

63

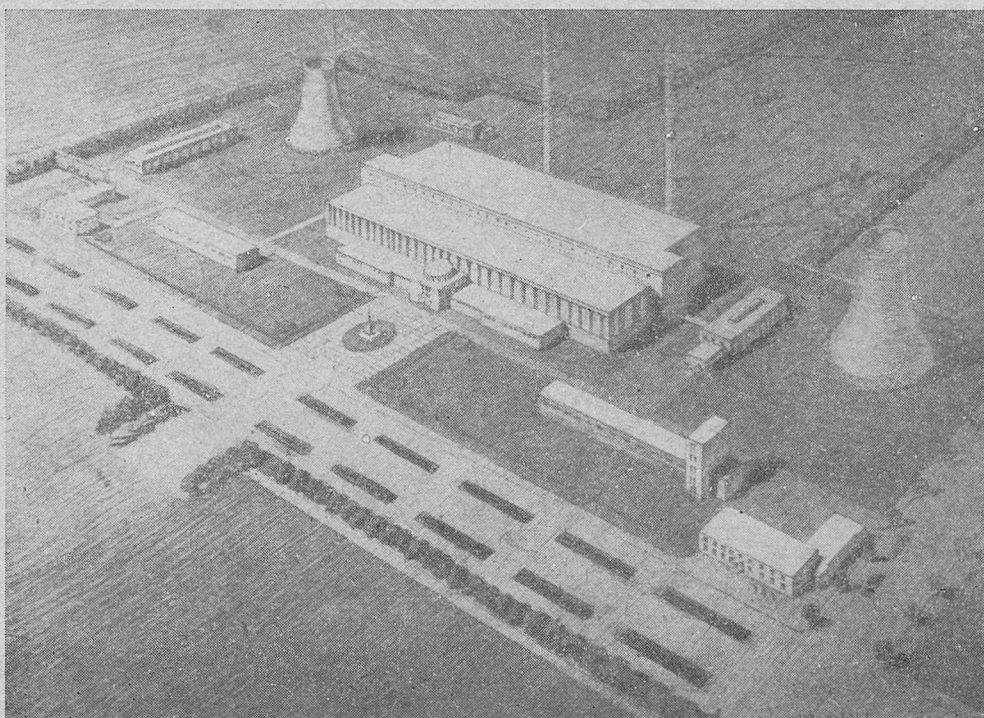
PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

ORGAN
MINISTERSTWA ENERGETYKI, MINISTERSTWA PRZEMYSŁU MASZYNOWEGO,
STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH

ROK XXX

ZESZYT 9

21.IX.1954



Krajowa elektrociepłownia o mocy 125 MW



WYDAWNICTWO NACZELNEJ ORGANIZACJI TECHNICZNEJ

SPIS RZECZY

Dryzek T., Mandel J. Pięć lat działalności biur projektowych Ministerstwa Energetyki.
Andrzejewski S. Typowy projekt wstępny elektrociepłowni przemysłowej.
Sowiński M. Projektowanie dużych elektrociepłowni miejskich.
Rozenbejn S. Pierwsze polskie elektrownie na niskogatunkowym paliwie miejscowym.
Chwalibóg J., Demel W., Wilk Z., Żmudziński Z. Typowe linie elektroenergetyczne na 110 kV.
Gołębiowski S., Nartowski Z. Stacje transformatorowe na 220 kV.
Maryański T. Problemy rozwoju modernizacji kotłów parowych.
Rydlewicz J. Miejskie stacje transformatorowe.
Jendryczko K. Przemysł elektrotechniczny na Krajowej Wystawie Wynalazczości i Postępu Technicznego we Wrocławiu.
Wydawnictwa nadesłane.
Biuletyn Instytutu Elektrotechniki:
Podgrzewanie pastylek bakielitowych metodą promiennikowo-stykową.
Automatyzacja pomiarów udarowych.
Sprężony gaz jako izolacja wysokonapięciowa.
Przegląd Dokumentacyjny Elektrotechniki.

СОДЕРЖАНИЕ

Дрызек Т., Мандель Я. Пять лет деятельности проектировочных бюро Министерства Энергетики.
Андреевский С. Типовой предварительный проект промышленной теплоэлектро-централи.
Сови́нский М. Проектирование больших городских тэц.
Розенбе́йн Ш. Первые польские электрические станции на низкокачественном местном топливе.
Хвалибу́г Я., Демель В., Вильк З., Жмудзи́нский З. Типичные электротехнические линии 110 кв.
Голембе́вский С., Нарто́вский З. Трансформаторные станции 220 кв.
Марианский Т. Проблемы модернизации паровых котлов.
Рыдле́вич Я. Городские трансформаторные станции.
Ендры́чко К. Электротехническая промышленность на Вроцлавской выставке изобретений и технического прогресса.
Поступившие публикации.
Бюллетень Электротехнического Института:
Подогрев бакелитовых таблеток лучисто-контактным способом.
Автоматизация импульсных измерений.
Сжатый газ как изоляция для высокого напряжения.
Библиографический Обзор Электротехники.

CONTENTS

Dryzek T., Mandel J. Five years of activity of the Design Offices at the Power Ministry.
Andrzejewski S. Typical preliminary project of an industrial electric power and heat plant.
Sowiński M. The designing of large urban combined electric power and heat plants.
Rozenbejn S. First Polish electric power plant using low-grade local fuel resources.
Chwalibóg J., Demel W., Wilk Z., Żmudziński Z. Typical 110-kV electric power lines.
Gołębiowski S., Nartowski Z. 220-kV transformer substations.
Maryański T. Problems of progress in boiler modernisation.
Rydlewicz J. Urban transformer substations.
Jendryczko K. The electrical industry at the Wrocław Exhibition of Inventions and Engineering Progress.
Publications received.
Bulletin of the Electrotechnical Institute:
Heating bakelite tablets by radiant contact method.
Surge measurement automatics.
Compressed gas as an H. T. insulation.
Electrotechnical Bibliography Review.

Warunki prenumeraty PRZEGŁĄDU ELEKTROTECHNICZNEGO na 1955 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 55 zł, półroczna 27 zł, kwartalna 13,50 zł.

Z prenumeraty ulgowej mogą korzystać w 1955 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 1955 r.	— do 30 listopada 1954 r.
„ II „ „	— do 28 lutego 1955 r.
„ III „ „	— do 31 maja 1955 r.
„ IV „ „	— do 31 sierpnia 1955 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 września 1954 r.

Zeszyt 9

MGR INŻ. T. DRYZEK
Dyrektor ZBPE
MGR INŻ. J. MANDEL
Naczelny inżynier ZBPE

Pięć lat działalności biur projektowych Ministerstwa Energetyki

1. Rys historyczny.

We wrześniu br. upływa 5 lat działalności biur projektów energetycznych Ministerstwa Energetyki.

We wrześniu 1949 r. zostało powołane do życia Biuro Projektów Energetycznych „Energoprojekt”; centrala przedsiębiorstwa powstała w Warszawie, poza tym utworzono ekspozytury w Warszawie, Krakowie, Stalinogrodzie, Wrocławiu, Poznaniu, Gdańsku i Łodzi. Taka organizacja nowopowołanego biura była spowodowana ówczesnymi warunkami, istniejącymi na odcinku kadrowym. Ekspozytury tworzone mianowicie tam, gdzie istniały już pewne zorganizowane komórki projektowe energetyki, względnie były potencjalne możliwości otrzymania kadr technicznych, a więc przede wszystkim w ośrodkach politechnicznych.

Tworzenie biur projektowych w bliskości politechnik umożliwiała nie tylko uzyskanie nowych kadr technicznych, lecz również pozwalało na nawiązanie współpracy technicznej z profesorami i asystentami. Najlepiej postawionymi organizacyjnie i dysponującymi najbardziej doświadczonymi technicznymi pracownikami były ekspozytury w Krakowie i Stalinogrodzie.

Krakowska ekspozytura powstała przez zlanie się istniejących na terenie Krakowa w latach 1947 — 49 dwóch komórek projektowych: biura projektów stacji, będącego oddziałem Zjednoczenia Energetycznego Okręgu Krakowskiego, i komórki projektowej oddziału Państwowego Budownictwa Elektrycznego w Krakowie. Wynikiem pracy biura projektów stacji w latach 1947 — 49 było zaprojektowanie i wybudowanie (pod nadzorem i kierownictwem pracowników biura odbywała się również budowa) stacji rozdzielczych 110-kilowoltowych, jak na przykład w Krakowie, oraz kilku stacji 30-kilowoltowych. Oddział Państwowego Budownictwa Elektrycznego projektował i nadzorował budowy linii najwyższych napięć, między innymi linii 220-kilowoltowej Śląsk — Łódź.

Nowoutworzone biuro „Energoprojekt”, ekspozytura w Krakowie, otrzymało zadanie opracowywania dokumentacji projektowo-kosztorysowej obiektów sieciowych najwyższych napięć, a mianowicie stacji o górnym napięciu 220, 110 i 60 kV oraz linii elektroenergetycznych o napięciu 220, 110, 60 i 30 kV.

Drugim ośrodkiem, mającym pewne osiągnięcia na odcinku projektowania, było biuro stalinogrodzkie. Utworzono je w ramach Biura Rozbudowy Zjednoczenia Energetycznego Okręgu Górnośląskiego, które powstało w połowie roku 1948. Instytucja ta prowadziła całość zadań inwestycyjnych zjednoczenia, spełniała rolę służby inwestycyjnej wszystkich inwestorów, opracowywała dokumentację techniczną, zajmowała się wykonawstwem, ześrodkowała księgowość. Były rozpoczęte prace nad rozbudową elektrowni w Chorzowie, Łaziskach, Zabrze, Szombierkach oraz odbudową elektrowni w Miechowicach. Nowopowołane biuro „Energoprojekt”, ekspozytura Stalinogrodzka, otrzymało zadanie projektowania elektrowni ciepłych.

Ekspozytura Poznańska została utworzona przez zgrupowanie w liczbie ok. 10 pracowników Zjednoczenia Energetycznego Okręgu Poznańskiego. Pierwsze projekty dotyczyły podstawy i linii średnich napięć oraz zagadnień koncepcyjnych sieci miejskich.

Ekspozyturę Łódzką utworzono przez oddelegowanie do niej kilku pracowników Zjednoczenia Energetycznego Okręgu Łódzkiego oraz przyciągnięcie młodych inżynierów absolwentów Politechniki Łódzkiej. Program jej pracy dotyczył zagadnień mających charakter studiów.

Ekspozytury Gdańską i Wrocławską utworzono w podobny sposób jak dwie ostatnio wymienione. Biuro w Gdańsku zaj-

mowało się głównie projektowaniem linii średnich napięć i w roku 1952 zostało włączone do biura krakowskiego. Biuro we Wrocławiu opracowywało dokumentację w zakresie sieciowym i częściowo w zakresie elektrowni wodnych; uległo likwidacji w roku 1951.

Ekspozyturę Warszawską, powstałą z działu studiów CZE, uzupełniono pracownikami oddelegowanymi z eksploatacji. Jej głównym zadaniem było projektowanie elektrowni ciepłych, a następnie wodnych.

Personel utworzonych biur projektowych był nieliczny i dysponował nikłym doświadczeniem w dziedzinie projektowania. Nie było doświadczenia w zakresie organizacji biura, a przede wszystkim w zakresie organizacji produkcji. Zagadnienie procesu technologicznego, rozdział projektu na fazy, zakres dokumentacji w poszczególnych fazach — były to problemy nowe, wymagające ustaleń i ujęć w formy prawno-techniczne. Jak trudne są te zagadnienia, świadczy fakt, że branżowa instrukcja projektowania, ujmująca sprawy zarówno treści i zakresu projektu, jak i wzajemne obowiązki inwestora i biura projektowego, została wydana dopiero w roku bieżącym. W rozwiązaniu zagadnień technicznych i organizacyjnych w słabym tylko stopniu można się było oprzeć na dotychczasowym doświadczeniu. Istniały dziedziny projektowania całkowicie nowe, nie znane naszym projektantom, jak projektowanie elektrociepłowni, elektrowni wodnych, ciepłownictwa, koncepcji sieci okręgowych i miejskich.

Przeгляд pracy biur projektowych w okresie pięciolecia ich istnienia wykazuje poważne osiągnięcia w dziedzinie zarówno technicznej, jak i organizacyjnej, a mianowicie opanowanie projektowania linii elektroenergetycznych, gdzie stopień dokumentacji stypizowanej dochodzi do 80%, stacji średnich i najwyższych napięć, gdzie typizacja dochodzi do 50%, sieci ciepłych, elektrowni kondensacyjnych i elektrociepłowni, w których to dziedzinach przystąpiono w 1953 r. do typizowania poszczególnych elementów projektu. Znaczący krok naprzód poczyniono w projektowaniu elektrowni wodnych. Rozpoczęto prace nad zagadnieniami specjalnymi, jak opracowanie projektu łączności dla poszczególnych układów energetycznych i łączności międzyukładowej, jak projekt zabezpieczeń dla układu krajowego. W toku jest opracowanie koncepcji układu energetycznego państwa w zakresie planu 5-letniego.

2. Zagadnienia organizacji pracy.

W dziedzinie organizacji ustalono strukturę wewnętrzną biura na podstawie wzorów radzieckich, dostosowaną do warunków polskich. Na podkreślenie zasługuje sprawa organizacji działów zajmujących się projektowaniem elektrowni ciepłych. Zorganizowane one są na zasadzie radzieckich „OKP” — oddziałów kompletnego projektowania. Całość projektu elektrowni, z wyjątkiem kilku specjalnych zagadnień, jak np. boczne kolejowe, architektura, jest wykonywana przez jeden dział. Zasada ta pozwala na szybkie i skoordynowane technicznie wykonanie projektu przez poszczególne pracownice specjalne (elektryczną, ciepłą, mechaniczną, budowlaną itd.) danego działu.

Poważnym minusem pracy naszych biur projektów jest słabość pracowni budowlanych, których do połowy 1952 r. biura projektujące elektrownie w ogóle nie miały. Część budowlaną projektu wykonywały przeważnie biura projektowe resortu Budownictwa Przemysłowego. Począwszy od połowy roku 1952 zaczęto, w myśl zasady „OKP”, tworzyć własne pracownice budowlane; pewne osiągnięcia mają na tym odcinku biura warszawskie, ale trudności w uzyskaniu wysokokwalifikowa-

nych projektantów uniemożliwiły dotychczas pełne zrealizowanie tego słusznego postulatu. Trzeba jednak podkreślić, że sprawa całokształtowego projektowania elektrowni ciepłych w jednym biurze projektów nabiera szczególnego znaczenia w warunkach polskich.

Podstawowe urządzenia elektrowni są dostarczane z zagranicy. Sprawa terminowego wykonania projektu technologicznego wiąże się ściśle z otrzymaniem w odpowiednich terminach podkładów projektowych dotyczących danych urządzeń. W przypadku wykonywania części budowlanej projektu przez inne biura projektowe mamy do czynienia z szeregowym systemem projektowania, tzn. biuro projektów budowlanych może przystąpić do wykonywania dokumentacji dopiero po otrzymaniu projektu technologicznego. Trudności w wykonaniu projektu technologicznego, wynikające z opóźnień w nadsyłaniu podkładów projektowych przez dostawcę zagranicznego, opóźniają jego opracowanie, a tym samym powodują późniejsze wydanie założeń budowlanych.

Natomiast biuro projektów, mające obok pracowni technologicznych pracownie budowlane, może usprawnić i przyspieszyć cykl projektowania. Praca nad projektem technologicznym i budowlanym może przebiegać w znacznej mierze równolegle; rozwiązania projektowe strony technologicznej mogą być w sposób ciągły uzgadniane z poglądami projektantów, opracowujących stronę budowlaną, i odwrotnie. System ten podnosi jakość projektu i przyspiesza jego wykonanie. Identyfikacja wygląda sprawa projektowania siłowni wodnych.

Dalsze osiągnięcia w dziedzinie organizacji pracy dotyczą takich zagadnień, jak planowanie i organizacja produkcji. Trzeba podkreślić, że zagadnienia te nie są bynajmniej proste i wymagają znajomości zarówno procesu technologicznego projektowania, jak i nakładu pracy rzeczywiście potrzebnego na poszczególne elementy projektu. Opracowana instrukcja organizacji produkcji, posiadane cenniki dokumentacji i normy czasowe pracy na większość prac projektowych pozwalają na planowe prowadzenie produkcji i stwarzają ramy dla określenia postępu w wydajności pracy.

W r. 1953 nastąpiła reorganizacja „Energoprojekt”. Struktura organizacyjna przedsiębiorstwa z ekspozyturami nie stwarzała warunków do dalszego rozwoju poszczególnych jednostek projektowych. Z dniem 1.I.53 utworzono Zarząd Biur Projektów Energetycznych i pięć biur projektowych, działających na zasadach przedsiębiorstw, a mianowicie: 1) Warszawskie Biuro Projektów Energetycznych zajmujące się projektowaniem elektrowni ciepłych, sieci ciepłowniczych, koncepcji sieciowych miejskich, koncepcji układu energetycznego państwa, zabezpieczeń i łączności w układach, 2) Warszawskie Biuro Projektów Siłowni Wodnych opracowujące dokumentację w zakresie hydroenergetyki, 3) Stalagrodzkie Biuro Projektów Siłowni Ciepłych wykonujące projekty elektrowni ciepłych i dokumentację w zakresie modernizacji kotłów, 4) Krakowskie Biuro Sieci Elektrycznych projektujące stacje elektryczne dla napięć górnych od 60 kV wzwyż i linie elektroenergetyczne, 5) Poznańskie Biuro Projektów Sieci Elektrycznych opracowujące dokumentację dla stacji średnich napięć. W roku 1954 utworzono Przedsiębiorstwo Geologiczno-Inżynierskie Energetyki z siedzibą w Krakowie, zajmujące się wykonywaniem dokumentacji geologicznej.

Dokonana reorganizacja przyczyniła się w dalszym stopniu do rozwoju biur projektów. Po pięcioletniej ich działalności możemy stwierdzić, że stały się one okrzepłymi organizacjami projektowymi, wyspecjalizowanymi w znacznej mierze w swojej tematyce, posiadającymi szereg wartościowych własnych rozwiązań technicznych.

3. Wyniki produkcyjne w pięcioleciu.

Wskaźniki procentowe otrzymane z porównania przewidywanego wykonania roku 1954 do wykonania roku 1950:

wzrost personelu produkcyjnego	233%
„ produkcji	420%
„ wydajności pracy	182%

W ciągu pięciolecia wykonano w dziedzinie sieci elektrycznych następujące projekty:

4 stacje i 300 km linii na 220 kV,	
49 stacji „ 1600 „ „ „ 110 „ „	
13 „ „ 180 „ „ „ 60 „ „	
176 „ „ 1160 „ „ „ 30 „ „	

W dziedzinie elektrowni ciepłych i elektrociepłowni wykonywano w pięcioleciu projekty 39 obiektów, z których uruchomiono 13. 20 obiektów z powyższej ilości przypada na

energetykę zawodową, 19 na przemysł (węglowy, hutniczy, metalowy, chemiczny, lekki i specjalny). Dokumentacja była opracowywana przeważnie dla elektrowni odbudowywanych i rozbudowywanych, co było szczególnie trudne ze względu na konieczność dostosowania urządzeń do istniejącej części elektrowni lub do remanentów.

Z obiektów nowych, budowanych od podstaw — jeżeli pominiemy obiekty projektowane przy współpracy z zagranicą — należy wymienić takie, jak będąca w budowie elektrownia w Ostrołęce, elektrociepłownia Łódź II, będąca w stadium uruchamiania elektrociepłownia przemysłowa przy fabryce przemysłu bawełnianego w Andrychowie, będące w budowie elektrociepłownie przemysłowe w Kłodawie (przemysł soli potasowych) i w Fastach (przemysł bawełniany).

Należy podkreślić, że technika wykonywania dokumentacji elektrowni ciepłych wszelkich typów, począwszy od małych elektrociepłowni przemysłowych do dużych elektrociepłowni miejskich i elektrowni kondensacyjnych, została w zupełności opanowana, w dużej mierze dzięki pomocy Związku Radzieckiego. Jeżeli się zważy, że przed 5 laty energetyka stawiała w tej dziedzinie dopiero pierwsze kroki, należy uważać jej zupełne opanowanie za bardzo poważne osiągnięcie.

W dziedzinie elektrowni wodnych wykonywano dokumentację 8 obiektów, z których 1 uruchomiono (Porąbka), 2 są w przededniu uruchomienia (Przewóz, Czchów), 2 w budowie (Brzeg, Olszna), 1 w stadium projektu technicznego oraz 1 w stadium projektu wstępnego (Górny San). Poza tym rozpoczęto w 1954 r. dokumentację dla odbudowy i budowy małych elektrowni wodnych. Rezultaty w tej dziedzinie należy uważać jako skromne i nie zadowalające. Powodem tego jest znikoma liczba doświadczonych fachowców hydroenergetyków w Polsce i niewystarczający rozwój komórki projektowania elektrowni wodnych do 1953 r. Dopiero utworzenie wydzielonego Biura Projektów Siłowni Wodnych i jego rozwój w ostatnim czasie pozwalają rokować nadzieję na właściwy postęp w tej dziedzinie projektowania.

W drugiej połowie 1952 r. utworzono komórkę projektową modernizacji kotłów. Zadaniem jej było — przez zmodernizowanie kotłów — podwyższenie ich wydajności i w ten sposób zmniejszenie rozpiętości między mocami zainstalowaną a osiągalną oraz uzyskanie wyższej sprawności. Młoda ta komórka ma już szereg wartościowych osiągnięć technicznych, jak np. zastosowanie pneumo-narzutów w kotłowniach i opracowanie dokumentacji dla szeregu kotłów, jak np. w Pruszkowie, Krakowie, Stalowej Woli i Łodzi.

W zakresie ciepłownictwa opracowano koncepcję sieci ciepłej Warszawy oraz wykonano szereg projektów dla poszczególnych odcinków sieci; pierwszy odcinek sieci zasilający Pałac Kultury i Nauki im. J. Stalina został w zeszłym roku oddany do użytku.

Poza tym znaczną część pracy projektantów była poświęcona zagadnieniom modernizacyjnym elektrowni i sieci oraz problemom specjalnym, jak opracowanie koncepcji sieci miejskich, układów energetycznych oraz zagadnieniom typizacji, normatywów, wytycznych do projektowania itd.

4. Typizacja.

Rozumiejąc poważną rolę typizacji, prowadzącej do oszczędności zarówno w budownictwie, jak i w projektowaniu, będącej ponadto decydującym czynnikiem w podniesieniu jakości dokumentacji, „Energoprojekt” przystąpił dość wcześnie, bo już w 1950 roku, do wykonywania opracowań typowych i pomocy projektowych. Naturalnie, działalność ta ograniczała się początkowo do linii i stacji elektrycznych, później objęła sieci ciepłe, a od 1953 roku obejmuje również dziedzinę projektowania elektrowni.

W ciągu pięciolecia wykonano w poszczególnych dziedzinach projektowania następujące ilości typowych opracowań projektowo-konstrukcyjnych i pomocy projektowych (wytyczne do projektowania, obliczenia, tłumaczenia):

	typowe opracowania projekt. konstr.	pomoce projektowe
elektrownie	14	22
linie elektryczne	27	14
stacje elektryczne	64	49
sieci miejskie	—	17
zabezpieczenia (obwody wtórne)	11	35
sieci ciepłownicze	15	3
zagadnienia budowlane	—	3
razem	131	143



Tematyka w dziedzinie elektrowni obejmowała projekt wstępny elektrociepłowni przemysłowych, schematy ciepłe turbin TC-25 i WK-50, typowe warsztaty i magazyny. W dziedzinie linii elektrycznych typizacja jest daleko posunięta: obejmuje słupy stalowe linii dla napięć 110 — 30 kV i słupy drewniane linii dla napięć 110 — 15 kV, ponadto fundamenty pod słupy, uziemienia, izolację itd.

W zakresie stacji zakres rozwiązań typowych jest bardzo szeroki: obejmuje rozdzielnie napowietrzne na 110, 30 i 15 kV, rozdzielnie wewnętrzne na 30, 15 i 6 kV i stacje transformatorowe na 15 i 6 kV.

Należy zaznaczyć, że z opracowań typowych korzystają wszystkie resorty i że ilość rozpowszechnianych opracowań wynosi ok. 1200 miesięcznie.

5. Współpraca z przemysłem.

Nieodzownym warunkiem rozwoju energetyki polskiej i przystosowania jej do rosnących potrzeb kraju jest produkcja urządzeń energetycznych.

Dla biur projektów sprawa ta ma doniosłe znaczenie, gdyż produkcja krajowa wszelkich potrzebnych maszyn i urządzeń w kraju uwolni projektantów z jednej strony od żmudnego uzgadniania danych technicznych z dostawcami zagranicznymi, które jest główną przyczyną opóźnienia dokumentacji, z drugiej zaś strony umożliwi jak najdalej idącą typizację.

Kontakt z przemysłem elektrotechnicznym był bodźcem do rozszerzenia zakresu krajowej produkcji maszyn i aparatów elektrycznych, niestety, jeszcze nie wystarczającego dla potrzeb energetyki. Współpraca „Energoprojektu” z przemysłem przyczyniła się do rozwoju krajowej produkcji urządzeń pomocniczych dla elektrowni, jak urządzenia do nawęglania i odpopielania, pompy specjalne, rurociągi, armatura, aparatura pomiarowo-kontrolna itd.

Obecnie „Energoprojekt” uzgadnia z krajowym przemysłem turbinowo-kołowych typowe schematy i dyspozycje urządzeń turbinowych i kotłowych, opartych na jednostkach, których krajową produkcję podjęto na podstawie licencji radzieckich, a mianowicie na turbinie ciepłowniczej o mocy 25 MW (TC-25), turbinie kondensacyjnej o mocy 50 MW (WK-50) i kotle o wydajności 230 t/h (TP-230).

Zadaniem najbliższej przyszłości jest przyczynienie się we współpracy z przemysłem krajowym do podjęcia przez niego produkcji pozostałych urządzeń tak, aby można było w przyszłości budować kompletne elektrownie z dostaw krajowych.

6. Współpraca z zagranicą.

Osiągnięcie przez biura projektowe w dosyć krótkim czasie znacznego poziomu zarówno pod względem technicznym, jak i organizacyjnym, było możliwe dzięki uzyskaniu wydanej pomocy ze strony organizacji projektowych radzieckich i czechosłowackich.

Pierwszą pomoc w dziedzinie budowy elektrowni ciepłych po wojnie zawdzięczamy Czechosłowacji. Na tle kompletnych dostaw urządzeń ciepłomo-mechanicznych dla elektrowni Miechowice, Zabrze, Jaworzno I i Czechnica nasi projektanci zdobywali pierwsze doświadczenie w projektowaniu elektrowni. Należy zaznaczyć, że łącznie z dostawami urządzeń dostarczana była dokumentacja w ramach tych dostaw, jak np. rurociągów, urządzeń pomiarowo-kontrolnych, urządzeń do odpopielania itd.

W projektowaniu elektrowni wodnych istnieje współpraca „Energoprojektu” z czechosłowackim „Hydroprojektem”, który dla niektórych elektrowni wodnych projektuje część mechaniczną i elektryczną.

Projekty dla elektrowni „Jaworzno II” i „Żerań” wykonane przez radziecki „Tieploelektroprojekt” umożliwiły naszym projektantom zapoznanie się z nowoczesnymi rozwiązaniami technicznymi wielkich elektrowni kondensacyjnych i elektrociepłowni. Na tych projektach szkolili się liczni nasi projektanci zarówno co do zakresu projektu, jak i w metodologii projektowania na poszczególnych etapach.

Pobyt ekspertów radzieckich w naszym biurze, praktyka naszych projektantów w Związku Radzieckim, uzyskane od organizacji projektowej radzieckiej materiały techniczne w zakresie przepisów, wytycznych, rozwiązań typowych umożliwiły nam opanowanie projektowania ciepłownictwa, dziedzi-

ny zupełnie w naszym kraju nie znanej. Ekspertyzy i konsultacje, przeprowadzone przez specjalistów radzieckich w takich dziedzinach, jak zabezpieczenia i łączność, pomogły nam w opanowaniu nowych metod projektowania, zapoznały z nowoczesnymi śmiałościami rozwiązaniami technicznymi. Znaczną pomoc otrzymaliśmy i w zagadnieniach organizacyjnych. Konsultacja w „Tieploelektroprojekcie”, uzyskana przez kierownictwo „Energoprojektu”, pozwoliła nam zapoznać się ze strukturą organizacyjną biur projektowych, z ich systemem planowania organizacji produkcji, plac, finansowania, z metodami pracy z załogą, z ruchem współzawodnictwa.

7. Szkolenie zawodowe.

Szybki wzrost ilościowy personelu produkcyjnego biur projektowych, wynikający z potrzeb rozwijającej się szybko energetyki, postawił przed kierownictwem biur, jako jedno z najważniejszych zagadnień, sprawę podniesienia poziomu technicznego projektantów. Nowi pracownicy to w przeważającej mierze inżynierowie i technicy bez odpowiedniego stażu praktycznego w wykonawstwie inwestycyjnym i eksploatacji, bez doświadczenia projektowego. W celu podniesienia ich kwalifikacji technicznych organizowane są kursy specjalizacyjne i praktyki na budowach. W roku 1953 zorganizowano kursy projektowania urządzeń dla gospodarki wodnej, urządzeń do odzyskiwania i nawęglania, zabezpieczeń, wyzyskania zasobów wodnych, zapoznania się z rachunkiem krakowianów.

W roku 1954 odbyły się kursy projektowania rurociągów i zabezpieczeń, a w planie są kursy projektowania konstrukcji budowlanych dla inżynierów statyków, projektowania stacji wewnętrznych dla elektrowni, schematów ciepłych, urządzeń telekomunikacyjnych, sieci ciepłych, ponadto dwa kursy kosztorysowania.

Niektóre z tych kursów były organizowane przy współpracy SEP-u, jak np. wyzyskania zasobów wodnych, rurociągów. W kursach tych uczestniczyli pracownicy biur projektowych również spoza resortu energetyki.

Znaczny procent naszych pracowników odbywał studia w Wyższej Szkole Inżynierskiej. Są to wysunięci przez załogi przodujący w pracy technicy.

8. Współzawodnictwo.

Do uzyskania podanych wyników pracy w znacznej mierze przyczynił się ruch współzawodnictwa. Dzięki ofiarności pracowników produkcyjnych i usługowych w wielu przypadkach podjęte zobowiązania przyczyniły się do skrócenia terminów wykonania dokumentacji technicznej oraz do uzyskania poważnych oszczędności. Formy współzawodnictwa w ciągu pięcioletniej działalności biur projektów stawały się coraz cenniejsze i różnorodniejsze. Obecnie istnieje współzawodnictwo o tytuł najlepszego biura, o tytuł najlepszej pracowni, czy działu w danym biurze. Z roku na rok widzimy wzrost zainteresowania wśród personelu zagadnieniami współzawodnictwa: w roku 1951 udział pracowników we współzawodnictwie wynosił w stosunku do ogółu zatrudnionych pracowników produkcyjnych 61%, w 1952 r. — 73%, w 1953 r. — 85,8%, a w 1954 r. mamy Biura (Krakowski i Poznański), w których ruch współzawodnictwa objął cały personel produkcyjny.

9. Zakończenie.

Należy jeszcze na tym miejscu poświęcić kilka słów tym, którzy ofiarą i niezmordowaną pracą przyczynili się do stworzenia biur projektowych i podniesienia ich na poziom dzisiejszy. Są wśród nich pracownicy kierownictwa, projektanci i pracownicy usługowi, księgowi i pracownicy wyświetlarni; jest to przede wszystkim ten kolektyw w biurze, który skupia dokoła siebie całą załogę i mobilizuje ją do wykonania niejednokrotnie bardzo trudnych zadań produkcyjnych. Mamy wśród siebie przodowników pracy i racjonalizatorów, jak np. inż. Zmysłowski Arkadiusz, techn. Szulc Józef, inż. Malinowski Jan, kreślarka Zeig Julia, inż. Wilk Zdzisław. Mamy wyróżnionych odznaczeniami państwowymi projektantów, jak np. inż. Gamza Alojzy, inż. Jędras Mieczysław, inż. Kokoszczyński Zygmunt i inż. Gaiński Eugeniusz. Przykład ich pracy winien być wzorem i podniecią dla wszystkich pracowników naszych załóg, winien mobilizować do dalszych osiągnięć w dziedzinie projektowania energetycznego.

STANISŁAW ANDRZEJEWSKI

Typowy projekt wstępny elektrociepłowni przemysłowej

(083.9):658.516:662.9+621.3

Treść. Kilkanaście opracowanych projektów elektrociepłowni przemysłowych wykazało możliwość i celowość opracowania typowego projektu elektrociepłowni. Dla dużego zakresu wydajności pary wystarczyły kotłownie wyposażone w dwa typy kotłów o wydajności 16 i 32 t/h. Odpowiednio do założonej wydajności kotłowni wybrano nawęglanie i odzulfanie oraz liczbę i wydajność pomp zasilających. Przyjęto turbiny przeciwprężne oraz kondensacyjno-upustowe. Schemat cieplny oraz schemat rurociągów zależą od liczby kotłów i turbin. Za najwłaściwszy uznano układ rurociągów z jednym sekcjonowanym kolektorem. Kompozycję budowlaną opracowano w trzech wariantach dla kotłowni z kotłami o wydajności po 32 t/h, a w czterech wariantach przy zastosowaniu kotłów 16 t/h. Obliczone średniówki wykazują niewielką kubaturę budynków w stosunku do mocy instalowanej.

Типовой предварительный проект промышленной теплоэлектроцентрали. Разработка ряда проектов промышленных тэц указала возможность и целесообразность разработки типового проекта. Для широкого пределов производительности пара можно ограничиться двумя типами котлов — производительностью 16 и 32 т/час. Для заданной производительности котельной разрешены вопросы подачи угля и золоудаления, а также установлены число и производительность питательных насосов. Приняты турбины с противодавлением и конденсационные с отбором пара. Тепловая схема и схема трубопроводов зависят от числа котлов и турбин. Система трубопроводов с одним секционированным коллектором признана наиболее правильной. Строительная часть разработана в трех вариантах для котлов производительностью 32 т/час и в четырех вариантах для котлов производительностью 16 т/час. Средние величины дают небольшую кубатуру зданий на единицу установленной мощности.

Typical preliminary project of an industrial electric power and heat plant. A dozen or so projects compiled for industrial electric power and heat plants have the feasibility and rationality of compiling a typical project for electric power and heat plants. Boiler houses equipped with boilers of two types — with an output capacity of 16 t/h and 32 t/h are adequate to meet a performance within a wide range. Coal supply and slag removal, as well as the number and capacity of boiler feed pumps have been selected according to the boiler house performance on which the projects are based. Back-pressure and condensing extraction turbines have been selected for the scheme. The heat and pipework diagrams depend upon the number of boilers and turbines. A pipework system with one-section collector is considered as being the most suitable. The building composition has, for boilers with an output of 32 t/h, been prepared in three alternatives, and for boilers with an output of 16 t/h — in four alternatives. The averages computed show that the cubic capacity of buildings relatively to installed capacity is very moderate.

1. Wstęp.

Stalinogrodzkie Biuro Projektów Siłowni Ciepłych opracowało kilkanaście projektów budowy nowych, czy też odbudowy zniszczonych elektrociepłowni przemysłowych dla dziesięciu różnych gałęzi przemysłu. W czasie prac nad dokumentacją projektanci napotykali szereg podobnych problemów do rozwiązania i stwierdzili, że pomimo wielkiej różnorodności zakładów obsługiwanych przez te elektrociepłownie i pomimo dużej rozpiętości ich wielkości wiele elementów można rozwiązać w sposób jeżeli nie identyczny, to przynajmniej bardzo podobny.

Parametry pary potrzebnej do procesów technologicznych niewiele się różniły. Natomiast ustalenie ilości potrzebnego ciepła, czy też ilości pary zużywanej przez zakład do celów technologicznych natrafiało na poważne trudności. Projektant technologicznej części zakładu nie zawsze potrafił określić zapotrzebowanie ciepła. Zdarzało się, że w czasie projektowania zapadały decyzje zmieniające proces technologiczny, co z kolei wpływało na zmianę potrzebnej ilości ciepła. Ale nawet w przypadku, kiedy sam proces technologiczny był ustalony, a urządzenie po raz pierwszy konstruowano w kraju, konstruktor — nie będąc pewnym swoich teoretycznych obliczeń — podawał zapotrzebowanie ciepła z przesadną niejednokrotnie rezerwą. Znacznie ściślej można było obliczyć zapotrzebowanie ciepła do ogrzewania i wentylacji, gdyż kubaturę budynków łatwiej było określić, na tej zaś podstawie obliczenie zapotrzebowania ciepła z dostateczną dla założeń dokładnością było już łatwe.

Wobec niedokładności w określaniu liczb najważniejszych w założeniach elektrociepłowni przemysłowej powstało zagadnienie, czy słuszne jest bardzo ściśle dostosowanie wydajności urządzeń projektowanej elektrociepłowni do niepewnych założeń, i stwierdzono, że niewłaściwe jest dobieranie kotłów o bardzo różniczkowanej wydajności.

2. Wybór kotłów.

W porozumieniu z Centralnym Biurem Konstrukcji Kotłowych w Tarnowskich Górach ustalono, że dużą liczbę typów kotłów wytwarzanych przez przemysł krajowy można ograniczyć do kilku bardziej nowoczesnych typów. Najczęściej spotykane u nas wielkości zapotrzebowania pary w elektrociepłowniach przemysłowych wskazywały na dwie wydajności, jako szczególnie nadające się do wyboru, a mianowicie 16 i 32 t/h.

Kotły o tych wydajnościach były najlepiej opracowane konstrukcyjnie i stanowiły najnowocześniejsze jednostki wytwarzane w kraju. Nasuwały się obawy, że duży skok od wydajności 16 do 32 t/h może być w niektórych przypadkach powodem niepotrzebnego przeinwestowania kotłowni, a mianowicie w tym przypadku, kiedy kotły o wydajności 16 t/h będą za małe, a kotły na 32 t/h za duże. Dokładniejsze zbadanie sprawy wykazało, że obawy te są płonne.

Najmniejsza budowana dotąd po wojnie elektrociepłownia miała dostarczać około 32 t/h pary; ze względu na konieczną rezerwę musiała być wyposażona w 3 kotły o wydajności 16 t/h każdy, z czego dwa miały pracować przy największym obciążeniu, trzeci stanowił rezerwę. Przy większym

zapotrzebowaniu pary przewidywano kotłownię złożoną z 4 kotłów o wydajności po 16 t/h, co dawało największą wydajność kotłowni 64 t/h przy zachowaniu zasady kotła rezerwowego. Wydajność kotłowni 64 t/h można osiągnąć dwoma zespołami kotłów: 5×16 t/h albo 3×32 t/h. Przy założeniu, że jeden kocioł stanowi rezerwę, wydajność kotłowni będzie w obu przypadkach jednakowa, a mianowicie 64 t/h. Łączna wydajność wszystkich zainstalowanych kotłów po 16 t/h wyniesie 80 t/h, a kotłów po 32 t/h aż 96 t/h, wydaje się więc, że w drugim przypadku kotłownia jest za duża i za kosztowna. Należy jednak pamiętać, że cena kotła bynajmniej nie jest proporcjonalna do jego wydajności, a można przyjąć, że jest proporcjonalna do wydajności w potęgde 0,7. Jeżeli więc przyjąć cenę kotła o wydajności 16 t/h za 1,0, to cena kotła o wydajności 32 t/h powinna wynosić tylko 1,62, a zatem cena względna kotłowni złożonej z 5 kotłami po 16 t/h będzie wynosiła 5,0, a kotłowni z 3 kotłami po 32 t/h 4,86. Ponieważ przy trzech kotłach zarówno koszt kotłowni, jak i koszty obsługi i utrzymania, są mniejsze niż przy pięciu, wariant z kotłami o wydajności po 32 t/h jest korzystniejszy.

W ten sposób powstał następujący szereg wydajności kotłowni:

liczba kotłów	wydajność kotła	wydajność kotłowni
2	16 t/h	16 t/h
3	16 t/h	32 t/h
4	16 t/h	64 t/h
3	32 t/h	64 t/h
4	32 t/h	96 t/h

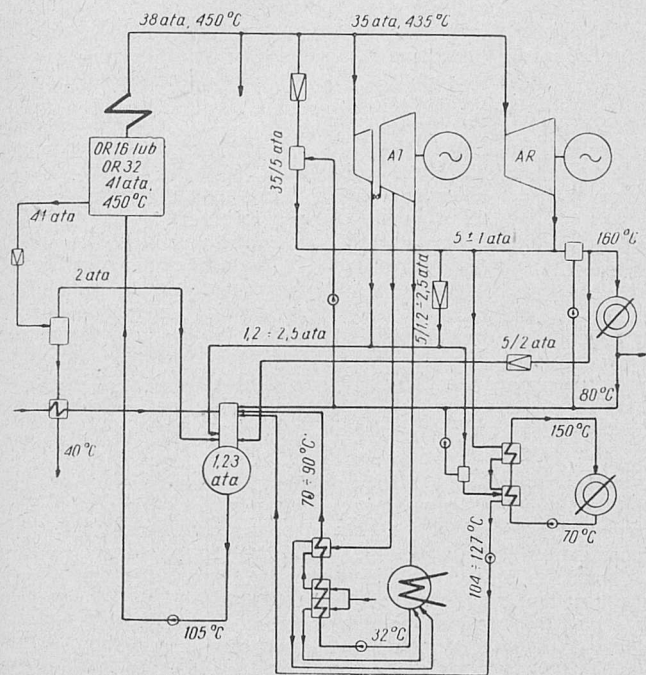
Przy zapotrzebowaniu pary przekraczającym 96 t/h należałoby zastosować kotły o wydajności 64 t/h, które są obecnie w stadium konstruowania. Tak duże zapotrzebowanie pary spotyka się tylko albo w bardzo dużych — rzadziej u nas budowanych — zakładach, albo w elektrociepłowniach miejskich, które nie były objęte pracami typizacyjnymi.

Po opracowaniu projektu typowego stwierdzono, że kotłownia złożona tylko z dwóch kotłów po 16 t/h jest pod wieloma względami rozwiązaniem niekorzystnym. Niewielka ilość pary 16 t/h stawia pod znakiem zapytania celowość gospodarki skojarzonej, toteż Naczelna Rada Techniczna stwierdziła, że tę wielkość należy uznać za nietypową, tym bardziej, że w dotychczasowej praktyce polskiej nie spotykaliśmy elektrociepłowni tej wielkości.

W rezultacie typowe opracowanie ograniczy się do 4 wielkości, a mianowicie: 3 i 4 kotły po 16 t/h oraz 3 i 4 kotły po 32 t/h. Wybór jednego z tych czterech wariantów zależy nie tylko od wartości największego zapotrzebowania pary, ale i od charakteru zapotrzebowania. Jeżeli np. największe zapotrzebowanie pary elektrociepłowni wyniesie ponad 80 t/h, wybór kotłowni złożonej z 4 kotłów o wydajności po 32 t/h nie ulega, zdaje się, wątpliwości. Jeżeli jednak obliczone zapotrzebowanie wyniesie np. około 75 t/h i trwa tylko przez krótki okres czasu w zimie, to należy wybrać kotłownię z 3 kotłami po 32 t/h i zbadać, jakie skutki będzie miało wypalenie jednego kotła z ruchu i związane z tym ograniczenie wydajności kotłowni do 64 t/h. Jeżeli stanowić to będzie tylko o ograniczeniu ogrzewania w czasie silniejszych mrozów

lub o zmniejszeniu produkcji mniej ważnych oddziałów, to niecelowe byłoby budowanie kotłowni o wydajności 96 t/h.

W powyższy sposób kotłownia, ta najpoważniejsza i najkosztowniejsza część elektrociepłowni, została dla bardzo



Rys. 1. Schemat cieplny elektrociepłowni z turbiną przeciwną i kondensacyjno-upustową

3. Inne założenia.

Dla umożliwienia wyboru innych elementów elektrociepłowni konieczne było poczynienie szeregu dodatkowych założeń, które opracowano w połowie 1952 r. Po dwóch latach okazało się, że nie wszystkie z tych założeń są słuszne, i do dalszego opracowania typowej dokumentacji trzeba będzie przyjąć nowe — skorygowane na podstawie szerszej praktyki — wartości.

Przyjęto zatem, że obciążenie cieplne będzie się składać w 80% z zapotrzebowania ciepła do celów technologicznych o rocznym czasie użytkowania 7000 h. Ciepło będzie dostarczane w parze o ciśnieniu 5 ± 1 ata, względnie 10 ± 13 ata. Straty skroplin przyjęto na 20 do 80%.

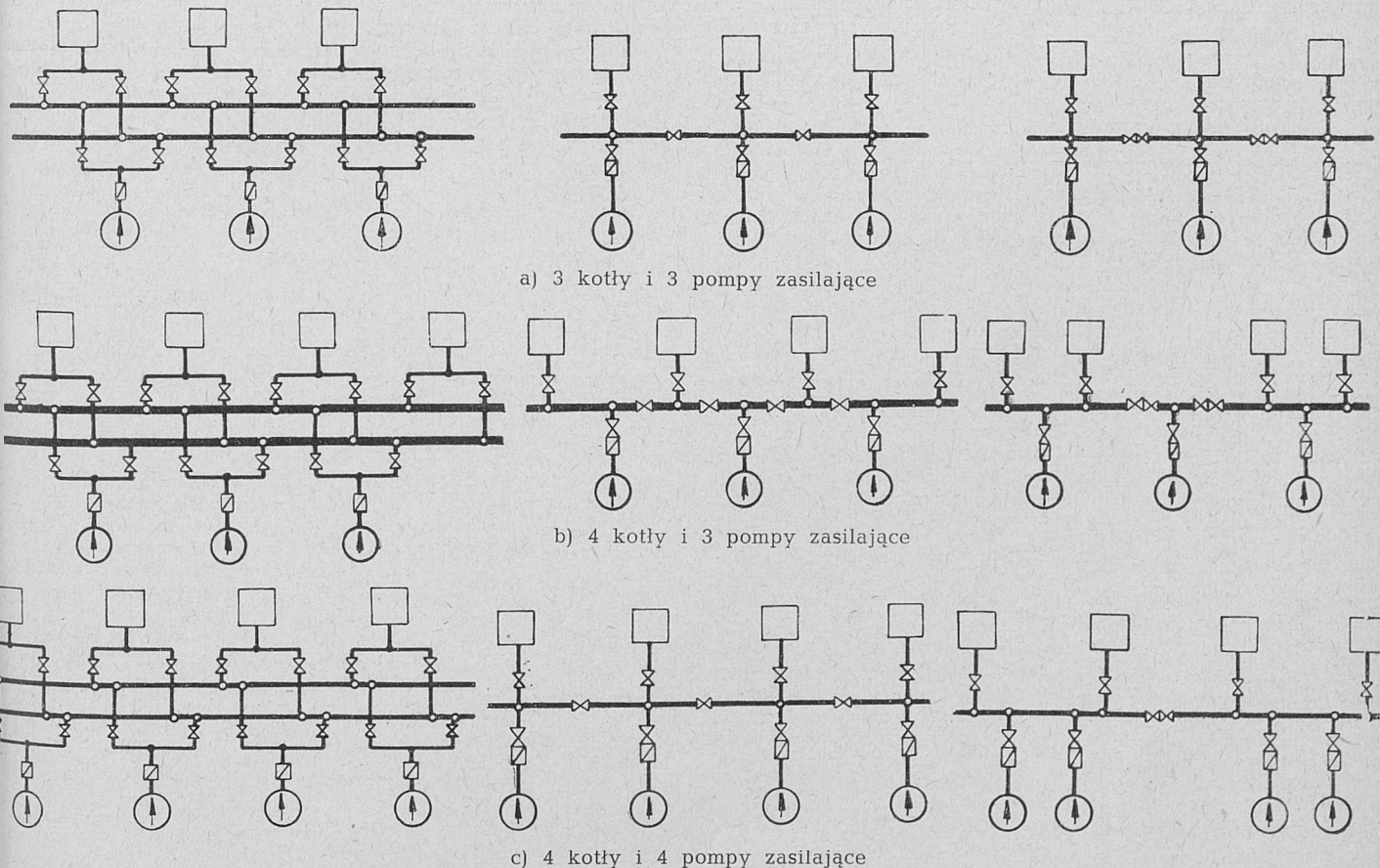
Ciepło do ogrzewania miało być dostarczone za pośrednictwem wody o temperaturze 150°C przy najniższej obliczeniowej temperaturze zewnętrznej -20°C . Czas użytkowania szczytowego obciążenia grzejnego przyjęto na 2400 h, czas trwania sezonu ogrzewniczego na 5000 h w roku.

Praktyka wykazała, że założenia powyższe nie były w całości właściwe. Wprawdzie zarządzeniem PKPG nakazane jest stosowanie do ogrzewania gorącej wody, lecz przy niewielkim — w stosunku do zapotrzebowania technologicznego — zapotrzebowaniu ciepła grzejnego może okazać się bardziej ekonomiczne zastosowanie jednej parowej sieci ciepłej, a tym samym i ogrzewania parowego.

Czas użytkowania szczytowego obciążenia technologicznego przyjęto za wysoki. Należy liczyć się raczej z 5000 h użytkowania. Podobnie za wysoki był przyjęty czas użytkowania obciążenia grzejnego, który w naszych warunkach wynosi powyżej 2100 h rocznie.

Wartość opałową paliwa przyjęto z nadmierną ostrożnością za niską. Należy przewidywać, że nie spadnie ona poniżej 4500 kcal/kg.

Natomiast przyjęte dwie charakterystyczne analizy wody zostały określone trafnie i odpowiadają — pierwsza często spotykanej u nas wodzie rzecznej, druga wodzie głębinowej:



Rys. 2. Trzy warianty układu rurociągów zasilających

wielu przypadków ograniczona tylko do 4 typów. Takie zmniejszenie liczby typów pozwoliło na pokuszenie się o rozwiązanie całej elektrociepłowni, choć wiele elementów każdego z 4 wykazanych typów wypadnie opracować w wielu wariantach.

