sposób ochrony odgromowej, mianowicie użycie iskierników jedno- lub dwuprzerwowych, zaopatrzonych najczęściej w kilka różków. Różki te mają m. in. za zadanie poprawienie udarowej charakterystyki zapłonu iskiernika. Tego rodzaju ochrona, przeznaczona z założenia jedynie dla stacji typu przelotowego, była tematem pracy Instytutu Elektrotechniki dla częściowego przynajmniej rozwiązania omawianych problemów. Stosowanie jednak iskierników nie przyjęło się, praktyka bowiem wykazała, że już po jednorazowym zadziałaniu ulegają one najczęściej poważnym uszkodzeniom i przestają spełniać swoje zadanie, natomiast ułatwiają powstawanie zwarcia natury czysto mechanicznej.

W roku 1952 w poszukiwaniu właściwego rozwiązania skutecznej, a nade wszystko taniej, ochrony odgromowej małych stacji transformatorowych skonstruowano w Zakładzie Wysokich Napięć Politechniki Gdańskiej prototyp nowego udoskonalonego ochronnika wydmuchowego, nadającego się m. in. do ochrony stacji transformatorowych małych mocy o napięciu 15 kV.

Badania laboratoryjne przeprowadzone dotychczas wypadły bardzo pomyślnie. Przy odstepie elektrod zewnętrznego iskiernika 25 mm i przy kształcie fali udarowej 1/50 μ s poziom ochrony wynosi 70 kV, co odpowiada polskiej normie na koordynację izolacji. Dzięki bardzo zręcznemu rozwiązaniu konstrukcyjnemu ochronnik ma bardzo szerokie granice gaszenia prądów następczych. Dolna granica leży poniżej wartości prądu, przy którym łuk elektryczny gaśnie samoczynnie niezależnie od działania ochronnika. Górnej granicy dotychczas nie ustalono. Stał tu temu na przeszkodzie brak w Polsce zwarciowni. Przy próbach zwarciowych dokonywanych w sieciach 15-kilowoltowych ochronniki gasiły prąd trójprzewodowego zwarcia w miejscu, gdzie maksymalna wartość składowej symetrycznej tego prądu wynosiła około 1700 A.

Próbną partię tych ochronników wyprodukowanych przez Warsztaty Naprawcze ZEOP zainstalowano w sieciach 15-kilowoltowych dla badań eksploatacyjnych, przy czym część z nich stanowiła jedyne zabezpieczenie stacji transformatorowych typu krańcowego, a więc usytuowanych w niekorzystnych sposób z punktu widzenia ochrony odgromowej. W sezonach burzowych 1952 i 1953 r. zanotowano dużą liczbę prawidłowych zadziałań ochronników, lecz nie stwierdzono wypadku uszkodzenia chronionego obiektu.

Zarejestrowano natomiast rzadki wypadek bardzo bliskiego uderzenia pioruna od stacji typu krańcowego. Jeden z trzech ochronników stacji uległ zniszczeniu na skutek eksplozji rury gazującej, dwa pozostałe zadziałały prawidłowo. Ani transformator, ani żaden inny element stacji nie doznał uszkodzenia. Taki wypadek należy uważać jako szczególnie ciężki dla ochronnika wydmuchowego choćby dlatego, że napływające linią fale udarowe, przeciwko którym działaniu obliczona jest ochrona stacji, posiadają mniej strome czoła aniżeli udar wywołany bezpośrednim uderzeniem pioruna. Wypadek taki przy stosowaniu odgromników zaworowych zakończyłby się, oczywiście, ich zniszczeniem. Należy do tego dodać, że nie stwierdzono żadnych zaburzeń, których powstanie ułatwiłaby obecność ochronników wydmuchowych.

Pomyślne wyniki prób eksploatacyjnych są przekonywujące jeszcze z tego względu, że większość transformatorów małej mocy produkowanych przed 1952 rokiem ma dużo mniejszą wytrzymałość izolacji na przebiecie niż przewiduje to Polska Norma PN/E-05001, a takie m. inn. jednostki były używane do omawianych prób.

Na podstawie powyższych danych zarówno Ministerstwo Energetyki, jak i Centralny Zarząd Elektryfikacji Rolnictwa podległy Ministerstwu Rolnictwa, zamierzają wprowadzić omówione powyżej ochronniki wydmuchowe polskiej konstrukcji jako zabezpieczenie stacji transformatorowych małych mocy. Gdyby nawet wyniki badań eksploatacyjnych nad tymi ochronnikami wypadły mniej pomyślnie, opłaciłoby się bez wątpienia, dla dobra elektryfikacji kraju, podniesienie poziomu izolacji transformatorów przeznaczonych dla stacji wiejskich do wartości, dla której najtańszy środek ochrony odgromowej, jakim jest ochronnik wydmuchowy, okazałby się najskuteczniejszy.

LITERATURA

- Rukowodiaszczyje ukazania po zaszczytzie ot pierienapriaenij ustanowok pieriemiennowo toka napriazheniem 3—220 kV, 1946.
Bergvall R. C., Beck E. Lightning and Lightning Protection in Distribution Systems, Am. Inst. El. Eng., Vol. 59.
Frühau G. Überspannungen und Überspannungsschutz, 1939.
Monteith A. C., Vaughan H. R. Koordynacja izolacji. Przesył i rozdział energii elektrycznej, t. I, rozdz. IV.
Jakubowski J. L. Przepięcia i ochrona przepięciowa (Podręcznik inżyniera elektryka, cz. 9).
Grudziecki S. Badania nad zastosowaniem odgromników wydmuchowych w sieciach 15-kilowoltowych (Energetyka, 1953, 3).
Grudziecki S. Badania nad zastosowaniem odgromników wydmuchowych w sieciach 15-kilowoltowych w Polsce (Sprawozdanie z III Sesji Naukowej Politechniki Gdańskiej 5—6.VI.53 r.).

MGR INŻ. K. KOLBIŃSKI

Przewód do traktorów elektrycznych

Treść. Przewody do traktorów ulegają łatwo zniszczeniu na skutek dużych naprężeń mechanicznych podczas ruchu traktora (rozciąganie, wleczenie i skręcanie kabla). Opisana konstrukcja zapobiega występowaniu nierównomiernych naprężeń w żyłach przewodu i zapewnia jednocześnie dużą giętkość przewodu.

Кабель для электрических тракторов. Кабели для тракторов легко подвергаются повреждениям вследствие больших механических напряжений во время работы (растягивание, волочение по земле, скручивание). Описанная конструкция предотвращает напряжения в жилах кабеля и гарантирует большую гибкость кабеля.

Cables for electric farm tractors. Cables used for supplying electric power to farm tractors are, as a result of high mechanical stress while the tractor is working (stretching, trailing and buckling), very easily damaged. The cable design referred to in article prevents the occurrence of irregular stresses in the cores and ensures, at the same time, high flexibility of the cable.

Przewody do zasilania traktorów elektrycznych muszą odpowiadać specjalnym warunkom wytrzymałościowym ze względu na ciężką pracę. Przewody te są narażone na naciągi dochodzące przeciętnie do 60 kg, a siły w momencie, kiedy przewód rozwijany z bębna zaczyna ponownie nawijać się, mogą dochodzić nawet do 250 kg i więcej. Przewód jest zginany we wszystkich płaszczyznach, a często podlega również skręcaniu. Trzeba również brać pod uwagę, że przewód jest narażony przeważnie na silne działanie promieni słonecznych oraz tarcie o powierzchnię ziemi. Prąd płynący przez żyły powoduje również nagrzewanie przewodu.

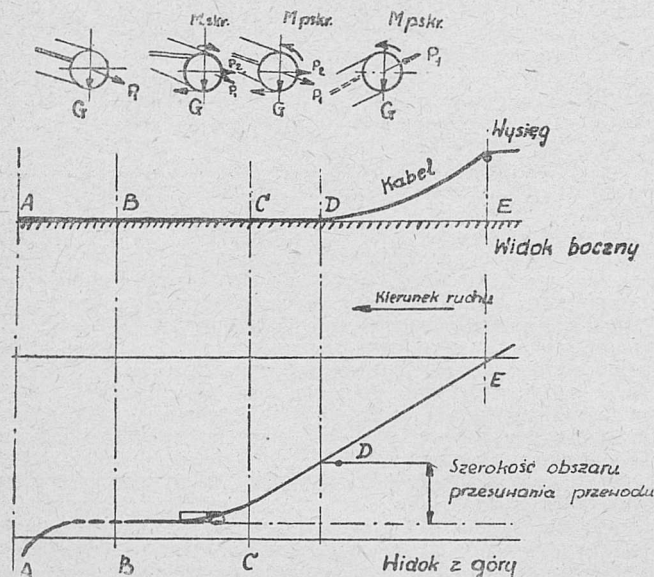
W przewodach oponowych, stosowanych do zasilania traktorów elektrycznych, uszkodzenia powstają przeważnie wskutek uszkodzenia środkowych drutów i środkowych warstw żyły wykonanej w postaci linki. Uszkodzenia te powstają we wszystkich żyłach i są spowodowane nierównomiernym naprężeniem rozciągającym w poszczególnych drutach żyły.

Według danych radzieckich naprężenia środkowego drutu w środkowej warstwie dochodzą do $\sim 50 \text{ kg/mm}^2$ przy promie-

suwa się po ziemi w kierunku poprzecznym, a ponieważ wtedy występuje tu siła tarcia po ziemi, powstaje moment skręcający M_{skr} powodujący skręcanie przewodu w kierunku jego przesuwania. Kabel jest skręcany pęty, póki moment przeciwdziałający skręcaniu M_{pskr} nie wzrośnie do wielkości momentu skręcania ($M_{skr} = M_{pskr}$). Odcinek przewodu, dla którego $M_{skr} = M_{pskr}$, przesuwa się bez skręcania.

Na odcinku CD, na skutek zmniejszenia reakcji od sił ciężkości, przewód zaczyna się odkręcać w stronę przeciwną pod wpływem momentu M_{pskr} . Na czwartym odcinku DE przewód wisi w powietrzu i odkręca się w dalszym ciągu. Długość czwartego odcinka zależy od stopnia naciągania kabla, długość drugiego i trzeciego odcinka — od długości przewodu i drogi. W przypadku, gdy długość czwartego odcinka jest dużo mniejsza od dwu poprzednich, tworzą się pętle przesuwające się aż do miejsca zakotwiczenia przewodu. Jeżeli skręcanie ma kierunek skrętu żył w przewodzie, to naprężenia rozciągające w żyłach wzrastają, a przede wszystkim naprężenia drutów środkowej skrętki. W przypadku skręcania w stronę odwrotną, niż skrętu żył przewodu, żyły mają dążenie do wyprostowania się i napotykać opór opony ścisają się. Skrętki zewnętrznych warstw, ułożone wzdłuż linii śrubowych, ścisają się i skręcają w około swojej osi, skrętki środkowe, a specjalnie ich druty środkowe, nie mogą się ścisnąć i wychodzą na zewnątrz obwodu skrętki, tworząc pętelki i węzły.

Z rozważań nad warunkami pracy przewodu do traktorów elektrycznych wynikają pewne wytyczne co do konstrukcji tego przewodu. W zaprojektowanym przewodzie (rys. 2) poszczegól-



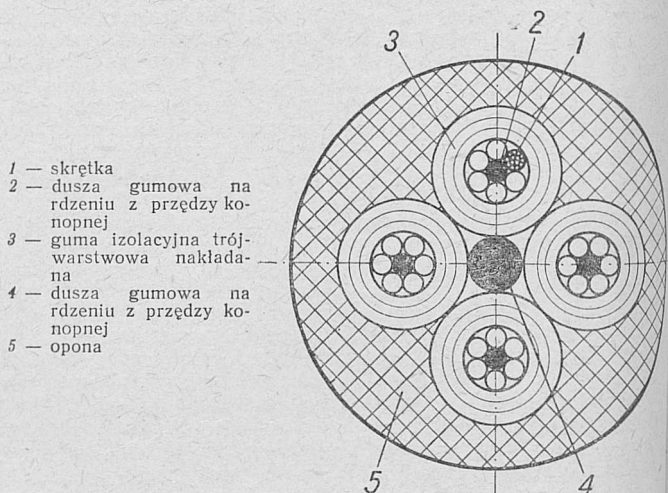
Rys. 1. Schemat skręcania się przewodu przy ciągnięciu go po polu

niu rolki 110 mm, gdy zewnętrzne druty zewnętrznej warstwy dla takiej samej rolki są naprężone tylko do 9 kg/mm^2 .

Uszkodzone druty przekuwają warstwę izolacji gumowej i sprowadzają często zwarcie między fazami. Uszkodzenia rzadziej bywają spowodowane tworzeniem się pętelek na zewnętrznej warstwie żyły. Pętelki te zwykle nie są w stanie przebić izolacji, tworzą tylko uwypuklenie.

Bardzo ważnym czynnikiem, wpływającym na wcześniejsze zużycie przewodu, jest najpierw jego skręcanie się dokoła własnej osi, występujące np. podczas nawijania przewodu na bęben w przypadku, gdy kabel nie leży na osi ruchu traktora, a następnie również same ruchy traktora w kierunkach nie zawsze podłużnych.

Na rys. 1 pokazany jest podział na cztery części długości przewodu od miejsca, gdzie nie jest on jeszcze skręcony, do uchwytu w wysięgu traktora, podtrzymującego doprowadzony przewód*). Na odcinek AB leżący na polu działa tylko siła naciągu P_1 i ciężar G . Na odcinek BC działa dodatkowo siła składowa poprzeczna P_2 , pod której działaniem przewód prze-



Rys. 2. Przekrój przewodu oponowego do traktorów elektrycznych

ne żyły składają się ze skrętek owiniętych na duszy gumowej. Dusza ta umożliwia — przy gięciu przewodu i przy wzroście naprężeń w zewnętrznych częściach żył — przesuwanie się poszczególnych skrętek w kierunku takim, który powoduje automatycznie zmniejszanie się naprężeń w drutach.

Podobnie wszystkie cztery żyły owinięte są na duszy gumowej o przekroju kołowym, ułożonej wzdłuż osi przewodu. Dusza ta ma cel podobny, jak dusze w poszczególnych żyłach, pozwala bowiem na pewne przesuwanie się poszczególnych żył przewodu w kierunku prostopadłym do osi kabla.

Izolowane żyły nie powinny być owijane taśmą bawełnianą, a przeciwnie powinny mieć możliwie gładką powierzchnię, aby mogły w pewnym stopniu przesuwać się, co również przyczyni się do redukcji naprężeń występujących w czasie gięcia i skręcania przewodu.

Przewód o wyżej opisanej budowie będzie w najbliższym czasie oddany do prób eksploatacyjnych przez nasz przemysł kablowy.

* Por. Kłokow N. I. O typie kabla dla elektrotraktorów (Elektrichestwo, 1950, XII, str. 55).

MGR INŻ. STANISŁAW KRAKOWIAK
CZER

Wytyczne typowego wykonawstwa robót przy elektryfikacji rolnictwa

621.311(083.1)(1952)(438)

Treść. W artykule skomentowano poszczególne zasadnicze punkty „Tymczasowych wytycznych technicznych wykonawstwa robót przy elektryfikacji rolnictwa”, wprowadzone w życie zarządzeniem Ministrów Rolnictwa i Energetyki nr 137 z dnia 3.IX.1952 r.

Указания по производству типичных работ, связанных с электрификацией сельского хозяйства. В статье дается толкование основных положений „Временных технических указаний по производству работ, связанных с электрификацией сельского хозяйства”, установленных распоряжением министров сельского хозяйства и энергетики (3.IX. 52).

Outlines for typical implementation of work involved in farm electrification. The article contains commentaries on the individual essential points in the „Provisional outlines for the implementation of work involved in farm electrification” which came into effect in pursuance of an Order by the Ministers of Agriculture and Power, No 137, dated 3rd September, 1952.

1. Cel wytycznych.

Elektryfikacja rolnictwa obejmuje z każdym rokiem coraz szerszy zasięg robót sieciowych i instalacyjnych. Zakrojone na tak szeroką skalę wykonawstwo inwestycyjne — wobec wielokrotnego powtarzania poszczególnych elementów budowy — zmusza samo przez się do szerokiego stosowania typowych elementów budowy, które w dużym stopniu upraszcza dokumentację techniczną i ułatwia samo wykonawstwo. Wykonawstwo w dziedzinie elektryfikacji rolnictwa operuje już obecnie szeregiem typowych elementów budowy, obejmujących bez mała całość robót. Do takich typowych elementów należą: słupy linii rozdzielczych wysokiego napięcia w opracowaniu „Energoprojekt”, dwusłupowa stacja transformatorowa wiejska i słupy linii niskiego napięcia w opracowaniu CZER oraz szereg drobnych elementów linii napowietrznych, przyłączy domowych i instalacji wewnętrznych, jak wysięgniki oświetlenia ulicznego, stojaki dachowe, tablice licznikowe itd., stanowiących w dużej mierze pomysły racjonalizatorskie pracowników elektryfikacji rolnictwa. Jednocześnie na podstawie obliczeń ekonomiczno-technicznych CZER i wyników prac szeregu komisji inżynierskich, ujmujących dotychczas zdobyte doświadczenie praktyczne, rozwiązano szereg innych zagadnień ekonomiczno-technicznych, jak np. ustalenie najwłaściwszych typowych układów sieci wiejskich, najbardziej celowych rodzajów instalacji wewnętrznych w zabudowaniach gospodarczych na wsi itd.

Wprowadzenie takiego typowego wykonawstwa stworzyło potrzebę opracowania przez Centralny Zarząd Elektryfikacji Rolnictwa wyraźnych wytycznych, które określałyby możliwie dokładnie i jednoznacznie, na podstawie obowiązujących przepisów PN/E, zakres i warunki stosowania typowych rozwiązań technicznych.

Warunkom tym mają odpowiadać „Tymczasowe wytyczne techniczne wykonawstwa robót przy elektryfikacji rolnictwa”, wprowadzone w życie zarządzeniem nr 137 Ministrów Rolnictwa i Energetyki z dnia 3 września 1952 r. Dziś stanowią one na równi z przepisami PN/E zasadniczą podstawę projektowania i odbiorów technicznych robót, wykonywanych w ramach państwowych planów inwestycyjnych w dziedzinie elektryfikacji rolnictwa.

„Wytyczne” omawiają zasadnicze sposoby wykonywania całości robót oraz określają rodzaje materiałów, które mogą być stosowane w inwestycjach obejmujących elektryfikację rolnictwa. Celem „wytycznych” jest ujednolicenie wykonawstwa robót pod względem:

- wyboru najracjonalniejszych rozwiązań technicznych z punktu widzenia zarówno bezpieczeństwa obsługi, jak i innych ekonomiczno-technicznych warunków eksploatacji;
- oszczędności materiałów i aparatów elektrycznych przez ustalenie najniezbędniejszego wyposażenia wiejskich sieci i instalacji;
- jak największej oszczędności materiałów deficytowych przez szerokie wprowadzenie materiałów zastępczych;
- umożliwienia powszechnego stosowania typowych lub prefabrykowanych elementów budowy, tańszych w produkcji i montażu, zmniejszających niezbędne zapasy magazynowe i uproszczających eksploatację.

2. Linie wysokiego napięcia.

Omawiając warunki wykonawstwa wiejskich sieci wysokiego napięcia, „Wytyczne” ustalają 15 kV jako napięcie normalne dla tych sieci. Na to napięcie mają być izolowane z reguły wszystkie linie wysokiego napięcia budowane dla potrzeb elektryfikacji rolnictwa, nawet gdyby obecnie miały one pracować na napięciu 6 lub 3 kV.

Z ogólnej sieci rozdzielczej 15-kilowoltowej wyodrębnia się: a) linie wiejskie dla potrzeb elektryfikacji rolnictwa oraz b) linie magistralne energetyczne, budowane do zasilania przemysłu lub większych miast. Od tych ostatnich z reguły nie wolno wykonywać odgałęzień dla zasilania poszczególnych odbiorów wiejskich.

„Wytyczne” rozróżniają trzy zasadnicze typy linii rozdzielczych wysokiego napięcia dla potrzeb elektryfikacji rolnictwa w zależności od ich znaczenia, normalizując jednocześnie ich przekroje, a mianowicie:

- magistralne wiejskie linie 15-kilowoltowe, łączące między sobą poszczególne okręgowe, redukcyjne, stacje transformatorowe: przewody stalowoaluminowe o przekroju zasadniczo niezmiennym na całej długości 3×35 albo 3×50 mm²;
- główne wiejskie linie 15-kilowoltowe, stanowiące na równi z poprzednimi trzony wiejskiej sieci rozdzielczej wysokiego napięcia: przewody stalowoaluminowe o przekroju stopniowanym 3×35 i 3×25 mm²;
- odgałęzienia od linii magistralnych i głównych 15-kilowoltowych do bezpośredniego zasilania poszczególnych jednostek wiejskich w liczbie nie większej od 10; zwykle przewody stalowe o przekroju 3×25 mm².

W stosunku do linii wiejskich głównych i wszelkich odgałęzień, „Wytyczne” przepisują szereg ulg, a mianowicie: a) linie te należy budować przy zmniejszonych do 2/3 odstępach między przewodami, jak również należy w nich stosować zmniejszoną o jeden stopień izolację; b) odgałęzienie zasilające jedną lub dwie stacje transformatorowe, którego łączna długość nie przekracza 6 km, należy przyłączać do linii magistralnej wiejskiej lub głównej bezpośrednio, tzn. bez stosowania odłączników lub bezpieczników, ale zaleca się w tym przypadku stosować specjalne zaciski pozwalające odłączyć przewody odgałęzień pod napięciem. Dopiero przy odgałęzieniach dłuższych od 6 km i zasilających 3 lub więcej wiejskich stacji transformatorowych należy stosować 3-fazowy odłącznik sekcyjny, który przy odgałęzieniach od linii magistralnych winien być wyposażony w rury bezpiecznikowe.

Dla największego skrócenia tras linii i potaniania budowy stacji transformatorowych „Wytyczne” zalecają, by linie — z wyjątkiem magistralnych — przebiegały przez stacje, które zatem w rzadkich tylko przypadkach byłyby wykonywane jako krańcowe.

Wreszcie podano jako obowiązek stosowanie do budowy wiejskich linii 15-kilowoltowych słupów drewnianych, zwykle 13-metrowych, i konstrukcji wsporczych wyłącznie w opracowaniu „Energoprojektu” przy rozpiętości przęsł ok. 100 m.

3. Stacje wysokiego napięcia.

Dla wiejskich stacji transformatorowych „Wytyczne” podają obciążenia jednostkowe, największe dopuszczalne spadki napięcia w sieci niskiego napięcia oraz największe przekroje przewodów tych sieci, od czego zależy liczba i rozmieszczenie budowanych stacji.

Jako obciążenie oświetleniowe należy liczyć na zagrodę 0,2 kW w szczycie obciążeniowym transformatora wiejskiego, dodając obciążenie indywidualne od obiektów specjalnych jak POM, PGR i innych, jak szkoła, kościół itp. Jako obciążenie silowe przyjmuje się 7,5 kW na końcu trzonu 4-przewodowego linii niskiego napięcia z uwzględnieniem dodatkowo obiektów specjalnych, przy czym obciążenie to nie wchodzi w ogólnoenenergetyczny szczyt jesienno-zimowy i rzadko tylko decyduje o wyborze mocy transformatora.

