

ENERGETYKA

ORGAN MINISTERSTWA ENERGETYKI
PISMO POŚWIĘCONE ZAGADNIENIOM ENERGETYKI

ROK IX

STYCZEŃ-LUTY 1955

ZESZYT 1

W dziesięciolecie wyzwolenia Zagłębia Węglowego

Dziesięć lat temu w styczniu 1945 r. gwałtowne natarcie wojsk radzieckich zmiotło niemiecki system obronny. Uderzenie było tak silne i niespodziewane, że przez kilkaset kilometrów hitlerowcy nie potrafili zorganizować obrony ani poważniejszej akcji opóźniającej, lecz uciekali w panicznym popłochu aż do Odry.

Dzięki gwałtownemu postępowi ofensywy armii radzieckiej oraz walczącego wraz z nią Ludowego Wojska Polskiego miasta i ośrodki przemysłowe Zagłębia Węglowego zostały zajęte prawie bez walki, a zaskoczeni i uciekający w popłochu hitlerowcy nie zdążyli dokonać zamierzonych zniszczeń. Wszędzie bowiem tam, gdzie tylko mieli na to czas, niszczyli oni wszystko, czego nie byli w stanie zabrać ze sobą. Świadczą o tym zniszczone urządzenia elektrowni w Pruszkowie, Gdyni, Zakopanem i w wielu innych miastach. Toteż zrozumiała i powszechna była radość w Polsce, że Zagłębie Węglowe z jego kopalniami, hutami i fabrykami uniknęło zniszczeń wojennych.

Styczeń 1945 r. zastał całą prawie Polskę wolną i przystępującą bezzwłocznie do odbudowy. Przed gospodarką polską, przed przemysłem, a zwłaszcza przed energetyką stanęły wielkie i trudne zadania. Stan, w jakim zastał się kraj, nie był bowiem zbyt pocieszający. Szybkie postępy wyzwoleniczej armii radzieckiej przeszkodziły wprowadzić hitlerowcom w dokonaniu zamierzonych zniszczeń, ale okupant przewidując odwrót wywoził nie tylko prawie wszystkie archiwa ale także, zwłaszcza na Ziemiach Zachodnich, wiele nowocześniejszych urządzeń. Ponieważ wyzwolenie nastąpiło w okresie silnych mrozów, przeto krótkie nierzadkie unieruchomienie zakładu spowodowało poważne szkody wskutek rozsadzenia rurociągów i urządzeń przez zamarzającą wodę. Sieci elektryczne zostały wskutek działań wojennych prawie zupełnie zniszczone. Kadry a zwłaszcza kierowniczy personel inżynierski był zdziesiątkowany przez wojnę i eksterminacyjną politykę hitlerowców.

Nieliczne załogi elektrowni i sieci rozpoczęły ciężką walkę o odbudowę energetyki, o zapewnienie mieszkańcom miast i wsi oraz odbudowującemu się przemysłowi dostawy energii elektrycznej. Wszystkie pozostałe w elektrowniach maszyny zostały szybko uruchomione i już w 1945 r. miesięczna produkcja energii elektrycznej osiągnęła poziom wyższy niż w 1938 r. Nie pozostało w tyle górnictwo i hutnictwo. Produkcja węgla kamiennego już w 1946 r. osiągnęła przeszło 47 milionów tonn a zatem więcej niż kiedy-

kolwiek przed wojną. Produkcja stali już w 1947 r. przekroczyła najwyższe wskaźniki produkcji przedwojennej. Zagłębie Węglowe zaopatrywało cały kraj w węgiel i stal. Jedyna ocalała fabryka związków azotowych w Chorzowie dostarczała rolnictwu nawozów sztucznych. Z licznych fabryk kraj otrzymywał maszyny i urządzenia. Trudno wprost sobie wyobrazić, jak wyglądałaby odbudowa kraju bez pomocy przemysłu śląskiego. Węgiel był dla nas nie tylko paliwem ale i jedyną walutą, za którą nabywaliśmy za granicą to, czego kraj nie mógł sam wytworzyć. Wszystko to zaś mieliśmy dlatego, że cały górnośląski okręg przemysłowy został wyzwolony w stanie niezniszczonym i cały przemysł mógł w zadziwiająco krótkim czasie osiągnąć najwyższą wydajność.

Tej ogromnej pracy nie zdołalibyśmy dokonać sami, zdani na własne tylko siły. Nieocenione usługi oddała nam braterska pomoc specjalistów radzieckich, którzy ramie przy ramieniu z polskimi robotnikami i inżynierami uruchamiali zakłady przemysłowe.

Szybkie uruchomienie przemysłu śląskiego, a dzięki temu i przemysłu w całym kraju, pozwoliło na przystąpienie do trzyletniego planu odbudowy i rozbudowy gospodarki krajowej. Przed energetyką stanęły nowe wielkie zadania.

Rozbudowa elektrowni postępowała powoli. Byliśmy w tej dziedzinie całkowicie uzależnieni od dostaw zagranicznych. Firmy zagraniczne widząc naszą zależność nie starały się bynajmniej o dotrzymanie terminów i opóźniały dostawy nieraz o parę lat. Mimo to jeszcze w planie trzyletnim uruchomiliśmy pierwsze jednostki prądotwórcze w elektrowni Łaziska i Chorzów.

Większe sukcesy mamy do zanotowania w budownictwie sieci elektrycznych, w którym nie jesteśmy tak bardzo zależni od zagranicy i mimo powolnej odbudowy przemysłu elektrotechnicznego większą część osprzętu sieciowego otrzymaliśmy z fabryk krajowych. Dużym osiągnięciem było wybudowanie własnymi siłami pierwszej w Polsce linii przesyłowej na napięcie 220 kV ze Śląska do Łodzi.

W ostatnim roku planu trzyletniego zorganizowaliśmy biura projektowe i przedsiębiorstwa wykonawstwa inwestycyjnego. Nie jest to przypadkiem, że najsilniejszy ośrodek projektowania elektrowni i przedsiębiorstwa budowy elektrowni powstał właśnie na Śląsku. Zagłębie Węglowe pozostaje bowiem nadal największym ośrodkiem przemysłu ciężkiego i energetyki.

Zamierzenia i osiągnięcia planu trzyletniego były przygotowaniem do wielkiego planu sześcioletniego, do planu budowy podstaw socjalizmu. Wielki rozmach rozbudowy energetyki w planie sześcioletnim nie dałby się pomyśleć bez przygotowań w poprzednich latach i bez pomocy radzieckiej. Ze Związku Radzieckiego przejęliśmy organizację i systematykę opracowywania planów inwestycyjnych, które w początkowym okresie powojennym cierpiały na brak właściwej koordynacji. Radzieckie projekty elektrowni a w szczególności Jaworzna II stały się dla naszych biur projektowych wzorem, na którym opierały się wszelkie następne projekty. Radzieckie dostawy pozwoliły nam poznać najbardziej nowoczesne urządzenia, jakie były dotychczas w Polsce zmontowane, a nasi monterzy i inżynierowie nauczyli się od radzieckich kolegów nowoczesnych metod budowy elektrowni.

Niepodobna nie wspomnieć o wielkiej pomocy, której nam udzielili eksperci radzieccy. Po zbadaniu stanu naszej energetyki wskazali nam oni właściwe drogi rozwoju i uchronili od wielu błędów i niewłaściwych zamiarów, jak np. planowanej rozbudowy energetyki turbozespołami kondensacyjnymi o mocy 25 MW na parametry 36 ata, 435 °C. Przyjęcie za radą ekspertów jako typowego turbozespołu o mocy 50 MW na parametry 90 ata, 500 °C pozwoli nam

nie tylko uzyskać duże oszczędności węgla lecz także osiągnąć poważne oszczędności w nakładach inwestycyjnych i w obsłudze.

Na podstawie licencji radzieckiej rozpoczęliśmy już w kraju budowę wielkich kotłów o wydajności 230 t/h na ciśnienie 110 atm i turbin ciepłowniczych, kondensacyjno-upustowych o mocy 25 MW. Energetyka dotąd prawie w całości uzależniona od dostaw z zagranicy zaczyna być w coraz większym stopniu zaopatrywana przez przemysł krajowy.

Spoglądając wstecz na minione dziesięciolecie możemy stwierdzić z dumą, że okres ten nie został przez nas zmarnowany. Potrafiliśmy nie tylko odbudować zniszczone i zdewastowane wskutek wojny elektrownie, ale także stworzyć mocne podwaliny pod dalszy rozwój energetyki. Mamy szereg dużych, nowoczesnych elektrowni, potężną sieć najwyższych napięć, duże biura projektowe i mocne przedsiębiorstwa wykonawstwa, a przede wszystkim rozporządzamy już kadrami licznych i doświadczonych fachowców.

Stoimy na progu nowego okresu pięcioletniego, który zapewni nam dalszy rozwój przemysłu i zwłaszcza energetyki w Zagłębiu Węglowym. Projektowane nowe wielkie elektrownie stworzą z tego okręgu potężny ośrodek energetyczny, który może być zaliczony do największych układów energetycznych w Europie.

621.311.17

Dobór materiału na szkielet budynku typowej elektrowni

Inż. Jan Juskiewicz

Stal, żelbet, beton, kamień naturalny i sztuczny (cegła) oraz drewno są głównymi materiałami na budowle inżynierskie.

Przy budowie typowej elektrowni należy rozpatrzyć zakres zastosowania tych materiałów, określony możliwościami technicznymi, celowością, względami gospodarczymi, estetyczno-architektonicznymi i okresem trwania budowy.

Każdy z wyżej wymienionych materiałów ma pewne zalety i wady.

Zaletą konstrukcji stalowych jest duża wytrzymałość i lekkość oraz trwałość budowli. Dzięki swej strukturze i bardzo dużemu modułowi sprężystości stal jest materiałem ciągliwym o dużym wydłużeniu jednostkowym i najbardziej odpowiada podstawom teorii wytrzymałości w mechanice budowli.

Konstrukcyjne elementy stalowe, a zwłaszcza wyroby walcowane, są wytwarzane pod fachową kontrolą, dają więc gwarancję dostosowania ich do norm. Zmechanizowanie obróbki elementów stalowych i sposobów łączenia oddzielnych elementów spoinami, śrubami lub nitami w większe części, nadające się do transportu, pozwala na uniezależnienie się od pory roku i warunków atmosferycznych oraz na szybkie tempo budowy.

Konstrukcje stalowe są najłżejsze spośród powszechnie stosowanych. Przyjmując stosunek ciężaru właściwego materiału do naprężenia dopuszczalnego, jako wskaźnik lekkości konstrukcji, otrzymuje się:

dla stali $0,00785 : 1600 = 5 \cdot 10^{-6}$ cm

dla żelbetu $0,002400 : 60 = 4 \cdot 10^{-5}$ cm

Konstrukcje stalowe dają się łatwo wzmacniać i przerabiać, co dla elektrowni ma bardzo duże znaczenie. W związku z postępem technicznym w ciągu kilkunastu lat niewątpliwie bywają stosowane liczne zmiany we wnętrzu elektrowni, więc przydatność konstrukcji stalowych do modernizacji i rekonstrukcji jest niezmiernie ważną zaletą.

Stal, jako materiał budowlany, ma jednak poważne wady, a mianowicie szybko traci wysokie własności statyczne w razie pożaru, ulega korozji, czyli rdzewieniu pod wpływem czynników zewnętrznych jak wilgoć, gazy i sole oraz ma dużą strzałkę ugięcia.

Należyte zabezpieczenie konstrukcji stalowych przed korozją jest kosztowne. Autorzy wielu prac budowlanych podają, że straty wskutek rdzewienia wynoszą prawie tyle, ile straty poniesione w czasie pożarów.

W porównaniu do stali żelbet jest długotrwały. Okazało się, że wystające części zbrojenia pali żelbetowych, do których docierała woda morska przez 5 lat, zostały całkowicie zżarte przez rdzę, części natomiast otulone betonem nie wykazały żadnych uszkodzeń. Niebezpieczeństwo korozji może powstać jedynie w tym wypadku, gdy powstaną rysy w betonie tak znaczne, że będą widoczne gołym okiem.

Wytrzymałość betonu w konstrukcjach żelbetowych wzrasta z biegiem czasu, gdyż proces jego twardnienia intensywny przez pierwsze 28 dni, trwa następnie powolnie przez nieznany nam okres; pierwsze bowiem budowle żelbetowe powstałe przed kilkunastu laty, wykazują nadal powolny wzrost wytrzymałości w wa-

runkach wilgotności i temperatury, które w elektrowniach są sprzyjające dla żelbetu.

Dalszą zaletą żelbetu jest ognioodporność, monolityczność, sztywność, łatwość formowania i możliwość stosowania materiałów miejscowych.

Otulina betonowa jest złym przewodnikiem ciepła i chroni wkładki stalowe w razie pożaru przed nagrzaniem się do temperatury krytycznej, w której stal traci swą wytrzymałość. Ostatnia wojna światowa dowiodła, że nawet stosunkowo długotrwałe pożary wywołują w konstrukcjach żelbetowych uszkodzenia o charakterze powierzchniowym.

Monolityczność żelbetu jest cenną zaletą ze względu na wpływy dynamiczne, które w elektrowniach są bardzo znaczne wskutek drgań turbozespołów, pomp, suwnic itp. oraz na nagłe duże zmiany ciśnienia gazów. Teoretycznie konstrukcje stalowe pod wpływem drgań dynamicznych po upływie około stu lat mogą ulec katastrofie wskutek zmęczenia materiału (znane wypadki z mostami stalowymi w Szwajcarii), czego do dziś dnia w konstrukcjach żelbetowych, prawidłowo obliczanych i wykonanych, nie stwierdzono.

Sztywność żelbetu powoduje minimalne ugięcie. Ta właściwość jest cenna w elektrowniach z uwagi na prace maszyn precyzyjnych, dla których większe odchylenia np. fundamentów są niedopuszczalne. Dlatego przy konstrukcjach stalowych w elektrowniach przeważnie oblicza się poszczególne elementy konstrukcyjne na strzałkę ugięcia, a nie na naprężenia rozciągające i ściskające.

Łatwość formowania żelbetu umożliwia wykonanie konstrukcji w dowolnych kształtach, gdyż beton w czasie formowania jest plastyczny. Powierzchnię betonu z uwagi na wymagania architektoniczne można obrobić tak samo jak kamień we wszystkich rodzajach obróbki.

Możność wykorzystania materiałów miejscowych jest bodaj najcenniejszą zaletą żelbetu, gdyż największą część jego objętości, w którą wchodzi tłuczeń lub żwir, a zwłaszcza piasek prawie zawsze można znaleźć w pobliżu budowanej elektrowni. Znaczny ciężar tych materiałów zwalnia środki transportowe i obniża koszt budowy. Oprócz tego materiały te nie wymagają magazynowania w szopach lub innych krytych pomieszczeniach.

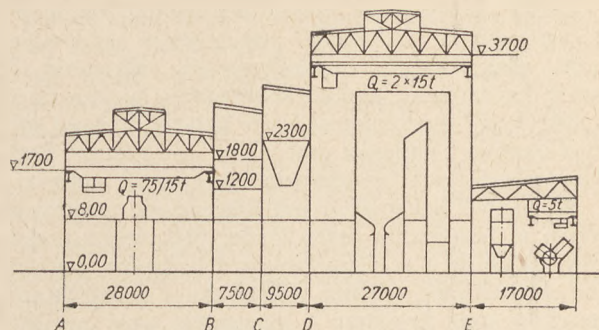
Główną wadą żelbetu jest duże zużycie drewna, konieczność przetrzymywania żelbetu w deskowaniu przez 28 dni, znaczna pracochłonność i ciężar objętościowy.

Zużycie drewna na stemplowanie i deskowanie, niezbędne do formowania nośnej konstrukcji żelbetowej w elektrowni jest bardzo duże wskutek tego, że wysokość ścian maszynowni wynosi 20 m oraz że wymiary zbiorników węglowych są również znaczne.

Prefabrykacja płyt dachowych daje bardzo dużą oszczędność drewna. Deskowanie ruchome, tzw. ślizgowo-przesuwne przy budowie kolumny i tuneli zmniejsza zapotrzebowanie desek na formowanie żelbetu. Dla elektrowni typowej zużycie drewna można zmniejszyć przez zastosowanie rusztowań i stemplowań zinventoryzowanych oraz przez zastosowanie elementów typowych. Dzięki temu można wielokrotnie używać desek lub form blaszanych zamiast drewnianych.

Stosowanie prefabrykowanych płyt lub słupów o złączach stalowych, skręcanych na śruby lub spawanych prawie całkowicie usuwa używanie kosztownego drewna. Konieczność przetrzymywania żelbetu w desko-

waniu przez 28 dni zwalnia tempo robót żelbetowych i przesuną roboty montażowe w elektrowni o ten okres.

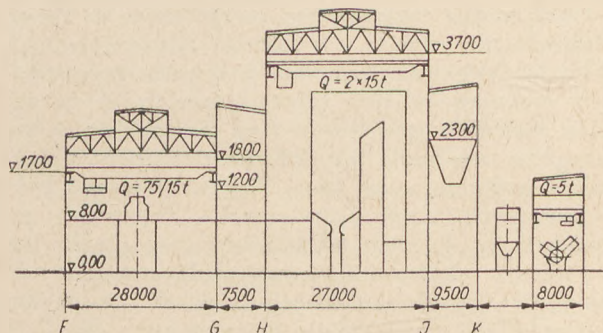


Rys. 1. Elektrownia typu zamkniętego: maszynownia, odgazowywacze, bunkrownia, kotłownia i elektrofiltry

Duży ciężar objętościowy żelbetu jest wadą, wskutek której konstrukcje żelbetowe o dużych rozpiętościach stają się nieopłacalne. Wprowadzie stosowanie betonu sprężonego i kablobetonu znacznie obniżyło tę wadę żelbetu, ale przemysł krajowy w Polsce nie prefabrykuje jeszcze wiązarów dachowych z betonu sprężonego o rozpiętościach około 27 m, czyli takich, które są stosowane nad kotłowniami i maszynowniami. Z uwagi na wentylację kotłowni, a zatem z uwagi na konieczność zastosowania świetlików nad kotłownią, dźwigary dachowe kablobetonowe raczej nie są wskazane. Najwłaściwszym materiałem na krycie dachów nad kotłownią i maszynownią są wiązary stalowe. Dla elektrowni w układzie jak na rys. 1 rozpiętości między rzędami A — B i D — E mają zasadnicze znaczenie dla zastosowania wiązarów stalowych, gdyż jedynie przy użyciu najcięższych typów dźwigów budowlanych można osadzić na łożyskach lekkie wiązary stalowe, niemożliwe jest natomiast osadzenie ciężkich wiązarów kablobetonowych. W układzie pokazanym na rys. 2 łatwiej jest zmontować ciężkie wiązary kablobetonowe za pomocą dwóch dźwigów budowlanych, umieszczonych na poziomach odsiewaczy pyłu i odgazowywaczy.

Porównując zalety i wady konstrukcji stalowych i żelbetowych należy omówić konstrukcję pośrednią pomiędzy tymi dwiema, tj. żelbet ze sztywnymi wkładkami lub żelbet o wkładkach samonośnych, ze względu na oszczędność, czas trwania budowy i nakład pracy do wykonania dokumentacji budowlanej.

Najważniejszą zaletą żelbetu ze sztywnym uzbrojeniem żelbetu z samonośnymi wkładkami jest możliwość wykorzystania zbrojenia do umocowania deskowania,



Rys. 2. Elektrownia typu otwartego: maszynownia, odgazowywacze, kotłownia i elektrofiltry

wskutek czego odpada potrzeba stemplowania; daje to oszczędność na drewnie, robociznie i przyspiesza tempo robót.

Zaletą żelbetu ze sztywnymi wkładkami lub żelbetu z samonośnymi wkładkami jest również ognioodporność, długotrwałość, monolityczność, sztywność, łatwość formowania, taniość konserwacji, możliwość rekonstrukcji i modernizacji, małe zużycie drewna, szybkość budowy i mniejsza pracochłonność wskutek braku stemplowania, a w następstwie tego taniość budowy.

Wadą tych konstrukcji jest konieczność przetrzymywania w deskowaniu przez 28 dni płyt, żeber, podciągów itp. belek, a w ciągu sześciu dni słupów, duży ciężar objętościowy, większy nakład pracy konstruktorów statyków oraz kreślarzy i asystentów przy projektowaniu.

Robotników budowlanych, wykonujących konstrukcje stalowe i żelbetowe można doszkolić w żelbecie ze sztywnymi wkładkami lub w żelbecie o wkładkach samonośnych w ciągu dwu tygodni. Dane powyższe oparto na literaturze radzieckiej i wykonanej w Polsce w 1954 r. hali o kubaturze 330 tysięcy m³ z konstrukcji żelbetowej samonośnej.

Hala ta została zaprojektowana w dwóch alternatywach: w konstrukcji stalowej i w konstrukcji żelbetowej z samonośnymi wkładkami. Ilość stali w pierwszym wariantcie wynosiła 2800 t, a w drugim — 1100 t. Wysokość hali w kalenicy wynosiła 24 m. Okres montowania słupów z konstrukcji żelbetowej z samonośnymi wkładkami za pomocą tylko jednego dźwigu typu Wolf trwał około czterech miesięcy. Koszt budynku przy skomplikowanej gospodarce podziemnej wynosił około 65 zł za jeden m³.

Przeróbka konstrukcji żelbetowej ze sztywnymi wkładkami polega na odkuciu otuliny betonowej i do spawaniu nowych elementów do wkładek ze stali profilowej w dowolnym miejscu. Po zespawaniu należy części odkute i przyspawane zatorkretować. Przy konstrukcji żelbetowej z samonośnym zbrojeniem stosuje

się na narożnikach nieobetonowane od zewnątrz kątowniki 45 × 45 × 5 mm w celu dospawania nowych elementów.

Przy konstrukcjach stalowych muszą pracować dobrzy spawacze, gdyż w elektrowniach wykonuje się słupy z blachownic o szerokości przynajmniej jednego metra, więc zachodzi możliwość ich zwichrzenia. Przy wyżej wymienionych konstrukcjach można wykorzystać spawaczy o średnich kwalifikacjach, gdyż wszelkie wady spawu wyrówna przyczepność betonu do stali.

W Związku Radzieckim wykonuje się projekty budynku elektrowni ze stali lub z żelbetu ze sztywnymi bądź z samonośnymi wkładkami; żelbetu z wkładkami wiotkimi i z niesamonośnym uzbrojeniem dla budynków elektrowni nie stosuje się. Dane te zaczerpnięto z literatury oraz z wypowiedzi generalnego projektanta elektrowni, budowanych w Polsce.

Zastosowanie wkładek sztywnych lub żelbetu o wkładkach samonośnych upraszcza wykonawstwo i koszty budynku ścian zewnętrznych E i A dla elektrowni w układzie pokazanym na rys. 1, gdyż usuwa to konieczność stosowania kosztownych i masywnych rusztowań wokół tychże ścian. Ponieważ według wytycznych Instrukcji Tymczasowej z dnia 2. XI. 1953 r. o stosowaniu obciążeń wiatrem (Biuletyn Ministerstwa Budownictwa Przemysłowego z dnia 10. XII. 1953 r.) zmniejsza się o około 40% obciążenie parcia wiatru na ścianę E, przeto przy użyciu wyżej wymienionych konstrukcji najważniejszym czynnikiem, decydującym o wymiarach wolnostojących słupów w rzędzie E jest wyboczenie.

Równocześnie należy podkreślić, że okładziny zewnętrznych ścian i otwory powinny być prefabrykowane, co łatwiej jest wykonać przy wymienionych konstrukcjach niż przy klasycznym żelbecie.

Zwiększony nakład pracy projektanckiej, asystenckiej i kreślarskiej nie odgrywa dużej roli, gdyż koszt dokumentacji technicznej wynosi maksymalnie 2% kosztów wykonawstwa budowy.

621.311.17

Organizacja montażu urządzeń cieplnych i mechanicznych w elektrowni

Inż. Jerzy Gronau

Część II

Przygotowanie i zabezpieczenie kadr

Przed wojną budownictwo energetyczne w Polsce właściwie nie istniało. W okresie międzywojennym nieliczne elektrownie budowane były przez przypadkowych wykonawców, przy robotach specjalnych zatrudniano natomiast specjalistów firm produkujących poszczególne urządzenia (np. kotły, turbozespoły, zmięczalnie wody, rurociągi itp.). Tak samo zresztą było w pierwszych latach powojennych. Pracownicy zatrudnieni przy budowie zakładu specjalnego, jakim jest nowoczesna elektrownia, przechodzili następnie do pracy przy innych odmiennych obiektach, tracąc zdobyte przy budowie elektrowni doświadczenie. Nie było ciągłości pracy w jednej dziedzinie, nie było akumulacji doświadczeń i wiadomości z zakresu budowy

i montażu elektrowni. Odnosiło się to zarówno do personelu kierowniczego i technicznego budowy jak i do kwalifikowanych robotników.

Koncentracja robót elektrownianych w przedsiębiorstwach wyspecjalizowanych jest więc warunkiem odpowiedniego wyszkolenia i zabezpieczenia kadr budowanych w przyszłości obiektów energetycznych. Szkolenie pracowników powinno się odbywać na budowach w ten sposób, że przy obsadzaniu nowej budowy dodaje się do wyszkolonego trzonu załogi nowych pracowników, którzy dopiero po zakończeniu tej budowy stają się wartościowymi fachowcami elektrownianymi. Wygląda to na pozór dziwnie, jednakże ze względu na specjalizację robót, ich rozdzielenie w czasie, a często niepowtarzalność robót w cyklu budowy, ma swe pełne, doświadczeniowo sprawdzone uzasadnienie.

Najważniejsze stanowiska w kierownictwie budowy powinny być obsadzone przed rozpoczęciem jakichkolwiek prac. Dział przygotowania budowy nowych obiektów w przedsiębiorstwie macierzystym powinien dość wcześniej przed przystąpieniem do właściwego wykonawstwa przygotować dokumentację organizacji robót, zaplanować i zapewnić dostawę potrzebnych w pierwszym okresie materiałów oraz sprzętu i postarać się o odpowiednie kadry robotnicze.

Zagospodarowanie placu budowy

Opierając się na harmonogramie montażu należy przed jego rozpoczęciem zbudować magazyny dla urządzeń i materiałów, przygotować place składowe i zaopatrzyć plac budowy w urządzenia wyładunkowe i transportowe.

W miarę potrzeb, wynikających z harmonogramu, buduje się i wyposaża stopniowo warsztaty, place montażowe, narzędziownię, podręczne magazyny itp. Zagospodarowanie placu budowy musi wyprzedzać rozpoczęcie robót i napływ zasadniczych sił roboczych. Muszą być zapewnione mieszkania oraz inne warunki socjalno-bytowe dla pracowników. Zagospodarowanie musi być pełne, nie może zabraknąć w chwili rozpoczęcia robót potrzebnego sprzętu, wyposażenia, czy narzędzi. Potencjał roboczy musi być wykorzystany w pełni i z chwilą otwarcia frontu robót nie mogą hamować toku prac różne nieraz braki.

Plac budowy należy wyposażyć w punkty pomocnicze, tzn. podręczne magazyny sprzętu i narzędzi oraz bezpośrednio na miejscach montażu w pomieszczenia zamknięte na przechowywanie drobnych przeznaczonych do montażu urządzeń itp.

Organizacja składowisk i magazynów, ewidencja i przygotowanie urządzeń oraz materiałów do montażu

W praktyce nie docenia się często zagadnienia przyjmowania i ewidencji urządzeń w magazynach, co dotkliwie mści się w trakcie największego nasilenia robót. Nieraz pewne części składowe urządzeń są zabierane do niewłaściwych celów, a brak ich w końcowej fazie robót uniemożliwia niekiedy zakończenie montażu i rozpoczęcie rozruchu urządzenia. W projekcie organizacji robót należy dokładnie przewidzieć miejsca do składowania poszczególnych urządzeń i ich części tak, aby wykluczyć zupełnie przypadkowość.