		I	II
twardość ogólna	($^{\circ}\text{N}$)	12	20
twardość węglanowa	($^{\circ}\text{N}$)	9	12
zawartość krzemionki	(mg/l)	10	20.

Parametry pary przyjęto: na kotłach 40 atn, 450°C, dolotowe 36 atn, 435°C. Jest to zgodne z projektem normalizacji parametrów, który przewiduje dla mniejszych i średnich elektrociepłowni i dla małych elektrowni ciśnienie rzędu 40 atn, a dla dużych elektrociepłowni i elektrowni ciśnienie rzędu 110 atn.

Inne stosowane czasem parametry, jak np. dolotowe 23 atn i 380°C, potraktowano jako zanikające, a więc nietypowe.

4. Wybór turbin.

Wobec dużego czasu użytkowania obciążenia technologicznego bardzo celowe było zastosowanie turbiny przeciwprężnej do pokrycia zapotrzebowania pary technologicznej dla zakła-

TABLICA I

Wydajność kotłowni t/h	3 × 16	4 × 16	3 × 32	4 × 32
Pompy z napędem elektrycznym	2 × K - 80	3 × K - 80	2 × K - 100	2 × K - 150
Turbopompy	1 × K - 80	1 × K - 80	1 × K - 100	1 × K - 150
Razem	3 × K - 80	4 × K - 80	3 × K - 100	3 × K - 150

du. Natomiast założenie, że do ogrzewania będzie użyta gorąca woda, wskazało na turbospoły kondensacyjno-upustowe z regulowanym upustem o ciśnieniu 1,2 do 2,5 atn, jako najodpowiedniejsze do danego celu. Maszyny te mają w Związku Radzieckim znak AT.

Przy mniejszym czasie użytkowania obciążenia technologicznego, a zwłaszcza przy zastosowaniu tylko pary jako je-

TABLICA II

Wydajność kotłowni (t/h)	3 × 16	4 × 16	3 × 32	4 × 32
Wydajność odgazowywacza (t/h)	2 × 40	2 × 40	2 × 55	2 × 80
Pojemność zbiorników (t)	2 × 24,5	2 × 33	2 × 51	2 × 51
Zapas wody przy średnim obciążeniu zimowym (h)	1,6	1,3	1,47	1,0

dynego czynnika grzejącego zarówno do celów technologicznych, jak i do ogrzewania, nie będzie można stosować turbin ciepłowniczych AT, lecz trzeba będzie stosować maszyny ty-

jednej maszyny typu AP, a dla większych jednej przeciwprężnej AR i jednej upustowej AP lub dwu jednakowych maszyn AP.

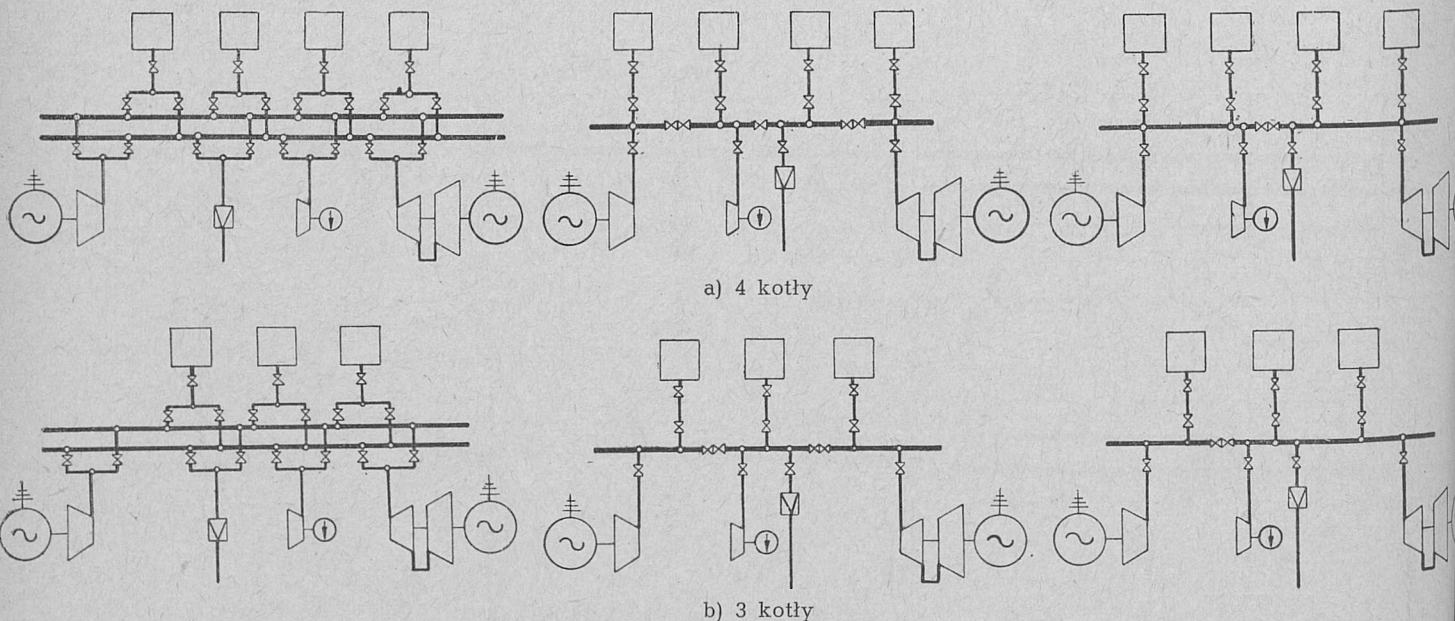
Turbina wyłącznie przeciwprężna będzie miała rację bytu tylko w bardzo małych elektrociepłowniach, i to tam, gdzie pobór pary do celów technologicznych wyraźnie przeważa nad poborem do ogrzewania.

Jak widać, zmiana założeń wymaga zmiany tej części projektu, która dotyczy turbin. Praktyka okazała jednak, że w większości przypadków budowy nowych elektrociepłowni przemysłowych projektowanie, a zatem i budowa maszynowni, ulega zwykle poważnemu opóźnieniu w stosunku do kotłowni. Przyczyny tego są dwojakie. Przy uruchomieniu nowego zakładu energię elektryczną można otrzymać z sieci, natomiast parę trzeba wytworzyć na miejscu, budowa kotłowni jest więc zazwyczaj pilniejsza niż budowa maszynowni. Ponadto kotły z całym ich dodatkowym wyposażeniem są wytwarzane w kraju, wybór więc typu kotła i uzyskanie danych do projektu nie następczą trudności. Turbiny są, jak dotąd, prawie wyłącznie importowane i sprawa wyboru odpowiedniego typu, uzyskania danych do projektowania jest trudna i ciągnie się bardzo długo. W ten sposób zarówno konieczność, jak i możliwości budowy, wysuwają na pierwszy plan dokumentację kotłowni.

Od wyboru turbin zależy schemat cieplny, a w dalszej konsekwencji i schemat rurociągów. Na rys. 1 przedstawiono schemat cieplny układu elektrociepłowni wyposażonej w jedną maszynę przeciwprężną, dostarczającą parę o ciśnieniu 5 ± 1 atn do celów technologicznych, oraz w turbinę upustową z upustem regulowanym w granicach 1,2 do 2,5 atn i zasilającym podstawowy podgrzewacz wody sieciowej. Rezerwę dla turbiny przeciwprężnej stanowi stacja redukcyjno-chłodząca z ciśnienia 35 atn do 5 ± 1 atn. Para technologiczna ogrzewa także podgrzewacz szczytowy wody sieciowej. Rezerwę turbiny upustowej stanowi stacja redukcyjno-chłodząca z 5 na 1,2 do 2,5 atn.

Skośliny z podgrzewaczy sieciowych i z fabryki są kierowane do odgazowywacza. Skośliny ze skraplacza turbiny upustowej są podgrzewane w skraplaczu smoczka oraz w jednym regeneracyjnym podgrzewaczu niskoprężnym i są kierowane również do odgazowywacza atmosferycznego, pracującego przy temperaturze 105°C i zasilanego parą zdławioną z turbiny przeciwprężnej lub parą upustową z turbin AT. Do odgazowywacza są także odprowadzane opary z rozprężacza odmulin kotłów.

Wodę zasilającą pompuje się z odgazowywacza bezpośrednio do kotłów. Ponieważ kotły krajowe są budowane na



Rys. 3. Dwa warianty układu wysokoprężnych rurociągów parowych

pu AP, kondensacyjno-upustowe z regulowanym upustem o ciśnieniu dostosowanym do potrzeb technologicznych, tzn. 3 względnie 5 ± 1 atn.

Wprowadzenie jednego czynnika grzejącego — pary — pozwoli zatem na zastosowanie dla małych elektrociepłowni

wodę zasilającą o temperaturze 105°C nie przewiduje się zastosowania regeneracyjnych podgrzewaczy wysokoprężnych.

W razie zastosowania jedyne go czynnika grzejącego — pary o jednym ciśnieniu — schemat ulegnie znacznemu uproszczeniu. Znikną stacja podgrzewaczy wody sieciowej,

przewody pary na $2,5 \div 1,2$ ata oraz stacje redukcyjno-chłodzące z 5 na $2,5 \div 1,2$ ata.

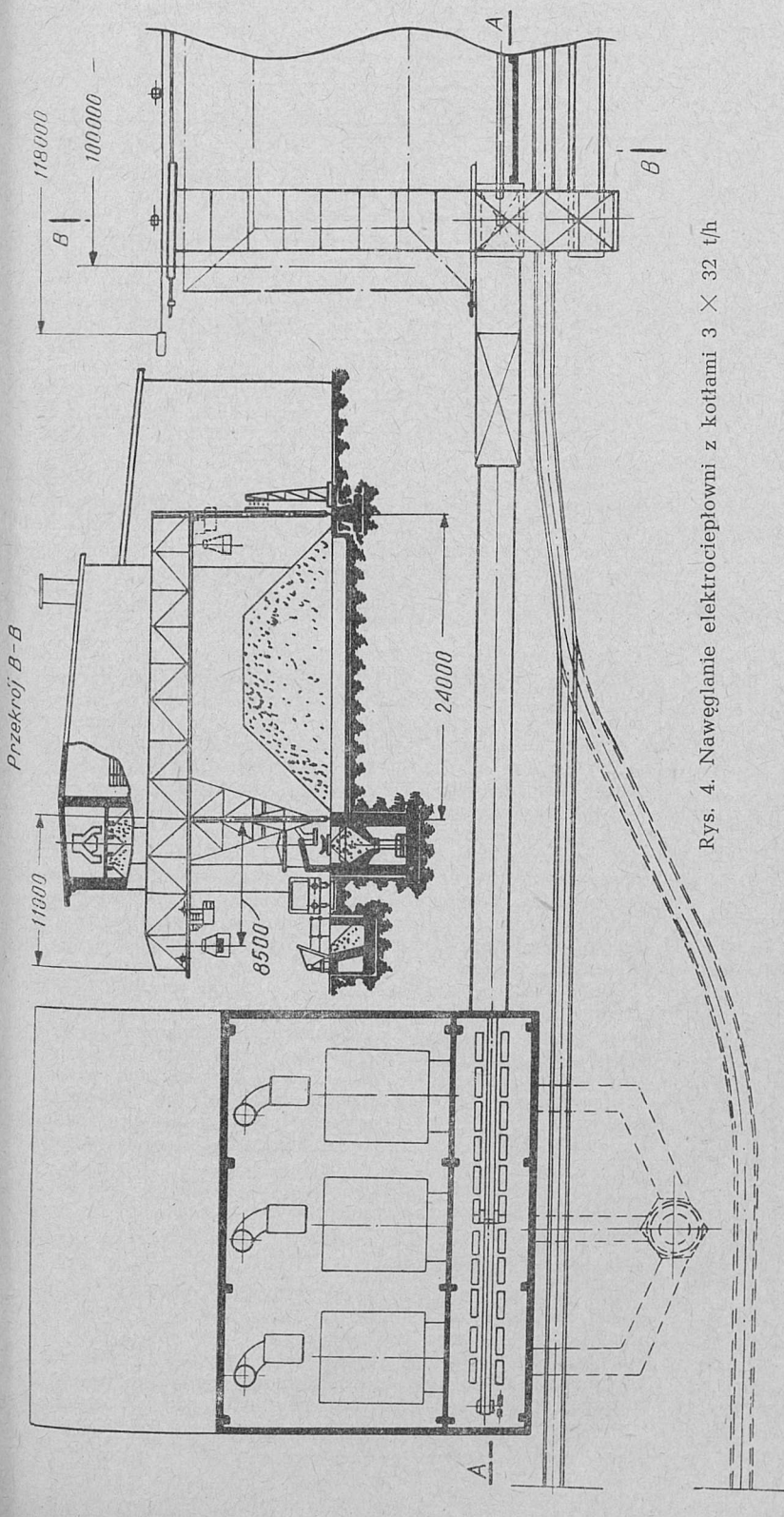
5. Wybór pomp i zbiorników wody zasilającej.

Liczba i wydajność pomp zasilających zależy jedynie od liczby czynnych kotłów, można je zatem określić bez względu na turbiny i układ ciepły. Przyjęto pompy produkcji krajowej następujących typów według katalogu CBOM:

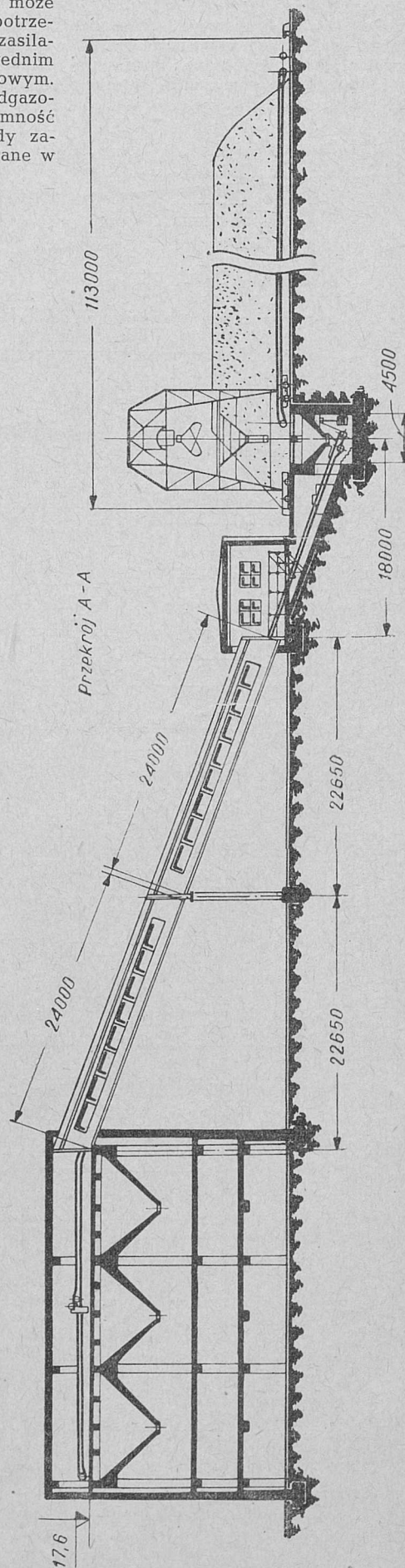
typ pompy	K 80	K 100	K 125
wydajność (m ³ /h)	42	90	120
liczba stopni	8	6	5
wysokość tłoczenia (m sł. w.)	480	480	525

Stosownie do wydajności kotłowni wybrano zespoły pomp, podane w tabl. I.

W każdej elektrowni zastosowano 2 zbiorniki wody zasilającej z nadbudowanymi odgazowywaczami. Przewiduje się, że oba odgazowywacze będą pracowały równocześnie, a każdy z nich może pokryć 80% zapotrzebowania wody zasilającej przy średnim obciążeniu zimowym. Wydajność odgazowywaczy i pojemność zbiorników wody zasilającej są podane w tabl. II.



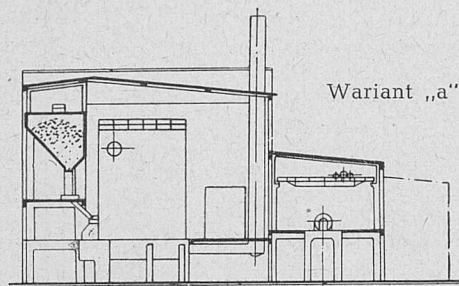
Rys. 4. Nawęglanie elektrowni z kotłami 3×32 t/h



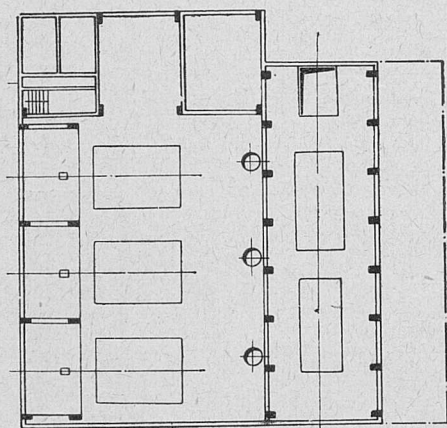
6. Układ głównych rurociągów.

Rozważono różne układy rurociągów głównych od podwójnego kolektora do pojedynczego kolektora, sekcjonowanego pojedynczo lub podwójnie.

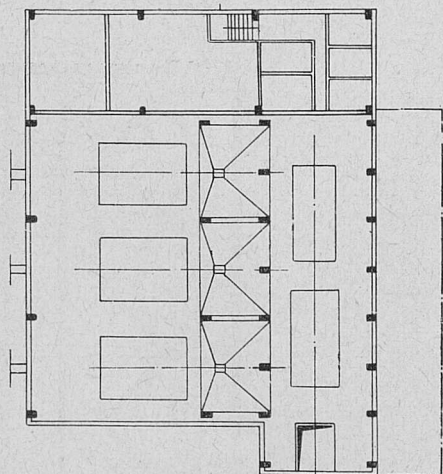
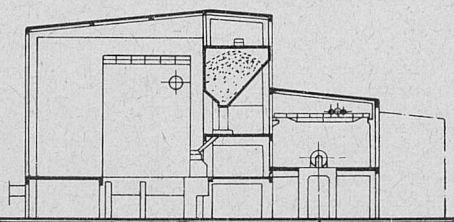
Różne warianty schematu rurociągów zasilających przedstawia rys. 2. Choć układ z podwójnym kolektorem wymaga najwięcej armatury, jednak należy go uznać za najpewniejszy i dlatego dla rurociągów tłoczących zasilających za właściwszy.



Wariant „a”



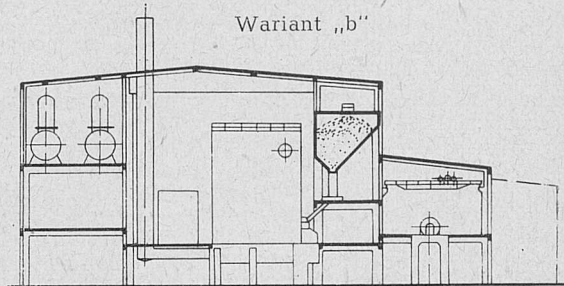
Wariant „c”



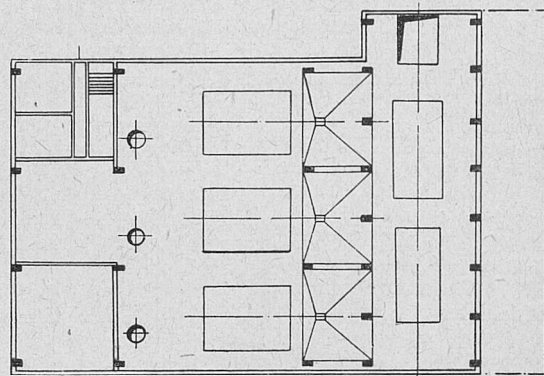
Natomiast przy parowych rurociągach wysokoprężnych z układów przedstawionych na rys. 3 najodpowiedniejsze wydają się układy z pojedynczym kolektorem sekcjonowanym.

7. Nawęglanie i odżużlanie.

Wydajność urządzeń do nawęglania obliczono w założeniu, że dobowe zapotrzebowanie paliwa musi być dostarczone w ciągu jednej zmiany, a zasobniki nad kotłami zawierają zapas na 24 h ruchu przy pełnym obciążeniu.



Wariant „b”



Zapotrzebowanie węgla przy szczytowym obciążeniu zimowym jest w liczbach zaokrąglonych następujące:

$$\begin{array}{ll} 3 \times 16 \text{ t/h} - 7 \text{ t/h} & 3 \times 32 \text{ t/h} - 15 \text{ t/h} \\ 4 \times 16 \text{ t/h} - 11 \text{ t/h} & 4 \times 32 \text{ t/h} - 22 \text{ t/h} \end{array}$$

Jako środek transportu węgla z miejsca wyładunku do zasobników nadkotłowych projektant przewidział we wszystkich czterech wariantach pochyły przenośnik taśmowy. To urządzenie — bardzo pewne w ruchu i wymagające mało obsługi i konserwacji — jest właściwie zastosowane w przypadku kotłów o wydajności po 32 t/h. Dla mniejszych kotłowni jest to bardzo kosztowne, toteż postanowiono opracować alternatywnie urządzenie skipowe. Dla większych kotłowni przystosowanie mostu przeładunkowego do wyładunku węgla, obsługi składu i załadunku żużla jest rozwiązaniem wprawdzie kosztownym, ale bardzo pożądanym ze względu na mechanizację pracochłonnych procesów wyładunku węgla i załadunku żużla *) (rys. 4). Dla mniejszych kotłowni przewidziano wyładunek urządzeniem Heinzelmana, a obsługę składu skreperem.

Ilość żużla wynosi od 1,5 do ~ 5 t/h przy największym obciążeniu kotłowni $4 \times 32 \text{ t/h}$. Przy tak niewielkich ilościach żużla nie opłaca się większa mechanizacja, toteż przewiduje się jedynie zainstalowanie pod kotłami mokrych odżużlaczy systemu KSG, które ładują samoczynnie popiół na ustawioną pod dziobem odżużlacza wywrotkę. Wywrotki są następnie wywożone kołowrotem lub lokomotywką spalinową na zwal lub do miejsca przeładunku na wagony normalnotorowe.

Jako alternatywę zaprojektowano odżużlanie hydrauliczne niskociśnieniowe z pompami bagrowymi, ale jest to rozwiązanie niezalecane.

8. Kompozycja budowlana.

O rozwiązaniu kompozycji budynku głównego decyduje układ kotłowni w stosunku do maszynowni oraz rodzaj komin — murowanego czy żelaznego.

Wybrano 3 warianty kompozycji (rys. 5). Wariant „a” z kominem blaszanym i zasobnikami węgla od zewnętrznej strony kotłowni daje dobre oświetlenie dzienne stanowiska

Rys. 5. Trzy warianty kompozycji budynku głównego elektrociepłowni z kotłami $3 \times 32 \text{ t/h}$

*) Por. Andrzejewski S. i Skupin J. Nowoczesne elektrociepłownie przemysłowe (PE, 1954, z. 7, str. 266).

palacza, a ponadto korzystne rozwiązanie budowlane, gdyż kotłownia znajduje się pomiędzy sztywnym układem ramowym galerii zasobników i maszynownią. Wadą rozwiązania jest umieszczanie zmiękczalni wody zasilającej przy ścianie szczytowej, co utrudnia ewentualną rozbudowę zmiękczalni i pompowni.

Wariant „b” stanowi najkorzystniejsze rozwiązanie pod względem kosztów budowy. Kotły są umieszczone pomiędzy dwiema sztywnymi ramowymi konstrukcjami — galerii zasobników i budynku zmiękczalni oraz pompowni wody zasilającej, mieszczącej także zbiorniki wody zasilającej. Rozbudowa elektrociepłowni jest możliwa bez przeszkód. Zbliżenie stanowiska palacza do maszynisty pozwala na zmniejszenie personelu obsługi, zwłaszcza w razie usunięcia ściany pomiędzy kotłownią a maszynownią. Wadą wariantu jest słabe dzienne oświetlenie stanowiska palacza, co jednak ma znaczenie raczej drugorzędne. W przypadku, kiedy nie ma ściany pomiędzy maszynownią a kotłownią, stanowisko palacza otrzymuje światło z maszynowni. Ten wariant wydaje się najkorzystniejszy.

TABLICA III. Wskaźniki przestrzenne

Kotłownia (t/h)	Maszynownia (MW)	Wskaźniki		Wariant
		(m ² /kW)	(m ³ /kW)	
3 × 16	3	0,311	5,02	a, b
3 × 16	3	0,284	4,47	d, c
4 × 16	5	0,234	3,9	a, b
4 × 16	5	0,214	3,52	d, c
3 × 32	6,5	0,2	3,33	a, b
3 × 32	6,5	0,18	3,03	c
4 × 32	10	0,17	2,93	a, b
4 × 32	10	0,16	2,69	c

Wariant „c” z kominem murowanym ma zalety niewielkiej kubatury, ale pod względem budowlanym przedstawia wadę kosztownej i trudnej budowy ściany wolnostojącej wysokości 20 m. Ponadto umieszczenie zmiękczalni i pompowni od stro-

ny szczytowej sprawia trudności przy rozbudowie większej niż założona w pierwszym stadium projektowania.

Przy kotłach o wydajności 16 t/h możliwy jest jeszcze wariant „d” z kominem murowanym i galerią zasobników od strony zewnętrznej. Ten wariant wymaga prowadzenia kanałów spalinowych pomiędzy kotłami i pod galerią zasobników, co sprawia trudności, zwłaszcza pomiędzy kotłami.

Wybór wariantu zależy od wielkości zmiękczalni, od usytuowania budynku względem składu węgla oraz od wymaganego zabezpieczenia przed zapyleniem.

Tabl. III daje zestawienie wskaźników przestrzennych. Wskaźniki te trzeba uznać za bardzo niskie, jeżeli wziąć pod uwagę, że są one obliczone w stosunku do mocy maszyn, a przecież kotłownia elektrociepłowni 10-megawatowej ma wydajność odpowiadającą $4 \times 32 = 128$ t/h, co odpowiada mocy kondensacyjnej 25 MW.

9. Wnioski.

Na podstawie opracowanego projektu wstępnego należy wybrać warianty kompozycji budowlanej i elementów elektrociepłowni do dalszego szczegółowego opracowania. Szczególnie zaleca się dokładniejsze opracowanie wybranego wariantu kotłowni przy ścisłej współpracy projektantów — energetyka z budowniczym. Najbardziej pracochłonny i, jak zaznaczono na wstępie, zazwyczaj najpilniejszy projekt budowlany kotłowni mógłby być wykonany aż do rysunków roboczych. Galeria zasobników może być opracowana zupełnie szczegółowo i to w ten sposób, że np. dla wariantów „b” lub „c” można już w słupach galerii zasobników przewidzieć wsporniki do oparcia odpowiednich belek i elementów konstrukcyjnych maszynowni.

Projekt maszynowni i rurociągów związanych z turbinami będzie mógł być opracowany dopiero po ustaleniu typów przyjętych u nas turbin.

Prace nad dokumentacją nawęglania i odzyskania mogą być prowadzone po wykonaniu projektu technicznego budynku głównego.

Ostatecznym stadium tych prac jest całkowity projekt typowej elektrowni wykonany na wzór radzieckiego projektu elektrowni przemysłowej o mocy 12 000 kW.

MGR INŻ. M. SOWIŃSKI

Projektowanie dużych elektrociepłowni miejskich

(083.9):711.4/5:622.9 + 621.3

Treść. Główne zagadnienia projektu elektrociepłowni, sytuowanej w dużym i uprzemysłowionym mieście, szczególne trudności związane z projektowaniem i powiązaniem projektowania z budową. Przykład projektu elektrociepłowni, podający kluczowe zagadnienia, zestawienie głównych wskaźników przestrzennych i kosztów inwestycyjnych.

Проектирование больших городских тэц. Главные проблемы проекта тэц, расположенной в крупном промышленном городе; особые трудности при проектировании и при установлении связи между проектированием и постройкой. Пример проекта тэц, указывающий основные вопросы и дающий сводку главных пространственных указателей, а также стоимости постройки.

The designing of large urban combined electric power and heat plants. Leading problems in the design of combined electric power and heat plants in large industrial cities; particular difficulties involved in designing and adapting the design to actual building construction. Specimen design of a combined electric power and heat plant, including all essential problems, summary of the main space indices and investment costs.

1. Wstęp.

Budowa dużych elektrociepłowni w miastach spowodowana jest w zasadzie potrzebą spełnienia dwu zadań: a) dostawy pary dla przemysłu (technologia i ogrzewanie), b) dostawy ciepła (wody gorącej) dla przemysłu i budownictwa mieszkalnego.

Dostawa wody gorącej nie jest bezpośrednią przyczyną budowy elektrociepłowni w mieście, natomiast dostawa pary — wobec ograniczonego zasięgu jej przesyłania (ok. 4 km) — powoduje umieszczanie elektrociepłowni w bezpośrednim sąsiedztwie przemysłu potrzebującego pary. Zagadnienie to jest szczególnie skomplikowane w przypadku budowy elektrociepłowni w uprzemysłowionych miastach o zwartej zabudowie, gdzie znalezienie odpowiedniego terenu wymaga często ofiar (burzenia domów mieszkalnych, wysiedlenia ludności, przebudowy ulic). Ofiary te ponosi się jednak ze względu na gospodarce i bytowe korzyści ciepłownictwa (gospodarka skojarzona, zastąpienie przestarzałych albo mniej sprawnych ciepłowni przemysłowych czy ogrzewczych, zmniejszenie zapylenia miast, zmniejszenie obciążenia komunikacyjnego ulic itp.)^{*)}.

2. Główne zagadnienia związane z projektem elektrociepłowni.

Podstawowymi zagadnieniami przy projektowaniu elektrociepłowni są opracowanie schematu cieplnego, elektrycz-

nego i planu generalnego rozlokowania urządzeń. Szczególnej uwagi wymagają: projekt bocznic kolejowej, powiązanie elektrociepłowni z odbiorcami ciepła i energii elektrycznej, zaopatrzenie w wodę, właściwości gruntu, szkodliwość dla otoczenia oraz wymagania urbanistyczno-architektoniczne.

Opracowanie bocznic dla elektrociepłowni sprowadza się do rozwiązania specjalnie w danym wypadku trudnych problemów, którymi są: a) opracowanie i uzgodnienie wyjścia bocznic z torów PKP; b) wybranie trasy bocznic (od torów PKP do terenu elektrociepłowni) z punktu widzenia jak najmniejszych wyburzeń i komplikacji urbanistycznych oraz jej obsługi w czasie eksploatacji; c) opracowanie wejścia bocznic na teren elektrociepłowni z punktu widzenia rozwiązania planu generalnego; d) rozpatrzenie ruchu na bocznicach z punktu widzenia dostawy węgla, ewentualnego wywozu popiołu i żużli oraz dostawy innych surowców i materiałów do budowy i eksploatacji siłowni.

Opracowanie tras w gęsto zabudowanej dzielnicy miasta wymaga uprzedniej inwentaryzacji terenu, przez którą ma przebiegać bocznicą. Projekt tras bocznic winien być w czasie opracowywania uzgadniany z odpowiednimi władzami, szczególnie kolejowymi i urbanistycznymi.

Dostawa ciepła w postaci zarówno pary, jak i wody ogrzewczej, wymaga układania rurociągów o znacznych przekrojach. Ilość tych rurociągów i ich trasy winny uwzględniać wymagania ruchowe i ekonomiczne, a mianowicie: a) dopro-

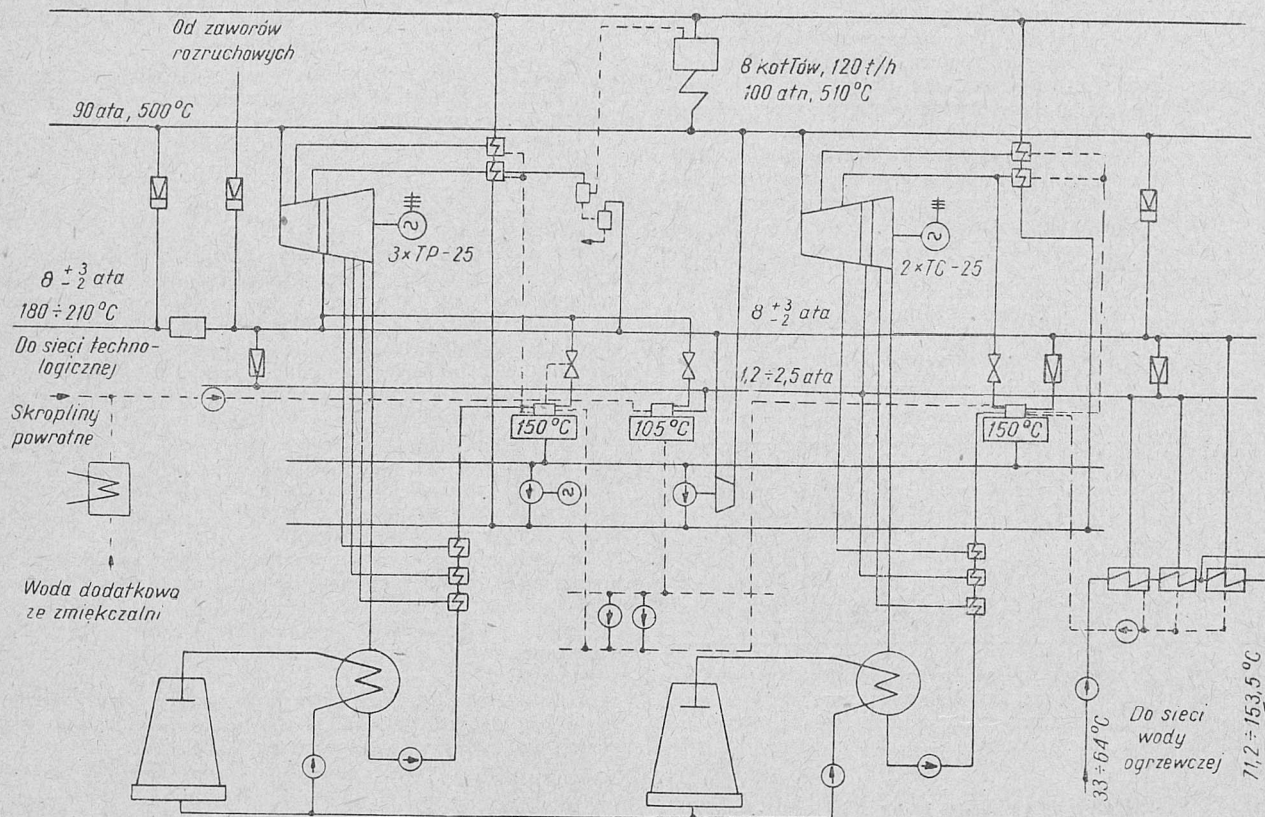
^{*)} Por. szereg artykułów poświęconych ciepłownictwu w Przegl. Elektr., 1951, z. 7/8.

wadzenie pary do odbiorców w ilościach i o parametrach uzasadnionych gospodarczo; b) zebranie czystych skroplin i ich selekcja na wypadek zanieczyszczenia; c) uzgodnienie tras rurociągów z innymi urządzeniami miejskimi (wodociąg, gazociąg, kanalizacja, kable energetyczne i telekomunikacyjne).

Rozprowadzenie sieci parowej i wodnej nie wchodzi w skład projektu elektrociepłowni, ale jest z nim ściśle zwią-

Straty w obiegu wody elektrociepłowni składają się z dwu głównych pozycji: 1) straty w obiegu chłodniczym (w przypadku obiegu zamkniętego — chłodni), 2) straty pary (skroplin) dostarczanej przemysłowi.

Jeżeli elektrociepłownia mieści się z dala od rzek, mających dostateczny przepływ wody, to do zaopatrzenia jej w wodę służą studnie głębinowe. Sytuowanie elektrociepłowni na terenie silnie uprzemysłowionym, już zużywającym duże



Rys. 1. Uproszczony schemat cieplny elektrociepłowni o mocy 125 MW

zane. Z projektu sieci cieplnej wynikają podstawowe dane do projektu elektrociepłowni, jak parametry pary upustowej, jej ilości, możliwości selekcji rurociągów powrotnych skroplin. Projekt sieci winien między innymi dać odpowiedź na pyta-

ilości wody, komplikuje zagadnienie. Dostawa wody i możliwość jej otrzymania ze studni musi być zbadana gruntownie pod względem zarówno wielkości poboru (w celu obniżenia go), jak i realności uzyskania wody. Wstępne ekspertyzy hydrologiczne na podstawie znanej wodonośności terenu i okolicy winny być jak najstaranniej skontrolowane dla uniknięcia błędnych decyzji.

TABLICA I. Harmonogram projektowania i budowy elektrociepłowni

Kolejny rok projektowania i budowy z podziałem na półroczia	I		II		III		IV		V		VI	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Dokumentacja												
Projekt wstępny technologiczny												
Projekt wstępny budowlany												
Projekt planu gener. — bocznicę, drogi, uzbrojenie terenu												
Projekt wstępny rozszerzony organizacji budowy												
Zamawianie głównych urządzeń												
Projekt techniczny technologiczny												
Projekty techniczne budowlane budynków pomocniczych												
Projekt techniczny budowlany budynku głównego												
Rysunki robocze technologiczne												
Rysunki robocze budowlane												
Budowa												
Prace wstępne i organizacja placu budowy												
Uzbrojenie terenu, drogi i bocznicę												
Budynki pomocnicze												
Budynek główny												
Montaż głównych urządzeń												
Uruchomienie pierwszych jednostek												
Prace porządkowe i likwidacja budowli prowizorycznych												

nia, czy i w jakich ilościach skropliny będą wracały do elektrociepłowni, jakie przyjęto sposoby kontrolowania ich zanieczyszczenia, oraz winien podawać wykresy uporządkowane rocznych obciążeń cieplnych, stanowiące podstawę do sporządzania bilansu cieplnego i wyboru jednostek.

ny być dodatkowo zbadane możliwości szkód górniczych.

Budowa dużej elektrociepłowni w mieście uprzemysłowionym ma jako jedno z zadań poprawienie warunków bytowych ludności. Zadanie polega na zastąpieniu wielu kotłowni przemysłowych, które powodują duże zadymienie miasta. Role

Wstępne orzeczenia geotechniczne i hydrologiczne, oparte zwykle na dawniejszych badaniach, winny być sprawdzone w okresie wybierania miejsca. Dobra znajomość gruntu, a mianowicie jego nośności, zawartości wody gruntowej itp., może wpłynąć na wybór miejsca, a co najmniej na usytuowanie budowli na terenie. Dodatkowe wiercenia są niezbędne przed powzięciem decyzji co do rozmieszczenia budowli. W razie usytuowania elektrociepłowni w pobliżu kopalni winny

tę elektrociepłownia spełni, jeśli sama nie stanie się nowym źródłem zadymania czy zapyłania okolicy. Dla zadośćuczynienia powyższym zadaniom należy: a) sytuować elektrociepłownię w stosunku do miasta tak, żeby było jak najmniej wiatrów w kierunku jego centrum; b) wyposażyć ją również w urządzenia jak najlepiej odpylające spaliny, aby jak najmniej zanieczyszczeń szło do komina, a kominy należy budować wysokie, aby rozrzut popiołu był daleki i rozrzedzony; c) chronić sąsiedztwo elektrociepłowni przed pyłem węglowym, ich kompozycji, rozwiązania dróg, usytuowania całości w stosunku do arterii komunikacyjnych miasta oraz jego architektury.

wli, ich kompozycji, rozwiązania dróg, usytuowania całości w stosunku do arterii komunikacyjnych miasta oraz jego architektury.

3. Główne trudności w projektowaniu elektrociepłowni.

Punktem wyjścia przy organizowaniu projektowania jest orientacyjny harmonogram projektowania i budowy. Biuro projektowe otrzymuje założenia, które w świetle obowiązujących instrukcji (nr 98 — PKPG) zawierają jedynie: a) pew-

TABLICA II. Główne dane charakterystyczne turbin

Typ	Moc	Parametry pary na wlocie	Parametry pary na upuście	Przełyk części wysokoprężnej	Przełyk kondensatora
TP-25	25 MW	90 ata, 500°C	8 + 3 do 8 - 2 ata 267 ÷ 209°C	145 t/h	60 t/h
TC-25	25 MW	90 ata, 500°C	1,2 ÷ 2,5 ata	167,5 t/h	100 t/h

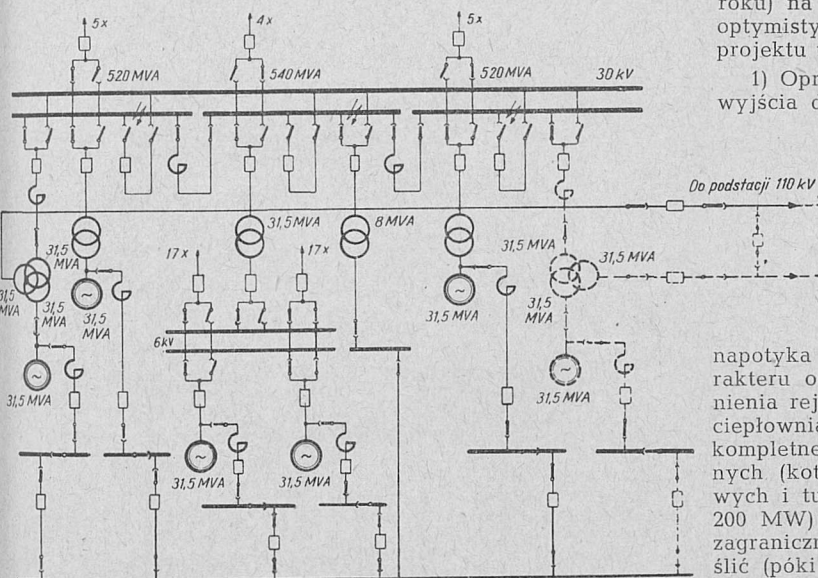
wym podrywany przez wiatr ze składu węgla; d) chronić sąsiedztwo elektrociepłowni przed zapyłaniem przy załadunku popiołu i żużla.

Węgle nasze na ogół nie zawierają takich ilości siarki, aby ona stanowiła o szkodliwości dla otoczenia. Wobec tendencji

ne dane o wielkości siłowni, b) wstępne informacje o roli zakładu i jego koszcie, c) ogólne miejsce budowy, d) wymagania co do terminu uruchomienia.

Projekt wstępny powinien zawierać szczegółowe rozmieszczenie budowli. Przewidziany w tabl. I okres czasu (ok. pół roku) na wykonanie projektu wstępnego jest przyjęty raczej optymistycznie. Przyczyny, dla których czas opracowania projektu wstępnego przedłuża się, są głównie trzech rodzajów.

1) Opracowanie schematu cieplnego, który jest punktem wyjścia dla dalszych głównych rozwiązań projektu, z reguły



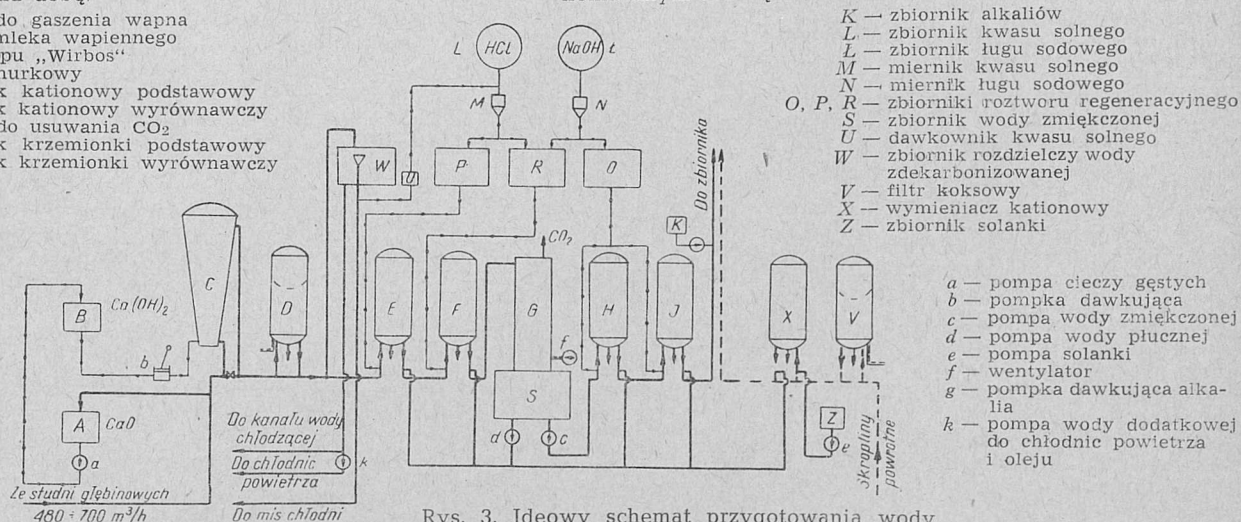
Rys. 2. Uproszczony schemat elektryczny elektrociepłowni o mocy 125 MW z przewidywaną rozbudową do 150 MW

napotyka trudności z powodu nieustalenia wielkości i charakteru odbiorów ciepła i pary. Projekty wstępne ucieprowienia rejonu, na którym ma pracować projektowana elektrociepłownia, są wtedy jeszcze bądź nie opracowane, bądź niekompletne. Dalszą trudność stanowi dobór jednostek głównych (kotłów i turbin). Produkcja krajowa jednostek kotłowych i turbinowych dla tego rzędu elektrociepłowni (100 do 200 MW) jest w fazie opracowywania prototypów. Dostawy zagraniczne tychże urządzeń nie zawsze dają się bliżej określić (póki nie są jeszcze zamówione).

2) Podobnie opracowanie schematu elektrycznego stanowi trudność bądź z braku ostatecznej koncepcji sieci średnich napięć (30, 15 czy 6 kV), a także powiązania z siecią najwyższych napięć (110 lub 220 kV), bądź z powodu trwających zmian w koncepcjach, co nie pozwala zatrzymać się na konkretnym rozwiązaniu.

spalania w elektrowniach najgorszych gatunków węgla warto zauważyć, że przy spalaniu ok. 3000 t węgla na dobę — o zawartości ok. 20% popiołu i przy sprawności urządzeń odpylających 96% — ilość popiołu wyrzucanego przez kominy wynosi ok. 18 t na dobę.

- A — zbiornik do gaszenia wapna
- B — zbiornik mleka wapiennego
- C — reaktor typu „Wirbos“
- D — filtr marmurkowy
- E — wymiennik kationowy podstawowy
- F — wymiennik kationowy wyrównawczy
- G — kolumna do usuwania CO₂
- H — wymiennik krzemionki podstawowy
- J — wymiennik krzemionki wyrównawczy



Rys. 3. Ideowy schemat przygotowania wody

Elektrociepłownia, stanowiąca zespół budynków o kubaturze rzędu 400 000 ÷ 500 000 m³, winna być opracowana celowo i estetycznie również pod względem urbanistyczno-architektonicznym. Dotyczy to głównie rozplanowania budo-

3) Jeśli mimo wymienionych trudności opracowuje się wstępny plan generalny dla skonkretyzowania wymagań co do rozlokowania urządzeń, okazuje się, że nie można uzyskać odpowiedniego terenu w mieście, a przecież miejsce na elek-

trociepłownię przewidzianą do produkcji pary technologicznej dla potrzeb przemysłu musi spełniać szereg warunków wyżej wymienionych. Przyznawany teren bywa z reguły za ciasny, kształtu niekorzystnego, bez możliwości dogodnego wprowadzenia bocznicy, bez możliwości zorganizowania odpowiednio wygodnych i tanich baz budowlano-montażowych itp. Jeśli jeszcze dodać, że wyburzenie każdego domu na terenie przyznanym pod budowę, albo na trasie proponowanej bocznicy, musi często uzyskać zgodę najwyższych władz, uzgodnienie miejsca pod budowę trwa szereg miesięcy, a nawet powyżej roku.

Po zatwierdzeniu projektu wstępnego następuje długotrwała faza uzgadniania danych technicznych z dostawcami. Zagadnienie komplikuje ta okoliczność, że dostawy są przeważnie prototypami, dla których dostawcy dopiero opracowują projekty po zamówieniu urządzeń. Stąd często na obowiązujące rysunki oczekuje się znacznie dłużej niż rok, jak to przyjęto w harmonogramie.