Największe dopuszczalne spadki napięcia w sieci niskiego napięcia ustalono w granicach 5—7% dla obciążenia oświetleniowego (szczyt wieczorny) oraz 7—10% dla obciążenia silowego

(szczyt dzienny). „Wytyczne” stawiają przy tym warunek, że w przypadku, gdy przekroje przewodów głównych linii niskiego napięcia wypadają z obliczenia spadków napięcia ponad 50 mm², należy przy projektowaniu dążyć do ewentualnie bardziej prawidłowego rozwiązania przy powiększeniu liczby stacji transformatorowych.

„Wytyczne” podają jako zasadę wykonywanie stacji typowych dwusłupowych w formie bramki według opracowania CZER. Wyjątki od tej reguły dopuszcza się tylko w następujących przypadkach: a) jeżeli wysokość typowej stacji nie gwarantuje zachowania przepisowych odległości przewodów od ziemi lub krzyżowanych obiektów (np. stacja ma stać przy wysokim nasypie); b) w terenach o częstych silnych wiatrach, gdzie wymagane są silniejsze konstrukcje wsporcze; c) jeżeli zachodzi konieczność instalowania transformatorów powyżej 100 kVA. W tych wypadkach zaleca się budowanie stacji na dwóch słupach A-owych.

Co do szczegółów wykonawstwa uczyniono ustępstwo dla stacji o jednym odejściu niskiego napięcia, nakazując niestosowania skrzyni rozdzielczej i zabezpieczanie po stronie niskiego napięcia jedynie bezpiecznikami słupowymi. Drugą innowacją w stosunku do obecnie spotykanych sposobów wykonawstwa jest zalecenie uziemień ochronnych konstrukcji i aparatów wysokiego i niskiego napięcia wspólnych o wartości co najwyżej 10 Ω, wyodrębnienie zaś jedynie uziemień roboczych linii niskiego napięcia i wykonywanie ich na sąsiednim słupie linii niskiego napięcia w odległości co najmniej 40 m od stacji.

4. Linie niskiego napięcia.

Tu zdecydowanie oddano pierwszeństwo panującym obecnie tendencjom jak największego oszczędzania materiału przewodowego. Mówi o tym punkt, ograniczający przekroje przewodów do 25 i 35 mm² AL i pozwalający tylko w wyjątkowych wypadkach stosować przekrój 50 mm² AL, jak również punkt ograniczający budowę 4-przewodowych linii jedynie do zasadniczych trzonów sieci niskiego napięcia.

Wszelkie odgałęzienia należy wykonywać dla 1 do 3 zagród — 1-fazowe, 2-przewodowe, dla 4 do 5 zagród — 2-fazowe, 3-przewodowe, dla skupiska powyżej 5 zagród — 3-fazowe, 4-przewodowe o długości powyżej 500 m, stosując normalne odgałęzienia do poszczególnych zagród jak podano wyżej. W ten sposób ograniczono elektryfikację wsi do zasadniczych skupisk chat, pozostawiając część zagród chłopskich silnie rozrzuconych poza zasięgiem sieci rozdzielczej niskiego napięcia. Toteż w „Wytycznych” podano wyraźnie sprecyzowane normy odległościowe dla pojedynczych zagród objętych elektryfikacją.

Podane wyżej warunki techniczne rozbudowy sieci niskiego napięcia wynikły z założenia, że w poszczególnych zagrodach chłopskich będą stosowane indywidualnie tylko małe silniki jednofazowe o mocy do 1,5 kW. Większe silniki 3-fazowe, np. do młocki, mają zastosowanie jedynie w postaci użytkowanych zbiorowo zespołów ruchomych, przyłączanych bezpośrednio przy pomocy zaczepów do sieci 4-przewodowej niskiego napięcia.

Z powyższego wypływa, że przyłącza domowe na wsi są wykonywane z reguły jako 1-fazowe przewodami stalowymi o przekroju 16 mm². Przyłącza 4-przewodowe dopuszczono tylko w następujących przypadkach: 1) kiedy jedno przyłącze ma służyć do zasilania 5 i więcej odbiorców; 2) przy reelektryfikacji, jeżeli w obrębie danej zagrody chłopskiej są już 3-fazowe odbiorniki elektryczne (silniki, hydrofony itd.) w stanie zdawnym do użytku; 3) przy zasilaniu większych obiektów gospodarczych lub nierolniczych, jak szkoły, mleczarnie itp., jeżeli moc zainstalowana przekracza 4,5 kW albo istnieje konieczność stosowania silników 3-fazowych.

„Wytyczne” wymagają przy budowie linii niskiego napięcia stosowania słupów drewnianych o wysokości 9 do 10 m, dających możliwość zawieszenia przewodów radiofonicznych, według typowego opracowania CZER, przy normalnej rozpiętości przęsła ok. 50 m w obrębie wsi i ok. 60 m w części przebiegającej przez puste przestrzenie.

W dalszym ciągu „Wytyczne” ustalają szereg szczegółów, dotyczących wykonania linii niskiego napięcia, a więc rozstrzygają ciągle spór w sprawie miejsca dla przewodu zerowego, nakazując umieszczenie go zawsze najniżej, tj. pod przewodami fazowymi; ustalają stosowanie poszczególnych typów słupów, ograniczając słupy mocne tylko do przypadków załomów większych od 150 i do słupów krańcowych przy przekrojach powyżej 25 mm² AL.

Jako słup krańcowy dla linii 2-, 3- i 4-przewodowej o przewodach 25 mm² AL i narożny przy kątach załomu 50°—150° zaleca się stosować słupy z podporą względnie w ostatnim przypadku — w razie utrudnień terenowych — słup z odciążką lub słup bliźniaczy.

Zabezpieczenie sieci niskiego napięcia przewiduje się bezpiecznikami topikowymi na każdym odejściu ze stacji transformatorowej i na każdym odgałęzieniu o długości powyżej 500 m.

System uziemień roboczych podany w „Wytycznych” jest wprowadzony w przewidywaniu zastosowania w przyszłości zerowania jako zabezpieczenia obsługi urządzeń elektrycznych na wsi od porażenia prądem elektrycznym. Przewiduje on — wzorem przepisów radzieckich — oporność uziemienia roboczego nie przekraczającą 10 Ω. Uziemienia wtórne umieszczone co 1000 m — przy liczbie przewyższającej 3 — mogą mieć oporność do 30 Ω każde.

Dla każdej elektryfikowanej jednostki gromadzkiej, zasilanej z jednej stacji transformatorowej, przewiduje się oświetlenie uliczne na długość ok. 1 km przy zastosowaniu średnio 10 opraw oświetleniowych z żarówkami 100-watowymi. Przewód oświetleniowy o przekroju 16 mm² FL ma być umieszczony pod przewodem zerowym. Wyłączanie i zabezpieczenie przewiduje się centralne w specjalnej skrzyni blaszanej umieszczonej na słupie linii.

5. Instalacje wewnętrzne.

„Wytyczne” poświęcają dużo uwagi wykonawstwu instalacji wewnętrznych w obiektach wiejskich, a zwłaszcza w zagrodach chłopskich w ramach standardów przyznawanych w wyniku Ustawy o powszechnej elektryfikacji wsi i osiedli.

Przy wyborze sposobu wykonania przyłącza zaleca się wykorzystać wszelkie możliwości wykonania go jako szczytowego, tańszego i najmniej szpecącego wygląd wsi. W przypadku przyłącza stojakowego jako typowy wprowadza się stojak typu lekkiego o średnicy rury 1½” z przypawaną poprzeczką w kształcie litery U. W razie potrzeby wykonania na jednym budynku obok przyłącza stojakowego również stojakowego odgałęzienia do budynków gospodarczych należy zastosować stojak dwuwysociowy o średnicy 2”.

Przyłącze zabezpiecza się na przewodach fazowych tylko bezpiecznikami słupowymi na ostatnim słupie sieci. Żadnych dalszych pośrednich zabezpieczeń przed licznikiem „Wytyczne” nie przewidują.

„Wytyczne” nakazują unikać prowadzenia długich pionów. W razie stosowania stojaka zaleca się wprowadzać rurę stojakową przez strych wprost do licznika, który w myśl „Wytycznych” może być umieszczony w sieni lub w mieszkaniu z wyjątkiem kuchni, jako pomieszczenia wilgotnego. W przebiegu przez strych pion nakazuje się wykonywać rurą bergmanowską, lecz chronioną od uszkodzeń przez obicie drewnianymi listwami.

W sprawie rodzaju instalacji „Wytyczne” na pierwsze miejsce wysuwają rurę bergmanowską, jako rozwiązanie najbardziej ekonomiczne. Dlatego też nakazuje się stosowanie tej instalacji w pomieszczeniach mieszkalnych, w kuchniach wiejskich przy wzmocnionym hermetycznym osprzęcie bakielitowym oraz w takich pomieszczeniach gospodarskich, jak szopy, kurniki itp.

W pomieszczeniach gospodarskich o wylęgach żrących, a więc w stajniach, oborach, chlewach itp., zaleca się unikać układania instalacji wewnątrz pomieszczeń, ale w razie takiej konieczności nakazuje się stosowanie przewodu KGao z osprzętem hermetycznym, najlepiej bakielitowym. W pomieszczeniach zaś wilgotnych i na zewnątrz budynku zalecono stosować przewód typu Pa.

W budynkach o tyle wysokich, że instalację można prowadzić na wysokości ponad 2,5 m, można ją wykonywać przewodem DGa na gałkach z zastosowaniem wyłączników drążkowych.

Zakres stosowania instalacji z rur stalowo-pancernych ograniczono jedynie do budynków niebezpiecznych pod względem ogniowym, jak składy, stodoły itp.

Wreszcie należy zwrócić uwagę na system zabezpieczeń stosowanych w zagrodach chłopskich: na przewodzie zerowym na początku obwodu instaluje się bezpiecznik na 10 A plombowany, na przewodzie zaś fazowym bezpiecznik 6-amperowy dostępny dla użytkownika. Ma to na celu zabezpieczenie instalacji przed skutkami niewłaściwego manipulowania bezpiecznikami.

MGR INŻ. ANNA MORZYCKA
CZER

Elektryfikacja rolnictwa w pracach międzynarodowych*)

621.311:631:341.18(1953)

Treść. Omówiono pokrótce najważniejsze tematy poruszone w czasie obrad Grupy Ekspertów Elektryfikacji Rolnictwa w ramach Europejskiej Komisji Ekonomicznej ONZ na sesji 1953 r.

Elektrifikasiция сельского хозяйства в международных трудах. Сообщены вкратце важнейшие темы, которые были предметом обсуждения группы экспертов по электрификации сельского хозяйства в Европейской экономической комиссии Организ. Объедин. Наций на собрании 1953 г.

Farm electrification problems dealt with at international level. Brief review of the more important subjects dealt with at the Conference of a Group of Experts on Farm Electrification within the scope of the 1953 session of the Economic Commission for Europe (UNO).

1. Wstęp.

Międzynarodowa komisja przy ONZ do spraw elektryfikacji rolnictwa obradowała na sesji 1953 r. nad zagadnieniami produkcji, przesyłu, rozdziału i użytkowania energii elektrycznej w rolnictwie na podstawie referatów opracowanych przez rzeczoznawców francuskich i szwedzkich (wytworzenie i rozdział) oraz szwajcarskich i angielskich (użytkowanie). W referatach ujęto całość zagadnień elektryfikacji rolnictwa z równoczesnym podaniem informacji, dotyczących sytuacji na tym odcinku w szeregu państw europejskich. Dyskusja dała podstawy do ustalenia problematyki dalszych prac Komisji, a gotowe już opracowania zostały rozszerzone przez wypowiedzi delegatów państw demokracji ludowej.

Ze specjalnym zainteresowaniem spotkały się wypowiedzi przedstawicieli Związku Radzieckiego, gdzie najwięcej problemów dotyczących elektryfikacji rolnictwa już znalazło rozwiązanie. Przede wszystkim interesowano się poruszoną przez prof. Sazonowa sprawą małych rolniczych elektrowni ciepłych, budową i wyposażeniem elektrowni wodnych oraz wyzyskaniem ziemi jako przewodu roboczego w sieciach trzy- i jedнопроводовых.

Dyskusja wykazała, że sprawy normalizacji napięć i normalizacji urządzeń sieciowych, które w Polsce są już daleko pousunięte, stanowią dla państw zachodnich poważny problem z powodu zarówno wielkiej różnorodności metod stosowanych przez przedsiębiorstwa energetyczne, jak i braku możliwości planowego traktowania tego zagadnienia w państwach zachodnich.

2. Wysunięty program prac Ekonomicznej Komisji Europejskiej w zakresie produkcji oraz przesyłu i rozdziału energii elektrycznej.

A. PRODUKCJA

1. Włączanie elektrowni wodnych małej i średniej mocy do sieci lokalnych i łączenie ich z wielkimi układami energetycznymi.

2. Elektrownie-ciepłownie małej i średniej mocy do wytwarzania energii elektrycznej i ciepłej dla produkcji rolnej i potrzeb domowych ludności wiejskiej.

3. Praca równoległa elektrowni wiatrowych z elektrowniami wodnymi i ciepłymi małej mocy.

4. Automatyzacja małych elektrowni dla oszczędzenia pracy ludzkiej i zwiększenia pewności ruchu.

B. PRZESYŁ I ROZDZIAŁ ENERGII

1. Ochrona mieszkańców wsi przed przepięciami burzowymi na liniach niskiego napięcia.

2. Zwiększenie czasu służby słupów drewnianych używanych do budowy linii przesyłowych na wsi.

3. Regulacja napięcia w wiejskich sieciach rozdzielczych niskiego napięcia.

4. Obliczanie i rozwiązania techniczne urządzeń w instalacjach elektrycznych na wsi, szczególnie dla ochrony zwierząt przed porażeniem; praca powinna obejmować dane ogólne w sprawach ziemień.

5. Wyzyskanie ziemi jako przewodnika.

6. Normalizacja napięć w instalacjach wiejskich.

7. Porównanie przepisów administracyjnych i przepisów bezpieczeństwa, obowiązujących w instalacjach sieciowych różnych krajów.

3. Użytkowanie energii elektrycznej w rolnictwie.

Napęd elektryczny w produkcji rolnej. Wyzyskanie energii elektrycznej w produkcji rolnej zaoszczędza pracy ludzkiej i czasu tej pracy, a równocześnie zmienia jej charakter. Zakres mocy silników elektrycznych stosowanych w rolnictwie jest bardzo duży i waha się od 1/20 do 50 k.m.

Jednym z podstawowych zagadnień dla wsi jest zaopatrzenie w wodę. Ilości jej zużywane w gospodarstwie dla potrzeb ludzi i zwierząt są ogromne, np. na samo napojenie jednej krowy (a więc nie licząc wody potrzebnej do mycia) potrzeba dziennie 60 l. Moc silników elektrycznych do napędu urządzeń pompowych waha się od 1/6 do 15 k.m.

Jeżeli korzystamy z urządzeń pompowych do zraszania pól, to wielkość potrzebnych silników elektrycznych napędzających ze-

Tablica I

Maszyny rolnicze	Moc silników napędowych (k. m.)	Roczne zużycie energii (kWh)
Młynek (do ziarna)	15 — 25	1500
Gniotownik	0,5 — 10	150
Sieczkarnia	2 — 3	50
Siekacz do okopowych	2 — 5	70
Prasa do słomy (wydaj. dzienna 15 t)	6	1000
Prasa do siana (wydaj. dzienna 30 t)	10 — 12	
Młocarnia mała (wydajność dzienna 3 — 5 t ziarna)	3 — 4	30
Młocarnia przewoźna (wydaj. dzienna 5 — 7 t)	6 — 8	180 — 200
Młocarnia dla dużego kolektywu (wydaj. dzienna 20 — 50 t)	50 — 90	3000
Trier (wydaj. dzienna 8 — 20 t)	0,25 — 1	4
Elewator łopatkowy do ziarna	1 — 3	15
Elewator taśmowy do słomy, worków zboża itp.	0,5 — 3	15
Dmuchała	5 — 6	60 — 80
Wyładowywacz silosowy	3 — 5	300
Sortownik do ziemniaków (20 t)	2 — 3	20 — 30
Wentylacja automatyczna stajni (15 sztuk bydła)	1/3	90
Odkurzacz do czyszczenia bydła (na 30 krów)	1/3	100
Pompa do gnoju	2 — 5	150 — 400
Dojarka mechaniczna (30 krów)	0,5 — 1	500 — 700
Orka elektryczna na glebie lekkiej	5 — 7,5	45 — 80 kWh/ha
Orka elektryczna na glebie ciężkiej		120 — 150 kWh/ha
Elektryczny pług ogrodowy (35 cm głębokości)	5	40 — 60 kWh/ha

spóły pompowe może wynosić od 1/3 do 250 k.m. Doświadczenia wykazały, że zraszanie pól nawet prawie zupełnie nie urodzajnych pozwala na znaczne zwiększenie urodzajów, np. przy uprawie ziemniaków do 90% normalnych średnich urodzajów, a drzew owocowych do 100%.

Tablica I podaje ciekawe liczby dotyczące zużycia mocy i energii w silnikach elektrycznych stosowanych do napędu maszyn i urządzeń w fermach szwajcarskich. Delegat ZSRR prof. Listow uzupełnił te dane następującymi wynikami, osiągniętymi w ZSRR: zużycie energii w ciągnikach do siania 18 kWh/ha, do bronowania 9 kWh/ha, kombajn elektryczny zużywa 18—20 kWh/ha.

Badania dra Fr. Ringwalda (Szwajcaria) w sprawie porównania siły mechanicznej z pracą ręczną w poszczególnych procesach produkcyjnych w rolnictwie wykazują przy napędzie mechanicznym zwiększenie wydajności w stosunku do ręcznego: dla śrutownika 5—8 razy, dla sieczkarni 6—10 razy, dla cyrkularki 10—25 razy, dla pompy do wody 5—10 razy, dla pompy do gnoju 3—5 razy, dla kralalni okopowych 4 razy, dla dojarki mecha-

*) Wyniki obrad „Grupy rzeczoznawców do spraw elektryfikacji rolnictwa przy Europejskiej Komisji Ekonomicznej ONZ” (Genewa, 25—28. XI. 53). W obradach brali udział przedstawiciele ZSRR oraz ze strony krajów demokracji ludowej przedstawiciele Polski, Rumunii i Albanii.

nicznej 1—3 razy. Średnio każda kilowatogodzina oszczędza 5,4 godzin pracy ręcznej.

Oświetlenie i naświetlanie. W gospodarstwie rolnym światło elektryczne odgrywa bardzo ważną rolę, gdyż ułatwia pracę i zmniejsza niebezpieczeństwo wypadków. Ze względu na warunki panujące w gospodarstwie rolnym eksperci zachodni twierdzą, że oświetlenie przy pomocy żarówek jest niepraktyczne i zbyt kosztowne; za źródło światła przyszłości, które prędzej czy później będzie wprowadzone, uważają świetlówki.

Wyzyskanie energii świetlnej do celów oświetleniowych jest tylko jednym z zastosowań energii elektrycznej, istnieje bowiem szereg możliwości wyzyskania światła do celów „biologicznych”, zwłaszcza w ogrodnictwie i hodowli zwierząt.

Ogrodnictwo. Wychodząc z założenia, że fotosynteza jest procesem podstawowym, na którym opiera się całe rolnictwo, oraz że jedynie rośliny zielone mogą produkować ze związków nieorganicznych związki organiczne (węglowodany, białka, tłuszcze), przetwarzając pod wpływem energii promieni słonecznych dwutlenek węgla i wodę, wykonano szereg prac nad oświetleniem sztucznym roślin i zachodzącymi w nich pod wpływem światła zjawiskami biologicznymi.

Zależnie od wpływu światła na rozwój roślin podzielono je na rośliny dnia krótkiego, dnia długiego i neutralne. Ten podział dał możliwość odpowiedniej regulacji okresu kwitnienia i owocowania roślin. Np. dla roślin dnia krótkiego okresy ciemności są tak samo nieodzowne, jak i okresy jasności i naświetlanie rośliny w nocy może zahamować jej kwitnienie, przy czym intensywność naświetlania jest sprawą znacznie mniej ważną. Wystarczy tu żarówka o mocy 50—150 W. Rośliny dnia długiego wymagają o wiele więcej skomplikowanego procesu naświetlania, np. salata rośnie gwałtownie pod wpływem promieni czerwonych (o długich falach), wiąże się zaś w główki pod wpływem promieni niebieskich (o falach krótkich); wynika stąd, że potrzebne

Tablica II

Rodzaj urządzenia	Pobór mocy (W)	Zużycie energii przy naświetlaniu 8-godzinnym (kWh)
Aparat do naświetlania rurami neonowymi	1100	9
Aparat do naświetlania lampą rtęciową	450	4
Aparat do naświetlania 6 rurami jarzeniowymi	240	2

tu jest całe widmo świetlne. Obecnie używa się do tego celu świetlówek o świetle białym. Jednakże niezależnie od naświetlania rośliny wymagają odpowiedniej temperatury oraz zawartości dwutlenku węgla w powietrzu.

Moc aparatów stosowanych do naświetlania roślin oraz pobór energii podaje tabl. II.

Hodowla zwierząt. Światło elektryczne odgrywa tu poważną rolę, gdyż ma duży wpływ na przemianę materii u ludzi i zwierząt. Dlatego też młode zwierzęta, krowy dojne, zwierzęta pociągowe itp. potrzebują jak najwięcej światła, natomiast tuczniaki winny być trzymane raczej w ciemności. Rezultaty naświetlania najłatwiej da się zaobserwować w hodowli kur. Dzięki naświetlaniu (przedłużeniu dnia do 12 godzin w okresie od października do marca) osiągamy zwiększenie wagi jaj o 2,5%, wagi kur o 14%, zużycia pożywienia o 15%.

Z punktu widzenia produkcji najważniejszym efektem jest mniejsze o 17% zużycie żywności na kilogram jaj. Przytym zużycie energii elektrycznej w ciągu całego sezonu hodowli 100 kur wyniesie 50 kWh. Dobre rezultaty można osiągnąć naświetlając kurczęta przy pomocy promieni podczerwonych. Daje to znacznie lepsze wyniki niż tradycyjne „kwoki”. Promienniki podczerwieni znajdują również duże zastosowanie przy chowie świń (znacznie spada śmiertelność prosiąt). Dienne zużycie energii przy wychowie 50 kurcząt lub 12 prosiąt wynosi 6 kWh.

Ciepło. Ogrzewanie elektryczne w naszych warunkach jest tylko w niektórych procesach ekonomicznie uzasadnione ze względu na duże zużycie energii i mocy w urządzeniach grzewczych. Np. w gospodarstwie domowym wiejskim przy 12 osobach, gdy moc kuchni wynosi 4,5 kW, a moc warkana 50-litrowego 600 W, roczne zużycie energii elektrycznej wynosi 5500 kWh. U nas znajdują zastosowanie przede wszystkim grzejniki elektryczne, pracujące w nocy, jak parniki, warki oraz niektóre urządzenia specjalne, jak wylęgarki, sztuczne kwoki, suszarnie itp. Na specjalną uwagę zasługują suszarnie zarówno do jarzyn i owoców, jak i do siana.