Kierownik składowisk lub magazynów musi otrzymać jeszcze przed rozpoczęciem dostaw albo najpóźniej przy pierwszej dostawie dokładne wykazy części urządzeń z podaniem oznaczenia ich ciężarów, wymiarów itp.

Na składowisku urządzeń wykonuje się następujące czynności:

- wyładunek,
- odbiór oraz zestawienie wykazów nadchodzących części i urządzeń,
- sortowanie i konserwacja dostarczonych części maszynowych.

Jeżeli urządzenia są dostarczane w skrzyniach, w większości wypadków przeprowadzenie odbioru wymaga otwarcia skrzyń, które należy bezwzględnie zamknąć z powrotem, aby do montażu przekazać urządzenia (zazwyczaj części precyzyjniejsze i kosztowniejsze) w skrzyniach. Przy wyładunku i transporcie na

teren budowy należy bacznie zwracać uwagę, aby nie uszkodzić urządzeń. Natychmiast po nadejściu wagonów należy ustalić symbole i znaki dostawy, porównać z posiadanymi specyfikacjami i schematami montażowymi celem stwierdzenia, jakie części zostały dostarczone. Każdą część odnotowuje się w specyfikacji i na schemacie montażowym przesłanym przez dostawcę urządzeń. Poza tym należy prowadzić dziennik dostawy, w którym podaje się numery wagonów, daty wysłania i nadejścia poszczególnych urządzeń, czas wyładunku z nazwiskami wykonawców, znaki dostaw i ewentualne bliższe ich określenie, sporządzając specyfikację dostawy (wykaz części) z podaniem ilości i ciężaru.

Ewidencję należy objąć wszystkie, nawet najdrobniejsze części dostawy. Prawidłowa organizacja oraz staranna ewidencja dostaw ma poważny wpływ na przebieg i na ewentualne przestoje montażu. Często niewłaściwie obsadzone od początku budowy stanowisko kierownika magazynów albo częste zmiany na tym stanowisku mogą doprowadzić do złej gospodarki magazynowej, a w rezultacie do spóźnionej dostawy części na miejsce montażu oraz do przestojów. Ogólny ciężar urządzeń i materiałów przeznaczonych do budowy elektrowni o mocy 200 MW wynosi około 25 000 tonn (tablica 1).

Tablica 1
Przybliżony ciężar wyposażenia cieplno-mechanicznego wysokoprężnej elektrowni cieplnej o mocy 200 MW

Lp.	Wyszczególnienie	Jednostka	Liczba jednostek	Ciężar jednostkowy t	Ciężar łączny t
1	Kotły parowe 230 t/h	szt.	5	1 100,0	5 500,0
2	Obmurze i izolacja kotłów par.	kompl.	5	900,0	4 500,0
3	Urządzenia pomocn. kotłowni w tym:	..	5	430,0	2 150,0
	przewody powietrza zimnego			40,0	
	przewody powietrza gorącego			65,0	
	kanały spalin			80,0	
	rufociągi pyłu i węgla			115,0	
	podesty, schody i in. konstr.			130,0	
4	Młyny kulowe, separator, cyklony, podajniki itp.	..	5	450,0	2 250,0
5	Wentylatory ssące i tłoczące itp.	..	5	90,0	450,0
6	Nawęglanie zewnętrzne	..	—	360,0	360,0
7	Hydrauliczne odzyskanie i odpylanie kotłów	..	5	170,0	850,0
8	Zmięczalnia wody	..	—	460,0	460,0
9	Urządzenia zasilające (pompy, zbiorniki itp.)	szt.	4	550,0	550,0
10	Turbogeneratory z urządzeniami pomocniczymi 4X50 MW w tym turboszpół			520,0	
	urządzenia pomocnicze			365,0	
11	Rurociągi wysokoprężne	..	..	155,0	2 080,0
12	Rurociągi niskoprężne	..	..	650,0	650,0
13	Rurociągi wody chłodzącej	..	..	2 100,0	2 100,0
14	Pompownia wody chłodzącej	..	..	1 300,0	1 300,0
15	Różne konstrukcje wewnętrzne	..	..	400,0	400,0
16	Różne inne urządzenia	..	..	300,0	300,0
				600,0	600,0
Razem t					24 500,0

Rozpoczęcie montażu i jego prowadzenie

Rozpoczęcie robót montażowych zależy od:

- odpowiedniego stanu robót budowlanych,
- pełnego zabezpieczenia dostaw urządzeń i materiałów oraz dokumentacji,
- pełnego wyposażenia w urządzenia dźwigowe, sprzęt montażowy, narzędzia itp.,
- przygotowania i zagospodarowania miejsca montażu i jego zaplecza.

Dotychczas często nie zwracano u nas specjalnej uwagi na powyższe zagadnienia. Właściwe podejście inwestorów i wykonawców do tych zagadnień umożliwi sprawny, szybki i tani montaż. Montażu nie powinno się rozpoczynać przed wykonaniem zasadniczych robót budowlanych. Przedwczesne rozpoczęcie montażu nie przyspiesza terminu oddania do eksploatacji elektrowni, a utrudnia ukończenie robót budowlanych. W kotłowni poza fundamentami kotła i budynkiem w stanie surowym muszą być zakończone wszystkie prace podziemne (fundamenty, kanały, otwory i rury na kable itp. z ich zasypaniem i tzw. czarna podłoga). Maszynownia niezależnie od wykonania powyższych robót musi być przykryta dachem i otynkowana, jednak bez robót wykończeniowych (wyłożenie kafelkami, malowanie itp.). Stan innych pomieszczeń elektrowni należy przygotować w zależności od dokładności montowanych urządzeń. Oddawanie frontów robót montażowcom musi być zgodne z ogólnym harmonogramem budowy i powinno odbywać się protokółarnie. Właściwy odbiór fundamentów i innych ważnych dla montażu elementów budowlanych, na podstawie pomiarów z natury i porównania z dokumentacją montażową, jest warunkiem planowego postępu dalszych robót, bez konieczności kucia betonów, poprawek fundamentów i innych komplikacji dezorganizujących właściwy przebieg montażu. Nie potrzeba dodawać, że odbiór prac powinien odbyć się zaraz po wykonaniu danego węzła robót budowlanych.

Budowa i montaż urządzeń elektrowni, zresztą jak każdego innego obiektu, wymaga prowadzenia robót według pewnej logicznej kolejności. Odchylenia od harmonogramu budowy wprowadzają chaos i komplikują wykonawstwo. Nie można dopuszczać do opóźnień, a przyspieszenia nie powinny komplikować robót ze względu na ich zaszewianie się. W czasie całej budowy należy strzec się, aby nie powstało wąskie gardło na jakimś odcinku robót, gdyż wpłynie to ujemnie na termin ukończenia całości budowy. Roboty należy prowadzić po należytych przygotowaniach pełnym frontem, wprowadzając terminowo i kolejno poszczególne brygady specjalistów (np. przy kotle monterów konstrukcji stalowych, kotlarzy, rurkarzy, spawaczy, murarzy szamotowych, izolatorów, monterów aparatury pomiarowej itp.). Specjaliści ci, po przybyciu na budowę muszą mieć możliwość natychmiastowego przystąpienia do wyznaczonych robót.

Wszystkie roboty prowadzi się na podstawie zgodnych z normami zleceń roboczych. Do zapoznania załogi z czekającymi ją zadaniami posługują szczegółowe harmonogramy podające brygadam zakresy robót na dłuższy okres czasu.

Wszystkie etapy i węzły robót powinny być kontrolowane i odbierane możliwie szybko po zakończeniu prac.

Kontrola wykonawstwa, terminowość, jakość i odbiory robót

Nie istnieje żaden zakład przemysłowy, któryby nie miał zorganizowanej, wydzielonej komórki kontroli wykonawstwa. W budownictwie przemysłowym, które obejmuje również budownictwo energetyczne, komórka kontroli robót ma bardzo poważne zadanie. Musi ona zapewnić, łącznie z personelem kierowniczym i nadzorującym roboty, przede wszystkim właściwą jakość

wykonawstwa montażowego, co jest podstawowym warunkiem bezawaryjnej w przyszłości eksploatacji wybudowanego zakładu. Jakość wykonawstwa inwestycyjnego zależy od czterech zasadniczych czynników:

1. jakości projektu,
2. jakości wykonania poszczególnych urządzeń,
3. jakości zastosowanych materiałów,
4. jakości montażu na miejscu budowy.

Na budowie kontroluje się i bada pozycje: 3 i 4 oraz w wypadku zauważenia błędów, usterek lub niezgodności w pozycjach 1 i 2 należy je również usunąć w czasie montażu.

Nadzór nad przebiegiem wykonawstwa obejmuje trzy etapy kontrolne, a mianowicie:

- a) kontrolę jakości robót przez personel techniczny, nadzorujący roboty (mistrzowie, technicy i inżynierowie oraz kierownicy robót wykonawcy),
- b) kontrolę przez personel wydzielonej komórki kontroli wykonawcy,
- c) kontrolę przez nadzór inwestora (inspektorzy nadzoru).

Jakość robót montażowych zależy od zgodności wykonawstwa z projektem, zgodności z technologią robót i z warunkami technicznymi. Jedyne systematyczna kontrola i natychmiastowe usuwanie błędów i usterek zapewni sprawne przeprowadzenie prób rozruchu i następnie — właściwą eksploatację elektrowni.

Protokoły z odbiorów robót są najważniejszymi dokumentami, które opracowuje się w trakcie budowy.

Naśladując organizację radzieckiego budownictwa energetycznego powinno się i u nas wprowadzić znormalizowane wzory protokołów i załączników do nich, dla różnych rodzajów odbiorów przeprowadzanych w trakcie budowy elektrowni.

Zasadniczo rozróżniamy następujące stadia kontroli i odbiorów:

- odbiór robót zanikających,
- odbiór międzyoperacyjny (międzybrygadowy),
- odbiór częściowy (węzła robót),
- odbiór wstępny (np. kotła),
- odbiór ostateczny (kolaudacja).

Na załącznikach do protokołów odbiorów podaje się stwierdzone wymiary rzeczywiste lub odchylenia od projektu i inne dane dokumentacyjne.

Koordinacja robót i rola kierownictwa budowy

Na budowach przygotowanych na podstawie właściwego projektu organizacji robót, zaopatrzonych w dokumentację, z zapewnioną dostawą urządzeń, materiałów i sprzętu, rola kierownictwa technicznego sprowadza się do koordynacji poszczególnych robót oraz do nadzoru nad terminami i jakością robót. Dla bieżącej koordynacji i interwencji w razie przeszkód lub trudności na budowie — podobnie jak w zakładach przemysłowych — czuwa stale dyspozytor (przy pracy trójzmianowej dyżurny dyspozytor). System dyspozytorski na budowie opierający się na należytych środkach łączności (telefon, radiowęzeł itp.) spełnia bardzo poważne zadanie i na większej budowie jest bezwzględnie konieczny.

W naszych warunkach stan liczebny pracowników umysłowych w stosunku do pracowników fizycznych jest obecnie za duży. Powodem tego jest w większości wypadków to, że budowy nie są zorganizowane według

przemysłowych metod budownictwa i personel techniczny często improwizuje oraz rozwiązuje dowolnie zagadnienia w zależności od wyłaniającej się nagle potrzeby.

Na ogół personel na budowach ma zbyt małe jeszcze doświadczenie praktyczne, a rozpowszechnianie zdobytych już doświadczeń nie jest prowadzone w sposób właściwy.

Należy dążyć do postawienia na wysokim poziomie biur projektowania organizacji robót i do ciągłego przekazywania doświadczeń zdobywanych na budowach tym biurom oraz ogółowi pracowników budownictwa energetycznego. Każdy montażowiec powinien się dobrze orientować — w całości zagadnień nowoczesnej elektrowni cieplnej, a szczególnie w dokumentacji, według której ma być budowana elektrownia, znać harmonogramy i inne praktyczne dane zawierające z dokumentacji. Szczególnie ważne jest zagadnienie pracochłonności (tablice 2, 3 i 4).

Tablica 2

Pracochłonność przy montażu urządzeń elektrowni wysokoprężnej
(w warunkach krajowych)

Lp.	Wyszczególnienie	Ilość rob/godz na 1 tonnę urządzenia
1	Turbozespoły z urządzeniami pomocniczymi	250
2	Zespoły kotłowe	220
3	Instalacja ciągu i podmuchu	175
4	Urządzenia do przygotowania pyłu	120
5	Urządzenia do oddzielania popiołu (mech.)	210
6	Hydrauliczne usuwanie popiołu	240
7	Urządzenia do zasilania wodą	110
8	Rurociągi	400
9	Stacje redukcyjno-chłodzące	650
10	Pompy małe	450
11	Urządzenia do gospodarki paliwem	140
12	Chemiczna oczyszczalnia wody	270
13	Obmurze kotłów	60
14	Izolacja cieplna	125
15	Wewnętrzne konstrukcje stalowe	180
	Średnio dla całej elektrowni	200

W warunkach dotychczasowego prowadzenia naszych budow energetycznych kierownictwo budowy otrzymywało luźne fragmenty dokumentacji, nieraz nawet niekompletnej, w nieodpowiednich i zbyt późnych terminach oraz nie przystosowanej do użytku montażowego. Dokumentacja techniczna musi być zestawiona według układu kosztorysu generalnego i opracowana całkowicie do użytku montażowego już w biurze projektowania organizacji robót.

Tablica 4

Pracochłonność przy montażu i próbach poszczególnych części oraz urządzeń ciepłno-mechanicznych elektrowni w stosunku do całego zespołu w %
(według danych radzieckich)

Oznaczenie części i węzła	% węzła do obiektu	% obiektu do agregatu
1. Jednostka kotłowa	—	100
Kocioł	100	52
Konstrukcja	10	—
Walczaki	4	—
Ekran i orurowanie kotła	12	—
Przegrzewacz pary	8	—
Schody i podesty	6	—
Rurociągi w obrebie kotła	8	—
Podgrzewacz wody	6	—
Podgrzewacz powietrza	5	—
Instalacja ciągu	5	—
Przewody powietrza i spalin	12	—
Próba wodna	5	—
Opancerzenie kotła	4	—
Odsalanie i odmulanie kotła	10	—
Próba parowa	5	—
Obmurowanie i torkretowanie kotła	100	12
Młyn nr 1	15	—
Młyn nr 2	15	—
Przewody pyłu i powietrza	35	—
Napędy urządzeń	15	—
System olejowy młynów	5	—
Transportery węgla	8	—
Próby napędów w kotłowni	7	—
Rurociągi główne w kotłowni	100	12
Rurociągi wysokiego ciśnienia	30	—
Rurociągi zasilające	30	—
Pompy zasilające	15	—
Odgazowywacze z rurociągami	15	—
Próby wodne rurociągów i próby pomp	10	—
Aparatura kontrolno-pomiarowa kotła	100	4
2. Turbozespół	—	100
Turbina	100	60
Kondensator	10	—
Turbina	25	—
System regeneracyjny	10	—
System olejowy	7	—
Konstrukcja, schody i podesty	3	—
Rurociągi w obrebie turbiny	30	—
Pompy kondensatu i wody chłodzącej	5	—
Generator z instalacją chłodzącą	5	—
Próby	5	—
Rurociągi główne w maszynowni	100	—
Rurociągi wysokiego ciśnienia	30	—
Rurociągi niskiego ciśnienia i wydmuchowe	15	—
Rurociągi kondensatu, odwadniające, pożarowe itp.	20	—
Próba wodna rurociągów i próba pomp	10	—
Rurociągi wody chłodzącej w maszynowni	25	5
Aparatura kontrolno-pomiarowa, turbiny	100	35

Dotychczas personel kierownictwa budowy bardzo wiele czasu musiał poświęcać na rozpracowywanie otrzymywanej dokumentacji (np. wyciągi materiałowe, specyfikacje, harmonogramy różnego rodzaju, opracowania technologiczne, zapotrzebowanie sprzętu, narzędzi, ludzi itp.). Jeżeli prace te wykonane zostaną przez biuro projektowania organizacji robót, kierownictwo budowy będzie mogło skoncentrować swe wysiłki na koordynacji robót, na właściwym wykorzystaniu sprzętu, pracowników, materiału, na ogólnym przyspieszaniu tempa robót, na jakości wykonawstwa itp. Do-

Tablica 3

Średnia wydajność spawacza przy spawaniu rurociągów wysokoprężnych
(według danych radzieckich)

Sposób spawania	Ilość wykonanych spawów w ciągu 8-godzinnego dnia pracy przy wymiarach rur (w mm)					
	Ø39×4	Ø76×6	Ø108×9	Ø133×13	Ø219×21	Ø273×26
elektryczny	28 ÷ 32	18 ÷ 20	7 ÷ 9	5 ÷ 6	2,3 ÷ 3	1,5 ÷ 1,6
autogeniczny	25 ÷ 30	16 ÷ 18	—	—	—	—

piero takie warunki pracy umożliwią szybsze, tańsze i lepsze budowanie naszych siłowni.

Przygotowanie do uruchomienia i próby techniczne

Najtrudniejszy i bodaj najważniejszy na budowie jest okres przedrozruchowy oraz rozruchowy urządzeń. Cały wysiłek należy wtedy skoncentrować na robotach limitujących próby techniczne elementów i zespołów (np. kocioł, turbina, zmiekczalnia wody). Należy wykończyć wszystkie roboty przy poszczególnych urządzeniach oraz połączeniowe rurociągi odwadniające i odpowietrzające. Do prób technicznych różnych urządzeń potrzebna jest energia elektryczna i silniki gotowe do uruchomienia. Wyłania się więc na pierwszy plan zagadnienie odpowiedniego skoordynowania robót elektrycznych z mechanicznymi, aby można było przeprowadzać próby techniczne zgodnie z harmonogramem. Próby techniczne obejmują próby wodne urządzeń oraz rurociągów, próby biegu jałowego urządzeń wirujących, jak np. pomp, wentylatorów. W czasie tych prób ujawniają się braki i wady montażu oraz ewentualne usterki materiałowe lub dostarczonych urządzeń. Z tego też powodu trudno jest ściśle przewidzieć czas trwania prób. Każde przedsięwzięcie budowy powinno dążyć do wcześniejszego — niż przewidziano w harmonogramie — rozpoczęcia prób technicznych i skrócenia terminu montażu, aby zapewnić sobie rezerwę czasu na usunięcie różnych nieuniknionych usterek.

Próby techniczne należy przeprowadzać na podstawie osobnej dokumentacji, tj. harmonogramów prób ściśle sprecyzowanych, schematów oraz instrukcji dla prób i rozruchu. Próby techniczne urządzeń (specjalnie wirujących) można przeprowadzić dopiero po komisyjnym stwierdzeniu, że urządzenia są gotowe do prób.

Po próbach spisuje się protokół, załączając wyniki niektórych pomiarów i innych danych dokumentacyjnych.

Na podstawie prób technicznych stwierdza się, że montaż urządzenia został prawidłowo wykonany oraz że można przystąpić do rozruchu.

Rozruch i przekazanie do eksploatacji

Rozruch jest w zasadzie końcowym etapem montażu całego urządzenia. Właściwy rozruch poza próbami technicznymi poprzedzają np. takie prace, jak

płukanie i przedmuchiwanie rurociągów, suszenie obmurza kotła, wygotowanie kotła, suszenie uzwojeń silników, generatora itp.

Rozruch zespołów elektrowni przeprowadza się według osobnych harmonogramów, instrukcji obowiązujących w eksploatacji elektrowni itp. Rozruch powinien w zasadzie prowadzić przyszły personel eksploatacyjny elektrowni. W czasie rozruchu usuwane są ujawnione usterki montażu oraz regulowane urządzenia, co zapewni bezpieczne prowadzenie ruchu. Rozruchem powinny być objęte wszystkie gotowe do pracy części zespołu, a ruch należy prowadzić przy maksymalnych lub możliwych do uzyskania parametrach. Zespół przekazuje się inwestorowi do eksploatacji wstępnej po bezawaryjnym ruchu przez określony okres czasu. W czasie eksploatacji wstępnej usuwa się resztę usterek, ostatecznie reguluje urządzenia i aparaturę, umożliwiając właściwą i ekonomiczną eksploatację elektrowni. Dopiero wówczas następuje przejście urządzenia do eksploatacji właściwej.

Wnioski

1. Należy dążyć do wyszkolenia i specjalizacji kadr fachowców w dziedzinie budowy elektrowni.
2. Roboty montażowe można rozpoczynać dopiero po należytym przygotowaniu i po wykonaniu pewnego minimum robót budowlanych.
3. Baczna uwagę należy zwrócić na prawidłową organizację składowisk i dostawy części zespołów oraz materiałów do montażu.
4. Jedynie zorganizowana i systematyczna kontrola jakości wykonawstwa montażowego oraz odbiory robót zapewnią pełną i właściwą zdolność produkcyjną elektrowni.
5. W czasie trwania robót należy opracowywać na bieżąco dokumentację wykonawczą.

Literatura

1. Zajdel W. A. — Montaż kotłownego oborudowania, 1953.
2. Bannik W. P. i Słuczajew M. A. — Montaż parowych turbin, 1951.
3. Wielichow P. — Montaż konstrukcji stalowych, 1952.
4. Geffenbeim W. — Takelaz i gruzopodjemnyje sorużenija pri montażu ciepłosiłowego oborudowania, 1949.
5. Sprawocznik po montażu ciepłomechanicznego oborudowania, 1953.
6. Drobot Jan — Nowoczesna organizacja i technika budowy wielkich elektrowni ciepłych „Energetyka” 1950, zeszyt 1/2, str. 35.
7. Elektrieskije Stancii, roczniki 1949, 50, 51, 52.

621.226.2.004.5

Kontrola zasolenia łopatek turbin parowych

Przy niedostatecznie czystej parze, dopływającej z kotłów do turbin, powstaje osad soli na ściankach dysz, na łopatkach kierowniczych i wirujących oraz na zaworach turbin. Osady te składają się niemal wyłącznie z soli rozpuszczalnych w wodzie. Tylko w turbinach wysokoprężnych na łopatkach, pracujących w obszarze pary wilgotnej tworzą się nierozpuszczalne w wodzie naloty zawierające krzemionkę (SiO_2).

Zasolenie łopatek, przy niezmiennych parametrach pary dolotowej i przy ustalonym położeniu zaworów

regulacyjnych, zmniejsza przełyk pary przez turbinę, pogarsza sprawność jej części przepływowej i wskutek tego obniża moc oddaną.

Wykonane przez Wszechzwiązkowy Instytut Techniczny ZSRR badania turbiny przeciwprężnej (czołowej) typu WR-24, zasilanej parą o parametrach 125 ata i 485 °C, (firmy Metro-Vickers) wykazały, że przy wzroście ciśnienia w kontrolowanym stopniu turbiny o 1 at (z 55 do 56 ata) wewnętrzna sprawność turbiny obniżyła się o 1 %. Do chwili przeprowadzenia przemycia systemu łopatkowego przy obciąż-

zeniu zbliżonym do znamionowej sprawność tej turbiny uległa obniżeniu o 4 %.

Zasolenie turbin akcyjnych stwarza niebezpieczeństwo przeciążenia tarcz i silnie zanieczyszczonych łopatek wirujących ostatnich stopni, w turbinach reakcyjnych natomiast łopatek wirujących i kierowniczych, gdyż w stopniach tych następuje zwiększenie spadku ciśnienia i ciepłota pary wodnej.

Przy zasolonych kierownicach i łopatkach ostatnich stopni największa możliwość awarii występuje przy maksymalnym przepływie pary.

Przeciążenie łopatek wirujących stopni reakcyjnych jest specjalnie groźne, gdyż ułamanie jednej takiej łopatki może łatwo spowodować zniszczenie dużej ilości łopatek roboczych i kierowniczych.

Zasolenie łopatek wpływa również na wzrost ciśnienia osiowego turbiny, co może doprowadzić do wytopienia segmentów łożyska oporowego. Niebezpieczeństwo to jest większe w wysokoprężnych turbinach akcyjnych niż w turbinach reakcyjnych, gdyż w turbinach akcyjnych ciśnienie osiowe działa na większą powierzchnię tarcz, w reakcyjnych zaś działa tylko na pierścieniową powierzchnię łopatek. W turbinach promieniowych zasolenie łopatek zagraża pewności ruchu w taki sam sposób jak w wypadku turbin osiowych.

Jeśli istnieje możliwość zasolenia turbiny, należy zorganizować kontrolę powstawania osadów przez pomiar ciśnienia pary w stopniach turbiny (ciśnienie pary przed poszczególnymi stopniami wzrasta proporcjonalnie do stopnia ich zanieczyszczenia). W okresie głównego remontu turbiny należy więc stwierdzić, w których stopniach tworzą się osady soli, jaka jest intensywność przebiegu tego zjawiska, jaki jest skład chemiczny osadów i czy są one rozpuszczalne w wodzie. W tym celu należy pobrać próbki osadów z łopatek poszczególnych stopni turbiny i poddać je analizie chemicznej.

Systematyczną kontrolę ciśnienia należy prowadzić przynajmniej w dwóch stopniach turbiny. W stopniach tych należy zmierzyć ciśnienie po dokładnym oczyszczeniu przepływowej części turbiny, przy znamionowych parametrach pary dolotowej i przy najczęściej w praktyce występujących natężeniach przepływu.

Ciśnienia w kontrolowanych stopniach, parametry pary dolotowej, całkowite zużycie pary i obciążenie turbiny należy notować codziennie w książce kontrolnej, obejmującej następujące pozycje:

1. data i godzina zapisu,
2. ilość pary dolotowej w t/h,
3. ilość pary przepływającej przez część niskoprężną (za upustem regulowanym) w t/h,
4. ciśnienie pary dolotowej w atn,
5. temperatura pary dolotowej w °C,
6. ciśnienie pary w upuście regulowanym w atn,
7. ciśnienie pary odlotowej w atn,
8. ciśnienie pary w kontrolowanym stopniu nr 1 w atn,
9. ciśnienie pary w kontrolowanym stopniu nr 2 w atn,
10. względny przyrost ciśnienia pary w kontrolowanym stopniu nr 1 w %,
11. względny przyrost ciśnienia pary w kontrolowanym stopniu nr 2 w %.

Na podstawie tych danych ustala się terminy przemowywania turbiny.

Ciśnieniem kontrolowanym może być ciśnienie pary w komorze stopnia regulacyjnego, w komorze przeciążeniowej (przy regulacji obwodowej), w komorach upustów regeneracyjnych i w komorach zaworami upustowymi turbin z regulowanymi poborami pary (jeśli osady tworzą się w części niskoprężnej turbiny za upustem regulowanym).

Właściwa kontrola wysokości ciśnienia wymaga wyboru przynajmniej dwóch komór. Zazwyczaj mierzy się ciśnienia w komorze stopnia regulacyjnego oraz w komorze niskoprężnego upustu regeneracyjnego.

W odniesieniu do jednostek budowanych w Związku Radzieckim wielkości ciśnień pary w poszczególnych stopniach turbiny czystej oraz wielkości dopuszczalnych ciśnień pary przy znamionowym obciążeniu i przy znamionowych parametrach pary dolotowej powinny być podawane przez wytwórnię turbin. Dla turbin zagranicznych należy określić te wielkości na podstawie pomiarów eksploatacyjnych.

Zależność ciśnień pary w poszczególnych stopniach kontrolowanych od obciążenia turbiny najwygodniej jest przedstawiać wykreślnie w postaci krzywych. Na poziomej współrzędnej wykresu podaje się całkowite zużycie pary przez turbinę w t/h, a na pionowej — ciśnienia pary w kontrolowanych stopniach w kg/cm².

Stopień zasolenia łopatek określa względny przyrost ciśnienia pary p w każdym stopniu kontrolowanym, obliczony z równania

$$\Delta p = \frac{p_{kz} - p_{kcz}}{p_{kcz}} \cdot 100 \%$$

gdzie

p_{kz} — ciśnienie w kontrolowanym stopniu przy zasolonej turbinie,

p_{kcz} — ciśnienie w kontrolowanym stopniu przy czystej turbinie i przy tym samym co poprzednio natężeniu przepływu pary.