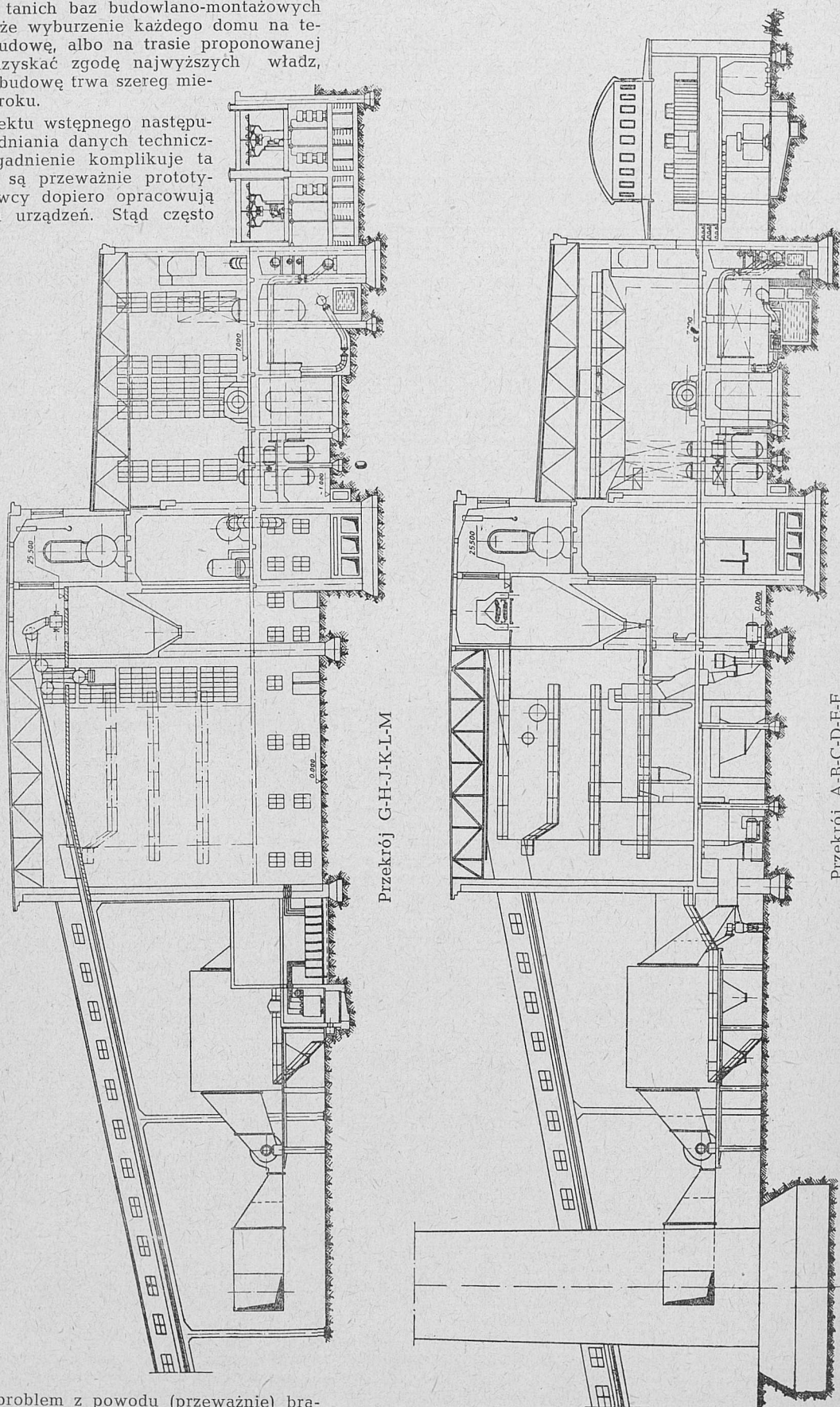
Okres oczekiwania na nadejście obowiązujących rysunków wykorzystuje się na opracowanie planu generalnego oraz zagospodarowania placu budowy. Projekty te umożliwiają wykonanie znacznej części robót związanych z budową dróg, bocznic, kanalizacji ściekowej, wodociągów, budynków pomocniczych itp.

Uzyskanie obowiązujących rysunków urządzeń pozwala kontynuować opracowanie projektu technologicznego i przystąpić do projektu budowlanego budynku głównego. Rozpoczęcie projektu budowlanego przed ukończeniem i formalnym zatwierdzeniem projektu technicznego technologicznego pozwala: a) przyspieszyć prawie o rok opracowanie projektu roboczego budowlanego budynku głównego i b) przyspieszyć rozpoczęcie budowy budynku głównego, a tym samym uruchomienie pierwszych jednostek.

Projektowanie urządzeń nawęglających napotyka trudności głównie z następujących powodów: a) nieokreślone są często wymagania co do wielkości składu węgla przy szczupłości terenu przyznanego pod budowę elektrociepłowni; b) nie są skonkretyzowane przydziały węgla ani co do jakości, ani co do granulacji, a stąd trudności przy zamawianiu kotłów, młynów, kruszarek; c) brak odpowiednich krajowych urządzeń przeładunkowych.

Przygotowanie wody dodatkowej do obiegu parowego czy chłodniczego stanowi poważny problem z powodu (przeważnie) braku analiz wody, którą otrzyma elektrociepłownia. Korzystanie

z analiz wody studziennej z sąsiedztwa jest niepewne i zmusza często do przyjmowania analiz umownych oraz metod przygotowania wody najbardziej uniwersalnych, a więc kosztownych. Projekt przygotowania wody często musi opierać się na założeniu następujących wielkości i danych:



Rys. 4a. Rozmieszczenie urządzeń w budynku głównym, skala 1:600

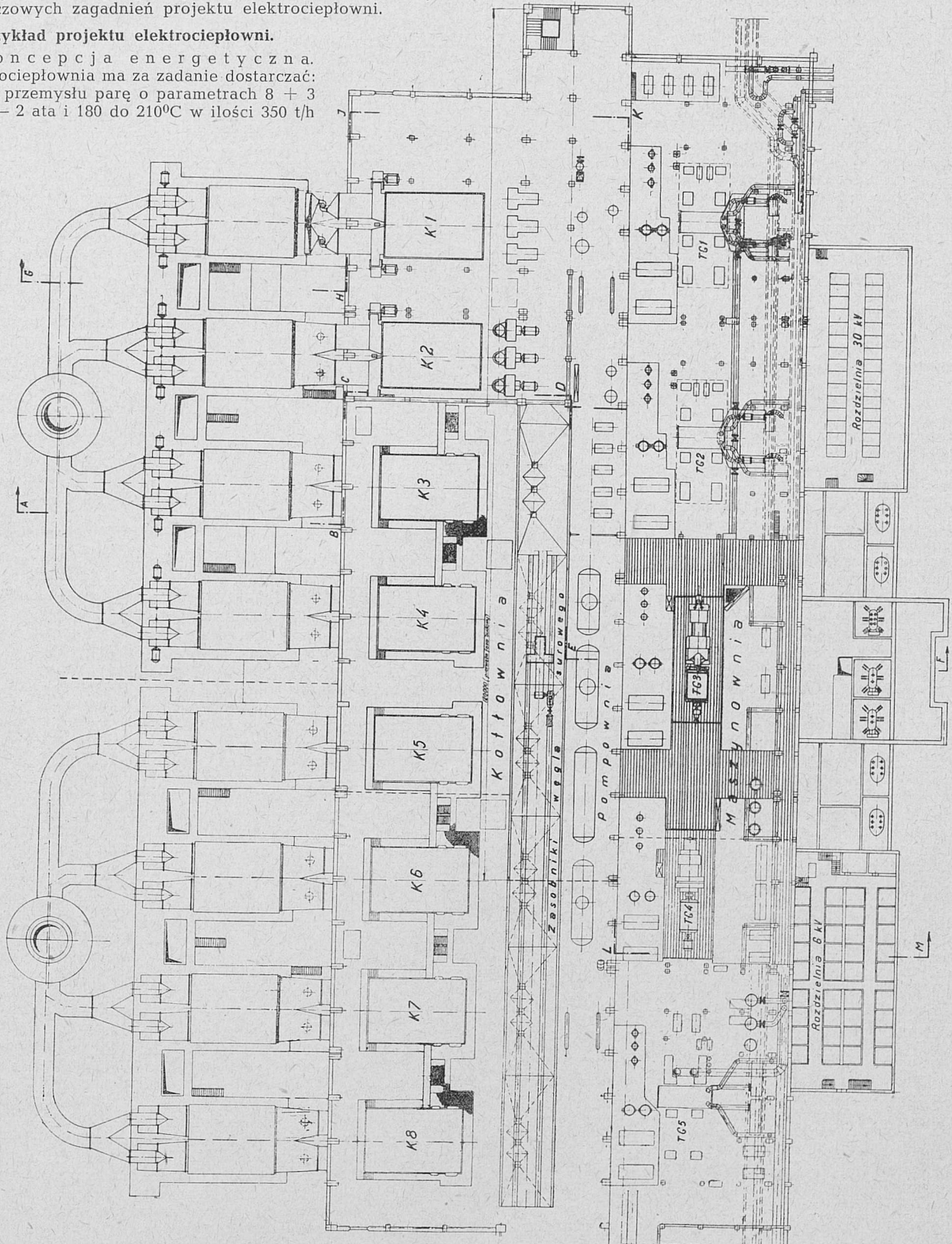
a) ilości powrotnych skroplin i ich ewentualnego zanieczyszczenia, b) umownej analizy wody studziennej na podstawie analiz wody ze studni sąsiednich.

Problem wodny — wobec trudnej do rozwiązania sprawy dostarczania wody (co do ilości i co do źródeł) oraz sprawy wymagań ze strony wysokoprężnych kotłów — stanowi jedno z kluczowych zagadnień projektu elektrociepłowni.

4. Przykład projektu elektrociepłowni.

Koncepcja energetyczna. Elektrociepłownia ma za zadanie dostarczać: a) dla przemysłu parę o parametrach $8 + 3$ do $8 - 2$ ata i 180 do 210°C w ilości 350 t/h

Do wytwarzania pary projektuje się zainstalowanie 8 kotłów po 120 t/h na 100 atm, 510°C ; ich sprawność przy temperaturze wody zasilającej 215°C i największej trwałej wydajności wynosi 83% (dostawa zagraniczna). Przewiduje się dostawienie ponadto trzeciego turbozespołu z upustem ogrzew-



Rys. 4b. Rozmieszczenie urządzeń w budynku głównym. Przekroje poziome, skala 1:800

w szczycie oraz b) ciepła w wodzie ogrzewczej w ilości 185 Gkcal/h.

Zdecydowano zainstalować w tej elektrociepłowni 3 turbozespoły upustowe (para dla przemysłu) i 2 turbozespoły z upustem do podgrzewania wody ogrzewczej (rys. 1 i tabl. II).

czym i dwu kotłów. Pięć projektowanych turbozespołów pozwoli wyprodukować rocznie $330\,000$ MWh w gospodarce skojarzonej i $420\,000$ MWh w pracy kondensacyjnej, przy zużyciu więc ok. 15% na potrzeby własne elektrociepłownia może dostarczyć $637\,500$ MWh rocznie.

Chłodzenie w obiegu zamkniętym.

Około 60% pary wysłanej do przemysłu nie wraca w postaci skroplin, a skropliny powracające mogą być zanieczyszczone. Straty w obiegu wody przewiduje się uzupełniać ze studni głębinowych.

Jak podano wyżej, elektrociepłownia ma dwa człony: technologiczny (3 turbiny TP-25) i ciepłowniczy (2 turbiny TC-25). Parę do celów technologicznych pobiera się z regulowanych upustów turbin TP, z reduktora ciśnienia i temperatury oraz z zapasowych turbin pomp wody zasilającej (rys. 1). Parę ochładza się następnie wodą zasilającą do temperatury 180 do 210°C. Dla ogrzewniczych wymienników podstawowych używa się parę z upustów regulowanych turbin TC, w przypadku zaś zaciłoczenia — z reduktora. Dla wymienników szczytowych używa się zredukowaną i ochłodzoną parę o prężności 8+3 do 8—2 ata albo — jeżeli one nie są w pełni obciążone — z upustów turbin TP. Na potrzeby własne siłowni bierze się parę technologiczną przed ochłodzeniem, parę ciepłowniczą i z innych upustów turbin oraz parę z rozprężaczy odmulin.

Sposób podgrzewania wody dla kotłów w członie technologicznym jest w swej części niskoprężnej podzielony na dwa układy: 1) podgrzanie skroplin turbinowych w powierzchniowych podgrzewaczach regeneracyjnych, 2) podgrzanie skroplin powrotnych i wody dodatkowej dla całej siłowni (także sieci ciepłowniczej) w podgrzewaczach mieszkankowych wstępnych odgazowywaczy na 105°C.

Oba układy łączą się w odgazowywaczach na 150°C, skąd pompy wody zasilającej tłoczą ją przez podgrzewacze wysokoprężne do kotłów.

Zastosowanie odgazowywania dwustopniowego daje następujące korzyści:

a) wobec dużej ilości skroplin powrotnych (z sieci pary technologicznej) i wody dodatkowej o niskich temperaturach podgrzewanie w powierzchniowych podgrzewaczach regeneracyjnych wymagałoby ich znacznych wymiarów; koszt zwiększenia podgrzewaczy przewyższa koszt dodatkowego odgazowywacza mieszkankowego, a więc rozwiązanie jest tańsze pod względem inwestycyjnym;

b) urządzenie daje lepsze odgazowanie i pozwala zmniejszyć zużycie kosztownej hydrazyny;

c) urządzenie — jak wykazuje praktyczne zastosowanie w jednej z siłowni — ma wiele zalet ruchowych.

Zmiękczoną wodę dodatkową przed wejściem do odgazowywaczy na 105°C podgrzewa się w chłodnicach odmulin i w skraplaczu oparów zbiornika odwodnień.

Podgrzewacze wysokoprężne członu technologicznego są obliczone na 121% największego przełyku turbin. Człon ciepłowniczy ma jeden układ podgrzania i odgazowania wody zasilającej. Podgrzewacze wysokoprężne turbin TC oraz nadwyżkę wody zasilającej, pochodzącą z pary reduktora szczytowego.

Układy zasilania kotłów są połączone ze sobą przed i za pompami zasilającymi, a także za podgrzewaczami wysokoprężnymi.

Odmuliny rozpręża się dwustopniowo, a parę oddaje się do podgrzewaczy wysokoprężnych oraz do magistrali na 1,2 ÷ 2,5 ata. Pozostałe odmuliny wprowadza się do magistrali powrotnej wody ogrzewczej oraz do chłodni.

Bilans parowy elektrociepłowni w uproszczeniu (dla łącznego szczytu technologicznego i ciepłowniczego) ma zapewnić dostawę 350 t/h pary o ciśnieniu 11 ata oraz 185 Gcal/h ciepła w wodzie ogrzewczej.

Zapotrzebowanie pary będzie następujące:

3 turbiny TP po 145 t/h	435,0 t/h
reduktor członu technologicznego	71,3 "
3 smoki próżniowe dla TP	1,5 "
2 turbiny TC po 149 t/h	298,0 "
2 smoki próżniowe dla TC	2,0 "
reduktor członu ciepłowniczego	133,0 "
na zdmuchiwanie popiołu 1%	9,6 "
straty 1%	9,6 "
	960,0 t/h.

Zapotrzebowanie to ma być pokryte przez 8 kotłów po 120 t/h.

Zapotrzebowanie wody zasilającej wyniesie:

produkcja pary	960 t/h
odmulanie kotłów brutto	37 "
	997 t/h.

Dobrano 9 pomp wody zasilającej o wydajności po 190 t/h i ciśnieniu 155 atm. o łącznej wydajności 1710 t/h, tj. 178% wydajności kotłów. Trzy z wymienionych wyżej pomp o napędzie turbinowym mają wydajność 570 t/h, tj. 56% wydajności kotłów.

Zapotrzebowanie wody dodatkowej wynosi 260 t/h.

Szczytowa moc elektrociepłowni 125 MW będzie wprowadzona do sieci 6-kilowoltowej (obciążenie od 25 do 50 MW) i 30-kilowoltowej (rys. 2). Połączenie z siecią 110-kilowoltową przewidziano jedynie do oddawania ewentualnych nadwyżek mocy. Sieć 6-kilowoltowa będzie wybudowana później niż znacznie pracować elektrociepłownia, wskutek czego dopiero prądnice III i IV będą pracowały na rozdzielnię 6-kilowoltową. Transformator o mocy 31,5 MVA, wiążący rozdzielnię na 30 i 6 kV, ma albo przenieść nadwyżkę mocy z 6 na 30 kV, albo — w przypadku wypadnięcia z ruchu prądnice III lub IV — dostarczyć moc z sieci 30-kilowoltowej do sieci 6-kilowoltowej. Sekcjonowanie szyn 30-kilowoltowych ma na celu ograniczenie mocy zwarcia na tym napięciu do 600 MVA. Z tego także powodu elektrownia pracuje na wydzielone sieci, a współpraca z innymi elektrowniami przewidziana jest tylko przez rozdzielnię 110-kilowoltową. Połączenie z siecią 110-kilowoltową będzie wykonane kablem na 110 kV w układzie blokowym. Potrzeby własne będą zasilane z zacisków prądnic, a rezerwą dla nich będzie specjalny transformator. Silniki potrzeb własnych do mocy 200 kW będą na napięciu 380 V, a większe na napięciu 6 kV. Moc transformatorów i połączeń obliczona jest na możliwość samoczynnego włączania rezerw.

G o s p o d a r k a w o d n a. Szczytowe zapotrzebowanie wody składa się z następujących pozycji:

uzupełnianie obiegu wodą dodatkową	260 m ³ /h
" " wody chłodzącej	430 "
straty w regeneracji	10 "
	700 m ³ /h.

Wodę w tej ilości mają zapewnić studnie głębinowe. Wobec posiadania jedynie analiz ze studni podobnych ustalono — jako podstawę do opracowania projektu — następującą analizę umowną, która jest zestawieniem największych zanieczyszczeń:

największa twardość węglanowa	16,24° N,
towarzysząca twardość magnezowa	2,24° N
towarzysząca twardość stała	0,00° N,
największa zawartość chlorków	5,0 mg/l Cl,
największa zawartość siarczanów	8,7 ÷ (18,11) mg/l SO ₄ ,
największa zawartość krzemu	24,0 mg/l SiO ₂ ,
największa zawartość żelaza	2,0 mg/l Fe,
odczyn pH	7,2,
największa utlenialność	1,9 mg/l O ₂ ,
sucha pozostałość	270,0 mg/l,
największa strata przy prażeniu	42,0 mg/l,
zawiesiny	32,0 mg/l,
zawiesiny mineralne	24,0 mg/l,
mangan	ślady,
fosforany	0,175 mg/l PO ₄ ,
amoniak	ślady,
azotyny	ślady,
azotany	nie ma,
CO ₂ agresywny	nie ma,
CO ₂ wolny	11,0 mg/l CO ₂ .

Kotły wymagają wody zasilającej o twardości 0,05° N, o zawartości O₂ równej 0,02 mg/l, o odczynie pH równym 8,5, wody zaś kotłowej o alkaliczności 40 ± 40 ‰, P₂O₅ = 20 ± 30‰, o gęstości 0,15° Bé i zawartości SiO₂ równej 5 mg/l.

Przygotowanie wody (rys. 3) polega na wykonaniu czterech zasadniczych procesów: 1) wstępna dekarbonizacja, 2) demineralizacja, 3) parowanie skroplin powrotnych, 4) korelacja wody kotłowej.

Wstępną dekarbonizację stosuje się dlatego, że woda surowa ma dużą twardość węglanową i zawartość żelaza. Po wstępnej dekarbonizacji i przefiltrowaniu wodę do uzupełnienia strat w obiegu chłodniczym (w lecie) szczepi się kwasem siarkowym w celu zmniejszenia jej rozchodu. Natomiast wodę do uzupełnienia obiegu parowego po dekarbonizacji i przefiltrowaniu (filtry marmurkowe) kieruje się na wymienniki kationowe podstawowe (wofatit F) regenerowane kwasem solnym (2,8%). Następnie woda przechodzi przez kolumnę w celu usunięcia CO₂ przez napowietrzenie. Dla odkrzemienia wody przewiduje się 4 wymienniki podstawowe

i 2 wyrównawcze, napełnione „levatitem” M II. Wymienniki wyrównawcze dano dla zabezpieczenia procesu przy możliwym częściowym zatruciu masy podstawowych wymienników przez CO_2 lub na wypadek, gdyby proces regeneracji był utrudniony z powodu wymiany chlorków i siarczanów.

Za wymiennikami wyrównawczymi stosuje się dawkowanie ługu sodowego w celu podniesienia pH wody.

Dla usunięcia spodziewanego zanieczyszczenia skroplin

Zasobniki węgla w kotłowni zawierają zapas po 430 t na kocioł, tj. na dobowy ruch kotła przy szczytowym obciążeniu.

Każdy kocioł jest wyposażony w 3 młyny bijakowe o wydajności po 9 t/h.

Celem zmniejszenia do minimum zapylenia miasta przewiduje się zastosowanie elektrofiltrów o sprawności do 96% i kominów o wysokości 120 m.

Brak możliwości hałdowania w pobliżu zmusza do przyjęcia rozwiązania odpopielania bądź hydraulicznego z osadnikiem, bądź pneumatycznego. Odpopielanie hydrauliczne z osadnikiem i suwnicą ma następujące cechy: 1) wyższy koszt inwestycyjny, a niższe koszty eksploatacyjne; 2) trudności ze znalezieniem dość blisko miejsca zarówno na osadnik, jak i na składowiska ze względu na zamarzanie transportów. Odpopielanie pneumatyczne jest znacznie tańsze w kosztach inwestycyjnych (ok. 5,5 raza), lecz jest droższe w eksploatacji (zużywa blisko 3 razy więcej energii elektrycznej na 1 t popiołu), ponadto ma mniejsze wymagania co do miejsca i wody, pozwala na sortowanie popiołu i żużla, a więc umożliwia oddawanie ich do prefabrykacji.

B u d y n k i. Blok główny budynku (pod względem konstrukcyjno-budowlanym) stanowi: maszynownia, pomieszczenia odgazowywaczy z rozdzielnią potrzeb własnych, zasobniki i młyny węglowe oraz kotłownia (rys. 4). Elektrofiltry z rozdzielnicami i transformatorami obniżającymi (6/0,4 kV) ustawione są na zewnątrz budynku. Rozdzielnie sieciowe i nastawnia, a także transformatory blokowe, sprężelowe i rezerwowego zasilania potrzeb własnych, zgrupowane są w osobnym budynku przylegającym do maszynowni.

Maszynownia wyposażona jest w suwnicę o nośności 75/10 t, rozpiętości 25,5 m i prędkościach podnoszenia 3,1 i 0,31 m/min. Rewizja transformatora blokowego nie jest przewidziana.

Kotłownia ma tylko elektrowciąg 5-tonowy do potrzeb eksploatacji (montaż blokowy kotłów — ze względu na ich konstrukcję do tego nie przystosowaną — nie jest przewidywany).

Wentylacja budynku głównego uwzględnia nawiewy na stanowisku maszynisty, palacza i przy wodowskazach. Powietrze z górnej części kotłowni jest pobierane dla wentylatorów podmuchowych kanałami w żelbetowych słupach nośnych budynku. Kanały pod młynami, pod rozdzielnią potrzeb własnych i pod rozdzielnicami głównymi doprowadzają powietrze

powrotnych (twardość do 20 N) instaluje się filtry koksowe i wymienniki kationowe sodowe (wofatit P).

Dla zmniejszenia zawartości tlenu przewiduje się za odgazowywaczami dawkowanie hydrazyny. Fosforan będzie dawkowany wprost do kotłów.

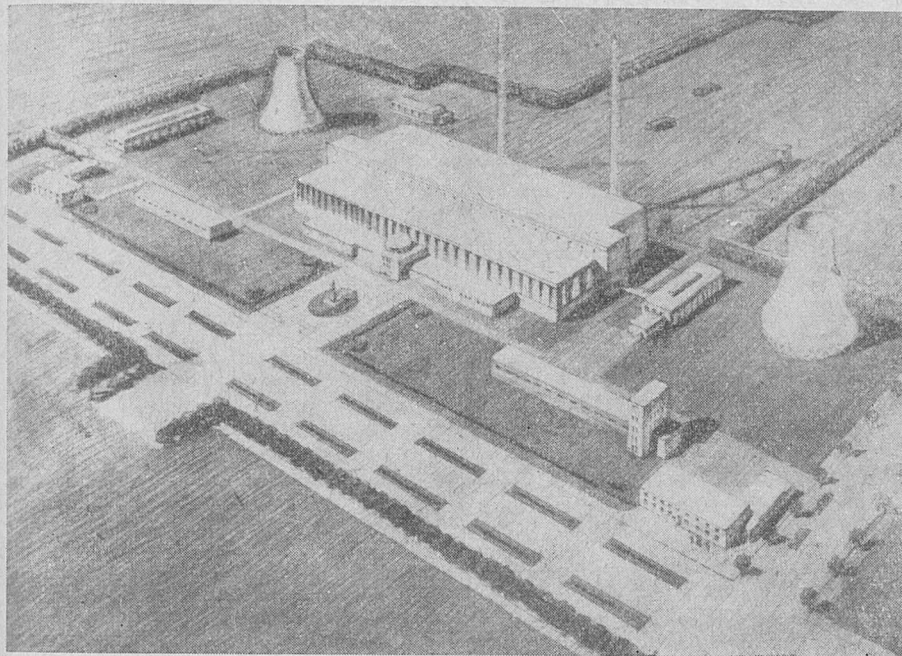
Zużycie głównych chemikaliów dla opisanego przygotowania wody przewiduje się następujące:

wapno	1750 kg/8 h,
kw. solny 30%	1463 kg/24 h,
ług sodowy 42%	858 kg/24 h,
$\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 10 \text{ H}_2\text{O}$ (9,15 g/t wody dod.)	2,4 kg/h.

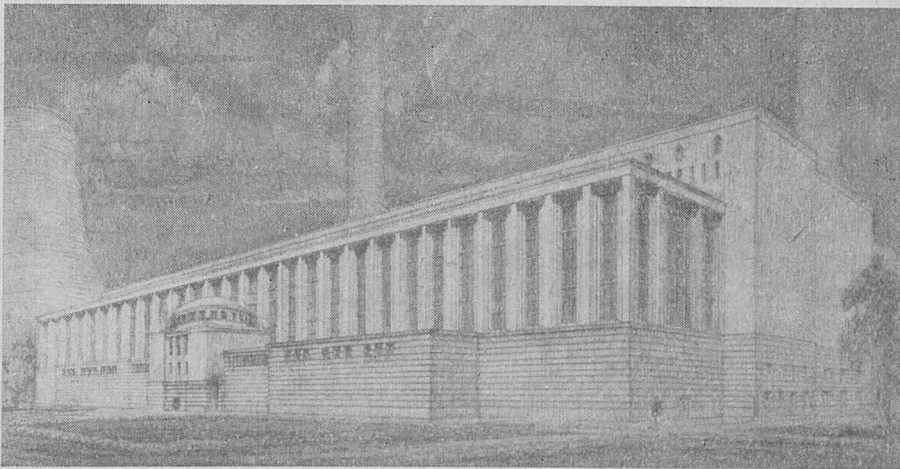
Obieg chłodniczy wyposażono w dwie chłodnie żelbetowe hiperboliczne o wydajności 12 000 m³/h każda.

G o s p o d a r k a w ę g ł o w a. Zapas węgla na składzie przewiduje się w ilości ok. 60 000 t. przy wysokości składowania 7 m, co przy szczytowym zużyciu 144 t/h (ok. 18 t/h na kocioł) stanowi zapas na ~ 17 dni ruchu szczytowego. Zużycie dobowe węgla powyżej 3000 t. uzasadnia stosowanie wywrotnicy beczkowej o wydajności ok. 800 t/h. Stosowania wagonów samowyładowczych nie przewiduje się. Dostarczanie węgla spod wywrotnicy na skład węglowy lub do kotłowni, względnie ze składu do kotłowni, rozwiązano za pomocą taśm pojedynczych (rezerwę stanowią jedynie przygotowane rezerwowe stacje napędowe). Wydajność taśm dobrano tak, aby one pokrywały szczytowe dobowe zapotrzebowanie węgla w ciągu 8 do 10 godzin pracy.

Obsługę składu węgla stanowi most przeładunkowy, wyposażony w żuraw z chwytakiem o pojemności 7 t netto, oraz taśmy zwrotne wzdłuż mostu. Wydajność mostu przy dostarczaniu węgla na skład (bez użycia żurawia) jest dostosowana do wydajności wywrotnicy, a przy podawaniu węgla ze składu do kotłowni żurawiem wynosi ok. 400 t/h. Wysokość składowania węgla (do 7 m) nie odpowiada obecnym tendencjom wysokiego składowania, ale spowodowana jest potrzebą ograniczenia zapylenia okolicy.



Rys. 5. Plan ogólny elektrociepłowni miejskiej od strony frontowej



Rys. 6. Elewacja budynku głównego elektrociepłowni miejskiej

do maszynowni i kotłowni. Wentylatory tłoczące powietrze mieszczą się w końcach budynku.

Oświetlenie naturalne maszynowni dają duże okna na poziomie maszynisty; poziom zerowy jest oświetlony dzięki dużym otworom w stropie maszynisty. Kotłownia ma boczne oświetlenie oknami i górne świetlikami podłużnymi.

Poziom obsługi maszynisty, palacza i nastawni jest ten sam, mianowicie +7 m.

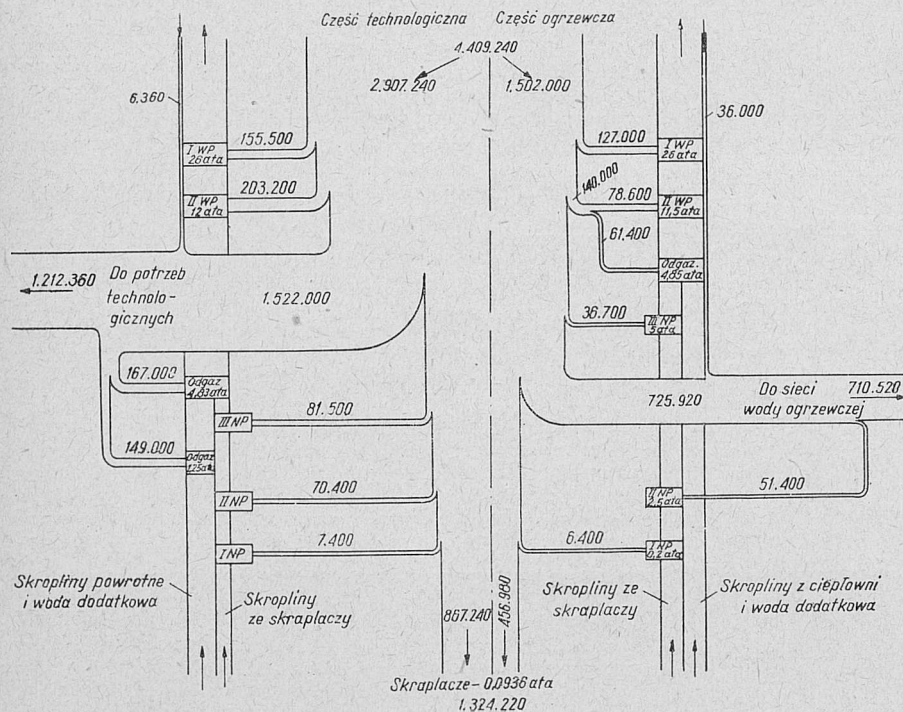
W trakcie zasobników węglowych i odgazowywaczy na obu końcach budynku przewiduje się klatki schodowe i dzwigi osobowo-towarowe oraz pomieszczenia na laboratoria, pokoje dla kierowników, podręczne magazyny, pomieszczenia do suszenia węży strażackich itp. Ponadto w budynku głównym są umieszczone warsztaty oddziałowe dla maszynowni, kotłowni i działu elektrycznego.

TABLICA III. Moc turbiny TP-25 w zależności od odbioru pary na upuście

Pobór pary na upuście (t/h)	Moc na upuście (MW)	Moc na kondensatorze (MW)	Moc całkowita (MW)
0	0	19,8	19,8
38	5,2	19,8	25,0
56	7,6	17,4	25,0
100	13,7	3,8	17,5

Pod względem konstrukcyjno-budowlanym budynek składa się z trzech części oddzielonych od siebie przerwami dylatacyjnymi (I — maszynownia, II — galerie zasobników i odgazowywaczy i III — kotłownia). Konstrukcja budynku jest żelbetowa z usztywnionym zbrojeniem dla przyspieszenia budowy i zaoszczędzenia drzewa.

Ze względu na szczególne wymagania urbanistyczno-



Rys. 7. Wykres cieplny elektrociepłowni dwuczłonowej (wartości w tonach rocznie)

architektoniczne i możliwość ustalenia granicznej wielkości budynku skomponowano całość symetrycznie względem osi,

TABLICA V. Wskaźniki kosztów budowy (%)

	EC — 1 125 MW 960 t/h	EC — 4 150 MW 1380 t/h	EC — 5* 50 MW 600 t/h
Prace badawcze, projektowe i przygotowawcze	3,3	3,7	4,1
Obiekty produkcyjne	77,9	80,9	62,16
w tym nawęglanie	3,6	13,1	4,5
„ kotłownia	36,6	40,6	29,8
„ woda przemysłowa	7,7	4,3	5,8
„ rurociągi	2,3	1,8	—
„ maszynownia	21,4	16,9	22,06
„ rozdzielnie i transformatory	6,3	4,2	—
Obiekty pomocnicze	2,0	3,1	5,5
Transport i łączność	1,0	1,5	2,86
Pozostałe koszty	14,2	7,1	15,06
Nadzór i ekspertyzy	0,7	1,9	0,96
Budownictwo prowizoryczne	0,9	1,8	9,4
Razem	100,—	100,—	100,—

*Por. Łagowski A. A. i Pakszwer W. B. „Elektrownie ciepłe” (2×25 MW — 4×200 t/h).

na której od przedniej ściany umieszczono nastawnię elektryczną.

Całość frontalna zabudowy terenu elektrociepłowni — podobnie jak budynek główny — pomyślana jest jako kompozycja symetryczna (rys. 5 i 6). Punktem centralnym jest budynek główny. Przed nim wzdłuż ulicy, do której zwrócone są budynki, zaprojektowano główną drogę. Po obu stronach budynku głównego symetrycznie względem jego osi ustawiono zmiekkalnię i magazyn główny w remizie straży pożarnej. Jeszcze bardziej w przodzie i na krańcach — budynki: administracyjny z wartownią straży przemysłowej i świetlicę. Obok stałej ściany budynku głównego będzie ustawiony — połączony z nim krytym gankiem — budynek socjalno-ruchowy (szatnie, prysznice, łazienki, ambulatorium, stołówka, kuchnia i biura pionu technicznego). Ustawienie chłodni żelbetowych (wysokość ok. 60 m) i kominów (wysokość 120 m) zostało bez szkody dla wymagań technologicznych podporządkowane symetrycznym założeniom planu generalnego.

Pozostałe budynki, jak warsztaty główne, garaże, remiza parowozowa, magazyny — budowlany, smarów i olejów oraz gazów technicznych, usytuowano na tyłach głównego zespołu budynków.

Pasy zieleni mają chronić otoczenie od zapylenia ze strony składu węglowego.

Układ torów kolejowych pozwala na stosunkowo dogodnie przetoki składów z węglem, ale uzyskano to dzięki zamknięciu praktycznie kilku ulic na trasie dojazdowej między torami PKP a terenem elektrociepłowni. Poza tym doprowadzono tor do wszystkich budynków, które ich wymagają, jak maszynownia, kotłownia, duże transformatory, zmiekkalnia i magazyny.

Kształt terenu jest nieregularny i niedogodny, ale narzucony przez sąsiednią zabudowę mieszkalną. Również trasa

TABLICA IV. Wskaźniki przestrzenne

	EC — 1 125 MW, 960 t/h	EC — 2 150 MW, 1200 t/h	EC — 3 24 MW, 300 t/h	EC — 4 150 MW, 1380 t/h	EK 100 MW, 600 t/h
Kubatura budynku głównego (m ³ /kW)	2,49	2,48	3,0	2,45	1,56
Kubatura maszynowni (m ³ /kW)	1,18	1,14	1,25	1,27	0,56
Kubatura kotłowni (m ³ /t/h)	170	164	141	130	123
Powierzchnia terenu ogrodzonego (m ² /kW)	1,28	1,065	6,85	1,63	—
Współczynnik zabudowy (%)	49	50	25	21,8	—

EC-1 — projektowana (5×25 MW + 8×120 t/h)

EC-2 — EC-1 po pełnej rozbudowie (6×25 MW + 10×120 t/h)

EC-3 — ob. Łagowski A. A. i Pakszwer W. B. Elektrownie ciepłe (2×12 MW + 4×75 t/h)

EC-4 — w stadium uruchamiania (6×25 MW + 6×230 t/h)

EK — ob. Łagowski A. A. i Pakszwer W. B. Elektrownie ciepłe (2×50 MW + 3×200 t/h)

bocznicy dojazdowej jest wynikiem konieczności ograniczenia się do jak najmniejszych wyburzeń.

Gospodarność. Podstawowym wskaźnikiem techniczno-ekonomicznym jest sprawność ogólna względnie współczynnik wyzyskania ciepła zawartego w paliwie. W tym celu sporządzono wykres ciepła dla produkcji rocznej (rys. 7). Bilans cieplny, oparty na tym wykresie, przedstawia się jak następuje:

A) ciepło dostarczone w węglu:	
673 000 t po 5200 kcal/kg	3500·10 ⁹ kcal;
B) ciepło otrzymane:	
a) w parze technologicznej	
1212 360 t po 711 kcal/kg	862·10 ⁹ kcal,
b) w wodzie ogrzewczej	
710 520 t po 630 kcal/kg	465·10 ⁹ kcal,
c) w energii elektrycznej wysłanej do sieci	
637 500 MWh po 860 kcal/wWh	547·10 ⁹ kcal,
	razem 1874·10 ⁹ kcal;

C) współczynnik wyzyskania ciepła dostarczonego w paliwie:

$$1874 \cdot 10^9 : 3500 \cdot 10^9 = 0,54, \text{ tj. } 54\%$$

Koszty budowy omawianej elektrociepłowni przykładowo, według wstępnych zestawień, wynoszą ok. 3600 zł/MW zainstalowany, albo 469 000 zł na 1 t/h pary w kotłach. Wskaźnik ten po pełnej rozbudowie elektrociepłowni do 150 MW i 1200 t/h pary energię obniże.

Dla porównania projektowanej elektrociepłowni z innymi oraz z danymi z literatury radzieckiej, która podaje szereg wskaźników dla wybudowanych obiektów, zestawiono w tabl. IV i V szereg podstawowych wielkości. Skrótem EC oznaczono w tablicach elektrociepłownię, a skrótem EK — elektrownie kondensacyjne.

Nie ma jeszcze kompletnego materiału sprawozdawczego, pozwalającego ocenić ściślej nakład pracy na wykonanie pełnej dokumentacji projektowo-kosztorysowej dla dużej elektrociepłowni. Na podstawie wykonanych fragmentów po-

dobnych projektów można szacunkowo określić nakład pracy dla I etapu na ~ 300 000 godzin a dla II etapu ~ 100 000 godzin (w tym udział pracy projektantów i asystentów po ~ 40% i ~ 20% pomocy technicznej). Wobec nakładu pracy na budowę i montaż ok. 4 500 000 godzin dla I etapu i ok. 5 500 000 godzin dla II etapu (tj. łącznie ok. 10 000 000 roboczogodzin) prace projektowo-kosztorysowe stanowią ok. 6,7% dla I etapu i ok. 4% dla pełnej rozbudowy.

Nakład pracy projektowo-kosztorysowej jest w bardzo poważnym stopniu obciążony: a) niezwykle kłopotliwymi uzgadnianiami z dostawcami zagranicznymi, b) szkoleniem młodych i niedoświadczonych pracowników, c) zmianami w danych wyjściowych do projektowania (np. powiązanie EC z siecią elektryczną), d) brakiem na razie rozwiązań powtarzalnych.

5. Wnioski końcowe.

Bardzo poważne trudności, które napotyka wybór miejsca na elektrociepłownię w mieście, a mianowicie: odpowiedni teren, wysiedlenia i wyburzenia, doprowadzenie bocznicy, zapyłanie, gromadzenie popiołu i żużla, skoordynowanie z gospodarką podziemną miasta, wymagania urbanistyczno-architektoniczne, brak terenu do zorganizowania placu budowy, pozwalają wyciągnąć następujące wnioski:

a) jedynie elektrociepłownię oddającą parę dla przemysłu należy lokować w środku miasta (zmusza do tego promień zasilania);

b) moc takich elektrociepłowni winna być ograniczona do wymienionych wyżej potrzeb i realizowana w jednym etapie;

c) kompozycja obiektu winna być opracowana na skonkretyzowaną moc graniczną, określoną realnymi potrzebami i możliwościami terenu.

W sprawie toku projektowania należy podkreślić potrzebę:

1) jak najściślej skoordynowania projektu z gospodarką podziemną miasta, 2) wykonywania budownictwa podziemnego zaraz w pierwszej fazie, wejścia na teren, 3) nieprzystępowania do budowy bez ostatecznie i we wszystkich szczegółach opracowanego planu generalnego.

INŻ. SZYMON ROZENBEJN

Pierwsze polskie elektrownie na niskogatunkowym paliwie miejscowym

662.65:621.311.22.332:622.331(438)

Treść. Węgiel brunatny i jego znaczenie dla energetyki polskiej. Właściwości energetyczne i chemiczne węgla brunatnego. Transport węgla brunatnego z kopalni odkrywkowej do elektrowni. Nawęglanie zewnętrzne i wewnętrzne w elektrowniach pracujących na węglu brunatnym. Typy młynów do mielenia węgla brunatnego i półkoks. Charakterystyczne dane z projektu dużej obecnie budującej się elektrowni na węglu brunatnym. — Torf jako paliwo dla elektrowni i znaczenie tego paliwa dla energetyki. Wydobycie, magazynowanie torfu oraz jego transport do elektrowni. Podstawowe urządzenia stosowane w elektrowniach torfowych.

Первые польские электрические станции на низкокачественном местном топливе. Бурый уголь и его значение в польской энергетике; его энергетические и химические свойства. Транспорт бурого угля с открытых выработок на электростанцию. Наружное и внутреннее угленавание. Размол бурого угля и полукокса. Характерные данные проекта большой строящейся электростанции. — Торф, как топливо для электростанций и его значение в энергетике. Добыча, хранение и транспорт торфа. Основные устройства торфяных электростанций.

First Polish electric power plants using low-grade local fuel resources. Brown coal and its importance to Polish power practice. Power and chemical properties of brown coal. Transportation of brown coal from opencast colliery to the electric plant. External and internal coal supply. Types of mills for pulverising brown coal and coalite. Characteristic features of the design of a large electric plant now in course of construction and intended to work on brown coal. — Peat as a fuel for electric power plants, and its importance to power practice. Peat winning and storage, and transportation to the electric plant. Basic equipment in use in electric plants designed for peat fuel.

1. Wstęp.

Plan 6-letni rozbudowy gospodarki narodowej w Polsce i następny plan gospodarczy przewidują obok odbudowy i rozbudowy dawnych elektrowni także budowę szeregu nowych elektrowni. Przy planowaniu nowych elektrowni wzięto pod uwagę właściwe ich rozmieszczenie na terenie kraju tak, żeby one odpowiadały wymaganiom rozwojowym państwowego układu energetycznego, żeby oparły się nie tylko na paliwie łąskiej niekiedy węglowej, lecz również na miejscowych małych lokalnych paliwach, i w ten sposób poprawiły strukturę bilansu paliwowego kraju, wreszcie, żeby przyczyniły się do rozwoju zacofanych pod względem gospodarczym części Polski.

Do paliw miejscowych, na których energetyka polska opiera się dotychczas bardzo słabo, należy zaliczyć węgiel brunatny i torf. Elektrowni pracujących na węglu brunatnym mamy w Polsce kilka. Są to przeważnie elektrownie o małych mocach i z nich pewne znaczenie dla energetyki ma tylko jedna elektrownia o mocy 20 MW, pracująca przy 60 ata i 450°C, a tymczasem w innych krajach zarówno przed wojną, jak w czasie wojny, jak i po wojnie zbudowano dużo elektrowni, zużywających paliwa miejscowe.

W ZSRR do badań geologicznych i wydobywania paliw miejscowych we wszystkich okręgach Związku wielką wagę

przywiązywali Lenin i Stalin. W pierwszym rzucie planu prac Akademii Nauk ZSRR po rewolucji 1918 r. Lenin jako rozwinięcie elektryfikacji ZSRR wysunął dalszy problem ogólnonarodowy, mianowicie wyzyskanie dla produkcji energii elektrycznej uboższych rodzajów paliwa, a mianowicie torfu i węgla gorszych gatunków. Plan GOELRO skonkretyzował to zadanie w programie budowy nowych elektrowni na węglu podmoskiewskim, na węglach uralskich, na torfie i łupkach. Zadanie poszukiwania i użytkowania paliw miejscowych zajmuje poważne miejsce w pięcioletnich planach radzieckich.

Elektrownie radzieckie były pionierami w opanowaniu nowych paliw niskogatunkowych. W ZSRR opracowano i zastosowano racjonalne metody spalania przeszło 60 gatunków paliwa. Energetycy radzieccy rozwiązyali szereg skomplikowanych naukowo-technicznych problemów przygotowania i spalania różnych gatunków paliw o różnorodnych właściwościach, jak duża wilgotność (do 55%), duża zawartość popiołu (do 60% na suchą masę), mała zawartość części lotnych (3% na substancję palną), niska temperatura topnienia żużla, różne charakterystyki spalalności, wielka zawartość siarki, mała zdolność przemianaowa i inne. Ten kierunek rozwoju energetyki radzieckiej — obok budowy elektrowni wielkiej mocy i elektrociepłowni zawodowych i przemysłowych — utrzymał się po dzień dzisiejszy i obowiązuje na najbliższą przyszłość.

płynne produkty rozkładu, jak prasmała, fenole i większość części lotnych w postaci gazu. Pozostałość, tzw. półkoks, ma charakter paliwa stałego o wyższej wartości C i znacznie wyższej od węgla wyjściowego wartości opałowej.

Głównym kryterium, predestynującym węgle brunatne do wylewania, jest wydajność prasmały (10 — 15%) i jej właściwości, a mianowicie powinna ona zawierać więcej składników lekkich, nadających się po oddestylowaniu i rafinacji bezpośrednio do celów motoryzacyjnych. Półkoks, jako produkt odpadkowy procesu wylewania, zużywany jest na miejscu w elektrowniach budowanych przy zakładach wylewnych, względnie pewien nadmiar zużywany jest jako opał domowy.

Zawartość wody w węglu brunatnym w stanie surowym jest bardzo duża i wynosi przy zwykłych węglach brunatnych 40 — 60%. Zawartość popiołu w węglach brunatnych bywa różna. Za górną granicę dobrych węgli brunatnych przyjmuje się zawartość 10% popiołu przy wilgotności całkowitej (wilgotność + higroskopijna). Różny jest skład samego popiołu. Ważne jest stwierdzenie zawartości piasku zarówno dla procesu brykietowania (proces poprzedzający wylewanie), jak również ze względu na pracę młynów przy kotłach elektrownianych. Wartość opałowa węgla brunatnego zależy przede wszystkim od zawartości wody i popiołu. Nasze węgle mają wartość opałową 1850 kcal/kg dla tzw. węgla energetycznego, tj. z górnych i dolnych warstw pokładu węgla, oraz 2300 kcal/kg dla węgla ze środka pokładu przeznaczonego na brykietowanie i wylewanie, tzw. węgla chemicznego. Przeciętnie nasz węgiel ma wartość opałową 2040 kcal/kg.

Ważną cechą z punktu widzenia energetycznego wyzyskania węgla brunatnego jest skłonność tego węgla do samozapalności. Pociąga to za sobą konieczność jak najdalej idącego izolowania węgla od powietrza.

Tabl. II podaje najważniejsze wskaźniki, charakteryzujące z punktu widzenia energetyki węgiel krajowy i półkoks otrzymywany z tego węgla.

TABLICA II

	Węgiel brunatny energetyczny	Półkoks
Wilgotność całkowita w stanie dostarczanym (%)	50 — 52	10
Popiół w stanie dostarczanym (%)	15	24
Części lotne w stanie bezwodnym (%)	39	14
Wartość opałowa w stanie dostarczanym (kcal/kg)	1850	5010

Analiza elementarna węgla brunatnego: C — 45,52%; H — 3,33%; O — 15,74%; N — 0,40%; S (lotna) — 0,71%; popiół — 18,45%; woda — 15,85%.

Analiza popiołu.

Węgiel

Półkoks

SiO ₂	57,13%	33,33%
Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃	5,44 + 3,22 = 8,66%	7,10 + 3,55 = 10,65%
CaO	24,53%	31,41%
MgO	2,98%	4,12%
SO ₂	12,50%	20,14%

Punkty topienia popiołu z węgla brunatnego krajowego.

- a) Z węgla energetycznego (ze stropu i spągu):
temperatura płynności BB 1245°C,
mięknienia 1100°C.
b) Z węgla chemicznego (z warstwy środkowej):
temperatura płynności BB 1280°C,
mięknienia 1175°C.

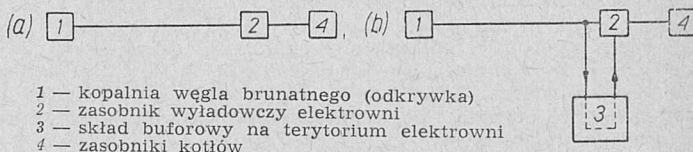
Ekspertyza węgla krajowych opiewa, że pomimo niskiej temperatury płynności popiołu węgiel będzie dobrze zachowywał się w palenisku pyłowym.

Węgiel krajowy nadaje się do kotłów z paleniskami na płynny żużel. Według pierwotnych założeń przy złożach węgla krajowego miał powstać kombinat energochemiczny. Elektrownia miała pracować na dwu gatunkach paliw, a mianowicie na węglu brunatnym i na półkoksie. Obecnie zaszła zmiana tej koncepcji, wynikająca z ogólnych względów gospodarczych; elektrownię tę buduje się jako czysto kondensacyjną i będzie się w niej spalać wyłącznie węgiel brunatny. W dalszym ciągu artykułu będą jednak podane pewne charakterystyczne cechy elektrowni pracujących na węgiel bru-

natny i półkoks, zwłaszcza zagadnienie transportu i przemiana półkoks, gdyż w tego rodzaju elektrowniach na pewno napotkamy dwa gatunki paliwa.

4. Nawęglanie zewnętrzne i wewnętrzne elektrowni pracujących na węglu brunatnym.

W elektrowniach pracujących na węglach miejscowych, a więc również w elektrowniach pracujących na węglu brunatnym, daje się zrealizować najprostszym systemem bezpośredniego dostarczania węgla do elektrowni (rys. 2). Przy projektowaniu elektrowni konińskiej problemem, który wywołał szeroką dyskusję w instancjach zatwierdzających założenia projektowe i projekt wstępny, było, czy zrealizować nawęglanie zew-



Rys. 2. Schematy bezpośredniego transportu węgla do elektrowni, pracującej na węglu brunatnym: (a) — bez składu buforowego, (b) — przez skład buforowy.

nętrne według najprostszego schematu podanego na rys. 2(a), czy też zaprojektować przy elektrowni skład węglowy buforowy, według rys. 2(b), o minimalnej pojemności, zabezpieczającej 7-dniową pracę elektrowni. Za drugim rozwiązaniem przemawiały następujące okoliczności:

a) obawa przed przestojami w kopalni odkrywkowej, szczególnie w okresie silnych mrozów;

b) nadmiar wydobycia węgla brunatnego w odkrywce w stosunku do poboru węgla przez elektrownię, szczególnie w okresach letnich, kapitalnych remontów kotłów i turbin oraz w okresach zmniejszonego obciążenia elektrowni;

c) pewna niewiara w rytmiczność pracy kopalni odkrywkowej wskutek braku w Polsce większego doświadczenia w tej dziedzinie.