Suszarnie do jarzyn i owoców są różne, wszystkie jednak o stosunkowo dużym poborze mocy. Najmniejsze ze znajdujących się w użyciu aparatów mają moc 10,5 kW, przy czym zużycie energii na wyparowanie 1 kg wody z owoców wynosi 0,62 kWh. Temperatura suszenia — zależnie od rodzaju suszonych jarzyn i owoców — waha się od 60° do 90°. Czas trwania suszenia zależy od gatunku suszonych owoców i jarzyn i wynosi od 40 h dla gruszek do 6 h dla groszku i kapusty. W suszarniach nowoczesnych suszenie odbywa się przy pomocy strumienia ciepłego powietrza. Ostatnio osiągnięto bardzo dobre rezultaty przez suszenie przy pomocy promieni podczerwonych.

Suszarnie elektryczne do siana, zupełnie zelektryfikowane, zużywają 302 kWh na 100 kg trawy suchej, a 0,85 kWh na 1 kg wody wyparowanej. Dobrze jest jednak przed włożeniem trawy do suszarni przesuszyć ją w ciągu 2 godzin na słońcu; zwiększa to wydajność suszarni o 48%, a jednocześnie zużycie energii na 100 kg zmniejsza się do 255 kWh.

Zalety sztucznego suszenia pasz przy magazynowaniu są ogromne; należy do nich niedopuszczanie do rozkładu białka, konserwacja elementów odżywczych, konserwacja witamin oraz konserwacja składników mineralnych.

4. Tematyka z zakresu użytkowania energii elektrycznej w rolnictwie (wg zestawienia sekretariatu Komisji).

1) Opracowanie systemu i sposobu zasilania traktorów elektrycznych z sieci stałych i przenośnych.

2) Opracowanie typu maszyn dla ośrodków hodowlanych łączących z instalacjami transportu wewnętrznego.

3) Opracowanie rozwiązań technicznych dla instalacji elektrycznych deszczowni.

4) Rola naświetlania przy uprawie warzyw i nowalijek w cieplarni oraz oświetlenie kurników jako czynnik zwiększający nieśność kur.

5) Opracowanie typu maszyn z pełną automatyzacją do elektryfikacji omlotów, czyszczenia oraz suszenia zbóż.

6) Opracowanie metody suszenia produktów rolnych przy pomocy prądów wysokiej częstotliwości i promieni podczerwonych.

7) Opracowanie sposobu ogrzewania cieplarni przy pomocy elektryczności i pary z instalacji termicznej dla uprawy warzyw i nowalijek przez cały rok.

8) Wyzyskanie promieni ultrafioletowych w rolnictwie (np. do pobudzenia wzrostu, walki z rachityzmem młodych zwierząt i płatków, zwiększenia nieśności kur itp.).

9) Analiza tempa rozwoju sieci wiejskich i instalacji wiejskich (długość sieci, napięcie).

10) Analiza przepisów z zakresu bezpieczeństwa elektrycznych instalacji wewnętrznych w rolnictwie, obowiązujących w różnych państwach dla ustalenia na ich podstawie zaleceń ogólnych, mających służyć jako podstawa do budowy nowych instalacji w krajach mniej uprzemysłowionych: a) aparatura ochronna dla silników: wyłączniki, bezpieczniki topikowe, styczniki, ewentualnie styczniki z cewką wyłączającą (zasilaną napięciem np. 24 V z transformatora pomocniczego), zmniejszenie napięcia sterowania; b) rodzaje używanych przewodów oponowych.

Oprócz podanych wyżej tematów wysunięto również szereg zagadnień ekonomicznych, administracyjnych i finansowych, a mianowicie:

1) Metody finansowania instalacji wiejskich.

2) Porównanie metod taryfikacji energii elektrycznej sprzedawanej rolnikom.

3) Metody propagandy stosowane w różnych krajach.

4) Stworzenie specjalności z wykształcenia ogólnego (nauczanie różnych sposobów wyzyskania energii elektrycznej przede wszystkim w rolnictwie).

5) Najlepsze wyzyskanie energii elektrycznej w grzejnictwie.

6) Procentowy wzrost odbiorców energii elektrycznej na wsi.

7) Procentowy wzrost zużycia energii elektrycznej w rolnictwie z podziałem na rodzaje zastosowań.

8) Tendencje rozwojowe cen jednostkowych instalacji elektrycznych dla produkcji rolniczej i użytkowania energii elektrycznej w okręgach rolniczych.

Z powyższego sprawozdania wynika, że sprawa elektryfikacji produkcji rolnej stała się problemem ogromnej wagi w skali międzynarodowej. Rosnące zainteresowanie się elektryfikacją rolnictwa na całym świecie podyktowane jest dążeniem do uzyskania wysokowartościowych zbiorów tak pod względem jakości, jak i ilości, przy jak najdalej posuniętej mechanizacji, a tym samym przy jak największym oszczędzaniu pracy ludzkiej. Problem ten przedstawia dla stosunków polskich nie mniejszą wagę. Równocześnie objęcie gospodarką planową wszystkich form życia gospodarczego otwiera przed elektrykami polskimi szerokie pole możliwości badań i racjonalizatorstwa w dziedzinie pełnej elektryfikacji produkcji rolnej.

O nomenklaturze stosowanej w dziedzinie elektryfikacji rolnictwa

621.311:631(083.72)

Treść. W artykule podano genezę i znaczenie nowopowstałych określeń, stosowanych w dziedzinie zagadnień inwestycyjnych elektryfikacji rolnictwa.

Номенклатура, применяемая в области сельскохозяйственной электрификации. Представлено происхождение и значение новых терминов, употребляемых в вопросах, связанных с электрификацией сельского хозяйства.

Nomenclature adopted in farm electrification practice. The article deals with the origin and interpretation of new terms used in farm electrification problems.

Rząd Polski Ludowej przywiązuje duże znaczenie do zagadnienia elektryfikacji rolnictwa. W związku z tym elektryfikacja ta, mało znana w okresie międzywojennym rządów sanacyjnych, rozwija się obecnie bardzo szybko. Powstała też potrzeba utworzenia szeregu nowych określeń zwłaszcza w dziedzinie zagadnień inwestycyjnych, na które już w pierwszym okresie należało przede wszystkim zwracać uwagę. Ponieważ różne instytucje, zajmujące się zagadnieniami elektryfikacji rolnictwa, tworzyły nowe terminy na własną rękę, powstała pewna różnorodność terminologii w praktyce wykonawczej, w artykułach, w pismach urzędowych. Dobro sprawy wymaga pewnego uporządkowania słownictwa, tj. wybrania najbardziej udanych z nich i dokładnego objaśnienia ich znaczenia.

Pojęciem najogólniejszym, obejmującym całość zagadnień, jest elektryfikacja rolnictwa. Termin ten obejmuje zarówno zagadnienia inwestycyjne budowy sieci elektrycznej na obszarach wiejskich, instalacji w obiektach wiejskich i elektrowni wiejskich, wyzyskujących miejscowe zasoby energetyczne, jak i zagadnienia użytkowania energii elektrycznej w rolnictwie. Stąd pochodzi zmiana w nazwie instytucji centralnej, obejmującej wymienione sprawy: gdy b. Główne Biuro Elektryfikacji Wsi miało początkowo za zadanie elektryfikację samych tylko wsi i związane z tym problemy, to Centralny Zarząd Elektryfikacji Rolnictwa ma za zadanie poza elektryfikacją wsi również elektryfikację państwowych gospodarstw rolnych, państwowych ośrodków maszynowych i innych obiektów, położonych na terenie wsi.

Zakres robót w dziedzinie elektryfikacji rolnictwa, wykonywanych w ramach ogólnonarodowych planów inwestycyjnych, ustala Ustawa o powszechnej elektryfikacji wsi i osiedli z roku 1950, która głosi, że do zadań instytucji państwowych należy zarówno budowa sieci elektrycznych średniego i niskiego napięcia, jak i instalacji wewnętrznych w zagrodach chłopskich i innych obiektach, znajdujących się na terenie wsi. Ponadto Uchwała Prezydium Rządu z 1951 r., powołująca Centralny Zarząd Elektryfikacji Rolnictwa, nakłada na tę instytucję obowiązek rozważenia problemów budowy wiejskich elektrowni, wyzyskujących miejscowe zasoby energetyczne, zwłaszcza wody i wiatru. Całość wymienionych wyżej zagadnień inwestycyjnych, związanych z uzbrojeniem terenu w urządzenia elektryczne konieczne do korzystania z energii elektrycznej w rolnictwie, jak urządzenia wytwórcze (elektrownie wiejskie) rozdzielcze (linie średniego i niskiego napięcia), przetwórcze (redukcyjne stacje transformatorowe na 30/15 kV i wiejskie stacje transformatorowe na 15/0,4 kV), wreszcie instalacje wewnętrzne, jest objęta pojęciem elektryfikacji obszarów wiejskich.

Konieczne jest dokładne sprecyzowanie znaczenia terminu elektryfikacja powszechna (po rosyjsku „splosznaja”). Termin ten oznacza doprowadzenie energii elektrycznej do wszystkich odbiorców energii elektrycznej na obszarach wiejskich. Stąd sama nazwa ustawy o powszechnej elektryfikacji wsi i osiedli, która mówi o tym, że przy budowie jakiejś linii elektrycznej należy objąć elektryfikacją wszystkie obiekty, znajdujące się w jej zasięgu, oraz że przy elektryfikacji danej wsi muszą być przyłączone wszystkie zagrody chłopskie wraz z wykonaniem tam instalacji wewnętrznych z wyjątkiem tylko tych zagrod, których ze względów technicznych i gospodarczych nie można zasilć na niskim napięciu.

W trakcie właściwego opracowywania planów finansowych i zaopatrzenia materialowego powstało pojęcie jednostki elektryfikacyjnej. Jest to obiekt wiejski — wieś spółdzielcza lub indywidualna, PGR (państwowe gospodarstwo rolne) lub POM (państwowy ośrodek maszynowy), który wymaga do swego elektryfikowania pobudowania oddzielnej stacji transformatorowej i odcinka linii średniego napięcia, co w koscie ogólnej inwestycji sieciowej stanowi poważną pozycję. Cały plan jest układany pod względem zakresu rzeczowego inwestycji w jednostkach elektryfikacyjnych, do których są włączone pewne średnie długości linii średniego i niskiego napięcia, ustalone regionalnie

na każde województwo. Z powyższego wynika bezpośrednio konieczność takich określeń, jak PGR samotny, który tworzy samodzielną jednostkę transformatorową, i PGR przy wsi, przyłączany za pośrednictwem odcinka linii niskiego napięcia do wspólnej ze wsią stacji transformatorowej.

Plan elektryfikacji rolnictwa podaje oprócz zakresu rzeczowego również wyniki gospodarcze, które mają być uzyskane z danego zakresu robót; są one oceniane np. liczbą zelektryfikowanych zagrod chłopskich, PGR, POM i SOG (spółdzielczy ośrodek gospodarczy) itd. SOG stanowią użytkowane wspólnie w spółdzielni produkcyjnej obory, chlewy, spichrze itd. Zelektryfikowanie ich ma zasadnicze znaczenie dla podniesienia produkcji rolnej w przeciwieństwie do elektryfikacji zagrod chłopskich, która ma zwykle znaczenie raczej usługowe, niż produkcyjne.

Instalacje w zagrodach chłopskich są wykonywane w zakresie ustalonym w odpowiednich standartach wyposażeniowych. Stąd powstało pojęcie standardów instalacyjnych, których są trzy rodzaje, przyznawane poszczególnym gospodarstwom rolnym zależnie od ich przychodowości.

W zakresie zarówno sieci średniego i niskiego napięcia, jak i standardów instalacyjnych, wykonawstwo opiera się na stosowaniu elementów typowych, co pozwala uprościć dokumentację techniczną. Natomiast w stosunku do PGR, POM i SOG konieczne są specjalne i indywidualne rozwiązania projektowe, wymagające niekiedy osobnych studiów. Stąd nazywamy je w elektryfikacji rolnictwa obiektami specjalnymi. Poza tym istnieje na terenie wsi dużo takich obiektów, jak szkoły, posterunki MO, urzędy gminne, dworce kolejowe, kościoły itd., które są elektryfikowane wraz z zagrodami chłopskimi, nie wchodzą jednak do planu elektryfikacji rolnictwa i są określane jako obiekty nierolnicze. Wreszcie istnieją na terenie wsi zakłady o charakterze rolniczo-przemysłowym, jak mleczarnie, chłodnie, spichrze, kromalnie itd., będące obiektami przemysłu rolniczego. Roboty elektryfikacyjne, wymagające w tych dziedzinach znajomości specjalnych instalacji — sygnalizacyjnej, sterującej itd. — nazywamy robotami przemysłowymi.

Należy wreszcie odróżnić dwa pojęcia określające specjalny charakter działalności elektryfikacyjnej.

W okresie powojennym pierwszą akcją, podjętą szczególnie na ziemiach odzyskanych, było doprowadzenie istniejących już, lecz zdewastowanych urządzeń elektrycznych na wsi do stanu używalności. Ten zakres prac nazwano reelektryfikowaniem dla zaznaczenia, że nie chodzi tu o elektryfikację, ujmującą budowę urządzeń elektrycznych w całości od nowa.

Jednocześnie, w myśl założeń elektryfikacji powszechnej, wypadło zająć się wsiami, które już dawniej były zelektryfikowane, w których jednak do sieci niskiego napięcia nie były jeszcze przyłączone wszystkie zagrody chłopskie. Były to przeważnie zagrody biedniaków, którzy nie mieli środków na opłatę wkładu do Komitetu Elektryfikacyjnego przed wejściem w życie Ustawy o powszechnej elektryfikacji wsi i osiedli. Dział prac elektryfikacyjnych, polegający na rozbudowie sieci niskiego napięcia w tych wsiami tak, aby objąć nią możliwie wszystkich gospodarzy, oraz na wykonaniu w pozostałych zagrodach chłopskich instalacji wewnętrznych, nazywamy doelektryfikowaniem.

Działalność obecna w dziedzinie elektryfikacji rolnictwa nie ogranicza się wyłącznie do zagadnień inwestycyjnych w zakresie budowy urządzeń elektrycznych zasilających i rozdzielczych. Równoległe z elektryfikacją powszechną na wsi postępuje elektryfikacja wgłębnna, tj. proces wyzyskania istniejących środków w zakresie elektroenergetyki do produkcji rolniczej.

Elektryfikacja młocki, zastosowanie ogrzewanych elektrycznie wylegarek itd. to pierwsze kroki na tej drodze, zmierzające do całkowitego objęcia energią elektryczną wszystkich procesów produkcyjnych gospodarki rolnej, określanego mianem pełnej (albo całokształtowej) elektryfikacji rolnictwa („kompleksnaja elektrifikacja”).

S. K.

Izolatory i materiały izolacyjne (MKWSE, 1952)

J. I. SKOWROŃSKI

1. Izolatory liniowe.

W dziedzinie izolatorów liniowych wiszących gromadzi się coraz większy materiał doświadczalny, już bowiem minęło 40 lat od zawieszenia pierwszych izolatorów kołpakowych wysokiego napięcia. Interesująca statystyka [1] wykazuje, że spośród zawieszonych w 1911 roku ok. 40 sztuk na linii 110-kilowoltowej (Shawinigan Falls-Montreal) do 1950 r. pracowało jeszcze na linii 15%.

Statystyka z okresu kilkudziesięciu lat pracy linii, mającej ponad 300 000 sztuk izolatorów wiszących kołpakowych, wykazuje 0,2 do 0,3% rocznego ubytku izolatorów wskutek uszkodzenia — według autorów — „mechanicznego” lub „elektrycznego”. Przez uszkodzenie „mechaniczne” autorzy rozumieją stłuczenie kamieniem, przestrzelenie, wypadek przy pracach na linii, a nawet uszkodzenie przez wyładowanie powierzchniowe. Natomiast za „elektryczne” uszkodzone uważa się izolatory, których defekt wykryto przy badaniach profilaktycznych, wykonywanych co roku. Należy tu zwrócić nawiasem uwagę na niesłuszność takiego określenia, ponieważ uszkodzenie w tym ostatnim przypadku również ma podłoże mechaniczne, a nie elektryczne*).

Doświadczenia zbierane przez szereg lat wykazują przewagę uszkodzeń „elektrycznych” (tj. pęknięć wewnętrznych, jak należałoby je określić nad przypadkowymi („mechanicznymi”). Zależy to od konstrukcji izolatora, jak należało się spodziewać. Niektóre lata dają większe nasilenie uszkodzeń, dochodzące do 0,6%, a spowodowane niewątpliwie wadliwą konstrukcją izolatorów. Rozwiązania konstrukcyjne ostatniego dziesiątka lat są już zupełnie dobre; od r. 1940 nie notuje się już przebić „elektrycznych”. Postęp wyraża się również w znacznym wzroście wytrzymałości mechanicznej:

rok produkcji	1911	1927	1940
naciąg niszczący (kG)	4540	8170	11350
naciąg największy (kG)	1360—1820	4540	4540—5450

Gromadzenie obserwacji ilościowych, jak w cytowanym przypadku [1], bez poszukiwania źródła uszkodzeń i bez wyciągania wniosków technologicznych nie przyczynia się bezpośrednio do poprawy stanu rzeczy.

W związku z próbą wnikięcia w mechanizm sił działających na izolator w czasie pracy przedstawiono wyniki pomiarów i opis aparatury, służącej do rejestracji sił dynamicznych występujących w łańcuchach odciągowych [2]. Jak wiadomo, występujące w liniach napowietrznych drgania bywają w swych skutkach bardzo groźne dla wytrzymałości przewodów. Istnieją podstawy do przypuszczenia, że drgania przewodów są również groźne dla izolatorów. Z tego względu bardzo pożądane jest zarówno badanie charakteru tych zjawisk w liniach napowietrznych w praktyce, jak i badanie wytrzymałości izolatorów na obciążenie dynamiczne.

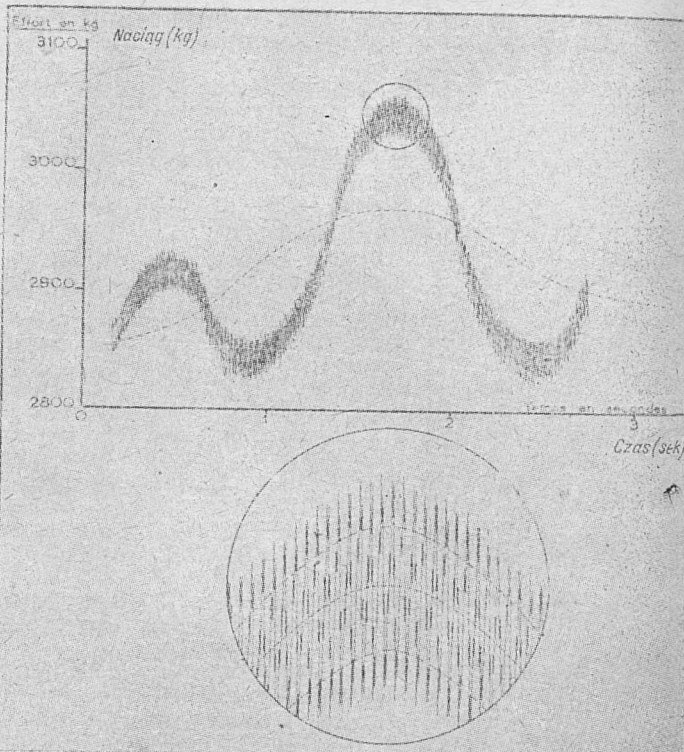
Wiąże się to z zagadnieniem odporności izolatora lub jego elementów na zmęczenie. Zagadnienie zjawiska zmęczenia w samym materiale ceramicznym nie jest jeszcze zupełnie wyjaśnione. Istnieje jednak podstawy do przypuszczenia, że — choć w niewielkim stopniu — np. w porcelanie również występuje zmęczenie przy zmiennym dynamicznym obciążeniu. Izolator wiszący, złożony z elementów o różnych właściwościach fizycznych, może odczuwać w silnym stopniu jedynie obciążenia dynamiczne. Próby izolatorów dotychczas stosowane przewidują jedynie obciążenia statyczne. Jeżeli uda się ustalić charakter obciążeń zmiennych, którym podlega izolator skutkiem drgań, można będzie sformułować odpowiednie wymagania dla izolatorów i ustalić warunki próby.

Próba taka polegałaby na poddaniu izolatora drganiom (obciążeniu wahliwemu), zbliżonym pod względem charakteru do warunków występujących w praktyce, ale o zwiększonych parametrach dla zapewnienia określonego stopnia pewności. Jednocześnie izolator byłby pod napięciem probierczym poddawany zmianom temperatury.

W celu umożliwienia pomiaru sił dynamicznych w przewodach linii zbudowano dynamometry, dające się wmontować w łańcuch izolatorów. Dynamometry wykonane w tym celu zbudowane były na zasadzie pomiaru wydłużenia rozciąganej stalowej sztaby. Pomiar wydłużenia dokonywany był dwiema metodami (oporową i tensometryczną), pozwalającymi na odczyt z dokładnością do kilkuset gramów. Zastosowanie oscyloskopu

pozwalalo na rejestrację nawet szybkich zmian z wielką czułością (rys. 1).

Dla zapewnienia niezmiennej dokładności niezależnie od czynników atmosferycznych zastosowano troskliwą ochronę wszystkich elementów od wpływu słońca, wilgoci, deszczu i zmian temperatury, a całość urządzenia wycechowano i zapewniono możliwość kontroli. Największa czułość pomiaru wynosiła 0,75 kG przy użyciu oscyloskopu jako wskaźnika. Urządzenie zainstalowano na słupie oporowym linii 150-kilowoltowej przy rozpiętościach 640 m (naciąg 2850 kG) i 470 m (naciąg 2600 kG). Dynamometry wmontowano pomiędzy poprzecznik



Rys. 1. Przybliżony obraz zmian okresowych naciągu dla połowy okresu drgania podstawowego

i orczyk oraz pomiędzy orczyk i oba łańcuchy, zawierające każdy po 11 ogniw jednokołpakowych.

Autorzy podają wyniki dwumiesięcznych obserwacji, w tym pięciu dni burzowych. Przy bezwietrznej pogodzie istnieją dobowe wahania naciągu: zaobserwowano odchylenia ± 55 kg od przeciętnej zależne nie tylko od wahan temperatury, ale również od nasłonecznienia i od obciążenia linii.

Przy lekkim wietrze zanotowano wahania o kilku zakresach częstotliwości:

- a) widzialne kołysanie przewodu o częstotliwości 1 do 5 okr./min., nie powodujące zmiany naciągu;
- b) oscylacje dostrzegalne przez lornetkę o częstotliwości 10 do 15 okr./min. powodowały wahania naciągu ± 20 kg względem wartości średniej;
- c) drgania niewidzialne o częstotliwości 10 do 40 okr./sek., przejawiające się w wahanach naciągu ok. ± 3 kg.
- d) drgania o częstotliwości ok. 400 okr./sek., notowane przy słabym wietrze, a nawet przy ciszy, przejawiające się bardzo małymi wahaniami naciągu — zaledwie kilkaset gramów od wartości średniej.