Czas pracy turbiny z zasolonymi łopatkami powinien być ograniczony wyłącznie do chwili osiągnięcia w stopniu kontrolowanym ustalonej wartości granicznej ciśnienia, gdyż dalszy ruch w tych warunkach zagraża bezpieczeństwu pracy turbiny.

Zarząd Techniki Ministerstwa Elektrowni ZSRR ustalił następujące graniczne wartości względnego wzrostu ciśnienia w stopniach kontrolnych:

dla turbin akcyjnych o ciśnieniu dolotowym do 30 ata — 15 %,

dla turbin akcyjnych o ciśnieniu dolotowym powyżej 30 ata — 5 %,

dla turbin reakcyjnych o ciśnieniu dolotowym do 30 ata — 20 %,

dla turbin reakcyjnych o ciśnieniu dolotowym powyżej 30 ata — 10 %.

Przekroczenie tych wartości jest niedopuszczalne również przy obciążeniach turbiny niższych od znamionowego.

Jeżeli wskutek zasolenia łopatek ilość pary pobieranej przez turbinę uległa zmniejszeniu, to nie wolno zmieniać nastawienia zaworów regulacyjnych lub zwiększać ciśnienia pary dolotowej w celu podwyższenia

nia mocy osiągalnej turbiny. Stopień głównych zaworów dolotowych i przeciążeniowych powinien odpowiadać znamionowej ilości pary pobieranej przez czystą turbinę.

Jeżeli ciśnienia pary w stopniach kontrolowanych osiągną graniczne wielkości, to konieczne jest prze-

mycie turbiny parą wilgotną lub usunięcie osadów soli innymi sposobami.

Źródło: inż. G.N. Nikitin — Kontrola za zanosom soljami łopatek parowych turbin (Energietik Nr 8/1954, s. 22).

Przełożył inż. Tadeusz Frank

621.187.128

Oznaczanie fosforanów w wodzie zawierającej krzemionkę odczynnikami VM przy użyciu kolorymetru

Inż. Tadeusz Hapka

Nazwa metody VM pochodzi od stosowanego odczynnika, składającego się między innymi z wanadynianu i molibdenianu. Daje on w obecności jonów fosforanowych intensywne żółte zabarwienie. Metoda VM jest jedną z wielu metod kolorymetrycznych, które służą do oznaczania fosforanów w wodzie kotłowej. Większość tych metod opiera się na określeniu zależności intensywności niebieskiego zabarwienia zredukowanego kompleksu fosforo-molibdenianowego od stężenia fosforanu w wodzie. Jako środków redukujących używa się cynfolii, chlorku cynowego, hydrochinonu, metolu i benzydyny.

Podobnie zabarwione kompleksy, zredukowane niebieskie i niezredukowane żółte, tworzy z kwasem molibdenowym znajdująca się w wodzie krzemionka jonowa. W tych warunkach oznaczenie fosforanów w roztworze wodnym, zawierającym również krzemiany natrafiało na trudności.

Ponieważ w praktyce energetycznej oznacza się małe ilości fosforanów przy obecności dużych zawartości krzemionki (do 40 lub więcej mg SiO_2/l), przeto metody używane do oznaczania fosforanów w wodzie powinny być mało wrażliwe na obecność krzemionki.

Według literatury warunek ten spełnia metoda: Splittgerbera z cynfolią (1; 2), metolowa Zimmermana (2), Hedricha (2) i benzydynowa Demberga (3).

Mimo swych zalet wymienione metody redukcyjne są skomplikowane i czułe na jakość odczynników. W poszukiwaniu prostej i niezawodnej metody do oznaczania fosforanów w wodach kotłowych przystosowano w Zakładzie Badań i Pomiarów „Energopomiar” metodę VM dla celów energetycznych.

Metodę VM wanadyniano-molibdenianową wprowadził po raz pierwszy Misson (4) przed pierwszą wojną światową do kolorymetrycznego oznaczania zawartości fosforu w stali. Następnie nad metodą tą pracowali Kitson i Mellon (4), a ostatnio S. Gecke i B. Kurmies (4). Autor oparł się w swoich oznaczeniach na publikacji Gecke i Kurmiesa. W metodzie tej wykorzystuje się żółte zabarwienie o pomarańczowym odcieniu, powstające po dodaniu roztworu wanadynianu, molibdenianu amonowego i rozcieńczonego kwasu azotowego do roztworu ortofosforanu. Pyrofosforany nie dają zabarwienia z odczynnikami VM; zamieniają się na orto-fosforany przez gotowanie z HNO_3 .

S. Gecke i B. Kurmies (4) postępowali według następującej metody:

„Do 100 ml-owej kolby miarowej odmierza się objętość neutralnego lub słabo kwaśnego roztworu fosforanu, zawierającą $0,25 \pm 6,0$ mg P_2O_5 . Następnie dodaje się 30 ml odczynnika VM, dopełnia się wodą i miesza. Już po 5 minutach można mierzyć na kolorymetrze zabarwienie roztworu.

Odczynnik VM składał się z: 1. rozcieńczonego 1 : 2 HNO_3 , 2. 0,50 % roztworu NH_4VO_3 , który zawierał na 1 l 20 ml stężonego HNO_3 i 3. z 5 % roztworu $(\text{NH}_4)_2\text{MO}_4$.

Dla otrzymania odczynnika VM zmieszano równe objętości tych roztworów w powyższym porządku. Autorzy stwierdzają, że 10 ml nHCl , nH_2SO_4 , nCH_3COOH i nCCl_3COOH nie mają wpływu na powstawanie barwy; 5 ml 2 % kwasu cytrynowego i 2 ml n kwasu szczawiowego wpływa na wywołane zabarwienie, a 5 ml $\text{n}(\text{COOH})_2$ wstrzymuje całkowicie powstawanie zabarwienia. Hamująco także według autorów działa na tworzenie się barwy obecność fluoru (od 20 mg).

SO_4^{2-} przeszkadza w stężeniu powyżej 200 mg, żelazo zaś powyżej 10 mg. Nadtlenek wodoru daje brunatne zabarwienie z wanadynianem i z tego powodu powinno się usunąć go z roztworu przed oznaczeniem.

Odczynnik VM reaguje z SiO_2 tak samo jak z zawartym w roztworze P_2O_5 , dając podobnie żółte zabarwienie. Reakcja przebiega jednak wolniej niż z P_2O_5 . Ponieważ krzemionka w ilości większej niż 1 mg powoduje błąd rosnący z czasem reakcji, przeto autorzy radzą oddzielić ją przed przystąpieniem do oznaczenia.

Za cel postawiono sobie zbadanie wpływu krzemionki i czasu na oznaczenia P_2O_5 w granicach $1 \div 60$ mg/l P_2O_5 . Ponieważ oznaczenia miały być przeprowadzane na roztworach o znanych zawartościach P_2O_5 i SiO_2 , przeto sporządzono roztwory podstawowe.

Do przyrządzania roztworów P_2O_5 użyto Na_3PO_4 Merck'a, wysuszonego w ciągu 1 godz. 45 min. przy temperaturze $105 \pm 113^\circ\text{C}$.

Przygotowano roztwór podstawowy. Zawartość P_2O_5 określono wagowo według B. Schmitza (6). Roztwór zawierał około 10 mg $\text{P}_2\text{O}_5/\text{ml}$. Do przygotowania roztworów o znanej zawartości fosforanu rozcieńczano roztwór podstawowy stokrotnie i odmierzano, dopełniając objętość do 50 ml 0,5; 1,5; 2,5; 3,75; 5,0; 10,0; 20,0; 30,0 ml stokrotnie rozcieńczonego roztworu podstawowego. W ten sposób otrzy-

mano po 50 ml roztworów zawierających około 1; 3; 5; 7,5; 10; 20; 40 i 60 mg P_2O_5/l .

Do sporządzania roztworu krzemianu użyto SiO_2 strąconego, prażonego do stałej wagi w temperaturze 850 °C. Odważoną ilość krzemionki mieszało z dziesięciokrotną ilością mieszaniny do stapiań (K_2CO_3 i Na_2CO_3 1 : 1) i stopiono w tyglu platynowym.

Stop rozpuszczono w wodzie destylowanej i przesączono przez twardy sączek ilościowy. Osad przemyto gorącą wodą do zaniku reakcji zasadowej. Osad z sączkiem wysuszono i wyprażono w temperaturze 840 °C. Przy obliczeniu odjęto wagę osadu od wagi stopionej krzemionki.

Przygotowano roztwór podstawowy SiO_2 o zawartości około 50 mg SiO_2/ml .

Przez rozcieńczenie uzyskano roztwory o zawartości 1 mg SiO_2/ml . Do oznaczeń sporządzono roztwory zawierające w 50 ml 0,25; 0,5; 1,0; 2,0; 3,0 ml roztworu podstawowego odpowiadające około 5; 10; 20; 40 i 60 mg SiO_2/l .

Odczynnik VM przyrządzono w następujący sposób:

1. 166,6 ml HNO_3 , c. wł. 1,4 rozcieńczono wodą destylowaną do 500 ml;
2. 1,25 g NH_4VO_3 rozpuszczono w 250 ml wody destylowanej o temperaturze 50 °C, po ochłodzeniu dodano 10 ml HNO_3 c. wł. 1,4 i uzupełniono do 500 ml;
3. 25 g $(NH_4)_2MO_4$ rozpuszczono w 400 ml gorącej wody destylowanej i po ochłodzeniu uzupełniono do 500 ml.

Następnie roztwory te mieszało w powyższej kolejności w stosunku 1 : 1 : 1.

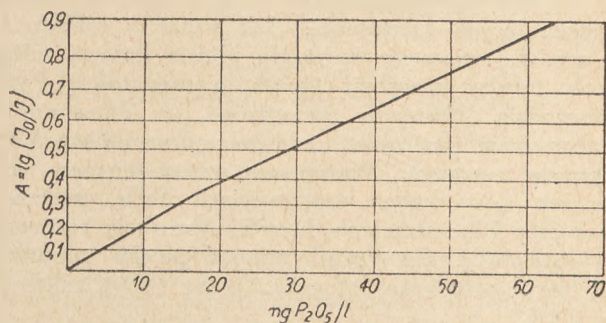
Do badań używano kolorymetru Visomat KWT należącego do typu fotokolorymetrów zaopatrzonych w dwie fotokomórki. Przy mierzeniu intensywności zabarwienia roztworów za pomocą tego przyrządu używa się dwóch kiwetek. W tej pracy posługiwano się kiwetką o objętości 52 ml i warstwą roztworu o grubości 2 cm. Za pomocą przesłony zwiększa się ilość światła przechodzącego przez ślepą próbę i w ten sposób eliminuje jej barwę z odczytu względem wody destylowanej. Jeżeli w drugiej kiwetce znajduje się roztwór o barwie silniejszej od barwy roztworu ślepej próby, to następuje wychylenie galwanometru, które usuwamy, przesuwając źródło światła i zarazem wskaźnik skali bliżej kiwetki z roztworem badanym.

Ponieważ badany roztwór ma barwę żółtą, przeto użyto filtrów niebieskich (350 ÷ 500 nm) i fotokomórek czułych na światło niebieskie. Wyniki odczytuje się na skali absorpcji ($A = \log \frac{J}{J_0}$, gdzie A — absorpcja, J_0 — natężenie światła padającego, J — natężenie światła po przejściu przez roztwór).

Pomiar rozpoczyna się od nastawienia przyrządu na punkt zerowy. Z kolei napełnia się kiwetkę około 50 ml wody destylowanej i umieszcza się w otworze przy lewej fotokomórce. Do drugiej kiwetki dodaje się 34,5 ml wody destylowanej, wkłada ją do otworu obok prawej fotokomórki i dodaje pipetą 11,5 ml odczynnika VM. Roztwór miesza się przecikiem szklanym. Wskaźnik skali i strzałkę galwanometru ustawia się na punkcie zerowym w ciągu 1 minuty od dodania odczynnika VM. Nastawienie przyrządu na

zero powtarza się po 30 minutach pracy kolorymetru.

Jeżeli badana woda jest alkaliczna, to przed przystąpieniem do właściwego oznaczenia, dodaje się do 50 ml próbki 1 ÷ 3 krople fenoltaleiny, neutralizuje się 0,1 n HNO_3 i uzupełnia wodą destylowaną do 75 ml. Po wymieszaniu odmierza się 34,5 ml roz-

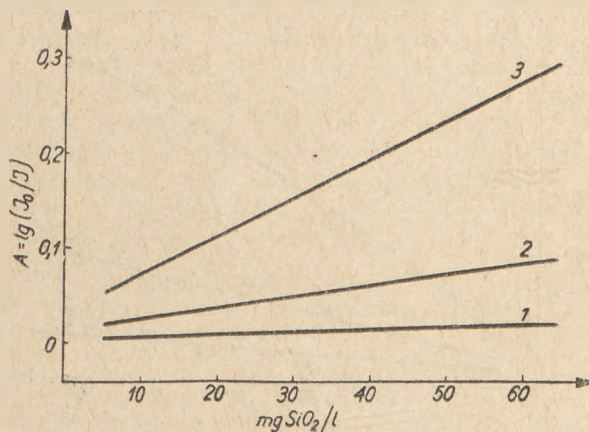


Rys. 1. Krzywa absorpcji roztworów fosforanu po dodaniu odczynnika VM

Tablica 1

Absorbcje roztworów o zawartości 1 ÷ 60 mg P_2O_5/l po dodaniu odczynnika VM

P_2O_5 mg/l	Czas reakcji w minutach							
	1	2	3	4	5	10	20	30
0,97	0,02	0,02	0,025	0,025	0,025	0,03	0,04	0,05
1,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,025	0,03	0,03	0,035
2,89	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,075	0,08
3,05	0,065	0,065	0,065	0,065	0,065	0,07	0,075	0,08
4,82	0,105	0,105	0,11	0,11	0,11	0,115	0,12	0,125
5,08	0,105	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,115	0,12
7,24	0,145	0,15	0,15	0,16	0,15	0,155	0,16	0,17
7,62	0,155	0,155	0,155	0,155	0,155	0,16	0,16	0,165
7,62	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	—
9,65	0,185	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,20	0,205
10,16	0,205	0,205	0,205	0,205	0,205	0,21	0,215	0,215
19,29	0,35	0,35	0,35	—	0,355	0,355	0,36	0,365
20,32	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,385
38,59	0,615	0,615	0,615	0,615	0,615	0,62	0,62	0,625
40,64	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,655	0,655
57,88	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,845	0,845
60,96	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,895	0,895	0,895



Rys. 2. Krzywe absorpcji roztworów krzemianu po dodaniu odczynnika VM

1 — po 1 minucie; 2 — po 5 minutach; 3 — po 30 minutach

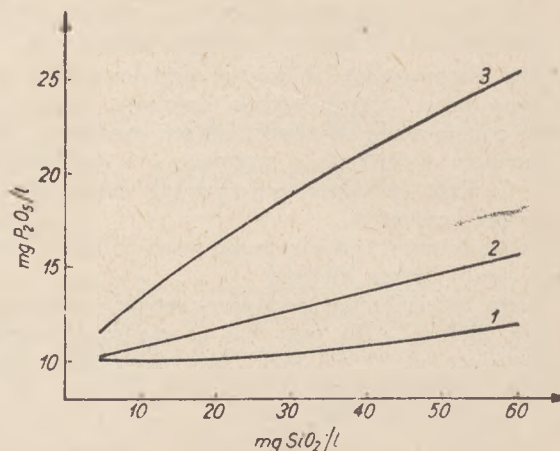
tworu do prawej kiwetki. Kiwetkę umieszcza się w otworze przyrządu. Następnie dodaje się pipetą 11,5 ml odczynnika VM i miesza. Odczyty wykonuje się, mierząc czas od chwili dodania całej objętości czynnika VM.

Praca ta polegała na mierzeniu w okresie od 1 ÷ 30 minut absorpcji roztworów o zawartości 1 ÷ 60 mg P_2O_5/l i 5 ÷ 60 mg SiO_2/l .

Najpierw przystąpiono do badania roztworów nie zawierających krzemionki. Jak widać z tablicy 1 i rys. 1, oznaczenie wykazało prawie liniową zależność między absorpcją światła a zawartością P_2O_5 w wodzie. Następnie stwierdzono, że intensywność zabarwienia roztworów, zadanych odczynnikiem VM, wzrasta z czasem. Procentowo wzrost ten jest największy przy małych zawartościach P_2O_5 , znikomy zaś przy koncentracjach dużych. Absorpcja roztworu o stężeniu 1 mg P_2O_5/l wzrasta po 30 minutach o 100 %, o stężeniu natomiast 60 mg P_2O_5/l zaledwie o 0,8 %.

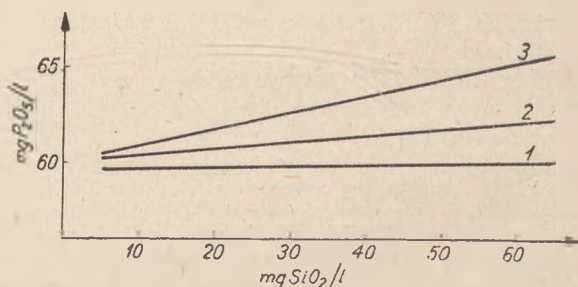
Odczynnik VM daje również reakcję barwną z zawartą w wodzie jonową krzemionką. Reakcja ta prze-

biega jednak wolniej niż z P_2O_5 , na tyle jednak szybko, że powoduje poważne błędy w oznaczaniu zwłaszcza małych ilości fosforanów w wodzie przy obecności dużych stężeń krzemionki.



Rys. 4. Krzywe absorpcji po przeliczeniu na mg P_2O_5/l roztworów zawierających 10 mg P_2O_5/l i 5 ÷ 60 mg SiO_2/l

1 — po 1 minucie; 2 — po 5 minutach; 3 — po 30 minutach



Rys. 5. Krzywe absorpcji po przeliczeniu na mg P_2O_5/l roztworów zawierających 60 mg P_2O_5/l i 5 ÷ 60 mg SiO_2/l

1 — po 1 minucie; 2 — po 5 minutach; 3 — po 30 minutach

Na rys. 2 podano zależność intensywności zabarwienia po dodaniu odczynnika VM do roztworu wodnego krzemianów, od czasu reakcji.

Najmniejszą, prawie stałą absorpcję wykazały roztwory po 1-minutowym okresie reakcji.

W tablicy 2 i 3 podano absorpcje dwóch krańcowych koncentracji P_2O_5 przy tych samych stężeniach SiO_2 (rys. 3 i 5). Z tablic tych wynika, jak wzrastająca zawartość P_2O_5 powoduje zmniejszenie udziału krzemionki w reakcji barwnej.

Mierząc absorpcję po dodaniu odczynnika VM do kiwetki przyjęto czas reakcji równy jednej minucie. Można wtedy pominąć wpływ rozpuszczonych krzemianów, gdy stężenie ich jest mniejsze od 10 mg SiO_2/l . Powyżej tej wartości należy posługiwać się krzywymi wzorcowymi.

Wpływ krzemionki daje się szczególnie zauważyć, gdy w roztworze badanym znajdują się małe ilości fosforanów przy dużej zawartości krzemianów (rys. 3 i 4). Nie posługując się krzywymi wzorcowymi dla obu związków, a opierając się tylko na krzywej samego fosforanu otrzymuje się błędne wyniki. Na

Tablica 2

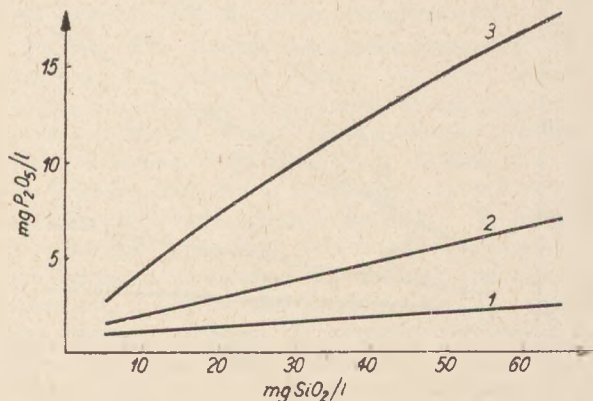
Absorpcje roztworów o zawartości 0,97 mg P_2O_5/l i 5 ÷ 60 mg SiO_2/l po dodaniu odczynnika VM

SiO ₂ mg/l	Czas reakcji w minutach							
	1	2	3	4	5	10	20	30
5,13	0,02	0,02	0,02	0,025	0,025	0,03	0,045	0,06
10,26	0,03	0,03	0,035	0,04	0,04	0,055	0,075	0,095
20,52	0,035	0,04	0,045	0,05	0,055	0,08	0,12	0,15
41,04	0,4	0,055	0,06	0,075	0,085	0,125	0,19	0,23
61,6	0,055	0,08	0,10	0,115	0,13	0,20	0,28	0,33

Tablica 3

Absorpcje roztworów o zawartości 57,9 mg P_2O_5/l i 5 ÷ 60 mg SiO_2/l po dodaniu odczynnika VM

SiO ₂ mg/l	Czas reakcji w minutach							
	1	2	3	4	5	10	20	30
5,13	0,855	0,855	0,855	0,855	0,855	0,855	0,86	0,86
10,26	0,845	0,845	0,85	0,85	0,85	0,85	0,855	0,865
20,52	0,85	0,855	0,855	0,855	0,855	0,86	0,87	0,88
41,04	0,85	0,85	0,855	0,855	0,85	0,865	0,88	0,895
61,6	0,855	0,855	0,86	0,86	0,865	0,88	0,90	0,92



Rys. 3. Krzywe absorpcji po przeliczeniu na mg P_2O_5/l roztworów zawierających 1 mg P_2O_5/l i 5 ÷ 60 mg SiO_2/l

1 — po 1 minucie; 2 — po 5 minutach; 3 — po 30 minutach

przykład przy zawartości fosforanu 1 mg P_2O_5/l i 20 mg SiO_2/l odczytuje się 1,4 mg P_2O_5/l , a w obecności 60 mg SiO_2/l aż 2,3 mg P_2O_5/l .

Metoda nadaje się do szybkiego, seryjnego oznaczania zawartości P_2O_5 .

Literatura

1. Klut-Olszewski — Untersuchung des Wassers an Ort und Stelle, Berlin Springer Verlag 1945, 89

2. J. Bochem — Mitteilungen der VGB, 1952, 19, 140 (1952)
3. W. Demberg — Die Chemie 55, 318 (1942).
4. S. Gericke, B. Kurmies — Fresenius Zeitschrift für analytische Chemie, 137, 15 (1952).
5. H. Reichelt — Vom Rohwasser zum Hochdruckdampf, Verlag von Wilhelm Knapp, Halle (Saale) 1949, 194.
6. F. P. Treadwell — Lehrbuch der analytischen Chemie, II Bd. elfte Auflage, Franz Dentiche, Wien. 369.

621.187.128

Przygotowanie wody wapiennej na zimno czy na gorąco?

Woda wapienna, czyli nasycony roztwór wapna w wodzie, jest jednym z odczynników najczęściej używanych do chemicznej obróbki wody. Przenawia za tym sposobem łatwa dostępność wapna i jego niska cena. Przygotowanie wody wapiennej jest jednak czasem kłopotliwe. Według dotychczasowych poglądów do najbardziej zasadniczych warunków należy przygotowanie jej w możliwie niskiej temperaturze. Warunek ten wynika z własności wapna, które odznacza się nie tylko bardzo małą rozpuszczalnością w wodzie ale i ujemnym współczynnikiem rozpuszczalności, tzn., że rozpuszczalność jego maleje ze wzrostem temperatury. Następstwem tego są w praktyce często duże trudności technologiczne lub niewspółmiernie duże nakłady inwestycyjne. Wskutek niewielkiego stężenia wody wapiennej jej ilość w porównaniu z ilością zmiekczonej wody jest stosunkowo tak znaczna, że wymiary sytników rosną niewspółmiernie a wraz z nimi ilość materiałów do ich wykonania oraz kubatura zajętej przestrzeni. W zakładach, które są rozbudowywane, może to nawet wywołać duże trudności lokalizacyjne. Poza tym znaczna część wody wchodzi do reaktora niepodgrzana, wywołując duży spadek temperatury całej zawartości reaktora; wpływa to niekorzystnie na szybkość dekarbonizacji i koagulację wydzielonych osadów a więc i na wydajność całej instalacji do przygotowania wody oraz na jakość wody zdekarbonizowanej.

Mała rozpuszczalność wapna w wodzie jest przyczyną, że w instalacjach zużywających większe ilości wapna (ponad 10 kg/godz.) rezygnuje się raczej z wody wapiennej i stosuje zawiesinę wapna w wodzie, czyli tzw. mleko wapienne. Ale i ten sposób ma wiele wad, z których wymienić należy np. trudności z dawkowaniem.

W książce W. A. Klaczko i A. A. Kastalskiego: „Oczyszczanie wody dla celów przemysłowych”¹⁾ znajduje się interesująca wzmianka o osiągnięciach techniki radzieckiej w tej dziedzinie. Na podstawie doświadczeń ruchowych wykazano, że zasada przygotowania wody wapiennej na zimno, mimo że jest zgodna z przesłankami teoretycznymi, jest błędna. Przy podwyższeniu bowiem temperatury rozpuszczalność wapna wprawdzie spada i to znacznie, ale w stopniu mniejszym, niż wiskoza wody. Biorąc pod uwagę fakt, że szybkość opadania cząsteczek zawieszonych w wodzie jest odwrotnie proporcjonalna do jej wiskozy, można powiększyć szybkość przepływu wody przez sytnik w stopniu znacznie większym, niż wyni-

kałoby to z konieczności dostarczenia potrzebnej ilości wapna do reaktora. Stosunki ilościowe podano w tablicy 1.

Tablica 1

Rozpuszczalność wapna, wiskoza wody wapiennej i dopuszczalna szybkość wody, wznoszącej się w cylindrycznej części sytnika, w zależności od temperatury

Temperatura w °C	Rozpuszczalność $Ca(OH)_2$ w mg/l ²⁾	Wiskoza wody wapiennej w cP ³⁾	Dopuszczalna prędkość wznoszenia się wody w cylindrycznej części sytnika w mm/sek
10	1750	1,31	0,2
20	1590	1,00	0,26
30	1475	0,80	0,33
50	1240	0,55	0,48
60	1125	0,47	0,56
70	1010	0,41	0,64
80	890	0,36	0,73
90	775	0,32	0,82
100	658	0,28	—

Wykorzystując dane liczbowe z tablicy 1 łatwo można obliczyć, że np. przy wzroście temperatury z 10 °C na 80 °C rozpuszczalność wapna spadnie $1750 : 890 = 1,97$ razy, a wiskoza wody $1,31 : 0,36 = 3,66$ razy. Tyle razy więc można zwiększyć prędkość przepływu wody przez sytnik. Wzrost wydajności sytnika po przeliczeniu na ilość wapna podanego do reaktora będzie oczywiście mniejszy i wyniesie 1,86 razy.

Działanie sytnika wapna przy podwyższonej temperaturze jest więc korzystniejsze i wszędzie tam, gdzie to jest możliwe, należy stosować gorącą wodę do przygotowania wody wapiennej, np. przy metodzie wapno-soda. Sposób ten nie może jednak znaleźć zastosowania np. w wypadkach dekarbonizacji wody do chłodni lub dalszej jej obróbki w wymiennikach jonitowych. Większość jonitów jest — jak wiadomo — nieodporna na podwyższoną temperaturę. Jednakże i tu należałoby sprawę zbadać i pracować w zakresie temperatur najwyższych, dopuszczalnych dla danego wymiennicza.

T. P.

²⁾ Dane zaczerpnięte z cytowanej wyżej książki. W literaturze technicznej podawane są nieco wyższe wartości dla odpowiednich temperatur. Rozbieżność może pochodzić stąd, że liczby podane w tablicy odnoszą się do wielkości uzyskiwanych praktycznie w warunkach ruchowych, liczby natomiast podawane w literaturze technicznej odnoszą się do stanów równowagi, uzyskanych w warunkach statycznych.

³⁾ Wiskozę wody wapiennej przyjęto równą wiskozie samej wody.