Po głębszym przeanalizowaniu zagadnienia przez naszych projektantów oraz po zapoznaniu się z doświadczeniem NRD w tej sprawie uznano, że argumenty, wysuwane za składem węglowym przy elektrowni, nie są uzasadnione. Stwierdzono, że kopalnia odkrywkowa ma rezerwowo maszyny do wydobywania węgla, a więc w razie remontu lub uszkodzenia jakiejś maszyny praca kopalni jest zapewniona. Złoże węglowe jest odsłonięte na takiej powierzchni, że wystarczy na parę miesięcy pracy elektrowni. Jest ono najlepszym składem węglowym, w którym węgiel nie pali się w przeciwieństwie do magazynowania węgla na składzie buforowym, gdzie on by się zapalił. Można by wprowadzić zaprojektować taki skład węglowy, w którym węgiel nie zapalałby się, ale podniosłoby to znacznie koszty i tak drogiego składu węglowego (w elektrowni konińskiej skład taki, wyposażony w 2 krany kablów, kosztowałby 12 mln. zł przy zużyciu 600 t stali na jego zbudowanie).

Co się tyczy zamarzania węgla brunatnego, to jest ono bardziej prawdopodobne na składzie węglowym niż na odkrywce. W czasie silnych mrozów zamarznięty węgiel brunatny „odtaja” w ogrzewanej wydawni.

Obawy co do nadmiaru wydobycia węgla brunatnego w odkrywce w okresie letnich remontów kapitalnych w elektrowni są również nieuzasadnione, gdyż kopalnia musi dostawiać swoją pracę do pracy elektrowni, musi przeprowadzać latem kapitalne remonty swoich maszyn, zdejmować nakład dla przygotowania frontu wydobycia węgla itp. Przestoje z powodu możliwych zakłóceń w trakcji elektrycznej z powodu zamieci śnieżnych nie są dla elektrowni groźne, gdyż trakcja elektryczna w nowoczesnej kopalni węgla brunatnego działa pewnie, a ewentualne przestoje lub remonty tej trakcji trwają krótko, zasypanie zaś torów śniegiem przy kilkukilometrowej dostawie z odkrywki do elektrowni da się szybko usunąć. Wyładownia i zasobniki kotłowe, zaprojektowane np. dla 24 — 36 godzin ruchu szczytowego elektrowni, zabezpieczają w zupełności ruch elektrowni w czasie tych krótkotrwałych przerw w dostawie węgla.

Pozostaje jeszcze sprawa pełnego zatrzymania pracy kopalni w czasie świąt. Taki postój kopalni może się zdarzyć kilka razy w roku (dni świąteczne) i nie może trwać dłużej niż jedną dobę. Wówczas należy zaprojektować wyładownia wystarczająco łatwiej, że w czasie świąt obciążenie sieci energetycznej też wydatnie zmniejsza się. Tak więc w elektrowniach, pracujących na miejscowym węglu brunatnym, nie

należy w zasadzie przewidywać żadnego buforowego składu węglowego.

Urządzenia transportowe, dostarczające węgiel brunatny do elektrowni, są następujące.

Dowóz do wyładowni odbywa się przy pomocy kolei elektrycznej o szerokości toru 900 mm lub normalnej. Wybór szerokości toru zależy od ukształtowania odkrywki. Do przewozu węgla stosuje się wagony typu „talbot” o pojemności 40 t. Wyładownię projektuje się o długości odpowiadającej linii wyładunku, np. w projektowanej obecnie dużej elektrowni na węgiel brunatny wyładownia ma długość 75 m, co wystarczy do jednoczesnego wyładunku 5 wagonów typu „talbot”. Z wyładowni węgiel dostarcza się przenośnikami gumowymi po galerii pochyłej do kruszarek, mieszających się w specjalnej wieży. Gdy elektrownia pracuje na węglu i półkoksie, półkoks uprzednio schłodzony wodą dostarcza się przenośnikami gumowymi na galerii pochyłej z miejsca odbioru półkoku przy wylewni do kruszarki. Stąd węgiel brunatny po przejściu przez kruszarki oraz półkoks pomijający kruszarki przenosi się do zasobników elektrowni, oddzielnych dla każdego z tych materiałów. Napęnianie zasobników węglowych odbywa się przy pomocy taśm gumowych (przeważnie jest ich dwie), napęnianie zaś zasobników półkoksowych przy pomocy przenośników redlerowskich.

Z zyspów zasobników węglowych do młynów (przeważnie stosuje się do mielenia węgla brunatnego 4 młyny szybkie) nie umieszczone na rogach kotła można węgiel transportować przy pomocy przenośników: 1) korytkowych łańcuchowych, 2) z taśmą stalową, 3) łuskowych, 4) gumowych. W NRD stosuje się wszystkie wyżej podane rodzaje przenośników, ostatnio jednak do transportu węgla brunatnego daje się pierwszeństwo przenośnikom gumowym, jakkolwiek istnieją pewne zastrzeżenia w tym względzie, gdyż w przypadku zatrzymania się przenośnika, który dostarcza węgiel do młyna, oraz opróżnienia się rury suszącej węgiel gorące gazy mogą znaleźć ujście w kierunku przenośnika i spalić gumę. Jednak w NRD przenośniki gumowe są zalecane.

Przenośniki korytkowe łańcuchowe są przy większych odległościach niepełne, gdyż wskutek łatwiejszego zapychania się wilgotnym węglem zrywają się. Przenośniki z taśmą stalową są odporne na temperaturę, lecz są drogie i trudne do remontu w razie zerwania się taśmy, która musi być importowana z zagranicy. Przenośniki łuskowe były do ostatniego czasu bardzo rozpowszechnione w NRD, nie budzą żadnych obaw co do możliwości zapalenia się, lecz remont ich trwa dłużej niż remont taśm gumowych.

Do transportu półkoku z zasobnika do młyna kulowego w wypadku oddzielnego przemiału węgla i półkoku (półkoks miele się wówczas w młynach kulowych) stosuje się przenośniki redlerowskie, do których wprowadza się gazy ochronne; są to spaliny pobierane z elektrofiltrów lub multicyklonów, oczyszczone i schłodzone w specjalnej stacji. Mają one za zadanie ochronę od wybuchów, do których jest podatny półkoks z węgla brunatnego.

Gazy ochronne wprowadza się także do zasobnika pośredniego z pyłem i do zasobnika półkoku. W ten sposób wszystkie elementy, w których magazynuje się lub przez które przechodzi półkoks albo pył półkoksowy, pracują w atmosferze gazów ochronnych.

W wypadku wspólnego przemiału węgla i półkoku, przewidzianego poprzednio w elektrowni konińskiej, węgiel brunatny i półkoks transportuje się na wspólnych taśmach z zasobnika do młyna i chociaż półkoks styka się na taśmie z wilgotnym węglem, stosuje się taśmy w zamkniętych korytkach, do których wprowadza się gazy ochronne.

5. Wybór typów i wielkości kotłów do spalania węgla brunatnego.

Do spalania węgla brunatnego lub mieszanki węgla brunatnego z półkoksem stosuje się obecnie nowoczesne kotły pyłowe na wysokie ciśnienia, opromieniowane, granulacyjne, zaopatrzone w podgrzewacze wody i powietrza. Kotły zaprojektowane do spalania węgla brunatnego i półkoku mają mieć pełną wydajność przy pracy wyłącznie na węglu brunatnym.

Wydajność kotłów należy przyjmować dla dużych elektrowni możliwie największą. Kotły na węgiel brunatny o wydajności 250 t/h są budowane za granicą seryjnie; budowanie kotłów o jeszcze większej wydajności nie stanowi obecnie trudności. Jednakże w warunkach polskich, gdzie brak jest jeszcze doświadczenia w eksploatacji nowych odkrywek

i elektrowni na nich pracujących, gdzie właściwości węgla brunatnego z tych odkrywek nie są jeszcze pod względem przemysłowym bliżej zbadane, przyjęcie większej wydajności kotłów dla pierwszej elektrowni stanowiłoby pewne ryzyko. Zdecydowano więc zastosować w naszej pierwszej większej elektrowni na węgiel brunatny kotły o wydajności 130 t/h.

Zarówno w przypadku pracy wyłącznie na węglu brunatnym, jak i przy pracy na mieszance węgla brunatnego z półkoksem, przy wspólnym przemiale stosuje się dla każdego kotła cztery młyny szybkie typu KSG dla węgla wilgotnych, ustawione po rogach komory paleniskowej. W wypadku rozdzielnego przemiału stosuje się dla węgla brunatnego młyny jak wyżej, a dla półkoku młyny kulowe wolnobieżne. Do mielenia półkoku stosowano również młyny misowe (typu KSG Lesche), lecz te według praktyki w NRD nie nadają się.

Odpielanie elektrowni pracujących na węglu brunatnym rozwiązuje się — w wypadku gdy popiół nie cementuje — sposobem hydraulicznym, natomiast przy cementowaniu popiołu należy stosować system odpielania pneumatycznego. Przy odpielaniu hydraulicznym stosuje się przeważnie system wysokociśnieniowy ze splukiwaniem żużla i popiołu do odstojnika lub bezpośrednio na zwał, albo też do wyrobionej już i nieczynnej odkrywki węgla brunatnego. Do czynnej odkrywki można wywozić popiół tylko z odstojników. Wywóz popiołu odbywa się wówczas specjalnie do tego celu przeznaczonymi wagonami trakcji elektrycznej. Koszty zarówno inwestycyjne, jak i eksploatacyjne, są przy odstojnikach większe niż przy bezpośrednim splukiwaniu popiołu na zwał lub do nieczynnej odkrywki.

Odpylanie spalin w elektrowniach pracujących na węglu brunatnym odbywa się przy pomocy elektrofiltrów lub przy pomocy multicyklonów. W jednym i w drugim wypadku — dla uniknięcia zapylenia w pobliżu elektrowni oraz ze względu na zawartość siarki w spalinach — buduje się wysokie kominy. W obecnie projektowanej elektrowni konińskiej przyjęto wysokość kominów 100 m. Sprawność urządzeń odpylających — elektrofiltrów czy multicyklonów — przyjmuje się dla elektrowni nie leżącej w obrębie większego miasta 90 — 95%. Urządzenia odpylające wypadają wówczas tańsze. Należy zaznaczyć, że multicyklony o tej samej sprawności co elektrofiltry kosztują tyleż, a nawet więcej niż elektrofiltry.

Dla węgla brunatnego, którego popiół zawiera duży procent drobnych frakcji (do 40 μ ok. 80%, powyżej 40 μ ok. 20%), elektrofiltry są lepsze, gdyż mają dużą sprawność w zakresie drobnych cząstek, multicyklony zaś wytrącają z dużą sprawnością cząsteczki powyżej 20 μ , a nawet 40 μ . Kolbe podaje dla węgla brunatnego o wartości 2100 kcal/kg następujący udział procentowy cząstek: do 5 μ — 28,6%, do 10 μ — 19,7%, do 20 μ — 20,4%, do 40 μ — 13,6%, powyżej 40 μ — 17,7%, razem 100,0%. Poza tym przy zastosowaniu elektrofiltrów zużycie mocy jest znacznie mniejsze, gdyż opór elektrofiltru wynosi 5 — 10 mm słupa wody. Z powyższych względów dla elektrowni konińskiej wybrano elektrofiltry, a nie multicyklony.

6. Charakterystyczne dane z naszego projektu dużej elektrowni kondensacyjnej na węglu brunatnym.

Przewidywany roczny czas wyzyskania mocy zainstalowanej 6500 h. Parametry pary 80 ata, 500°C. Wydajność jednostek kotłowych 130 t/h. Moc turbogeneratorów 55 MW. Pojemność zasobników węgla brunatnego w kotłowni w godzinach maksymalnego obciążenia 13 h. Pojemność wyładowni (szczelinowej) w godzinach ruchu przy maksymalnym obciążeniu ok. 12 h. Składu węglowego przy elektrowni nie przewidziano. Sprawność kotłowni przy pracy na węglu brunatnym 83%. Jednostkowe zużycie paliwa umownego (7000 kcal/kg) przy produkcji energii elektrycznej 0,42 kg/kWh. Kubatura budynku głównego 1,75 m³/kW. Koszt na jednostkę zainstalowanej mocy 3000 zł/kW.

7. Torf i możliwości wyzyskania go dla potrzeb energetyki.

Większe bagna torfowe znajdują się w województwach: białostockim, lubelskim, szczecińskim, olsztyńskim, poznańskim i warszawskim. Według stopnia zbadania złóż torfowych pierwsze elektrownie na torfie powinny powstać w województwach białostockim i lubelskim. Budowa elektrowni torfowej wiąże się ze zorganizowaniem przemysłowego wydobycia torfu — stworzeniem „zakładów torfowych”.

Według szacunkowych obliczeń ekspertów moc elektrowni, które mogą powstać na tych złożach — licząc 100-letnią ich eksploatację przy 5000 — 6000 h/rok, jest rzędu 100 MW.

Według obliczeń działu układów energetycznych Energo-projektu mamy w Polsce, przyjmując 18 490 km² torfowisk, ok. 40 mlrd. ton masy torfowej, co odpowiada 9,3 mlrd. ton torfu o wilgotności 40%, albo 3,1 mlrd. ton paliwa umownego w złożu i 2,1 mlrd. ton paliwa możliwego do wydobycia. Zdaniem ekspertów należałoby przeznaczyć z tego dla rolnictwa 50%, dla przemysłu i na opał dla ludności 25%, dla energetyki 25%. Tereny torfowe o wielkim obszarze powinny być przeznaczane dla energetyki, która — zdaniem eksperta na podstawie dzisiejszych wiadomości o naszych zasobach torfowych — mogłaby zbudować 10 elektrowni o przeciętnej mocy po 100 MW.

Elektrowni pracujących na torfie dotychczas w Polsce nie ma. Dopiero приступujemy do zaprojektowania pierwszego dużego zakładu torfowego i elektrowni przy nim. Na podstawie doświadczenia przy budowie tej pierwszej elektrowni torfowej będzie można dalej rozwijać budownictwo tego rodzaju elektrowni. Tu należy nadmienić, że w ZSRR, który jest bardzo bogaty w paliwo torfowe, na elektrownie torfowe przypada około 20% całej produkcji energii elektrycznej. To też tam bardzo rozwinęła się mechanizacja wydobycia torfu, technika jego transportu i spalania.

Zasadnicze właściwości paliwa torfowego z projektowanego u nas zakładu torfowego będą według przewidywań następujące: torf powietrznie suchy będzie miał wilgotność 40% (w złożu torfowym wilgotność ta osiąga 80 — 90%), górną wartość opałową ok. 2900 kcal/kg, dolną wartość opałową 2350 kcal/kg, zawartość popiołu 10 — 12%.

Torf w projektowanym zakładzie ma być wydobywany metodą frezowania powierzchniowej warstwy torfu; otrzymany w ten sposób miał torfowy suszy się w warunkach naturalnych na powierzchni torfowiska do stanu powietrzno-suchego, po czym układa go się w stosy. Te trzy stadia tworzą cykl wydobywania torfu frezerowego, trwający dwa dni. Okres wydobywania torfu w warunkach klimatycznych Białostoczczyzny trwa od maja do września, łącznie 146 dni w roku. Wobec tego zapas paliwa przeznaczonego dla elektrow-

ni — poczynając od października — powinien być 7-miesięczny, a jeżeli dodać rezerwę na niepomyślne warunki klimatyczne — nawet 10-miesięczny.

Skład torfu przy samej elektrowni powinien pozwalać na utrzymanie ruchu elektrowni przy nieregularnych dostawach torfu lub zakłóceniach w transporcie. Analogicznie do sytuacji przy węglu brunatnym można uważać, że jeżeli elektrownia jest położona blisko od zakładu torfowego, to skład przyelektrowniany staje się zbędny. Jednakże przy torfie — w przeciwieństwie do węgla brunatnego — trzeba liczyć się z tym, że mogą nastąpić kolejne mokre lata i dla zabezpieczenia pracy elektrowni może okazać się pożądane istnienie rezerwowego składu torfu, chronionego odpowiednio przed zapaleniem się.

Dostawa torfu odbywa się koleją wąskotorową (750 lub 900 mm) z pola torfowego. Trasa kolei prowadzi do elektrowni wzdłuż pola torfowego zazwyczaj na gruncie mineralnym i przepuszczalnym dla wody.

Podstawowe urządzenia w elektrowniach torfowych o mocy rzędu 100 MW składają się z turbin typu WK-25 na 90 at. 500°C oraz z kotłów pyłowych — z podsuszającymi młynami szybowymi do spalania torfu — o ciśnieniu 110 atn i 510°C o wydajności po 120 t/h.

8. Zakończenie.

Niniejszy artykuł jest poświęcony tylko tym zagadnieniom elektrowni, pracujących na węglu brunatnym i torfie, które różnią je od elektrowni pracujących na węglu kamiennym, a więc przede wszystkim zagadnieniom właściwości tych paliw, ich transportowi i magazynowaniu. Poruszono także zagadnienia przemian tych paliw, jak również odpowiadania i odpalania w elektrowniach pracujących na węglu brunatnym, pozostałe bowiem procesy technologiczne elektrowni pracujących na tych paliwach w zasadzie nie różnią się od analogicznych procesów w innych elektrowniach ciepłych.

LITERATURA

Grumbrecht A. Zasady górnictwa węgla brunatnego, 1952
Kolbe H. Der wirtschaftliche Dampfkesselbetrieb, 1949

MGR INŻ. JAN CHWALIBÓG
MGR INŻ. WACŁAW DEMEL
MGR INŻ. ZDZISŁAW WILK
MGR INŻ. ZDZISŁAW ŻMUDZIŃSKI
Krakowskie Biuro Projektów Sieci Elektrycznych

Typowe linie elektroenergetyczne na 110 kV

658.516:621.315.027.8.004(438)

Treść. Opisano typy linii elektroenergetycznych o napięciu 110 kV na słupach stalowych kratowych oraz drewnianych, przyjęte w Polsce. Omówiono zalety i wady różnego typu konstrukcji oraz elementów tych linii.

Типичные электроэнергетические линии 110 кв. Описаны принятые в Польше типы электроэнергетических линий 110 кв на решетчатых стальных и на деревянных столбах. Обсуждаются достоинства и недостатки различных конструкций и элементов этих линий.

Typical 110-kV electric power lines. Description of 110-kV power line types carried on steel lattice towers and wooden poles, as used in Poland. Review of merits and demerits of the various constructional types and elements of such lines.

1. Wstęp.

Jednym z podstawowych warunków realizacji zadań gospodarki planowej jest dostarczenie dostatecznej ilości energii elektrycznej dla szybko rozbudowującego się przemysłu, dla postępującej naprzód elektryfikacji rolnictwa oraz dla podniesienia stopy życiowej ludności. Wymaga to wielkich urządzeń elektroenergetycznych, m. in. sieci linii przesyłowych 110-kilowoltowych.

Masowość nowych inwestycji sieciowych oraz potrzeba podniesienia ich poziomu technicznego w zakresie budownictwa i eksploatacji wymagały opracowania w najkrótszym czasie odpowiednich konstrukcji typowych.

Opierając się na dawniejszym doświadczeniu w projektowaniu linii w naszym kraju oraz na osiągnięciach budownictwa energetycznego za granicą, zwłaszcza w ZSRR, przystąpiono w „Energoprojekcie” już w roku 1950 do szczegółowego opracowania typowych linii 110-kilowoltowych.

Typizacja objęła linie na słupach zarówno kratowych stalowych, jak i drewnianych. Wykonane już opracowania typowych linii na słupach stalowych obejmują:

- linię jednotorową o przekroju 3×120 mm² AFL (seria A),
 - „ „ „ 3×185 mm² AFL (seria B),
 - „ „ „ 2×3×120 mm² AFL (seria C),
 - „ „ „ 2×3×185 mm² AFL (seria D).
- Opracowanie typowe linii na słupach drewnianych obejmuje linię jednotorową o przekroju 3×120 mm² AFL.

2. Założenia i dane ogólne.

Projekt linii typowych oparto przede wszystkim na normie PNE-101 (Elektroenergetyczne linie napowietrzne). Jednakże w wielu przypadkach nie objętych tymi przepisami ko-

rzystano z przepisów i zwyczajów stosowanych w innych krajach, zwłaszcza sąsiednich.

Przewody. Dla najczęściej budowanych linii obrano przewód roboczy o przekroju 120 mm² stalo-aluminiowy AFL 1:6, odpowiadający normie PNE-103. Przewód ten ma średnicę zewnętrzną 15,7 mm — najmniejszą, przy której dla napięcia 110 kV nie występują straty ulotowe nawet w najniekorzystniejszych warunkach atmosferycznych. Kolejny mniejszy przekrój (95 mm²) nie spełnia już tych warunków. Dla linii mających przysłać znaczniejsze moce obrano przekrój przewodu roboczego 185 mm². Przewiduje się wykonywanie linii typowych wyłącznie przewodami tych dwu przekrojów.

Przewiduje się przysyłanie liniami jednotorowymi o przekroju 3×120 mm² AFL mocy rzędu 30 MW na przeciętnej odległości do 50 km, liniami zaś o przekroju 3×185 mm² AFL mocy rzędu 40 MW na odległość ponad 50 km. Linie dwutorowe o powyższych przekrojach przewodów mogą przesłać, oczywiście, moc dwukrotnie większą.

Ochrona odgromowa. Czynnikiem silnie wpływającym na wybór konstrukcji słupów linii bardzo wysokiego napięcia jest rodzaj zastosowanej ochrony odgromowej. Przewody odgromowe — właściwie umieszczone i uziemione przy każdym słupie za pomocą uziemień o niskiej oporności — stwarzają linie prawie zupełnie odporne na uderzenia piorunów, a więc o dużej pewności eksploatacyjnej. Za skuteczną ochronę uważa się zawieszenie co najmniej dwóch przewodów odgromowych. Podwyższenie kosztów budowy linii przy zastosowaniu dwóch przewodów odgromowych nie jest duże, gdyż wynosi dla linii jednotorowych 110-kilowoltowych około 4,5%, dla linii zaś dwutorowych 2,5%. Z tych względów wszystkie linie typowe na słupach stalowych zaopatrzone

w dwa przewody odgromowe. Kąt ochrony tych linii nie przekracza 25°, co zapewnia właściwą osłonę przewodów roboczych, sprowadzając możliwość uderzenia piorunu bezpośredniego w przewody robocze do minimum.

Linia 110-kilowoltowa na słupach drewnianych również ma dwa przewody odgromowe, lecz jedynie na podejściach do stacji transformatorowych, na odcinkach długości 2 km przed każdą stacją. Pozostałe odcinki linii na słupach drewnianych nie mają przewodów odgromowych, gdyż przyjęto swego czasu, że drewno słupów powiększa wytrzymałość uderową linii w porównaniu z linią na słupach stalowych.

Przewody odgromowe wszystkich linii są wykonane z linki stalowej o przekroju 50 mm², skróconej z 7 drutów stalowych o wytrzymałości na rozciąganie 120 kg/mm². Wobec braku normy na przewody stalowe poszczególne druty odpowiadają wymaganiom normy PNE-103 w punktach dotyczących drutów stalowych.

Uziemienia. Istotnym warunkiem skutecznej ochrony za pomocą przewodów odgromowych jest uziemienie ich przy każdym słupie, przy czym uziemienie musi mieć dostatecznie małą oporność. Unika się przez to przeskoków odwrrotnych na izolatorach, ustalania się łuku, a więc wyłączeń linii. Uziemienia linii typowych wykonywane są zasadniczo jako „głębokie”. Składają się one z 1 do 4 rur o średnicy 50 mm i długości 3 m, wbitych w dno wykopu pod fundament słupa. Rury połączone są ze sobą metalicznie płaskownikiem, tworzącym zamknięty obwód („kontur”) na zewnątrz ścian słupa, odległy od nich w rzucie poziomym co najmniej o 0,8 m, zakopany 0,5 m pod powierzchnią terenu.

Wprowadzenie konturu ma na celu zabezpieczenie osób, mogących znaleźć się przy słupie w chwili przepływu prądu przez uziemienie, przed porażeniem. Ten typ uziemienia jest mało wrażliwy na wysychanie gruntu i wymaga bardzo mało dodatkowych robót ziemnych przy zakładaniu. Tam, gdzie gleba jest specjalnie twarda lub kamienista i nie pozwala na wbicie rur, stosuje się uziemienia „powierzchniowe”. Różnią się one od opisanego wyżej tym, że mają odchodzące od konturu zasadniczego promienie boczne.

Oporność uderową uziemień oblicza się dla linii 110-kilowoltowych z uwzględnieniem „poziomu uderowego” dla prądu piorunu 125 kA. Przy tym poziomie uderowym wielkość oporności uderowej słupa linii 110-kilowoltowej nie powinna przekraczać 6 Ω dla łańcuchów izolatorów z różkami i ok. 8 Ω w przypadku łańcuchów bez różków.

Napięcia w przewodach. Czynnikiem, decydującym o technicznej wartości linii i jej koszcie, jest dobór właściwego napięcia „znamionowego” zastosowanego w przewodach. Jest to napięcie, którego nie wolno przekraczać w przewodzie, przy rozpiętościach większych od krytycznej i przy obciążeniu sadzią normalną. Największe dopuszczalne napięcia w przewodach AFL 1:6 i stalowych, użytych w liniach typowych, nie mogą wg PNE-101 przekraczać następujących wartości:

	AFL 1:6 (kg/mm ²)	stal 120 kg/mm ² (kg/mm ²)
normalne	11,6	48,0
zmniejszone	8,5	33,6
krańcowe w prześle normalnym	15,8	96,0
krańcowe w prześle skrzyżowania 3 stopnia	11,6	67,2

Powyższe górne wartości napięć dopuszczalnych w przewodach nie decydują wyłącznie o wyborze napięcia znamionowego. Należy liczyć się również z zagrożeniem wytrzymałości mechanicznej przewodów oraz skróceniem czasu ich pracy wskutek drgań mechanicznych. Przy słupach drewnianych o wyborze napięcia decydują również wymiary drągów będących do dyspozycji.

Na podstawie kilkudziesięcioletniego doświadczenia z liniami można przyjąć, że zagrożenie przewodów przez drgania mechaniczne zależy jest tylko pośrednio od napięcia zastosowanego, natomiast zależy ono głównie od występującego w przewodzie tzw. napięcia „codziennego”. Uważa się, że napięcie „codzienne” odpowiada napięciu, występującemu w temperaturze średniej rocznej od +10 do +15°C, i przyjmuje się tzw. „współczynnik zagrożenia drganiowego” jako stosunek napięcia, występującego w przewodzie w temperaturze +15°C do napięcia zrywającego przewód. Jeżeli dla przewodów AFL 1:6 stosunek ten jest mniejszy od

0,2, a dla stalowych od 0,15, to zagrożenie drganiowe nie występuje i nie trzeba stosować urządzeń mających na celu tłumienie drgań.

Zagrożenie drganiowe linii typowych będzie:

$$\text{dla przewodu } 120 \text{ mm}^2 \text{ AFL } \frac{5,21}{29,3} = 0,178 < 0,2,$$

$$\text{dla przewodu } 185 \text{ mm}^2 \text{ AFL } \frac{5,39}{28,9} = 0,186 < 0,2,$$

przy czym napięcie znamionowe przewodu o przekroju 120 mm² wynosi 11 kg/mm², o przekroju zaś 185 mm² — 10 kg/mm². Widać więc, że przewód o przekroju 185 mm² przy niższym napięciu zastosowanym znajduje się w niekorzystniejszych drganiowych warunkach, niż przewód o przekroju 120 mm² przy wyższym napięciu. Ogólnie biorąc, można przyjąć, że zagrożenie drganiowe jest większe dla przewodów grubszych i zawieszonych w przęsłach o większej rozpiętości, ma ono więc duże znaczenie dla linii na słupach stalowych, gdzie ze względów gospodarczych i technicznych stosuje się duże przęsła i grube przewody.

Uwzględniając powyższe czynniki, zastosowano w opracowaniach typowych linii następujące napięcia znamionowe przewodów roboczych: a) linie na słupach stalowych: przewód 120 mm² AFL — 11 kg/mm², przewód 185 mm² AFL — 10 kg/mm²; b) linie na słupach drewnianych: przewód 120 mm² AFL — 10 kg/mm². Napięcie zmniejszone w przęsłach obustrzeń 3-go stopnia — 8 kg/mm².

Napięcie znamionowe dla przewodów odgromowych wynosi w przęsłach normalnych 25 kg/mm², w przęsłach zaś obustrzeń 3-go stopnia — 19 kg/mm². Dla stali o wytrzymałości 120 kg/mm² można by wprowadzić zastosować w tym ostatnim przypadku napięcie zmniejszone również 25 kg/mm², jednakże licząc się z przejściowym stosowaniem stali o wytrzymałości 70 kg/mm², dla której napięcie zmniejszone nie może przekraczać 19,6 kg/mm² — zastosowano napięcie odpowiednio mniejsze. Napięcia zastosowane w przewodach odgromowych pozwalają na uzyskanie dla nich zwisu mniejszego o 1 ÷ 3 m, niż zwis w przewodach roboczych, co jest wskazane dla uzyskania skuteczniejszej ochrony.

Rozpiętości. Słupy stalowe pozwalają na stosowanie „wielkoprzęsłowego” systemu budowy, przy którym wielkość przęsła ograniczona jest jedynie dopuszczalnym napięciem w przewodzie i zagrożeniem drganiowym. Dla takich linii obrano więc rozpiętość znamionową 300 m. Jest ona dla przewodu o przekroju 120 mm² prawie równa rozpiętości „granicznej”, wynoszącej 305 m. Jak wiadomo, w przęsłach o rozpiętości większej od granicznej napięcie wywołane katastrofalnym oblodzeniem przewodów przekracza wielkość dopuszczalną. Rozpiętość graniczna przewodów o przekroju 185 mm² jest wprowadzić znacznie większa od 300 m, jednakże powiększenie rozpiętości znamionowej powodowałoby większe trudności dopasowania linii do wymagań terenu. Rozpiętość znamionowa linii na słupach drewnianych jest uzależniona od wymiaru drągów i wynosi 250 m.

Izolacja i osprzęt. Zgodnie z wymaganiami PN/E-101 izolatory liniowe mają wytrzymać próbę przeskoku na mokro według wzoru:

$$U_{pm} = 2,2 U_n + 20 \quad (\text{kV}),$$

gdzie U_n — napięcie liniowe w kV.

Sieci ze skutecznym uziemionym punktem zerowym mogą mieć w liniach zaopatrzonych w przewody odgromowe wytrzymałość izolacji obniżoną o 20%. Ponieważ sieci 110-kilowoltowe będą pracować (zasadniczo) z uziemionym punktem zerowym, wzięto tę okoliczność pod uwagę przy ustalaniu łańcuchów izolatorowych. Normalny łańcuch składa się z 6 ogniw LK 280 (K3), jednakże w łańcuchach odciągowych dla przewodów o przekroju 185 mm² musiano zastosować ze względu na wytrzymałościowych izolatory mocniejsze, mianowicie LK 280d (K5).

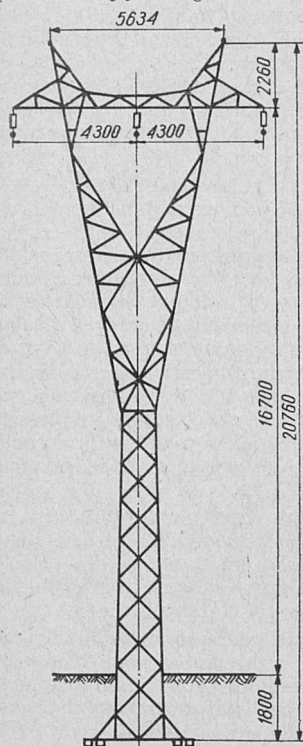
Zagadnienie ostatecznego doboru izolacji, zwłaszcza pod względem wytrzymałości uderowej oraz zastosowania właściwego osprzętu przeciwlukowego, nie jest jeszcze ostatecznie rozwiązane i może ulegać zmianom zależnie od wyników badań, które mają być porzeczowane w instytutach naukowych. Przy doborze łańcuchów i części łączących poszczególnych izolatorów zwracano uwagę na koordynację mechaniczną, tzn. starano się, aby wszystkie części pracujące miały zbliżoną wytrzymałość.

Układ przewodów i sylwetki słupów. Odległości przewodów od ziemi i względem siebie określone są wymaganiami PN/E-101. Odstęp przewodów pod napięciem od uzimionej konstrukcji powinien wynosić

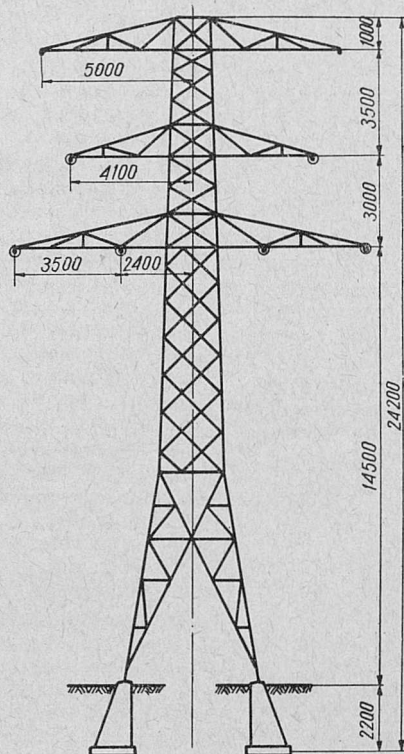
$$b_1 = \frac{U}{1500} + 5 \quad (\text{cm}).$$

Odstęp ten powinien być zachowany przy przewodzie wychylonym pod wpływem największego parcia wiatru na przewód. Jako wartość parcia wiatru przyjęto w obliczeniach 100 kg/m² na wysokościach do 20 m oraz 125 kg/m² na wysokościach od 20 do 50 m. Odpowiada to prędkościom wiatru odpowiednio: 40 i 44,7 m/s. Teoretyczny wychył łańcucha pod wpływem wiatru o tej sile dochodzi do 57° dla przewodów 120 AFL i 52° dla 185 AFL, należy jednak zaznaczyć, że takie wychyły przewodów nie były obserwowane dotąd w naszym kraju, a więc zastosowane przepisy stwarzają pewną rezerwę odległości.

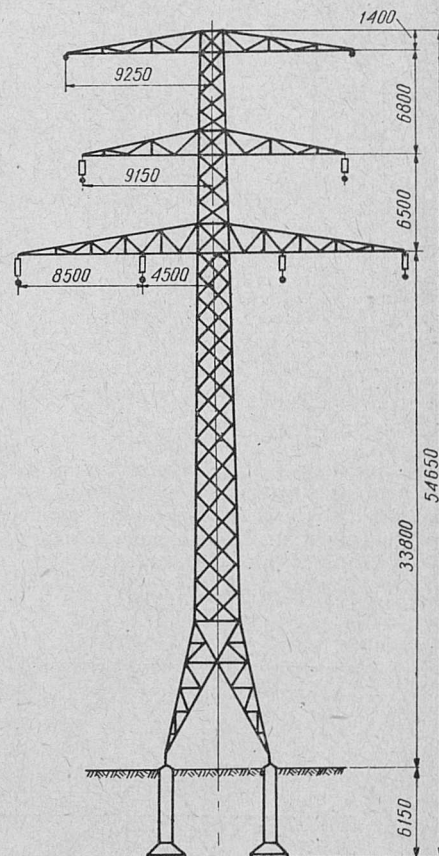
Ogólnie biorąc dla linii wieloprzęsłowych wymiary słupa określają odległości od wychylonego przewodu. Dlatego



Rys. 1. Słup przelotowy linii jednotorowej 110-kilowoltowej (przy 3 × 120 mm²) typu „kielichowego” z fundamentem progowym



Rys. 1. Słup odporowy linii dwutorowej 110-kilowoltowej (2 × 3 × 185 mm²) przy dwutrójkątowym układzie przewodów



Rys. 3. Słup przelotowy na skrzyżowaniu linii dwutorowej (110 kV, 2 × 3 × 185 mm²) z rzeką

też w przypadku linii 110-kilowoltowej wymiary gabarytowe słupów są w pewnym stopniu niezależne od wielkości zwisów przewodów, a tym samym od rozpiętości przęseł. Pozwoliło to na wprowadzenie zasady zmniejszania odległości przewodów na słupach mocnych (odporowych, krańcowych itp.) linii jednotorowych w porównaniu z odległościami na słupach przelotowych, albowiem wychył mostków łączących przewody na słupach mocnych jest znacznie mniejszy od wychyłu łańcucha wiszącego. Wskutek zastosowania tej zasady uzyskano kilkuprocentowe zmniejszenie ciężaru słupów na 1 km linii.

Układ przewodów obrano dla linii jednotorowych płaski. Jest on uważany za najkorzystniejszy dla linii bardzo wysokich napięć, gdyż wyklucza możliwość zetknięcia się przewodów przy podskokach w górę po nagłym odpadnięciu oblodzenia. Daje on również wysokości słupów mniejsze niż inne układy, co zmniejsza m. in. porażalność linii przez pioruny. Przewody odgromowe w układzie płaskim łatwo dają się umieścić tak, aby zachowane były małe kąty ochrony. Można je również łatwo przesunąć poziomo o dostateczną odległość od przewodów roboczych, aby nie zbliżyły się do nich zbyt blisko przy nadmiernym obciążeniu oblodzeniem katastrofalnym.

Sylwetkę stalowego słupa przelotowego dla linii jednotorowych pokazano na rys. 1. Jest to tzw. słup „kielichowy”. Linie dwutorowe 110-kilowoltowe buduje się w układzie dwutrójkątowym z trzema poprzecznikami. Dolny poprzecznik

dźwiga 4 przewody robocze, środkowy — 2; górny poprzecznik podtrzymuje 2 przewody odgromowe. Układ taki obrano z tego powodu, że stosowanie układu płaskiego wymagałoby w tym przypadku zbyt ciężkich słupów, a linia zajmowałaby zbyt szeroki pas terenu.

Sylwetkę słupa odporowego linii dwutorowej pokazano na rys. 2, słup zaś przelotowy linii dwutorowej na skrzyżowaniu z rzeką, pokazano na rys. 3.

Typy i oznaczenia słupów. W rozwiązaniach typowych wprowadzono określanie słupów za pomocą skrótu podającego serię i typ słupa. Komplet słupów dla linii o danym przekroju przewodów i napięciu ma sylwetki słupów — zarówno przelotowych, jak i mocnych — o podobnym charakterze i określany jest jako seria słupów. Serie typowych słupów stalowych oznaczane są dużymi literami.

Np. typową linię na 110 kV przy 3 × 120 AFL, oznacza się „Seria A — 110/120”. Literę oznaczającą serię umieszcza się również na początku każdego skrótu dla typu słupa, przed dalszymi literami, które oznaczają jego funkcję w linii.

Stosuje się następujące typy słupów odpowiednio do PN/E-101:

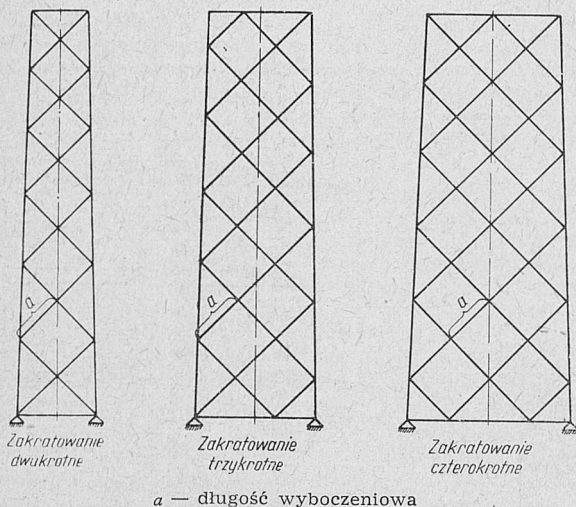
- P — słup przelotowy, zwykły,
- PS — słup przelotowy na skrzyżowania 2 stopnia, obliczony na zerwanie jednego przewodu, stosowany również przy różnicach w rozpiętości przęseł większych od 20%,
- O — słup odporowy, stosowany również w przypadku obostrzeń 3 stopnia oraz kątów załomu linii od 160 do 180°,
- ON — słup odporowo-narożny, stosowany również w przypadku obostrzeń 3 stopnia i kątów załomu od 120 do 140°,
- KN — słup krańcowo-narożny, krańcowy, stosowany również w przypadku obostrzeń 3 stopnia i kątów załomu 90 ÷ 120°.

W dwutorowych liniach stalowych stosuje się jeszcze typ

- R — słup rozgałęźny, służący do rozcięcia i odprowadzenia jednego toru linii; słup ten może być zastosowany również do obostrzeń 3 stopnia i kątów załomu 90°.

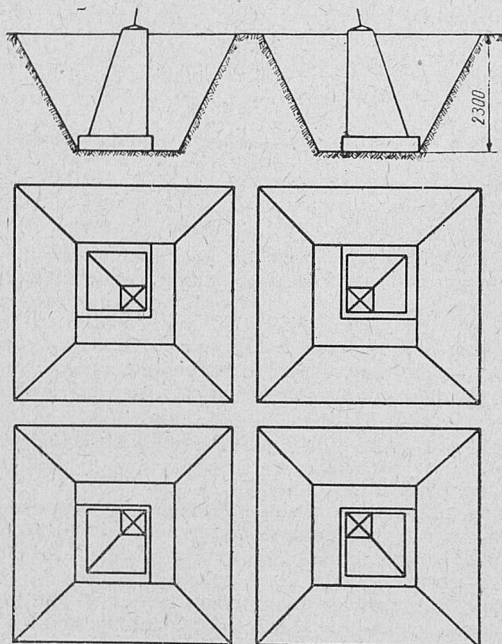
Jak widać z powyższego zestawienia, ten sam słup może spełniać kilka funkcji, co zmniejsza liczbę słupów serii do 6 typów i ułatwia wykonanie projektu i budowę.

Aby łatwiej było dostosować słupy do nierówności terenu, wprowadzono odmiany typów, polegające na wydłużaniu lub skracaniu dolnej części słupów stalowych przy zachowaniu środkowej i górnej części bez zmian. Zmiana długości wynosi 2,5 m lub wielokrotność tej liczby. Odmiany wyższe stosuje się wszędzie, gdzie odległość przewodów słupa normalnego od ziemi jest niewystarczająca, natomiast odmiany niższe ustawia się tam, gdzie odległość przewodów od ziemi wypadłaby zbyt wielka (np. przy ustawianiu słupa na wierzchołku wzgórza). Zastosowanie odmiany niższej słupa pozwala na zmniejszenie ciężaru słupów przy prowadzeniu linii w terenach falistych.



Rys. 4. Schemat „wielokrotnego zakratowania” ukośników słupa

nego od ziemi jest niewystarczająca, natomiast odmiany niższe ustawia się tam, gdzie odległość przewodów od ziemi wypadłaby zbyt wielka (np. przy ustawianiu słupa na wierzchołku wzgórza). Zastosowanie odmiany niższej słupa pozwala na zmniejszenie ciężaru słupów przy prowadzeniu linii w terenach falistych.



Rys. 5. Fundament stopowy pochylony

Oto przykłady skrótów słupów:

AP 120 — seria A, słup przelotowy, normalny, przewody $3 \times 120 \text{ mm}^2$,

DON + $5/2 \times 185$ — seria D, słup odporowo-narozny, wyższy o 5 m od normalnego, przewody $2 \times 3 \times 185 \text{ mm}^2$,

BP-2,5/185 — słup przelotowy niższy o 2,5 m od normalnego, przewody $3 \times 185 \text{ mm}^2$.

3. Konstrukcja słupów.

Słupy stalowe kratowe. Słupy stalowe linii typowych wykonano jako konstrukcję spawano-śrubowaną. Zastosowano elektryczne spawanie łukowe, co pozwoliło na użycie w górnej części słupa najcieńszych profili, dopuszczalnych przez PN/E-101 z punktu widzenia niebezpieczeństwa korozji. Zastosowanie spawania pozwoliło na zmniejszenie ciężaru słupów w porównaniu z konstrukcją nitowaną (nie potrzeba miejsca na nity). Wykonanie konstrukcji spawanej jest poza tym znacznie szybsze i tańsze, a całość spawana jest znacznie sztywniejsza.

Wadą konstrukcji spawanej złożonej z zastosowanych cienkich profili jest konieczność korzystania z pracy wysoko-kwalifikowanych spawaczy oraz używania dodatkowych urządzeń (szablonów spawalniczych) dla uniknięcia deformacji konstrukcji wskutek naprężeń termicznych.

Słupy składają się z kilku członów montażowych, spawanych całkowicie w wytwórni i łączonych w całość na miejscu budowy. Wymiary członów określone są gabarytami środków transportowych. Profile wyjściowe konstrukcji słupów kratowych są to kątowniki równoramienne ze stali handlowej „bez znaku”. Próbowano stosować stal o większej wytrzymałości oraz rury bez szwu zamiast kątowników. Nie dało to jednak wyraźnych oszczędności, natomiast trudności uzyskania rur były znaczne.

Podstawą racjonalnego projektu słupa jest dobór odpowiedniej siatki statycznej, dogodnej pod względem wykonania i dającej oszczędność stali. Oszczędną konstrukcję otrzymuje się drogą prób, przez dobór układu zakratowań, szczególnie w trzonie słupa decydującym głównie o jego ciężarze. Doboru należy tak dokonywać, aby wymiary profili określane były na zasadzie nie ich smukłości, lecz jedynie siły osiowej w danym przecie. Właściwy dobór wiąże się również z rozstawem krawężników trzona i ich zbieżystością. Im mniejszy jest rozstaw krawężników, tym większy jest ich udział w ciężarze słupa. Gdy rozstaw krawężników wzrasta, zaczynają przeważać w ciężarze słupa ukośniki. Jednakże rozstaw krawężników konstrukcji spawanych ograniczony jest przez skrajnie kolejową i nie może przekraczać 2,5 m.

Przy uwzględnieniu powyższych czynników ustalono na podstawie szeregu obliczeń, że najekonomiczniejsze są słupy o stałej zbieżystości trzona, wynoszącej 3 o 5% dla słupów przelotowych oraz 6 do 12% dla słupów mocnych. Największy rozstaw stosowany jest dla słupów najcięższych.

Zakratowanie „pojedyncze” trzona, tzn. o ukośnikach jednej ściany nie krzyżujących się wzajemnie, jest stosowane jedynie w najlżejszych słupach przelotowych o małym obciążeniu mechanicznym. W słupach bardziej obciążonych zastosowano „zakratowanie wielokrotne” z przesunięciem krat ścian bocznych o pół pola, co daje korzystniejsze warunki wybożenia ukośników. Schematyczny układ zakratowania wielokrotnego przedstawiony jest na rys. 4.

Metoda obliczania układów o zakratowaniach wielokrotnych, wprowadzona do słupów elektroenergetycznych przez inż. L. Martiniego, oraz szczegółowe obliczenie całego słupa z wyznaczeniem siły w każdym przecie przyniosły znaczne oszczędności w ciężarze słupów, dochodzące do 30% w porównaniu z rozwiązaniami dawniejszymi.

Fundamenty słupów kratowych. Koszt fundamentów stanowił znaczną część ogólnych kosztów budowy linii, dochodzącą do 20%, wykonanie zaś było najbardziej pracochłonną częścią budowy. Z powyższych względów fundamentom linii 110-kilowoltowych poświęcono dużo uwagi: przeszły one liczne zmiany od rozwiązań początkowych do stosowanych obecnie.

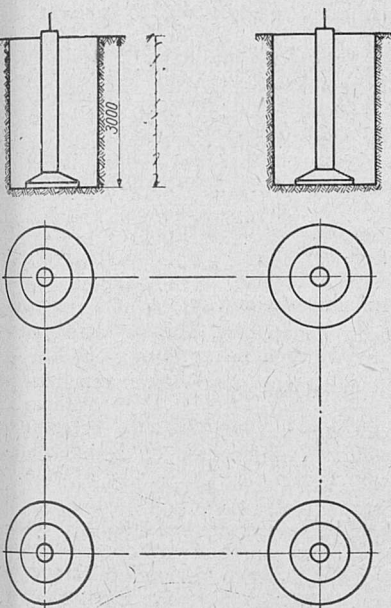
Pierwsze linie typowe jednorowerne na 110 kV miały fundamenty progowe o progach (podkładach) żelbetowych, które wyjątkowo mogły być zastąpione drewnianymi o takich samych wymiarach. Następnym etapem rozwoju było zastąpienie górnych progów żelbetowych belkami stalowymi z pozostawieniem dolnych progów żelbetowych. Słupy mocne tych serii otrzymywały w pierwszych rozwiązaniach bardzo ciężkie fundamenty blokowe. W następnym opracowaniu zmniejszono ciężar bloków przez zastosowanie bloków „wydrążonych”, co obniżyło ciężar o około 30%.

W liniach dwutorowych początkowo wykonywano dla słupów przelotowych fundamenty blokowe, które zastąpiono później progowymi o progach stalowych i żelbetowych. Słupy mocne tych linii miały początkowo fundamenty stopowe oddzielne dla każdej z czterech nóg słupa, gdyż fundamenty

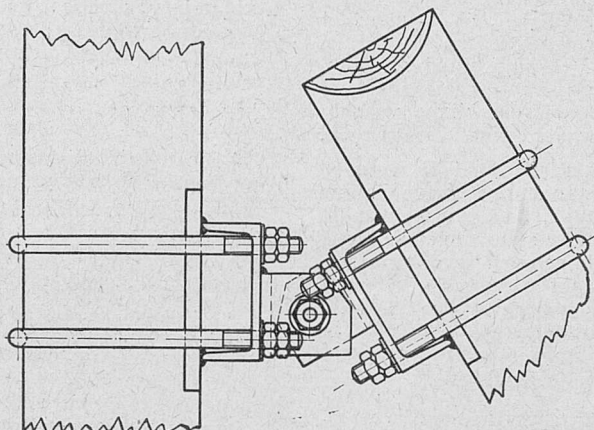
blokowe osiągałyby zbyt duże wymiary. Fundament stopowy pochylony jest przedstawiony na rys. 5.