Przy burzach, które obserwowano (notowano szybkość wiatru 80 i 100 km/h), siły były, oczywiście, większe:

- a) największy wpływ miało powolne kołysanie się (1—9 okr./min.), wychylające przewód o 4 do 5 m od położenia środkowego; naciąg odchyłał się do 160 kg w górę od wartości normalnej;
- b) oscylacje o 18 do 90 okr./min. i o wahanach ± 75 kg od przeciętnej*);

*) Por. Skowroński J. O przyczynach przebić izolatorów liniowych wiszących (PE, 1950, z. 9/10/11, str. 435).

*) Przy widzialnych wahanach (a i b) faza, a nawet częstotliwość wahań przewodu nie pokrywają się z notowanymi przez dynamometr wahaniami naciągu.

c) drgania o 40 do 80 okr./sek. z amplitudą ± 10 kg;

d) drgania o 460 okr./sek. z amplitudą ± 3 kg.

Z powyższego wydaje się, że dla danej linii wielkości częstotliwości wahań przy burzy i przy pogodzie są zbliżone, zmienia się raczej amplituda.

Pomiary były wykonywane zbyt krótko i w zbyt ograniczonych warunkach, aby można było z nich wyciągać wnioski. Pożądane byłoby rozpocząć podobne pomiary i na naszych liniach. Pozwoliłoby to może szybciej dać odpowiedź i rozwiązanie na zagadnienie wciąż niezbyt jasne — drgania przewodów i ich skutków dla wytrzymałości mechanicznej linii.

2. Izolatory ze szkła naprężanego [3].

Izolatory szklane znajdują w wielu krajach zastosowanie w sieciach najwyższych napięć. Istnieje szereg czynników dających przewagę szkła nad porcelaną. Zalety szkła w stosunku do porcelany są następujące:

1) lepsze dotrzymywanie wymiarów, mniejsze tolerancje dopuszczalne skutkiem prasowania w formach stalowych i znacznie mniejszego skurczu;

2) większa szybkość produkcji szklanej i szybszy jej ruch, jeżeli chodzi o produkcję już zorganizowaną, na którą są już wykonane formy;

3) łatwiejsza selekcja wyrobu i wykrywanie braków: tu właściwie wystarczają oględziny, gdy porcelana wymaga długotrwałych prób;

4) odporność na wpływy atmosferyczne taka sama, a dla dobrych szkieł większa niż w przypadku przeciętnej polewy porcelanowej;

5) wytrzymałość elektryczna szkła jest większa niż porcelany;

6) mniejsza widzialność szkła utrudnia tłuczenie izolatorów np. kamieniami przez łobuzów, które jest przyczyną dużych strat na liniach.

Wady szkła jako materiału izolatorowego są w przypadku zwykłego szkła te same co dla wyrobów szklanych w ogóle: mniejsza wytrzymałość na uderzenie niż w przypadku ceramiki, mała odporność na nagłe zmiany temperatury.

Wytrzymałość mechaniczna szkła na rozciąganie jest mniejsza o $\sim 20\%$ od wytrzymałości porcelany; dotyczy to również zwykłego szkła sodowo-wapniowego normalnie odprężonego. Natomiast dla szkła naprężonego mamy stosunek odwrotny: szkło jest znacznie wytrzymalsze i odporniejsze od porcelany.

Porównanie — jeżeli chodzi o szkło zwykłe — jest korzystniejsze w sumie dla szkła w przypadkach, gdzie nie ma dużych i nagłych zmian temperatury oraz dużych obciążeń mechanicznych. Odpowiada to warunkom pracy linii napowietrznych niskiego napięcia o niewielkich naciągach, niedużych wymiarach izolatorów i gdzie nie zdarzają się przeskoiki łukowe dużej mocy, mogące zniszczyć izolator. Wad szkła zwykłego, pozbawionego naprężeń wewnętrznych, nie ma szkło naprężane, hartowane, wprowadzone do użytku w ostatnich dziesięcioleciach.

Znanym i dawniej niezrozumiałym zjawiskiem jest znacznie mniejsza wytrzymałość szkła na naprężenia rozciągające niż na ściskające. Tak np. szkło izolatorowe badane na normalnych kształtkach wytrzymuje 250–300 kg/cm², a na ściskanie przeszło dziesięciokrotnie więcej. Zjawisko to spowodowane jest obecnością na powierzchni rys lub skaz, nawet mikroskopijnych, działających jak ogniska pęknięcia przy naprężeniu rozciągającym. Uzyskana przeciętna wartość wytrzymałości na rozciąganie jest dlatego niska. Ściskające naprężenia dla powierzchni nie są groźne, ponieważ działania ogniskowego skaza nie ma. Również wnętrze masy szklanej jest bardzo wytrzymałe na naprężenia zarówno ściskające, jak rozciągające. Przy produkcji przedmiotów ze szkła naprężonego dąży się do wytworzenia na powierzchni warstwy o trwałym naprężeniu ściskającym, wewnątrz zaś masy o naprężeniu rozciągającym. Osiąga się to przez nagłe ostudzenie od temperatury mięknięcia np. w strumieniu powietrza. Wtedy szybko zakrzepnięta powierzchnia tworzy sztywny pancerz wokół gorącego rdzenia, który krzepnąc i kurcząc się powoduje powstawanie naprężeń ściskających w powłoce i rozciągających w rdzeniu (rys. 2).

Przy obciążeniu zewnętrznym, np. zginającym próbkę w kształcie belki na dwóch oparciach, w zewnętrznych warstwach skutkiem tego obciążenia powstaną składowe naprężenia — w górnej ściskające, w dolnej — rozciągające. Wobec istnienia naprężeń wewnętrznych działających na szkło naprężenia wypadkowe:

$$R = R_w \pm R_z.$$

Jeżeli $R_w > R_z$, to w warstwie zewnętrznej nie powstanie naprężenie rozciągające, groźne dla wytrzymałości. W ten spo-

sób uzyskuje się wzrost odporności na działanie sił zewnętrznych. Wytrzymałość wypadkowa jest w stosunku do szkła nie naprężonego 6 do 7, a czasem nawet 10-krotnie większa.

Proces wyrobu izolatorów według tej metody aż do wyjęcia z formy nie odbiega od stosowanego powszechnie sposobu prasowania w stalowych formach. Skład masy szklanej jest następujący:

SiO ₂	— 72,8%,
Na ₂ O	— 14,8%,
CaO	— 9,9%,
Al ₂ O ₃ + F ₂ O ₃	— 2,0,
SO ₃	— 0,5.

Współczynnik rozszerzalności cieplnej wynosi $87 \cdot 10^{-7}$.

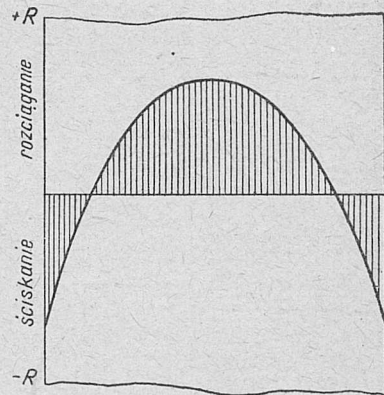
Izolatory po wyprasowaniu wstawia się do pieca o temperaturze około 700°C do wyrównania temperatury w całej masie, po czym następuje proces hartowania. Izolator umieszcza się na wirującej podstawie i chłodzi całą jego powierzchnię strumieniem powietrza z dysz. Następnie jest on poddawany dodatkowej obróbce termicznej, mającej na celu wyrównanie zbyt ostrych różnic naprężeń wewnętrznych i wykrycie sztuk źle zahartowanych. Polega ona na poddawaniu izolatora dwu skokom temperatury: pierwszemu o 100° w górę od 300 do 400°C w piecu elektrycznym i o 100° w dół z powietrza do wody. Przy tej ostatniej próbie wszystkie wadliwe sztuki ulegają zniszczeniu. Poza tym można określić stopień zahartowania przy pomocy polaryskopu i regulować w ten sposób proces technologiczny. Przyjmuje się za najwłaściwsze stosowanie takiej szybkości studzenia, aby wewnętrzne naprężenia rozciągające osiągnęły 780 kg/cm². Jest to, jak widzimy, wartość, jakiej w normalnych warunkach obciążenia zewnętrznego żadne szkło nie mogłoby wytrzymać. Wytrzymuje ono tylko dlatego, że nigdzie naprężenie rozciągające nie dochodzi do powierzchni.

Izolatory ze szkła naprężonego są stosowane w energetyce angielskiej od roku 1937. Ilość obecnie będących w ruchu wynosi setki tysięcy na liniach najwyższych napięć. Wyniki prób i eksploatacji takich izolatorów dały według informacji zawartych w referacie wyniki znakomite. Tak np. wytrzymałość izolatorów wiszących kołpakowych (rys. 3) na rozciąganie jest właściwie ograniczona wytrzymałością okuć, gdyż przy próbie nigdy szkło się nie zrywa. Przy próbach dochodzono do 16 t, a przy specjalnych okuciach do 20 t, przy czym na ogół najpierw pękało okucie.

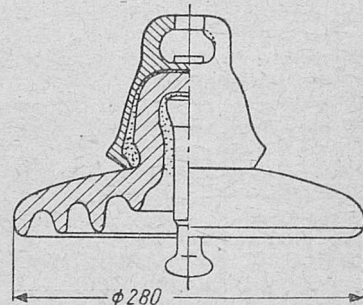
Wytrzymałość elektro-mechaniczna dla tych izolatorów wymagana przez normy B. S. A. wynosi 9100 kg, a naciąg niszczący 12 500 kg, natomiast izolator ze szkła odprężonego wytrzymuje tylko 2300 kg, a więc prawie 6-krotnie mniej.

Duża wytrzymałość na zmiany temperatury powoduje większą odporność na łuk izolatorów ze szkła naprężonego niż z porcelany. Próby w zwoiciowni wykazały, że izolator szklany wytrzymywał dwukrotnie większą liczbę przeskoków o natężeniu 1000 A i czasie trwania 1 sek. od takiego samego kształtu izolatora porcelanowego. Również natężenie prądu łuku niszczącego było wyższe dla szkła niż dla porcelany.

Szkło naprężone ma pewną właściwość, wymagającą specjalnej uwagi, a mianowicie: przedmioty ze szkła naprężonego przy obtłuszczeniu lub innym uszkodzeniu mechanicznym rozpadają się na bardzo drobne części (nie ostre, jak szkło zwykłe). Zjawisko to znane jest dawno w tak zwanych „lezkach baw-



Rys. 2. Rozkład naprężeń wewnętrznych w próbce zahartowanej



Rys. 3. Izolator wiszący kołpakowy ze szkła naprężonego

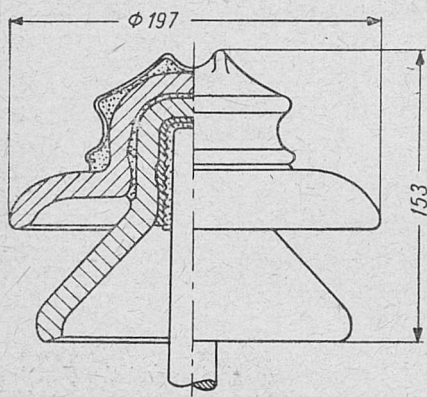
skich", otrzymywanych przez kapanie płynnego szkła do wody. Odlamanie ogonka takiej łezki powoduje momentalny rozpad całości.

Izolator hartowany nie może być częściowo uszkodzony, np. nadłuszczone; może być tylko cały lub zupełnie zniszczony. Przebiecie izolatora lub pęknięcie kłosa powoduje jego rozpadnięcie się na drobne kawałki (praktycznie zresztą przebieć szklany izolator jest trudno ze względu na dużą wytrzymałość szkła).

Właściwość ta może być uznana jedynie jako zaleta szkła naprężonego, ponieważ tzw. niesłusznie „przebiecia niezupełne”, kiedy izolator przebito nie wykazuje na zewnątrz widocznego uszkodzenia, następczą bardzo dużo kłopotów w eksploatacji. Jedynie należy przewidzieć taką konstrukcję okuć, aby przewód po zniszczeniu izolatora nie spadł na ziemię. Celowi temu na przykład dla izolatorów stojących odpowiada umieszczenie na izolatorze główki metalowej, która po pęknięciu izolatora zatrzyma się na trzonku (rys. 4).

3. Izolacja z żywicy lanych.

Sprawie izolacji maszyn poświęcono jedną pracę dotyczącą nowej technologii, a mianowicie zastosowania żywic syntetycznych lanych do izolacji aparatów, maszyn i transformatorów



Rys. 4. Izolator stojący z szkła naprężonego z główką metalową

[4]. Przy zastosowaniu tej metody kilka firm (szwajcarskich) produkuje już przekładniki wysokiego napięcia, izolację maszyn i części aparatury wysokonapięciowej.

Przy dotychczas stosowanych do produkcji materiałów izolacyjnych żywicach sztucznych proces technologiczny polegał

Tablica I. Własności żywicy etoksylinowej bez wypełniacza lub z wypełniaczem z mączki kwarcowej

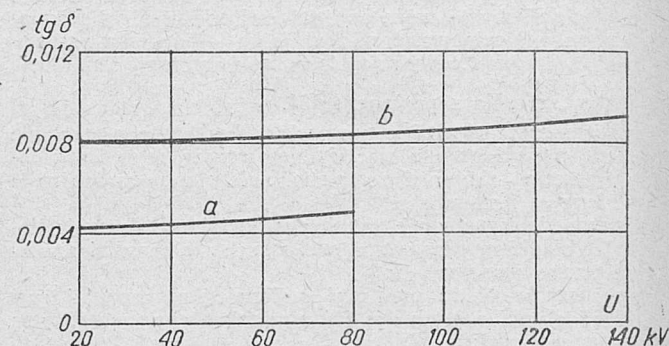
	Bez wypełniacza	Z wypełniaczem
Wytrzymałość na rozciąganie (kg/mm ²)	6,5 — 8	7,5 — 8,5
Wytrzymałość na zginanie (kg/mm ²)	6 — 11	7 — 9
Udarność (kgcm/cm ²)	13 — 20	6 — 7
Wytrzymałość na ściskanie (kg/mm ²)	11 — 13	19 — 20
Współczynnik sprężystości (kg/mm ²)	300 — 350	1000 — 1200
Ciepota właściwa (g/cm ³)	1,2 — 1,3	1,8 — 2
Odporność na ciepło met. Martensa (°C)	105 — 115	120 — 130
Współczynnik rozszerzalności liniowej (°C ⁻¹ · 10 ⁻⁶)	60 — 65	25 — 30
Przewodność cieplna $\frac{\text{cal}}{\text{cm} \cdot \text{sek} \cdot ^\circ\text{C}}$	5 · 10 ⁻⁴	14 — 20 · 10 ⁻⁴
Nasiąkliwość wodą: 10 dni, 20°C (%)	0,25 — 0,35	0,15 — 0,2
1 dziń, 100°C (%)	0,3 — 0,41	0,2 — 0,3
Stała dielektryczna przy 50 Hz, 20°C	3,7	5,9
Współczynnik stratności tgδ przy 50 Hz, 20°C	0,007	0,01
Współczynnik stratności tgδ przy 50 Hz, 80°C	0,007	0,03

na prasowaniu pod ciśnieniem i przy podwyższonej temperaturze z tworzywa stałego termoutwardzalnego. W odróżnieniu od tego w niektórych procesach stosuje się zalewanie masą płynną lub półpłynną, która po ostygnięciu krzepnie, ale pozostaje termoplastyczną (compound).

Nowe żywice pozwalają na połączenie obu procesów — zalewania i utwardzania, przy czym osiąga się jednocześnie two-

zenie elementów konstrukcyjnych i izolacyjnych. Na tej drodze można spodziewać się znacznego ułatwienia pracy i wręcz rewolucyjnych rozwiązań konstrukcyjnych.

Żywice syntetyczne stosowane do różnych celów w przemyśle elektrotechnicznym dzielą się pod względem technologicznym na termoplastyczne i termoutwardzalne. Pierwsze mają budowę cząsteczek liniową. Niezbyt wysoka temperatura



Rys. 5. Stratność dielektryczna w funkcji napięcia dla przekładników prądowych na 60 i 150 kV przy 50 Hz i 20°C

a — 60 kV

b — 150 kV

mięknienia nie pozwala stosować ich do urządzeń pracujących w wyższych temperaturach. Termoutwardzalne mają budowę cząsteczki trójwymiarową, zbliżoną do kulistej, w stadium ostatecznym nie ulegają mięknieniu w wyższej temperaturze. Powstają one bądź przez polikondensację, przy której powstają uboczne produkty lotne (np. para wodna), co sprzyja tworzeniu się porów, bądź przez polimeryzację nie dającą produktów lotnych. Żywice więc tej ostatniej grupy najbardziej nadają się dla techniki wysokich napięć. Do grupy tej należą żywice etoksylinowe i poliestrowe, które można stosować do odlewania w formach. Dzięki zwartej strukturze cząsteczkowej mają one doskonałe własności mechaniczne. Również własności elektryczne są bardzo wysokie, jak również odporność na działanie rozpuszczalników i zasad. Odporność cieplna jest dobra, może być podwyższona przez zastosowanie odpowiedniego wypełniacza (tabl. I).

Proces technologiczny wykorzystuje płynność żywicy w stadium monomerycznym (przed polimeryzacją). Jeżeli w temperaturze otoczenia materiał jest stały, podgrzewa się go do upłynięcia. Części podlegające izolowaniu (cewki, rdzenie itd.) otacza się żywicą niespolimeryzowaną przez zalewanie beciśnieniowe, prasowanie, wtryskiwanie. Utwardzanie czyli polimeryzacja może zachodzić bez szczególnej różnicy przy niskiej lub podwyższonej temperaturze. Proces zależy od użytych katalizatorów i czasu polimeryzacji.

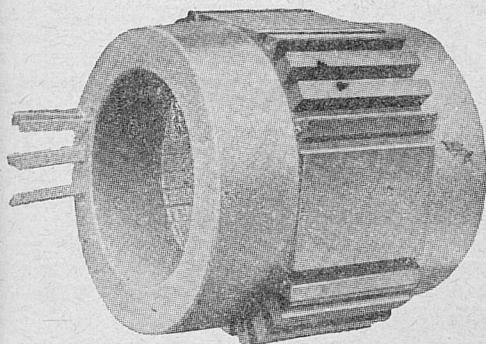
Według tej technologii wykonywa się przy zastosowaniu żywicy etoksylinowych następujące przedmioty: 1) przekładniki napięciowe od najniższych napięć do 60 kV, 2) przekładniki prądowe o najszerszym zakresie prądów na napięcia do 60 kV, 3) ochronniki do najwyższych napięć, 4) komory gasikowe wyłączników małoolejowych, 5) izolację cewek maszynowych nawet wysokiego napięcia i wielkiej mocy, 6) aparaturę rozdzielczą. Wszędzie uzyskuje się znaczne oszczędności na wymiarach. Dzięki nieobecności porów powietrznych izolacja uzwojeń nie wykazuje punktu jonizacji (rys. 5).

Dotychczas stosowana izolacja maszyn i transformatorów — uwarstwiona i nasycana — ma wiele usterek. Ważniejsze z nich są zła przewodność cieplna, zawartość porów, niedługość budowy i mięknienie syciwa w podwyższonej temperaturze. Nowa izolacja wad tych nie wykazuje. W maszynach wielkiej mocy izolacja może być zalana wokół boków cewki, której przewody są uprzednio izolowane od siebie warstwą żywicy specjalnej, zbliżonej do żywicy lanej. Otrzymuje się cewkę dużej wytrzymałości mechanicznej.

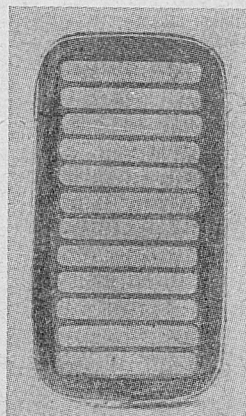
Postęp w technologii użytkowania żywic lanych w elektrotechnice, jak również rozwój samych żywic, nie są bynajmniej zakończone i można się spodziewać zarówno ukazania się nowych tworzyw, jak i opracowania nowych metod technologicznych. Jak już z podanych przykładów wynika, tworzywa lane mogą znajdować zastosowanie nieomal we wszystkich dziedzinach elektrotechniki (por. rys. 6, 7, 8, 9, 10)*).

* Koller H., Ernst A. Oerlikon-Giessharzprodukte (Bulletin Oerlikon, 1952, nr 294, str. 39—46).

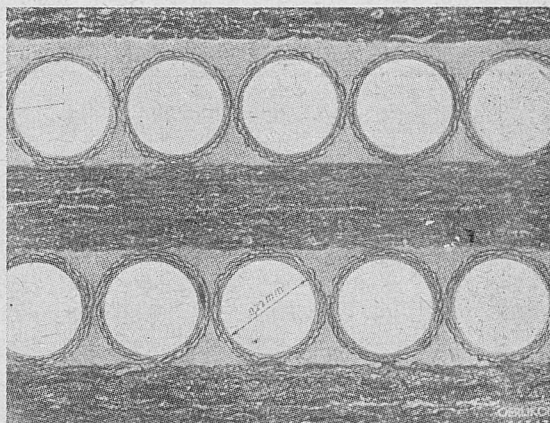
dzina wysokich temperatur jest dla nich niedostępna, jak w ogóle dla wszystkich tworzyw organicznych. Dotychczasowe doświadczenia pozwalają przypuszczać, że nawet aparatura napowietrzna (przekładniki, wyłączniki, odłączniki, ochronniki) będzie mogła być w całości, a więc nawet w zewnętrznych częściach wystawionych na wpływy atmosferyczne, wykonywana z żywic lanych**).



Rys. 6. Czola zezwojów prądnicy w izolacji z żywicy syntetycznej



Rys. 6a. Przekrój cewki maszyny wysokiego napięcia w izolacji z żywicy syntetycznej

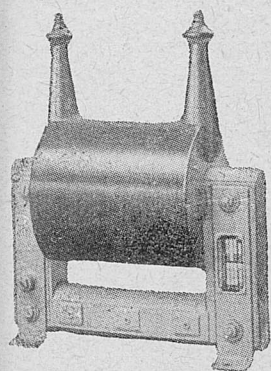


Rys. 8. Przekrój uzwojenia przekładnika napięciowego do 60 kV z izolacją z żywicy lanej; średnica drutu 0,22 mm (powiększenie 58-krotne)
1 — drut
2 — izolacja drutu (lakier, jedwab)
3 — warstwa żywicy lanej
4 — preszpan

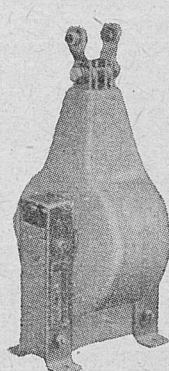
4. Oleje izolacyjne.