¹⁾ W. A. Klaczko, A. A. Kastalski — „Oczyszczanie wody dla promysłennego wodospabżenija“, Strojizdat, 1950

Samosynchronizacja turbogeneratorów

Mgr inż. Władysław Paszek

Zakład Maszyn Elektrycznych Politechniki Śląskiej

Już po odesłaniu do Redakcji artykułu „Możliwości stosowania samosynchronizacji generatorów (Energetyka Nr 4 i 5/1954) ukazał się w Nr 6 (1954) „Elektriceskije Stancii“ artykuł sprawozdawczy z konferencji poświęconej doświadczeniom stosowania samosynchronizacji w ZSRR, która odbyła się w Zarządzie Techniki Ministerstwa Elektrowni ZSRR z końcem 1953 r. Z tego sprawozdania wynika, że na 1. XII. 1953 sposób samosynchronizacji jako normalny sposób przyłączania do sieci (zamiast synchronizacji) stosowano na 87 turbogeneratorach, 56 hydrogeneratorach i 15 synchronicznych kompensatorach, przy czym w okresie rocznym (od 1. X. 1952 do 1. X. 1953) liczba załączeń do sieci wynosiła około 7 000, a na jednym z hydrogeneratorów w okresie ostatnich trzech lat — ponad 2 500.

Dla elektrowni i stacji, w których zastosowanie samosynchronizacji jest możliwe we wszystkich normalnych (i awaryjnych) przypadkach, konferencja zaleciła demontowanie (usuwanie) urządzeń synchronizacji dokładnej.

Jako przeszkodę dla wprowadzania samosynchronizacji w jeszcze szybszym tempie uważa się w ZSRR jedynie ograniczoną liczbę produkowanych do tego celu przekładników. Świadczy to o bogatym już doświadczeniu techniki radzieckiej w tej dziedzinie i dobrych wynikach w eksploatacji.

Niemniej jednak w programie na r. 1954 konferencja zaleciła prowadzenie na tym polu dalszych prac badawczych teoretycznych i doświadczalnych.

Prof. dr Wł. Kołek

Przyłączanie generatorów do pracy równoległej sposobem samosynchronizacji cechuje niezwykła prostota, która w odróżnieniu od automatycznej lub ręcznej synchronizacji wyklucza błędne przyłączenie mogące spowodować katastrofalne skutki dla uzwojenia generatora (duże prądy łączeniowe) i w niektórych wypadkach również dla turbiny (znaczne momenty).

Prądy łączeniowe przy samosynchronizacji są bowiem wielokrotnie mniejsze niż przy błędnej synchronizacji ręcznej lub automatycznej i przy zachowaniu warunków podanych w pracy (L. I) zupełnie nieszkodliwe dla uzwojenia generatora.

Momenta występujące przy samosynchronizacji można podzielić na momenty przejściowe w chwili załączenia oraz na momenty asynchroniczne spowodowane poślizgiem wirnika względem pola wirującego wywołanego prądem stojana o częstotliwości sieci, jeżeli w chwili samosynchronizacji przyłączany generator miał obroty różne od prędkości synchronicznej.

Wielkości przejściowych prądów łączeniowych można ocenić przez analogię do trójfazowego zwarcia generatora wzbudzonego na biegu jałowym, powstałego za reaktancją transformatora blokowego i reaktancją sieci. Momenty natomiast towarzyszące prądom łączeniowym wykazują zasadniczo odmienny charakter i wielkości, niż to zachodzi przy zwarciu trójfazowym generatora wskutek braku prądu wzbudzenia generatora.

Podczas gdy przy zwarcu zgodnie z podstawową fizyczną zasadą analizy prądów zwarcia decyduje zachowanie niezmiennego strumienia w generatorze, a zatem strumienia odpowiadającego napięciu znamionowemu, to przy samosynchronizacji w pierwszej chwili strumień w szczelinie nie powstaje. Wynika stąd, że moment rozwijany przez generator zależny od iloczynu strumienia w szczelinie i prądu stojana równa się w pierwszej chwili samosynchronizacji zero, gdy natomiast przy zwarcu moment ten może

być bardzo duży odpowiednio do iloczynu niezmiennego strumienia i znacznego prądu stojana.

Strumień w szczelinie narasta po załączeniu generatora do sieci dopiero w miarę upływu czasu i to tym wolniej, im lepsze obwody tłumiące posiada wirnik (blok lity, klatka tłumiąca). Tym samym jest oczywiste, że turbogenerator, którego blok lity wirnika posiada niezwykle silne własności tłumiące, wykazuje najwolniejszy proces narastania strumienia a zatem najmniejsze łączeniowe momenty przejściowe. Obliczenia teoretyczne oraz pomiary potwierdzają słuszność powyższych rozważań.

Momenta asynchroniczne, które ustalają się po zaniku momentów przejściowych zależą w pierwszym rzędzie od wielkości poślizgu oraz od tłumiących własności obwodów wirnika. Przebieg charakterystyki średniego momentu asynchronicznego w funkcji poślizgu podobny jest do charakterystyki momentu silnika asynchronicznego. Stromość charakterystyki momentu dla niewielkich poślizgów jest największa dla turbogeneratorów, które ze względu na wpływ bloku litego wirnika można porównać z silnikiem asynchronicznym o bardzo małym oporze czynnym obwodów wirnika, najmniejsza zaś dla hydrogeneratorów bez uzwojeń tłumiących lub hydrogeneratorów zaopatrzonych tylko w podłużną klatkę tłumiącą (umieszczoną w nabiegunkach i niepołączoną między sąsiednimi biegunami). Wskutek tego, że uzwojenie wzbudzenia powoduje niesymetrię elektryczną wirnika, w przebiegach momentów pojawia się periodyczny wpływ położeń wirnika względem osi pola stojana. W przypadku turbogeneratorów wpływ ten jest znacznie zmniejszony przez silny udział bloku litego wirnika w całkowitym przepływie wirnika.

Powyższe rozważania potwierdzone przez wiele prób i pomiarów oscylograficznych pozwalają stwierdzić przydatność turbogeneratorów do samosynchronizacji, tym bardziej, że przeważnie pracują one w bloku z transformatorem, co obniża znacznie przejściowe prądy łączeniowe. Należy to tym bardziej podkreślić, gdyż w trakcie wielokrotnych prób samosyn-

chronizacji spotykano się z obawami a nawet czasem z wyraźnym sprzeciwem ze strony nieobznajomionych teoretycznie z tym nowym sposobem przyłączania do pracy równoległej, którzy wyrażali obawy o stan łopatek turbiny wskutek wpływu przejściowych momentów łączeniowych.

Jak okazuje się z rozważań teoretycznych oraz z wyników pomiarów, przy samosynchronizacji turbogeneratorów dominującą rolę odgrywa nie moment przejściowy lecz moment asynchroniczny, który można dowolnie obniżyć, ograniczając wielkość dopuszczalnego poślizgu w chwili przyłączania.

Warto tu ponadto przypomnieć, że przy samosynchronizacji moment pochodzący od generatora działa w bardzo zmniejszonym stopniu na turbinę. Przyjmując w przybliżeniu rozkład GD^2 po połowie na generator i turbinę i poza tym rozkład GD^2 turbiny na wał i koła wirników oraz łopatki, łatwo się przekonać, że nawet przy znacznym momencie generatora działa na łopatki tylko niewielki ułamek rozwijanego momentu. Inaczej jest przy zwarciać sieciowych generatora obciążonego mocą znamionową, w czasie których na łopatki turbiny działa pełny napór pary.

Automatyzacja procesu samosynchronizacji polega w zasadzie na pomiarze poślizgu względem częstotliwości sieci przed załączeniem generatora do pracy równoległej. Ograniczenie poślizgu generatora w chwili samosynchronizacji ma na celu obniżenie czasu trwania zwłoki prądu po załączeniu oraz wielkości i czasu trwania momentu asynchronicznego lub przy tzw. dynamicznej samosynchronizacji hydrogeneratorów załączanych do pracy równoległej przy znacznej nadwyżce momentu turbiny (idącej na przyspieszenie mas zespołu rozruszanego ze stanu spoczynku), wykluczenie przejścia hydrogeneratora poza asynchroniczny moment utyku przy znacznych poślizgach nadsynchronicznych.

Pomiar i kontrolę poślizgu nie wymagającą przy samosynchronizacji wielkiej dokładności, wykonuje się bez porównania prościej niż dokładny pomiar trzech parametrów napięcia, częstotliwości i fazy przy synchronizatorach automatycznych.

Przełącznik kontroli poślizgu stosowany w układach samosynchronizacji generatorów opisany w poprzednich pracach (L. 1) zaopatrzony jest w przełącznik czasowy, którym można dokładnie nastawić wartość maksymalnego dopuszczalnego poślizgu przy samosynchronizacji. W czasie prób samosynchronizacji przewidziano możliwość zastąpienia stosowanego

obecnie przełącznika kontroli poślizgu przełącznikiem prostszej budowy bez członu czasowego, wzorowanym na modelu przełącznika radzieckiego IRCZ. Przełącznik IRCZ jest również przełącznikiem mocowym (podobnie jak stosowany przełącznik RERIII, w którym do jednej cewki przyłączono napięcie sieci a do drugiej napięcie szczytkowe generatora), tylko że posiadającym w odróżnieniu od przełącznika RERIII znacznie zwiększoną bezwładność mechaniczną (przełącznik systemu Ferarissa).

Na układ cewek przełącznika mocowego działu moment

$$M = M_a \sin [(\omega_1 - \omega_2)t + \gamma_a] + M_b \sin [(\omega_1 + \omega_2)t + \gamma_b]$$

gdzie

ω_1, ω_2 — pulsacja napięcia sieci i generatora,

γ_a, γ_b — kąty początkowe.

Amplitudy momentów M_a i M_b są proporcjonalne do prądów obu cewek, a tym samym do iloczynu napięcia sieci i prądu cewki zasilanej napięciem szczytkowym generatora.

Moment składowy M_b posiadający w zakresie pracy przełącznika praktycznie podwójną częstotliwość sieci nie wpływa na wychylenie cewki wskutek jej bezwładności mechanicznej. Moment składowy M_a pulsuje z częstotliwością poślizgu i przy odpowiednio małym poślizgu wychyla cewkę z położenia zerowego, pokonując moment zwrotny sprężyny.

Ruch cewki pod wpływem momentu M_a określony jest równaniem różniczkowym

$$\Theta \frac{d^2\alpha}{dt^2} + D \frac{d\alpha}{dt} + K\alpha = M_a \sin (\beta t + \gamma_a)$$

gdzie

d — kąt wychylenia ruchomej cewki,

Θ — moment bezwładności cewki,

D — tłumienie cewki składające się z tłumienia mechanicznego oraz elektrycznego (ruch w polu magnetycznym),

K — stała sprężyny,

$\omega_1 - \omega_2 = \beta$ — pulsacja poślizgu.

W stanie ustalonym

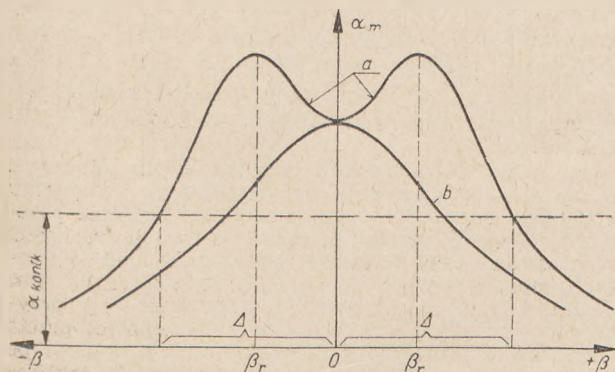
$$\alpha = \frac{M_a \sin (\beta t + \gamma_a - \varphi)}{\sqrt{(K - \Theta\beta^2)^2 + D^2\beta^2}} = a_m \sin (\beta t + \delta)$$

gdzie $\varphi = \arctg \frac{D\beta}{K - \Theta\beta^2}$

Na rys. 1 przedstawiono krzywą α_m amplitud wychylenia cewki w funkcji poślizgu, przy słabym tłumieniu (krzywa a). Pulsacja drgań własnych β_r

$$\beta_r = \sqrt{\frac{K}{\Theta} \left(1 - \frac{1}{2} \cdot \frac{D^2}{K\Theta} \right)}$$

Przez odpowiedni dobór wielkości tłumienia wartość $\beta_r \rightarrow \pm \infty$ i krzywa (b) osiąga maksimum dla poślizgu 0 (maksymalne wychylenie przy synchronizmie). Z ruchomą cewką przełącznika mocowego związane są mechanicznie ruchome kontakty, które przy skrajnych położeniach cewki zwierają nieruchome kontakty, przekazując impuls do innych przełączników. (Dla zwiększenia pewności działania połączono równolegle obie pary nieruchomych kontaktów zwieranych przy skrajnych położeniach ruchomej cewki. Jak wynika z rys. 1, przez odpowiedni dobór parametrów przełącznika można ograniczyć przedział poślizgu zadziałania ($\pm \Delta$) do pożądanej wielkości (przecięcie prostej α_{kontk} odpowiadającej odległości



Rys. 1. Charakterystyka przełącznika poślizgu

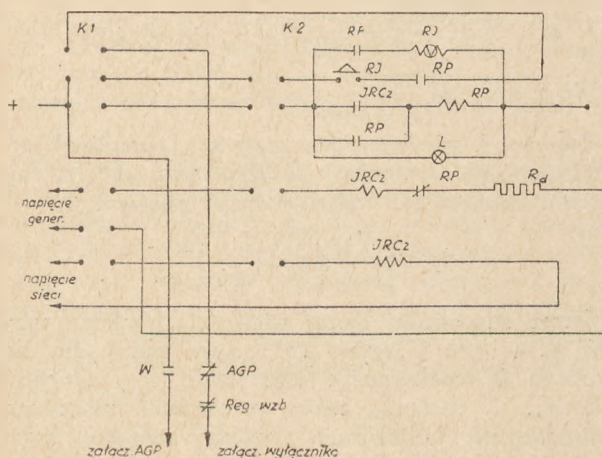
kątowej kontaktów z krzywą amplitud wychylenia cewki przekaźnika α_m).

Przy próbach przeprowadzanych w laboratorium w celu zmiany kształtu krzywej amplitud przekaźnika mocowego o zwiększonej bezwładności zmieniano wielkość tłumienia mechanicznego przez napełnienie olejem a moment bezwładności przez zwiększenie masy części ruchomej przekaźnika.

Mimo znanych dodatnich doświadczeń eksploatacyjnych samosynchronizacji turbogeneratorów w ZSRR, wobec częstego oporu dla tej nowej metody przyłączania na terenie energetyki wynikającego przeważnie z nieznamomości problemu, postanowiono stopniowo i ostrożnie powiększać dopuszczalne poślizgi przy samosynchronizacji i dlatego wyposażono układ przekaźnika kontroli poślizgu o mniejszej bezwładności w dodatkowy człon czasowy. Układ przekaźnika ze zwiększoną bezwładnością nie pozwalał na uzyskanie stosunkowo małych przedziałów poślizgu zadziałania rzędu $0,5 \div 1\%$. (Przecięcie prostej α_{kontk} z krzywą α_m pod małym kątem).

Doświadczenia eksploatacyjne potwierdzają w pełni zadowalającą pracę zastosowanego układu przekaźnikowego. W miarę, gdy na drodze własnych doświadczeń będzie można powiększyć wielkość dopuszczalnych poślizgów dla turbogeneratorów do rzędu 5% , stosowanie prostszego układu przekaźnika kontroli poślizgu o zwiększonej bezwładności i bez członu czasowego może okazać się bardziej wskazane.

Dla hydrogeneratorów, przy których dopuszczalny poślizg w momencie przyłączania jest znacznie większy niż przy turbogeneratorach, możnaby zastosować prostszy nieco przekaźnik kontroli poślizgu bez członu czasowego. Przekaźnik taki da się wykonać np. — jak wyżej wspomniano — przez dodatkowe zwiększenie bezwładności układu cewki ruchomej adaptowanego krajowego przekaźnika mocowego RERIII lub jakiegoś innego.



Rys. 2. Schemat ideowy układu samosynchronizacji

K_1 , K_2 — przełącznik (klucz) samosynchronizacji, RP — przekaźnik pośredniczący, RI — przekaźnik pomocniczy ze zwłocznym odpadem, $IRCz$ — przekaźnik kontroli poślizgu, R_d — opór dodatkowy, L — lampa sygnalizacyjna, AGP — kontakt pomocniczy automatu do gaszenia pola, $Reg. wzb.$ — kontakt pomocniczy na ręcznym regulatorze wzbudzenia, W — kontakt pomocniczy wyłącznika mocy

Odnosnie zastosowania przekaźnika o zwiększonej bezwładności bez członu czasowego również dla turbogeneratorów należy też wspomnieć o bardzo dobrych wynikach pomiarów samosynchronizacji przeprowadzonych ostatnio przez Zakład Maszyn Elektrycznych na turbogeneratorze dostawy radzieckiej firmy „Elektrosila“ o mocy 50 MW. Turbogenerator ten pracujący w bloku na sieć 110 kV przewidziany jest przez dostawcę do przyłączenia metodą samosynchronizacji.

Ideowy schemat zastosowanego układu samosynchronizacji przedstawiono na rys. 2. Element pomiarowy stanowi przekaźnik kontroli poślizgu o zwiększonej bezwładności $IRCz$ 01, którego jedna cewka nieruchoma (prądowa) zasilana jest za pośrednictwem przekładnika napięciem szczytkowym generatora (opornik szeregowy R_d służy do nastawienia prądu cewki odpowiednio do średniego napięcia szczytkowego) a druga cewka nieruchoma (napięciowa) napięciem sieci. Ruchomy bęben aluminiowy wychyla się z położenia równowagi pod działaniem momentu od pola obu cewek, pokonując moment zwrotny sprężyny. Przy skrajnym wychyleniu bębna zwierają się kontakty przekaźnika, które pobudzają przekaźnik pomocniczy RP . Przekaźnik ten załącza przekaźnik RI o zwłocznym odpadzie (zwłoka czasowa przekaźnika RI osiągana jest za pomocą zwoju zwartego na rdzeniu cewki), który dopiero daje impuls na załączenie wyłącznika mocy. W celu zapewnienia niezawodnego załączenia wyłącznika nastawiony czas odpadu przekaźnika RI powinien być większy od czasu własnego wyłącznika.

Załączenie wyłącznika jest blokowane przez kontakt pomocniczy na automacie gaszenia pola AGP oraz przez dodatkowy kontakt na oporniku ręcznej regulacji wzbudzenia generatora, analogicznie jak w układzie przedstawionym w poprzedniej pracy (L.1).

Za pośrednictwem ruchomych kontaktów pomocniczych wyłącznika generatora zostaje załączony ACP po poprzednim załączeniu wyłącznika mocy.

Przed załączeniem wyłącznika mocy przekaźnik pomocniczy RP wyłącza cewkę prądową przekaźnika $IRCz$ zasilaną z przekładników generatora. Tym samym stosowany w układzie opisanym w poprzedniej pracy (L.1) opornik prądowo zależny (żarówka sygnalizująca oprócz tego działanie przekaźnika) połączony szeregowo z cewką prądową przekaźnika kontroli poślizgu jest tutaj zbyteczny.¹⁾

Pomiary charakterystyki przekaźnika o danych znamionowych cewki napięciowej 100 V, cewki prądowej 50 mA i poślizgu zadziałania 1,2 Hz wykazały rozbieżność poślizgu zadziałania od $1,05 \div 1,4$ Hz w zależności od wielkości napięcia zasilania cewki napięciowej przy zmianach napięcia od $80 \div 100$ V.

¹⁾ W układzie radzieckim przy wadliwym załączeniu klucza samosynchronizacji bezpośrednio po wyłączeniu AGP , gdy jeszcze nie zdążyło zaniknąć napięcie generatora, wskutek braku prądu prądowo zależnych oporności w obwodzie cewki prądowej przekaźnika kontroli poślizgu mogą przepalić się oporniki dodatkowe R_d . Ponieważ poza tym w wypadku takiego wadliwego przyłączenia wzrastają znacznie prądy łączeniowe, przeto instrukcja zezwala na samosynchronizację dopiero po poprzednim stwierdzeniu (na woltomierzach tablicowych), że napięcie generatora zanikło.

Zmierzone oscylograficznie wartości łączeniowego prądu podprześciowego wynosiły $3,05 I_{zn}$, a spadek napięcia sieci w momencie przyłączenia osiągnął 10%. Przetężenie oraz spadek napięcia sieci trwały zaledwie 0,15 sek.

Przełącznik kontroli poślizgu zadziałał w warunkach prób każdorazowo przy tym samym praktycznie poślizgu.

Literatura

(L. 1) Prof. Kołek, inż. Kubek, inż. Paszek, inż. Wróblewski — Możliwości stosowania samosynchronizacji generatorów, cz. I, II Energetyka Nr 4 i 5/1954

- (L. 2) Prof. Kołek, inż. Paszek, inż. Kubek — Przyłączanie maszyn synchronicznych do pracy równoległej. Prace Katedry Maszyn Elektr. Pol. Śl., styczeń 1954.
- (L. 3) Prof. Kołek — Przebiegi łączeniowe przy synchronizacji. Elektryka Nr 2, Pol. Śl. 1954.
- (L. 4) Inż. Paszek Wł. — Samosynchronizacja hydrogeneratorów. Elektryka Nr 2, Pol. Śl. 1954.
- (L. 5) Prof. Kołek, inż. Kubek, inż. Paszek — Pomiar możliwości zastosowania samosynchronizacji. Elektryka Nr 2, Pol. Śl. 1954.
- (L. 6) Inż. Paszek Wł. — Praca maszyny synchronicznej przy stałym poślizgu. Elektryka Nr 3, Pol. Śl. 1954.
- (L. 7) Inż. Portnoi, k.n.t. Elkind — Rele różnicy częstot indukcyjnego typu dla samosynchronizacji generatorów. Elektryczestwo Nr 9/1951.

621.311.22.004.64

Cwiczenia przeciwawaryjne w Elektrowni Warszawskiej

Inż. Wilhelm Heller

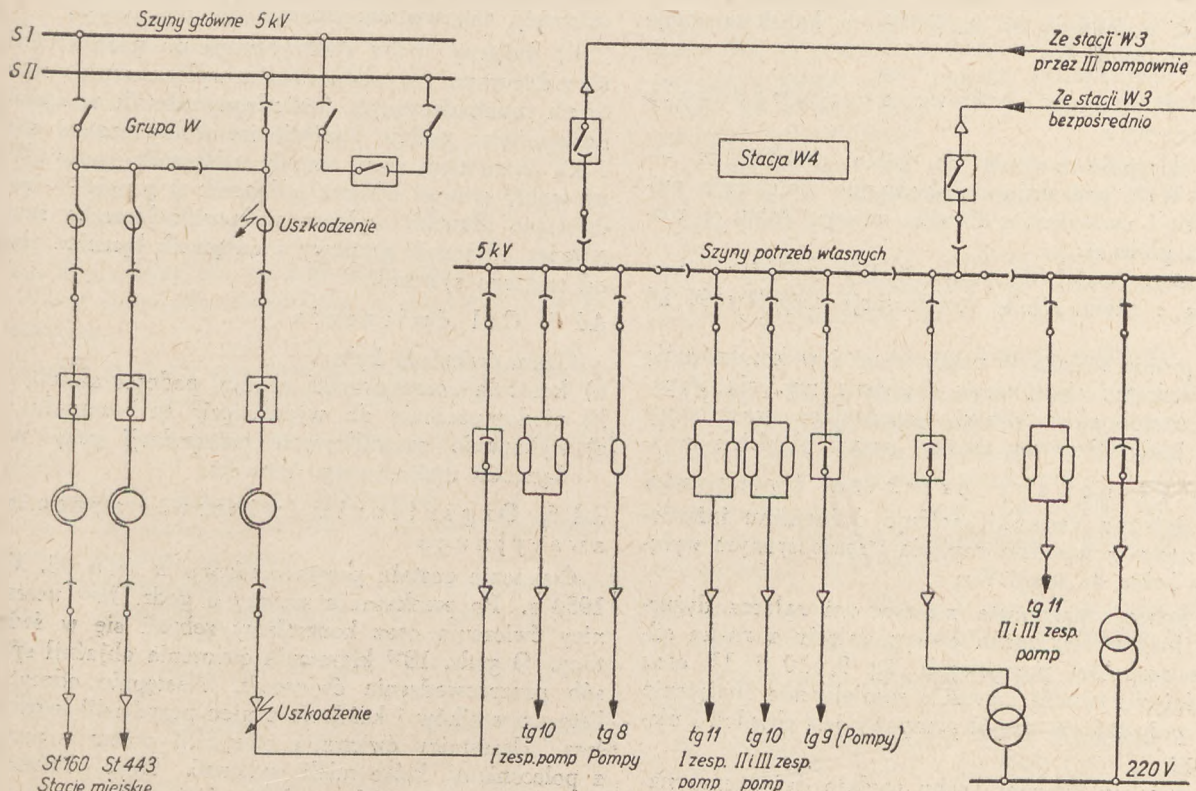
Jedną z zasadniczych form szkolenia personelu eksploatacyjnego są ćwiczenia przeciwawaryjne. Ćwiczenia te przyczyniają się do lepszego poznania urządzeń, do lepszego opanowania przepisów eksploatacji technicznej oraz wykazują stopień operatywności i zaradności personelu. Są one ważnym czynnikiem w zapobieganiu awarii oraz w szybkiej ich likwidacji.

Analiza przeprowadzanych dotychczas ćwiczeń przeciwawaryjnych w elektrowniach i zakładach sieciowych wykazała, że miały one raczej charakter instruktażu niż ćwiczeń przeciwawaryjnych. W związku z powyższym Ministerstwo Energetyki wystąpiło z inicjatywą, aby przeprowadzić w Elektrowni Warszawskiej pokazowe ćwiczenie przeciwawaryjne. Ćwiczenie to zostało przeprowadzone w dniu 25 czerwca

1954 r. w obecności inspektorów eksploatacji wszystkich elektrowni zawodowych.

Sprawne przeprowadzenie ćwiczenia przeciwawaryjnego wymaga należytego przygotowania. Dlatego dla każdego ćwiczenia opracowuje się szczegółowy plan, obejmujący:

1. temat ćwiczenia,
2. układ pracy elektrowni przed rozpoczęciem ćwiczenia,
3. dane wyjściowe do rozpoczęcia ćwiczenia,
4. planowany przebieg ćwiczenia,
5. cel ćwiczenia,
6. organizację ćwiczenia,
7. wykaz osób biorących udział w ćwiczeniu.



Rys. 1. Schemat i połączenie stacji W4 z głównymi szynami

Plan ćwiczenia w Elektrowni Warszawskiej był następujący:

Ad 1. Temat ćwiczenia — Wypadnięcie z ruchu stacji potrzeb własnych maszynowni (stacja W₄) spowodowane uszkodzeniem w rozdzielni końcówki kablowej kabla zasilającego tę stację (rys. 1).

Ad 2. Układ pracy elektrowni przed rozpoczęciem ćwiczenia

a) Stacja W₄ zasilana z rozdzielni 5 kV kablem „Rozdzielnia — stacja W₄“. Kabel znajduje się w rozdzielni w grupie „W“, zawierającej trzy kable z dławikami, przy czym istnieje możliwość odłączenia kabla W₄ z grupy za pomocą odłącznika.

b) Stacja W₄ ma rezerwowe zasilanie ze stacji W₃ bezpośrednim kablem (podział w stacji W₄), ze stacji W₃ kablem przechodzącym przez rozdzielnię zasilającą III pompownię (podział w stacji W₄) oraz ze stacji W₅ — niewidoczniejszej na rys. 1 (podział w stacji W₅).

c) Czynne są następujące turbozespoły:

Tg 8 — pracuje zespół pompowy z napędem parowym, obciążenie turbiny 10 MW,

Tg 9 — pracuje zespół pompowy z napędem elektrycznym w. n., zasilanym z W₄, zespół parowy nieczynny (lecw w rezerwie), obciążenie turbiny 10 MW,

Tg 10 — pracuje zespół pompowy z napędem elektrycznym zasilanym z W₄, zespół parowy nieczynny, obciążenie 20 MW,

Tg 11 — pracuje I zespół jak przy Tg 10, obciążenie 25 MW,

d) czynnych jest 8 kotłów w kotłowni I, 6 w kotłowni II i 3 w kotłowni III.

e) Oświetlenie maszynowni i kondensacji zasilane ze stacji W₄. Część niskiego napięcia stacji W₄ zasilana jest przez transformatory stacji, kabel ze stacji W₃ jest podzielony w stacji W₄, a kabel ze stacji W₅ — w stacji W₅.