W dalszych rozwiązaniach fundamentów tych słupów zastąpiono stopy pochylone stopami pionowymi, które kosztem nieznacznego powiększenia stali na zbrojenia zaoszczędziły ~ 30% objętości w porównaniu z pochylonymi. Ten typ daje — poza oszczędnością materiałów — znaczne uproszczenie wykonawstwa przez łatwiejsze, dokładne ustawienie fundamentów na stanowisku słupa, możliwość stosowania stóp prefabrykowanych i mechanicznego wiercenia otworów dla stóp wanych i mechanicznego wiercenia otworów dla stóp.

Na początku 1951 roku „Energoprojekt” przystąpił do opracowania prefabrykowanych fundamentów stopowych dla słupów nie tylko mocnych, lecz również przelotowych dla linii typowych. Prefabrykowane fundamenty dają znaczną oszczędność materiału, skracają czas budowy oraz gwarantują lepsze wyniki techniczne, wskutek stosowania lepszych metod



Rys. 6. Fundament stopowy pionowy



Rys. 7. Połączenie objemkowe drągów drewnianych

technologicznych w wytwórni, niemożliwych do uzyskania w warunkach polowych. Z powyższych względów fundament prefabrykowany są coraz częściej stosowane w liniach elektroenergetycznych wielu krajów.

Fundament progowy wymaga wprawdzie również mało betonu i może mieć progi żelbetowe prefabrykowane, jednakże wymaga dużego wykopu, utrudnia ustawienie słupa i stwarza możliwości — w niesprzyjających warunkach — korozji podziemnej stalowej części słupa.

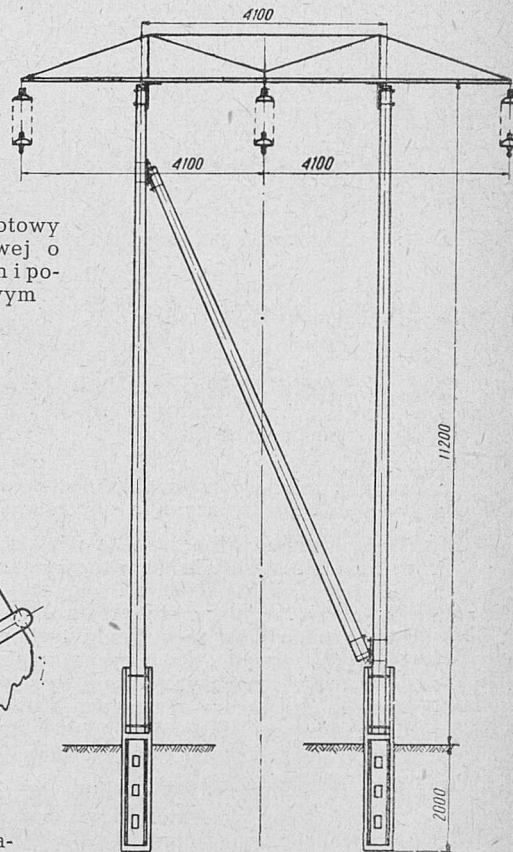
Obrany typ fundamentu prefabrykowanego, stopowy pionowy, ma stopy okrągłe o walcowym obelisku górnym, uzbrojone wewnątrz za pomocą szkieletu z pospawanych prętów stalowych. Każdy typ ma cztery jednakowe elementy. Dla dotychczasowych siedmiu zasadniczych elementów prefabrykowanych stóp do różnych obciążeń głębokość zakopania waha się od 2 do 3 m, średnica stopy od 0,7 do 1,5 m, ciężar jednej stopy od 300 do 1 600 kg.

Dla zmniejszenia liczby elementów przyjęto zasadę, że element jednego typu może być stosowany dla różnych słupów, jeżeli podlega działaniu takiej samej siły osiowej. Zmienne obciążenia różnych typów słupów mogą być dostosowywane do istniejących elementów przez zmianę rozstawu nóg słupa.

Fundamenty powyższego typu będą stosowane zarówno do słupów mocnych, jak i przelotowych, z wyjątkiem słupów mocnych o największych obciążeniach, dla których fundament prefabrykowany byłby zbyt ciężki, a więc niedogodny do transportu i montażu. Fundamenty do takich słupów muszą być wykonywane na miejscu. Fundament stopowy pionowy przedstawiony jest na rys. 6.

Linie wysokich napięć, przechodząc przez różnorodne tereny, są fundamentowane w najrozmaitszych gruntach. Dla uproszczenia rodzaje gruntów dla fundamentów typowych podzielono na 3 grupy:

- 1) nacisk dopuszczalny 1 kg/cm²; grupa obejmuje grunty słabe — piaski pylaste, gliny i ropy miękkoplastyczne;
- 2) nacisk dopuszczalny 2 kg/cm²; grupa obejmuje grunty średnie — piaski umieszczone poniżej zwierciadła wody gruntowej, piaski luźne, suche; gliny i ropy plastyczne;
- 3) nacisk dopuszczalny 3 kg/cm²; grupa obejmuje grunty mocne — piaski zagęszczone powyżej zwierciadła wody gruntowej oraz gliny zwarte i półzwarte.



Rys. 8. Słup przelotowy linii 110-kilowoltowej o nogach drewnianych i poprzeczniku stalowym

Każdy typ słupa ma fundament zaprojektowany dla wszystkich trzech grup, przy czym ustalenie, dla której grupy gruntu należy fundament stosować, wymaga zbadania gruntu w danym miejscu pod względem własności mechanicznych. Dla gruntów o wytrzymałości mniejszej od podanej muszą być wykonane fundamenty specjalne.

Słupy drewniane. Słupy drewniane linii 110-kilowoltowej zaprojektowane są z uwzględnieniem następujących zasad: a) najoszczędniejsze wyzyskanie materiału, b) prostota części składowych, c) możliwość masowej produkcji elementów warsztatowych, d) łatwość montażu, e) łatwość wymiany drągów w czasie pracy linii, f) zabezpieczenie drewna przed próchnieniem.

Konstrukcja słupów zupełnie eliminuje połączenia za pomocą śrub przechodzących na wylot przez słup oraz klinów wpuszczanych w drewno, zastępując je wyłącznie połączeniami objemkowymi, bez kałeczenia drąga słupa. Uzyskane w ten sposób połączenia mają charakter przegubowo-przesuwny z przesuwem, ograniczonym odchyleniami objemki od położenia normalnego do położenia uwarunkowanego wielkością występującej siły osiowej; występuje przy tym zaklinowanie przesuwanego drąga przez objemkę i małe przesunięcie wierzchołka słupa w płaszczyźnie działającej siły. Powstałe przy tym naprężenia w drewnie nie przekraczają naprężeń dopuszczalnych, a siły osiowe występujące w drągach są znacznie mniejsze od sił występujących w analogicznym przypadku w słupach zespolonych klinami i śrubami.

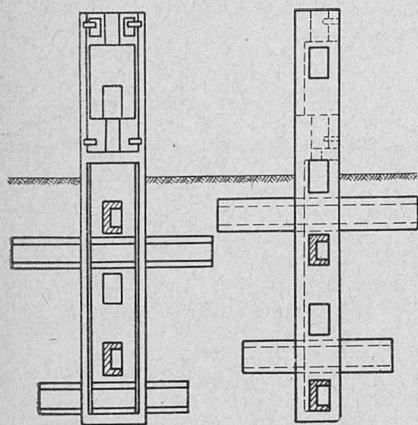
Teoretyczne wyniki obliczania słupów o połączeniach objemkowych potwierdzone zostały doświadczalnie.

Konstrukcja połączenia objemkowego przedstawiona jest na rys. 7.

Typizacja słupów drewnianych 110-kilowoltowych obejmuje słupy: przelotowe, odporowe, odporowo-narżne bez

przewodów odgromowych oraz te same typy z przewodami odgromowymi na podejściach do stacji. Słup krańcowy jest tylko jednego typu: do przewodów odgromowych. Poprzeczniaki słupów drewnianych wykonane są z kształtowników stalowych, spawanych w całości. Poprzeczniaki przymocowane są do nóg słupów przy pomocy objemek. Słup przelotowy linii

110-kilowoltowej o nogach drewnianych i poprzeczniku stalowym przedstawiony jest na rys. 8.



Rys. 9. Szczudło żelbetowe słupa przelotowego z poprzecznymi płytami żelbetowymi

Ustoje słupów drewnianych wykonywane są wyłącznie ze szczudeł żelbetowych. Wprowadzenie szczudeł przedłuża znacznie czas służby słupów drewnianych oraz pozwala na użycie krótszych drągów. Zależnie od sił działających na słup, od powierzchni parcia na grunt oraz od średnicy odziemnej przewidzianych drągów—szczudła dzielą się na typy różniące się wymiarami zewnętrznymi.

Ustoje słupów są różnicowane w zależności od rodzaju gruntu i odpowiednio dostosowywane przez wsuwanie do otworów w szczudle poprzecznych płyt żelbetowych.

Typy szczudeł oznaczane są wielkimi literami alfabetu D, E, F, M, N, O. Zależnie od wartości momentów gnących oraz sił osiowych, działających na nogi słupa, każdy typ szczudła ma odmiany, różniące się przekrojami stalowych wkładek zbrojeniowych, przy zachowaniu tych samych wymiarów zewnętrznych szczudła. Odmiany szczudeł oznaczone są cyfrą arabską, umieszczoną poza literą oznaczającą typ, np. D1, E2. Połączenie drągów ze szczudłami wykonane jest również za pomocą objemek. Szczudło żelbetowe słupa przelotowego wraz z płytami poprzecznymi jest przedstawione na rys. 9.

4. Przeciętne zużycie materiałów.

Realne liczby charakteryzujące zużycie materiału na 1 km linii można otrzymać dopiero po wykonaniu szeregu różnych linii w terenie. Ilości te zmieniają się w dość szerokich granicach w zależności od terenu, przez który linia przechodzi i od długości odcinka. Na terenach falistych lub gęsto zabudowanych, z dużą ilością przeszkód, linie wykazują znacznie większe zużycie materiałów — słupów, fundamentów i izolatorów — niż linie prowadzone w zwykłym, płaskim terenie rolniczym. Krótkie odcinki linii (5 — 10 km) wymagają przeważnie znacznie większej liczby słupów mocnych na 1 km niż odcinki dłuższe. Wszystko to powoduje znaczne różnice w ilościach potrzebnych materiałów.

Na podstawie danych z dotychczas wybudowanych odcinków linii typowych można ustalić orientacyjne przeciętne ilości potrzebnych materiałów. Są one podane w tabl. I.

TABLICA I. Przeciętne orientacyjne zużycie materiałów dla linii typowych 110-kilowoltowych

Materiał	Rodzaj linii			
	drewniana	stalowa		
		seria A	seria B	seria D
Drewno (m ³ /km)	14,5 ÷ 19,5	—	—	—
Stal konstrukcyjna (t/km)	1,8 ÷ 2,8	6,8 ÷ 7,8	7,4 ÷ 8,0	10,5 ÷ 13,0
Stal armaturowa (t/km)	0,7 ÷ 0,8	0,6 ÷ 0,75	0,75 ÷ 0,9	1,2 ÷ 1,5
Stal zbrojeniowa (t/km)	1,3 ÷ 1,5	0,35 ÷ 0,4	0,4 ÷ 0,5	0,3 ÷ 0,6
Cement (t/km)	1,7 ÷ 2,3	5,5 ÷ 9,5	6,5 ÷ 10,0	4,0 ÷ 10,0

W linii serii D podane liczby dotyczą dwu torów. Pozostałe liczby dotyczą linii jednotorowych. Ilości materiałów dla serii C nie są podane, gdyż nie była ona jeszcze budowana w dłuższych odcinkach.

5. Średnie koszty linii.

Średnie koszty linii typowych były w 1952 r. następujące:

linia drewniana	90 ÷ 107 tys. zł/km, jeden tor,
linia stalowa, seria A	117 ÷ 146 " " " "
linia stalowa, seria B	130 ÷ 150 " " " "
linia stalowa, seria D	200 ÷ 220 " " dwa tory,

6. Zalety typizacji linii.

Rozwiązania typowe linii 110-kilowoltowej wykazują następujące zalety w porównaniu z dotychczasowymi indywidualnymi rozwiązaniami:

1) linia stalowa

a) system wieloprzęsłowy pozwala na zmniejszenie liczby słupów, fundamentów oraz izolatorów, a więc daje oszczędność materiału oraz obniża koszty linii;

b) układ płaski przewodów w liniach jednotorowych oraz układ dwutrójkątowy w liniach dwutorowych zwiększają pewność ruchu dzięki korzystnemu umieszczeniu przewodów i względnie niskim słupom;

c) wprowadzenie do konstrukcji słupów zasady wielokrotnego zakratowania ukośników i elektrycznego spawania łukowego powoduje znaczne zmniejszenie zużycia stali w porównaniu z dotychczasowymi rozwiązaniami;

d) połączenie w jednym typie słupa kilku funkcji pozwala zmniejszyć liczbę typów, uprościć przygotowanie projektu i wykonanie budowy;

e) wprowadzenie mniejszych odległości gabarytowych w słupach mocnych linii jednotorowych pozwala na zmniejszenie ciężaru;

2) linia drewniana

a) możliwość dostosowania konstrukcji słupów do wymiarów drągów najłatwiej uzyskiwanych na rynku;

b) większa trwałość linii skutkiem stosowania szczudeł betonowych;

c) zmniejszona możliwość próchnienia drewna dzięki powszechnemu stosowaniu połączeń objemkowych zamiast śrubowych.

Wadą rozwiązania na słupach drewnianych jest stosowanie poprzeczników stalowych zamiast drewnianych. Przeważająca liczba uderów przy poprzecznikach stalowych powoduje przeważnie zwarcia 2-fazowe, których można uniknąć przy poprzecznikach drewnianych. Wzrasta wtedy wytrzymałość odgromowa linii 110 kV, a liczba wyłączeń zmniejsza się 6 ÷ 7-krotnie. Dotychczasowe zastrzeżenia przeciwko stosowaniu poprzeczników drewnianych wskutek rzekomo szybszego próchnienia drewna ustawionego poziomo nie znajdują potwierdzenia w praktyce ani naszej, ani innych krajów, gdzie linie takie są powszechnie stosowane.

Dotychczasowe opracowania linii typowych 110-kilowoltowych ustaliły zasadnicze założenia, jak typ i przekrój przewodów, naprężenia znamionowe, maksymalne rozpiętości, układ przewodów na słupie itp. Dalsze prace w zakresie typizacji linii stalowych powinny być prowadzone w kierunku lepszego dostosowania istniejących typów słupów do celów praktycznych przez opracowanie dalszych koniecznych jeszcze typów słupów i fundamentów. Dla linii drewnianych należy opracować rozwiązania z poprzecznikami drewnianymi.

7. Zakończenie.

Opracowanie dokumentacji typowych linii 110-kilowoltowych pozwoliło — w obecnym etapie rozbudowy sieci energetycznej — na 3-krotne skrócenie czasu wykonania projektów technicznych poszczególnych odcinków linii w porównaniu z czasem potrzebnym przy wykonaniu projektu nietypowego.

Używanie do budowy linii elementów typowych, produkowanych obecnie już w dużej części przez specjalne zakłady pomocnicze energetyki, daje możliwość szybkiej i poprawnej realizacji budowy. Ewentualne zmiany przeprowadzane w toku budowy, jak np. zamiana jednego typu słupa na inny, powodują nieznaczne straty, gdyż istnieje możliwość użycia materiału zbędnego przy innych budowach.

Dotychczasowa droga przyjęta przy opracowaniu rozwiązań typowych jest, jak się wydaje, słuszna. Charakteryzuje ją jednak jeszcze zbyt duża płynność, gdyż w poszukiwaniu coraz lepszych rozwiązań technicznych opracowania typowe ulegają zbyt częstym zmianom. Należałoby więc dążyć do ostatecznego ustalenia opracowań typowych przy sprowadzeniu ich do niezbędnego minimum.

MGR INŻ. STANISŁAW GOŁĘBIEWSKI
MGR INŻ. ZBIGNIEW NARTOWSKI

Krak. Biuro Proj. Sieci Elektr.

Stacje transformatorowe na 220 kV

621.316.262.027.81/.88.004(438)

Treść. Dwa typy stacji 220-kilowoltowych budowanych w Polsce. Podano schemat zasadniczy, dane aparatury, rozwiązania konstrukcyjne, główne informacje o urządzeniach pomocniczych oraz krótkie zestawienie kosztów poszczególnych elementów stacji.

Трансформаторные станции 220 кв. Два типа станций для 220 кв, строящихся в Польше. Приводятся основная схема, данные аппаратуры, решения конструктивного характера, главные сведения о вспомогательных устройствах и краткая сводка стоимости отдельных элементов станции.

220-kV transformer substations. Two types of 220-kV transformer substations prevalent in Poland. The article includes cardinal diagrams, details of apparatus, constructional solutions, leading information on auxiliary equipment, together with brief summary of cost of individual substation elements.

1. Wstęp.

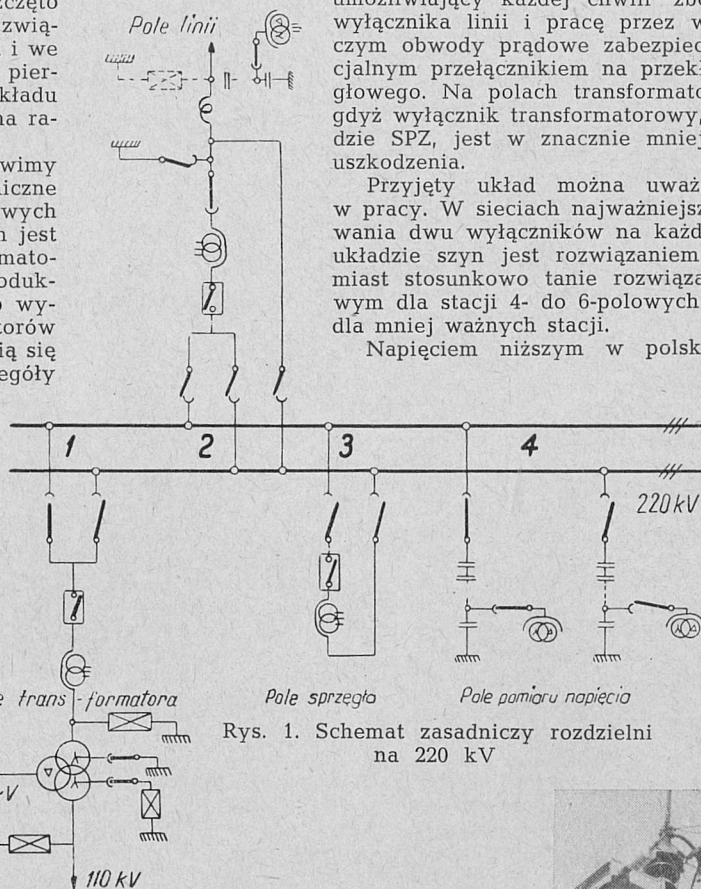
W roku 1947 wybudowano pierwszą w Polsce linię na napięcie 220 kV. Główne zagadnienia związane z tą budową były już ogłoszone^{*)}. Linia została oddana do eksploatacji tymczasowo na napięciu 110 kV. Wszczęto jednak od razu prace projektowe związane ze stacjami 220-kilowoltowymi i we wrześniu 1953 r. oddano do ruchu pierwszy odcinek państwowego układu 220-kilowoltowego, składający się na razie z dwu stacji i łączącej je linii.

W niniejszym artykule omówimy główne dane techniczne i ekonomiczne dla dwu typów stacji 220-kilowoltowych budowanych w Polsce. Jeden z nich jest wyposażony w aparaturę i transformatory ASEA, drugi ma wyposażenie produkcji zakładów VEM w NRD. Sposób wykonania aparatury i transformatorów przez te dwie firmy jest różny, różnią się więc między sobą zarówno szczegóły konstrukcyjne, jak i wygląd zewnętrzny samych stacji.

2. Schemat.

Schemat przyjęty w Polsce jest dla wszystkich stacji 220-kilowoltowych jednakowy. Różnice między stacjami polegają jedynie na tym, że — zależnie od potrzeb sieci — stacja jest bądź wyposażona w kompensatory synchroniczne, bądź ich nie ma.

Układ zasadniczy jest podany na rys. 1. Oczywiście, w po-



Rys. 1. Schemat zasadniczy rozdzielni na 220 kV

głowy poprzeczny; przewidziano możliwość przebudowy go na sprzęgło poprzeczno-podłużne, a wówczas jeden z układów szyn będzie sekcjonowany za pomocą odłącznika. Pola linio-we są wyposażone dodatkowo w odłącznik „obejściowy”, umożliwiający każdej chwili z bocznikowanie uszkodzonego wyłącznika linii i pracę przez wyłącznik sprzęgłowy, przy czym obwody prądowe zabezpieczeń linii przełącza się specjalnym przełącznikiem na przekładniki prądowe pola sprzęgłowego. Na polach transformatorowych „obejścia” nie ma, gdyż wyłącznik transformatorowy, jako nie pracujący w układzie SPZ, jest w znacznie mniejszym stopniu narażony na uszkodzenia.

Przyjęty układ można uważać za dostatecznie pewny w pracy. W sieciach najważniejszych dąży się dziś do stosowania dwu wyłączników na każde pole, co przy podwójnym układzie szyn jest rozwiązaniem bardzo kosztownym, natomiast stosunkowo tanie rozwiązanie w układzie wielobokowym dla stacji 4- do 6-półowych ma pewną przyszłość tylko dla mniej ważnych stacji.

Napięciem niższym w polskich stacjach jest 110 kV i średnio-wysokie napięcie (np. 30 kV). Szyny napięcia średnio-wysokiego są zasilane drogą osobnej transformacji z napięcia 110 kV.

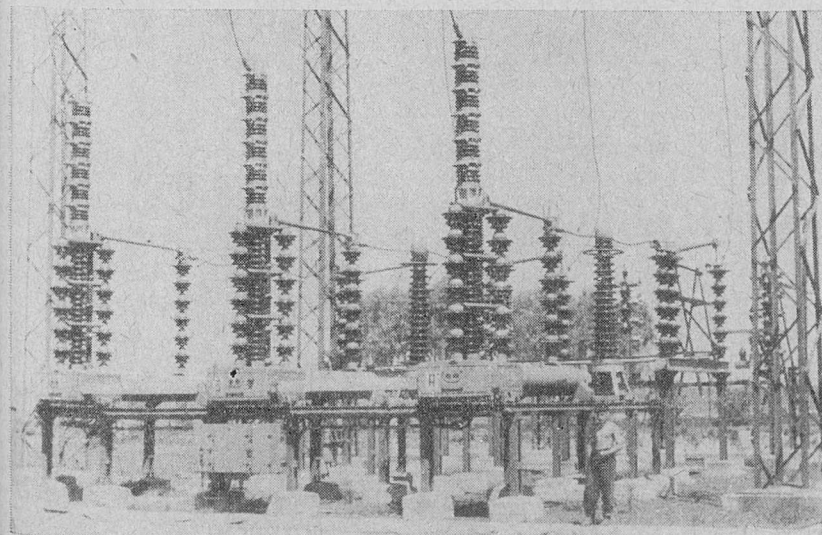
3. Aparatura na 220 kV (wyłączniki, odłączniki, przekładniki, odgromniki).

Ze względów handlowych wypadło zastosować aparaturę różnego pochodzenia.

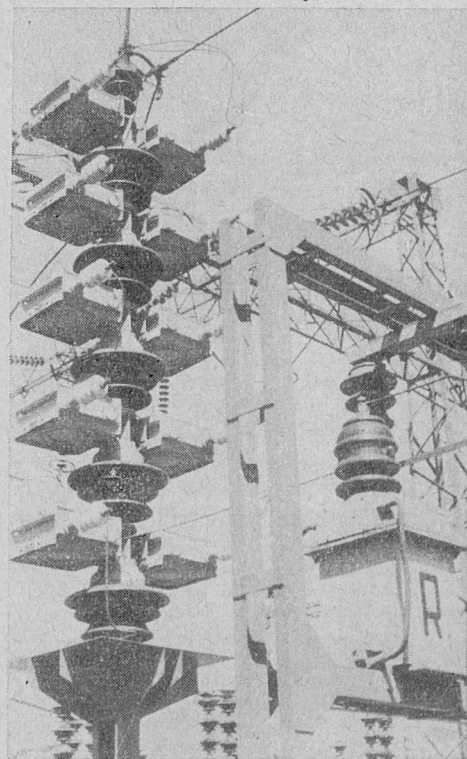
Aparatura ASEA. Rząd napięcia jest 200 kV, co odpowiada szwedzkiej klasie izola-

szczególnych stacjach liczba pól bywa różna, ale ich wyposażenie i układ są jednakowe. Podwójny układ szyn zbiorczych 220-kilowoltowych jest wyposażony w wyłącznik sprzę-

^{*)} Por. Przegl. Elektr., 1948, zasz. 7/8.



Rys. 2. Wyłącznik HTFY200 na 200 kV, 600 A, 3000 MVA



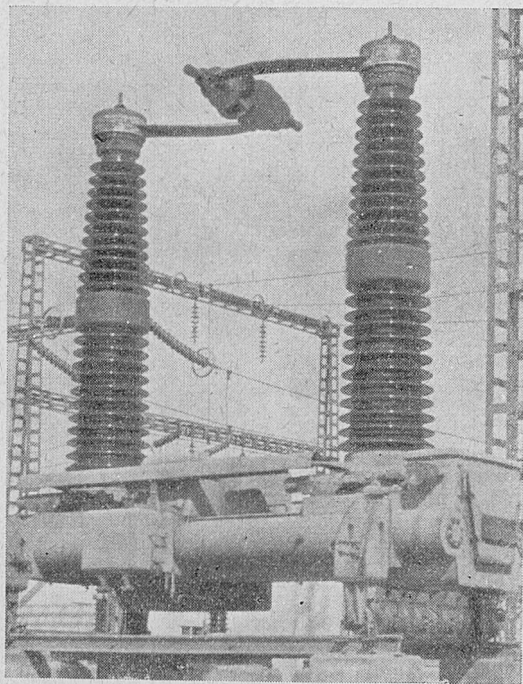
Rys. 3. Układ pomiaru napięcia

cji 1025 (próba napięciem udarowym $1/50 \mu s$ w wysokości 1025 kV_{max}). Wartość ta jest mniejsza od wymaganej przez polską normę na koordynację izolacji PN/E-05001 dla poziomu podstawowego, a mianowicie 1065 kV_{max}. Ponieważ jednak sieć 220-kilowoltowa w Polsce będzie pracować ze skutecznie uziemionym punktem zerowym, więc można było dopuścić aparaturę o słabszej nieco izolacji, zwłaszcza że zastosowano odgromniki na napięcie 80%.

Wyłączniki są typu powietrznego, HTFY 200/606, na napięcie 200 kV, prąd 600 A i moc wyłączalną 3000 MVA. Są one przystosowane do jednofazowego szybkiego ponownego załączania (z wyjątkiem transformatorowych). Komplet trójfazowy składa się z trzech wyłączników jednofazowych, z których każdy ma własny zbiornik sprężonego powietrza o pojemności 15 000 l (przy ciśnieniu normalnym). Ciśnienie robocze wynosi 12 do 15,75 atm. Zapotrzebowanie powietrza dla 3 faz wynosi: załączanie 250 l; wyłączanie 6500 l; pełny cykl z SPZ — wyłączenie, załączenie, wyłączenie — 10 000 l. Wyłączniki mają własne noże odłącznikowe, które otwierają się dopiero przy ostatecznym wyłączeniu. Czas własny wyłącznika wynosi 0,08 do 0,1 sek. Ciężar na jedną fazę wynosi 3500 kg; wysokość 5,77 m³). Ogólny widok wyłącznika podaje rys. 2.

Odłączniki są typu NCYA na 200 kV, 600 A z napędem pneumatycznym dla noży głównych, a ręcznym dla noży uziemiających.

Przekładniki prądowe są typu IMBA na 200 kV o przekładni 500—250—125/2/2 A (przełączalne po stronie pierwotnej), dwurdzeniowe. Liczba rdzeni jest według obecnych wymagań służby zabezpieczeniowej za mała i konieczne jest stosowanie przekładników pośredniczących po stronie wtórnej.



Rys. 4. Wyłącznik APF 2507 na 220 kV, 600 A w stanie włączenia

Przekładniki napięciowe. Układ zastosowany tu do pomiaru napięcia składa się z kondensatorowego dzielnika napięcia 220 kV o pojemności 0,01 μF złożonego z dziesięciu członów, połączonych w szereg. Przed ostatnim członem włączony jest przekładnik napięciowy $\frac{22}{\sqrt{3}} / \frac{0,1}{\sqrt{3}} / 0,1$ kV umożliwiający właściwy pomiar (rys. 3). Ten sam zestaw kondensatorowy jest jednocześnie wyzyskany na potrzeby telefonii wielkiej częstotliwości.

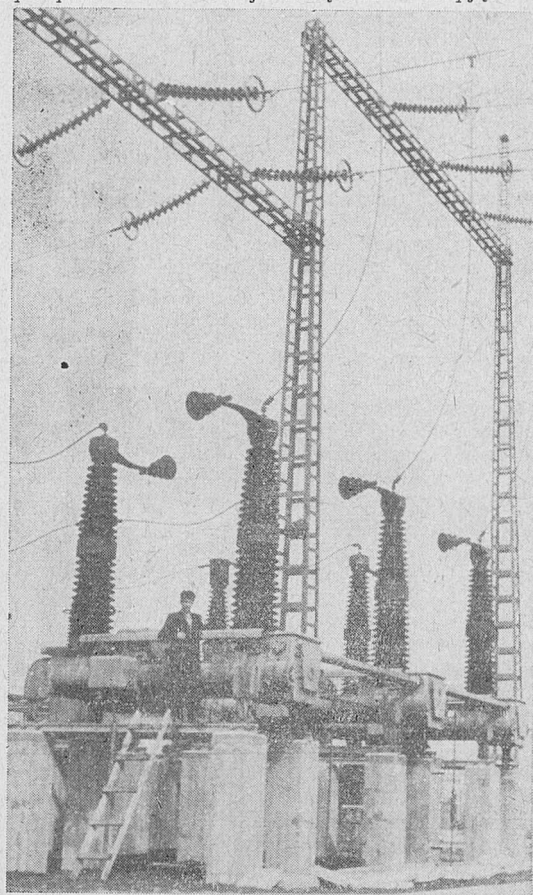
Odgromniki są typu RSC 180, o następujących danych:

napięcie zapłonu statyczne	430 kV _{sk}
" " przy udarze $1/50$	525 kV _{max}
" " "stromości 500 kV/ μs	630 kV _{max}
największa wartość napięcia gaszonego	238 kV _{sk}
napięcie obniżone przy czasie 15 μs do półszczytu oraz przy 5 kA _{max}	740 kV _{max}
" " " przy 10 kA _{max}	825 kV _{max}

^{*}) Por. Ney W. Nowsze konstrukcje wyłączników powietrznych (PE, 1947, z. 3/4, str. 111).

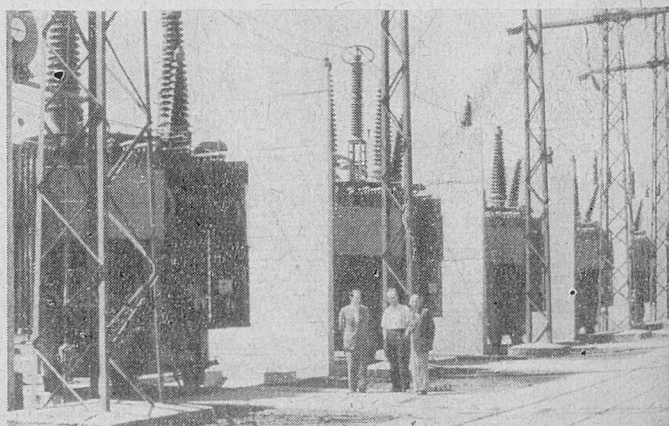
Są to odgromniki przeznaczone dla sieci z uziemionym punktem zerowym.

Aparatura VEM. Aparatura jest rzędu 220 kV dla sieci z bezpośrednio uziemionym punktem zerowym. Dokładne dane wytrzymałości udarowej nie są znane. Przyjęto, że w za-



Rys. 5. Wyłącznik APF 2507 na 220 kV, 600 A w stanie otwartym

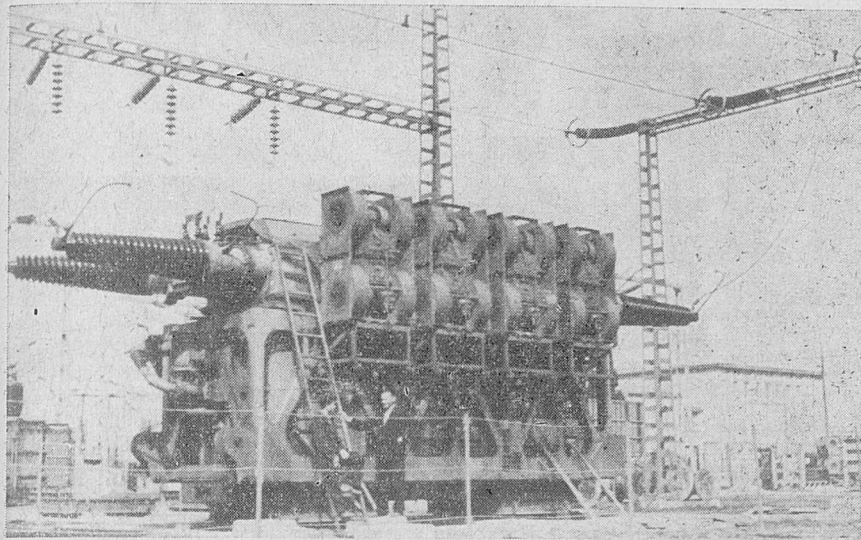
sadzie wytrzymałość udarowa jest zgodna z normą VDE 0111 z 1952 r., tzn., że aparatura wytrzymuje napięcie probiercze udarowe 980 kV_{max}, a napięcie probiercze przy 50 Hz wynosi 405 kV_{sk}.



Rys. 6. Grupa transformatorów na 220/110 kV ASEA

Wyłączniki są typu 3×APF 2507—220/600 o danych znamionowych 220 kV i 600 A, moc odłączalna 2500 MVA. Są to wyłączniki powietrzne przystosowane do jednofazowego i trójfazowego SPZ. Komplet trójfazowy składa się z trzech wyłączników jednofazowych (rys. 4 przedstawia jedną fazę w stanie zamkniętym, rys. 5 — cały wyłącznik w stanie otwartym). Ciśnienie robocze wynosi 18 do 21 atm. Waga jednej fazy — 5000 kg.

Odłączniki na napięcie 220 kV i na prąd 600 A mają napęd pneumatyczny.



Rys. 7. Transformator VEM na 100 MVA, 220/110/10 kV

Przekładniki prądowe są typu AOF 220, dwurdzeniowe na prąd wtórny 2 A.

Przekładniki napięciowe są dwu typów. Do pomiaru napięcia w polu transformatora zastosowano przekładniki kombinowane, prądowo-napięciowe typu EVWAOF 220 o przekładni napięciowej $\frac{220}{\sqrt{3}} / \frac{0,1}{\sqrt{3}} / \frac{0,1}{\sqrt{3}}$ kV i prądowej $4 \times 150 / 2/2$ A. Natomiast na polach liniowych zastosowano do pomiaru napięcia układy z dzielnikiem kondensatorowym ASEA.

Odgromniki są również ASEA.

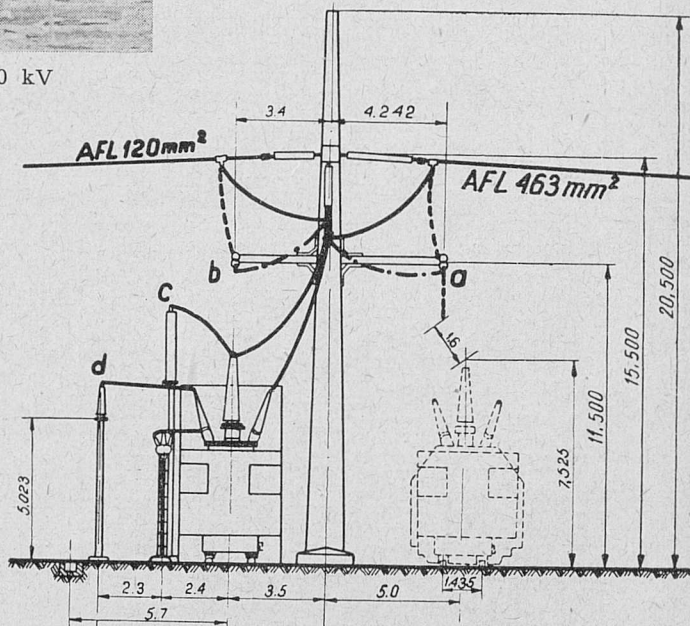
4. Transformatory.

Transformatory ASEA. Na istniejącej stacji z wyposażeniem ASEA ustawiono dwa transformatory na 220/110/10 kV po 50 MVA, składające się z 3 jednostek jednofazowych każdy. Dane techniczne jednostki jednofazowej są następujące: przekładnia $\frac{220 \pm 2,5\%}{\sqrt{3}} / \frac{115}{\sqrt{3}} / 10,5$ kV; moc 16,67/16,67/11,67 MVA, co daje przy połączeniu w grupę trójfazową 50/50/35 MVA; układ YyOd.

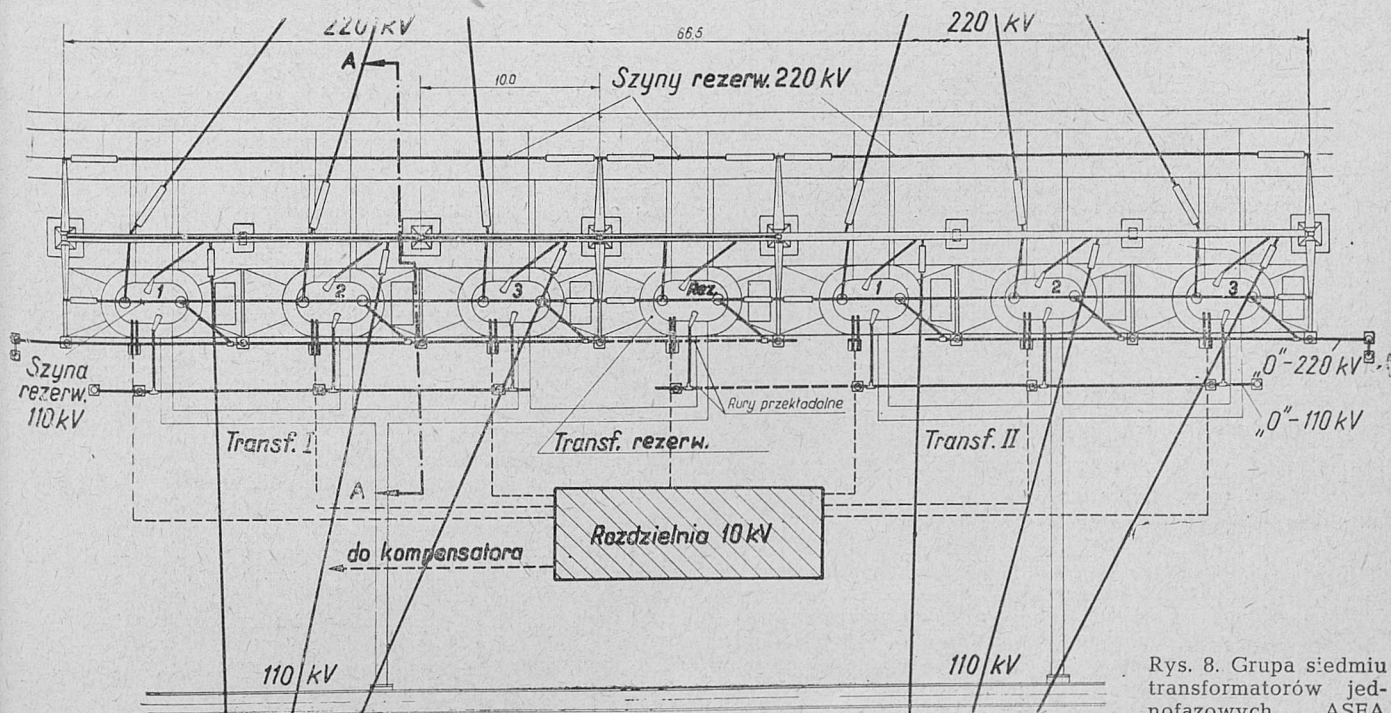
Transformatory wykonane są jako napowietrzne o chłodzeniu naturalnym olejowym do 2/3 obciążenia, oraz dodatkowo wentylatorami podmuchowymi przy wyższym obciążeniu.

Wentylatorów o mocy 0,5 kW każdy jest 4 szt. na fazę; włączają się one automatycznie po przekroczeniu nastawionej temperatury. Transformatory nie mają regulacji napięcia pod obciążeniem. Waga transformatora jednofazowego wynosi 68,25 t, w tym na olej przypada 21,60 t. Na stacji z wyposażeniem ASEA ustawiono siedem transformatorów jednofazowych, z których sześć pracuje stale jako 2 zespoły trójfazowe po 50 MVA, siódmy jest rezerwowy (rys. 6).

Transformatory VEM. Stacja wyposażona w urządzenia VEM ma transformatory trójfazowe o danych następujących: przekładnia $220 \pm 2,5\% / 115 / 10,5$ kV; moc 100/100/37,5 MVA; układ YyOd. Jest to transformator typu „przewoźnego”. Chłodzenie przy pomocy baterii wentylatorów (8×14 kW) umieszczonych na transformatorze. Olej przepompowują 2 pompy o mocy 10,5 kW każda. Zależnie od temperatury pracuje jednocześnie 4 lub 8 wentylato-



Rys. 9. Przekrój stanowiska transformatorów z rys. 8 (przez A—A)



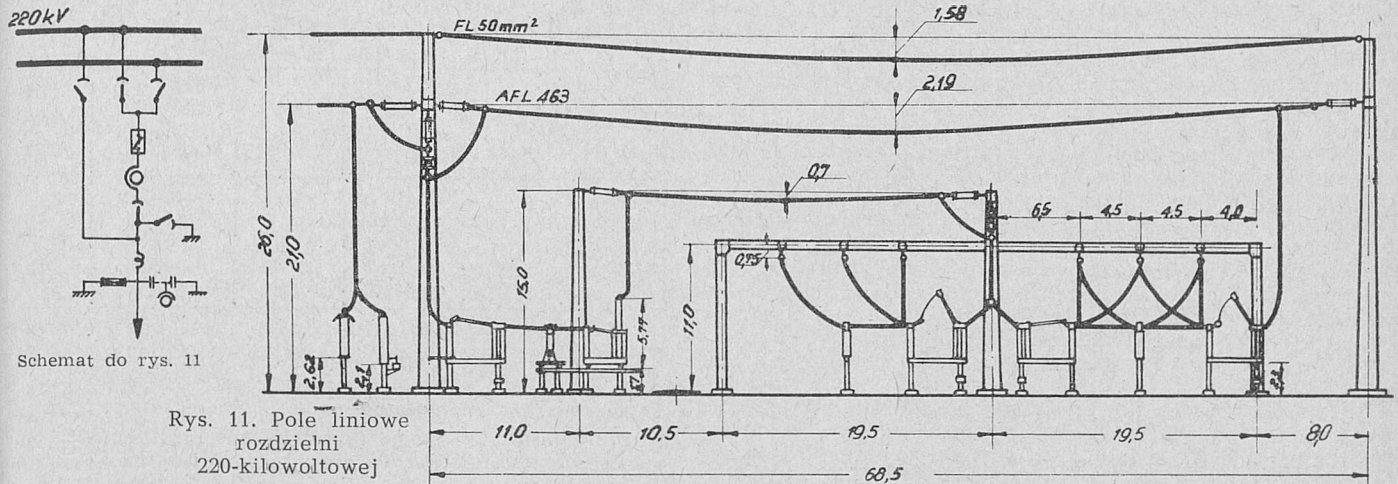
Rys. 8. Grupa siedmiu transformatorów jednofazowych ASEA

Rozdzielnia ma kanały kablowe dochodzące do wszystkich aparatów.

Obok wyłącznika w każdym polu ustawione są szafki kablowe, w których mieszczą się końcówki kabli sygnalizacyjnych i pomiarowych oraz zawory sterowni-

cyjne; odległość ta jest jednak w zupełności wystarczająca w świetle przepisów radzieckich.

Zainstalowane na polach liniowych kondensatorowe dzielniki napięcia działają również łagodząco na stromość fal nadchodzących z linii i — co za tym idzie — znacznie przedłużają



Rys. 11. Pole liniowe rozdzielni 220-kilowoltowej

cze instalacji sprężonego powietrza.

Widok ogólny rozdzielni 220-kilowoltowej podano na rys. 12.

8. Ochrona odgromowa i uziemienia.

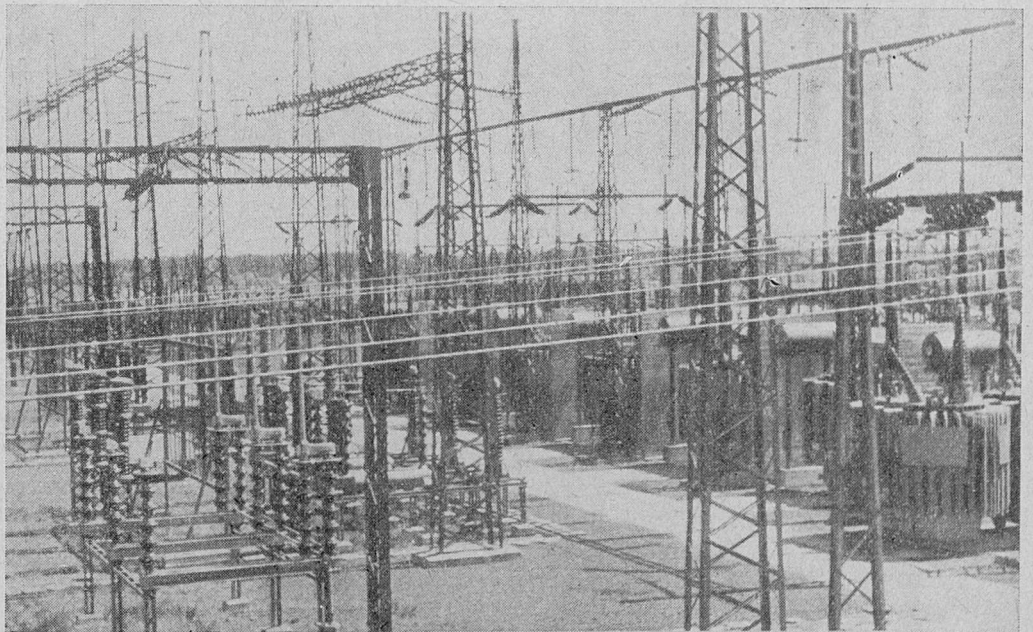
Miedzy projektami stacji z aparaturą ASEA, a stacji z aparaturą VEM występuje zasadnicza różnica w rozwiązaniu ochrony odgromowej.

W stacji z aparaturą ASEA ochrona przed bezpośrednim uderzeniem pioruna wykonana jest przy pomocy linek FL 50 mm², zawieszonych ponad rozdzielnią na wysokości 26,0 m na tych samych konstrukcjach co i przewody robocze. Linki te są przyłączone również do bramek transformatorowych.

Jest to niezgodne z obowiązującymi przepisami, gdyż transformatory mają uzwojenia na 10 kV, a przy tym napięciu nie wolno już wykorzystywać do ochrony odgromowej konstrukcji, które stoją bliżej niż 5 m od kadzi transformatora. Linki odgromowe są przyłączone do wspólnego uziemienia stacji. Ochrona odgromowa w ten sposób wykonana jest ochroną kosztowną, bo bardzo podwyższa i podraża konstrukcje wsporcze. Dlatego też dla stacji z aparaturą VEM ochronę odgromową zapewniają ostrza umieszczone wprost na brankach stacyjnych, a jedynie w pobliżu transformatorów ustawiono ostrza na własnych konstrukcjach wolnostojących. Oporność uderzeniowa uziomów poszczególnych ostrzy ustawionych na brankach jest rzędu 10 Ω, a dla zwodów wolnostojących — 25 Ω.

Ochrona od fal wędrownych zapewniona jest przy pomocy odgromników zaworowych ASEA XRSC-180, które ustawiono w polach transformatorowych. W przypadku stacji z aparaturą ASEA odległość liczona wzdłuż przewodów od odgromnika do transformatora wynosi około 60 m, a więc dwukrotnie więcej niż wymagają tego obecnie obowiązujące wy-

stęfę skutecznego działania odgromników. Z tych też względów można uznać za dopuszczalne nieinstalowanie osobnych odgromników w polach liniowych mimo stosunkowo dużej odległości od aparatury tych pól do odgromników transformatorowych.



Rys. 12. Widok ogólny rozdzielni 220-kilowoltowej z aparaturą ASEA

Na obu rodzajach stacji uziemienie spełnia jednocześnie rolę uziemienia ochronnego i roboczego. Oporność łączna uziemienia nie przekracza 0,5 Ω. Wykonanie nie odbiega od normalnego.

9. Nastawnia. Zabezpieczenia.

Na stacji z wyposażeniem ASEA można sterować zdalnie wszystkie wyłączniki i odłączniki na 220 kV, 110 kV i 30 kV oraz kompensatory. Natomiast na stacji z aparaturą VEM przewidziano zdalne sterowanie tylko dla wyłączników na 220, 110 i 30 kV oraz dla kompensatorów; odłączniki rozdzielni wysokiego napięcia (z wyjątkiem 220 kV) nie mają napędów powietrznych, a na nastawni przewidziano dla nich jedynie wskaźniki położenia. Dla obu typów stacji przewidziano pełną blokadę manewrowania odłącznikami.