Najważniejsze zagadnienia. Dużo czasu poświęca się studiom nad zachowaniem się olejów w pracy i zbieraniu materiałów z praktyki w tej dziedzinie dla ustalenia wskazówek eksploatacyjnych. W tej dziedzinie — pomimo zgromadzenia licznych materiałów dyskusyjnych — jesteśmy jeszcze dosyć daleko od ustalenia jednolitych poglądów. Największą trudnością jest nawet ustalenie kryterium kresu pracy olejów

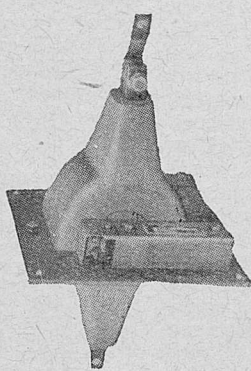
Poza tym jest kwestia do dyskusji, czy zagadnienia dotyczące olejów mogą być tak samo traktowane w przypadku wielkich jednostek w punktach wytwórczych, jak w przypadku średnich i małych transformatorów w sieciach rozdzielczych. Czy należy stosować w obu przypadkach te same wymagania i kryteria trwałości?



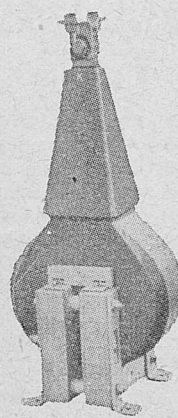
Rys. 7. Przekładnik napięciowy suchy z izolacją z żywicy lanej (nap. znamion. 20 kV, nap. probiercze 64 kV)



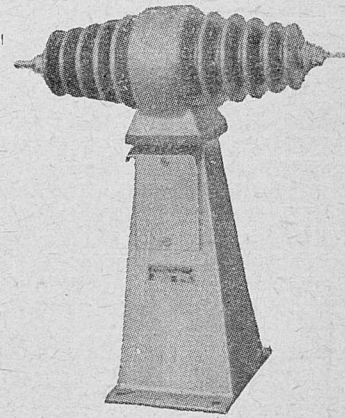
(a) — wzporczy



(b) — przepustowy



(c) — o podwójnym rdzeniu



(d) — jednopiętowy przepustowy napowietrzny (15 kV, 16% Hz, kolejowy)

Rys. 9. Przekładniki prądowe

w transformatorach, to jest określenia, kiedy olej staje się niezdalny do dalszej pracy i wymaga wymiany. W tym względzie istnieją dwa rozbieżne poglądy. Według jednego olej staje się niezdalny do pracy i wymaga wymiany z chwilą, kiedy zaczyna wydzielać osady w transformatorze. Inni uznają samo wydzielanie osadów za nieszkodliwe aż do czasu, kiedy osady zaczną tworzyć na uzwojeniach otulinę cieplną. W myśl tego poglądu olej staje się niezdalny do pracy wtedy, kiedy skutkiem osadów

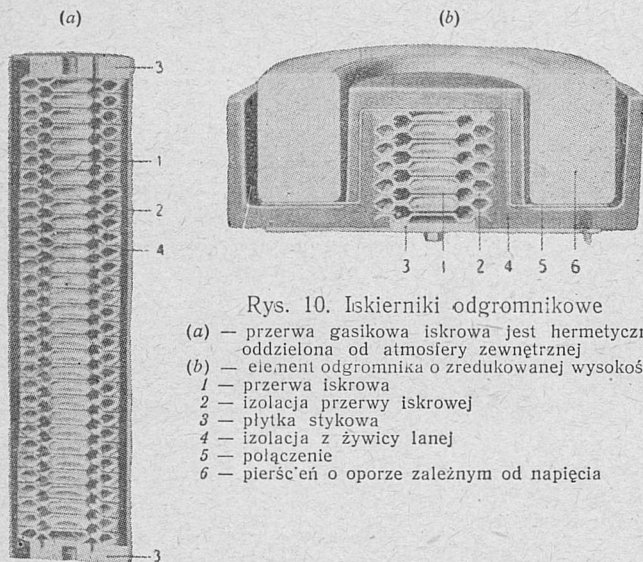
** Dla pełności obrazu i uniknięcia zbyt optymistycznej oceny należy tu dodać kilka wyjaśnień.

Nie wszystkie żywice tej grupy nadają się do formowania. Ponadto występują w nich pewne ujemne cechy: duża skurczliwość przy twardnieniu, kruchość, skłonność do tworzenia rys, zmniejszenie szybkości twardnienia pod wpływem takich czynników, jak np. powietrze lub miedź. Żywice wymagają więc różnych dodatków i troskliwego opracowania. Koszt wytwarzania ich jest również duży. Żywice etoksylinowe (inaczej zwane epoksy) obecnie otrzymuje się z epichlorohydryny, a surowcem wyjściowym jest gliceryna. Są to żywice drogie, a wypełniacz dodaje się do w nim mało lub nie dodaje się wcale. Do czasu obniżenia kosztów produkcji ich zastosowanie w naszych warunkach musiałoby być ograniczone. Żywice stosowane w transformatorach jeszcze nie są produkowane, jednak istnieją w tym kierunku prace ze strony instytutów badawczych. Z inicjatywą wszczęcia prób i studiów w tej dziedzinie wystąpił w roku 1952 Instytut Elektrotechniki. (J. S.).

Z innych zagadnień, dotyczących doboru typu oleju, brany jest pod uwagę wpływ na izolację uzwojeń — papierową, bądź (niekiedy) emaliowaną. Czy do obu rodzajów mogą być stosowane te same oleje, czy należy je różniczkować? Sama emalia i w ogóle lakiery w transformatorze stanowią osobne zagadnienie. Jak wiadomo, lakiery częściowo rozpuszczalne w oleju lub żywicy niezupełnie spolimeryzowane mogą wpływać przyspieszając na starzenie się oleju. Problem można rozwiązać bądź przez dokładne określenie lakierów, które mogą nadawać się do pracy w oleju, z podaniem wskazówek właściwego ich stosowania, bądź — jak inni proponują — przez unikanie ich w ogóle w budowie transformatorów.

Mieszanie olejów różnego pochodzenia. Zagadnienie dawno interesujące energetyków wszystkich krajów — czy można mieszać oleje różnego pochodzenia oraz oleje nowe i stare bez uszczerbku dla ich trwałości — jest sprawą wciąż jeszcze otwartą. Jest ono ważne, ale nie wydaje się, aby mogło być w sposób kategoryczny i ogólny rozwiązane w sensie twierdzącym. Naszym zdaniem należałoby raczej ograniczyć się do stwierdzenia doświadczalnego, jakie oleje (jakiego pochodzenia) można mieszać bez szkody dla nich

Przedłużenie trwałości oleju (stabilizacja). Tendencje zmierzają w dwu kierunkach: 1) wyłączenie dostępu tlenu do oleju przez wprowadzenie azotu nad olej; 2) stabilizacja olejów przez dodatki drobnych ilości ciał konserwujących (anti-utleniaczy, inhibitorów) w celu opóźnienia procesu starzenia. Należy tu nadmienić, że u nas



Rys. 10. Iskriki odgromnikowe

- (a) — przerwa gasikowa iskrowa jest hermetycznie oddzielona od atmosfery zewnętrznej
(b) — element odgromnika o zredukowanej wysokości
1 — przerwa iskrowa
2 — izolacja przerwy iskrowej
3 — płytka stykowa
4 — izolacja z żywicy lanej
5 — połączenie
6 — pierścień o oporze zależnym od napięcia

w Polsce zajmujemy się również tym drugim zagadnieniem z wynikami dodatnimi (współpraca Inst. Elektr., Inst. Naft. i Inst. Tw. Szt.). Współpraca taka na terenie międzynarodowym wśród państw kapitalistycznych nad zagadnieniem stabilizacji jest bardzo niska i ogranicza się do ogólnikowych wypowiedzi ze względu na tajemnice fabryczne, dotyczące stosowanych środków stabilizujących.

Ponieważ zwykłe metody badania starzenia w przypadku olejów z inhibitorami zawodzą, przywiązuje się dużą wagę do badania starzenia w warunkach ruchu („in vivo”) lub zbliżonych. Zaleca się wykonywać te badania z olejami różnego pochodzenia.

Badania olejów. Metody fizycznych i chemicznych badań oleju — aczkolwiek nie są zupełnie ujednolicone międzynarodowo — nie nastrożają wątpliwości z wyjątkiem próby starzenia, która według różnych metod wykonywana nie daje wyników zgodnych. Jednak obecnie najbardziej aktualnym problemem jest opracowanie jednolitej, pewnej i dokładnej metody pomiaru stratności dielektrycznej i powiązanie zmian stratności z procesem starzenia się oleju. Trudności występują liczne, przede wszystkim natury pomiarowej, ponieważ stratność oleju jest bardzo mała: współczynnik stratności jest rzędu 10^{-4} przy 50 Hz, tj. rzędu czułości większości stosowanych obecnie mostków pomiarowych.

Ponieważ wyniki rozmaitych laboratoriów badawczych różniły się znacznie, skonstruowano wzorce pojemności i stratności (tzw. „sztuczny współczynnik mocy” względnie „sztuczny współczynnik stratności”), które kolejno były mierzone w laboratoriach krajów biorących czynny udział w pracach Komitetu. Wyniki porównawcze wykazały istnienie dosyć dużych odchyleń w pomiarach niektórych laboratoriów.

Obecnie dyskusja toczy się wokół następujących kwestii: a) dobór kondensatora pomiarowego, b) dobór metody pomiarowej (mostka), c) dobór parametrów badania — temperatury, częstotliwości.

W sprawie doboru jednego z kilku proponowanych typów kondensatora próbiecznego nie uzyskano porozumienia, zaleca się jeszcze raczej wykonywanie prób z kondensatorami różnych typów. Samo wykonanie kondensatora wymaga niezwyklej staranności dla uzyskania stałej i określonej pojemności oraz niskiej stratności (rzędu 10^{-5}). Dla uniknięcia wpływu na olej elektrody powleka się rodem. Zwraca się uwagę nawet na czyniki stosowane do mycia elektrod: powinny to być rozpuszczalniki typu węglowodorów o obojętnej budowie cząsteczki, nie dipolowej.

W sprawie metody pomiarowej uznano za najodpowiedniejszy układ mostka Scheringa dostosowany do małych pojemności, napięcie pomiarowe — nie wyższe 10 kV. Zaleca się zbadanie wpływu natężenia pola na stratność. W sprawie częstotliwości pomiarowej większość skłania się ku przyjęciu tylko częstotliwości sieciowej. Polskie doświadczenia wykazały znaczne korzyści stosowania częstotliwości wyższych (akustycznych). Jako temperaturę pomiaru niektórzy zalecają 80°C, co zgadzałoby się z naszymi wnioskami.

Próby wytrzymałości dielektrycznej. Zagadnieniu celowości wykonywania próby dielektrycznej na przebiecie poświęca się więcej uwagi, zwłaszcza wobec coraz szerszego stosowania pomiaru stratności. Celowość pomiaru wytrzymałości dielektrycznej oleju metodą stosowaną obecnie była kwestionowana przez nas już dawno*). Obecnie normy niektórych krajów pomijają próbę wytrzymałości przy ocenie nowych olejów. W dyskusji wyjaśniono, że dalsze prace powinny pójść w dwóch kierunkach — technicznym i bardziej naukowym. Pod względem technicznym należy wyjaśnić: a) celowość wykonywania próby na przebiecie, b) wybór metody i sposobu wykonania próby, c) przygotowanie próbki, d) opracowanie statystyczne wyników.

Prace o charakterze badawczo-naukowym powinny dotyczyć wykrycia ewentualnego związku pomiędzy strukturą chemiczną oleju i jego wytrzymałością. Dotyczy to zwłaszcza olejów kondensatorowych. Opracowaniem tych zagadnień do następnej sesji mają się zająć wyłonione w tym celu podkomisje. Byłoby pożądanym, aby również ze strony polskiej wzięto udział w wymianie doświadczeń.

SPIS REFERATÓW

Izolatory

- [1] Runciman A. S., Curtis A. E. Résultats pratiques d'exploitation et statistiques de défaillances d'isolateurs suspendus à capot et tige scellée. (Ref. 224).
- [2] Schuepp P., Gion L. Etude sur les variations périodiques et accidentelles des efforts mécaniques subis par les isolateurs dans les conditions réelles d'utilisation. (Ref. 206).
- [3] Johnston E. F. Les isolateurs en verre trempé pour lignes d'énergie. (Ref. 204).

Materiały izolacyjne

- [4] Koller H. Nouvelles méthodes de fabrication d'isolants à base de résines synthétiques coulées. (Ref. 124).
- [5] Weiss H. Rapport sur les travaux du Comité d'études des huiles isolantes. (Ref. 105).
- [6] Skowroński J., Dryś B. Comparaison du point d'éclair de l'huile en vase clos et en vase ouvert comme une des méthodes du contrôle de l'état de l'huile isolante. (Ref. 110).

*) Skowroński J. I. W sprawie próby wytrzymałości elektrycznej w projekcie przepisów na oleje izolacyjne SEP (Przegl. Elektr., 1934, z. 9, str. 304).

PRZEGLĄD CZASOPISM

TRANSFORMATORY JEDNOFAZOWE DLA SIECI O MAŁEJ GĘSTOŚCI OBCIĄŻENIA

Stiepanow N. P. Odnozfaznyje raspriedelitelnyje transformatory dla siećej s małej płochnostju nagruzki. (Elektricesstwo, 1950, 2, str. 13—20)

Sieci elektryczne przeznaczone do zaopatrywania w energię elektryczną wsi, okręgów podmiejskich i małych miasteczek mają wyjątkowo mały współczynnik obciążenia, rzędu 10 kW na 1 km sieci niskiego napięcia. Ich roczny czas użytkowania waha się w granicach od 1500 do 3500 godzin. W sieciach takich koszty inwestycyjne i straty roczne odgrywają doniosłą rolę. Najoszczędniejszym sposobem rozsyłania energii elektrycznej w takich okolicach jest stosowanie sieci jednofazowych łącznie z trójfazowymi. Ten system jest znany w literaturze technicznej radzieckiej pod nazwą „systemu mieszanego”. W tym systemie rozdziału energii elektrycznej podstawowe obciążenie dla po-

trzeb przemysłu jest pokrywane z transformatorów trójfazowych, drobne zaś — z transformatorów jednofazowych. Dla rozdziału obciążeń jednofazowych stosuje się sieci trójprzewodowe o napięciu 2×220 V.

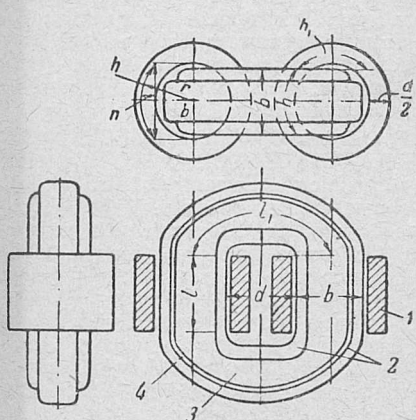
Przez zastosowanie mieszanego systemu rozdziału energii elektrycznej koszty inwestycyjne budowy sieci i stacji transformatorowych obniża się o 25—30% w stosunku do normalnie stosowanego systemu trójfazowego, a wagę przewodów prawie dwukrotnie.

Jednofazowe sieci wysokiego napięcia mogą być doprowadzone bardzo blisko do odbiorcy energii elektrycznej. Prowadzi to do zróżniczkowania mocy transformatorów jednofazowych, a więc i zwiększania ich liczby. Toteż budowa odpowiednio ulepszonych i tanich zarówno w inwestycji, jak i w eksploatacji, stacji transformatorowych jest jednym z podstawowych warunków uzyskania daleko idącej oszczędności przy zastosowaniu systemu mieszanego.

Jednofazowe stacje transformatorowe montuje się bezpośrednio na słupach. Transformatory jednofazowe zawierają wewnątrz zbiornika zabezpieczenie termiczne złożone z przełącznika termicznego i stycznika. W ten sposób wyposażenie takiej podstacji ogranicza się poza transformatorem i uziemiaczem do odłącznika wysokiego napięcia połączonego razem z zabezpiecznikami. W wypadku stosowania jednofazowych sieci wysokiego napięcia z jednym przewodem uziemionym aparatura sprowadza się do jednego tylko odłącznika jednobiegunowego z bezpiecznikiem, a transformator ma tylko jeden izolator wysokiego napięcia.

Nowe gatunki zimnowalcowanych stali o małej strątności i dużej przenikalności magnetycznej otwierają drogę do zredukowania wymiarów konstrukcyjnych i zmniejszenia strat transformatorów. Największe wyzyskanie żelaza osiąga się przy skierowaniu strumienia magnetycznego tylko w kierunku walcowania stali, gdyż przy przepływie strumienia prostopadle do kierunku walcowania straty wzrastają o 50–60% i wyższa jakość stali traci swe znaczenie.

Na rys. 1 podana jest konstrukcja transformatora z rdzeniem z zimnowalcowanej stali taśmowej w kształcie cylindra,



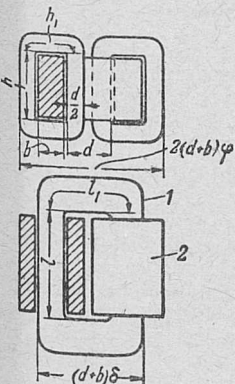
Rys. 1. Nawinięty rdzeń typu pancernego w kształcie cylindra

- 1 — rdzeń
- 2 — uzwojenia niskiego napięcia
- 3 — uzwojenie wysokiego napięcia
- 4 — odstęp pomiędzy uzwojeniami

Blizsza analiza techniczna wykazuje, że jednofazowe transformatory z rdzeniem ze stali taśmowej zimnowalcowanej o gęstości prądu 3 A/mm² i indukcji 15 000 gaussów mają o 30–50% lepsze wskaźniki niż transformatory jednofazowe z rdzeniem ze zwykłej stali transformatorowej. Waga łączna materiałów czynnych, ich wartość oraz roczne straty energii transformatora jednofazowego z rdzeniem ze stali taśmowej zimnowalcowanej przy gęstości prądu 3 A/mm² wynoszą około 50% odpowiednich danych transformatora trójfazowego.

Stosowanie zalecanych jednofazowych transformatorów daje w porównaniu z transformatorami trójfazowymi tej samej mocy następujące oszczędności na każdy milion kilowoltamperów: oszczędność miedzi — 1550 t, czyli 57,5% wagi miedzi potrzebnej dla transformatorów trójfazowych; oszczędność stali — 3400 t. (44,5%); ogólnie obniżenie kosztu materiałów czynnych — 17,6 mln. rubli (52%); zmniejszenie rocznych strat energii — 95 mln. kWh (54%); zmniejszenie strat energii w ciągu 15 lat pracy transformatora — 1400 mln. kWh, czyli 350 mln. rubli, licząc po 0,25 rubla za 1 kWh. Na skutek zmniejszenia strat zwalnia się dodatkowo pokazną moc elektrowni rzędu 25 000 kW.

Rozważania powyższe oparto na gęstości prądu 3 A/mm². Zwiększenie gęstości ponad tę wartość nie jest uzasadnione, gdyż pociąga za sobą poważny wzrost strat eksploatacyjnych, zmniejszenie zaś jej, powodujące pewien wzrost kosztu materiałów czynnych, opłaca się wobec zmniejszenia strat energii już w pierwszym roku eksploatacji, przynosząc w okresie 15-letnim ponad 100 mln. rubli dodatkowych oszczędności.



Rys. 2. Nawinięty rdzeń typu pancernego w kształcie prostokąta

- 1 — cewka
- 2 — rdzeń

Porównanie powyższe dotyczy transformatorów jedno- i trójfazowych jednakowej mocy. W praktyce przy przejściu z sieci trójfazowej na system mieszany instaluje się — ze względu na inną konfigurację sieci — zamiast jednego transformatora trójfazowego średnio 2 transformatory jednofazowe odpowiednio mniejszej mocy, a więc moc jednego transformatora jednofazowego wynosi ok. 50% mocy transformatora trójfazowego. W tym wypadku waga materiałów czynnych na jednostkę mocy zwiększa się o ~19%. Straty energii wzrastają o ten sam procent. Jednakowoż i tu przewaga pozostaje po stronie transformatorów jednofazowych. Tak np. oszczędność na łącznej wadze materiałów czynnych wyniesie 38%.

Drugie, nie mniej ważne, zagadnienie stanowi prawidłowe i jak najdalsze wyzyskanie transformatorów. Wybór mocy transformatorów musi uwzględniać warunki ich eksploatacji. Gdyby opierano się na szczytowych wartościach najcięższych warunków eksploatacyjnych, okres użytkowania transformatorów wyniosłby 50–60 lat, natomiast gospodarstwo uzasadniony okres nie przekracza 15–20 lat.

Punktem wyjściowym doboru mocy winna być przeciążalność transformatorów przy uwzględnieniu najwyższej dopuszczalnej temperatury najgorętszego miejsca uzwojeń. Zakładamy, że temperatura ta będzie wynosiła $\theta_k = 110^\circ\text{C}$. Gdyby najgorętsze miejsce uzwojenia miało stałe tę temperaturę, a transformator był użytkowany cały rok bez przerwy, jego czas użytkowania wyniosłby — na podstawie odpowiednich zależności — 4,5 roku. Według GOST 401-41 dopuszczalny przyrost temperatury uzwojeń ponad temperaturę otoczenia wahającą się w granicach $\pm 35^\circ\text{C}$ wynosi 70°C , średnia temperatura uzwojeń transformatora waha się więc według GOST w granicach od $+35^\circ\text{C}$ do $+105^\circ\text{C}$. Przyjmijmy, że w najcięższych warunkach eksploatacyjnych transformator jest użytkowany przez 3500 godzin rocznie z temperaturą uzwojenia 110°C , a przez resztę czasu biegnie jałowo. Wówczas okres użytkowania zwiększy się do

$$\frac{4,5}{3500 : 8500} = 11 \text{ lat.}$$

W rzeczywistości transformator nigdy nie pracuje w tak ciężkich warunkach. Poza tym temperatura $\theta_{ot} = +35^\circ\text{C}$ nigdy nie trwa aż 3500 godzin w roku. W warunkach rzeczywistych okres użytkowania transformatorów wynosi 15–20 lat.

Przy doborze mocy transformatorów rozdzielnicy dobrze jest posługiwać się — poza ich mocą znamionową — tzw. mocą termiczną. Jest to moc, która trwając bez przerwy doprowadza temperaturę najgorętszego miejsca do $\theta_k = 110^\circ\text{C}$ przy temperaturze otoczenia $\theta_{ot} = +35^\circ\text{C}$. Jeżeli np. temperatura 110°C będzie osiągnięta przy 20% przeciążeniu transformatora o mocy 10 kVA, to jego moc termiczna wyniesie 1,2 P_{zn} , czyli 12 kVA. Tą mocą można obciążać transformator w sposób trwały i przy najwyższej temperaturze otoczenia. Ze względu na pewną bezwładność termiczną transformatorów dopuszczalne są krótkotrwałe przeciążenia wykraczające ponad moc termiczną. Poza tym — zgodnie z tzw. „jednoprocentową regułą” — transformator może być przeciążany o 1% przy obniżaniu się temperatury otoczenia odpowiednio o 1°C , np. przy $\theta_{ot} = 0^\circ\text{C}$ wolno przeciążyć transformator o 35%. W porze zimowej obciążenie transformatora może osiągnąć 1,6–1,8 P_{zn} .