Ad 3. Dane wyjściowe do rozpoczęcia ćwiczenia

a) następuje zwarcie na kablu „rozdzielnia — stacja W₄“, powodujące samoczynne wyłączenie wyłącznika i uszkodzenie dławika na tym kablu w rozdzielni głównej;

b) szyny stacji W₄ pozostają bez napięcia — wypadają z ruchu silniki kondensacji zespołów 9, 10 i 11;

c) gaśnie światło w maszynowni i w kondensacji;

d) wskutek chwilowego obniżenia napięcia wypadają samoczynnie silniki napędzające wentylatory ciągu kotła 33 (lewy zwarty, prawy pierścieniowy).

Ad 4. Planowany przebieg ćwiczenia

a) dyżurny nastawni melduje dyżurnemu inżynierowi ruchu o zapadzie napięcia i samoczynnym wyłączeniu kabla do stacji W₄;

b) starszy maszynista maszynowni zgłasza dyżurnemu inżynierowi ruchu o wypadnięciu z ruchu silników zespołów pompowych Tg 9, 10 i 11 oraz o zgaśnięciu światła i prosi o zmniejszenie obciążenia Tg 9, przy którym zespół pompowy jest chwilowo nieczynny;

c) dyżurny inżynier ruchu wydaje dyżurnemu nastawni polecenie zmniejszenia obciążenia Tg 9 do

3 MW i przerzucenia reszty obciążenia na inne turbozespoły i ewentualne zmniejszenie obciążenia całej elektrowni, następnie poleca dyżurnemu ruchu elektrowni i monterowi manipulacyjnemu wysokiego napięcia, aby zbadali kabel W₄ w rozdzielni, a potem samą stację W₄ i ewentualnie zamknęli w tej stacji podziały kabla od strony stacji W₃ i W₅;

d) po zaniku napięcia na szynach stacji W₄ i zastrzymaniu się elektrycznego zespołu pompowego Tg 9 starszy maszynista posyła maszynistę do uruchomienia rezerwowego zespołu parowego i sam obejmuje dyżur przy turbozespole. Uruchomienie odbywa się z braku światła elektrycznego przy świetle latarek ręcznych;

e) dyżurny ruchu elektrycznego wraz z monterem manipulacyjnym stwierdza w rozdzielni uszkodzenie końcówki kablowej i dławika na kablu W₄, melduje o tym dyżurnemu inżynierowi ruchu, a potem kontroluje stację W₄ i ustala, że urządzenia tej stacji są w porządku; wyłączając w stacji wyłącznik na kablu zasilającym sprawdza, czy wyłączniki zespołów kondensacji są wyłączone, a po stwierdzeniu tego załącza w stacji W₄ wyłącznik kabla ze stacji W₃, podając w ten sposób napięcie na szyny stacji W₄;

f) po około 3 minutach od zaniku napięcia starszy maszynista zawiadamia dyżurnego inżyniera ruchu o uruchomieniu parowego zespołu pompowego Tg 9 i prosi o zwiększenie obciążenia maszyny. Starszy maszynista obserwuje próżniomierz i w wypadku nadmiernego spadku próżni wyłącza turbinę przez wybiecie zatrasku;

g) dyżurny kotłowni zawiadamia telefonicznie dyżurnego inżyniera ruchu, że w czasie zapadu napięcia wypadły samoczynnie silniki wentylatorów kotła 33, które zaraz uruchomiono po przymknięciu kłapy kominowej, aby rozruch nastąpił bez obciążenia;

h) dyżurny ruchu elektrycznego po porozumieniu się z dyżurnym inżynierem ruchu wyłącza wraz z monterem manipulacyjnym uszkodzony dławik w sposób następujący: podaje napięcie na wolny system szyn 5 kV łącznikiem szyn, zamyka odłącznik grupy „W“ na wolny system, odłącza odłącznik w grupie — rozdzielając dławiki, wyłącza wyłącznik łącznika szyn, odłącza odłącznik grupowy i odłącznik łącznika szyn od wolnego systemu.

Ad 5. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia była:

- kontrola operatywności obsługi podczas awarii,
- niedopuszczenie do wypadnięcia turbozespołu 9,
- wykonanie prawidłowych manipulacji przy wyłączaniu uszkodzonego dławika.

Ad 6. Organizacja ćwiczenia przeciwwawaryjnego

Ćwiczenie zostało przeprowadzone w dniu 25. VI. 1954 r. Po przekazaniu zmiany o godz. 18⁰⁰ uczestnicy ćwiczenia oraz kontrolerzy zebrali się w świetlicy. O godz. 18¹⁵ kierownik ćwiczenia objaśnił sposób przeprowadzenia ćwiczenia. Następnie odczytał listę uczestników i każdemu z nich przydzielił kontrolera. Uczestnicy ćwiczenia otrzymali potem koperty z poleceniami, które mieli wykonać. Treść polecenia dla każdego stanowiska podano niżej.

Kierownik ćwiczenia przestrzegł uczestników, że przeprowadzane jakiegokolwiek manipulacje przy urządzeniach mają być pozorowane i zwrócić uwagę na zachowanie przepisów bezpieczeństwa pracy. Następnie uczestnicy wraz z kontrolerami udali się na swoje stanowiska i oczekiwali sygnału na rozpoczęcie ćwiczenia. Sygnał ten był podany za pomocą trzykrotnego gwizdu syreny. Wówczas uczestnicy ćwiczenia otworzyli koperty i wykonywali otrzymane polecenia. Stan istniejący urządzeń został oznaczony przez wywieszenie specjalnych tabliczek z napisem: „ĆWICZENIE”. Wszelkie manipulacje pozorowano w ten sposób, że wywieszano tabliczki z napisami zmieniającymi istniejący stan urządzeń stosownie do konieczności likwidacji zakłócenia. Koniec ćwiczenia oznajmiono za pomocą dwukrotnego gwizdu syreny. Potem uczestnicy zebrali się ponownie w świetlicy, gdzie kierownik ćwiczenia przeprowadził analizę ćwiczenia. Kontrolerzy zapisywali czynności ćwiczących, nie udzielając im żadnych wskazówek. Dyżurny inżynier ruchu i dyżurny ruchu elektrycznego zapisali w specjalnym dzienniku wykonane pozornie manipulacje.

Wszyscy uczestnicy przypięli sobie do lewego rękawa kolorową karteczkę z napisem „ćwiczenia”, a kontrolerzy kartkę białą. Rozmowy telefoniczne należało zaczynać od słów na przykład „tu mówi ćwiczący palacz”. Po zakończeniu ćwiczenia spisany został protokół.

Ad 7. Wykaz osób biorących udział w ćwiczeniu awaryjnym

- a) kierownik ćwiczenia,
- b) dyżurny inżynier ruchu,
- c) dyżurny ruchu elektrycznego,
- d) monter manipulacyjny wysokiego napięcia,
- e) dublujący montera manipulacyjnego,
- f) dyżurny nastawni,
- g) młodszy dyżurny nastawni,
- h) starszy maszynista,
- i) maszynista turbozespołu 9,
- j) maszynista kondensacji,
- k) dyżurny kotłowni,
- l) starszy palacz,
- m) palacz

oraz kontrolerzy dla każdego stanowiska.

Treść zleceń dla poszczególnych stanowisk była następująca:

Zlecenie nr 1 na ćwiczenie przeciwawaryjne dla dyżurnego inżyniera i kontrolera

1. Układ pracy elektrowni przed rozpoczęciem ćwiczenia:

a) czynne są następujące turbozespoły:

Tg — 8, obciążenie 10 MW — czynny zespół pompowy z napędem parowym,

Tg — 9 obciążenie 10 MW — czynny zespół pompowy z napędem elektrycznym (zespół parowy w rezerwie),

Tg — 10, obciążenie 20 MW — czynny I zespół pomp,

Tg — 11, obciążenie 25 MW — pracuje I zespół pomp;

b) w kotłowni I pracuje 8 kotłów, w kotłowni II — 6, w kotłowni III — 3 (kocioł 32 w remoncie);

c) stacja W₄ zasilana kablem 5 kV z grupy „W”, zaopatrzonym w odłącznik umożliwiający oddzielenie kabla W₄ od pozostałych kabli w tej grupie (na okres ćwiczenia grupa „W” została przeniesiona w rozdzielni na miejsce grupy „P”). (Zwrócić uwagę na tabliczki ćwiczeniowe);

d) stacja W ma rezerwowe zasilanie ze stacji W₃ (oba kable rozdzielone w stacji W₄), ze stacji W₅ (kable rozdzielone w stacji W₅);

e) w części niskiego napięcia w stacji W₄ kabel niskiego napięcia ze stacji W₃ jest podzielony w stacji W₄, a kabel ze stacji W₅ — w stacji W₅.

2. Dane wyjściowe do rozpoczęcia ćwiczenia

Dyżurny inżynier ruchu znajduje się w swoim pokoju; po otrzymaniu meldunków o zakłóceniu w ruchu od podległego personelu przystępuje do jego likwidacji. Zakłócenie powstało wieczorem. Dyżurny inżynier ruchu zapisuje wykonane manipulacje w specjalnym dzienniku.

Zlecenie Nr 2 na ćwiczenie przeciwawaryjne dla dyżurnego ruchu elektrycznego i dla montera manipulacyjnego wysokiego napięcia

1. Układ pracy elektrowni przed rozpoczęciem ćwiczenia:

a) czynne są następujące turbozespoły

Tg — 8 — czynny zespół pompowy z napędem parowym.

Tg — 9 — czynny zespół pompowy z napędem elektrycznym (zespół z napędem parowym w rezerwie),

Tg — 10 czynny I zespół pompowy.

Tg — 11 czynny I zespół pompowy;

b) stacja W₄ zasilana kablem 5 kV z grupy „W”, zaopatrzonej w odłącznik umożliwiający oddzielenie kabla W₄ od pozostałych kabli w tej grupie (na czas ćwiczenia grupa „W” została przeniesiona w rozdzielni na miejsce grupy „P”). (Zwrócić uwagę na tabliczki ćwiczeniowe);

c) stacja „W₄” ma rezerwowe zasilanie ze stacji W₃ (oba kable rozdzielone w stacji W₄), ze stacji W₅ (kable rozdzielone w stacji W₅);

d) w części niskiego napięcia stacji W₄ kabel niskiego napięcia ze stacji W₃ jest rozdzielony w stacji W₄, a kabel ze stacji W₅ — w stacji W₅.

2. Dane wyjściowe do rozpoczęcia ćwiczenia

Dyżurny ruchu elektrycznego oraz monter manipulacyjny wysokiego napięcia przebywają w pokoju dyżurnym; po nadejściu meldunków przystępują w porozumieniu z dyżurnym inżynierem ruchu do likwidacji zakłócenia. W czasie zakłócenia jest ciemno (wieczór). Wykonane manipulacje należy zapisywać w specjalnym dzienniku.

Zlecenie Nr 3 na ćwiczenie przeciwawaryjne dla dyżurnego nastawni i młodsze dyżurnego nastawni

1. Układ pracy elektrowni przed rozpoczęciem ćwiczenia:

a) pracują turbozespoły: Tg 8, obciążenie 10 MW, Tg 9 — 10 MW, Tg 10 — 20 MW, Tg 11 — 25 MW;

b) kabel do stacji W₄ obciążony do 180 A.

2. Dane wyjściowe do rozpoczęcia ćwiczenia

Po sygnale syreny dyżurny nastawni melduje dyżurnemu inżynierowi ruchu o zapadzie napięcia i o samoczynnym wyłączeniu kabla do stacji W₄. Po upływie dalszych 5 min, jeżeli obciążenie nie zostało zmienione na polecenie dyżurnego inżyniera ruchu, należy mu zameldować o zmniejszeniu się obciążenia na Tg 9 do 5 MW.

Zlecenie Nr 4 na ćwiczenie przeciwawaryjne dla starszego maszynisty turbinowego

1. Układ pracy elektrowni przed rozpoczęciem ćwiczenia:

czynne są następujące turbozespoły

Tg 8 — obciążenie 10 MW — czynny zespół pompowy z napędem parowym,

Tg — 9 obciążenie 10 MW — czynny zespół pompowy z napędem elektrycznym (zespół parowy w rezerwie),

Tg — 10 obciążenie 20 MW — czynny I zespół pompowy,

Tg — 11 obciążenie 25 MW — czynny I zespół pompowy.

2. Dane wyjściowe do rozpoczęcia ćwiczenia

Po sygnale syreny gaśnie w maszynowni światło i robi się ciemno. Zostają zatrzymane silniki turbozespołów 9, 10, 11.

Zlecenie Nr 5 na ćwiczenie przeciwawaryjne dla maszynisty obsługującego turbozespół 9

1. Warunki pracy turbozespołu 9 przed rozpoczęciem ćwiczenia: obciążenie 10 MW, czynny zespół pomp z napędem elektrycznym (zespół parowy w rezerwie).

2. Dane wyjściowe do rozpoczęcia ćwiczenia

W chwili nadania sygnału syreną gaśnie w maszynowni światło i zostaje zatrzymany silnik przy zespole pompowym.

Zlecenie Nr 6 na ćwiczenie przeciwawaryjne dla maszynisty kondensacji, obsługującego pompy turbozespołu 9

1. Układ pracy urządzeń kondensacji turbozespołu 9 przed rozpoczęciem ćwiczenia: czynny jest zespół pompowy z napędem elektrycznym (zespół parowy w rezerwie)

2. Dane wyjściowe do rozpoczęcia ćwiczenia

W chwili nadania sygnału syreną gaśnie w maszynowni światło i zostaje zatrzymany silnik przy zespole pompowym.

Zlecenie Nr 7 — na ćwiczenie przeciwawaryjne dla dyżurnego kotłowni i starszego palacza

1. Układ pracy elektrowni przed rozpoczęciem ćwiczenia:

a) czynne są turbozespoły 8, 9, 10 i 11; łączne obciążenie 65 MW,

b) czynnych jest 8 kotłów w kotłowni I, 6 — w kotłowni II i 3 w kotłowni III (kocioł 32 w remoncie). Łączne obciążenie kotłów 407 t/h, w tym w kotłowni III — 200 t/h (kocioł 33 — 68 t/h, kocioł 34 — 60 t/h, kocioł 35 — 72 t/h).

2. Dane wyjściowe do rozpoczęcia ćwiczenia

Dyżurny ruchu kotłowego znajduje się w kankorku kotłowni II; po otrzymaniu od podległego personelu meldunków o zakłóceniu przystępuje do likwidacji zaburzenia. Starszy palacz znajduje się w kotłowni II.

Zlecenie Nr 8 na ćwiczenie przeciwawaryjne dla palacza obsługującego kocioł 33

1. Warunki pracy kotła 33 przed rozpoczęciem ćwiczenia: obciążenie 68 t/h, czynne są oba wentylatory ciągu (jeden silnik zwarty, drugi pierścieniowy) oraz oba wentylatory podmuchu i powietrza wtórnego. Ciśnienie pary 12,5 atn, węgiel dobry.

2. Dane wyjściowe do rozpoczęcia ćwiczenia

W chwili nadania sygnału syreną wypadły samoczynnie oba silniki ciągu kotła 33.

Analiza przebiegu ćwiczenia

Ćwiczenie rozpoczęło się o godzinie 19¹⁶ i trwało do godz. 19³⁶. Po zakończeniu ćwiczenia kierownik przeprowadził w obecności uczestników indywidualną ocenę każdego ćwiczącego. Stwierdzono, że ćwiczenie miało na ogół przebieg zgodny z planem. Jedyne dyżurny kotłowni po otrzymaniu meldunku o samoczynnym wypadnięciu silników napędzających wentylatory ciągu kotła Nr 33 powinien był wydać polecenie załączenia ich, zamiast szukać dyżurnego elektryka. Również dyżurny ruchu elektrycznego po stwierdzeniu uszkodzeń na rozdzielni powinien był przed udaniem się na stację W₄ zawiadomić o tym dyżurnego inżyniera ruchu.

Cel ćwiczenia został osiągnięty, gdyż przebieg jego wykazał na ogół dużą operatywność obsługi elektrowni w wypadkach awaryjnych oraz prawidłowość manipulacji przy skomplikowanych przełączeniach.

Poza tym dzięki dużej operatywności obsługi zespołu pompowego Tg 9 pomimo wypadnięcia z ruchu zespołu pompowego z napędem elektrycznym — turbozespół został utrzymany w ruchu (zaplanowany czas załączenia parowego zespołu pompowego — 3 minuty został dotrzymany).

Zeszyty „ENERGETYKI“ z lat ubiegłych

W Wydawnictwie Górniczo-Hutniczym, Stalinogród, ul. Mariacka 17 można nabyć po niższej cenie następujące zeszyty czasopisma „Energetyka“:

Rok	Zeszyty Nr	Cena zeszytu
1952	2 ÷ 6	3 zł
1953	1, 2, 3, 5, 6	3 zł
1954	3, 5	6 zł

Pierwszeństwo przy nabywaniu zeszytów z ubiegłych lat mają osoby lub instytucje, które zapłaciły prenumeratę „Energetyki“ co najmniej za I półrocze 1955 r.

REDAKCJA

Badanie zmian napięcia w sieci za pomocą prostych środków

Znajomość warunków napięciowych w sieci rozdzielczej lub jej części posiada wielkie znaczenie dla zakładu zasilającego, gdyż od tych warunków w dużym stopniu zależy właściwe planowanie rozbudowy sieci.

Zbadanie, jakie napięcie utrzymuje się w sieci nie jest właściwie problemem, gdyż wystarczy wykonać w tym celu odpowiednie pomiary. Trudności powstają dopiero, jeżeli pomiary mają być przeprowadzone jednocześnie w większej ilości punktów sieci. Przyrządy pomiarowe stosowane dotychczas w takich wypadkach, tj. woltomierze rejestrujące są kosztowne, a utrzymanie ich jest stosunkowo drogie. Ponadto brak jest często dostatecznego personelu do wykonania takich pomiarów.

Zakład Miejski w Düsseldorfie postanowił rozwiązać zagadnienie badania warunków napięciowych za pomocą jak najtańszych środków. W tym celu postanowiono ustalić u poszczególnych, drobnych odbiorców, jakie wahania napięcia występują w czasie maksymalnego obciążenia sieci. Zadanie to można było rozwiązać, mierząc tylko średnią wartość wahań napięcia charakteryzującą sytuację napięciową w sieci.

Zastosowano do tego celu licznik trójfazowy z dwoma systemami mierniczymi, zegar przełączający oraz

wykonany we własnym zakresie przyrząd dodatkowy do stabilizacji napięcia.

W ciągu pewnego okresu czasu mierzono więc nie napięcie lecz odchylenia od jego wartości znamionowej. Osiągnięto to w ten sposób, że w liczniku trójfazowym włączono na jeden system pomiarowy stałe napięcie, usiłujące obrócić tarczę licznika, na drugi zaś system napięcie sieci. Zastosowano przy tym taki układ połączeń, że drugi system pomiarowy stara się obrócić tarczę licznika w odwrotnym kierunku niż system pierwszy.

Przyjęty układ połączeń pokazano na rys. 1. Zastosowano tu do pomiaru licznik trójfazowy, zegar przełączający oraz przyrząd dodatkowy składający się z oporu żelazo-wodorowego (1), transformatora (2) do zasilania obwodów prądowych licznika oraz oporów korygujących (3). Cewka napięciowa jednego z systemów pomiarowych jest zasilana wahającym się napięciem sieci. W obwód cewki napięciowej drugiego systemu jest załączony szeregowo opór żelazo-wodorowy. Dzięki temu prąd doprowadzony do drugiego systemu ma wartość stałą, pomimo wahań napięcia sieci w granicach 180 ÷ 240 V. Opór żelazo-wodorowy powoduje ponadto, że natężenie prądu w cewce pierwotnej (a więc i wtórnej) transformatora (2) jest również stałe i niezależne od wahań napięcia w sieci. Zatem prąd przepływający przez cewki prądowe obu systemów ma również wartość stałą. Ponieważ brany jest pod uwagę jedynie spadek napięcia, przeto licznik powinien być zainstalowany dla jednego tylko kierunku obrotów. Zegar przełączający służy do załączania urządzenia pomiarowego w oznaczonych godzinach dnia.

Zależność liczby obrotów licznika (na minutę) od napięcia podano na rys. 2. Na rysunku tym narysowano również krzywą uchybów dla obranego zakresu napięć 190 ÷ 220 V.

Jak widać, uchyb dla tego zakresu napięć nie przekracza 1 %.

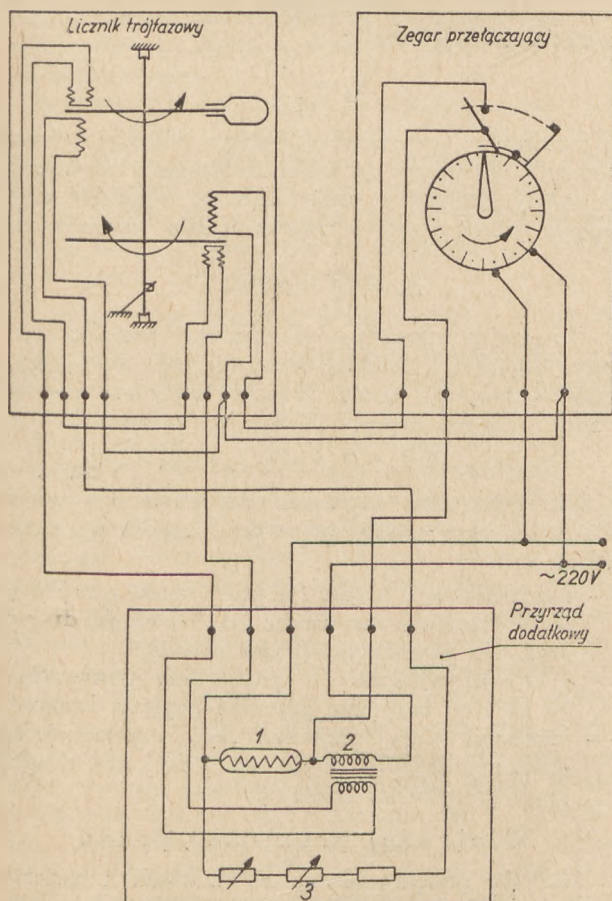
Określone za pomocą licznika odchylenie napięcia w ciągu pewnego okresu czasu od znamionowej wartości zmierzone jest w woltogodzinach. Przekładnię licznika dobrano tak, aby stała licznika była równa jedności. Ponieważ czas trwania pomiaru jest znany, przeto na podstawie odczytu wskazań takiego licznika można określić wartość średniego odchylenia napięcia od wartości znamionowej według wzoru:

$$\Delta U = U_{zn} - \frac{\int_{t_1}^{t_2} U dt}{t_2 - t_1}$$

W rezultacie na podstawie odczytu licznika da się określić, jakie warunki napięciowe panują u odbiorcy.

W warsztatach zakładu elektrycznego miasta Düsseldorf wykonano 20 takich zespołów pomiarowych.

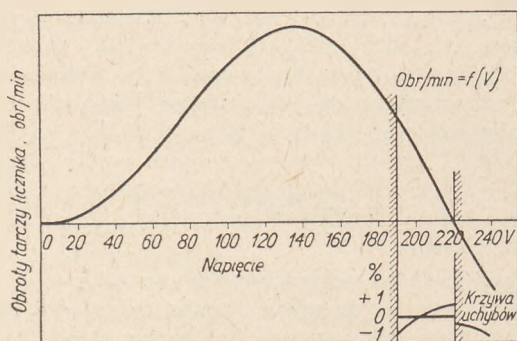
Przyrządy te załączano (za pomocą zwykłej wtyczki dwubiegunowej) w miejscach ustalonych z góry na podstawie planu sieci.



Rys. 1. Układ połączeń urządzenia pomiarowego

Miejsca te były tak dobrane, że w każdym kablu odchodzącym z odpowiedniej stacji transformatorowej badany był poziom napięcia co najmniej w trzech miejscach, np. na $\frac{1}{2}$, $\frac{2}{3}$ i $\frac{3}{3}$ jego długości.

Pierwsze pomiary zostały wykonane w grudniu w czasie maksymalnego obciążenia, a więc w godzi-



Rys. 2. Liczba obrotów tarczy licznika w zależności od napięcia

nach od 17³⁰ ÷ 19³⁰. Pomiary trwały 14 dni, w ciągu których zbadano poziom napięcia w 200 punktach sieci. W czasie tym stwierdzono jedno drobne uszkodzenie przyrządu pomiarowego (obluzowanie połączenia w zacisku).

Określone wartości zostały wpisane następnie na planie sieci. W ten sposób otrzymano obraz średnich spadków napięć w badanej części sieci. Na tej podstawie można było wysnuć odpowiednie wnioski, jak np. konieczność przełączenia pewnego kabla do innej stacji transformatorowej lub utworzenia pierścienia zamkniętego.

Badania średnich spadków napięć umożliwiają kierownictwu sieci zorientowanie się w razie skarg odbiorców, czy rzeczywiście istnieją złe warunki napięciowe. Na tej podstawie można określić, czy powodem skarg jest niedostateczna rozbudowa sieci rozdzielczej, czy też zła instalacja domowa.

Komunikat elektrowni w Düsseldorfie opublikowany w N-rze 20/54 „Elektrizitätswirtschaft“

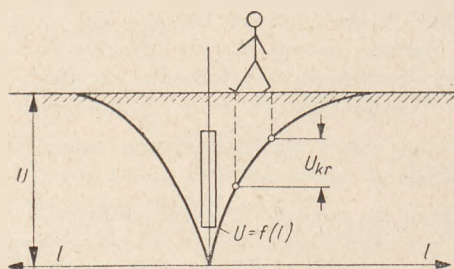
621.3.015.11

Napięcia krokowe

Prof. dr Stanisław Bładowski

Przy przepływie prądu elektrycznego do ziemi przez uziomy lub jakiegokolwiek inne części metalowe zakopane w ziemi powstają w ich sąsiedztwie na powierzchni ziemi spadki napięć, które w pewnych warunkach mogą być niebezpieczne i powodować rażenia elektryczne przechodzących ludzi i zwierząt.

Różnica napięć między dwoma punktami na powierzchni ziemi, znajdującymi się w odległości 1 m, odpowiadającej długości kroku człowieka, określana jest jako „napięcie krokowe”, U_{kr} (rys. 1).



Rys. 1. Rozkład napięć krokowych dokoła uziomu rurowego

Wielkość i rozkład napięć krokowych zależy od kształtu i głębokości zakopania uziomów, oporności właściwej gruntu oraz od wielkości natężenia prądu elektrycznego, który przepływa przez uziom do ziemi.

Pod wpływem napięcia krokowego U_{kr} przepłynie przez ciało człowieka, przechodzącego w pobliżu uziomu, prąd o natężeniu:

$$I = \frac{U_{kr}}{2R_p + R_{kr}}$$

gdzie

R_{kr} — oporność ciała ludzkiego, zmierzona od jednej do drugiej nogi, tzw. oporność krokowa,

R_p — oporność rozptyłu prądu w ziemi przy przejściu prądu z nogi człowieka do ziemi.