Dla zabezpieczenia linii 220-kilowoltowych na obu typach stacji przewidziano ochronę odległościową i zerowo-prądową oraz zastosowano jedno- lub trójfazowe SPZ. Na liniach o napięciu 110 kV przyjęto ochronę odległościową. Dla transformatorów na 220/110/10 kV zaprojektowano ochronę różnicową, gazowo-podmuchową dwustopniową i nadmiarowo-prądową z blokowaniem podnapięciowym oraz sygnalizację przeciążenia. Zabezpieczenie linii 220-kilowoltowej na stacji z aparaturą ASEA można przełączać na sprzętło przy pracy przez odłącznik obejściowy i wyłącznik sprzęgłowy. Na stacji z wyposażeniem VEM przewidziano zabezpieczenie szyn 220- i 110-kilowoltowych.

Na obu typach stacji przewidziano centralną sygnalizację uszkodzeń i ostrzegawczą na pulpicie obsługi. Na stacji z urządzeniami ASEA pulpit ten dostarczyła razem z całą nastawnią firma; dla stacji z aparaturą VEM pulpit wykonano w kraju.

Przyrządy pomiarowe zaprojektowano w zasadzie w normalnie stosowanym zakresie; dodatkowo przewidziano przyrządy rejestrujące zakłócenia na liniach 220-kilowoltowych.

Tablice nastawcze dla stacji z wyposażeniem VEM wykonano w kraju; są to typowe pola z przyrządami wskazującymi o wymiarach 160×160 mm. Dla drugiej stacji tablice dostarczyła firma ASEA. W nastawni ASEA tablice są ustawione w formie łuku, wewnątrz którego stoi pulpit dla obsługi. Z tyłu znajdują się tablice przyrządów rejestrujących, a dalej za nimi tablice przełącznikowe. Rozdzielnie napowietrzne są widoczne z pomieszczenia nastawni, zza tablic. Pomieszczenie nastawni ma wymiary 21,2 m × 14,7 m, co daje łączną powierzchnię około 310 m². Na stacji z aparaturą VEM tablice sterownicze tworzą normalnie stosowaną „podkowę”, która jest zwrócona ku ścianie zewnętrznej, zaopatrzonej w okna skierowane w stronę rozdzielni napowietrznej. Za tablicami sterowniczymi ustawiono tablice przełącznikowe. Pomieszczenie tej nastawni ma wymiary 13,4 m × 10,8; powierzchnia około 145 m² okazała się jednak nieco za szczupłą.

10. Potrzeby własne.

Obie stacje są wyposażone w urządzenia potrzeb własnych prądu zmiennego na 380/220 V i stałego na 220 V i 24 V. Szyny rozdzielni prądu zmiennego zasilane są na obu stacjach z rozdzielni 30-kilowoltowej przez dwa transformatory po 250 kVA każdy. Normalnie pracuje jeden transformator, a w okresach dużego obciążenia łączy się równolegle drugą jednostkę. Moc zainstalowana urządzeń zasilanych z szyn rozdzielni potrzeb własnych jest dość duża i wynosi około 1000 kW. Na obciążenie to składają się: oświetlenie stacji, urządzenia do ładowania baterii, chłodzenie transformatorów (zwłaszcza VEM), ogrzewanie szafek kablowych w rozdzielniach napowietrznych, wyłączników napowietrznych i niektórych pomieszczeń, sprężarki, suwnica; urządzenia pomocnicze kompensatorów, pompy wodociągowe, urządzenia gospodarki olejowej itd.

Rozdzielnie potrzeb własnych mieszczą się na obu stacjach w budynku nastawni, w osobnym pomieszczeniu. Wykonane są w formie wolnostojących szafek stalowych. Rozdzielnie potrzeb własnych prądu stałego stanowią konstrukcyjnie jedną całość z rozdzielni prądu zmiennego. Szyny rozdzielni 220-woltowej prądu stałego zasilane są z baterii akumulatorów złożonych z ogni w J8, o pojemności 230 Ah dla stacji ASEA i J6 o pojemności 218 Ah dla stacji VEM.

Sposób ładowania baterii jest dla każdego typu stacji inny. Na stacji ASEA zastosowano prostownik, pracujący z baterią buforowo i ładujący ją w sposób ciągły przy stałym napięciu około 2,15 V na ogniwo. Dla zapewnienia stałego napięcia prostownik ma specjalne urządzenie stabilizacyjne. W razie dłuższego uszkodzenia na szynach rozdzielni prądu zmiennego i spadku napięcia na baterii 220-woltowej poniżej pewnej wartości granicznej automatycznie włącza się w szereg dodatkowa bateria 24-woltowa, złożona z ogni w tej samej pojemności, co i bateria 220-woltowa. Bateria 24-woltowa

jest również ładowana w sposób ciągły przez prostownik tego samego typu. Jako rezerwowe ładowanie przewidziano przetwornicę.

Na stacji VEM zastosowano typowy dla polskich stacji 110-kilowoltowych sposób ładowania baterii przy pomocy przetwornicy i ładownicy podwójnej. Ponadto buforowo pracuje z baterią zwyczajny prostownik suchy. Poza baterią głów-

TABLICA I

Material	Pole liniowe	Pole i stanowisko transformatorowe	Pole sprzęgłowe
Cement (t)	88,00	97,0	83,0
Stal (t)	41,5	41,8	36,8
Przewody AFL (kg)	1350	980	1150
Porcelana izolatorowa (kg)	2670	2350	1930
Kable sygnalizac. (m. żył)	9100	16300	6150

na 220-woltową obie stacje mają niezależne, dodatkowe baterie 24-woltowe do zasilania urządzeń telefonicznych i zapasowych sygnalizacji.

11. Urządzenia telefoniczne.

Dla obu typów stacji przewidziano urządzenia telefonii wielkiej częstotliwości — dwuprzewodowe na wszystkich liniach 220-kilowoltowych i jednoprzewodowe na większości linii 110-kilowoltowych. Ponadto przewidziano połączenia kablami telefonicznymi z miejscową siecią rozrządczą i pocztową. Dla łączności wewnętrznej zaprojektowano zainstalowanie odpowiedniej liczby aparatów telefonicznych w różnych punktach stacji. W przyszłości przewiduje się zainstalowanie urządzeń telemetrycznych i telemechanicznych.

12. Kompensatory.

Na stacji ASEA przewidziano ustawienie dwóch kompensatorów po 25 MVA; na stacji VEM — dwóch po 35 MVA. Kompensatory będą pracować w blokach z transformatorami trójuzwojowymi na 220/110/10 kV, przy czym na stacji ASEA przewidziano konstrukcyjnie możliwość połączenia na napięciu 10 kV obu kompensatorów. Przy niedowzbudzeniu kompensatory obu stacji mogą pobierać moc bierną indukcyjną równą 50% mocy znamionowej przy przewzbudzeniu. Napięcie znamionowe maszyn wynosi 10,5 kV, prędkość 750 obr./min. Straty przy pełnym obciążeniu wynoszą nieco powyżej 2% mocy znamionowej maszyny.

Rozruch kompensatorów na stacjach obu typów jest w zasadzie jednakowy — przy pomocy silnika rozruchowego asynchronicznego połączonych w szereg z uzwojeniem stojana maszyny głównej. Rozruch jest w pełni zautomatyzowany. Wzbudnice główne, wraz ze wzbudnicami pomocniczymi, osadzone są na wale głównym maszyny. Kompensatory są wyposażone w regulatory wzbudzenia, oporowe; przewidziane jest forsowanie wzbudzenia.

TABLICA II

Wyszczególnienie	Pole liniowe (tys. zł)	Pole i stanowisko transformatorowe (tys. zł)	Pole sprzęgłowe (tys. zł)
Roboty inż.-budowlane	290	320	260
Wypoż. elektryczne	1297	1063	918
Instal. spręż. powietrza	26	26	26
Nastawnie	63	76	30
Łączny koszt pola	1676	1485	1234

Sposób chłodzenia kompensatorów jest różny na obu stacjach. Na stacji ASEA powietrze chłodzące jest zasysane z zewnątrz przez filtry i doprowadzane kanałami do maszyny. Ciepłe powietrze z maszyny odprowadza się na zewnątrz kominem. Na stacji VEM zastosowano wodne chłodzenie krążącego w obiegu zamkniętym powietrza. Obieg wody zapewniają pompy wodne; woda chłodząca oddaje pochłonięte ciepło na zewnątrz, w chłodni kominowej.

Połączenie od transformatora do kompensatora wykonano na stacji ASEA kablami, na stacji VEM przy pomocy mostu szynowego. Na podstawie przybliżonego kosztorysu można uważać, że most szynowy jest o ~ 30% droższy niż kabel.

Hale kompensatorów są konstrukcji żelbetowej i tworzą jedną całość z halą montażową. Kubatura hali kompensatorów na stacji ASEA wynosi 6 750 m³, na stacji VEM — 7600 m³.

make up for such steam deficiency by modernising the boilers and, particularly, furnaces, by fitting new scale-type mechanical stokers, or pneumatic fuel charging devices. Also, when modernising boilers, the expanded furnace chamber must be screened. The La Monte type screen is, in the case of restricted dimensions of modernised boilers, more satisfactory than screens with natural water circulation. Soviet standards for heat computations facilitate selection of the correct type of superheaters for the boilers to be converted. The restricted dimensions of modernised boilers are compelling designers to give priority to feed water heaters with smooth steel pipes instead of cast ribbed pipes. The use of small size fuel has made it necessary to stimulate, by means of secondary air, the turbulence of gases in the furnace chamber.

Problem modernizacji kotłów parowych w energetyce stał się palącym zadaniem z chwilą, kiedy elektrownie po ostatniej wojnie przeszły z gruboziarnistych węgla na drobniejsze sortymenty. Wydajność kotłów rusztowych spadła wówczas znacznie, osiągając w niektórych wypadkach zaledwie 60% wartości znamionowej. Mimo dużych wysiłków nie we wszystkich przypadkach udało się personelowi eksploatacji elektrowni wyrównać wyniki brak pary i w rezultacie w szeregu elektrowni powstała dość duża rozpiętość między mocą zainstalowaną w turbinach a rozporządzalną w kotłach. Poprawienie tej sytuacji przez instalowanie nowych niskoprężnych jednostek kotłowych uznano za niecelowe ze względu na to, że w niedługim czasie konieczne będzie usunięcie szeregu niskoprężnych turbin i zastąpienie ich jednostkami wysokoprężnymi. W tych warunkach modernizacja kotłów parowych okazała się jedynym słusznym rozwiązaniem umożliwiającym zmniejszenie rozpiętości między mocą zainstalowaną a osiągalną. Należy jeszcze podkreślić, że w ostatnim dziesięcioleciu nastąpił duży postęp w budowie kotłów i dlatego, modernizując kotły w celu zredukowania rozpiętości mocy, mamy obecnie możliwość podniesienia nie tylko ich wydajności, lecz również i sprawności przy równoczesnym usunięciu dawnych błędów konstrukcyjnych i uproszczeniu obsługi.

Przy analizie kotłów rusztowych przeznaczonych do modernizacji stwierdzono, że elementem ograniczającym wydajność kotła jest w przeważającej liczbie wypadków palenisko, to jest ruszt i komora spalania. Problem przebudowy palenisk, wynikły w zaraniu powstania komórki do modernizacji kotłów, był przez dłuższy czas rozważany celem znalezienia najbardziej właściwego i ekonomicznie uzasadnionego rozwiązania praktycznego. W technice radzieckiej, jak to wynika zarówno z literatury, jak i z projektów, modernizację palenisk dokonywano w większości znanych nam przypadków drogą znacznego podniesienia części konwekcyjnej wraz z walcakami, wyekranowania komory paleniskowej i zastosowania szybowych młynów Krämra. Według naszych wiadomości modernizacja palenisk w NRD jest dokonywana w sposób analogiczny do opisanego wyżej, przy czym łącznie z modernizacją jest dokonywane przejście z opalania węglem kamiennym na węgiel brunatny, względnie torf. W Czechosłowacji, gdzie modernizacja kotłów znajduje się również w fazie rozwojowej, przebudowa palenisk jest oparta przeważnie na zastosowaniu pochyłych rusztów podsuwowych lub posuwowo-zwrotnych.

Jednakowoż w naszych warunkach opisane wyżej rozwiązanie wymagają dużych nakładów inwestycyjnych i nie są możliwe do przeprowadzenia.

Pomijając niechęć naszych elektrowni do angażowania się w bardziej złożone i kosztowne inwestycje, trzeba stwierdzić, że zainstalowanie zarówno młynów Krämra, jak i rusztów pochyłych, napotykałoby trudności, związane z otrzymaniem tych zespołów od krajowego przemysłu maszynowego. Siłą rzeczy trzeba więc było modernizację palenisk oprzeć początkowo na produkowanych w kraju, a więc łatwiej osiągalnych rusztach taśmowych typu łuskowego. W tym czasie produkcja rusztów łuskowych wymagała krótszych terminów niż produkcja części pod ciśnieniem. Wykorzystaliśmy tę okoliczność i wbudowaliśmy do istniejących kotłów ruszty łuskowe na miejsce niskosprawnych i zużytych rusztów dawnego typu. Przy realizacji tego zabiegu okazało się jednak, że rozwiązanie to nie jest najlepsze, gdyż ruszty łuskowe są bardzo ciężkie, a więc wymagają znacznego wzmocnienia fundamentów; ponadto stwierdzono, że bardzo drobne i mało kaloryczne paliwa można wprowadzić na nich spalać, ale jest to możliwe tylko przy małym obciążeniu powierzchni rusztu — ok. 140 kg/m².h. Jeśli jeszcze dodać, że w związku ze wzmoczoną produkcją nowych kotłów uzyskanie samego rusztu łuskowego do modernizacji starych kotłów jest również uwarunkowane długim terminem dostawy, to jasne będzie, że dla wielu przypadków modernizacji palenisk ruszt łuskowy nie może być zastosowany.

W poszukiwaniu rozwiązań dla modernizacji palenisk postanowiono zastosować urządzenie do pneumatycznego narzutu paliwa na ruszt, jako urządzenie pomocnicze do istniejącego rusztu taśmowego. Obserwacje i pomiary pracy doświadczałnej przy „pneumonarzucie” wypadły o tyle pomyślnie,

że pozwoliły na opracowanie kompletnej dokumentacji wykonawczej tego urządzenia. Instalacja narzutu pneumatycznego ma następujące zalety: 1) umożliwia spalanie drobnych i niskogatunkowych paliw; 2) kocioł staje się bardziej elastyczny zbliżając się do kotła pyłowego; 3) osiąga się oszczędność metalu, gdyż pneumonarzut dla wydajności pary ok. 10 t/h waży niecałe 3 tony; 4) pneumonarzut może być produkowany seryjnie. Wydawało się, że stosowanie narzutu pneumatycznego jako urządzenia dodatkowego pozwoli — przy zachowaniu dotychczasowych rusztów — wzmoczyć ich wydajność.

Przy dalszym badaniu problemu okazało się jednak, że wprawdzie sam narzut pneumatyczny spełnił pokładane w nim nadzieje, jednak przez zastosowanie pneumonarzutu wzrosły naprężenia termiczne w istniejącym ruszcie tak dalece, że powstała obawa, czy wyrobiona już część mechaniczna rusztu sprosta nowym trudniejszym zadaniom. Okoliczność ta wskazała na konieczność równoczesnej modernizacji samego rusztu przez ewentualne wbudowanie nowego pokładu rusztowego, złożonego z nowoczesnych rusztów łuskowych o małej wysokości i wadze wraz z zastosowaniem podmuchu strefowego, choćby nawet w uproszczonej formie.

Powyższe pogłębianie zagadnienia palenisk nie wyczerpuje jeszcze tematu, gdyż okazało się, że w wielu przypadkach stan istniejących rusztów nie pozwala nawet na ich rekonstrukcję, lecz wymaga zastąpienia ich nowymi rusztami. Stąd wysunęto wniosek, że wbudowanie — łącznie z narzutem pneumatycznym — płaskiego rusztu z rusztowinami wywracanymi do odpopielania daje nam możliwość modernizacji tych palenisk, w których istniejący ruszt musiałby być wymieniony i gdzie zastosowanie nowego rusztu łuskowego jest niemożliwe.

Po koncepcyjnym opanowaniu problemu palenisk wyłoniła się sprawa zwiększania pojemności komory paleniskowej. Rozsuwanie ścian przedniej i tylnej powiększa wprawdzie komorę paleniskową, jednak do dobrego spalania drobnych frakcji, w którą obfitują obecne węgle, konieczne jest, żeby wysokość komory paleniskowej nie była niższa od 4,5 do 5 metrów. Tymczasem większość kotłów przeznaczonych do modernizacji ma komory o wysokości nie wiele większej od 2,5 do 3 m. Do podwyższenia więc komory paleniskowej konieczne jest bądź podniesienie całego kotła o potrzebną wysokość, bądź obniżenie rusztu. W wielu rozpatrywanych przypadkach okazało się, że podniesienie kotła — choć wymagające niejednokrotnie podniesienia dachu — jest korzystniejsze od opuszczania rusztu. Przy przejściu z rusztu taśmowego na ruszt płaski w połączeniu z narzutem pneumatycznym często jest możliwe dostateczne podwyższenie komory paleniskowej jedynie dzięki różnicy wysokości między obu typami rusztów.

Należy podkreślić, że zwiększenie wysokości komory paleniskowej umożliwia wprawdzie dobre spalanie zarówno gązów, jak i części stałych, jednak w wykonaniu jest kłopotliwe; toteż jest rzeczą zrozumiałą, że elektrownie niechętnie decydują się na modernizację wymagającą obniżenia rusztu względnie podniesienia kotła, a tym samym zwiększenia jego obrysia. Z tych względów modernizację, wymagającą podnoszenia kotła, ogranicza się do minimum i usiłuje się uzyskać podwyższenie komory paleniskowej na innej drodze.

Przy ustalaniu wymiarów komór paleniskowych dążymy do tego, żeby temperatura spalin opuszczających komorę nie przekraczała temperatury mięknięcia żużla.

Następnym problemem — równie trudnym do rozwiązania, jak i poprzednie — jest sprawa ekranowania ścian komory paleniskowej, gdyż obrysia starych kotłów znacznie utrudniają prowadzenie rur opadowych i wznoszących. Ponadto w płaszcach walczaków, przeważnie nitowanych, trudno jest znaleźć miejsce na wiercenia bez nadmiernego osłabienia blach. Umieszczenie rur układu ekranowego jest rzeczą bardzo trudną zarówno dla biura projektowego, jak i dla wykonawstwa. Dodatkowym utrudnieniem jest to, że istniejące kotły były swego czasu wykonywane niedokładnie i często występują poważne rozbieżności między rysunkami posiadanymi przez elektrownie a rzeczywistymi wymiarami kotłów. Ponieważ kotły przeznaczone do modernizacji utrzymuje się w ruchu do ostatniej chwili, przeto ani inwestor, ani projektant przeważnie nie mogą sprawdzić rysunków inwentaryzacyjnych. Stąd powstają niespodzianki, które zwłaszcza przy układaniu

mur ekranowych wymagają wprowadzania zmian jeszcze w czasie montażu.

Z powyższego wynika, że ekrany z naturalnym obiegiem wody są siłą rzeczy dostosowane do już istniejącego gabarytu kotła i niejednokrotnie są rozwiązaniami kompromisowymi, nie zawsze najlepszymi. Jakkolwiek panuje wśród niektórych fachowców kotłowych niczym nieuzasadnione uprzedzenie do rozwiązań ekranów komory paleniskowej przy pomocy elementów z przymusowym obiegiem wody syst. La Monta, należy jednak uważać tę właśnie konstrukcję za bardziej dostosowaną do wymagań stawianych przez ograniczone gabaryty kotłów, w których podnosimy wydajność. Również trudności, wywołane wysokością przewalową rur odprowadzających mieszaninę parowodną z ekranów do przestrzeni parowej walcza, odpadają przy zastosowaniu układu La Monta. Ekrany La Monta, w których wylot mieszaniny parowodnej jest bardziej skoncentrowany niż przy ekranach z naturalnym obiegiem wody, umożliwiają również łatwiejsze opanowanie zagadnienia płucia kotła. Mimo konieczności uzupełnienia instalacji pompami przewalowymi ekrany La Monta mają tyle zalet, że w miarę rozwoju modernizacji kotłów prawdopodobnie wyprą w niedalekiej przyszłości ekrany z naturalnym obiegiem wody.

Dalszym elementem wymagającym omówienia są przegrzewacze. Występują tu dwa zasadnicze zagadnienia — uzyskanie dostatecznego przegrzewu i takie ułożenie przegrzewacza, żeby nie występowało zażużlenie jego powierzchni grzejnych. Opanowanie metody obliczeń cieplnych kotła metodą radziecką CKTI (Centralny Kotło-Turbinowy Instytut) umożliwiło nam uzyskanie znamionowych temperatur przegrzewu pary z dostatecznie dużą dokładnością. Problem zapobiegania powierzchni przegrzewacza usiłujemy opanować przez zastosowanie układu wiszącego. Pęczek konwekcyjny staramy się tak dobrać, żeby temperatura spalin przed przegrzewaczem nie była zbyt wysoka, gdyż powoduje to zażużlenie jego powierzchni grzejnych, ani też zbyt niska, ponie-

waż wówczas udział promieniowania maleje i charakterystyka temperatury przegrzewu w zależności od obciążenia kotła staje się zbyt stroma. Dla kotłów o niskich parametrach pary staramy się dobrać temperaturę spalin przed przegrzewaczem w granicach od 800 do 900°C.

Z pozostałych elementów należy wymienić podgrzewacze wody. Ponieważ z modernizacją jest zazwyczaj związane wzmoczenie wydajności, a — co za tym idzie — i ilości spalin, przeto podgrzewacze żebrów powodują w modernizowanych kotłach nadmierną stratę ciągu. Dlatego też liczbę rzędów rur podgrzewaczy żebrów ograniczamy do minimum, dając w zamian podgrzewacze z rur stalowych pracujące niejednokrotnie z odparowywaniem.

W dziedzinie podgrzewaczy powietrza opracowano mało-gabarytowy sekcyjny typ podgrzewacza z pionowymi rurami, przez które płyną spaliny. Układ ten pozwala na łatwe czyszczenie oraz na szybką wymianę uszkodzonej sekcji.

Z pomocniczych części kotła przeanalizowano zastosowanie wdmuchu wtórnego powietrza o wysokim sprężu do komory paleniskowej w taki sposób, żeby wywoływało to wirowanie zawartości w komorze dla uzyskania zupełnego spalania gazów i dopalenia lotnego koksiku. Ponadto opracowano zagadnienie płuczki wodnej w walcach do oczyszczania pary idącej do przegrzewacza, co powinno umożliwić — nawet w niekorzystnych warunkach ruchowych — uzyskanie dużej czystości pary.

Jakkolwiek Dział Rekonstrukcji Kotłów w ciągu niespełna dwóch lat swej działalności nie doczekał się dotąd uruchomienia żadnego z kotłów, które zostały poddane pełnej modernizacji na podstawie opracowanych przez ten Dział projektów, jednak może się poszczycić dokładnym, opartym na naukowych podstawach opracowaniem zasadniczych problemów modernizacji kotłów; opracowanie to umożliwia należyte stosowanie rozwiązań uzasadnionych zarówno technicznie, jak i ekonomicznie.

MGR INŻ. JANUSZ RYDLEWICZ

Poznańskie Biuro Projektów
Sieci Elektrycznych

Miejskie stacje transformatorowe

711.4/5:621.316.262

Treść. Dotychczasowe prace nad typizacją miejskich stacji transformatorowych. Przykłady rozwiązania pól 6- i 15-kilowoltowych z wyłącznikami olejowymi i odłącznikami mocy dla odcisków kablowych w miastach. Komory transformatorowe i rozdzielnie niskiego napięcia — szafkowe i naścienne. Przykłady rozplanowania i architektury budynków stacji.

Городские трансформаторные станции. Выполненные до сего времени работы по типизации городских трансформаторных станций. Примеры решений для полей 6 и 15 кв с масляными выключателями и мощными разъединителями для отходящих кабелей. Трансформаторные камеры и распределительные устройства низкого напряжения — шкафные и стенные. Примеры распланирования и архитектурного разрешения.

Urban transformer substations. Work so far carried out in the standardising of types of urban transformer substations. Examples of designs for 6- and 15-kV fields with oil circuitbreakers and disconnecting switches for out-going cables in cities. Transformer rooms and L. T. switchgear — cubicles and wall cabinets. Examples of planning, and architecture of substation buildings.

1. Rozwój typizacji stacji miejskich.

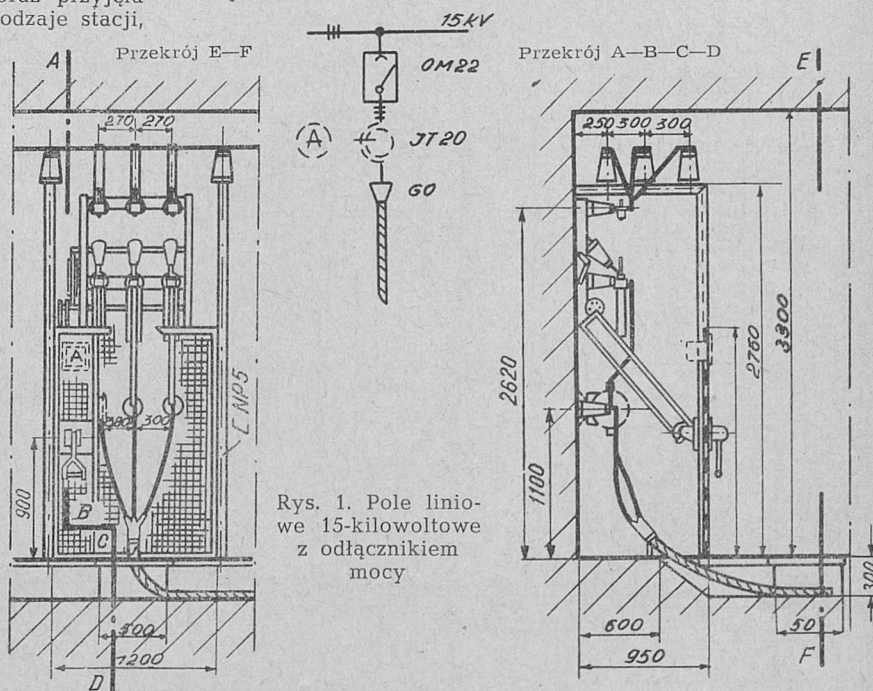
Powołana w 1948 r. Komisja Unifikacji Stacji Miejskich określiła wymagania stawiane takim stacjom oraz przyjęła pewne zasadnicze rozwiązania konstrukcyjne i rodzaje stacji, jako podstawę do dalszej ich typizacji. Dalsze prace w tym zakresie zlecono Poznańskiemu Biuru Projektów Sieci Elektrycznych. W latach 1951/52 opracowano w tym biurze kilka typów stacji transformatorowych na 6 i 15 kV, z jednym lub dwu transformatorami o mocy 315 kVA, oraz odpowiednie rozdzielnie niskiego napięcia. Ponieważ jednak w praktyce zachodzi potrzeba budowy stacji o różnej liczbie pól i w różnych warunkach lokalnych, przeto dalsze prace typizacyjne w r. 1953 i 1954 skoncentrowano raczej nad elementami stacji, jak pola, komory transformatorowe i inne szczegóły konstrukcyjne. Elementy te są zebrane w katalog i ilustrowane na przykładzie stacji 4-półowej. Katalog stacji miejskich 15-kilowoltowych został zatwierdzony przez Główną Komisję Oceny Projektów Inwestycyjnych PKPG.

2. Celki na 6 i 15 kV.

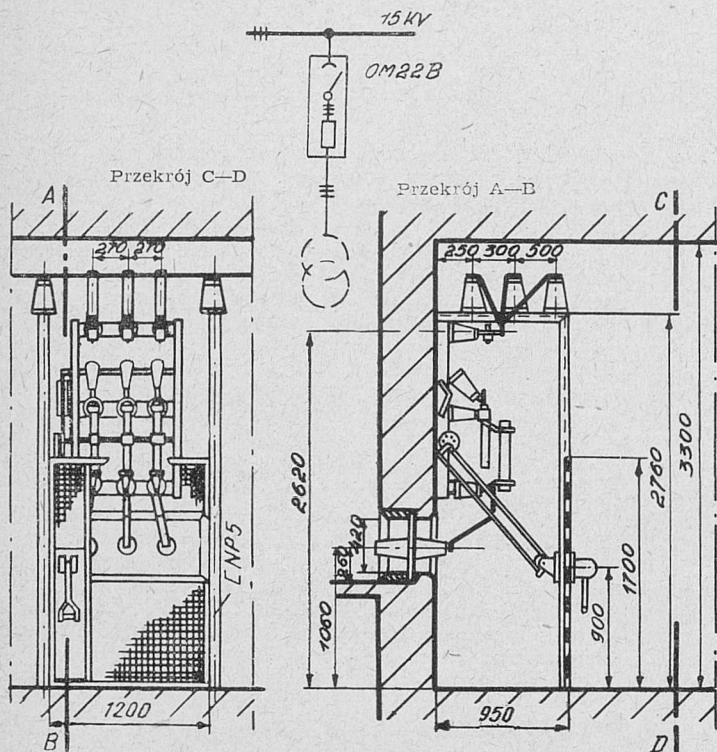
Przekroje pól wysokiego napięcia na 6 i 15 kV są zupełnie podobne i różnią się jedynie wymiarami. Koncepcja pola z wyłącznikiem olejowym została opracowana jeszcze przez wymienioną wyżej Komisję Unifikacji.

Przy wszystkich opracowaniach pól wysokiego napięcia przyjęto jako decydującą zasa-

dę uzyskanie maksimum bezpieczeństwa dla obsługi, jak największą pewność ruchu i jak najdalej posuniętą oszczędność w wykonaniu.

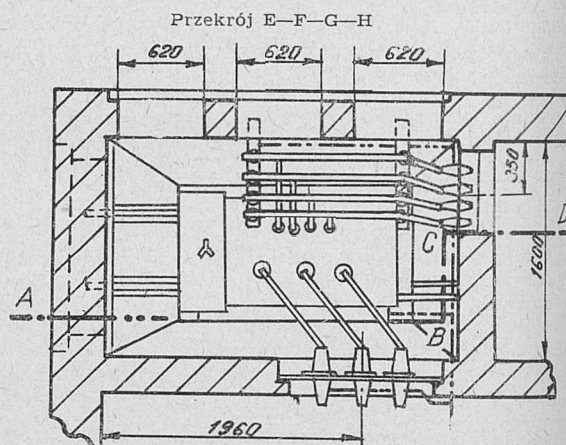
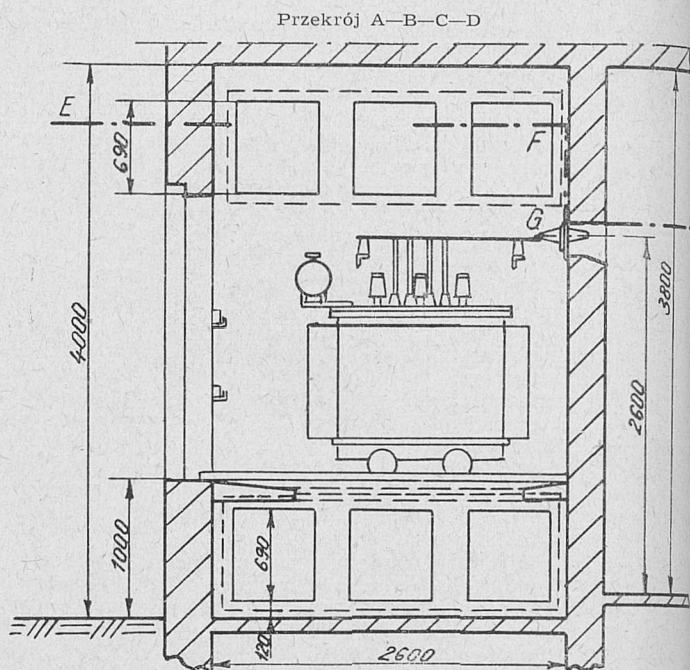
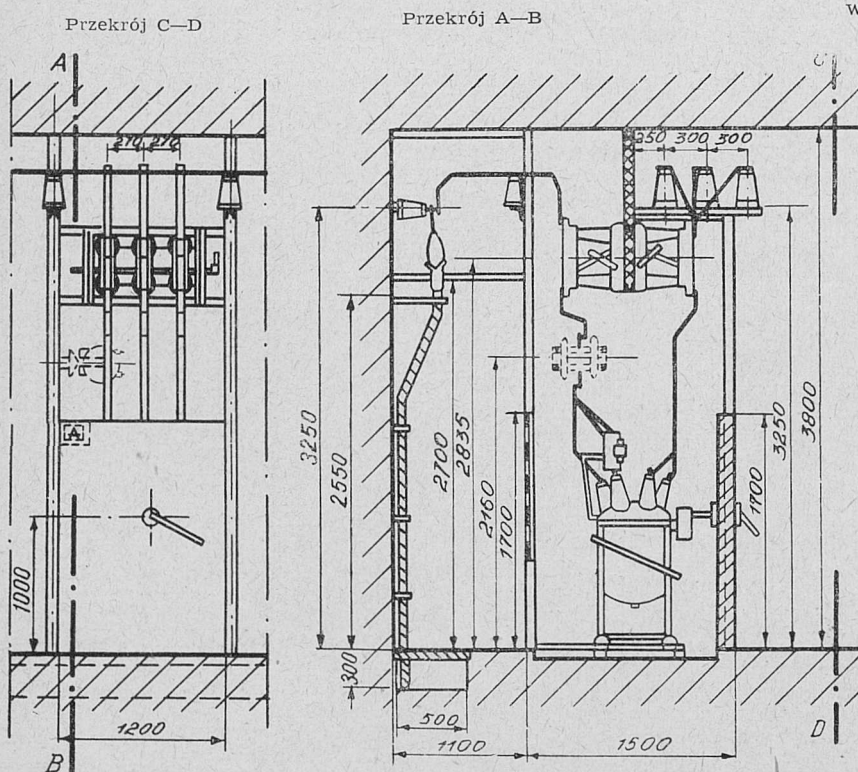


Szczegółowo rozwiązano w zasadzie tylko 3 pola: liniowe (kabel), transformatorowe i zasilające. To ostatnie pole jest wyposażone tylko w odłącznik. Poza tym opracowano również sekcjonowanie szyn odłącznikiem. Nie przewiduje się w stacjach miejskich wysokonapięciowych pól pomiarowych, przyjmując jako zasadę pomiar energii po stronie niskiego napięcia. Przy szczegółowym konstruowaniu pola przestrze-

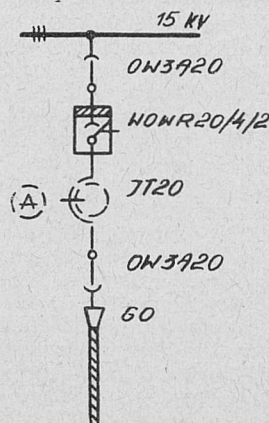


Rys. 2. Pole transformatorowe 15-kilowoltowe z odłącznikiem mocy i bezpiecznikami wys. nap.

gano, aby każdy przyrząd był łatwo dostępny i aby uszkodzenie jednego nie powodowało uszkodzeń w innym obwodzie. Uruchamianie odłączników przewiduje się za pomocą drążka izolacyjnego. Szyny zbiorcze przewidziano zasadniczo aluminiowe, przy czym w obecnym okresie stosuje się tymczasowo szyny żelazne.



Rys. 4. Komora transformatorowa na 15 kV, 315 kVA z podwyższonym ustawieniem transformatora

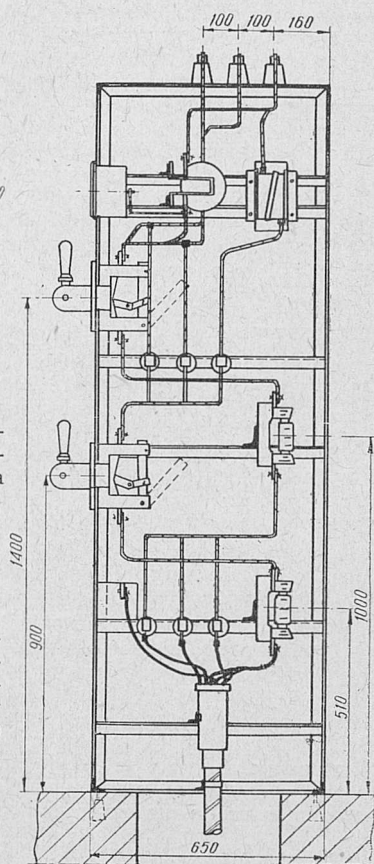


Rys. 3. Pole liniowe 15-kilowoltowe z wyłącznikiem olejowym

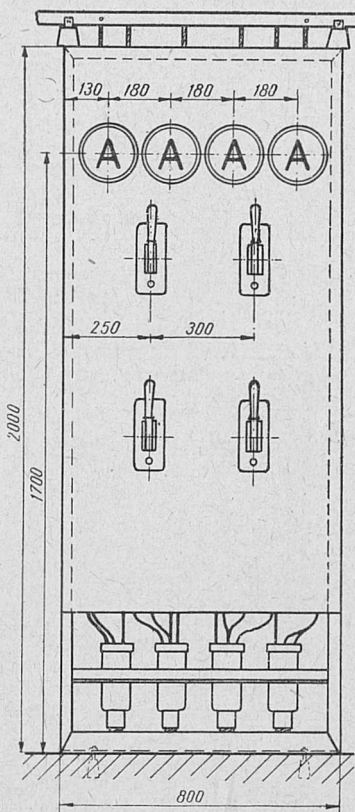
Rozróżniamy w zasadzie dwa typy celek wysokiego napięcia dla stacji miejskich, a mianowicie: a) celkę z odłącznikiem mocy i b) celkę z wyłącznikiem olejowym.

a) Celka z odłącznikiem mocy (rys. 1 i 2). Jest to najprostszy układ celki. Od szyn zbiorczych przechodzimy przez odłącznik mocy na głowicę kablową, wzgl. przez odłącznik mocy z bezpiecznikami na transformator. Celki te są dostosowane do komór transformatorowych zarówno z niskim poziomem posadzki (na poziomie terenu), jak i z wysokim (ok. 0,8÷1,0 m nad poziomem

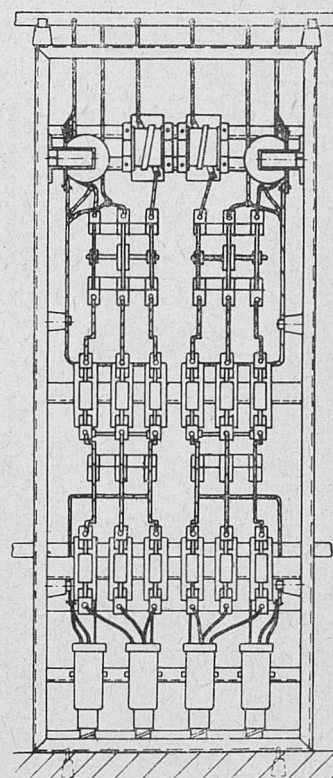
Przekrój



Widok z przodu



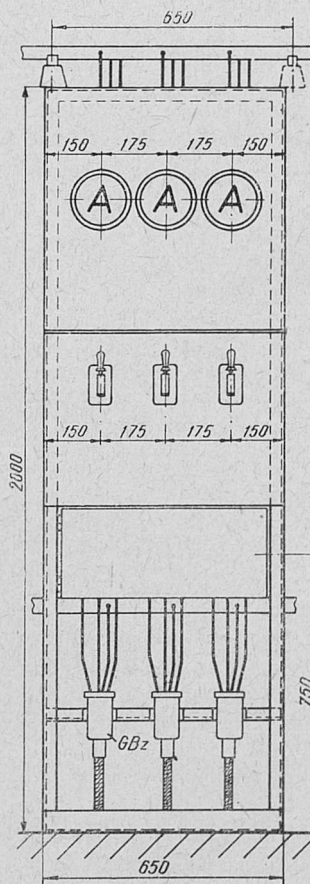
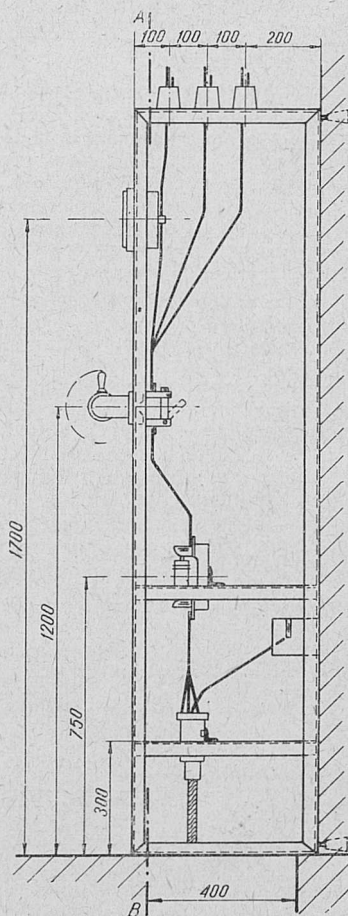
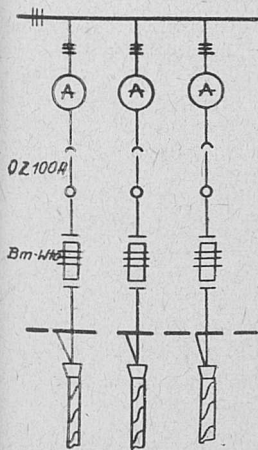
Widok z tyłu



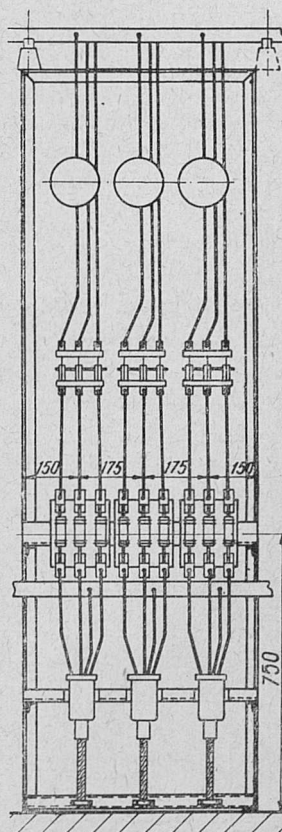
Rys. 5. Rozdzielnia niskiego napięcia wolno stojąca, 4 odpływy na 200 A

terenu). Powierzchnia pola 15-kilowoltowego wynosi $2,4 \text{ m}^2$, kubatura — $8,0 \text{ m}^3$, średni koszt w cenach bieżących — 4 800 zł. Pole 6-kilowoltowe zajmuje powierzchnię $1,8 \text{ m}^2$, kubaturę — $5,6 \text{ m}^3$, kosztuje średnio 4 500 zł.

b) Celka z wyłącznikiem olejowym (rys. 3). Przyjęcie tego przekroju pola poprzedziły liczne dyskusje; wynik otrzymany jest celowym kompromisem dla podanych wyżej wymagań. Rys. 3 pokazuje pole liniowe; dla pola transformatorowego stosuje się izolator wsporczy zamiast odłącznika liniowego, zamiast



Przekrój A-B



Rys. 6. Rozdzielnia niskiego napięcia przyścienna, 3 odpływy na 100 A

zaś głowicy kablowej — izolatory przepustowe do komory transformatorowej. Stacja ma 2 korytarze: jeden dla obsługi, drugi do transportu wyłączników. Ta, zdawałoby się, nieoszczędność w kubaturze budynku kom-

ratów, jak najlepsze umiejscowienie zaburzeń, dobra widoczność wszystkich elementów pola itp. Jak już zaznaczono, korytarz obsługi jest chroniony ściankami przed wyłącznikami olejowymi, a korytarz transportowy drzwiami siatkowymi, nie sięgającymi jednak posadzki, lecz zakończonymi ok. 30 cm poniżej dolnej krawędzi izolatorów wyłącznika. Ścianki ochronne wykonuje się na $\frac{1}{2}$ cegły ze zbrojeniem płaskownikiem żelaznym lub żelazem okrągłym. Pod wyłącznikami olejowymi przewiduje się zagłębienie pojemności równej pełnej zawartości oleju wyłącznika.

Pole transformatorowe może być wyposażone również w odłącznik mocy z bezpiecznikami lub tylko odłącznik z bezpiecznikami, jeżeli moc transformatora na to pozwala. Powierzchnia pola 15-kilowoltowego wynosi 4,3 m², kubatura — 16,4 m³, średni koszt w cenach bieżących 14 500 zł. Pole 6-kilowoltowe zajmuje powierzchnię 3,8 m², kubaturę — 13,2 m³, kosztuje w cenach bieżących średnio 13 500 zł.

3. Komory transformatorowe.

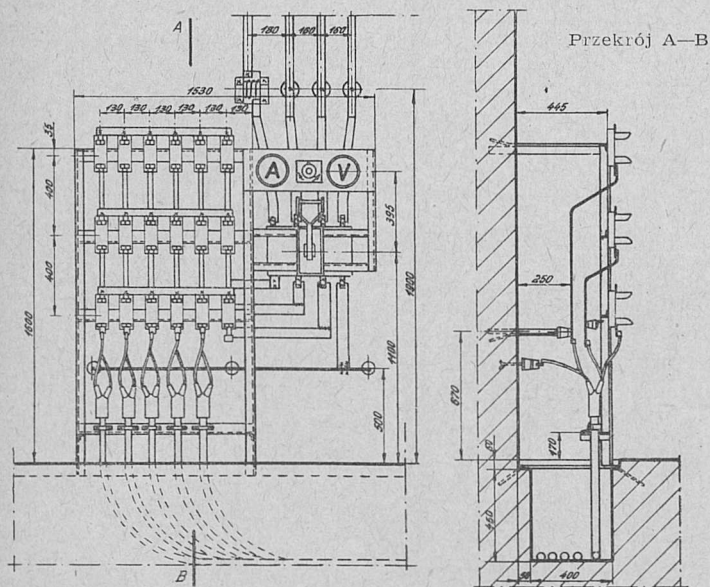
Przyjęto 3 zasadnicze typy komór transformatorowych na moc 200, 315 i 500 kVA. Szczególniejszymi założeniami były: wentylacja w ścianie, a nie w dachu; ustawienie transformatora alternatywnie w dwu poziomach: + 0,20 m i + 0,8 do 1,0 m; wprowadzenie transformatora do komory ma się odbywać wyłącznie węższym jego boki. Zgodnie z normatywem projektowania wyklucza się możliwość obejścia transformatora bez wystawienia go z komory. Doprowadzenie energii do transformatora i odprowadzenie jej przewiduje się wyłącznie szynami i to gołymi aż do płyty przepustowej. W stacjach z wyłącznikami olejowymi doprowadzenie wysokiego napięcia przewiduje się wysoko, a z odłącznikami mocy —

TABLICA I

Rodzaj stacji	Powierzchnia (m ²)	Kubatura brutto (m ³)	Koszt (zł)
15 kV			
Z wyłącznikami olejowymi wolnostojąca	45,0	171,2	150 000
Z odłącznikami mocy wolnostojąca	29,4	98,0	110 000
Z odłącznikami mocy wbudowana (wymiary bez murów, koszt tylko urządzeń elektr.)	27,0	108,0	80 500
6 kV			
Z wyłącznikami olejowymi wolnostojąca	39,4	137,0	140 000
Z odłącznikami mocy wolnostojąca	22,4	79,0	92 000

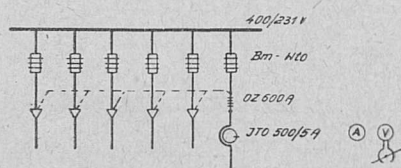
Rys. 7. Rozdzielnia niskiego napięcia naścienna z odłącznikami, 3 odpływy na 100 A

pensuje się znacznymi zaletami z punktu widzenia bezpieczeństwa obsługi i wygodnej eksploatacji, jak ścianka ochronna przed wyłącznikiem, łatwy dostęp do apa-



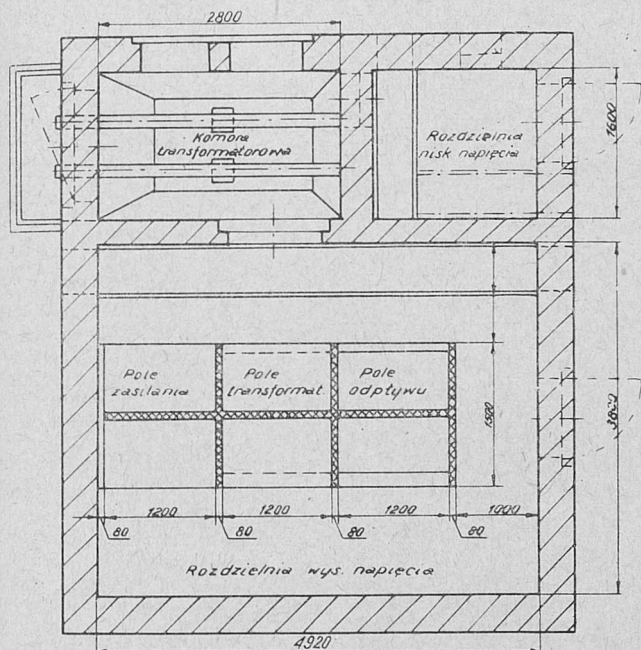
bardzo nisko (por. rys. 2). W ostatnim przypadku komora jest nieco powiększona. Wentylacji kominkowej, jako powodującej większe zabrudzenie i trudnej do zabezpieczenia od przedostawania się opadów, nie przewiduje się w normalnych stacjach miejskich. Natomiast wentylację w postaci krat dzielonych na elementy o możliwie małej liczbie typów przewidziano pod posadzką i pod stropem komory.