Omówione wyżej możliwości przeciążania transformatorów nie oznaczają pełnego wyzyskania ich mocy; przeciwnie, pozostawiona jest jeszcze pewna rezerwa mocy. W dodatku szereg czynników, jak np. chłodzenie transformatorów wiatrem, powoduje obniżanie ich temperatury.

Wybór mocy transformatora sprowadza się do następujących czynności:

1) Na podstawie najbardziej niekorzystnego wykresu obciążenia dobowego określa się średnią moc zastępczą występującą przed szczytem obciążeniowym według wzoru:

$$P_{zast} = \sqrt{\frac{P_1^2 \cdot t_1 + P_2^2 \cdot t_2 + \dots + P_n^2 \cdot t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}}$$

gdzie P_{zast} — moc zastępcza,

$P_1, P_2, \dots, P_n$ — poszczególne obciążenia,

$t_1, t_2, \dots, t_n$ — czas trwania tych obciążeń,

przy czym wykres obciążenia należy uprościć, wprowadzając średnie wartości obciążenia dla kolejnych odcinków czasu.

2) Dopuszczalny stopień przeciążenia określany jest według krzywych podających zależność przeciążenia od czasu jego trwania; za podstawę wartości przeciążenia przyjmuje się obciążenie szczytowe.

3) Przyjmuje się poprawkę na temperaturę otoczenia według reguły „jednoprocentowej”.

4) Ustala się moc termiczną transformatora, według której określa się jego moc znamionową.

A. Str.

Wydawnictwa nadesłane

BIELAWSKI STANISŁAW, mgr inż. **NAPĘD ELEKTRYCZNY**. 1953, Warszawa, Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Format A5, str. 314, rys. 235, cena zł 14,60. — Spis rzeczy: Wiadomości wstępne. Budowa mechaniczna silników elektrycznych. Charakterystyki mechaniczne silników elektrycznych. Rozruch silników elektrycznych. Regulacja obrotów silników elektrycznych. Hamowanie silników elektrycznych. Złożone układy napędowe. Aparaty do sterowania i zabezpieczania układów napędowych. Układy sterowania automatycznego i sposoby ich przedstawiania. Dobór silnika napędowego. Poprawianie współczynnika mocy. Instalowanie i dobór układów napędowych. Napęd pomp, wentylatorów i sprężarek. Napęd obrabiarek. Napęd urządzeń transportowych.

HILBERT H. TŁOZNICTWO. Tom II. Tłum. inż. **Zygmunt Kazubiński**. 1953, Warszawa, Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Format A5, str. 211, rys. 297, tabl. 18, cena zł 20. — Spis rzeczy: Budowanie planów operacyjnych i zasady kształtowania przedmiotów za pomocą tłoczenia. Kształtowanie materiału przez gięcie i płytkie wytłaczanie. Kształtowanie przedmiotów przez ciągnięcie. Tłoczenie przez obciąganie. Maszyny do gięcia. Wykonywanie ciągników. — Informacje wydawcy: Książka jest drugim tomem dwutomowego dzieła omawiającego zagadnienia tłocznictwa. Tom drugi zawiera opisy planów operacyjnych, kształtowania materiałów za pomocą gięcia, ciągnięcia i obciągania oraz opis maszyn do wykonywania tych operacji i sposoby wykonywania tłoczników. Praca przeznaczona jest dla techników mechaników.

JABŁŃSKI MICHAŁ, mgr inż., **SAPAŁA CZESŁAW**, mgr inż. **PROBY PRZEMYSŁOWE TRANSFORMATORÓW**. 1953, Warszawa, Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Format A5, str. 153, rys. 95, cena zł 11,30. — Informacje wydawcy: W książce omówiono próby międzyoperacyjne poszczególnych elementów składowych oraz przeprowadzane w zakładach wytwórczych próby odbiorcze transformatorów. Poza tym podano rodzaje stosowanych do prób przyrządów i układów pomiarowych wraz z dyskusją i metodami przeliczania wyników. Książka jest przeznaczona dla pracowników stacji prób zakładów wytwórczych i baz remontowych oraz dla monterów i techników zatrudnionych w eksploatacji transformatorów.

OKRASA E., inż., **WOLSKI J.**, inż., **SPRZĘT OCHRONNY W ELEKTROENERGETYCE**. Biblioteka Ochrony Pracy. 1953, Warszawa, Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Format A5, str. 59, rys. 42, cena zł 4,20. — Informacje wydawcy: Książka zawiera całokształt wiadomości o sprzęcie chroniącym ludzi pracujących przy urządzeniach elektrycznych przed rażeniem od prądu. W książce tej wyjaśniono zasadę dobrej organizacji i gospodarki sprzętem ochronnym i utrzymania go w stałej gotowości do użytku. Książka przeznaczona jest dla monterów, brygadzystów i mistrzów elektrotechników.

PRZEPISY BEZPIECZENSTWA PRACY W EKSPLOATACJI URZĄDZEŃ ELEKTROENERGETYCZNYCH SIECI MIEJSKICH I WIEJSKICH. Wyd. II. Biblioteka Ochrony Pracy. 1953, Warszawa, Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Format A5, str. 106, rys. 27, cena zł 10. — Informacje wydawcy: Przepisy niniejsze są drugim wydaniem poprawionym i uzupełnionym przez Ministerstwo Energetyki w porozumieniu z Zarządem Głównym Związku Zawodowego Pracowników Energetyki i przez Stowarzyszenie Elektryków Polskich. Przepisy te przeznaczone są dla pracowników zatrudnionych w urządzeniach elektroenergetycznych podlegających Ministerstwu Energetyki oraz dla wszystkich innych pracowników, mających do czynienia z urządzeniami elektrycznych sieci miejskich i wiejskich.

KRIZE S. N. OBLICZANIE TRANSFORMATORÓW ZASILAJĄCYCH MAŁEJ MOCY I DŁAWIKÓW STOSOWANYCH W FILTRACH. Tłum. mgr inż. **Juliusz Grabowski**. 1953, Warszawa, Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Format A5, str. 37, rys. 23, cena zł 2,50. — Informacje wydawcy: W broszurze podane są zasady obliczania transformatorów zasilających małej mocy i dławików stosowanych w filtrach prostowników i obupółkowych kenotronowych lub gazotronowych oraz omówione są konstrukcje używanych w nich rdzeni i cewek. Broszura zawiera ponadto przykłady obliczeń oraz szereg tablic niezbędnych przy projektowaniu prostowników.

MICHEL KAROL, mgr inż. **URZĄDZENIA TELETRANSMISYJNE TELEFONII NATURALNEJ**. 1953, Warszawa, Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Format B5, str. 415, rys. 527, tabl. 13, cena zł 39. — Informacje wydawcy: W książce omówiona jest budowa, projektowanie i eksploatacja urządzeń tele-

transmisyjnych telefonii naturalnej ze szczególnym uwzględnieniem urządzeń wzmacniakowych. Książka przeznaczona jest dla inżynierów i techników pracujących w produkcji lub eksploatacji urządzeń teletransmisyjnych oraz dla studentów szkół wyższych.

MARUSZEWSKA M. PODSTAWY RADIOTECHNIKI. 1953, Warszawa, Państwowe Wydawnictwa Szkolnictwa Zawodowego. Format A5, str. 287, rys. 161, cena zł 9,20. — Spis rzeczy: Zasada łączności radiowej. Elementy obwodu. Obwody rezonansowe. Anteny i fale. Lampa dwuelektrodowa i jej działanie prostownicze. Lampa trójelektrodowa i jej działanie wzmacniające. Lampy wielosiatkowe. Generacja. Modulacja. Detekcja. — Informacje wydawcy: Książka zatwierdzona do użytku szkolnego w charakterze podręcznika dla zasadniczej szkoły zawodowej elektrycznej, wydział radiomechaniczny kl. II.

LIDMANOWSKI WACŁAW, mgr inż. **TECHNIKA WYSOKICH NAPIĘĆ**. 1953, Warszawa, Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Format A5, str. 208, rys. 178, cena zł 9,10. — Spis rzeczy: Wiadomości wstępne. Zjawiska fizyczne przy wysokich napięciach. Technika izolacyjna. Przepięcia i ochrona od przepięć. Miernictwo. — Informacje wydawcy: Zatwierdzona przez CUSZ w charakterze podręcznika zastępczego dla technikum elektroenergetycznego wydziałów: sieci kablowych, napowietrznych i trakcyjnych oraz dla wydziału podstacji.

ŻYDANOWICZ JÓZEF, mgr inż. **OBLICZANIE ELEKTRYCZNE SIECI ELEKTROENERGETYCZNYCH**. 1953, Warszawa, Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Format A5, str. 334, tabl. 25, cena zł 15,50. — Spis rzeczy: Wiadomości wstępne. Obliczanie sieci otwartych na spadek napięcia. Obliczanie sieci zamkniętych na spadek napięcia. Obliczanie linii przesyłowych. Straty mocy w sieciach. Transformator jako element sieci. Obliczanie układów elektroenergetycznych. Obliczanie prądów i mocy zwarciowych. Obliczanie przewodów na gospodarność. Wybór rodzaju prądu i wybór wysokości napięcia. Regulacja napięcia w sieciach elektroenergetycznych. — Informacje wydawcy: Książka zawiera wiadomości związane z obliczeniami elektrycznymi sieci elektroenergetycznych, a zwłaszcza z obliczeniami spadków napięć, strat mocy i przekroju przewodów w sieciach o napięciu do 110 kV. Poza tym podano w niej przykłady obliczeń prostych układów elektroenergetycznych, w skład których wchodzić sieci i transformatory. W książce omówiono również elementarne podstawy obliczeń prądów i mocy zwarciowych w układach elektroenergetycznych. Książka jest przeznaczona w zasadzie jako podręcznik dla technikum elektroenergetycznego. Mogą z niej również korzystać technicy i inżynierowie zatrudnieni przy projektowaniu i eksploatacji sieci elektroenergetycznych.

MAZUR MARIAN, dr inż. **NAGRZEWANIE PROMIENNIKOWE**. 1953, Warszawa, Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Format A1, str. 176, cena zł 14,70. — Spis rzeczy: Określenie pojęć ogólnych. Promieniowanie temperaturowe. Suszenie. Procesy nagrzewania i suszenia promiennikowego. Promiennikowe urządzenia grzejne. Zastosowania nagrzewania promiennikowego. Obliczanie suszarek promiennikowych. Racjonalność metody promiennikowej. — Informacje wydawcy: W książce omówiono procesy nagrzewania i suszenia promiennikowego, ich zastosowania przemysłowe oraz zasady budowy i obliczania suszarek promiennikowych. Książka przeznaczona jest dla magistrów, inżynierów, lecz z rozdziałów opisowych mogą korzystać również technicy zatrudnieni w tych gałęziach przemysłu, w których występują procesy suszenia.

NAZAREWSKI JERZY. **RUCH RACJONALIZATORSKI W PRZEMYSLE MASZYN ELEKTRYCZNYCH**. Biblioteka racjonalizatora. 1953, Warszawa, Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Format A5, str. 163, rys. 91, cena zł 10,50. — Spis rzeczy: Ogólna ocena ruchu racjonalizatorskiego. Cenniejsze projekty racjonalizatorskie. Opieka nad racjonalizatorem. Administrowanie ruchem racjonalizatorskim. Wytyczne na najbliższą przyszłość. — Informacje wydawcy: Praca jest przeznaczona dla robotników, techników i inżynierów oraz dla wszystkich innych interesujących się ruchem racjonalizatorskim.

BORKOWSKI KAZIMIERZ, mgr inż. **AUTOMATYCZNE CENTRALE TELEFONICZNE**. 1953, Warszawa, Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Format A5, str. 487, cena zł 21. — Informacje wydawcy: Książka zawiera przystępny opis automatycznych central telefonicznych poprzedzony opisem elementów łączeniowych, analizą zasadniczych procesów łączenia i podstawowych układów połączeń. Książka zatwierdzona do użytku szkolnego jako podręcznik zastępczy dla wydziału łączenia technikum telekomunikacyjnego oraz książka pomocnicza dla wydziału budowy aparatury teletechnicznej technikum elektrycznego.

PRZEGLĄD DOKUMENTACYJNY ELEKTROTECHNIKI

opracowany przez OŚRODEK DOKUMENTACJI ELEKTROTECHNIKI

Dodatek do miesięcznika PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

Rocznik 6

Warszawa, marzec 1953 r.

Nr 3

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

Wiadomości ogólne

110* 621.3.035.67.078:621.3.82.73 D1
Elektronowe urządzenia do samoczynnej regulacji temperatury. „Equipements électroniques de regulation automatique des temperatures”. Mesures, Paris, mies., Nr 189, luty 52, s. 87; A4, 3 str., 2 fot., 2 rys., 1 wykr. — Regulacja termostatów przekątnymi o stykach w próżni. Przekątniki elektronowe pozwalające na regulację temperatury z dokładnością do $\pm 0,02^\circ\text{C}$. Zasada działania lampowego urządzenia regulacyjnego. Przekątniki próżniowe. Oscylogramy przebiegu temperatur regulowanych. Regulatory bimetalowe.

Elektrownie

111* 621.311.22.73 D1
Tendencje w zakresie wyposażenia elektrycznych amerykańskich elektrowni ciepłych. „Tendances dans les équipements électriques des centrales thermiques américaines”. Electricité, Paris, mies., Nr 181, marz. 52, s. 50; A4, 7,5 str., 6 rys., 2 poz. bibl. — Ekonomiczne uzasadnienie wyboru rozwiązań. Omówienie typowych schematów nowych elektrowni ciepłych. Wybór transformatorów, sposoby zasilania urządzeń pomocniczych, charakterystyka sieci kablowej. Schematyczne przykłady urządzeń elektrowni 20000, 60000 i 100000 kW.

Maszyny elektryczne

112* 621.313:621.3.017.8 D1
Reinhardt F.: Określenie sprawności maszyn elektrycznych w ruchu. „Bestimmung des Wirkungsgrades von umlaufenden elektrischen Maschinen”. Arch. techn. Messen, München, mies., Nr 205, luty 53, s. 33; A4, 4 str., 4 rys., 1 wykr., 5 poz. bibl. — Definicja sprawności maszyny. Metody pomiaru (straty w przyrządach pomiarowych i aparaturze pomocniczej, dokładność pomiaru sprawności). Bezpośrednie metody pomiaru (obciążeniowa, z hamowaniem, z maszyną pomocniczą). Metody pośrednie (układy połączeń maszyn). Metoda strat poszczególnych.

113* 621.313.2:621.3.047:621.3.015.54 D1
Sinielnikow J. M.: Zagadnienie komutacji w maszynach prądu stałego. „K woprosu o komutacji maszin postojannowo toka”. Elektrizestwo, Moskwa, mies., Nr 5, maj 52, s. 24; A4, 5 str., 2 rys., 2 wykr., 5 poz. bibl. — Ogólna teoria powstawania iskier. Teoria iskrzenia podczas komutacji. Przepięcia. Zasady otrzymywania komutacji bez iskrzenia.

114* 621.313.32.014.3 D1
Vowels R. E.: Analiza pracy maszyn synchronicznych w stanach przejściowych. „Transient analysis of synchronous machines”. Proc. Inst. El. Engrs, London, dwumies., t. 99, cz. 4, Nr 3, lip. 52, s. 204; A4, 12,5 str., 5 rys., 2 wykr. — Założenia wstępne. Określenie charakterystycznych wielkości maszyny synchronicznej. Podstawowe równania maszyny trójfazowej i dwufazowej. Równoważny obwód maszyny prądu stałego ze szcztkami ustawionymi wzdłuż osi podłużnej i poprzecznej. Przebiegi zwarciove w maszynach synchronicznych dwu- i trójfazowych. Wnioski.

115* 621.313.322 D1
Devaux P.: Ewolucja budowy prądnic prądu zmiennego dużej mocy. „L'évolution de la construction des alternateurs à grande puissance”. Electricité, Paris, mies., Nr 181, marz. 52, s. 64; A4, 7 str., 6 fot., 3 rys. — Charakterystyka ogólna prądnic synchronicznych o mocy powyżej 100000 kVA stanowiących jeden z podstawowych elementów postępu przemysłowego. Ewolucja w zakresie budowy zespołów hydroelektrycznych. Omówienie szczegółów budowy poszczególnych części oraz zagadnienia chłodzenia i automatycznej regulacji prądnic.

116* 621.313.3.001 D1
Pillet E.: Ewolucja teorii maszyn wirujących prądu zmiennego. „Evolution de la théorie des machines tournantes à courant alternatif”. Rev. gen. Electr., Paris, mies., t. 61, Nr 10, paźd. 52, s. 449; A4, 16,5 str., 1 rys., 228 poz. bibl. — Przedstawienie ewolucji teorii ogólnej maszyn synchronicznych i asynchronicznych oraz wykazanie wkładu poszczególnych autorów, którzy przyczynili się w sposób zasadniczy do rozwiązania zagadnień związanych z ekonomiczną realizacją coraz większych mocy i zapewnieniem warunków bezpieczeństwa oraz pewności ruchu urządzeń. Wykaz piśmiennictwa obejmujący 228 pozycji.

117* 621.313.322:621.3.013.8 D1
Tomancew S. G.: Prądnica synchroniczna samowzbudna z prostownikiem mechanicznym i z automatyczną regulacją napięcia. „Synchronnyj gienierator s samowozbuzdzeniem ot mehaniczeskovo wypriamiteli i awtomaticheskim riegulirovanjem napriazhenja”. Elektrizestwo, Moskwa, mies., Nr 2, marz. 52, s. 3; A4, 5 str., 2 fot., 1 rys., 2 wykr. — Zasada działania prądnicy synchronicznej, w której wzbudnicę zastąpiono prostownikiem. Wyższość zastosowanego prostownika mechanicznego od selenowego. Zalety techniczne i ekonomiczne samowzbudnej prądnicy synchronicznej. Sposób obliczania układu wzbudzającego z prostownikiem mechanicznym, wykres wektorowy i charakterystyki wewnętrzne.

118* 621.313.333:621.316.727.077.8 D1
Dziwoki A.: Kompensacja obciążenia biernego silników asynchronicznych przy pomocy kondensatorów. „Blindlastkompensation bei Asynchronmotoren mit Hilfe von Kondensatoren”. Siemens Z., Erlangen, mies., Nr 7, list. 52, s. 316; A4, 7 str., 7 rys., 9 wykr., 2 poz. bibl. — Przyczyny niskiego współczynnika mocy w sieciach przemysłowych z silnikami asynchronicznymi. Zasadnicze rozwiązanie kompensacji mocy biernej silników. Wpływ kondensatorów na pracę silnika indukcyjnego. Stopień kompensacji i samowzbudzenie się silników z kondensatorami. Zachowanie się silnika przy kompensowaniu. Warunki rozruchowe silników. Przebiegi silników. Przebiegi przy rozruchu gwiazda — trójkąt.

Transformatory

119* 621.314.21:621.313.621.3.048 D1
Syromiatnikow I. A.: Określanie stopnia wilgotności i suszenie transformatorów i prądnic. „Opriedielenje stiepeni uwlażnionnosti i suszka transformatorow i gienieratorow”. Elektrizestwo, Moskwa, mies., Nr 8, sier. 52, s. 9; A4, 6 str., 3 wykr., 1 tabl., 18 poz. bibl. — Określenie stopnia wilgotności izolacji transformatora. Dopuszczalny poziom wilgotności transformatora. Suszenie transformatora. Określanie stopnia wilgotności izolacji prądnicy. Warunki, przy których suszenie prądnic jest zbyteczne.

120* 621.314.21:621.316.93 D1
Wellauer M.: Ochrona przetężeniowa i przepięciowa punktu zerowego transformatorów. „Die Beanspruchung und Überspannungsschutz des Sternpunktes von Transformatoren”. Bull. Oerlikon, Zürich, mies., Nr 295, grud. 52, s. 73; A4, 8,5 str., 2 fot., 3 rys., 9 wykr., 5 tabl., 11 poz. bibl. — Ogólne wprowadzenie w zagadnienie przepięć na liniach przesyłowych wysokiego napięcia. Teoretyczne rozważania na temat przebiegów napięciowych w punkcie zerowym transformatora. Wytyczne do zabezpieczeń punktu zerowego.

121* 621.314.21.045:537.57 D1
Blanchardie R., Aftalion R.: Studia nad progiem jonizacji w transformatorach. „Etude du seuil d'ionisation dans les transformateurs”. Rev. gen. Electr., Paris, mies., t. 61, Nr 11, list. 52, s. 485; A4, 13 str., 4 fot., 10 rys., 2 wykr., 5 poz. bibl. — Wyniki studiów przeprowadzonych przez autorów nad skutkami jonizacji w transformatorach przemysłowych. Sprecyzowanie zasad jonizacji wynikami prac własnych oraz dyskusja nad zachowaniem się uzwojen transformatora wobec fal powstających przez jonizację. Zalecenia praktyczne. Określenie warunków prób jonizacji oraz wykazanie zmian progu jonizacji w czasie.

Wzmacniacze

122* 621.314.3:621.316.7 D1
Kafka W.: Wzmacniacz magnetyczny. Der Magnetverstärker. Siemens Z., Erlangen, mies., Nr 2, kw. 52, s. 62; A4, 11 str., 8 fot., 7 rys., 7 wykr., 10 poz. bibl. — Ogólna konstrukcja wzmacniacza magnetycznego. Układy wzmacniaczy, działanie i własności przy pracy ustalonej. Praca wzmacniacza przy przebiegach o charakterze dynamicznym. Charakterystyczne wielkości wzmacniacza magnetycznego. Przykłady praktycznych możliwości zastosowania wzmacniaczy magnetycznych: w tele- i radiofonii, w lotnictwie i marynarce, w napędzie elektrycznym. Najważniejsze zalety i wady wzmacniaczy magnetycznych.

Prostowniki

123* 621.314.65 D1
Storsand B.: Prostowniki rtęciowe Oerlikon. „Oerlikon Quecksilberdampf — Gleichrichter”. Bull. Oerlikon, Zürich, mies., Nr 295,

grud. 52, s. 55; A4, 18,5 str., 16 fot., 22 rys., 4 wykr. — Omówienie zastosowania prostowników rтсiowych w przemyśle oraz ich konstrukcji i typów. Opis urządzeń chłodzących prostowniki. Metody wytwarzania próżni i pomiary jej wielkości. Omówienie urządzeń pomocniczych jak transformatory zasilające, zabezpieczenia przeciwzwarciorwe. Zagadnienie regulacji napięcia. Wzmianka o urządzeniach przetwornikowych.

Linie napowietrzne

124* 621.315.1:622.323 D1
Kosowskich A. G.: O układzie zasilania elektrycznego naftowego zakładu przetwórczego. „O schiemie elektrosnabżenia nieftiepierrabatyjuszczewo zawoda“. Enierg. Biull., Moskwa, mies., Nr 4, kw. 52, s. 18; B5, 3,5 str., 3 rys. — Kryteria doboru sieci zasilającej rafinerię nafty. Zagadnienie obciążenia, strat stałych i zmiennych. Dyskusja poszczególnych układów sieci: pierścieniowego, łańcuchowego pojedynczego i podwójnego. Typy rozdzielni zasilających 35/6 kV. Ochrona, zastosowanie SPZ.