Zakładając, że płaszczyzna styku nogi z ziemią ma kształt okrągłej płyty, można obliczyć oporność uziemienia przy przepływie prądu z jednej nogi człowieka do ziemi ze wzoru na oporność uziemienia okrągłej płyty o średnicy D , położonej na powierzchni ziemi o oporności właściwej σ

$$R_p = \frac{\sigma}{2D}$$

Przyjmując powierzchnię stopy ludzkiej równą 150 cm², obliczymy, że średnica zastępcza równoważnej płyty okrągłej wyniesie 13,8 cm. Oporność uziemienia jednej stopy człowieka będzie równa zatem

$$R_p = \frac{\sigma}{2D} = 0,0362 \sigma$$

Oznaczając przez I_d prąd graniczny przepływający przez organizm człowieka, który nie powoduje jeszcze zjawisk rażenia, można obliczyć najwyższe dopuszczalne wielkości napięcia krokowego ze wzoru:

$$U_{kr} = I_d (2R_p + R_{kr}) = I_d (0,0724 \sigma + R_{kr})$$

Dla liczbowego określenia dopuszczalnego napięcia krokowego należy poprzednio ustalić graniczne wielkości:

- dopuszczalnego prądu I_d , który może przepłynąć przez człowieka na drodze od jednej do drugiej nogi, nie powodując zjawisk rażenia,
- oporności właściwej σ gruntu lub powierzchni, na których mogą się pojawiać napięcia krokowe,
- oporności ciała człowieka R_{kr} , zmierzonej na drodze przepływu prądu od jednej do drugiej nogi, tj. oporność krokową.

Wielkości graniczne prądu

Badania przeprowadzone na ludziach i zwierzętach, opublikowane w literaturze wykazują, że wielkości graniczne natężenia prądu, który przy prze-

pływie od jednej do drugiej stopy powoduje zjawiska rażenia, są znacznie wyższe niż przy przepływie prądu od jednej do drugiej ręki lub od ręki do nogi.

Tłumaczy się to tym, że przy przepływie prądu przez obie ręce na drodze przepływu prądu leży serce, przy przepływie natomiast prądu od jednej stopy do drugiej zaledwie $1 \div 4\text{‰}$ całkowitego natężenia prądu przepływa przez serce.

Dr Koch wykonując na sobie doświadczenia nad działaniem prądu stwierdził, że przy przepływie prądu o natężeniu 25 mA od jednej do drugiej stopy nie odczuwał żadnych skurczów i każdej chwili mógł przerwać przepływ prądu przez podniesienie nogi. Należy zaznaczyć, że prąd o natężeniu 25 mA przepływając od ręki do ręki jest niebezpieczny dla życia człowieka, powoduje silne i bolesne skurcze mięśni, brak tchu a nawet utratę przytomności.

Podobne próby przeprowadzili na sobie w 1951 r. członkowie Komisji Przepisowej Związku Elektryków Niemieckich (VDE), którzy stwierdzili, że przy przepływie prądu zmiennego 50 Hz o natężeniu do 30 mA od nogi lewej do prawej przez $0,1 \div 0,2$ sekundy oprócz krótkotrwałych i łagodnych skurczów nie odczuwali żadnych trudności w staniu. Podobne wyniki uzyskano, przeprowadzając próby na zwierzętach i stosując większe natężenie prądu. Działania prądu przy przepływie przez tylne łapy zwierzęcia były daleko mniejsze niż przy przepływie przez obie łapy przednie lub między łapą przednią a tylną. Reakcje w organizmie a zwłaszcza zjawiska skurczu mięśni są proporcjonalne do gęstości prądu przepływającego przez dany układ mięśni. Z tego powodu przepływ prądu przez kończyny dolne człowieka wywołuje słabszy skutek rażenia niż przy przepływie prądu przez ręce.

Na podstawie doświadczeń można przyjąć, że prąd o natężeniu 30 mA przepływając od jednej nogi do drugiej nie spowoduje jeszcze niebezpieczeństwa rażenia człowieka zwłaszcza, jeżeli czas przepływu prądu jest krótki, jak to właśnie zdarza się przy przechodzeniu lub przebieganiu po powierzchni, na której występują duże spadki napięć.

Wpływ oporności właściwej gruntu

Wielkość oporności właściwej powierzchni, po której człowiek chodzi, ma duży wpływ na rozkład i wielkość napięć krokowych, a więc tym samym na wielkość natężenia prądu, który przepłynie przez ciało człowieka pod wpływem napięcia krokowego.

Zjawiska napięć krokowych powstają przede wszystkim dokoła uziomów w rozdzielniach zewnętrznych wysokiego napięcia, dokoła uziemień słupów stałowych linii napowietrznych wysokiego napięcia a także po opadnięciu na ziemię przewodu linii napowietrznej, znajdującego się pod napięciem. Niebezpieczeństwo napięć krokowych wzrasta po deszczu lub śniegu, gdy oporności elektryczne gruntu są szczególnie małe. Oporności właściwe gruntu wilgotnego spaść mogą wówczas nawet poniżej 10^4 om.cm. Suche chodniki betonowe, asfaltowane, gruba warstwa tłucznia, które z reguły znajdują się w rozdzielniach napowietrznych, mają w stanie suchym znaczną oporność właściwą $10^5 \div 10^6$ om.cm i wyżej. Dla określenia granicznej wielkości napięcia krokowego przyjmuje się stosunkowo niską oporność właściwą

gruntu 10^4 om.cm. W tablicy 1 podano oporności właściwe powierzchni chodników znajdujących się w urządzeniach rozdzielni i w zakładach przemysłowych (w stanie suchym i mokrym).

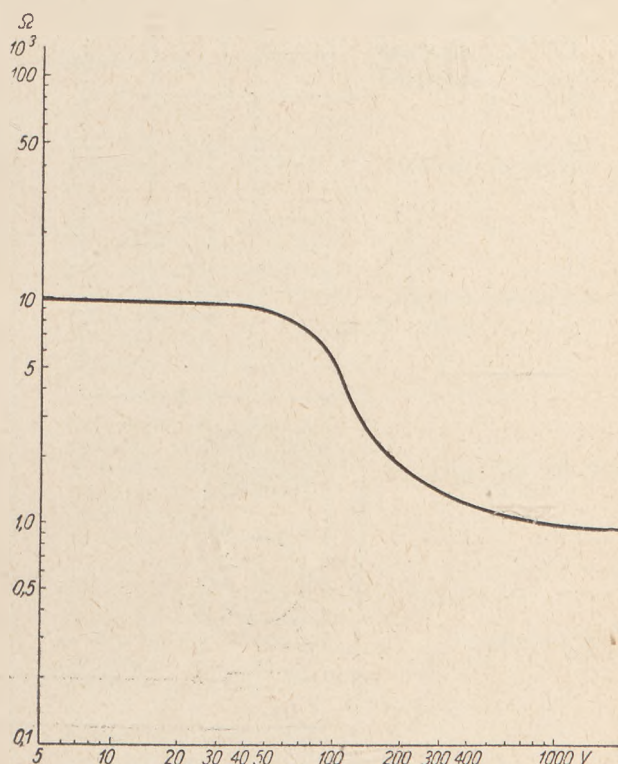
Tablica 1

Oporności właściwe materiałów stosowanych na chodniki w rozdzielniach zewnętrznych w stanie suchym i mokrym

Ziemia ubita sucha	$5 \div 7 \cdot 10^4$	om.cm
Ziemia ubita mokra	$0,1 \div 0,5 \cdot 10^4$	om.cm
Ziemia porośnięta trawą	$6 \div 8 \cdot 10^4$	om.cm
Beton suchy	$15 \div 46 \cdot 10^5$	om.cm
Beton mokry	$1 \div 12 \cdot 10^4$	om.cm
Chodnik kamienny suchy	$2 \div 3 \cdot 10^4$	om.cm
Cegła czerwona sucha	$40 \div 50 \cdot 10^5$	om.cm
Cegła czerwona mokra	$8 \cdot 10^4$	om.cm
Płyty ceramiczne suche	$4 \div 10 \cdot 10^5$	om.cm

Oporność krokowa człowieka

Dla określenia oporności krokowej człowieka, tj. oporności przy przejściu prądu od jednej do drugiej stopy wykonano w Zakładzie Urządzeń Sieci Elektrycznych Akademii Górniczo-Hutniczej (AGH) w Krakowie pewną ilość pomiarów w różnych warunkach, które mogą praktycznie występować u ludzi mających na nogach obuwie. Pomiaru oporności R_k wykonano prądem zmiennym 50 Hz. Napięcie pomiarowe obrano stosunkowo niskie 10 V, aby uniknąć przykrego uczucia „mrowienia” u niektórych osób wrażliwych na przepływ prądu elektrycznego. Wartości oporności mierzone przy tym napięciu nie będą się zbytnio różnić od oporności ciała ludzkiego przy napięciach wyższych, które mogłyby występować dokoła uziomów wykonanych prawidłowo według po-



Rys. 2. Średnie wartości oporności ciała ludzkiego, zmierzone od ręki do nogi prądem zmiennym 50 Hz w zależności od napięcia (według Freibergera)

danych dalej zasad — zwłaszcza, że należy uwzględnić spadek napięcia przy przejściu prądu przez obuwie. Zależność oporności ciała ludzkiego od wielkości przyłożonego napięcia przy prądzie zmiennym podano według Freibergera na rys. 2.

Układ pomiarowy (rys. 3) oraz aparatura (wykonana przez inż. A. Komarzewskiego) została dostosowana do wymagań pomiarów masowych w zakresie oporności od 1 kilooma do kilku megaomów z dokładnością $5 \pm 10\%$. Pomiar oporności wykonano metodą porównywania spadków napięcia na znanej oporności R przed (U_1) i po włączeniu (U_2) oporności mierzonej ciała ludzkiego według wzoru:

$$R_{kr} = R \left(\frac{U_1}{U_2} - 1 \right)$$

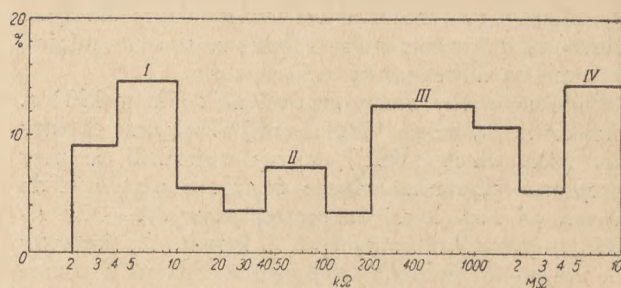
Spadki napięć były mierzone woltmierzem lampowym. Dla różnych zakresów pomiarowych (różne wartości oporności porównawczej R) sporządzono krzywe pozwalające z wychylenia woltomierza lampowego określić wprost oporność krokową R_{kr} .

Układ pomiarowy jest tak wykonany, że ani błędne nastawienie oporu porównawczego dla zmiany zakresu, ani też przypadkowe zwarcie elektrod pomiarowych nie powoduje uszkodzenia aparatury.

Wykonano kilkaset pomiarów oporności krokowej przeważnie studentów AGH w rozmaitych warunkach atmosferycznych, tj. podczas ustalonej pogody, gdy podeszwy butów były suche jak i podczas deszczów

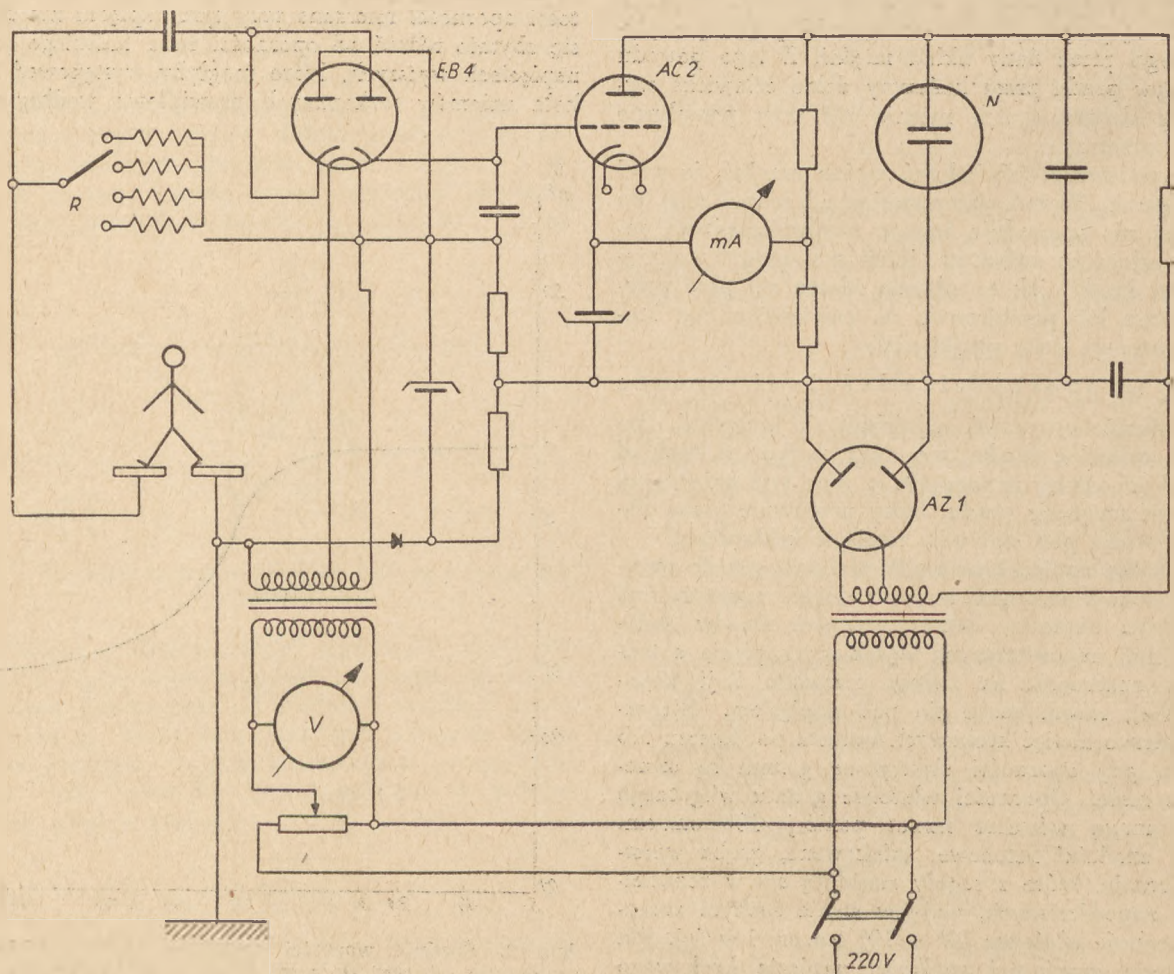
jesiennych oraz zimowych, gdy podeszwy były silnie nasiąknięte wodą. Obuwie badanych było w rozmaitym stanie zużycia i różnego gatunku (buciki z podeszwą gumową, buty sportowe o podwójnych podeszwach, drewniaki i nieraz silnie zniszczone buciki studenckie).

Zebrany w ten sposób obfity materiał doświadczalny ujęto statystycznie za pomocą wykresów liczebności, wydzielając osobno pomiary wykonane w warunkach, gdy po dłuższym trwaniu ustalonej pogody podeszwy były suche oraz osobno w okresach deszczowych, gdy podeszwy były mokre (rys. 4a i 4b).



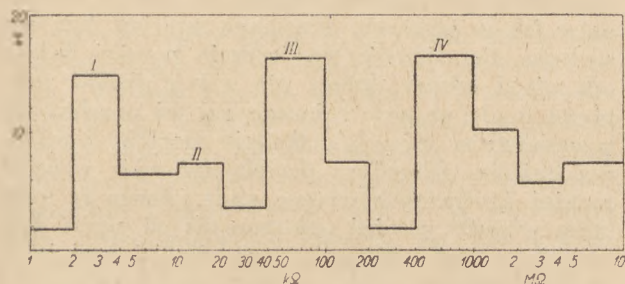
Rys. 4a. Statystyczny podział oporności krokowych zmierzonych podczas pogody — (obuwie suche)

I — w bardzo złym stanie (podeszwa skórzana), II — obuwie w średnim stanie (podeszwa skórzana), III — obuwie w dobrym stanie (podeszwa skórzana), IV — obuwie z podeszwą gumową (turystyczne), z podwójną podeszwą skózaną, drewniaki

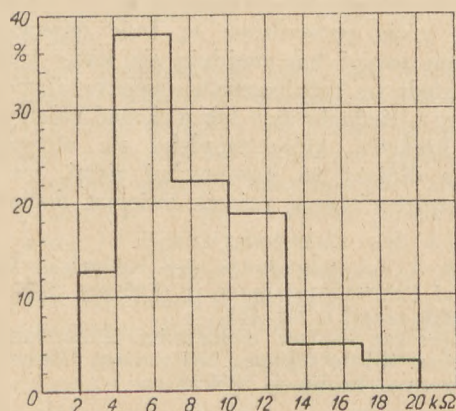


Rys. 3. Układ do pomiaru oporności krokowej

Oba zestawienia liczbowe wykazują pewne regularności zależnie od rodzaju i stanu bucików, przy czym krzywa oporności w stanie mokrym bucików jest przesunięta w stosunku do krzywej mierzonej w stanie suchym w kierunku wartości niższych. Pomiar wykazały, że tylko buciki ze suchą podeszwą w dobrym stanie mają dostatecznie dużą oporność dla przepływu prądu elektrycznego, buciki natomiast silnie zużyte a zwłaszcza mokre nie tylko, że nie stanowią żadnej ochrony, ale powodując przez zamoczenie nóg dużą powierzchnię styku zmniejszają znacznie oporność krokową. Dla porównania wykonano równocześnie pomiary oporności ciała ludzkiego przy przepływie prądu od ręki jednej do drugiej, przy czym ręce były zwilżone przez trzymanie elektrod metalowych owiniętych szmatką nasyoną roztworem wodnym soli. Wartość pomiarów przedstawiono statystycznie na rys. 5. Najczęstsza wartość pomiarowa wynosi 5200 omów. Silne zamoczenie nóg powoduje spadek oporności ciała ludzkiego do wartości najczęstszej około 3000 omów zwłaszcza, gdy buciki są silnie zniszczone.



Rys. 4b. Statystyczny podział oporności krokowych zmierzonych podczas deszczu (obuwie mokre)
Oznaczenie grup jak na rys. 4a



Rys. 5. Statystyczny podział oporności ciała ludzkiego, zmierzonej od ręki lewej do prawej

Elektrody — ciężarki 20 dkg owinięte zmożoną szmatką i spoczywające na dłoni

W tablicy 2 podano najczęściej występujące wartości oporności krokowych w zależności od rodzaju i stanu obuwia w stanie suchym i mokrym.

Dla obliczenia dopuszczalnego napięcia krokowego przyjęto stosunkowo niską wartość oporności krokowej 6000 omów.

Tablica 2

Oporności krokowe w zależności od rodzaju i stanu obuwia

Rodzaj obuwia	Oporność w omach	
	na sucho	na mokro
Obuwie z podeszwą gumową, obuwie turystyczne z podwójną podeszwą, drewniaki	10 000 000	600 000
Obuwie skórzane w dobrym stanie	500 000	60 000
Obuwie w średnim stanie	70 000	15 000
Obuwie w bardzo złym stanie	6 000	3 000
Kalosze gumowe		16 000 000
Bez obuwia — w skarpetkach	3 ÷ 5 000	—
Bez obuwia — boso	2 ÷ 3 000	—

Oporność obuwia

W związku z pomiarami oporności krokowych zbadano oporności bucików skórzanych i gumowych po przyłożeniu napięcia oraz wpływ przewodności wody na oporność obuwia.

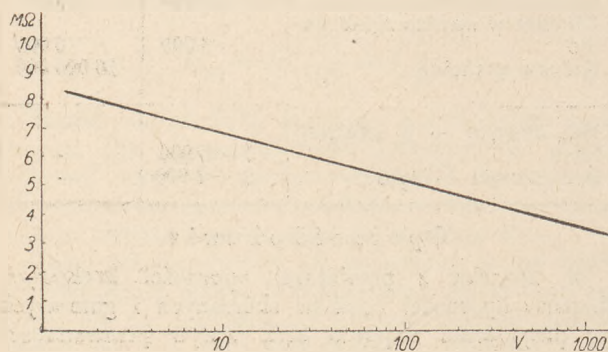
Pomiary wykonano prądem zmiennym 50 Hz metodą techniczną. Podczas pomiarów przykładano napięcie między podeszwą a wkładkę metalową włożoną do bucika obciążoną ciężarem 65 kg. Wyniki pomiarów podano w tablicy 3 oraz na rys. 6 (podeszwa sucha) i na rys. 7 (podeszwa mokra).

Tablica 3

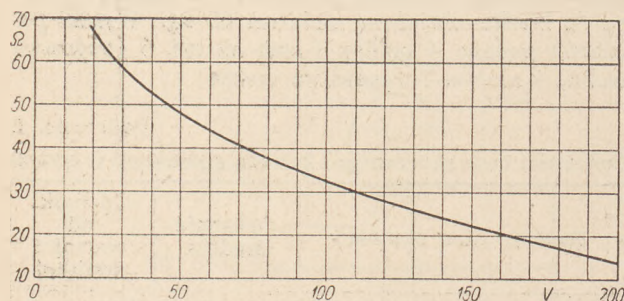
Oporności buta skózanego i kalosza gumowego w omach

Rodzaj i stan obuwia	Oporność średnia	Odchyłki od wartości średniej
A. But skórzany (używany); napięcie od 4 ÷ 1020 V	4 500 000	jak na wykresie
B. But skórzany używany, zwilżony przed pomiarem wodą wodociągową; oporność właściwa wody wodociągowej 1500 om.cm; napięcie od 14 ÷ 260 V	50 000	około ±30 %
C. But skórzany, używany, moczony przez 24 godzin w wodzie wodociągowej o oporności właściwej 1 500 om.cm; napięcie od 10 ÷ 200 V	35	jak na wykresie
D. But skórzany, używany, moczony przez 24 godzin w 5 % roztworze soli kuchennej; napięcie 10 ÷ 90 V	11	około ±20 %
E. Kalosz gumowy, izolujący, zwilżony obustronnie 5 % roztworem soli kuchennej; napięcie 80 ÷ 1050 V	16 000 000	około ±25 %

Z pomiarów podanych w tablicy 3 widać duży wpływ przewodności wody na oporność podeszew skórzanych. Buciki gumowe — o podeszwie z gumy izolacyjnej — zachowują wysolą oporność nawet przy całkowitym zamoczeniu. Właściwości te mają jedynie kalosze i buty ochronne z gumą izolującą, podeszwy natomiast z gumy zwykłej ze względu na dużą zawartość sadzy lub innych dodatków do gumy nie stanowią na ogół ochrony przed porażeniem nawet przy stosunkowo niskich napięciach poniżej 1000 V.



Rys. 6. Zależność oporności podeszwy bucika skózanego używanego w zależności od napięcia
Podeszwa bucika sucha



Rys. 7. Zależność oporności podeszwy bucika skózanego używanego w zależności od napięcia. Podeszwa bucika moczona przez 24 godz. w wodzie wodociągowej o oporności właściwej 1500 om. cm

Dopuszczalne wielkości napięcia krokowego

Przyjmując założone wyżej graniczne wartości:

natężenia prądu $I_d = 30$ mA,

oporności gruntu $\sigma = 10^4$ om. cm,

oporności krokowej $R_{kr} = 6000$ omów,

można ustalić, że wielkości graniczne napięcia krokowego

$$U_{kr} = 0,03 (0,0724 \cdot 10^4 + 6000) \approx 206 \text{ V.}$$

Przy obliczaniu uziemień w stacjach elektrycznych można więc przyjąć napięcia krokowe 200 ÷ 250 voltów jako całkowicie dopuszczalne ze względu na niebezpieczeństwo porażenia. Zakładamy, że może zająć przypadek, gdy obsługa nie ma kaloszy ochronnych lecz zwykłe obuwie. Przy obowiązkowym używaniu przez obsługę stacji elektrycznych kaloszy lub butów gumowych izolujących — zwłaszcza w przypadkach zakłóceń — niebezpieczeństwo porażenia od napięć krokowych jest znikome.

W miejscach na zewnątrz stacji, przez które mogą przechodzić ludzie, należy przestrzegać, aby graniczne napięcie krokowe nie przekroczyło wartości 100 ÷ 150 voltów. Zakłada się bowiem, że może zająć krytyczny przypadek, kiedy przechodzący posiada zmoczone obuwie; wówczas możliwości porażenia będą daleko większe niż na terenie stacji, gdzie obsługa może być skutecznie zabezpieczona przed działaniem wysokiego napięcia krokowego. Należy stwierdzić, że opisy porażenia elektrycznych ludzi od napięć krokowych, które powstają na powierzchni ziemi, ograniczają się tylko do rozważań teoretycznych nie podając faktów istotnych. Przyczyną tego jest duża stosunkowo nieznajomość tego rodzaju porażenia zwłaszcza wśród lekarzy, którzy nie widząc śladów przepływu prądu na ciele rażonego ani też przedmiotów w sąsiedztwie, których dotknięcie mogłoby powodować rażenie, skłonni są przypisywać takie wypadki porażenia śmiertelnych udarom serca. Znane są natomiast wypadki porażenia elektrycznych od napięć krokowych różnych zwierząt w szczególności koni i bydła. Zwierzęta te są bardzo czułe na działanie prądu elektrycznego. Już nieznaczna różnica napięć krokowych, tj. 20 ÷ 30 voltów między przednimi a tylnymi nogami zwierząt powoduje skurcz mięśni i porażenie, często śmiertelne przy dłuższym przepływie prądu przez ciało rażonego zwierzęcia. W okolicach wiejskich, gdzie prowadzone są linie napowietrzne najwyższych napięć lub znajdują się stacje rozdzielcze ze względu na bezpieczeństwo zwierząt domowych trzeba więc niejednokrotnie tak wykonać uziomy, aby napięcia krokowe, które mogłyby się utrzymywać przez czas dłuższy na powierzchni ziemi, nie groziły niebezpieczeństwem rażenia zwierząt domowych.

Literatura

V. Boll. G. — Zur Frage der zulässigen Berührungs- und Schrittspannungen in Anlagen über 1 kV ETZ — 1952, zeszyt 8, str. 253.

H. Freiburger — Der elektrische Widerstand des menschlichen Körpers gegen technischen Gleich- und Wechselstrom — Berlin — 1934 r.

621.317.33

Zmiany oporności właściwej gruntu w cyklu rocznym

Inż. Ludwik Kolmas

Wstęp

Jedną z większych trudności przy projektowaniu uziemień urządzeń elektroenergetycznych jest określenie wartości oporności właściwej gruntu.

Posługiwanie się tablicami z wartościami oporności właściwych różnych rodzajów gruntów mija

się zupełnie z celem, gdyż podawane zazwyczaj wartości wahają się w tak dużych granicach, że praktycznie nie można ich wykorzystać.

Przed wykonaniem projektu uziemienia należy więc zawsze zapoznać się z wartością oporności właściwej gruntu na danym terenie, przeprowadzając od-

powiednie pomiary. Należy tu dodać, iż dokładna znajomość rozkładu oporności właściwych na terenie budowy może przynieść w bardzo wielu wypadkach duże oszczędności w instalacji uziemiającej i zapobiec niespodziankom przy jej odbiorze. Jednak sam pomiar oporności właściwej gruntu nie wyczerpuje zagadnienia. Powstaje bowiem pytanie, jak wielkim zmianom ulegać będzie w ciągu roku zmierzona oporność właściwa gruntu. Sformułowanie odpowiedzi na to pytanie wymaga przeprowadzenia wielu długoletnich badań nad wpływem zmian hydrometeorologicznych, a więc temperatury, ilości opadów, poziomu wody gruntowej na oporność właściwą gruntu. Dla celów praktycznych wystarczy poznać granice zmian wartości oporności właściwej gruntu w cyklu rocznym.

Chcąc ustalić te granice dla przypadków najbardziej typowych Instytut Elektrotechniki przeprowadził w latach 1951 ÷ 1952 badania na terenach położonych w okolicy Wisły (w pobliżu Warszawy).

Zależność oporności właściwej gruntu od warunków hydrometeorologicznych

Prąd elektryczny przepływający przez ziemię przy częstotliwościach przemysłowych ma charakter jonowy. Warstwy ziemi ze względu na przewodnictwo prądu należy traktować jako przestrzeń wypełnioną ziarnami nieprzewodzących minerałów o różnej grubości, między którymi utworzone są pory wypełnione powietrzem i elektrolitami, czyli wodą zawierającą jony zdysocjonowanych kwasów, soli lub wodorotlenków.