Płyty przepustowe w komorze projektuje się dla 15 kV jako żelbetowe, a dla 6 kV — z uwagi na niemożność uzyskania wystarczających odstępów — blaszane. Dla niskiego napięcia przewidziano płyty blaszane lub gumoidowe.



Rys. 8. Rozdzielnia niskiego napięcia naścienna bez odłączników, transformator o mocy 315 kVA i 5 odpływów na 200 A

Na rys. 4 pokazano przykład komory transformatorowej na 15 kV i 200 kVA z podwyższonym poziomem posadzki. Szyny 15-kilowoltowe biegną na izolatorach wsporczych, umieszczonych na wysięgniku. Zależnie od umieszczenia komory transformatorowej w budynku można szyny wysokiego i niskiego napięcia prowadzić do ściany szczytowej lub bocznej. Komora transformatorowa dla 15 kV nie różni się prawie od komory dla 6 kV. Zajmuje ona przy transformatorze o mo-

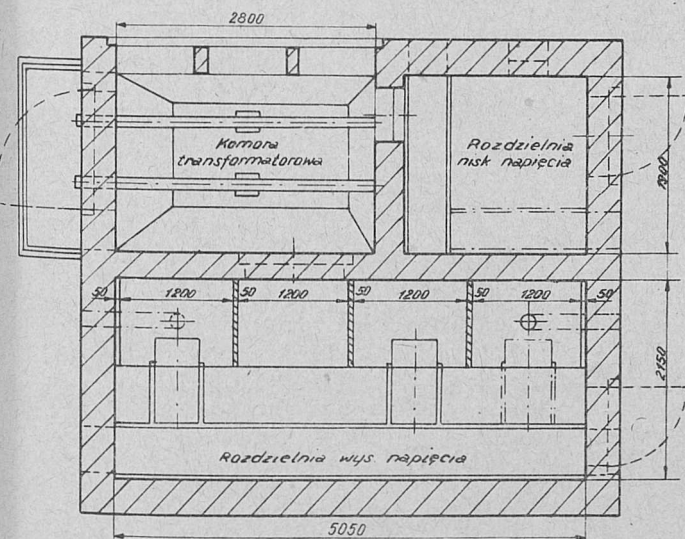


Rys. 9. Stacja miejska na 15 kV, 200 kVA; 3 pola z wyłącznikiem olejowym

cy 315 kVA powierzchnię 5,3 m² i kubaturę 18,6 m³, a jej wyposażenie wraz z transformatorem, lecz bez budynku (mury, drzwi, kraty wentylacyjne, płyty przepustowe) kosztuje 15 900 zł.

4. Rozdzielenie niskiego napięcia.

W zasadzie należy rozpatrywać dwa rodzaje rozdzielni niskiego napięcia: dla pomieszczeń z obsługą niewykwalifikowaną, jak to bywa przede wszystkim w przemyśle, i dla po-



Rys. 10. Stacja miejska na 15 kV, 315 kVA; 4 pola z odłącznikami mocy

mieszczeń z obsługą wykwalifikowaną, przeznaczonych dla stacji transformatorowych energetyki zawodowej.

Poznańskie Biuro Projektów Sieci Elektrycznych opracowało jako typowe 4 rodzaje rozdzielni niskiego napięcia, za-

twierdzone już przez Ministerstwo Energetyki: a) wolnostojącą, b) przyścienną, c) naścienną z odłącznikami na odpływach, d) naścienną bez odłączników na odpływach.

a) Rozdzielnia wolnostojąca (rys. 5) jest opracowana w postaci szafek krytych z przodu blachą, a otwartych od tyłu. W szafce o szerokości 650 mm mieści się pole transformatorowe, w szafce o szerokości 800 mm mieszczą się 4 pola odpływowe, każde wyposażone w jeden amperomierz, odłącznik 3-biegunowy i bezpieczniki dużej mocy odłączalnej. Napędy odłączników i przyrządy pomiarowe są wpuszczone w blachę frontową. Bezpieczniki wymienia się od tyłu.

Rozwiązanie na rys. 5, pokazujące przykładowo szafkę z 4 polami odpływowymi na 200 A, jest korzystne z punktu widzenia obsługi i eksploatacji. Wymaga jednak stosunkowo dużego pomieszczenia (2 korytarze) oraz stosunkowo dużo żelaza.

b) Oszczędniejszy i prawie tak samo wygodny i bezpieczny dla obsługi jest typ przyścienny (rys. 6). Wyposażenie ma identyczne jak typ poprzedni, lecz zajmuje o 40% mniej miejsca. Obsługa odłączników i bezpieczników jest przewidziana od przodu. Te ostatnie są dostępne po otworzeniu drzwi blaszanych o szerokości pozwalającej na swobodną wymianę bezpieczników.

c) Specjalnie dla potrzeb rozdzielni niskiego napięcia w stacjach miejskich opracowano typy naścienne. Pierwszy z nich posiada na wszystkich odpływach amperomierze i odłączniki oraz bezpieczniki dużej mocy wyłączalnej. Wszystkie części obwodu są zamocowane bądź bezpośrednio na ścianie, bądź na oddzielnych — nie powiązanych ze sobą — konstrukcjach. Przyrządy pomiarowe i odłączniki są zmontowane na blasze. Jako przykład może posłużyć rys. 7, na którym pokazano pole liniowe, grupujące 3 odpływy 100-ampierowe. Zużycie żelaza jest tu najmniejsze; rozdzielnia jest przejrzysta i łatwo dostępna, wymaga jednak wykwalifikowanej obsługi.

d) Bardzo prostym rozwiązaniem jest wprowadzona do stacji miejskich przez „Miastoprojekt” rozdzielnia naścienna bez odłączników (rys. 8). Każdy odpływ ma tylko bezpieczniki umieszczone nad sobą w tej samej płaszczyźnie pionowej. Podstawy bezpiecznikowe dźwigają jednocześnie szyny zbiorcze. Typ ten wymaga najmniej ze wszystkich żelaza, ma jednak wyposażenie najskromniejsze. Według normatywu technicznego projektowania stacji transformatorowych takie właśnie odpływy mają być obecnie stosowane w stacjach miejskich.

Porównując cztery powyższe rozwiązania należy stwierdzić, że rozdzielnia naścienna bez odłączników wymaga najmniej miejsca, bo tylko 0,2 m² na jedno pole liniowe; za nią idą rozdzielnia przyścienna — 0,3 m², rozdzielnia naścienna z odłącznikami — 0,4 m², wreszcie rozdzielnia wolnostojąca — 0,5 m². Odpowiednie kubatury wynoszą w tej samej kolejności 0,4 m³, 0,8 m³, 0,8 m³ i 1,3 m³ na jedno pole liniowe. Pola transformatorowe natomiast są bardzo zbliżone do siebie dla wszystkich typów rozdzielni pod względem zapotrzebowania zarówno powierzchni, jak i kubatury. Koszt jednego pola odpływowego wynosi dla poszczególnych rodzajów rozdzielni: naściennej bez odłączników 600 zł, naściennej z odłącznikami 940 zł, przyściennej 1 400 zł, wolnostojącej 1 800 zł.

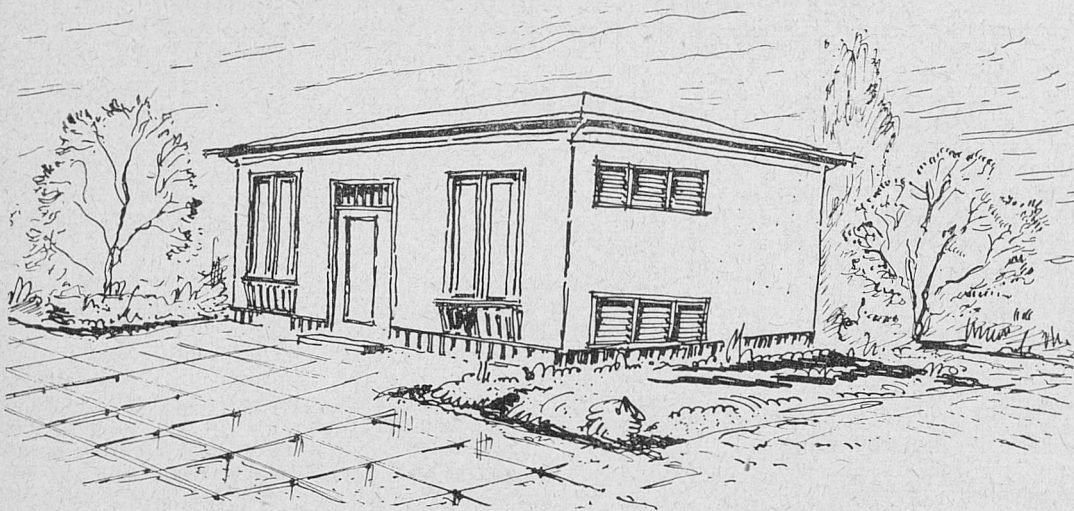
5. Budynek stacyjny.

Rozwiązanie budynku stacyjnego musi liczyć się z szeregiem różnych wymagań charakteru zarówno elektrycznego, jak i architektoniczno-budowlanego. Jako zasadę przyjęto wzajemne oddzielenie od siebie rozdzielni wysokiego napięcia, komory transformatorowej i rozdzielni niskiego napięcia. Każde z tych trzech pomieszczeń ma osobne wyjście na zewnątrz.

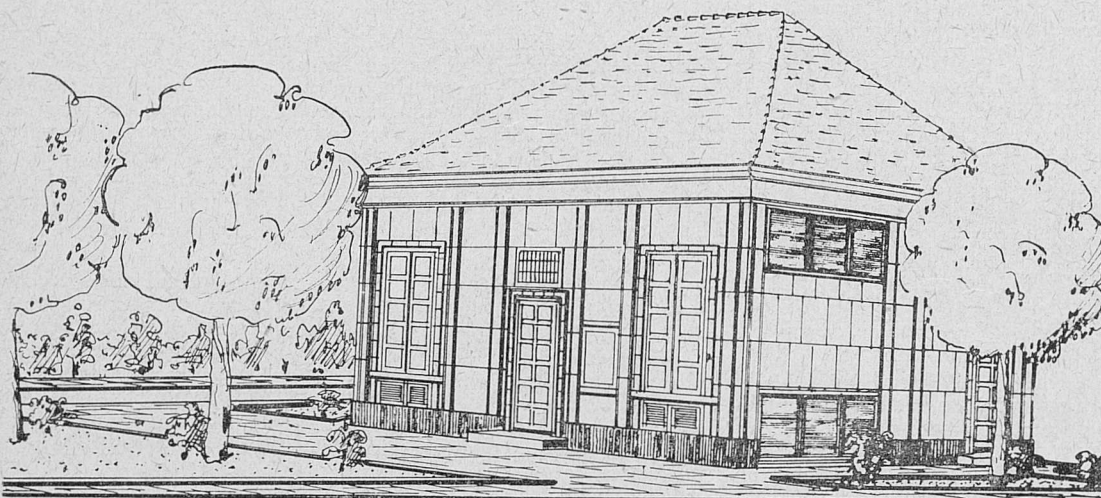
Na rys. 9 i 10 pokazano przykładowo dwa rozwiązania budynków stacji miejskich 15-kilowoltowych: z 3 polami wysokiego napięcia i z wyłącznikami olejowymi (rys. 9) oraz z 4 polami wysokiego napięcia i z odłącznikami mocy (rys. 10). Moce transformatorów dla tych dwu przykładów wynoszą odpowiednio: 200 i 315 kVA.

Stacje dla napięcia 6 kV są rozwiązywane podobnie.

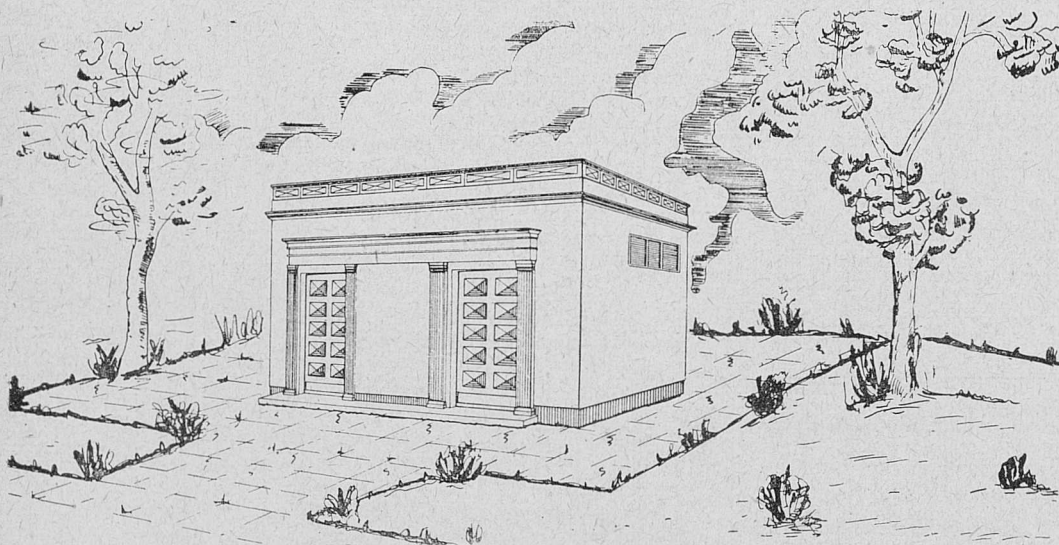
Jako typowe miejskie stacje transformatorowe przyjmuje się stacje z jednym transformatorem do 315 kVA albo 500 kVA oraz z trzema lub czterema polami wysokiego napię-



Rys. 11. Miejska stacja transformatorowa 15-kilowoltowa z dachem płaskim (Zamość)



Rys. 12. Miejska stacja transformatorowa 15-kilowoltowa z dachem stromym (Gdynia)



Rys. 13. Miejska stacja transformatorowa 15-kilowoltowa z attyką (Kalisz)

Stacje miejskie mogą być wolnostojące, przybudowane lub wbudowane. Dwa pierwsze rodzaje są opracowywane przez „Energoprojekt”, ostatni przez „Miastoprojekt”.

Dla stacji 4-polowej z transformatorem 315 kVA otrzymuje się dane charakterystyczne podane w tabl. I.

Projekt architektoniczny stacji transformatorowej w mieście jest zagadnieniem dość skomplikowanym i ważnym z punktu widzenia urbanistyki. Stacja taka ze względów energetycznych musi znajdować się w centrum zapotrzebowania energii, a ponieważ jest stosunkowo niewielka i wymaga szeregu otworów, stanowi trudny problem dla architekta. W nowych budynkach można przewidzieć stację wbudowaną, co jest urbanistycznie najlepszym rozwiązaniem; w istniejących jednak dzielnicach architekt musi znaleźć formę dostosowaną do otoczenia. Dla przykładu podano na rys. 11, 12 i 13 rozwiązania architektoniczne stacji 15-kilowoltowych wolnostojących, 3 różnych rodzajów: z dachem płaskim, z dachem stromym i z attyką.

6. Zamierzenia na przyszłość.

W chwili obecnej elementy miejskich stacji transformatorowych są niemal w całości opracowane jako typowe. Najważniejszym zadaniem na bliską przyszłość jest zebranie wszelkich uwag z montażu i z eksploatacji i odpowiednie ich wyzyskanie. Pozwoli to znaleźć rozwiązania właściwsze i najoszczędniejsze. Obecne katalogi typowych elementów są uzupełniane uwagami po KOPI Ministerstwa Energetyki, a dla napięcia 15 kV po GKOPi.

W stadium opracowania znajduje się dalszy katalog, a mianowicie dla stacji transformatorowych z odejściami napowietrznymi.

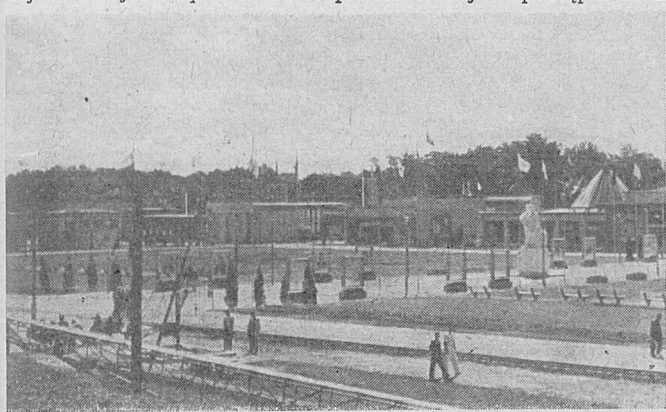
Należy spodziewać się, że ukończone katalogi elementów, obejmujące również stacje wbudowane, opracowane przez „Miastoprojekt”,

wzbogacone projektami przykładowymi całych stacji, ujednolicią właściwie sposoby wykonania i pozwolą osiągnąć cel podstawowy — maksimum korzyści przy minimum kosztów.

cia. W praktyce spotyka się dość często stacje z dwu transformatorami po 315 kVA lub z liczbą pól wysokiego napięcia powyżej 4.

Przemysł elektrotechniczny na Krajowej Wystawie Wynalazczości i Postępu Technicznego we Wrocławiu*)

W dniu 8 sierpnia br. na terenach wystawowych we Wrocławiu otwarta została Krajowa wystawa wynalazczości i postępu technicznego, będąca podsumowaniem naszego 10-letniego dorobku w tych dziedzinach. Organizatorami wystawy są PKPG, NOT i CRZZ. Poszczególne ministerstwa tak zorganizowały swoje pawilony, żeby jak najdobitniej oświetlić rolę racjonalizacji i wynalazczości pracowniczej w postępie tech-



Widok ogólny wystawy

nicznym. Około pięciu tysięcy eksponatów wskazuje na to, że postęp techniczny, który rodzi się zarówno w halach fabrycznych, jak i w gabinetach naukowców, rozwija się u nas szybko, a przecież na wystawie zgromadzono tylko eksponaty najważniejsze i najciekawsze. Każdy z nich kryje w sobie czyjąś pracę, czyjeś długoletnie doświadczenie.

Przy wejściu do pawilonu energetycznego ustawiono przeźwonne laboratorium wysokonapięciowe do badania izolacji w terenie. Urządzenie zasilane jest na niskim napięciu prądu zmiennego. Autorami pomysłu są pracownicy Zakładu Wysokich Napięć Instytutu Elektrotechniki.

Wewnątrz tegoż pawilonu wśród wielu eksponatów rzucają się w oczy aparaty służące do pomiaru metodą elektryczną wielkości nieelektrycznych. Są to tachometry, wagi, termometry, regulatory ciągu i spalania i inne przyrządy pomysłu pracowników energetyki; dotychczas aparatura tego rodzaju sprowadzana była z zagranicy. Dalej makiety przedstawiają pomysły racjonalizatorskie z zakresu montażu stacji i linii energetycznych. Pomysły mają na celu zmniejszenie robocizny i zwiększenie bezpieczeństwa pracy oraz podniesienie jakości prac montażowych.

Bardzo interesująco przedstawia się pokaz pracy układu przekaźników do samoczynnego ponownego załączania (SPZ), które zmniejszają liczbę zakłóceń w pracy linii wysokiego napięcia. Urządzenie elektromechaniczne do SPZ pozwala na natychmiastowe samoczynne włączanie linii w przypadku zwarcia przemijającego.

Obok usprawnień o wielkim znaczeniu gospodarczym przedstawione są usprawnienia drobne, które jednak ze względu na częstość ich stosowania mogą również prowadzić do poważnych oszczędności.

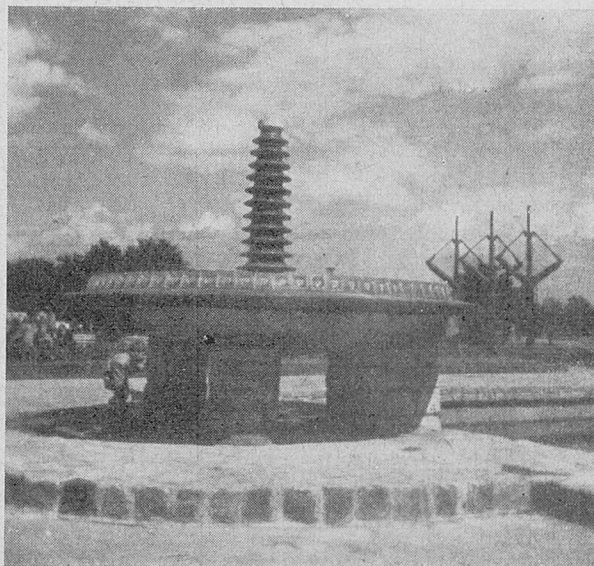
Różnorodność eksponatów jest bardzo duża. Obok odgromników wydmuchowych na 15, 30 i 60 kV widzimy lutownicę

elektryczną do lutowania zacisków przyrządów pomiarowych. Kolba tej lutownicy jest zasilana napięciem 2 V i pobiera 10 A, przy czym czas jej nagrzewania jest pięciokrotnie krótszy, niż przy kolbach 220-woltowych powszechnie stosowanych.

Osobną pozycję stanowią eksponaty, których powstanie spowodowała konieczność uruchamiania istniejących na zakładach drogi urządzeń energetycznych przedtem w kraju nie produkowanych — bezkondensatorowa głowica kabla olejowego i mufa do tego kabla (Z. E. Mikołów).

Specjalnie interesujący jest wyłącznik szynowy (sekcyjny) w układzie V, którego główną zaletą jest możliwość umieszczenia go na ścianie działowej międzycełkowej, co jest specjalnie korzystne przy rozbudowie istniejących podstacji, gdzie nie ma miejsca na normalne odłączniki.

Inny pomysł racjonalizatorski to przyrząd do czyszczenia izolatorów wysokiego napięcia bez wyłączania urządzeń z pod napięcia (przeróbka zwykłego drążka izolacyjnego, w którego wnętrzu wywiercono otwór na powietrze, zdmuchujące kurz z izolatorów).



Wodotrysk przed pawilonem Ministerstwa Energetyki (fot. Przeglądu Budowlanego)

Zakład Elektroenergetyki Politechniki Wrocławskiej wystawił szereg oryginalnych aparatów własnej konstrukcji i własnego pomysłu (mostek uniwersalny, wzorzec częstotliwości, generator udarowy na 600 kV, licznik zadziałań odgromników i inne).

Zwraca powszechną uwagę niewielki przyrząd do odszukiwania trasy kabla i wykrywania zwarc kablowych bez potrzeby robienia wykopów.

Poza wymienionymi wyżej eksponatami pawilonu energetyki spotyka się ciekawe aparaty i urządzenia elektryczne we wszystkich pawilonach innych przemysłów, a zwłaszcza w pawilonie przemysłu maszynowego. Wystawiono tu szereg aparatów prototypowych nie produkowanych dotychczas w kraju.

Inż. Kazimierz Jędrzycki

Wydawnictwa nadesłane

Archiwum Elektrotechniki

Tom II, zesz. 3—4, rok 1953, zawiera następujące prace: Kuryłowicz J. Metoda kompensacyjno-różnicowa pomiaru oporności. — Smoliński A. Uzyskiwanie rdzeni transformatorowych o specjalnych własnościach ze stali krzemowej. — Szklarski L. i Górecki H. Przebiegi nieustalone w napędzie Leonarda maszyny wyciągowej. — Szpor S. Napięcie wywołujące iskry wtórne i porażenia w urządzeniach piorunochronowych. — Groszkowski J. Indukcyjność i oporność ujemna elementu pobudzającego o za-

skoku napięcia. — Komunikaty z prac Zakładu Elektroniki IPPT PAN.

Tom III, zesz. 1, rok 1954, zawiera następujące prace: Groszkowski J. O „indukcyjności” luku i „pojemności” dynatronu. — Smoliński A. Niektóre zastosowania teorii filtrów elektrycznych do wzmacniaczy szerokopasmowych dolnoprzepustowych. — Jakubowski J. L. Kryteria eliminacji oporności falowej przy odbiciach wielokrotnych. — Kiliński A. Wartość ścisła przewodności linii obciążonej równomiernie w n punktach.

*) Bliższy opis eksponatów będzie podany w następnym zeszycie Przegl. Elektr.

BIULETYN INSTYTUTU ELEKTROTECHNIKI

Rok VIII — nr 5

Warszawa, Piękna 68

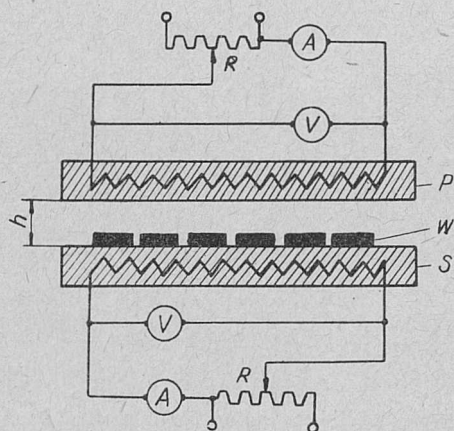
Wrzesień 1954 r.

Instytut Elektrotechniki
Zakład Elektrotermii

PODGRZEWANIE PASTYLEK BAKIELITOWYCH METODĄ PROMIENNIKOWO-STYKOWĄ

Przemysł elektrotechniczny, a zwłaszcza aparatowy i instalacyjny, ma bardzo duże zapotrzebowanie na wyroby z tłoczyw termoreaktywnych, produkowanych w postaci drobnych wyprasek bakielitowych, stanowiących elementy sprzętu elektrotechnicznego (wyłączniki, przełączniki, wtyczki sieciowe itp.). W związku z ciągłym rozwojem naszych fabryk produkujących ten sprzęt stale wzrasta zapotrzebowanie na wypraski z tłoczyw, wytwarzane na specjalnych prasach zainstalowanych w tych fabrykach. W obecnym stadium planu 6-letniego bakieliczarne zainstalowane przy fabrykach stanowią przeważnie wąskie gardła produkcji i pracując na trzy zmiany nie zawsze nadążają za tokiem produkcji w wykonaniu planów produkcyjnych poszczególnych zakładów przemysłowych. Trudności w wykonaniu planów powiększa nieodpowiednia jakość tych wyprasek; ilość wybraków w większości fabryk jest bardzo wielka.

Bakieliczarne, o których tu mowa, pracują bardzo intensywnie, nie stoją jednak na wysokim poziomie technicznym.



Rys. 1. Zasada budowy podgrzewarki promiennikowo-stykowej

R — nastawniki napięcia zasilającego płyty grzejne
 P — płyta promiennikowa
 S — płyta stykowa
 W — wsad (podgrzewana pastylka)
 h — odstęp między płytami grzejnymi

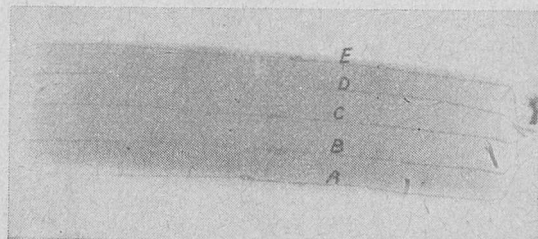
Pomimo wyposażenia w nowoczesne prasy do wyrabiania wyprasek większość fabryk nie ma należyte opracowanych warunków technologicznych procesu prasowania tłoczyw dla poszczególnych wyrobów. Ponadto nie jest spełniony jeden z zasadniczych warunków, wpływających na zwiększenie produkcji przy jednoczesnym znacznym polepszeniu jakości wyprasek, a mianowicie nie używa się do prasowania proszku dostatecznie suchego (o wilgotności nie przekraczającej $1 \div 1,5\%$). Nadmierna wilgotność proszku użytego do prasowania powoduje ujemne następstwa w postaci nierównomierności powierzchni wypraski, powstawania pęcherzy, osłabienia wytrzymałości mechanicznej ścianek itd. oraz powiększa czas prasowania.

Przy wykonywaniu większych wyprasek, o ciężarze przekraczającym 50 g, występuje dodatkowo trudność uzyskania równomierności skrośnego rozkładu temperatur w wyprasce. Do wyrównania temperatur w dostatecznym stopniu przez przewodzenie ciepłe potrzebne jest znaczne zwiększenie czasu prasowania, co prowadzi do zmniejszenia wydajności pras. W celu zwiększenia tej wydajności — przy jednoczesnej wybitnej poprawie jakości — należy podgrzewać tłoczywo do temperatury zbliżonej do temperatury polimeryzacji i w tym stanie napełniać formy bezpośrednio przed prasowaniem. Należy przy tym mieć na uwadze, że większe wypraski (ponad

50 g) powinno się prasować nie z proszku tłoczywowego, lecz z pastylek wykonanych z tego proszku.

Z dotychczasowych obserwacji przeprowadzonych przez Zakład Elektrotermii Instytutu Elektrotechniki w fabrykach elektrotechnicznych, posiadających własne bakieliczarne, wynika, że w zasadzie ani suszenie, ani podgrzewanie, ani prasowanie wyprasek z pastylek nie jest stosowane.

Doprowadzenie do stanu używalności nielicznych podgrzewarek pojemnościowych, wyprodukowanych w swoim czasie

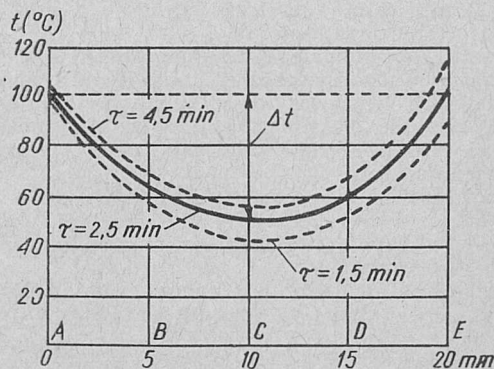


Rys. 2. Zdjęcie rentgenowskie pastylki (do określenia rozmieszczenia spoin termoelementów)

przez Zakład T-11, nie rozwiąże problemu podgrzewania, jeżeli brać pod uwagę rozmiary zapotrzebowania stawianego przez przemysł. W tym stanie rzeczy powstała konieczność opracowania podgrzewarki do pastylek, która byłaby prosta w konstrukcji, łatwa w eksploatacji i której wyprodukowanie w odpowiedniej ilości będzie mogło nastąpić w stosunkowo krótkim czasie i nie spowoduje większych kosztów.

Wstępne badania, przeprowadzone w Zakładzie Elektrotermii Instytutu Elektrotechniki, wykazały możliwość skonstruowania promiennikowo-stykowej podgrzewarki do podgrzewania pastylek z tłoczyw termoreaktywnych, odpowiadającej wyżej wspomnianym warunkom. Warunkiem prawidłowego działania takiej podgrzewarki jest nagrzewanie pastylek w taki sposób, żeby rozkład temperatur w każdej podgrzewanej pastylce był możliwie równomierny przy wymaganej wartości temperatury średniej i przy zachowaniu najkorzystniejszych wartości pozostałych parametrów procesu nagrzewania.

Do prób nagrzewania pastylek metodą promiennikowo-stykową zbudowano w Zakładzie Elektrotermii I. El. laboratoryjną podgrzewarkę, stanowiącą układ dwóch równoległych płyt grzejnych: górnej — płyty promiennikowej P i dolnej — płyty



Rys. 3. Skrośny rozkład temperatur $t = f(x)$ w pastylce po różnych czasach podgrzewania

t_r — temperatura robocza
 a — grubość pastylki
 τ — czas podgrzewania
 X — (A, B, C, D i E) głębokość punktów pomiaru temperatur w pastylce
 Δt — największa różnica temperatur w pastylce

stykowej S , na której umieszcza się pastylki przeznaczone do podgrzewania (rys. 1). Każda płyta grzejna ma postać płaskiej skrzynki wykonanej z blachy stalowej i zawierającej oporowe elementy grzejne zaprasowane w materiale ceramicznym (szamota). W celu uzyskania bardziej równomiernego rozkładu temperatur na roboczych powierzchniach płyt zaopatrzone te

powierzchnie w nakładki z metalu o dużej przewodności cieplnej (miedź, aluminium). Pomiary temperatur w pastylkach próbnych przeprowadzono przy ustalonych wartościach temperatury płyty stykowej t_s , temperatury płyty promiennikowej t_p , odstepu między płytami h i grubości pastylki a . W pomiarach tych zmienną niezależną była głębokość x punktu pomiarowego w pastylce, zmienną zależną — temperatura punktu pomiarowego t , parametrem zaś — czas nagrzewania τ .

Celem pomiarów jest stwierdzenie, po jakim czasie osiąga się największą równomierność skrośnego rozkładu temperatur. Rozwiązanie zagadnienia będzie polegało na doborze takich warunków nagrzewania, w których czas podgrzewania do wymaganej temperatury będzie najkrótszy.

Do określenia rozkładu temperatur w pastylce wprasowano w nią 5 termoelementów w różnych odstępach; skrajne termoelementy umieszczono na płaszczyznach dolnej i górnej. Termoelementy starano się umieścić w taki sposób, żeby ich spoiny znajdowały się w jednej pionowej płaszczyźnie, przechodzącej przez środek pastylki. Ponieważ przy prasowaniu pastylki zachodzi możliwość przesunięcia się spoin termoelementów z pierwotnego położenia, spróbowano określić ich rzeczywiste położenie w pastylce za pomocą zdjęcia rentgenowskiego. Zdjęcia rentgenowskie wykonano w Zakładzie Radiologii Przemysłowej Instytutu Elektrotechniki. Jak widać na rys. 2, metoda ta umożliwia bardzo dokładne określenie punktów rozmieszczenia spoin termoelementów.

Rys. 3 przedstawia krzywe skrośnego rozkładu temperatur $t = f(x)$ po różnych czasach nagrzewania τ .

Punkt A ($x = 0$) znajduje się na powierzchni stykowej, a punkt E ($x = a$) — na powierzchni napromienianej przez płytę promiennikową. Jak widać z rys. 3, za najkorzystniejszy należy przyjąć czas nagrzewania $\tau = 2,5$ min, po którego upływie następuje zrównanie się temperatur na obu powierzchniach pastylki (w punktach A i E). Miara nierównomierności uzyskanego rozkładu temperatur jest stosunek największej różnicy temperatur Δt do temperatury t_r na powierzchniach pastylki. Zmieniając warunki nagrzewania będzie można również doprowadzić stosunek $\Delta t/t_r$ do możliwie małej wartości.

Już w obecnym stanie badań widoczne jest, że obrana metoda postępowania umożliwi dobranie parametrów najkorzystniejszych i pozwoli na wprowadzenie racjonalnego podgrzewania w przemyśle tłoczywowym.

M. Kruszyński

Instytut Elektrotechniki
Zakład Wysokich Napięć

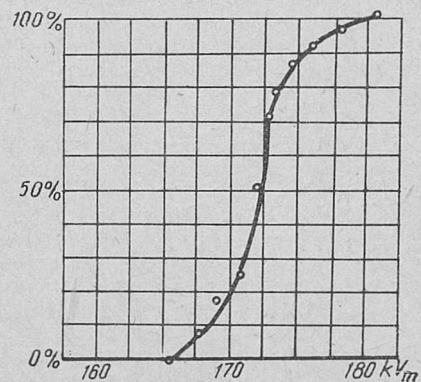
AUTOMATYZACJA POMIARÓW UDAROWYCH

Polska Norma na koordynację izolacji PN/E-05001 oraz „Wskazówki ochrony odgromowej”, wydane przez Ministerstwo Energetyki, ustalają wartości napięcia udarowego, którym musi odpowiadać aparatura elektroenergetyczna. Jednocześnie ze względu na koordynację izolacji interesujące są

określeniu stosunku liczby ударów, które doprowadziły do przeskoku na badanym obiekcie, do liczby wytworzonych ударów. Na skutek przypadkowości występowania przeskoku przy napięciach udarowych, zwłaszcza w polu silnie niejednostajnym, dla dokładnego określenia tego stosunku należy podać obiekt dużej liczbie ударów. 50 ударów pozwala już na wystarczająco dokładne określenie tego stosunku.

Podnosząc małymi skokami napięcie udarowe od wartości niskich można wyznaczyć najwyższą wartość napięcia, przy którym stosunek równy jest 0%, tzn. na obiekcie nie wystąpił ani jeden przeskok. Dalsze niewielkie zwiększenie napięcia sprowadza już przeskok. Tak określono 0-procentowe napięcie jest żądanym przez przepisy napięciem wytrzymałym. Zwiększając dalej napięcie niewielkimi skokami osiągamy taką wartość napięcia, przy której połowa wytworzonych ударów wywołuje przeskok na badanym obiekcie. Jest to 50-procentowe udarowe napięcie przeskoku. Najniższa wartość napięcia udarowego, przy której wszystkie wytworzone udary wywołują przeskok, jest 100-procentowym udarowym napięciem przeskoku.

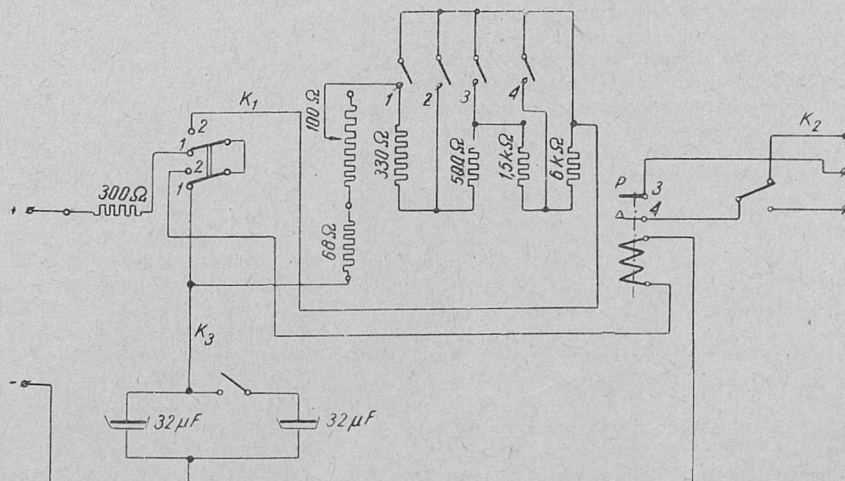
Po każdorazowym podniesieniu napięcia należy zmierzyć jego wartość oraz określić stosunek liczby ударów, wywołu-



Rys. 1. Krzywa prawdopodobieństwa przeskoku na izolatorze wspórczym typu SA 30

jących przeskoki na obiekcie, do liczby wytworzonych ударów. W ten sposób uzyskuje się szereg punktów, na których podstawie można wykreślić krzywą prawdopodobieństwa przeskoku. Do dokładnego wykreślenia krzywej należy wyznaczyć około 10 punktów. Na rys. 1 przedstawiono krzywą prawdopodobieństwa przeskoku na izolatorze wspórczym typu SA 30.

Dotychczasowy sposób wyznaczania punktów krzywej, polegający na każdorazowym pomiarze napięcia, zabierał dużo czasu i był kłopotliwy ze względu na konieczność wielokrotnych pomiarów iskiernikiem kulowym. Drugą niedogodnością dotychczasowego sposobu była trudność znalezienia 0-procentowego napięcia przeskoku oraz podnoszenia napięcia uda-



Rys. 2. Schemat impulsatora pomiarowego

wartości 50-procentowych oraz 100-procentowych udarowych napięcia przeskoku. Wartości te można najdokładniej otrzymać zdejmując tzw. krzywe prawdopodobieństwa przeskoku dla badanego obiektu. Sposób wyznaczania krzywych polega na

rowego dostatecznie małymi skokami. Stosowana dotychczas regulacja napięcia udarowego, polegająca na ręcznym sterowaniu silnika napędzającego kule iskierników międzystopniowych generatora udarowego, sprawia duże trudności w jedno-

razowym podniesieniu napięcia próbiecznego o 1... 2 kV, co jest niezbędne do uzyskania ok. 10 punktów krzywej.

Autorzy niniejszej notatki zastosowali metodę, pozwalającą na uniknięcie powyższych trudności i znaczne uproszczenie przy zdejmowaniu krzywych prawdopodobieństwa. Metoda ta polega na zastąpieniu ręcznego sterowania silnika, napędzającego kule iskierników międzystopniowych, sterowaniem przy pomocy impulsatora. Schemat impulsatora, zaprojektowanego i wykonanego w Zakładzie Wysokich Napięć, przedstawiono na rys. 2.

Zasada działania impulsatora jest następująca. Przy położeniu 1—1 klucza K_1 odbywa się ładowanie kondensatorów elektrolitycznych $2 \times 32 \mu F$ napięciem stałym 220 V ze stabilizatora przez opornik 330 Ω . Po przełączeniu klucza K_1 w położenie 2—2 następuje rozładowanie kondensatorów w obwodzie: plus kondensatorów, szeregowo połączone oporniki, opornik regulowany na 100 Ω , uzwojenie przełącznika P , minus kondensatorów. Prąd rozładowujący kondensatory powoduje zadziałanie przełącznika P , który zwraca swoje styki 3—4, zamykając w ten sposób obwód silnika 1-fazowego, napędzającego kule iskierników międzystopniowych generatora udarowego. W zależności od położenia klucza K_2 kule iskierników mogą zbliżać się lub oddalać, co powoduje malenie lub wzrost napięcia udarowego. Gdy prąd rozładowujący kondensatory spadnie poniżej wartości prądu odpadowego przełącznika, przełącznik zwalnia styki 3—4, przerywając obwód silnika.

Czas zwarcia styków 3—4, a więc i czas ruchu silnika reguluje się zmianą stałych obwodu rozładowania RLC. Zmianę tę wywołuje się przez włączanie lub wyłączanie kluczem K_3 jednego z kondensatorów oraz zwieranie połączonych szeregowo oporników. Drobna regulację uzyskuje się przez zmianę oporności opornika regulowanego 100-omowego. W ten sposób można uzyskać odpowiednio krótki czas trwania impulsu, a tym samym dowolną wartość skoku napięcia udarowego przy jednorazowej jego zmianie. Przy zastosowaniu impulsatora nie trudno jest więc uzyskać konieczną liczbę 10 punktów dla krzywej. Drugą zaletą impulsatora jest stały czas trwania impulsu rozładowującego przy stałych parametrach obwodu rozładowania. W wyniku tego uzyskuje się możliwość zbliżenia lub oddalenia kul iskiernika międzystopniowego o pewien stały powtarzalny odstęp, a więc wartość każdego skoku napięcia udarowego jest ta sama. Usuwa to konieczność pomiaru napięcia iskiernikiem kulowym po każdej zmianie napięcia udarowego.

Zdejmowanie krzywych prawdopodobieństwa przy zastosowaniu impulsatora odbywa się w sposób następujący. Do obiektu doprowadza się napięcie nieco niższe od napięcia 0-procentowego. Wartość tego napięcia mierzy się iskiernikiem kulowym. Następnie podnosi się napięcie udarowe przy pomocy impulsatora skokami o znanej wartości napięcia aż do napięcia 100-procentowego, przy czym po każdym podniesieniu określa się stosunek liczby udarów uciętych do liczby udarów doprowadzonych do obiektu badanego. Po uzyskaniu 100% przeskoku na badanym obiekcie wykonuje się kontrolny pomiar napięcia iskiernikiem kulowym. W ten sposób liczba pomiarów iskiernikiem ograniczona zostaje do dwóch. Przy próbach typu izolatorów zdejmuje się krzywe prawdopodobieństwa dla 10 sztuk jednakowych izolatorów na jeden rząd napięcia przy biegunowości udaru dodatniej i ujemnej, co daje 20 krzywych. Zastosowanie impulsatora zmniejsza więc ogromnie czas potrzebny na próby udarowe przy jednoczesnym powiększeniu dokładności pomiaru.

J. Ranachowski
T. Łaś

Instytut Elektrotechniki
Zakład Radiologii Przemysłowej

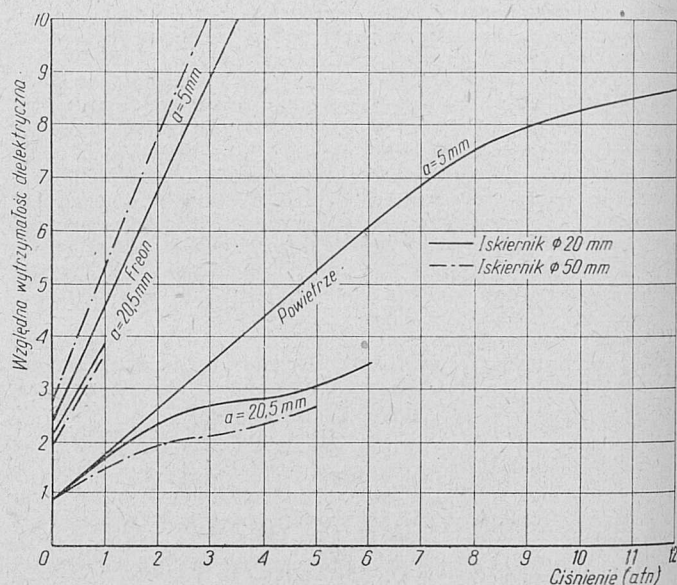
SPRĘŻONY GAZ JAKO IZOLACJA WYSOKONAPIĘCIOWA

W miarę zwiększania napięcia w aparatach rentgenowskich zagadnienie doboru odpowiednich materiałów izolacyjnych nabiera pierwszorzędного znaczenia, od rodzaju bowiem zastosowanego materiału izolacyjnego zależą wymiary, a więc i ciężar całego aparatu rentgenowskiego. Dla napięć do 250 kV wartości szczytowej powszechnie stosowane są w aparatach rentgenowskich transformatory wysokonapięciowe o izolacji olejowej. Powyżej tego napięcia jednak ciężar samego oleju jest tak duży,

że użycie aparatu staje się trudne w praktyce na skutek nadmiernych rozmiarów. Toteż przy napięciach powyżej 250 kV wartości szczytowej stosuje się specjalne generatory rentgenowskie (elektrostatyczne lub rezonansowe) z gazem sprężonym jako izolacją wysokonapięciową.

Zakład Radiologii (Przemysłowej Instytutu Elektrotechniki) wykonał badania nad zastosowaniem sprężonych gazów jako izolacji wysokonapięciowej. Według posiadanych danych na izolację wysokonapięciową najlepiej nadają się freony (związki węgla, chloru i fluoru) oraz sześciofluorek siarki (SF_6). Ten ostatni, zwany w Związku Radzieckim „elegazem”, jest na razie niedostępny w ilościach niezbędnych do wykonywania prób. Natomiast freony, jako gazy powszechnie stosowane w chłodnictwie, mogą być brane pod uwagę jako izolacja wysokonapięciowa. Spośród różnych freonów najlepiej do celów elektrotechnicznych nadaje się freon F 12 (CCl_2F_2).

Miaraą dobroci gazu z punktu widzenia jego zastosowania jako izolacji wysokonapięciowej jest tak zwana względna wytrzymałość dielektryczna. Jest to stosunek wytrzymałości dielektrycznej danego gazu w danych warunkach (ciśnienie, kształt, wymiary i odstęp elektrod) do wytrzymałości dielektrycznej powietrza w tych samych warunkach. Według danych radzieckich (Sirotnski) względna wytrzymałość dielektryczna freonu F 12 wynosi $2,4 \div 2,6$. Pomiaru własne wykazały 2,5-krotną wytrzy-



Rys. 1

małość względną dla freonu F 12. Pomiaru te były wykonane przy użyciu napięcia pulsującego (układ podwajający Villarda) od 0 do 200 kV wartości szczytowej. Jako elektrody stosowano stalowe kule ekscentryczne o średnicach 20 i 50 mm. Dla powietrza stosowano ciśnienie do 12 atm, a dla freonu F 12 do 3,5 atm. Mierzono napięcie przeskoku dla różnych ciśnień i różnych odstępów elektrod.

Ponieważ w konstrukcjach wysokonapięciowych bardzo często spotyka się dane i wzory dotyczące powietrza (pod ciśnieniem atmosferycznym) jako izolacji wysokonapięciowej, bardziej celowe jest porównywanie wytrzymałości dielektrycznej sprężonego gazu z wytrzymałością powietrza przy ciśnieniu atmosferycznym. Rys. 1 podaje uzyskane wyniki w takiej właśnie formie. Jak widać, freon już przy ciśnieniu atmosferycznym jest ok. 2,5 raza lepszy od powietrza, przy nadciśnieniu zaś 1 atm wytrzymałość jego przekracza blisko 4-krotnie wytrzymałość powietrza. W granicach ciśnień badanych wytrzymałość freonu wzrastała proporcjonalnie do ciśnienia i przy 3,5 atm freon miał wytrzymałość blisko 10 razy większą niż powietrze przy ciśnieniu atmosferycznym.

Z krzywej podanej dla powietrza wynika, że przy wyższych ciśnieniach wytrzymałość powietrza nie wzrasta wprost proporcjonalnie do ciśnienia. Dla stosowanych przy pomiarach ciśnień i odstępów elektrod granica proporcjonalności napięcia przebiegającego do ciśnienia gazu wynosiła około 3 atm.cm (iloczyn ciśnienia i odległości elektrod). Zależy ona nie tylko od tego iloczynu, ale również od kształtu elektrod i konfiguracji pola elektrycznego.

Mgr inż. Józef Domanus

PRZEGŁĄD DOKUMENTACYJNY ELEKTROTECHNIKI

opracowany przez OŚRODEK DOKUMENTACJI ELEKTROTECHNIKI

Dodatek do miesięcznika PRZEGŁĄD ELEKTROTECHNICZNY

Rocznik 6

Warszawa, wrzesień 1954 r.

Nr 9

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

Wiadomości ogólne

425* 621.3.045.56:621.3.017.71 D1
Schuisky W.: Nagrzewanie się prętów klatki silnika zwar-
tego przy rozruchu. „Erwärmung der Stäbe eines Kurzschluss-
käfigs beim Anlauf”. Arch. Elektrotechn., Berlin, t. 41, Nr 2,
1953, s. 103; A4, 9,5 str., 1 rys., 7 wyk., 7 poz. bibl. — Kryty-
ka danych, dotyczących nagrzewania się prętów klatki przy
rozruchu, ogłoszonych w dotychczasowej literaturze technicz-
nej. Analiza nagrzewania się prętów. Porównanie wyników
pomiarów uzyskanych przez różnych autorów. Obliczanie rzeczywistego przebiegu nagrzewania się prętu klatki w funkcji
czasu z uwzględnieniem oddawania ciepła do otoczenia. Przy-
kład liczbowy.