125* 621.3.015.12:621.315.1.025 D1
Keller W.: Obliczanie spadku napięcia w liniach napowietrznych prądu zmiennego. „Über die Berechnung des Spannungsabfalls auf Wechselstrom-Freileitungen“. Bull. SEV, Zürich, dwutyg., Nr 23, list. 52, s. 939; A4, 3 str., 2 rys., 1 poz. bibl. — Wyznaczenie procentowego spadku napięcia w zależności od mocy dla obciążenia o charakterze indukcyjnym i pojemnościowym. Wyrażenie stosunku napięć na końcu i początku linii w formie szeregu, przybliżenie o dokładności 0,2%. Wykres do obliczania oporności czynnej i biernej przewodów. Przykład liczbowy. Praca ma na celu usunięcie błędów praktycznie stosowanej metody obliczeń.

126* 621.315.1.051.2 D1
Mirolubow A. W., Rakotjan S. S.: Elektryczna linia przesyłowa 400 kV Kujbyszew-Moskwa. „Linia elektropieredaczi 400 kV Kujbyszew-Moskwa“. Elektricestwo, Moskwa, mies., Nr 7, lip. 52, s. 5; A4, 5,5 str., 5 rys., 5 wykr., 1 tabl. — Dane techniczne projektu linii. Napięcie i liczba równoległych torów. Zdolność przesyłowa. Schemat dwutorowej linii przesyłowej. Poziomy izolacji. Konstrukcja i rozstawienie słupów. Podstawy odbiorcze 400/115/220 kV. Moce i przekładnie transformatorów.

127* 621.315.17.001.24:621.3.056.5 D1
Rozanow G. M.: Pionowe odstępy między przewodami na terenach sadiowych. „O wiertikalnom posstoianji mieđu prowadami w gołodnych rajonach“. Elektricestwo, Moskwa, mies., Nr 3, marz. 52, s. 44; A4, 4,5 str., 3 rys., 3 wykr., 9 tabl., 2 poz. bibl. — Niebezpieczeństwo nierównomiernego obciążenia przeszł sadią. Pionowy odstęp między przewodami zależy od liczby przeszł między narożnymi słupami oporowymi, od długości przeszł, od rodzaju przewodu i od stopnia sadiowości terenu. Sposób obliczania przy założeniu nierównomiernego obciążenia. Przykład liczbowy.

Kable

128* 621.315.211.3:621.3.027.81 D1
Casti R.: Olejowy kabel na 161 kV. „161 kV Rohr-Olkabel“. Bull. SEV, Zürich, dwutyg., Nr 18, wrzes. 52, s. 746; A4, 1,5 str., 2 rys. — Budowa rurowego kabla olejowego, złożonego z trzech jednożyłowych kabli. Izolacja i płaszcz ochronny kabla. Łączenie odcinków kabla. Próby przeprowadzone przy różnych warunkach obciążenia. Olej izolacyjny do napełnienia kabla.

Materiały izolacyjne

129* 621.315.61:621.3.017.143:621.317.733 D1
Fajnicki W. M.: Oscylografowanie prądów w izolacji. „Oscillografirowanie tokow w izolacji“. Elektricestwo, Moskwa, mies., Nr 4, kw. 52, s. 76; A4, 3 str., 1 rys., 4 wykr., 7 poz. bibl. — Schemat urządzenia dla oscylografowania prądów strat i prądów wyższych harmonicznych w zastosowaniu mostka Scheringa. Sposoby usunięcia zakłóceń przy pomiarach. Prądy strat w izolacji przy wyladowaniach niezupełnych. Prądy strat w ciekłym dielektryku.

130* 621.315.615.2:665.4/5 D1
Fridman S. M.: Związki do regeneracji olejów z zastosowaniem termosfonów i adsorbentów. „Sorbienty dla riegienieracji masiel s primienieniem termosfonow i adsorbierow“. Elektr. Stancji, Moskwa, mies., Nr 11, list. 52, s. 25; A4, 3 str., 3 rys., 1 tabl. — Absorbowanie kwasów i innych produktów starzenia oleju przez różne substancje. Zmiany liczby kwasowej podczas regeneracji za pomocą związków krzemowych tlenku glinu itp. Szybkość absorpcji kwasu. Zalety stosowania tlenków glinu. Stosowane w eksploatacji związki krzemowe mają niską jakość.

131* 621.315.626.1:621.315.2 D1
Jemieljanow J. G.: Przyrząd chroniący przed utlenianiem oleju w przepustach. „Pribor dla zaszczyty od okislenja masla w wwodach“. Enierg. Biull., Moskwa, mies., Nr 8, sierp. 52, s. 25; B5, 1,5 str., 1 rys. — Konstrukcja olejowych izolatorów przepu-

stowych w rozdzielniach 110 i 220 kV, zaopatrzonych w szklane konserwatory oleju nie chroni ich wystarczająco przed wilgocią i tlenem. Opis filtru uszczelniającego na zasadzie termosfonu. Zadowolające wyniki eksploatacji. Stosowanie konserwatorów metalowych dla ochrony przed wpływem światła na rozkład oleju.

Sieci elektryczne

621.316.15.016.35:63 D1
Lewin M. S.: Stateczność większych układów elektrycznych przy normalnych warunkach pracy. „Ob ustojezivosti sielskich elektriczieskich sistiem pri normalnych rieżimach“. Elektricestwo, Moskwa, mies., Nr 8, sierp. 52, s. 39; A4, 6 str., 1 rys., 4 wykr., 2 tabl., 6 poz. bibl. — Wzajemna zależność mocy elektrowni większych i wielkości instalowanych silników. Wpływ względnej wielkości silnika (w stosunku do mocy elektrowni) na stateczność układu. Sposób obliczania średniej dopuszczalnej mocy silnika. Przykład zastosowania wzorów.

133* 621.316.17:72.012.322 D1
Iochwidow E. S., Serbinowski G. W.: Schematy zasilania elektrycznego budynków wysokościowych. „O schiemach elektrosnabżenia wysotnych zdani“. Elektricestwo, Moskwa, mies., Nr 11, list. 52, s. 11; A4, 5 str., 6 rys. — Zależność rodzaju i wielkości obciążeń od przeznaczenia budynku. Wymagania stawiane układowi zasilania wysokościowych budynków. Stosowane schematy zasilania i ich porównanie. Wewnętrzna sieć rozdzielcza.

134* 621.316.268.3 D1
Jermilow A. A.: Zespoły urządzeń rozdzielczych dla zakładów przemysłowych. „Komplektnyje raspriedielitielnye ustrojstwa dla prompriedpriatij“. Elektricestwo, Moskwa, mies., Nr 3, marz. 52, s. 17; A4, 6,5 str., 5 rys., 1 tabl. — Podano rysunki 9 różnych typów zespołów urządzeń rozdzielczych przeznaczonych do obsługi zakładów przemysłowych. Ocena istniejących typów zespołów i wskazanie możliwości ich ulepszenia. Zakres zastosowania niektórych typów.

Analizatory sieciowe

135* 621.316.313:621.311.1:621.3.015.3 D1
Miejewicz E. A., Taft W. A.: Techniczne metody obliczania stanów nieustalonych w złożonych układach elektrycznych. „Inżeniernyje metody rasczota nieustanowiwiszchsia rieżimow w slożnych elektrosistiemach“. Elektricestwo, Moskwa, -mies., Nr 8, sierp. 52, s. 31; A4, 8 str., 3 rys., 1 wykr., 19 poz. bibl. — Obliczanie przy pomocy analizatora prądu zmiennego przebiegów nieustalonych w układach energetycznych. Metoda sprowadzania do stanu ustalonego. Przybliżone obliczanie przebiegów przejściowych. Obwody z parametrami okresowo zmiennymi. Przebiegi przejściowe w wirujących maszynach. Układy ze stałymi rozłożonymi.

Rozdzielnie

136* 621.316.364 (71) D1
de Schulthess F.: Rozdzielnie okapturzone w Kanadzie. „Gekapselte Schaltanlagen in Kanada“. Bull. SEV, Zürich, dwutyg., Nr 18, wrzes. 52, s. 743; A4, 1,25 str., 4 fot. — Stosowanie otwartych rozdzielni dla wyższych napięć, a okapturzonych do 15 kV. Wykorzystanie izolacji powietrznej. Przykłady rozdzielni okapturzonych, przykłady celek średnich napięć w rozdzielni napowietrznej wysokich napięć. Okapturzona rozdzielnia potrzeb własnych.

Wylączniki

137* 621.316.57 D1
Silonow N. I.: Uzupełniające dane o skuteczności samoczynnego powtórnego włączania linii. „Dopolnitielnyje dannyje ob efektiwnosti awtomatichieskowo powtornowo wkluczenja linii“. Elektr. Stancji, Moskwa, mies., Nr 4, kw. 52, s. 26; A4, 1 str., 1 rys., 1 tabl. — Trzyletnie wyniki analizy zakłóceń wykazują dużą skuteczność SPZ. Podział zakłóceń według przyczyn i według miesięcy. Skuteczność likwidowania zwarć krótkotrwałych np. pochodzenia burzowego. Mały procent zakłóceń powstałych na skutek wadliwego działania SPZ. Konieczność zainstalowania SPZ nie tylko na liniach wyższych napięć, ale i na liniach o napięciu 20 kV.

138* 621.316.57.027.2:621.316.363 D1
Einsele A.: Nowsze osiągnięcia w dziedzinie aparatury sterującej do silników i osłon odpornych na ciśnienie do zwiększenia bezpieczeństwa urządzeń łącznikowych niskiego napięcia w wykonaniu przeciwwybuchowym. „Neuere Entwicklung auf dem Gebiet der Motorsteuergeräte und der druckfesten Gehäuse zur Erhöhung der Sicherheitspegels schlagwettergeschützter Niederspannungs-Schaltausrüstungen“. Siemens Z., Erlangen, mies., Nr 7, list. 52, s. 323; A4, 9 str., 10 fot., 4 wykr., 3 tabl. — Prace firmy Siemens nad zagadnieniem aparatów elektrycznych niskiego napięcia. Urządzenia sterujące do silników elektrycznych. Poprawa konstrukcji wyłączników. Zwiększenie mocy odłączalnej styczników. Badania pracy styczników przy spadkach napięcia

w związku ze zwiększeniem ich pewności załączania. Określenie minimalnego czasu trwania impulsu załączającego. Nowe wykonania aparatów w osłonie przeciwybuchowej. Badania przebiegu wybuchu w osłonie.

139*

Regulacja

621.316.7:621.34:621.87

D1

Carl W. C.: Wybór rodzaju sterowania dźwigów. „Which crane-hoist control“. Westinghouse Engng., Pittsburgh, dwumies., t. 12, Nr 2, marz. 52, s. 50; A4, 5 str., 9 wykr., 3 tabl. — Klasyfikacja rodzajów pracy urządzeń dźwigowych. Wymagania pod względem nośności i prędkości. Rodzaje nastawników stosowanych do sterowania napędami dźwigów. Podstawowe układy sterowania na prąd stały i zmienny oraz ich charakterystyki. Zastosowanie poszczególnych rodzajów układów sterujących w zależności od stawianych wymagań.

140*

621.316.7:621.398:621.317.083.7

D1

Merz L.: Mierzenie i działania zdalne w technice regulacji. „Fern-messen und Fernwirken in der Regelungstechnik“. ETZ, Wuppertal, dwutyg., r. 73, Nr 7, kw. 52, s. 213; A4, 2,5 str., 1 fot., 5 rys., 9 poz. bibl. — Zagadnienia ogólne regulacji zdalnej (łą-zka, metody). Udział metod pneumatycznych w technice regulacji. Przykłady układu regulacyjnego i regulatora pneumatycznego (firmy amerykańskie i Siemens Halske). Elektryczne metody zdalnej regulacji i pomiaru mocy elektrycznej. Trzy układy do zdalnego pomiaru mocy z impulsowymi nadajnikami indukcyjnymi. Układy przetwarzające wielkość nadawaną.

141*

621.316.7:621.52

D1

Zastosowanie sterowania elektromechanicznego do napędu maszyn o dużej bezwładności. „Utilisation des commandes électromécaniques pour la commande des machines à grande inertie“. Electricité, Paris, mies., Nr 183, maj 52, s. 107; A4, 5 str., 2 fot., 2 rys., 6 wykr., 5 poz. bibl. — Wykazanie drogą obliczeń, że racjonalne wykorzystanie silnika elektrycznego wymaga dokładnej znajomości działania urządzenia napędzanego. Rozwinięcie zagadnienia na przykładzie wirnika. Wskazanie sposobów wyboru silnika oraz elektromechanicznych urządzeń sterowniczych. Schematy połączeń, wykresy, wykazy piśmiennictwa.

142*

621.316.7.016.35.001.5

D1

Knutzmann J., Daniel J., Min-Yuan Ma: Stateczność układów regulacyjnych. Metody studiów. „Stabilité des septinus de réglage. Méthodes d'études“. Rev. gen. électr., Paris, mies., t. 61, Nr 3, marz. 52, s. 149; A4, 3,5 str., 1 wykr., 6 poz. bibl. — Nowe metody badania stateczności samoczynnych układów regulacyjnych i mechanizmów pomocniczych, których wzrastająca złożoność uniemożliwia stosowanie metod matematycznych.

143*

621.316.718:622.66-83

D1

Ziow L. G.: Regulator zwalniający ruch kopalnianej maszyny wyciągowej. „Riegulator zamiedlenja szachtnoj podjomnoj maszyni“. Elektricestwo, Moskwa, mies., Nr 7, lip. 52, s. 20; A4, 6,5 str., 2 rys., 7 wykr., 1 poz. bibl. — Analiza przejściowych warunków pracy regulatora hamowania. Szkic elektromechanicznego układu regulatora. Przebieg pracy kopalnianej maszyny wyciągowej i regulatora od rozruchu do chwili zatrzymania. Charakterystyki i oscylogramy.

144*

621.316.312:621.316.726

D1

Pawłow G. M.: Urządzenie reagujące na szybkość zmiany częstotliwości w układzie energetycznym. „Ustrojstwo, rieagirujuszczie na skorost' izmienienija czastoty w eniergosistiemie“. Elektr. Stancji, Moskwa, mies., Nr 7, lip. 52, s. 34; A4, 2 str., 4 fot., 3 rys. — Przykład schematu urządzenia opracowanego przez Politechnikę Leningradzką. Zasada układu różnicowego dwóch obwodów rezonansowych. Charakterystyki obwodów. Pomiar prądu wyrównawczego, określającego wahania częstotliwości, dokładność urządzenia 0,1 okr./sek.

Urządzenia zabezpieczające

145*

621.316.933.004.6

D1

Ansler, Reger: Wpływ deszczu i zabrudzenia na napięcie zapłonu odgromników nowoczesnej konstrukcji. „Beeinflussung der Amprechspannung von Überspannungsableitern moderner Bauart. durch Beregnung und Verschmutzung“. Bull. SEV, Zürich, dwutyg., r. 43, Nr 8, kw. 52, s. 311; A4, 5,5 str., 4 fot., 3 rys., 2 wykr., 2 tabl. — Udoskonalenie konstrukcji odgromników. Zjawiska fizyczne wywołane w odgromnikach deszczem i zabrudzeniem (różne typy odgromników). Układ do badania odgromników ze sterowaniem pojemnościowym i pojemnościowo-oporowym. Urządzenia do wytwarzania sztucznego deszczu lub nawilgotniania odgromników i izolatorów badanych. Sposób przeprowadzania prób i pomiarów. Zestawienie wyników pomiarów przy fali udarowej 1/50, przy dodatnim i ujemnym napięciu probierczym dla odgromników 45—200 kV.

Miernictwo elektryczne

146*

621.317.3:621.3.087.9

D1

Dubuse R.: Nowa technika pomiarów: bezpośredni zapis mikroskopowy. „Une technique nouvelle de mesure: l'enregistrement microscopique immédiat“. Mesures, Paris, mies., Nr 189, luty 53, s. 79; A4, 2 str., 2 fot., 1 wykr. — Metody ciągłego zapisu wykonywanego pomiaru. Graniczne wartości częstotliwości wartości zapisywanej przy różnych sposobach rejestracji. Nowa metoda rejestracji na taśmie pokrytej specjalną sadzą, przy pomocy bardzo cienkiego pisaka. Układ ruchomy urządzenia piszącego. Przenośny oscylograf typu OSL 81. Wymiary oscylogramu. Oscylogramy przebiegów periodycznych w 20-krotnym powiększeniu.

147*

621.317.3.017:621.313

D1

Reinhardt F.: Pomiar strat dodatkowych w maszynach elektrycznych. „Messung der Zusatzverluste an elektrischen Maschinen“. Arch. techn. Messen, München, mies., Nr 204, stycz. 53, s. 7; A4, 2 str., 1 rys., 3 poz. bibl. — Przepisy VDE odnośnie pomiaru strat dodatkowych w maszynie. Pomiar bezpośredni strat w maszynach synchronicznych przy zwarciu i przy przewzbudzeniu. Pomiar strat w maszynach asynchronicznych i w maszynach prądu stałego.

148*

621.317.35:621.315.2:621.315.61

D1

Duenbostel W.: Urządzenie pomiarowe i probiercze dla izolacji w technice kablowej. „Isolations-Prüf und Messeinrichtung in der Kabeltechnik“. Bull. SEV, Zürich, dwutyg., Nr 2, stycz. 52, s. 33; A4, 3 str., 6 rys. — Rozwój techniki materiałowej w dziedzinie materiałów izolacyjnych. Ogólne przyjęte metody badania izolacji kabli podczas produkcji (metoda badania w wodzie, próby na sucho, próby mieszane). Zasada nowej metody badania izolacji kabli pozwalającej na określenie miejsca uszkodzenia kabla. Przebiegi wyładowań elektrycznych przy niskiej i wysokiej częstotliwości. Otrzymywanie wysokich częstotliwości do badania kabli. Schemat urządzenia do badania kabla z możliwością natychmiastowej naprawy uszkodzenia izolacji.

149*

621.317.39:535.241.42

D1

Ostrowski M. A.: Obiektywny luksomierz dla pomiaru małych natężeń światła. „Obiektywnyj luksomierz dla izmierienja małych oświeczczonnostiej“. Elektricestwo, Moskwa, mies., Nr 11, list. 52, s. 62; A4, 2,5 str., 2 rys., 1 wykr., 3 poz. bibl. — Opis nowego obiektywnego luksomierza dla pomiaru natężenia światła od 0,1 luksa. Zastosowanie do pomiarów oświetlenia zewnętrzne-go. Zasadnicze schematy przyrządu. Zakres pomiarów.

150*

621.317.39:621.365.08

D1

Hase R.: Sonda do pomiaru wielkości napromienienia. „Die Strahlungssonde“. Elektrowärme-Techn., Hannover, dwutyg. Nr 2/3, maj 53, s. 32; A4, 1,5 str., 1 fot., 3 rys. — Budowa i zasada działania przyrządu do pomiaru napromienienia w piecach elektrycznych. Zakres pomiarów 2×10^{-4} — 10 W/cm². Zalety przyrządu. Wzorce do skalowania przyrządu.

151*

531.382:621.317.39:534.154:621.3.043.3

D1

Dam D.: Pomiar drgań i jego zastosowanie przy wyważaniu maszyn obrotowych. „Die Erschütterungsmessung und ihre Anwendung beim Auswuchten rotierenden Maschinen“. Bull. SEV, Zürich, dwutyg., Nr 1, stycz. 53, s. 4; A4, 7,5 str., 2 rys., 2 wykr. — Poprawa sprawności i trwałości maszyny poprzez kontrolę prawidłowości jej biegu. Różne rodzaje czujników wibrografów (elektrodynamiczny, sejsmiczny, elektromagnetyczny). Zasada pracy, podstawy teoretyczne pomiaru, porównanie czujników. Czujnik o częstotliwości nośnej i zmiennym sprzężeniu. Czujnik do pomiaru przyspieszenia. Układy pomiarowe i aparatura do badania drgań (układ z oscylografem katodowym, układ z oscylografem dającym częstotliwość nośną). Zastosowanie mierników drgań przy wyważaniu części wirujących.

152*

621.317.7.725.088.6

D1

Milsztejn W. N.: Kompensacja częstotliwości w woltomierzach prądu zmiennego. „Czastotnaja kompensacija woltmierzow pieriennnowo toka“. Elektricestwo, Moskwa, mies., Nr 10, paźd. 52, s. 67; A4, 7 str., 1 rys., 5 wykr., 1 poz. bibl. — Sposób zmniejszania uchybów woltomierza wywołanych zmianą częstotliwości. Zasadniczy układ dla kompensacji. Wpływ pojemności na zależność pomiaru prądu od częstotliwości. Wielkość włączonej pojemności optymalna dla kompensacji. Wyznaczenie uchybu woltomierza w zależności od zmiany częstotliwości.

153*

621.317.788:621-592.35

D1

Panasienkow M. A.: Hamowanie elektromagnetyczne. „Elektromagnitnyj tormoz“. Elektricestwo, Moskwa, mies., Nr 7, lip. 52, s. 74; A4, 2 str., 3 rys., 4 wykr. — Zastosowanie elektromagnetycznego hamulca do pomiaru momentu obrotowego na wale silnika elektrycznego. Dane konstrukcyjne hamulca. Skala pomiarowa. Sposób zdejmowania charakterystyk silnika elektrycznego przy pomocy hamulca.

Kondensatory

154* 621.319.4:621.315.614.64 D1
Coquillon J.: Kondensatory z papieru nasyconego pyralemem na prąd zmienny. Czynniki wpływające na pojemność i straty. „Condensateurs au papier imprégné de pyralène pour courant alternatif. Facteurs influençant la capacité et les pertes”. Rev. gen. Electr. Paris, mies., t. 61, Nr 5, maj 52, s. 205; A4, 8 str., 8 wyk., 12 poz. bibl. — Własności dielektryczne papieru nasyconego. Wpływ napięcia na straty w kondensatorach papierowych. Pomiar wykonany przy niskich napięciach wykazuje, że straty są wyższe niż przy napięciach nominalnych, co pozwala zorientować się w czystości jonicznej syciwa. Zmniejszenie strat może być uzyskane tylko drogą poprawy charakterystyki zastosowanego papieru.

155* 621.319.4.001.4 D1
Matienko A. S.: Badania kondensatorów statycznych. „Ispytanija statieskich kondensatorow”. Enierg. Biull., Moskwa, mies., Nr 12, grud. 52, s. 14; B5, 5,5 str., 6 rys., 1 tabl., 3 poz. bibl. — Wykaz prób kondensatorów przed oddaniem ich do eksploatacji. Sposoby pomiaru, układy połączeń i wzory przy pomiarze oporności izolacji pojemności, kąta stratności, wytrzymałości izolacji itp. Pomiar dla układu trójfazowego kondensatorów. Stosowanie napięcia stałego i zmiennego. Odporność termiczna. Praca stała przy podwyższonym napięciu.