Stopień nawilgocenia gruntu w profilu pionowym jest różny i może zmieniać się w czasie. Pod względem przepuszczalności wody rozróżnia się zasadniczo dwa rodzaje warstw gruntu:

a) warstwy, które po nasyceniu wodą stają się dalej już nieprzepuszczalne dla wody, jak gliny, ility, gips oraz

b) warstwy przesączające wodę, jak żwiry i piaski.

W obrębie warstw nieprzepuszczalnych utrzymuje się zwykle woda gruntowa, jej poziom natomiast może się wahać swobodnie w warstwach przesączających. Woda gruntowa wypełnia wszystkie pory między ziarnami minerałów. Wyżej — oprócz porów wypełnionych wodą (z reguły mniejszych tzw. kapilarnych, które posiadają zdolność podciągania wody) występują pory wypełnione powietrzem.

Warstwy przy powierzchni ziemi zawierają pory wypełnione powietrzem i wodą opadową.

O oporności właściwej danej warstwy gruntu decyduje ilość wody zawartej w danej warstwie oraz stężenie jonów.

Poza tym oporność ta zależy od temperatury, przy wzroście której powiększa się intensywność dysocjacji związków chemicznych, a tym samym maleje oporność gruntu.

Rozkład temperatury w gruncie zależy od:

1. temperatury powietrza i wody gruntowej,
2. rodzaju gruntu i jej przewodnictwa cieplnego,
3. rodzaju, grubości i barwy powierzchni gruntu,
4. ukształtowania terenu.

Średnia miesięczna temperatura gruntu zmienia się proporcjonalnie do temperatury powietrza. Z głębo-

kością jednak podobieństwo dziennych albo tygodniowych zmian temperatury gruntu do zmian temperatury powietrza zanika.

Na przykład wahania dzienne temperatury warstw wierzchnich do głębokości 50 cm mogą wynosić do 1°C, zanikają natomiast zupełnie na głębokości około 1 m.

Temperatura gruntu wpływa z kolei na temperaturę wody wsiąkającej doń albo przenikającej z warstw niższych, a tym samym na stopień dysocjacji związków chemicznych zawartych w gruncie.

Temperatura powietrza może także zmniejszyć wpływ opadów na oporność właściwą gruntu. Jeśli bowiem spadnie ulewny lecz krótkotrwały deszcz, to przy wysokiej temperaturze powietrza zwiększona wilgoć gruntu ulegnie szybkiemu wyparowaniu. Przy niewielkich ale długotrwałych deszczach znaczna część opadu wsiąknie w ziemię i spowoduje zmniejszenie oporności właściwej, jeżeli warstwy górne zaledwie nie przepuszczają wody, gdyż wtedy może nastąpić wypłukanie jej z jonów i wzrost oporności właściwej.

Jeżeli pod warstwą przepuszczalną leżą warstwy nieprzepuszczające wody, np. glina, to wtedy ruch wód, a więc i przemieszczanie jonów może się odbywać w kierunku poziomym. Wskutek tego dana warstwa może mieć w różnych miejscach różne oporności właściwe.

Wierzchnie warstwy gruntu mogą znajdować się w ciągu roku w stanie:

- a) suchym,
- b) wilgotnym,
- c) zamrożonym.

Najniższe przewodnictwo elektryczne ma grunt w stanie zamrożonym.

Całkowite wysuszenie gruntu w naszym klimacie może dojść do 30 cm głębokości. Głębiej natomiast przenika zamarzanie ziemi. Strefa zamrożona może bowiem dochodzić do głębokości 1 m.

Grubość pokrywy śnieżnej wpływa znacznie na oporność właściwą gruntu w okresie tajania śniegów. Jeśli warstwa śniegu na powierzchni ziemi jest gruba, to grunt zaczyna odmarzać od dołu pod wpływem ciepła jego dolnych warstw. Powoduje to w następstwie topienie się śniegu i wsiąkanie wody w ziemię. Przy cienkiej pokrywie śnieżnej grunt zamarza głębiej, śnieg topi się szybciej niż ziemia odmarza. Dlatego też woda nie wsiąka w ziemię, lecz spływa po powierzchni do niżej położonych miejsc.

Stopień nawilgocenia gruntu w okresie topienia zależy więc od grubości warstwy śniegu pokrywającego ziemię w czasie mrozów.

Największą zdolność dysocjacji w wodzie wykazują NaCl, następnie w kolejności:

$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; CaCO_3 ; MgCO_3 ; piaski, margle, skały krystaliczne i skały kwarcytowe.

Temperatura wywiera stosunkowo mały wpływ na stopień dysocjacji CaSO_4 i NaCl.

Sposób przeprowadzenia badań

Zasadniczym celem badań opisanych poniżej było wyznaczenie wielkości zmian oporności właściwych gruntu i określenie wpływu tych zmian na oporność uziomów rurowych.

Na terenie badanym wbito 32 rury o długościach: 2, 3, 4, 5 i 6 m. Wzajemne odległości między poszczególnymi rurami jednej partii składającej się z pięciu rur o różnej długości wynosiły po 3 m.

Przez pomiar w ciągu całego okresu badań oporności każdej rury można było wyznaczyć wielkości zmian tych oporności w funkcji czasu. Ponieważ oporność właściwa gruntu jest wprost proporcjonalna do oporności uziomu rurowego, przeto stosunek wyrażający zmianę mierzonych oporności odpowiadał zmianom oporności właściwej gruntu.

Do badań wybrano teren położony nad Wisłą, obejmujący około 0,5 km². W ten sposób można było uwzględnić oprócz warunków meteorologicznych także wpływ zmian poziomu wody gruntowej na oporność właściwą gruntu.

Do analizy otrzymanych wyników pomiarów wykonano przekroje geologiczne, otrzymane w czasie przeprowadzania wierceń na badanym terenie.

Warstwę wierzchnią gruntu stanowił przeważnie humus o miąższości od 0,5 ÷ 1 m.

Pod humusem zalegały pokłady piasków drobno- i średnioziarnistych, przedzielone warstwami glin lub iłów. Poziom wody gruntowej wahał się w granicach od 4 ÷ 7 m.

Po zmierzeniu oporności probierczego uziomu rurowego o danej długości obliczano oporność właściwą gruntu. Ponieważ badany grunt składał się z warstw o różnych opornościach właściwych, przeto obliczona wartość oporności stanowiła pewną średnią wypadkową odnoszącą się do wierzchniej warstwy gruntu o grubości równej długości mierzonej rury.

Oporności właściwe warstw gruntu o grubości 1 m. leżące na głębokości 2 ÷ 3 m, 3 ÷ 4 m, 4 ÷ 5 m i 5 ÷ 6 m obliczano według następującego wzoru (5):

$$Q = \frac{2,7}{\lg \frac{4l}{d}} \cdot \frac{R^2}{\Delta R}$$

gdzie

l — długość uziomu rurowego,

d — średnica rury uziemiającej,

R — oporność uziomu rurowego

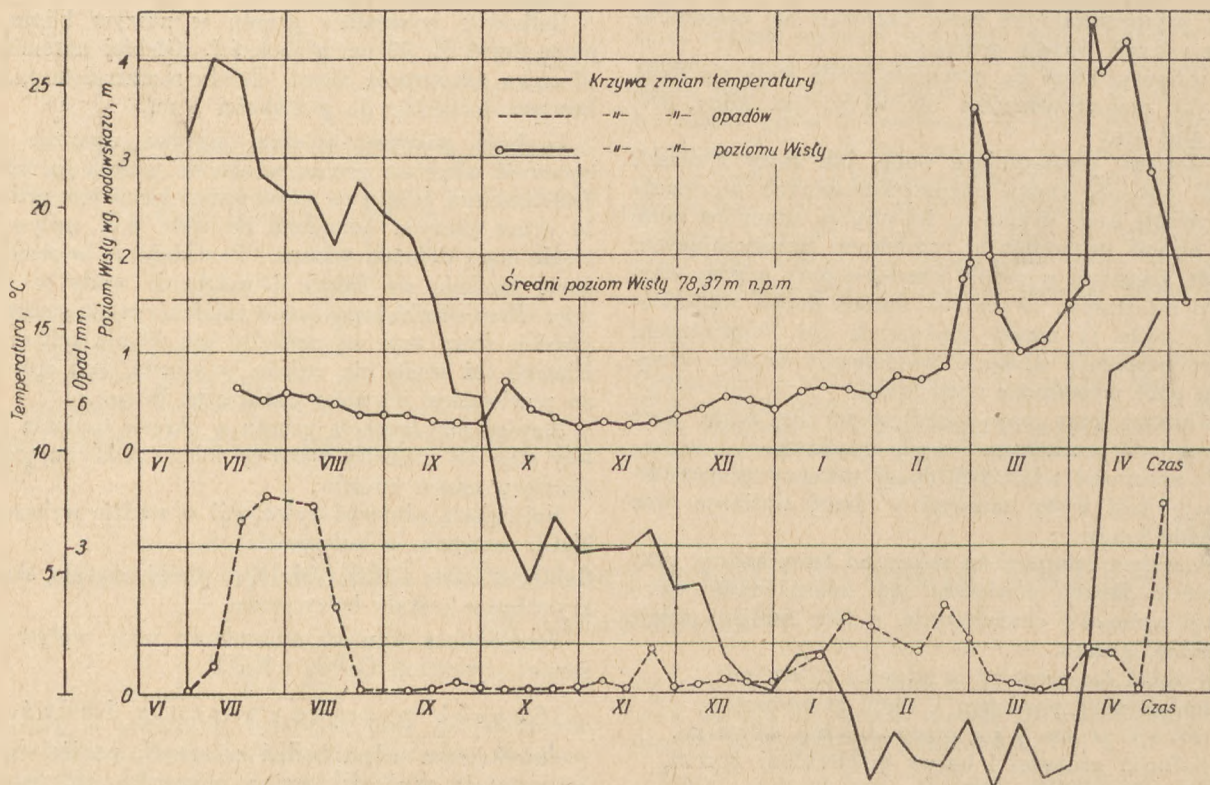
ΔR — przyrost oporności drugiej dłuższej rury uziemiającej.

W celu umożliwienia znalezienia zależności między zachodzącymi zmianami wyznaczonych średnich oporności właściwych, a zmianami hydrometeorologicznymi, notowano przez cały okres badań temperaturę, ilość opadów atmosferycznych oraz stan poziomu wody na Wiśle. Krzywe pokazane na rys. 1 przedstawiają zmiany notowanych wielkości w pewnym okresie przeprowadzania badań.

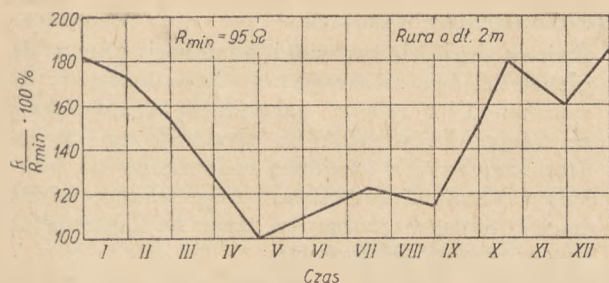
Wyniki badań

Otrzymane wyniki z pomiarów pozwoliły ustalić granice zmian średnich oporności właściwych warstw gruntu do 2; 3; 4; 5 i 6 metrów głębokości (zagadnienie 1) oraz zmian oporności właściwych warstw metrowej grubości leżących poniżej 2 m od powierzchni ziemi (zagadnienie 2). Otrzymane z pomiarów wartości oporności badanych uziomów przedstawiono w postaci wykresów, co znacznie ułatwiło ich analizę oraz właściwą interpretację.

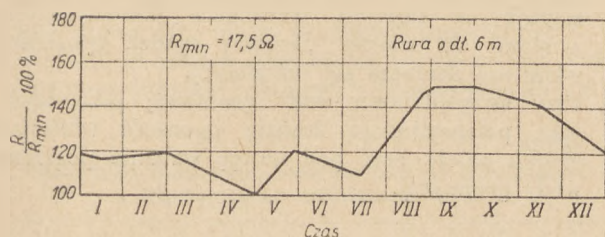
Krzywe na rys. 2 ÷ 6 przedstawiają w przypadku rozpatrywania zagadnienia pierwszego zmiany opor-



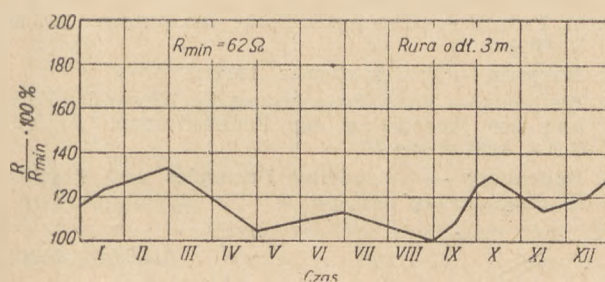
Rys. 1. Zmiany temperatury, ilości opadów oraz poziomu wody w Wiśle dla Warszawy w okresie prowadzonych badań (wg PIM)



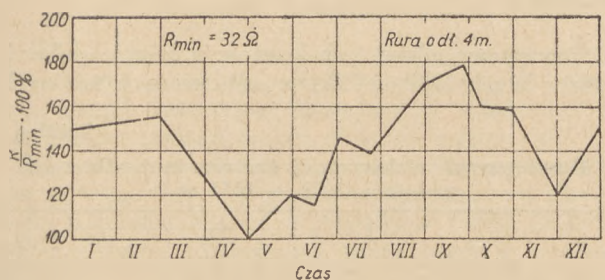
Rys. 2.



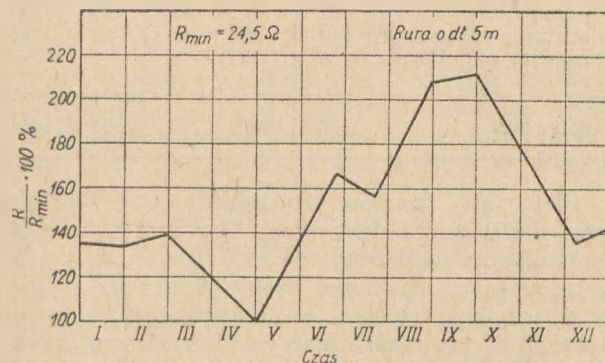
Rys. 3.



Rys. 4.



Rys. 5.

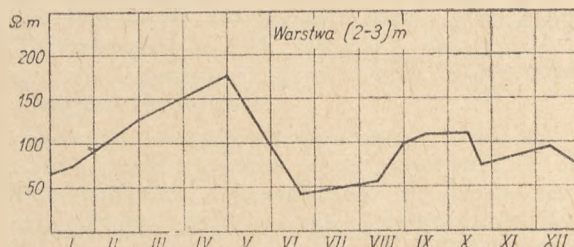


Rys. 2 ÷ 6. Procentowe zmiany oporności uziomów rurowych o różnej długości, wyznaczone na podstawie stawie jednorocznego okresu pomiarów

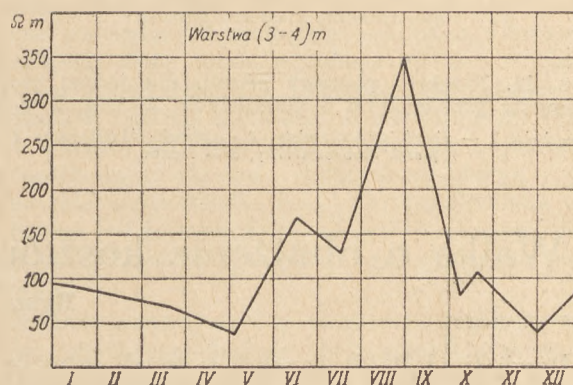
ności uziomu rurowego o danej długości w funkcji czasu, wyrażone stosunkiem wartości mierzonych do wartości najniższej uzyskanej dla danej rury w ciągu całego okresu badań.

Oczywiście krzywe te są słuszne także dla zmian średnich oporności właściwych gruntu do głębokości odpowiadających długościom badanych uziomów rurowych.

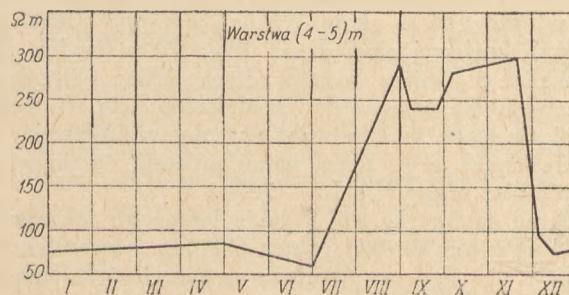
Na rys. 7 ÷ 10 podano granice zmian oporności właściwych warstw gruntu o grubości 1 m leżących poniżej 2 m od powierzchni ziemi, przy czym na osi rzędnych odkładano wartości bezwzględne obliczonych średnich oporności właściwych.



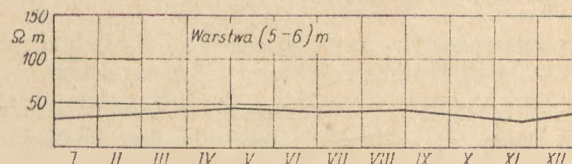
Rys. 7.



Rys. 8.

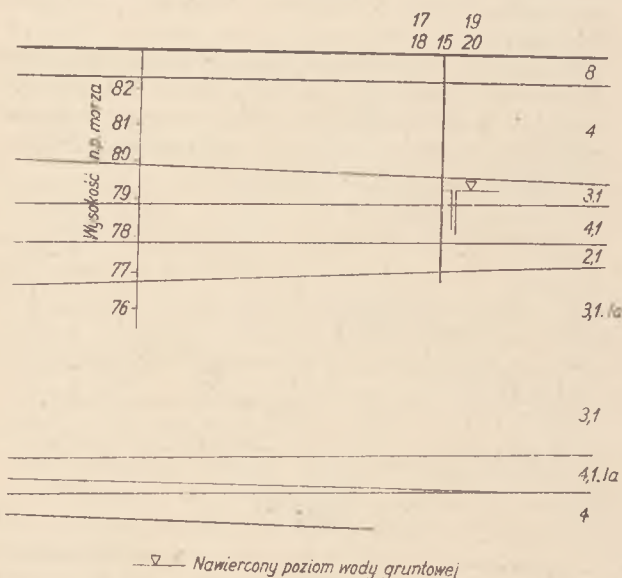


Rys. 9.



Rys. 7 ÷ 10. Zmiany średnich oporności właściwych warstw gruntu metrowej grubości, uzyskanych z pomiarów na jednej partii uziomów rurowych

Pokazane na rys. 2 + 10 wykresy uzyskano dla pewnego okresu badań z otrzymanych wyników pomiarów na jednej partii rur. Na rys. 11 przedstawiono przekrój geologiczny gruntu, na którym przeprowadzono badania.



Rys. 11. Przekrój pionowy gruntu dla jednej partii uziołów probierczych o długościach: 2, 3, 4, 5, 6, m
1 — żwir, 2 — piasek gruboziarnisty, 3 — piasek różnoziarnisty 4 — piasek drobnoziarnisty, 8 — humus

Na podstawie przeprowadzonych badań wyciągnięto następujące wnioski:

1. Zmiany średniej oporności właściwej gruntu do głębokości 3 m w okresie roku ograniczają się do stosunku 1 : 2 między najmniejszą a największą wartością. Ze względu na zgodność tego twierdzenia zarówno z literaturą zagraniczną jak również z własnymi badaniami przeprowadzanymi na innych terenach można je uznać za dostatecznie pewne przy projektowaniu.
2. Największe wartości oporności właściwej gruntu występują z reguły w okresie mrozów.
3. Najniższe wartości oporności właściwej gleby występują w naszych warunkach klimatycznych z reguły na wiosnę. Jesienny spadek oporności właściwej zaznacza się już słabiej.
4. Przy uwzględnianiu wody gruntowej jako czynnika polepszającego średnią oporność właściwą gruntu należy brać pod uwagę wahania poziomu wody gruntowej.

Literatura

1. W. Koch — Erdungen in Wechselstromanlagen über 1 kV. 1948 r.
2. V. Fritsch — Geophysikalische Messungen. A.T.M. V. 65 ÷ 9.
3. Margolin — Toki w ziemi. 1947 r.
4. Wettstein — Vorausberechnung der Masse der Form und der Anordnung der Erdelektroden. Bulletin S.E.A. 1951 r. str. 49.
5. Rüdenberg — Grounding Principles and Practice. El. Engineering 1945, str. 6.

621.3.016.4.003.12

Walka o obniżenie kosztów własnych energii elektrycznej

Ryszard Tegielski

Drugi Zjazd PZPR wysunął w swych uchwałach zadanie wzmocnienia walki o obniżkę kosztów własnych. Wytczne II Zjazdu wyznaczają trudne lecz w pełni możliwe do wykonania zadanie osiągnięcia w latach 1954 + 1955 obniżki kosztów własnych w przemyśle i budownictwie o około 7%, co powinno przynieść w skali krajowej oszczędność około 20 miliardów zł.

Walka o obniżkę kosztów własnych ma olbrzymie znaczenie dla osiągnięcia zasadniczego celu, tj. podniesienia stopy życiowej mas pracujących. Wykonanie nakreślonych przez Zjazd zadań pozwoli na podwyższenie płac realnych o 15 + 20%.

Przed energetyką stoi zadanie znacznego zmniejszenia kosztu energii elektrycznej. Ostatecznym rezultatem walki o obniżkę kosztów własnych energii elektrycznej, prowadzonej w energetyce przez poszczególne przedsiębiorstwa, jest obniżenie kosztu energii elektrycznej dostarczonej odbiorcom.

Struktura kosztów energii elektrycznej dostarczanej odbiorcom

Na koszt energii dostarczonej odbiorcom składają się koszty wytwarzania, przesyłania oraz obsługi odbiorców. Koszty w tym układzie odpowiadają kosztom produkcji podstawowej jednostek organizacyjnych, tj. elektrowni, zakładów sieci elektrycznych oraz zakładów dystrybucji energii.

Procentowy udział tych kosztów w koszcie całkowitym w latach 1950 ÷ 1954 przedstawiono w tablicy 1.

Tablica 1

Koszt energii elektrycznej dostarczonej odbiorcom w latach 1950 ÷ 1954 w %

Koszty	1950	1951	1952	1953	I pół- rocze 1954
wytwarzania	46	46	49	53	53
przesyłania	37	37	36	33	32
obsługi odbiorców	13	11	11	10	9
zakupu od obcych	4	6	4	4	6
Razem	100	100	100	100	100

Około 85% kosztów przypada na produkcję oraz przesyłanie energii elektrycznej. Charakterystyczny jest stosunkowo wysoki procent kosztów przesyłania. Przesyłanie ma w energetyce wielkie znaczenie, gdyż — poza wysokim udziałem w kosztach (32%) — powstają jeszcze znaczne straty energii, które w rezultacie zwiększają koszt jednostkowy energii dostarczonej odbiorcom średnio o 11%, co w naszych warunkach powoduje straty około 140 milionów zł.

Stosunkowo wysoki udział kosztów obsługi (10%), obejmujący koszt o charakterze nieprodukcyjnym (koszty handlowe) oraz występujące tu straty handlowe energii, wskazuje na znaczne możliwości oszczędności i na tym odcinku.

Odrębna technologia oraz odrębne formy organizacyjne poszczególnych przedsiębiorstw energetycznych kształtują strukturę rodzajową kosztów wytwarzania, przesyłania i obsługi.

Niemniej w każdej z tych faz decydującymi elementami kosztów są koszty paliwa (przy wytwarzaniu), koszty osobowe (mające decydujące znaczenie w zakładach zbytu energii i zakładach sieci elektrycznych, koszty amortyzacji, koszty materiałów do konserwacji (stosunkowo duży udział w kosztach przesyłania).

Udział procentowy kosztów energii dostarczonej odbiorcom w układzie rodzajowym podano w tablicy 2¹⁾.

Tablica 2

Struktura rodzajowa kosztów energii elektrycznej dostarczonej odbiorcom w %

Rodzaj kosztów	Bez zakupu energii od obcych	Z zakupem energii od obcych
Paliwo	21	20
Koszty osobowe	41	39
Amortyzacja	26	25
Materiały do konserwacji	7	7
Zakup energii elektr. od obcych	—	4
Pozostałe koszty	5	5
Razem	100	100

Główne kierunki w walce o obniżenie kosztów własnych

Walka o obniżenie kosztów w energetyce ma specyficzne cechy, wynikające z technologii produkcji i przesyłu energii elektrycznej konsumentom, odmiennej od produkcji i dostawy innych dóbr przemysłowych.

Elementem umożliwiającym racjonalne wykorzystanie sił wytwórczych w przemyśle są magazyny, stanowiące pośrednie zbiorniki wyrównawcze i zbiornik końcowy, które są włączone w ogólny przebieg procesu produkcji i rozdziału wytwarzanych dóbr. Elementu tego brak w energetyce. Ścisłe powiązanie produkcji i konsumpcji powoduje tu ścisłą zależność między zmiennym zapotrzebowaniem energii elektrycznej a produkcją.

Elektrownie połączone między sobą sieciami najwyższych napięć a z odbiorcami sieciami przesyłowymi i rozdzielczymi stanowią całość produkcyjną i przesyłową, która wymaga bieżącego, operatywnego kierowania przez krajową dyspozycję mocy oraz zarządy energetyczne.

Jednoczesność i ścisłe powiązanie produkcji oraz konsumpcji powoduje, że w walce o obniżkę kosztów

biorą bezpośrednio i operatywnie udział wszystkie komórki organizacyjne, poczynając od krajowej dyspozycji mocy oraz zarządów energetycznych, a kończąc na stanowisku pracy w zakładzie produkcyjnym.

Samodzielność zakładu energetycznego w realizacji zadań w zakresie wytwarzania i przesyłania energii jest ograniczona na rzecz czynnika kierującego — dyspozycji mocy. Charakter pracy zakładu nie jest określony w planie na podstawie indywidualnych, najkorzystniejszych warunków jego pracy, lecz na podstawie najkorzystniejszych warunków całości produkcyjno-przemysłowej, która stanowi okręg energetyczny.

Ten podział funkcji kierowniczych i wykonawczych oraz zagadnienie koordynacji zadań produkcyjnych i przesyłowych, których wykonanie daje efekty ekonomiczne w postaci obniżenia kosztów, wymaga ścisłego rozgraniczenia zadań.

Zadaniem zarządu energetycznego przez swe komórki a przede wszystkim działu planowania jest określenie najbardziej ekonomicznego dla danego okręgu energetycznego planu produkcji i dostawy energii oraz ustalenie limitów kosztów, których dotrzymanie spowoduje obniżenie kosztów energii elektrycznej. Zarząd energetyczny przez okręgową dyspozycję mocy bierze ponadto bezpośredni operatywny udział w realizacji zadań postawionych podległym zakładom. Okręgowa dyspozycja mocy realizuje zadania ustalone w planie w sposób operatywny w zależności od zmienionych warunków. Zakład zbytu energii oddziałuje zaś przez swe komórki na odbiorców w kierunku najbardziej racjonalnego użytkowania dostarczonej energii i poprawienia współczynnika mocy, aby współczynnik wypełnienia był dotrzymany, co umożliwi wykonanie ekonomicznego podziału produkcji na poszczególne elektrownie.

Zakłady energetyczne, tj. elektrownie, zakłady sieci elektrycznych oraz zakłady zbytu energii, wykonując powierzone im zadania, walczą o zmniejszenie kosztów własnych; walczą o zmniejszenie kosztów paliwa i podniesienie wydajności pracy, w wyniku czego obniżają się koszty osobowe, zmniejszy się zużycie materiałów, zostaną ograniczone do minimum koszty nieprodukcyjne, przyspieszone remonty dające dodatkowe moce, obniży się zużycie na potrzeby własne oraz zmniejszą się straty techniczne i handlowe.