621.3.013.4:621.3.017.4

D1

426* Fietisow W. W.: Napięcie przejścia i straty pod szczotkami
w maszynie prądu stałego przy niewłaściwej komutacji. „Pie-
riehodnoje padienje napriazhenja i potieri pod szczotkami
w maszynie postojannowo toka pri rasstrojennoj komutacji”.
Elektrichstwo, Moskwa, mies., Nr 8, sierp. 53, s. 23; A4,
8,5 str., 8 rys., 5 poz. bibl. — Zależności napięcia i strat prze-
jścia dla różnych przypadków komutacji i różnych uzwojeń,
na podstawie analizy energetycznej zjawiska komutacji. Me-
toda badania napięcia przejścia w stanach ustalonych i prze-
ściowych. Wyniki badań.

Elektrotechnika ogólna

621.31.66

D1

427* Lesch G.: Instalacje elektrotechniczne w przemyśle chemicz-
nym i metalurgicznym. „Elektrotechnische Anlagen der che-
mischen Industrie und Metallurgie”. Elektrizitätsverw., Zürich,
mies., t. 28, Nr 3/5, czerw.—sierp. 53, s. 104; A4, 6 str., 5 rys.,
1 tabl., 3 poz. bibl. — Znaczenie prawidłowo zaprojektowa-
nych i wykorzystanych instalacji elektrycznych dla wzrostu
zużycia energii elektrycznej w przemyśle chemicznym i me-
talurgicznym. Zasadnicze zagadnienia energetyczne w instala-
cjach zasilających: zmniejszenie strat przesyłania energii,
skrócenie dróg przesyłania paliwa. Przetwarzanie pierwotnych
źródeł energii elektrycznej na ciepło. Zagadnienie wykorzysta-
nia energetycznych zasobów wodnych. Nowoczesne kierunki
w projektowaniu i wykonywaniu instalacji zasilających
w przemyśle chemicznym. Kryteria wyboru materiałów kon-
strukcyjnych. Zastosowanie prawidłowego nowoczesnego na-
pędu elektrycznego. Postęp w dziedzinie wytwarzania metali
w piecach elektrycznych i rozszerzenie zakresu zastosowań
pieców. Rozwój w budowie transformatorów zasilających wiel-
kiej mocy. Technika pomiarów i kontroli w procesach wy-
twórczych. Szerokie możliwości zastosowań energii elektrycz-
nej w nowych gałęziach przemysłu.

621.311.13:389.6

D1

428* Reiske K.: Nowe normy napięciowe VDE. „Die neuen VDE-
Spannungsnormen”. ETZ, Wuppertal, dwutyg., Nr 12, czerw.
53, s. 373; A4, 1 str. — Porównanie nowo opracowanych norm
z dawnymi. Normy dla napięć poniżej 100 V. Szeregi napięć
znormalizowanych dla napięć powyżej 100 V. Omówienie nie-
których wartości napięć znamionowych.

Przemysł elektrotechniczny

621.312

D1

429* Wystawa brytyjskiego przemysłu przyrządowego. „British in-
strument industries exhibition”. J. scien. Instrum., London,
mies., t. 30, Nr 6, czerw. 53, s. 213; A4, 11 str., 9 fot., 1 rys. —
Przegląd produkcji elektrotechnicznych firm brytyjskich na
wystawie w lipcu 1953 r. Aparatura pomiarowa, kontrolna re-
gulacyjna, urządzenia automatyczne (np. przyrządy elektro-
statyczne, elektronowe, mikroskopy, generatory impulsów,
oscylografy, wskazówkowe przyrządy na prąd zmienny, urzą-
dzenia kontrolujące proces spalania, analizatory, mostki po-
miarowe, wzorce, termometry oporowe itp.). Charakterystyka
dokładności i niektóre dane techniczne opisywanej aparatury.
Firmy produkujące (Tinsley, Cambridge, Williams and James
Wright Marconi Instruments, George Kent, Murex i wiele in-
nych).

Maszyny elektryczne

621.313.12

D1

430* Monteith A. C., Johnson A. A.: Przebieg postępu i obecne
kierunki rozwojowe wytwarzania energii elektrycznej. „Past

progress and present trends in the art power generation”.
Trans. amer. Inst. electr. Engrs., New York, t. 71, cz. 3, 1952,
s. 947; A4, 16,5 str., 1 rys., 70 wyk., 2 tabl., 2 poz. bibl. —
Zarys historyczny rozwoju wytwarzania energii elektrycznej
i charakterystyczne cechy obecnych kierunków rozwojowych.
Moce i normalizacja prądnic. Postęp w dziedzinie budowy
prądnic: sposoby chłodzenia, izolacja, stałe maszynowe i cię-
żar. Zagadnienia mechaniczne budowy prądnic. Zabezpieczanie
prądnic, regulatory napięcia oraz urządzenia pomocnicze.

621.313.226.3

D1

431* Zolotariew O. I.: Regulatory maszynowe z polem podłużnym.
„Elektromaszinnje riegulatory s prodolnym polem”. Elektri-
czestwo, Moskwa, mies., Nr 3, marz. 53, s. 27; A4, 4,5 str.,
1 rys., 5 wyk., 3 poz. bibl. — Wzmocniacze maszynowe sa-
mowzbudne z ujemnym sprzężeniem zwrotnym napięcia, w roli
prądnic względnie wzбудnic. Udowadnia się, że wprowadzenie
ujemnego sprzężenia zwrotnego napięcia we wzmacniaczach
tego typu jest jednoznaczne z obrotem charakterystyki ob-
wodu wzbudzenia wzmacniacza, a nie z jej przesunięciem rów-
noległym. Konstrukcja zewnętrznych charakterystyk wzmac-
niaczy.

621.313.32:621.313.126

D1

432* Fraunberger F.: Maszyna synchroniczna z wzбудnicą szerego-
wo-bocznikową. „Die Synchronmaschine mit Reihenschlusser-
regmaschine”. Arch. Elektrotechn., Berlin, t. 41, Nr 2, 1953,
str. 113; A4, 9 str., 5 rys., 5 wyk. — Omówienie zależności
występujących przy pracy maszyny synchronicznej z wzbud-
nicą bocznikową w różnych warunkach obciążenia i regulacji
napięcia. Analiza pracy maszyny z wzbudnicą trójzwojową,
szeregowo-bocznikową. Wpływ sprzężenia magnetycznego
obu uzwojeń wzбудzających i sposoby jego usunięcia.

621.313.32.001

D1

433* Alabjew M. I.: Uogólnione wektory, oporności indukcyjnej
i sprzężeń magnetycznych maszyny synchronicznej. „Ob-
obszczonnyje wiektory, rieaktywnosti i potokoscepljenja sin-
chronnoj masziny”. Elektrichstwo, Moskwa, mies., Nr 1,
stycz. 53, s. 31; A4, 7 str., 3 wyk., 6 poz. bibl. — Podstawy
teorii maszyn synchronicznych w ujęciu matematycznym. Wy-
kresy wektorowe prądów fazowych i ich sens fizyczny. Wzory
określające oporności indukcyjne maszyn synchronicznych
w stanach ustalonych i nieustalonych. Równania fazowych
sprzężeń magnetycznych.

621.313.31.001

D1

434* Urusow I. D.: Analiza prądu stojana przy harmonicznie pul-
sującym momencie maszyny synchronicznej. „Analiz toka sta-
tora pri garmoniczeski pulsirujuszczem momientie sinchronnoj
masziny”. Elektrichstwo, Moskwa, mies., Nr 2, luty 53, s. 29;
A4, 7,5 str., 5 wyk., 2 tabl., 7 poz. bibl. — Analiza prądu sto-
jana oparta na zastosowaniu uproszczonego wyrażenia ope-
ratorowego reakcji $X_d(p)$. Miejsce geometryczne końców
wektora prądu stojana przy harmonicznym charakterze zmian
momentu na wale maszyn. Wzory na obliczenie składowych
prądu stojana i momentu obrotowego. Przykład liczbowy.

621.313.332.013.62

D1

435* Głazienap M. S.: Obciążenie niesymetryczne samowzbudnej
prądnicy asynchronicznej. „Niesimmetricznaja nagruzka asin-
chronnowo samowozbuzhdajuszczegosia gienieratora”. Elektri-
czestwo, Moskwa, mies., Nr 3, marz. 53, s. 37; A4, 2 str., 1 rys.,
2 wyk., 4 poz. bibl. — Analiza możliwości zastosowania trój-
fazowej maszyny indukcyjnej w charakterze prądnicy samo-
wzbudnej, przy niesymetrycznym trójfazowym obciążeniu. Wy-
niki prób przeprowadzonych na trójfazowej maszynie asyn-
chronicznej o mocy 2,95 kw — i napięciu 120 V.

621.313.333.025.2

D1

436* Krajberg M. J.: Badanie dwufazowej maszyny asynchronic-
znej przy niesymetrycznym zasilaniu. „Issledowanje dwuchfaz-
noj asinchronnoj masziny pri niesimmetricznom pitanii”.
Elektrichstwo, Moskwa, mies., Nr 3, marz. 53, s. 31; A4, 5 str.,
3 rys., 5 wyk. — Analiza warunków pracy dwufazowej ma-
szyny asynchronicznej przy asymetrii napięcia, bez stosowa-
nia metody składowych symetrycznych. Wzór określający
s. e. m. wirnika, słuszny dla symetrycznych jak i dla niesy-
metrycznych warunków zasilania. Schemat zastępczy maszyny

asynchronicznej. Sposób wykreślenia krzywej prądu. Wyniki prób, przeprowadzonych na trójfazowym silniku o mocy 7,5 kw, zasilanym dwufazowo.

437* 621.313.333.001 D1
Lewin M. S., Kuc. P. W.: **O oporności silników asynchronicznych dla składowej zerowej.** „O soprotiwleniji nulewoj posle dowlatelnosti asinchronnych dwigateliej”. Elektrichestwo, Moskwa, mies., Nr 2, luty 53, s. 37; A4, 5 str., 4 rys., 1 wyk., 2 tabl., 4 poz. bibl. — Dane doświadczalne o zależności oporności dla składowej zerowej silników asynchronicznych od poślizgu. Wyrażenie prądów napięć i oporności zerowej przy pomocy metody składowych symetrycznych, przez składowe zgodnej i przeciwnej odpowiadające trzeciej harmonicznej strumienia silnika. Schematy zastępcze oporności zerowej.

Transformatory

438* 621.314.21(083) D1
Schwenk W.: **Projekt nowych przepisów VDE na małe transformatory.** „Entwurf neuer VDE-Vorschriften für Kleintransformatoren”. ETZ-A, Wuppertal, dwutyg., t. 74, Nr 10, maj 53, s. 295; A4, 1 str. — Podstawy przeprowadzania przepisów VDE z r. 1936, odnoszących się do budowy i badania małych transformatorów (np. telefonicznych). Zakres ważności nowych przepisów. Wyjaśnienie niektórych definicji, używanych w poprzednich przepisach (np. nagrzanie, transformator izolacyjny, odporność na zwarcie, wzrost temperatury itp.). Ogólnikowe omówienie rozszerzenia przepisów.

439* 621.314.21.042.621.3.017.71 D1
Weh H.: **Dwuwymiarowy rozptył ciepła w blachowanym rdzeniu transformatora.** „Die zweidimensionale Wärmeströmung im geschichteten Transformator Kern”. Arch. Elektrotechn., Berlin, t. 41, Nr 2, 1953, s. 122; A4, 5 str., 1 rys., 5 wyk. — Analiza rozkładu temperatury w przekroju poprzecznym rdzenia blachowanego transformatora. Zestawienie równania różniczkowego i jego rozwiązanie dla założonych warunków brzegowych. Określenie najwyższej temperatury w środku rdzenia. Praktyczne wnioski z przeprowadzonych obliczeń, dotyczące wpływu różnych czynników na rozkład temperatury w rdzeniu.

440* 621.314.22.08.001.4 D1
Keller A.: **Nowoczesne urządzenie do badania przekładników metodą różnicową.** „Neuzeitliche Messwandler Prüfeinrichtung nach dem Differentialverfahren”. ETZ-A, Wuppertal, dwutyg., t. 74, Nr 4, luty 53, s. 105; A4, 4 str., 1 fot., 7 rys. — Układy pomiarowe, służące do badania przekładników prądowych i napięciowych, używanych do pomiarów energii elektrycznej. Uchyby przekładników wzorcowych. Dokładność metody. Przykład badania przekładnika napięciowego. Badania transformatorów pomiarowych, wysokonapięciowych. Pomiar strat prądowych. Pomiar strat napięciowych. Pomiar mocy przy bardzo małym współczynniku mocy (straty biegu jałowego w przekładnikach 3-fazowych). Urządzenie pomiarowe w wykonaniu przemysłowym.

441* 621.314.224.3.089.6 D1
Linckh H., Helke H.: **Pomiar przekładników prądowych na bardzo małe prądy pierwotne.** „Messung von Stromwandlern für sehr kleine primäre Nennströme”. ETZ, Wuppertal, 2-tyg., Nr 11, czerw. 53, s. 349; A4, 2,5 str., 3 rys., 5 wyk., 2 tabl. — Zastosowanie przekładników o bardzo małych prądach pierwotnych do wzorcowniczych tablic licznikowych. Źródła błędów w przekładnikach (pojemności między zwojami i uwojeniami). Uchyb przy zastosowaniu dzielnika prądu. Kaskadowy dzielnik prądu. Uchyb przy połączeniu z przekładnikiem normalnym. Charakterystyki uchybu prądowego w zależności od przekładni. Uchyby dodatkowe.

Przetwornice faz i częstotliwości

442* 621.314.25 D1
Müller-Lübeck K.: **Charakterystyki sześciofazowego fazownika z komutacją wymuszoną.** „Die Kennlinien eines Sechshephasen-Wechselrichters mit Zwangskommutierung”. Arch. Elektrotechn., Berlin, t. 41, Nr 1, 1953, s. 1; A4, 17 str., 3 rys., 9 wyk., 2 tabl. — Obliczenia charakterystyk ruchowych i charakterystyk sterowania falownika rterciowego w układzie sześciofazowym dwukierunkowym z komutacją wymuszoną przy użyciu kondensatora i zaworów pomocniczych. Układ równań do obliczenia kąta komutacji. Zestawienie charakterystyk dla różnych parametrów.

443* 621.314.26.001 D1
Marguerre F.: **Teoria wielofazowych przemienników częstotliwości.** „Zur theorie der mehrphasigen Umrichter”. Arch. Elektrotechn., Berlin, t. 41, Nr 2, 1953, s. 73; A4, 29 str., 11 rys., 2 wyk., 1 tabl. — Teoria układów przekształtnikowych do wymiany energii między sieciami prądu trójfazowego i jednofa-

zowego różnej częstotliwości. Nowa metoda rachunkowa w zastosowaniu do transformatorów przemiennikowych, do przemienników częstotliwości bez strat i do miłanodowych prostowników.

Prostowniki

444* 621.314.62 D1
Pfannenmüller H.: **Mechaniczny prostownik pomiarowy. Przegląd konstrukcji i zasad działania.** „Mechanische Messgleichrichter. Überblick über Bauarten und Arbeitsweise”. Arch. techn. Messen, München, mies., Nr 208, maj 53, s. 113; A4, 4 str., 1 rys., 4 wyk., 13 poz. bibl. — Ogólna zasada działania prostowników mechanicznych. Rodzaje konstrukcji. Rodzaje kontaktów: ślizgowe, stykowe (oscylujące, drgające). Zagadnienia kontaktowania (czas styku, zużycie energii na tłumienie, regulacja czasu kontaktowania). Sterowanie kontaktami. Czulość na wstrząsy i położenie.

Linie napowietrzne

445* 621.315.1:621.3.056.4 D1
Jacquet M.: **Badania doświadczalne dla określenia siły, wywieranej przez wiatr na przewody napowietrzne.** „Recherches expérimentales pour la détermination des efforts exercés par le vent sur les conducteurs aériens”. Rev. gen. Electr., Paris, mies., t. 62, Nr 5, maj 53, s. 223; A4, 10 str., 4 fot., 2 rys., 3 tabl. — Założenia techniczne badań: wybór linii, wybór metody definicji wielkości, wzory dla obliczenia badanej siły wiatru. Zestawienie wyników pomiarów, wykonanych w ostatnim kwartale 1950 r. i w r. 1951 (temperatury otoczenia, pomiary trzema metodami). Urządzenie doświadczalne dla badań siły wiatru (czteroprzewodowa linia trójfazowa, urządzenie pomiarowe). Pomiar odchylenia łańcucha izolatorów. Aparatura rejestrująca. Niektóre detale urządzenia. Analiza wyników badań linii napowietrznej.

Materiały izolacyjne

446* 621.315.61.61.015.51 D1
Perlick P.: **Przebieg ciepłny według badań K. W. Wagnera.** „Der Wärmedurchschlag nach K. W. Wagner”. ETZ-A, Wuppertal, dwutyg., t. 74, Nr 6, marz. 53, s. 169; A4, 4,5 str., 2 rys., 10 wyk., 13 poz. bibl. — Podstawowe badania K. W. Wagnera nad fizycznymi zjawiskami zachodzącymi przy przebiegu elektrycznym materiału izolacyjnego (r. 1922). Teoria zjawiska przebicia. Wpływ efektu brzegowego. Wpływ częstotliwości na napięcie przebicia. Zależność napięcia przebicia od temperatury. Przebieg zjawiska przebicia przy wyższych częstotliwościach (rzędu 10⁵ Hz). Zachowanie się materiałów izolacyjnych przy wyższych częstotliwościach (szkło, pertinax, frequentit, twarda guma). Charakterystyczne przebiegi napięcia przebicia w zależności od różnych parametrów.

Izolatory

447* 621.315.624.4.027.3:621.315.612.6 D1
Reverey G.: **Właściwości dielektryczne wysokonapięciowych izolatorów kołpakowych z ulepszanego szkła.** „Die dielektrischen Eigenschaften von Hochspannungs-Kappenisolatoren aus vergütetem Glas”. ETZ, Wuppertal, dwutyg., Nr 7, kw. 53, s. 197; A4, 3,5 str., 5 wyk., 1 tabl. — Chemiczna struktura izolatorów szklanych (z „przezroczystej porcelany”). Skład chemiczny, właściwości mechaniczne. Właściwości dielektryczne szkła izolatorowego. Zależność stratności od napięcia. Zależność stratności izolatorów szklanych od temperatury. Charakterystyki zależności stratności od napięcia i temperatury. Zależność stratności dielektrycznej od obciążenia mechanicznego. Zachowanie się izolatorów szklanych w warunkach naturalnych (operacja słoneczna, wilgoć, zabrudzenie).

Sieci i podstacje

448* 621.316.13:621.398.2 D1
Wenner D.: **Centralne sterowanie w sieciach zasilających przy zastosowaniu częstotliwości akustycznej ze specjalnym uwzględnieniem systemu Zellwegera.** „Tonfrequenz-Zentralsteuerungen für Netze der Elektrizitäts-Versorgung, unter besonderer Berücksichtigung des Zellweger-Systems.” E. und M., Wien, dwutyg., r. 69, Nr 1, stycz. 52, s. 15; A4, 8 str., 4 fot., 6 rys., 5 wyk., 1 tabl. — Zakres stosowania centralnych urządzeń sterujących sieci zasilających. Zalety gospodarcze i techniczne samoczynnego sterowania. Porównanie różnych systemów sterujących. Dobór częstotliwości akustycznej. Wpływ zakłóceń. Rozptył impulsów w sieci. Budowa i działanie układu sterującego systemem Zellwegera.

449* 621.316.35:621.315.533:621.791.7 D1
Rols R.: **Rozszerzenie różnych procesów spawania na przewody aluminiowe układów szynowych na wielkie prądy.**

"L'extention des divers procédés de soudage aux conducteurs en aluminium des jeux de barres à forte intensité". Bull. Soc. franç. Electr., Paris, mies., t. 3, Nr 25, stycz. 53, s. 38; A4, 9 str., 14 rys., 2 poz. bibl. — Omówienie warunków pracy złącz śrubowych i spawanych dla różnych układów konstrukcyjnych. Elastyczne łączenie szyn folią aluminiową i badanie elektrycznych własności złącza. Przewaga złącz spawanych nad śrubowymi. Technika spawania szyn różnymi metodami w licznych zastosowaniach praktycznych. Wnioski.

Regulacja

450* 621.313.226.3:621.316.718:621.967 D1
Castel R.: **Nożyce do półwyrobów sterowane amplidyń.** „Cisailles à blooms à commande par amplidyne”. Bull. Soc. franç. Electr., Paris, mies., t. 3, Nr 26, luty 53, s. 91; A4, 8,5 str., 16 rys. — Ewolucja sposobów sterowania nożyc do półwyrobów hutniczych. Opis typowych konstrukcji i systemów sterujących prądu stałego i zmiennego. Opis zasady działania układu amplidyńowego do sterowania nożyc z podaniem schematu ideowego, urządzenia, i wyników praktycznych, zebranych na terenie huty. Analiza cyklu pracy nożyc, zasadnicze wykresy obrazujące zmiany napięcia, prądu i ilości obrotów silnika napędowego w zależności od obciążenia nożyc. Wnioski.

451* 621.316.718:621.34:621.944 D1
Sleżanowski O. W.: **Analiza układu sterującego „blumingu” przy pomocy charakterystyk statycznych.** „Analiz sistemi upravljenja blumingom pri pomosćci statickih karakteristik”. Elektricestwo, Moskwa, mies., Nr 3, marz. 53, s. 51; A4, 7 str., 1 rys., 9 wykr. — Na podstawie analizy charakterystyk statycznych omówiono wady powszechnie stosowanych układów sterujących walcarek nawrotnych, które utrudniają stosowanie tych układów do sterowania napędem wielkich walcarek z maszynami dwubiegowymi i maszynami o dużej elektro-magnetycznej stałej czasu.

Zastosowanie techniczne magnetyzmu

452* 621.318.4.001.24:621.3.012.3 D1
Niegiewicki I. B., Panina I. K., Mischchenko W. P.: **Krzywe jednoczesnego magnesowania polem stałym i zmiennym.** „Kriwyje odnowriemiennowo namagnicziwanja postojannym i pieriemiennym polami”. Elektricestwo, Moskwa, mies., Nr 3, marz. 53, s. 63; A4, 2 str., 3 wykr., 3 poz. bibl. — Wykresy krzywych magnesowania potrzebnych przy obliczaniu wzmacniaczy magnetycznych. Krzywe jednoczesnego magnesowania strumieniem stałym i zmiennym rdzeni ze stali E4A i ze stopu „Permalloy”.

453* 621.327.43:628.972:676 D1
Dodgson W.: **Oświetlenie w papierniach.** „Lighting in paper mills.” Metropolitan Vickers Gaz., Manchester, mies., t. 24, Nr 400, list. 52, s. 276; A4, 6 str., 9 fot., 2 rys. — Schemat procesu produkcyjnego w papierniach. Przygotowanie surowca. Pierwsze stadium przetwarzania surowca w masę papierową. Przykłady oświetlenia odpowiednich urządzeń. Dobór oświetlenia dla poszczególnych stadiów produkcji. Oświetlenie lampami flouoryzującymi. Oświetlenie części mechanizmów. Oświetlenie sortowni i pakowni papieru.

Trakcja elektryczna

454* 621.331:621.1:656.25(44) D1
Sygnalizacja kolejowa na francuskich liniach zelektryfikowanych prądem zmiennym 50 c/s. „Signalling for French 50-cycle electrification”. Rlw. Gaz., London, tyg., t. 98, Nr 22, maj 53, s. 619; A4, 1 str. — Omówienie stanu obecnego sygnalizacji i nowego rozwiązania, jakie ma być zastosowane na liniach przeznaczonych do elektryfikacji prądem zmiennym 50 c/s. System ten, opracowany na podstawie doświadczeń kolei francuskich na innych liniach, przyjęty ma być jako normalny i polega na użyciu obwodów szynowych prądu stałego i zmiennego dwufazowego o częstotliwości 831/3 c/s do sterowania sygnalizacją świetlną.

455* 621.332.31 D1
Heide E.: **Zachowanie się drutu jezdnego przy obciążeniu statycznym i elektrycznym.** „Das Verhalten des Fahrdrabtes bei statischer und elektrischer Belastung.” Elektr. Bahnen, München, mies., Nr 11, list. 52, s. 28; A4, 2,5 str., 3 fot., 3 wykr., 1 tabl. — Opis prac badawczych nad zachowaniem się drutu jezdnego w różnych warunkach obciążenia mechanicznego i elektrycznego. Stoiska doświadczalne. Wyniki prób wytrzymałościowych na zgięcie i wydłużenie. Wpływ obciążenia elektrycznego na własności mechaniczne.

456* 621.335.42 D1
Petersen W.: **Nowe dwuosiove wagony motorowe tramwajów w Norymberdze.** „Neue zweiachsige Strassenbahn Triebwagen

der Verkehrsbetriebe Nürnberg.” Elektr. Bahnen, München, mies., Nr 8, sierp. 53, s. 202; A4, 4 str., 8 fot., 1 rys., 1 wykr., 1 tabl. — Nowoczesny wagon tramwajowy wytwórni MAN. Szereg danych technicznych, dotyczących wyposażenia części mechanicznej i elektrycznej. Sterowanie pośrednie, jeden stopień osłabienia pola. Fotografie rozmieszczenia podwozia. Nastawnik kulakowy. Opis sterowania, widok rozwiązania nadwozia.

Napędy elektryczne

457* 621.34:621.9—82 D1
Cziliłkin M. G., Korytin A. M.: **Mechaniczne charakterystyki napędów elektro-hydraulicznych.** „Miechaniceskije charakteristiki elektrogidropriwodow”. Elektricestwo, Moskwa, mies., Nr 4, kw. 53, s. 47; A4, 7,5 str., 4 rys., 5 wykr. — Własności stosowanych do napędu obrabiarek układów składających się z maszyn hydraulicznych, z których pompy napędzane są silnikami elektrycznymi. Równania charakterystyk mechanicznych tych układów oraz porównanie ich z elektrycznymi układami napędowymi. Elektryczne schematy zastępcze układów hydraulicznych.

458* 621.365:669 D1
Blackwell A. J.: **Elektryczne piece do topienia.** „Electric melting furnaces”. Electr. Rev., London, tyg., t. 152, Nr 19, maj 53, s. 1041; A5, 4 str., 2 fot. 3 rys. — Zalety pieców elektrycznych do topienia metali. Piece łukowe, bezrdzeniowe piece indukcyjne wielkiej częstotliwości. Opis pracy pieca łukowego, jego zalety zakres stosowności. Opis pracy i zasada działania indukcyjnego pieca bezrdzeniowego, zakres stosowności. Rozruch pieca. Porównanie obu pieców.

459* 621.365:669.14 D1
Blackwell A.: **Piece do obróbki cieplnej.** „Heat treatment furnaces”. Electr. Rev., London, tyg., Nr 21, maj 53, s. 149; A5, 5,5 str., 2 fot., 5 rys. — Budowa i zasada działania kilku typów pieców elektrycznych do hartowania, temperowania i odprężenia wyrobów ze stali. Zakres stosowności. Piece oporowe z atmosferą ochronną, z wymuszonym obiegiem atmosfery, elektrodowe wanny solne. Regulacja temperatury pieców.

460* 621.365.2:669.14 D1
Koczko W. S.: **Warunki cieplne metalu i szlaki oraz strumienie cieplne w elektrycznych piecach do topienia stali.** „Tiempiernaturnyj rieżim mietalla i szlaka i tieplowyje potoki w elektriceskich staleplawilnych pieczach”. Izw. Akad. Nauk SSSR, Moskwa, mies., Nr 7, lip. 52, s. 1045; B5, 15 str., 10 rys., 2 tabl., 5 poz. bibl. — Opis i wyniki badań cieplnych warunków metalu i szlaki oraz cieplnych strumieni występujących w elektrycznych piecach łukowych w czasie pracy. Opis i dane urządzenia, na którym wykonano badania. Opis metody i aparatury zastosowanej do pomiaru temperatury i strumieni cieplnych, sposób wykonania pomiarów, wyniki pomiarów podane w formie krzywych oraz zestawione w tablicach. Dyskusja wyników pomiarów oraz wnioski odnośnie zjawisk cieplnych występujących w piecach łukowych. Wniosek o celowości stosowania w przemyśle opisanych pomiarów i aparatury.

461* 621.365.2:669.531 D1
Proces Sterlinga redukcji rud cynku w piecu elektrycznym. „Le procédé Sterling de reduction des minerais de zinc au four électrique”. J. Four électr., Paris, dwumies., t. 62, Nr 4, lip.-sierp. 53, s. 107; A4, 5 str., 7 rys., 6 poz. bibl. — Zasada działania na tle rozważań teoretycznych. Główne współzynniki i ich wpływ na przebieg procesu. Opis procesu redukcji z podaniem poszczególnych jego faz i opisem stosowanych urządzeń. Opis trójfazowego pieca łukowego typu Sterling, 6000 kW, stosowanego przy procesie redukcji rud cynku z podaniem jego niektórych danych technicznych i eksploatacyjnych. Wskaźniki ekonomiczne. Perspektywy rozwoju metody w przemyśle hutniczym.

Elektrotermia

462* 621.365.3:621.369.2 D1
Atkins V. L.: **Ogrzewanie dielektryczne: kilka przykładów współczesnego rozwoju.** „Dielectric heating: some recent developments.” Metropolitan Vickers Gaz., Manchester, mies., t. 24, Nr 401, grud. 52, s. 273; A4, 7 str., 2 fot., 4 rys., 5 wykr. — Ekonomiczne i techniczne aspekty ogrzewania dielektrycznego. Metoda ogrzewania ciał sypkich (przykład urządzenia). Elektryczny schemat urządzenia do ogrzewania metodą strat dielektrycznych. Suszenie metodą dielektryczną. Charakterystyki wilgotności ciała suszonego w funkcji czasu i zależności współczynnika mocy od wilgotności. Metoda poprawy sprawności urządzenia. Schemat urządzenia do suszenia materiałów tekstylnych (regulacja do-

plywu powietrza, silnik napędowy, kontrola materiału). Charakterystyki suszenia w funkcji czasu typowe dla materiałów stałych. Analiza kosztów suszenia.

463* 621.365.4:665.45.05 D1
Traskine E.: **Podgrzewanie elektryczne smoły i materiałów bitumicznych**. „Le réchauffage électrique des brais et bitumes”. Electro Magazine, Paris, dwumies., t. 4, Nr 21, marz.-kw. 53, s. 31; A4, 3 str. 6 rys. — Zastosowanie nagrzewania elektrycznego w przemyśle materiałów bitumicznych. Kotły elektryczne do podgrzewania smoły, asfaltu itp. Opis instalacji przemysłowych, schemat ideowy i zasada pracy. Wskaźniki zużycia energii elektrycznej na tonę materiału. Wnioski gospodarcze.

464* 621.365.5 D1
Paul E.: **Nagrzewanie indukcyjne i jego zastosowania przemysłowe**. „La chauffage par induction et ses applications industrielles”. Bull. Soc. franc. Electr., Paris, mies., t. 3, Nr 30, czerw. 53, s. 357; A4, 7 str., 9 rys., 1 tabl. — Źródła prądów wielkiej częstotliwości oraz zakres częstotliwości stosowanych w urządzeniach przemysłowych. Ustalenie zależności między częstotliwością, wymiarami wsadu, głębokością i czasem przenikania prądu we wsad. Nowoczesne urządzenia do hartowania, kucia, lutowania, wypiekania itp. Analiza typowych wskaźników technicznych i ekonomicznych urządzeń jak: koszt kWh energii wielkiej częstotliwości, koszty instalacji, amortyzacji itp. Kryteria wyboru typu urządzenia w zależności od potrzeb procesu i wskaźników ekonomicznych. Wnioski. Materiał ciekawy, zawierający nowe rozwiązania.

465* 621.365.5:621.365.92 D1
Lecoy I.: **Nagrzewanie wielką częstotliwością przez indukcję i przez straty dielektryczne**. „Le chauffage haute fréquence par induction et par pertes diélectriques”. Electro Magazine, Paris, dwumies., t. 4, Nr 20, stycz.-luty 53, s. 8; A4, 6 str., 10 rys. — Zasada nagrzewania indukcyjnego wielkiej częstotliwości i mechanizmu wydzielania się ciepła. Wpływ częstotliwości na grubość warstwy nagrzewanej. Opis urządzeń do obróbki cieplnej metodą indukcyjną wielkiej częstotliwości. Zastosowania. Zasada nagrzewania pojemnościowego. Wpływ częstotliwości na rozkład temperatury we wsadzie. Rozwiązania praktyczne i typowe zastosowania. Wnioski. Artykuł opisowy o charakterze informacyjnym.

466* 621.369.2:621.744.58 D1
Suszenie form podczerwienią. „Séchage des moules à l'infra-rouge”. Electro Magazine, Paris, dwumies., t. 4, Nr 20, stycz.-list. 53, s. 6; A4, 2 str., 1 fot. — Trudności występujące przy suszeniu form odlewniczych. Dawne metody suszenia i ich niedogodności. Suszenie podczerwienią i jej zalety: oszczędność miejsca i czasu, lepsza jakość suszenia, prostota obsługi, czystość pracy itp. Opis instalacji przemysłowej. Ustawienie wskaźników ekonomicznych i technicznych suszenia przy pomocy palnika i podczerwienią. Artykuł o charakterze opisowym i mało wyczerpujący.

Elektronika

621.389:662.96

467* D1
Berneuil R.: **Wykrywanie elektryczne spalin**. „Détection électronique des combustions”. Electro Magazine, Paris, dwumies., t. 5, Nr 23, lip.-sierp. 53, s. 21; A4, 2 str., 7 rys. — Opis zasady działania elektronicznego urządzenia do wykrywania dymów, gazów i spalin. Opis ilustracji, zasięg i pewność działania; schemat urządzenia z opisem części składowych. Zastosowania praktyczne i znaczenie urządzenia dla gospodarki narodowej.

Wzmacniacze

621.394.64:621.742.71

468* D1
Schilling W.: **Wzmacniacz magnetyczny**. „Magnetische Verstärker”. Arch. techn. Messen, München, mies., Nr 197; A4, 4 str., 1 fot., 2 rys., 6 wyk., 1 tabl., 21 poz. bibl. — Podstawowe zagadnienia konstrukcyjne odnośnie wzmacniaczy magnetycznych, jak kształt krzywej prądu, stopień wzmocnienia, szybkość reakcji itp. Zasadnicze układy wzmacniaczy magnetycznych dla regulacji prądu. Charakterystyki pracy. Charakterystyki magnetyczne. Stopień wzmocnienia. Elementy wzmacniaczy (dławiki, materiały na rdzenie). Zawartość harmonicznych i szybkość reakcji.

Niniejszy Przegląd Bibliograficzny zawiera jedynie część analizamentacja ukazuje się w postaci kart dokumentacyjnych, niczne; (Warszawa, Al. Niepodległości 188). CIDNT przyjmuje całą dokumentację naukowo-techniczną, jak i działy lub poszczególne CIDNT wykonuje za zwrotem kosztów fotokopie i mikrofilmy dokumentacyjnych

469* 621.398.621.317.083.7:338 D1
Raszkowski L. G.: **Centralna kontrola zdalna stanu pracy obiektów zelektryfikowanych w kombinatach przemysłowych**. „Centralizowany telekontrol roboczo w kombinatach elektryfikowanych obiektów na promysłennych kombinatach”. Promysł. Energ., Moskwa, mies., Nr 7, lip. 52, s. 17; A4, 4 str., 7 rys. — Telekontrola, telemetria i telesygnalizacja głównymi środkami centralnego kierowania zelektryfikowanych zakładów przemysłowych. Pomiaru zdalne natężenia prądu, napięcia, mocy i energii oraz wielkość nieelektrycznych, jak temperatura, ciśnienie, wymiary liniowe itp. Układy pomiarowe i ich opis. Szczególnie interesujące do pomiaru poziomu wody. Bardzo prosty barometr i termometr elektryczny. Pomiar dużych prądów stałych metodą elektromagnetyczną.

470* 621.398.2:621.34:622.002.6 D1
Boulu V.: **Sterowanie zdalne ręczne lub samoczynne w podziemiach kopalni**. „La commande à distance manuelle ou automatique, dans les chautiers du fond”. Bull. AIM, Liège, mies., Nr 12, grud. 51, s. 667; B5, 29 str., 6 fot., 9 rys., 1 wyk., 2 poz. bibl. — Obecne tendencje w zastosowaniu sterowania zdalnego ręcznego i samoczynnego do uruchamiania i kierowania pracą maszyn i urządzeń górniczych. Analiza schematów podstawowych. Opis dane techniczne i elektryczne dotyczące urządzeń do sterowania maszyn pojedynczych i zespołów maszyn kopalnianych (sterowanie kaskadowe). Sposoby zabezpieczania i sygnalizacji. Zalety i wady poszczególnych rozwiązań oraz dane eksploatacyjne.

471* 621.398.2:621-526 D1
West.: **Układ wykorzystujący elementy pozycji pomiarów zgrubnych i precyzyjnych serwo-mechanizmów do jednoczesnego sterowania na odległość**. „A system utilizing coarse and fine position measuring elements simultaneously in remote-position control servo-mechanisms”. Proc. Inst. El. Engrs., London, t. 99, cz. II, Nr 68, kw. 52, s. 135; A4, 7 str., 2 rys., 4 wyk., 9 poz. bibl. — Blokowy układ i opis systemu regulacyjnego. Charakterystyki regulacji zgrubnej i dokładnej oraz wypadkowe. Urządzenie regulacyjne doświadczalne. Szczegółowy układ połączeń systemu regulacyjnego. Analiza pracy urządzenia doświadczalnego. Teoretyczna analiza granic dokładności regulacji.

Spawanie elektryczne

472* 621.791.7:621.316.35.022:621.315.53 D1
Rols R.: **Rozszerzenie procesów spawania na przewody aluminiowe szyn na bardzo wielkie prądy**. „Extension des procédés de soudage aux conducteurs en aluminium de jeux de barre à très forte intensité”. Rev. Alumin., Paris, mies., r. 29, Nr 193, list. 52, s. 385; A4, 7 str., 9 fot., 4 rys. — Sposoby łączenia płaskowników aluminiowych w układach energetycznych. Porównanie zjawisk elektrycznych zachodzących w złączach szrubowych i spawanych w przypadku łączenia ze sobą płaskowników aluminiowych oraz w przypadku łączenia takiego płaskownika z płaskownikiem elastycznym wykonanym z folii aluminiowej. Rozpływ prądów w złączach różnego rodzaju. Opis sposobów spawania płaskowników płomieniem tlenowo-acetylenowym w różnych zastosowaniach. Wnioski.

473* 621.791.7:669.7.004.1 D1
Guinard Ch.: **Spawanie oporowe metali lekkich**. „Le soudage par resistance des métaux légers”. Rev. Alumin., Paris, mies., r. 29, Nr 193, list. 52, s. 417, r. 30, Nr 195, stycz. 53, s. 35, r. 30, Nr 196, luty 53, s. 67; A4, 10,5 str., 10 fot., 18 rys., 1 wyk., 4 tabl. — Podział typowych metod spawania oporowego. Szczegółowy opis metody spawania punktowego z podaniem danych technologicznych procesu, klasyfikacji i zasady budowy urządzeń spawalniczych oraz typowych zastosowań. Sposoby kontroli jakości spawania. Określenie parametrów spawania. Rady praktyczne dotyczące rozpoznawania i usuwania najczęstszych błędów przy spawaniu punktowym. Specjalne rodzaje spawania punktowego. Pobieżny opis innych metod spawania oporowego jak spawanie ciagle, stykowe, iskrowe. Zakres zastosowań wymienionych metod, niektóre informacje dotyczące urządzeń. Wnioski przemysłowe.

474* 621.791.76:621.774.2 D1
Wyrób rur stalowych wysokiej jakości przy zastosowaniu spawania oporowego. „The manufacture of high quality steel tubes by electric resistance welding”. Beama J., London, mies., Nr 190, kw. 53, s. 121; A5, 4 str., 5 fot. — Rury uformowane z taśmy, spawane prądami o częstotliwości 200 — 350 c/s. Zalety metody w porównaniu ze spawaniem prądami o częstotliwości przemysłowej. Opis procesu. Wnioski.

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-



NACZELNA ORGANIZACJA TECHNICZNA
W POLSCE

KOMUNIKAT W SPRAWIE URUCHOMIENIA STUDIÓW ZAOCZNYCH W WYŻSZYCH SZKOŁACH TECHNICZNYCH I REKRUTACJI NA I ROK TYCH STUDIÓW

Ogłoszona ostatnio uchwała Prezydium Rządu Nr 539/54 z dn. 2.VIII. br. postanawia uruchomienie w bieżącym roku szkolnym Studiów Zaocznych na odpowiednich wydziałach w wyższych szkołach technicznych dla kierunków: a) **mechanicznego** (budowa maszyn) i b) **kolejnictwa** (specjalności: pojazdy szynowe, drogowe, eksploatacji).

Celem w/w uchwały jest udostępnienie przodującym pracownikom uspołecznionych zakładów pracy (przede wszystkim racjonalizatorom, przodownikom pracy, aktywistom w pracy zawodowej i społecznej, majstrom i technikom) oraz pracownikom pedagogicznym szkolnictwa zawodowego — podniesienia swoich kwalifikacji zawodowych i uzyskania dyplomu inżyniera bez odrywania się od pracy zawodowej.

Studia Zaoczne przewidziane są dla kandydatów posiadających średnie wykształcenie w zakresie liceum technicznego lub szkoły ogólnokształcącej stopnia licealnego oraz mogących się wykazać co najmniej 1-roczną pracą zawodową odbytą w danym zakładzie pracy. Czas trwania studiów przewidziany jest na 5 lat.

Nowa uchwała umożliwi zdobycie tytułu inżyniera licznym rzeszom pracowników zakładów pracy odległych często o dziesiątki kilometrów od najbliższej Wieczorowej Szkoły Inżynierskiej, co dotychczas uniemożliwiałoby tym pracownikom uzyskanie tytułu inżyniera.

Lokalizacja studiów zaocznych przy wyższych szkołach technicznych

Politechnika	Kierunek	Specjalność
Warszawska	Mechaniczny Kolejnictwo	Pojazdy szynowe, drogowe, eksploatacja
Śląska w Gliwicach	Mechaniczny	
Wrocławska	Mechaniczny Kolejnictwo	Drogowa
Krakowska	Mechaniczny Kolejnictwo	Pojazdy szynowe
Gdańska	Mechaniczny Kolejnictwo	Pojazdy szynowe, drogowe
Łódzka	Mechaniczny	
Szkoły inżynierskie		
w Poznaniu	Mechaniczny Kolejnictwo	Pojazdy szynowe
w Szczecinie	Mechaniczny	
w Częstochowie	Mechaniczny	

Uwaga: specjalność „pojazdy szynowe” na kierunku „Kolejnictwo” posiada wspólny program nauczania na pierwszych latach studiów z kierunkiem mechanicznym

Punkty konsultacyjne: uchwała Prezydium Rządu z dn. 2.VIII. br. przewiduje, że w ośrodkach przemysłowych, w których znajdzie się nie mniej niż 15 studentów Studiów Zaocznych — utworzone będą punkty konsultacyjne podległe właściwym wyższym szkołom technicznym, a organizowane przy współudziale terenowych stowarzyszeń naukowo-technicznych NOT.

Warszawa, dn. 26 sierpnia 1954 r.

Zasady rekrutacji kandydatów na I rok Studiów Zaocznych

Zgodnie z uchwałą Prezydium Rządu z dn. 19.VIII. br. kandydaci posiadający w/w wykształcenie średnie, mogą ubiegać się o przyjęcie na w/w studia, jeżeli:

- 1^o) uzyskają skierowanie zakładowej Komisji Rekrutacyjnej
- 2^o) nie przekroczyli 40 lat życia
- 3^o) złożą z wynikiem pomyślnym egzamin wstępny.

Uwagi: a) W uzasadnionych przypadkach może być przyjęty na studia kandydat, który ukończył 40 lat.
b) Pierwszeństwo w przyjęciu na studia mają kandydaci wykazujący się dłuższą niż 1-roczną pracą zawodową w produkcji zgodną z obranym kierunkiem studiów

Procedura przy przeprowadzaniu doboru kandydatów

Zgodnie z uchwałą Prezydium Rządu przewidziana jest działalność 3 rodzajów Komisji Rekrutacyjnych:

- a) Zakładowe Komisje Rekrutacyjne dla przeprowadzania doboru kandydatów.
- b) Wydziałowe Komisje dla spraw rekrutacji, kwalifikujące kandydatów do egzaminu wstępnego oraz dokonujące doboru kandydatów na podstawie wyników egzaminu wstępnego oraz
- c) Uczelniane Komisje zatwierdzające listy kandydatów zakwalifikowanych przez Komisje Wydziałowe na I rok studiów.

1) Zakładowe Komisje Rekrutacyjne

Zgodnie z uchwałą — do Komisji Rekrutacyjnej zakładu pracy wchodzi — obok kierownika zakładu, przedstawiciela P.O.P., ZMP również „przedstawiciel rady zakładowej będący jednocześnie przedstawicielem NOT”.

W związku z powyższym zarząd koła branżowego stowarzyszenia NOT wzgl. koła zakładowego NOT w porozumieniu z radą zakładową dokonuje wyboru przedstawiciela właściwej specjalności (mechanicznej wzgl. kolejowej) jako członka w/w komisji zakładowej. Do obowiązków przedstawiciela stowarzyszenia NOT w tej komisji, poza normalnymi obowiązkami regulaminowymi należy otoczenie stałą opieką zakwalifikowanych na studia kandydatów.

Uwaga: formularze skierowań kandydatów — Zakładowe Komisje Rekrutacyjne — mają otrzymywać od najbliższych położonych wyższych szkół technicznych.

2) Wydziałowe Komisje

Zgodnie z uchwałą — w skład Komisji Wydziałowej — obok prodziekana Studium Zaocznego i przedstawiciela Zarządu Woj. Z.M.P. — wchodzi „przedstawiciel Zarządu Wojewódzkiego NOT”. W związku z powyższym Zarząd Oddziału Woj. NOT winien zwrócić się do zarządu miejscowego Oddziału SIMP wzgl. SITKomunikacji o wyznaczenie swego przedstawiciela do w/w Komisji po czym zgłosi go do właściwej uczelni.

(Prodziekan wzgl. kierownik Studiów Zaocznych).

Dla orientacji Kolegów podajemy następujące terminy przewidziane przez Ministerstwo Szkolnictwa Wyższego związane z uruchomieniem Studiów Zaocznych:

- a) okres rekrutacji kandydatów w zakładach pracy od 1.IX. do 30.IX. br.
- b) do dn. 9.X. br. powiadomienie kandydatów o dopuszczeniu do egzaminu wstępnego.
- c) okres sesji egzaminacyjnej od 16.X. — 21.X. br.
- d) ok. 25.X. br. rozpoczęcie nauki.

Jednocześnie komunikujemy, że rektoraty wyższych szkół technicznych otrzymały odpowiednie instrukcje Ministerstwa Szkolnictwa Wyższego dotyczące współpracy z placówkami NOT.

Sekretarz Generalny NOT
inż. D. Gajewski

NARADA MAŁEJ ENERGETYKI

Stowarzyszenie Elektryków Polskich, Oddział Krakowski, donosi, że w dniach 15 i 16 października r. b. organizuje w Krynicy — wspólnie z Prezydium Wojewódzkiej Rady Narodowej w Krakowie — Naradę Małej Energetyki.

Na naradzie będą dokładnie przeanalizowane i omówione problemy wyzyskania energii wiatru i małych spadków wodnych. W naradzie wezmą udział użytkownicy tych urządzeń: przedstawiciele komisji rolnych, elektryfikacji wsi i drobnej wytwórczości oraz zainteresowane ministerstwa, wyższe uczelnie, jako też stowarzyszenia techniczne zgrupowane w oddziałach NOTu.

Informacji udzielają: Stowarzyszenie Elektryków Polskich, Kraków, ul. Straszewskiego 28; Prezydium Wojewódzkiej Rady Narodowej, Kraków, ul. Basztowa 23; Powiatowa Rada Narodowa w Nowym Sączu.

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWA TECHNICZNE

Nowości wydawnicze

JÓZEFIK A., KACZMAREK J.: **Wysokowydajne wiercenie i nacinanie gwintów.** Instytut Obrabiarek i Obróbki Skrawaniem. S. 43, zł 2.50

KASSENBERG K., RUCIŃSKI J.: **Elementy łączniowe, sygnalizacyjne i zabezpieczające.** Tom II. S. 543, zł 49.—

KOBERSKI P.: **Produkcja tlenu i obsługa aparatury.** S. 176, zł 10.— (w oprawie)

Mechanik. Poradnik techniczny. Praca zbiorowa pod red. A. Troskalańskiego. Tom. III. Część 1—2. — **Obróbka plastyczna metali.** Wyd. 3, całkowicie przerobione. S. 512, zł 42.— (w oprawie)

SKARBIŃSKI M.: **Projektowanie procesów technologicznych w odlewni.** S. 387, zł 50.— (w oprawie)

TURK W. I.: **Pompy i pompownie.** Tłum. z ros. M. Arkuszewski. S. 206, zł 12.— Zatwierdzono do użytku szkolnego przez CUSZ

WŁASOW A. F.: **Technika bezpieczeństwa pracy na obrabiarkach do skrawania metali.** Tłum. z ros. A. Wysocki. S. 164, zł 12.—

ZAGAJEWSKI T., MALŻACHER S., KULISZ-KIEWICZ W.: **Elektronika przemysłowa. Zastosowanie urządzeń elektronowych do grzejnictwa, pomiarów przemysłowych, sterowania i automatyzacji.** Wyd. 2. S. 387, zł 33.— (w oprawie)

ŻERWIE G. K.: **Przemysłowe badania maszyn elektrycznych.** Tłum. z ros. T. Koter. S. 302, zł 26.— (w oprawie)

Do nabycia w księgarniach technicznych Domu Książki i u kolporterów zakładowych