156* 621.319.44:621.316.925.4 D1
Dejou A.: Zabezpieczanie kondensatorów instalowanych bocznikowo w sieciach rozdzielczych. „La protection des condensateurs installés en dérivation sur un de distribution électrique”. Rev. gen. Electr., Paris, mies., t. 61, Nr 2, luty 52, s. 69; A4, 3 str., 6 rys. — Sposoby zabezpieczania baterii kondensatorów, łączonych równolegle, głównie w przypadku uszkodzenia jednego z elementów. Wskazanie korzyści, jakie zapewniają te zabezpieczenia. Schematy połączeń równoległych baterii kondensatorów grupowanych w trójkąt lub w gwiazdę w sieci trójfazowej z układem przekazywania powodujących natychmiastowe zadziałanie wyłącznika w przypadku wypadnięcia z ruchu jednego elementu baterii.

Generatory udarowe

157* 621.319.5:537.52 D1
Akopian A. A., Larionow W. P.: Doświadczalne badania wyładowania udarowego przy dużym odstępie między elektrodami. „Eksperimentiranie izuczenie impulsnowo razriada w dlinnom promieutkie”. Elektrichestwo, Moskwa, mies., Nr 3, marz. 52, s. 31; A4, 2,5 str., 2 fot., 1 rys., 3 wyk., 3 poz. bibl. — Opis i schemat urządzenia doświadczalnego o układzie elektrod ostrzypłaszczyna i odstępem 200 cm. Przebieg w czasie wyładowania pilotującego. Ładunek wyładowania pilotującego. Ilość elektryczności rozładowująca się w czasie wyładowania głównego.

Oświetlenie elektryczne

158* 628.971.7.001.2:621.32 D1
Zalecenia dotyczące dobrego oświetlenia placów budowy. „Empfehlungen für eine gute Baustellenbeleuchtung”. Elektrotechnik (Berlin), Leipzig, mies., Nr 5, maj 52, s. 239; A4, 4,5 str., 6 fot., 9 rys., 1 poz. bibl. — Analiza warunków dobrego oświetlenia placu budowy. Dobór słupów i typów opraw oświetleniowych dla różnych części placu i różnych czynności. Specjalne uwzględnienie bezpieczeństwa pracy.

159* 621.32:683.84 D1
Lyons H., Weibel W.: Charakterystyka aluminium „Alzak” używanego w przemyśle oświetleniowym. „Characteristics of „Alzak” aluminium as use in the lighting industry”. Illum. Engng., New York, mies., t. 48, Nr 3, marz. 53, s. 135; A4, 4,5 str., 7 fot., 8 poz. bibl. — Własności specjalnej blachy aluminiowej używanej do wyrobu reflektorów „Alzak”. Kształtowanie reflektorów. Przygotowywanie powierzchni. Tworzenie warstewki tlenku glinu na powierzchni reflektorów. Urządzenie dielektryczne. Zapotrzebowanie prądu. Własności świetlne reflektorów. Współczynnik odbicia. Własności mechaniczne. Wskazówki dotyczące konserwacji reflektorów. Podsumowanie.

160* 621.327.3:628.971.8 D1
Hrivnatz H. G.: Nowe podejście do oświetlania przepustów. „A new approach to underpass lighting”. Illum. Engng., New York, mies., t. 48, Nr 3, marz. 53, s. 121; A4, 2,5 str., 1 fot., 1 wyk. — Trudności przy oświetlaniu krótkich tuneli. Opis rozwiązania oświetlenia w tunelu o długości 150 m za pomocą

lamp rtęciowych. Porównanie rozkładu zmierzzonego natężenia oświetlenia według tuneli z krzywymi progów widzenia oraz minimalnych i zależnych wartości przy posuwaniu się z szybkością 56 km/godz.

161* 621.327.43:628.972.7 D1
Oświetlenie wielkiego biura. „Lighting a large office”. Illum. Engng. New-York, t. 48, Nr 3, marz. 53, s. 169; A4, 2 str., 1 fot., 1 rys. — Oświetlenie o natężeniu około 650 lx budynku biurowego o długości 130 m, szerokości 18 m, wysokości 3,75 m za pomocą świetlówek. Opis oświetlenia. Natężenie oświetlenia i jaskrawości po dwóch miesiącach pracy.

Trakcja elektryczna

162* 621.333:621.337.49 D1
Rachel H.: Pomiar bocznikowych indukcyjności do osłabienia pola silników szeregowych prądu stałego w eksploatacji kolejowej. „Die Bemessung induktiver Nebenniederstände zur Feldschwächung von Gleichstrom — Reihenschlussmotoren im Bahnbetrieb”. Elektrotechnik (Berlin), Leipzig, mies., Nr 4, kw. 53, s. 169; A4, 7 str., 1 fot., 20 wyk., 5 poz. bibl. — Podstawy teoretyczne o procesie zwiększania prędkości pojazdu poprzez osłabienie pola biegunów głównych. Przebiegi łączeniowe. Równania różniczkowe charakteryzujące stany nieustalone. Boczni indukcyjne i ich zastosowanie. Oscylogramy przebiegów prądowych.

163* 621.335.43:621.332.531:621.337.6 D1
Süberkrüb M.: Nowa zwrotnica trolejbusowa AEG. „Neue AEG — Federungen Weiche für Obus — Fahrleitungen”. Elektr. Bahnen, München, mies., r. 24, Nr 3, marz. 53, s. 67; A4, 2 str., 2 fot., 5 rys. — Opis stosowanych zwrotnic trolejbusowych. Nowe rozwiązanie rozjazdu. Sposoby samoczynnego sterowania. Schematy obwodów. Sygnalizacja.

164* 621.335.5-835 D1
Sheers W. D.: Urządzenie elektryczne baterijnych pojazdów drogowych. „Electrical equipment of battery road vehicles”. Proc. Inst. El. Engrs, London, dwumies., t. 99, cz. 2, Nr 71, paźdz. 52, s. 457; A4, 7 str., 4 wyk., 5 tabl. — Zakres i warunki zastosowania pojazdów drogowych (charakterystyka szybkości i poboru prądu). Podział pojazdów drogowych na grupy. Baterie elektryczne dla pojazdów (sprawność, pojemność, liczba ogniw). Charakterystyka pojazdów (szybkość, obroty, moc). Silniki (konstrukcje, przeciążalność, chłodzenie, sprawność). Regulatory (systemy regulacji, konstrukcje, zabezpieczenia). Eksploatacja i konserwacja.

165* 621.336.322 D1
Göttinger J.: Odbierak pantografowy dla dużych prędkości jazdy. „Der Scherenstromabnehmer für hohe Fahrgeschwindigkeiten”. Elektr. Bahnen, München, mies., r. 24, Nr 2, luty 53, s. 36; A4, 8 str., 5 rys., 2 wyk. — Analiza teoretyczna kinematyki odbieraka. Prawo drgań okresowych. Parcie na przewód jezdny. Zygżakowanie sieci i jego wpływ na pracę odbieraka. Wpływ pochylony przewodu jezdny. Tarcie. Przeliczony przykład rachunkowy.

166* 621.337.23 D1
Fehr A.: Wielostopniczy nastawnik krzywkowy w elektrowozach prądu stałego. „Vielstufige Kurvenscheiben-kontroller für Gleichstromfahrzeuge”. Brown Boveri Mitt., Baden, mies., Nr 10, paźdz. 52, s. 374; A4, 2 str., 2 rys. — Przegląd rozwoju nastawników w elektrowozach. Wymagania mechaniczne i elektryczne stawiane nastawnikom. Płynność regulacji — wielostopnicowość. Pewność obsługi i bezpieczeństwo. Małe wymiary przy jednoczesnej dużej wytrzymałości mechanicznej. Zagadnienie hamowania oporowego elektrowozu. Przykład konstrukcji nastawnika na 1500 V.

Napędy elektryczne

167* 621.34.025.3:622.66 D1
Feith E., Skiba H.: Nowoczesne maszyny wyciągowe na prąd trójfazowy. „Neuzeitliche Drehstrom-Fördermaschinen”. Siemens Z., Erlangen, mies., Nr 8, grud. 52, s. 358; A4, 9,5 str., 3 fot., 1 rys., 9 wyk., 2 tabl., 5 poz. bibl. — Charakterystyczne cechy napędu maszyn wyciągowych w układzie Leonarda. Wady i granice zastosowania maszyn na prąd trójfazowy. Hamowanie i jazda przy zasilaniu silnika prądem o zmniejszonej częstotliwości. Układ zasilania i charakterystyki silnika w zakresie hamowania prądnicowego. Urządzenie próbne w układzie dwóch częstotliwości i jego zachowanie się przy różnych rodzajach pracy. Wyniki prób.

Niniejszy Przegląd Bibliograficzny zawiera jedynie część analizamentacji ukazuje się w postaci kart dokumentacyjnych, nicznej (Warszawa, Al. Niepodległości 188). CIDNT przyjmuje całą dokumentację naukowo-techniczną, jak i działy lub poszczególne CINDT wykonuje za zwrotem kosztów fotokopie i mikrofilmy dokumentacyjnymi.

dokumentacyjnych publikacji z zakresu elektrotechniki. Pełna dokumentacja wydawanych przez Centralny Instytut Dokumentacji Naukowo-Technicznej kart dokumentacyjnych, która może obejmować zarówno zagadnienia i tematy techniczne. publikacji objętych Przeglądem Dokumentacyjnym jak i kartami do-



Wydawnictwa nadesłane

CYKIN G. S. TRANSFORMATORY MAŁEJ CZĘSTOTLIWOŚCI. Teoria, obliczanie i budowa. Tłum. mgr inż. A. Kiliński. 1953, Warszawa, Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Str. 308, cena 33,50 zł. — Spis rzeczy: Wstęp. Transformatory obciążone opornością rzeczywistą i przyłączone do źródła SEM o oporności rzeczywistej. Transformatory obciążone indukcyjnie i zasilane ze źródła SEM o oporności rzeczywistej. Transformatory obciążone pojemnościowo i zasilane ze źródła siły elektromotorycznej o oporności rzeczywistej. Transformatory zasilane ze źródła siły elektromotorycznej, o oporności indukcyjnej. Transformatory zasilane ze źródła siły elektromotorycznej o oporności indukcyjnej i o sile elektromotorycznej proporcjonalnej do częstotliwości. Transformatory zasilane ze źródła siły elektromotorycznej o oporności pojemnościowej. Wejściowa i wyjściowa oporność transformatora. Przechodzenie sygnałów impulsowych przez transformator. Zniekształcenie nieliniowe wprowadzane przez transformator. Materiały magnetyczne rdzeni transformatorów małej częstotliwości. Transformatory rezonansowe i dławiki. Budowa transformatorów małej częstotliwości. Budowa i obliczanie rdzenia transformatora. Budowa i obliczanie cewek transformatora. Ekranowanie transformatorów. Badanie transformatorów małej częstotliwości. Przykłady obliczeń oraz pomocnicze wykresy i tablice. — W książce podano klasyfikację, zasady obliczania elektrycznego i mechanicznego transformatorów małej częstotliwości przeznaczonych w zasadzie do przenoszenia sygnałów w pasmie akustycznym, zasady ich budowy oraz metody badań. Książka jest przeznaczona dla inżynierów i techników; może być również pomocna dla studentów wydziałów łączności politechniki i szkół inżynierskich.

ARCHIWUM ELEKTROTECHNIKI, tom I, zeszyt 2, rok 1952. Format B5, str. 178. — Spis rzeczy: Węgrzyn S. Przebiegi niestabilne w wielostopniowych wzmacniaczach oporowych o sprzężeniu pojemnościowym. — Łukaszewicz L. Wpływ zniekształceń liniowych na dokładność rozwiązań elektronowego analizatora równań różniczkowych. — Zagajewski T. Efekty nieliniowe w lampowych układach reaktancyjnych.

ZAGAJEWSKI T., MALZACHER ST., KULISZKIEWICZ W. ELEKTRONIKA PRZEMYSŁOWA. 1953, Warszawa, Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Str. 387, cena zł 33. — Spis rzeczy: Wstęp. Lampy elektronowe i gazowane. Układy lampowe. Grzejnictwo indukcyjne. Grzejnictwo pojemnościowe (dielektryczne). Pomiar w przemyśle. Badania nieniszczące materiałów. Elektronowe układy sterowania i regulacji. — Informacje wydawcy: Książka jest wprowadzeniem w zagadnienia nowoczesnej elektroniki przemysłowej, omawia więc budowę i działanie lamp elektronowych oraz typowych układów lampowych (wzmocniaczy, generatorów, prostowników i układów specjalnych), a ponadto podaje wiadomości o grzejnictwie indukcyjnym i pojemnościowym wielkiej częstotliwości oraz o ich zastosowaniach przemysłowych,

o lampowych urządzeniach pomiarowych wielkości nieelektrycznych, o urządzeniach do badania właściwości materiałów i o defektoskopach, wreszcie o zastosowaniu układów lampowych do kontroli i automatycznej regulacji procesów przemysłowych. Książka jest przeznaczona dla inżynierów i techników wszystkich specjalności oraz dla słuchaczy szkół inżynierskich i politechnik.

STRASZEWSKI ALEKSANDER, mgr inż. **PROJEKTOWANIE URZĄDZEŃ ELEKTRYCZNYCH NISKIEGO NAPIĘCIA.** 1953, Warszawa, Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Format A5, str. 307, rys. 175, tabl. 71, cena zł 14,80. — Spis rzeczy: Zasady projektowania urządzeń elektrycznych niskiego napięcia. Rodzaje instalacji elektrycznych. Oświetlenie elektryczne. Projektowanie sieci oświetleniowych. Projektowanie instalacji sygnalizacyjnych, telekomunikacyjnych i piorunochronnych. Przemysłowe odbiorniki energii elektrycznej. Rozdział energii elektrycznej w zakładach przemysłowych. Obliczanie sieci przemysłowych niskiego napięcia. Rozdzielnie niskiego napięcia. Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym w urządzeniach niskiego napięcia. — Informacje wydawcy: Książka zatwierdzona do użytku szkolnego w charakterze książki pomocniczej dla technikum budowlanego wydziału instalacji elektrycznych w budownictwie miejskim oraz technikum elektrycznego wydziału instalacji elektrycznych w przemyśle.

MOISIEJEW A. OBLICZENIA WYTRZYMAŁOŚCIOWE TURBIN PAROWYCH. Tłum. Jerzy Jankowski i Aleksander Jankowski. 1953, Państwowe Wydawnictwa Naukowe. Format B5, str. 311, rys. 198, cena zł 24,55. — Spis rzeczy: Układ łopatkowy. Obliczanie kół wirnikowych. Obliczanie bębnow i wałów. Obliczanie kadłubów turbin i ich części składowych. Łożyska turbin i sposoby smarowania. Obliczanie przekładni zębatych i ich części. Obliczanie urządzeń pomocniczych i fundamentów. — Z przedmowy autora: W książce podano sposoby projektowania i obliczania wytrzymałościowego części turbin okrętowych. Pominięto zagadnienia obliczania rurociągów oraz układów rozrządzących regulacyjnych. W celu zapewnienia przejrzystości i wartości wykładu przytoczono przy obliczaniu poszczególnych części składowych przeważnie tylko jeden sposób, najbardziej rozpowszechniony w ZSRR i uznany za najdogodniejszy. Przytoczono także pewne przykłady obliczeniowe niezbędne do nabycia koniecznej wprawy. Typowe przykłady obliczeń ujęto w tablice.

PYSZKOWSKI LECH, mgr inż. **INSTALACJE ELEKTRYCZNE PRZEWODEM KABELKOWYM.** 1954, Warszawa, Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Format A5, str. 43, rys. 89, cena zł 3. — Informacje wydawcy: W broszurze omówiono wykonanie instalacji wewnętrznych przewodami płaszczowymi i kabelkowymi różnych typów. Książka przeznaczona jest dla monterów wykonujących instalacje.

PRZEGŁĄD TECHNICZNY, organ główny NOT, nr 2/54, zawiera następujące artykuły: Wierzbiński W. NOT realizuje wskazania IX Plenum. — Szyr E. Tezy IX Plenum Partii stawiają nowe, poważne zadania nauce i technice. — Jaszczuk B. Utrwalać osiągnięcia postępu technicznego, umacniać sojusz robotniczo-rolniczy. — Bäckner M. Nowe tworzywa. — Wiślicki A. Transport pionowy na budowie części wysokościowej Pałacu Kultury i Nauki im. J. Stalina w Warszawie. —

West H. Znaczenie systemu dyspozycyjnego dla rozwoju przedsiębiorstw społecznych w NRD. — Berger S. Przemysł spożywczy a baza paszowa. — Kosiński J. O szersze zastosowanie obróbki plastycznej. — Lipski T. Prasa zakładowa w służbie postępu technicznego i gospodarczego. — Nowiny techniczne z prasy zagranicznej. — Wolna trybuna. — Sprawy organizacyjne NOT i stowarzyszeń. — Krytyka i bibliografia.

Każdy naukowiec, inżynier, technik, racjonalizator musi wiedzieć, co zostało opublikowane w prasie światowej na temat jego pracy; informują go o tym KARTY DOKUMENTACYJNE Centralnego Instytutu Dokumentacji Naukowo-Technicznej.

Centralny Instytut Dokumentacji Naukowo-Technicznej
Warszawa, Al. Niepodległości 188

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWA TECHNICZNE

Nowości wydawnicze

- BRYŚ S., PUFAL Z.: **Spawanie cynku i jego stopów.** S. 84, zł 5.70
- DZIKOWSKI A.: **Bezpieczeństwo i higiena pracy w rzemiośle kowalskim.** S. 34, zł 2.—
- KAFEL M.: **Mały ilustrowany słownik techniki wydawniczej.** S. 112, zł 15.— (w oprawie)
- NECHAY J.: **Jak przygotować beton. Seria „Będę fachowcem”.** S. 59, zł 3.—
- ROGUSKI A.: **Urządzenia do kompensacji ziemnozwarciowej. Działanie i eksploatacja.** S. 51, zł 3.50
- SKŁODOWSKI A., ZANOZIŃSKI Z.: **Bezpieczeństwo i higiena pracy w rzemiośle ślusarskim.** S. 50, zł 3.50
- ŚWIGON S.: **Uchwyty i przyrządy z masami zaciskającymi.** S. 56, zł 5.—
- WALEWSKI A.: **Bezpieczeństwo i higiena pracy w rzemiośle blacharskim i kotlarskim.** S. 40, zł 3.50

Książki wydane poprzednio

- ALEKSIEJEW A. E.: **Konstrukcja maszyn elektrycznych.** Tłum. z ros. W. Pełczewski. 1953, s. 374, zł 59.50 (w oprawie)
- BIELAWSKI S.: **Napęd elektryczny.** 1953, s. 315, zł 14.60. Zatwierdzono do użytku szkolnego przez CUSZ
- DOBRSKI J., POPPE J., RUDZIŃSKI J.: **Aparaty rentgenowskie. Instalacja, obsługa, konserwacja.** 1953, s. 132, zł 8.—
- GOSTKOWSKI Z.: **Bezpieczeństwo pracy przy urządzeniach elektrycznych na dole kopalni.** 1953, s. 32, zł 2.—
- KAHL T.: **Zasady projektowania sieci elektroenergetycznych niskich i średnich napięć.** 1953, s. 378, zł 17.—. Zatwierdzono do użytku szkolnego przez CUSZ
- Kalendarzyk elektrotechniczny 1954 — 1955.** Praca zbiorowa pod red. B. KONORSKIEGO. Stowarzyszenie Elektryków Polskich. Wyd. 9, przedruk z klisz wyd. 8. 1953, s. 947, zł 60.— (w oprawie)
- KRIZE S. N.: **Obliczanie transformatorów zasilających małej mocy i dławików stosowanych w filtrach.** Tłum. z ros. J. Grabowski. 1953, s. 38, zł 2.50
- LIDMANOWSKI W.: **Technika wysokich napięć.** 1953, s. 203, zł 9.10. Zatwierdzono do użytku szkolnego przez CUSZ
- LIS B.: **Liczniki energii elektrycznej. Działanie, użytkowanie, instalowanie.** 1953, s. 140, zł 7.50
- MAZUR M.: **Elektryczne urządzenie grzejne.** 1953, s. 375, zł 36.50 (w oprawie)
- MAZUR M.: **Nagrzewanie promiennikowe.** 1953, s. 176, zł 14.70 (w oprawie)
- MICHAJŁOW W. W.: **Projektowanie aparatów elektrycznych wysokiego napięcia.** Tłum. z ros. J. Elbaum i P. Głowacki. 1953, s. 240, zł 10.20. Zatwierdzono do użytku szkolnego przez CUSZ
- NOWACKI P.: **Linie dalekosiężne.** 1953, s. 210, zł 22.— (w oprawie)
- OKRASA E., WOLSKI J.: **Sprzęt ochronny w elektroenergetyce.** 1953, s. 59, zł 4.20
- Oświetlenie zakładów przemysłowych.** Stowarzyszenie Elektryków Polskich. Polski Komitet Oświetleniowy. 1953, s. 336, zł 20.50
- PFLIER P. M.: **Pomiary elektryczne wielkości mechanicznych.** Tłum. z niem. J. Plebański i K. Szpotański. 1953, s. 264, zł 25.50 (w oprawie)
- Przepisy bezpieczeństwa pracy w eksploatacji urządzeń elektroenergetycznych, sieci miejskich i wiejskich.** Wyd. 2. 1953, s. 106, zł 10.—
- ROŚCISZEWSKI S.: **Tymczasowe instalacje elektryczne w budownictwie.** 1953, s. 96, zł 6.40
- SACHAROW P. W.: **Technologia produkcji aparatów elektrycznych.** Tłum. z ros. zespół. 1953, s. 319, zł 19.10. Zatwierdzono do użytku szkolnego przez CUSZ
- SCHWERTDTER W.: **Technika pomiarów elektrycznych.** Tłum. z niem. A. Szulce. Tom I. 1952, s. 212, zł 25.—. Tom II. 1953, s. 260, zł 17.20
- SKONIECZNY M.: **Elektryczne przyrządy pomiarowe. Wskazówki właściwego użytkowania.** 1953, s. 100, zł 5.50
- STRASZEWSKI A.: **Projektowanie urządzeń elektrycznych niskiego napięcia.** 1953, s. 307, zł 14.80. Zatwierdzono do użytku szkolnego przez CUSZ
- SYROMIATNIKOW I. A.: **Praca silników asynchronicznych.** Tłum. z ros. B. Walentynowicz. 1953, s. 224, zł 23.— (w oprawie)
- SZPOR S.: **Ochrona odgromowa.** Tom I. 1953, s. 410, zł 51.50 (w oprawie)
- SZYMIK F.: **Pomiary rozkładu napięć na izolatorach linii napowietrznych wysokiego napięcia. Przepisy bezpieczeństwa pracy.** 1953, s. 30, zł 2.—
- Transport paliwa i zasilanie kotłów węglem w elektrowniach. Tymczasowe przepisy bezpieczeństwa pracy.** 1953, s. 72, zł 4.40
- WALENTYNOWICZ B., ŻMIGRODZKI W.: **Aparaty elektryczne niskiego napięcia.** Wyd. 2. 1953, s. 392, zł 13.—. Zatwierdzono do użytku szkolnego przez CUSZ
- ŻYDANOWICZ J.: **Obliczanie elektryczne sieci elektroenergetycznych.** 1953, s. 334, zł 15.50. Zatwierdzono do użytku szkolnego przez CUSZ