Aby zespołowa praca wszystkich jednostek przyniosła oczekiwany rezultat, czyli wykonanie i przekroczenie planu obniżenia kosztów własnych, muszą być dotrzymane następujące podstawowe warunki:

1. Wykonanie planowanej ilości energii dostarczonej odbiorcom, czyli dotrzymanie części składowych tego planu: planowanej produkcji brutto, zużycia na potrzeby własne, strat sieciowych i handlowych. Plan produkcji powinien być wykonany przy zachowaniu planu mocy dyspozycyjnej. Niezbędnym warunkiem wykonania planowanej produkcji jest oddawanie w terminie do eksploatacji obiektów po remontach kapitalnych i bieżących oraz z inwestycji.
2. Wykonanie planowanego podziału produkcji na poszczególne elektrownie, a w elektrowni na poszczególne zespoły.
3. Dotrzymanie planowanego kosztu jednostkowego zmiennego, tzn. dotrzymanie zużycia jednostkowego

¹⁾ Podana struktura rodzajowa kosztów nie charakteryzuje w sposób właściwy kosztów w przemyśle energetycznym, niższy jest udział kosztów amortyzacji wskutek zbyt niskiej wyceny środków trwałych. Po przeprowadzeniu generalnej inwentaryzacji udział amortyzacji wzrośnie, odpowiednio natomiast obniży się udział kosztów osobowych.

paliwa i zużywanie paliw według zaplanowanych asortymentów.

4. Dotrzymanie planowanego poziomu kosztów stałych według poszczególnych rodzajów, jak płace, materiały itp.

Wpływ wykonania planu dostawy energii na koszty jednostkowe (stałe)

Wykonanie planu dostawy energii elektrycznej wywiera bardzo znaczny wpływ na kształtowanie się kosztu jednostkowego energii elektrycznej dostarczonej odbiorcom.

Związek między wykonaniem ilościowego planu produkcji a kształtowaniem się kosztu jednostkowego występuje we wszystkich gałęziach przemysłu. W energetyce zagadnienie to nabiera jednak szczególnej wagi ze względu na wysoki udział tzw. kosztów stałych. Jak wynika z poprzednio podanej struktury rodzajowej kosztów, około 75 % kosztów nie zależy bezpośrednio od ilości energii dostarczonej odbiorcom; jedynie bowiem koszty paliwa (ewentualnie koszty zakupionej energii od obcych) zależą od ilości energii dostarczonej odbiorcom.

W razie niewykonania planu dostawy, przy zachowaniu innych warunków zgodnie z planem, jak np. planu kosztów zmiennych, kosztów stałych itp., koszt jednostkowy zostaje przekroczony.

Związek między wielkością produkcji (dostawy energii) a kosztem jednostkowym przedstawiają następujące wzory:

$$K = A + bx$$

gdzie

K — całkowite koszty energii dostarczonej odbiorcom,
 A — koszty stałe, tj. koszty przesyłania, obsługi odbiorców i wytwarzania za wyjątkiem paliwa,
 b — koszt jednostkowy zmienny (paliwo),
 x — ilość dostarczonej energii;
 koszt jednostkowy

$$\frac{K}{x} = k = \frac{A}{x} + b$$

Wartość tego wyrażenia maleje, jeżeli rośnie x ; jest to równanie hiperboli, która asymptotycznie dąży do wartości b .

Niewykonanie planu dostawy energii elektrycznej w skali krajowej o 1 %, przy założeniu poprzednio podanej struktury kosztów, powoduje przekroczenie kosztu jednostkowego energii o około 0,7 %, co oznacza w naszych warunkach bezpośrednią stratę około 10 milionów zł (pominięto w obliczeniu ogromne straty pośrednie dla gospodarki narodowej, wynikające z niedostarczonej energii).

Zagadnienie związane z wykonaniem planu dostawy energii i wpływ jego na koszty było omawiane i dyskutowane na naradach partyjno-ekonomicznych przemysłu energetycznego. Jednak zagadnienie to często nie znalazło właściwego odbicia. Podjęte w tym zakresie uchwały zawierają sformułowania bardzo ogólne, jak np. uchwała z narady w jednym z zarządów energetycznych obejmująca takie m. i. sformułowanie:

„Dla zmniejszenia kosztów stałych wytwarzania dążyć do osiągnięcia jak największej mocy dyspozycyjnej w naszych elektrowniach przez skracanie postojów remontowych i modernizację urządzeń“.

Bardziej sprecyzowane stanowisko ujęte jest w uchwałach innych zarządów, które jednak obejmują

tylko pewne zagadnienia z zakresu planu dostawy, jak plan produkcji, zużycie własne, straty sieciowe, nie wiążąc ich w jedną całość wpływającą na koszty dostawy energii elektrycznej. W Zarządzie Energetycznym Okręgu Dolnośląskiego postanowiono przyspieszyć modernizację kotłów w Elektrowni Wrocław oraz w Elektrowni Śkałeczno, uruchomić 4 generatory znajdujące się od dłuższego czasu w naprawie — co zwiększy moc okręgu o około 15 MW, zmniejszyć zużycie własne w elektrowniach, w szczególności w Elektrowni Kaławsk, gdzie zużycie na potrzeby własne wynosi 11,2 %, czyli więcej niż w nowoczesnej wysoko zautomatyzowanej elektrowni Jaworzno II.

W Zarządzie Energetycznym Okręgu Północnego postanowiono przyspieszyć oddanie do eksploatacji przed okresem szczytu zimowego elektrownie wodne Żelkovo i Nowy Żytnik oraz oddać do ruchu w skróconym terminie kotły w Elektrowni Włocławek i Jachcice.

W Zarządzie Energetycznym Okręgu Południowego postanowiono zmniejszyć ilość przerw w dostawie energii przez uruchomienie 49 urządzeń do samoczynnego powtórnego załączania linii, opracować ekonomiczne warunki pracy transformatorów, zwłaszcza dużych i w ten sposób zmniejszyć straty techniczne energii elektrycznej.

Wszystkie te cenne postanowienia, wynikające często z obowiązujących planów technicznych czy modernizacji, nie były jednak poparte ekonomicznym uzasadnieniem, wskazującym na rolę, jaką odgrywają w obniżeniu kosztów energii dostarczonej odbiorcom — co było istotnym celem narad partyjno-ekonomicznych.

Wpływ podziału produkcji między elektrownie na koszty jednostkowe (zmienne)

Rozpatrując wykonanie planu kosztów na tle wykonania planu produkcji nie można ograniczyć się jedynie do analizy związku, który zachodzi między kosztem jednostkowym (udziałem w koszcie jednostkowym kosztów stałych) a wykonaniem ilościowego planu dostawy energii. Istotne znaczenie dla osiągnięcia planowanego obniżenia kosztów ma pokrycie planowanej dostawy przez produkcję elektrowni zgodnie z założonym planem ekonomicznego podziału produkcji na poszczególne zespoły.

Pokrycie zapotrzebowania odbiorców przez produkcję własnych elektrowni w istniejących warunkach technicznych powinno uwzględnić taki podział produkcji na poszczególne elektrownie, aby jednostkowy koszt zmienny, a tym samym jednostkowy koszt przeciętny był jak najniższy.

Tego rodzaju podział produkcji na elektrownie pracujące równolegle wynika stąd, że wszystkie elektrownie traktujemy jako wspólną bazę produkcyjną, w której pewna część kosztów występuje w wysokości niezmiennych (w praktyce wszystkie koszty poza paliwem). W tym wypadku obniżenie jednostkowego kosztu przeciętnego przy wykonaniu założonej produkcji przez okręg energetyczny nastąpi przez zmniejszenie sumy kosztów zmiennych (paliwa).

Istotne znaczenie dla obniżenia kosztów ma maksymalne wykorzystanie elektrowni własnych, a zmniejszenie do koniecznego minimum zakupu energii z elektrowni obcych. Według stosowanej obecnie

taryfy koszt jednostkowy energii zakupywanej z elektrowni przemysłowych wynosi średnio 65 zł/MWh, czyli znacznie przewyższa wzrost kosztów spowodowany zwiększoną produkcją elektrowni zawodowych (nawet nieekonomicznych).

W Południowym Okręgu Energetycznym zwiększony w roku 1953 zakup z elektrowni przemysłowych przy jednoczesnych możliwościach produkcyjnych własnych elektrowni, spowodował zwiększenie kosztów o 9,2 milionów zł.

Wszelkie zmiany w planowanym podziale produkcji, wywołane awariami w elektrowniach lub w sieciach, zmianami w poborze mocy i energii przez odbiorców itp. powodują zmianę poprzednio założonego ekonomicznego podziału produkcji. Aby w tych zmienionych warunkach nie dopuścić do znacznego zwiększenia kosztów, dyspozycja mocy powinna posiadać opracowane schematy podziału produkcji w różnych układach pracy, uwzględniające kształtowanie się kosztów zmiennych dla okręgu.

Uchwały narad partyjno-ekonomicznych zawierają pewne wytyczne zmierzające do zmniejszenia kosztów przez stosowanie właściwego podziału produkcji na poszczególne elektrownie i zespoły. W większości wypadków i tu nie ma jednak konkretnych wskazówek, gdyż ograniczono się jedynie do bardzo ogólnych sformułowań. Wynika to stąd, że okręgi nie wykonały obliczeń, które wskazywałyby, w jakim stopniu różny podział produkcji wpływa na kształtowanie się kosztu jednostkowego.

Zmniejszenie kosztów paliwa w elektrowni

Udział paliwa w koszcie wytworzonej energii elektrycznej zależy od czasu wykorzystania mocy zainstalowanej i wynosi od 30 ÷ 50 %. Zmniejszenie tego kosztu wpływa decydująco na obniżenie kosztów wytwarzania. Wśród paliw produkcyjnych przeważa węgiel. Energetyka wykorzystuje w coraz większym zakresie węgle drobne i miał oraz węgle odpadkowe — muły. Zużycie węgla według asortymentów w poszczególnych latach planu 6-letniego podano w tablicy 3. Walka o obniżenie kosztu paliwa powinna być realizowana przez obniżenie zużycia jednostkowego. Zużycie jednostkowe znacznie zmalało w toku realizacji planu 6-letniego. Wynosiło ono w roku 1950 — 0,787 kg/kWh, a w 1954 spadło do 0,639 kg/kWh.

Tablica 3

Zużycie węgla według sortymentów w latach 1950 ÷ 1954 w %

Sortyment	1950	1951	1952	1953	I pół- rocze 1954
Groszek i grysik	19,5	16,6	16,6	14,5	13,0
Drobny i miał	79,5	77,2	76,1	77,8	78,5
Pył, muł i przerosty	1,0	6,2	7,3	7,7	8,5
Razem	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

W pewnych wypadkach ujawniono dążenie do zmniejszenia kosztów paliwa przez spalanie gorszych (a więc tańszych) gatunków węgla nawet bez jedno-

czesnego dotrzymania i obniżenia jednostkowego zużycia paliwa umownego.

Były to wyniki błędnego zrozumienia walki o obniżkę kosztów.

Należy bowiem podkreślić, że właściwą gospodarkę węglem prowadzi tylko ta elektrownia, która spalając gorsze gatunki dotrzymuje a nawet zmniejsza zadane jej jednostkowe zużycie paliwa umownego.

Każda elektrownia realizuje plan obniżenia kosztów paliwa w ramach zadań produkcyjnych, wyznaczonych ogólnie przez dział planowania okręgu i operatywnie przez okręgową dyspozycję mocy. Elektrownia posiada w ramach zadanego planu dużą swobodę w walce o obniżenie kosztu paliwa.

W celu uzyskania w akcji tej pozytywnych rezultatów ustalono w toku narad partyjno-ekonomicznych następujące główne wytyczne:

1. należy prowadzić systematyczną kontrolę dostarczanego do elektrowni węgla zgodnie z zawartymi umowami przez uruchomienie nieczynnych wag lub zainstalowanie nowych wag;
2. usprawnić pracę laboratoriów chemicznych, prowadzić stale i dokładnie analizy węgla. badać zawartość części palnych w żużlu;
3. prowadzić należyłą gospodarkę na placu węglowym, składać węgiel według sortymentów na podłożu twardym, nie przekraczać dopuszczalnej wysokości zwałów węglowych, zapewnić cykliczność w odnawianiu zapasów;
4. obniżyć zużycie jednostkowe węgla przez modernizację kotłów oraz przez ekonomiczny podział obciążeń na poszczególne turbozespoły i kotły;
5. usprawnić gospodarkę cieplną przez:
 - a) podniesienie temperatury wody zasilającej (uruchomienie nieczynnych podgrzewaczy);
 - b) zmniejszenie do minimum strat kominowych przez systematyczne oczyszczanie powierzchni ogrzewalnych kotłów oraz uzupełnianie podgrzewaczy;
 - c) zmniejszenie strat kondensatu, wykorzystanie upustów turbin;
 - d) poprawienie próżni w turbinach za pomocą codziennie przeprowadzanych kontroli pracy chłodni kominowych oraz odpowiednio częstego czyszczenia kondensatorów;
 - e) uzupełnienie brakującej aparatury cieplnej i częste sprawdzanie aparatury czynnej.

Dotrzymanie i obniżenie kosztów stałych wytwarzania, przesyłania i obsługi odbiorców

Energetyka obniża koszty własne, walcząc w elektrowniach o ekonomiczne spalanie węgla, o zmniejszenie zużycia na potrzeby własne.

W zakładach sieci elektrycznych prowadzone są prace techniczne zmierzające do zmniejszenia strat technicznych. Zakłady zbytu energii wywierają nacisk na odbiorców, aby ekonomicznie użytkowali dostarczaną im energię oraz walczą, aby obniżyć straty handlowe.

Oprócz tych głównych kierunków walki o obniżkę kosztów, specyficznych dla każdego rodzaju zakładu energetycznego, każdy zakład energetyczny powinien prowadzić nieustanną, konsekwentną walkę o zmniejszenie kosztów stałych.

Ze względu na wielkość produkcji i dostawy energii odbiorcom wszystkie koszty poza paliwami traktujemy jako koszty stałe.

Koszty poza paliwem są funkcją mocy zainstalowanej; ich wielkość w poszczególnych elektrowniach jest różna i zależy od ilości jednostek prądotwórczych. Koszty przesyłania nie zależą bezpośrednio od ilości energii lub mocy przesyłanej za pomocą urządzeń sieciowych, zależą natomiast od wielkości urządzeń sieciowych, tj. długości linii sieciowych, ilości i mocy stacji transformatorowych, ich rodzaju i rozmieszczenia w terenie. Koszty obsługi odbiorców, techniczne i handlowe, są zależne od liczby i rodzaju odbiorców a w poszczególnych zakładach zbytu od charakteru odbiorców i rozmieszczenia ich w terenie.

W kosztach stałych decydującym elementem są koszty osobowe. Obniżenie kosztów osobowych jest głównym kierunkiem walki o obniżenie kosztów stałych. Udział kosztów osobowych w kosztach całkowitych wynosi:

- w elektrowniach $25 \div 35 \%$,
- w zakładach sieci elektrycznych $30 \div 40 \%$,
- w zakładach zbytu energii $50 \div 60 \%$.

Wielkość kosztów osobowych zależna jest we wszystkich zakładach od trzech głównych czynników, tj. od:

- a) liczby zatrudnionych pracowników,
- b) ilości roboczogodzin przypadających na jednego pracownika,
- c) płacy na jedną roboczogodzinę (dla pracowników umysłowych — płacy za jeden pracowniko-miesiąc).

Najczęstszym powodem przekraczania kosztów osobowych jest przekroczenie w stosunku do planu ilości roboczogodzin przypadających na jednego pracownika, spowodowane pracą w godzinach nadliczbowych. Przekroczenia godzin nadliczbowych występują najczęściej, gdy przedsiębiorstwo posiada mniejszą ilościowo obsadę niż założona w planie. Praca w godzinach nadliczbowych w zakresie określonym planem, znajduje w obecnej sytuacji uzasadnienie ekonomiczne. Jeżeli występuje niedobór mocy, urządzenia odstawione do remontu bieżącego lub kapitalnego muszą w jak najkrótszym czasie być oddane z powrotem do eksploatacji; wymaga to maksymalnego wykorzystania załogi elektrowni i pracy w godzinach nadliczbowych. Koszty pracy w godzinach nadliczbowych mają znacznie mniejsze znaczenie niż korzyść uzyskana z terminowego oddania remontowanych urządzeń do eksploatacji. Poza tym dopuszcza się jednak często do zatrudnienia pracowników niezwiązanych bezpośrednio z eksploatacją, np. pracowników zarządu przedsiębiorstwa. W rezultacie prowadzi to do bardzo znacznego przekraczania godzin nadliczbowych, a więc i kosztów osobowych. Wykonanie planu godzin nadliczbowych oraz wpływ ich na przekroczenie planu płac w I półroczu 1954 r. przedstawiono w tablicy 4.

Przekraczanie kosztów osobowych, wprawdzie zdarzające się coraz rzadziej, wynika również z niezgodnego z przepisami zaszeregowania pracowników do wyższych grup. Wreszcie zachodzą wypadki przekraczania liczby pracowników zatrudnionych w grupach administracyjnych.

Walka o dotrzymanie dyscypliny zatrudnienia i płac musi być prowadzona w zakładach konsekwent-

Tablica 4

Wykonanie planu zatrudnienia, godzin nadliczbowych i płac za I półrocze 1954 r. w %

Okręg Energetyczny	Ilość		Płace
	zatrudnionych	godzin nadliczbowych	
Centralny	96,6	156,3	103,5
Wschodni	97,5	130,9	99,4
Południowy	97,7	127,8	103,6
Dolnośląski	97,7	144,3	103,7
Zachodni	97,9	128,3	101,7
Północny	98,7	113,8	100,3
Razem	98,2	132,4	102,5

nie, a rezultatem jej musi być zmniejszenie kosztów osobowych.

Na zmniejszenie kosztów osobowych decydujący wpływ wywiera współzawodnictwo, szkolenie pracowników oraz stosowanie pracy w akordzie. Zagadnienie normowania, w wyniku którego podnosi się wydajność pracy i ogranicza się godziny nadliczbowe, nie znalazło w poszczególnych zakładach właściwego wyrazu; np. w zakładach zbytu energii istnieje znaczna, nieusprawiedliwiona rozpiętość ilości pracowników pracujących na normach. Na przykład w Zakładzie Zbytu Energii Wrocław około 70 % pracowników pracuje na normach, w Zakładzie Zbytu Energii Warszawa — 40 %, a w Zakładzie Zbytu Energii Radom tylko 5 %.

Walka o zmniejszenie kosztów osobowych wpływa wybitnie na koszty niezależne od wielkości produkcji, tj. na koszty ogólnofabryczne. W zakładach energetycznych walka o obniżenie kosztów ogólnofabrycznych ciągle nie daje pozytywnych rezultatów, gdyż są one przekraczane. Obok niedotrzymania dyscypliny zatrudnienia i płac wpływają decydująco na przekroczenie planu kosztów ogólnofabrycznych przekroczenia z tytułu narzutów na utrzymanie jednostki nadrzędnej — zarządu energetycznego okręgu oraz tzw. koszty nieprodukcyjne. Z faktu, że zarządy energetyczne okręgów finansowane są z narzutów, nie może być wyciągany wniosek, że te narzuty mogą się kształtować w dowolnej wielkości. Zadania oszczędnościowe, które realizują zakłady, obowiązują również, w stopniu jeszcze wyższym jednostki kierownicze okręgów energetycznych.

W zakładach powstają jeszcze ciągle znaczne koszty nieprodukcyjne z tytułu odsłonek za faktury niezapłacone w terminie oraz opłat za postoje obcego taboru.

Odrębny zakres walki o obniżkę kosztów stałych stanowi dziedzina gospodarki materiałowej. Koszty w tym zakresie nie są na ogół przekraczane, niemniej występują ciągle nieuzasadnione manka oraz bardzo znaczne zapasy przekraczające normatywy, co powoduje dodatkowe koszty magazynowania. Należy podnieść kwalifikacje magazynierów, częściej przeprowadzać kontrole magazynów i upłynnić nadmierne zapasy.

Jak z dokonanego przeglądu wynika, pozytywne wyniki walki o obniżenie kosztów własnych zależą od wielu czynników. Walka ta prowadzona jest przez wszystkich pracowników, decydują przede wszystkim

wyniki pracy technicznej. Rezultaty te powinny znaleźć właściwe odzwierciedlenie w rachunku kosztów, prowadzonych przez księgowość.

Księgowość powinna bieżąco, operatywnie śledzić wykonanie podstawowych prac technicznych, podawać dyrekcji i pracownikom technicznym rezultaty zarówno pozytywne, jak i negatywne.

Rachunki kosztów i analizy powinny być dla personelu technicznego dokumentami, ujmującymi w spo-

sób ekonomiczno-finansowy rezultaty walki o obniżenie kosztów własnych i wskazującymi kierunki pracy, których wykonanie doprowadzi do usunięcia dotychczasowych błędów, do likwidacji marnotrawstwa, do spotęgowania rezultatów pozytywnych.

Pracownik techniczny wykonując swe zadania musi zdawać sobie sprawę ze skutków ekonomicznych swej pracy dla przedsiębiorstwa, a tym samym i dla gospodarki narodowej.

621.3.051.003

Jak walczy o obniżenie kosztów własnych Zakład Sieci Elektrycznych Kraków-Miasto

Mgr Zygmunt Olszewski

W lipcu 1954 r. odbyła się w Zakładzie Sieci Elektrycznych Kraków-Miasto konferencja partyjno-ekonomiczna, na której poddano szczegółowej analizie możliwości polepszenia wyników pracy zakładu i osiągnięcia lepszych wskaźników ekonomicznych.

W artykule niniejszym omówione zostaną tylko te zagadnienia poruszone na konferencji, które mogą być aktualne lub wykorzystane także w innych zakładach sieciowych.

II Zjazd Polskiej Zjednoczonej Partii Robotniczej ustalając główne zadania gospodarcze na lata 1954 - 55 nałożył również i na energetykę poważne obowiązki. Polegają one na wykorzystaniu wszelkich istniejących rezerw dla pokrycia stale zwiększającego się zapotrzebowania energii elektrycznej oraz obniżenia kosztów własnych i wykonania planu akumulacji.

W jakim kierunku powinny zmierzać wysiłki w zakresie obniżenia kosztów własnych w zakładach sieci elektrycznych?

W zakładach tych przeważającą część kosztów własnych stanowią płace załogi i koszty materiałowe. Dlatego te elementy posiadają znaczenie decydujące dla kształtowania się kosztów własnych.

Wysiłki załogi i kierownictwa zakładów sieci elektrycznych powinny więc zmierzać przede wszystkim do zapewnienia stałego wzrostu wydajności pracy i najoszczędniejszego zużywania materiałów.

Załoga Zakładu Sieci Elektrycznych Kraków-Miasto, po omówieniu wszystkich istniejących rezerw, postanowiła wykonać wspomniane wyżej zadania i zapewnić osiągnięcie przez Zakład do końca 1954 r. zysku przynajmniej w wysokości ustalonej w planie finansowym na cały rok przez zastosowanie następujących środków:

1. *Całkowite zlikwidowanie awarii zawinionych i ograniczenie do minimum awarii niezawinionych*

Cel ten postanowiono osiągnąć przez:

a) przeprowadzanie dokładnej analizy przyczyn każdej awarii na naradach roboczych przy udziale POP i Rady Zakładowej,

b) zwiększenie czujności aktywu partyjnego i związkowego,

c) podniesienie uświadamienia politycznego załogi,

d) postawienie na właściwym poziomie szkolenia wewnątrzzakładowego, ze szczególnym uwzględnieniem znajomości przepisów eksploatacyjnych,

e) zaopatrzenie obsługi urządzeń energetycznych w potrzebny sprzęt i materiały do szybkiej likwidacji ewentualnych uszkodzeń, mogących spowodować awarie,

f) uświadomienie załogi o stratach, które ponosi wskutek awarii gospodarka narodowa, zakład oraz pracownicy zakładu (zmniejszenie wysokości premii).

Zagadnienie zmniejszenia awaryjności zostało potraktowane na konferencji jako jedno z najważniejszych ze względu na to, że awarie w energetyce, poza stratami bezpośrednimi dla zakładu, powodują także przestoje w przemyśle i straty w produkcji.

2. *Śmiałe wprowadzanie w zakładzie postępu technicznego, pełniejsze wykorzystanie posiadanych maszyn i urządzeń technicznych i modernizowanie tam, gdzie to jest możliwe, urządzeń przestarzałych, nieekonomicznych i nie dających pewności ruchu*

W dyskusji nad tym zagadnieniem podkreślono, że niedociągnięcia na punkcie właściwego wykorzystania maszyn i urządzeń technicznych spowodowane są często przez:

a) odbiór urządzeń inwestycyjnych niewłaściwie wykonanych, co wymaga później przeróbek lub wymiany niektórych elementów,

b) niedokładną analizę przez KOPJ, czy projektowane urządzenia odpowiadają przepisom technicznym eksploatacji elektrowni i sieci,

c) brak pełnej dokumentacji technicznej i rysunków wykonawczych, co utrudnia przeprowadzanie właściwych odbiorów nowych urządzeń,

d) niedostateczną kontrolę jakości robót wykonywanych w ramach kapitalnych remontów.

Dla uniknięcia w przyszłości tego rodzaju usterek uchwalono na konferencji szereg konkretnych postanowień, między innymi obowiązek bezwzględnego stosowania komisijnego odbioru i kolaudacji urządzeń po kapitalnych remontach, dostarczanie pracownikom odbierającym roboty inwestycyjne pełnej dokumentacji technicznej i rysunków wykonawczych przynajmniej na 7 dni przed terminem odbioru itp.

3. *Szersze rozwinięcie ruchu racjonalizatorskiego w zakładzie*

Cel ten postanowiono osiągnąć przez:

a) większe zainteresowanie pracowników fizycznych problemami racjonalizacji,

- b) opracowywanie i szeroką popularyzację odpowiedniej tematyki racjonalizatorskiej,
- c) ogłaszanie konkursów racjonalizatorskich,
- d) poświęcanie większej uwagi organizowaniu robotniczo-inżynierskich brygad racjonalizatorskich,
- e) organizowanie spotkań racjonalizatorów z naukowcami itp.

W dyskusji nad zagadnieniem rozwoju racjonalizacji w zakładzie podkreślono, że przez praktyczne zastosowanie niektórych pomysłów racjonalizatorskich zgłoszonych przez pracowników ZSE Kraków-Miasto osiągnięto poważne oszczędności, np. przez zastosowanie przyczepki do przewozu transformatorów pomysłu Jana Gałasia. Poprzednio bowiem do załadowania transformatora trzeba było użyć 8 ÷ 10 ludzi, obecnie zaś czynność tą wykonuje 4 robotników.

Poważne oszczędności daje też opracowany ostatnio przez inż. Tadeusza Ziębę sposób osadzania izolatorów na hakach i trzonach prostych przez zalewanie betonem z domieszką trocin, zamiast używania jak dotychczas do tego celu deficytowych materiałów — konopi, pokostu i minii ołowianej.

Sposób ten, wypróbowany z dobrym skutkiem w ZSE Kraków-Miasto, powinien znaleźć zastosowanie również w innych zakładach sieciowych.

W związku z konferencją partyjno-ekonomiczną wpłynęło nowe poważne zobowiązanie, a mianowicie: ob. Jan Szymański — kierownik Sekcji Zabezpieczeń od Wyładowań Atmosferycznych zobowiązał się opracować nowy sposób załączania odgromników do sieci napowietrznych 5 i 15 kV, który pozwoli w przyszłości na wymianę odgromników pod napięciem.

Tego rodzaju usprawnienie ma oczywiście znaczenie praktyczne dla całej energetyki i pozwoli na osiągnięcie poważnych oszczędności.

4. Usprawnienie pracy transportu przez należyte wykorzystanie samochodów i terminowe ich podstawianie

W dyskusji nad tym zagadnieniem wskazano między innymi na to, że samochody nie zawsze są należycie wykorzystywane. Zdarzają się np. wypadki, że pogotowie elektryczne jedzie, aby wykonać wyłączenie dla brygady montażowej, która wyjeżdża następnie innym wozem, zamiast udać się na miejsce pracy wozem pogotowia.

Samochody można by poza tym bardziej racjonalnie wykorzystać przez zorganizowanie właściwej współpracy działu transportowego z komórkami technicznymi i zaopatrzenia oraz przez wcześniejsze zawiadamianie zainteresowanych o planowanych dalszych wyjazdach.

5. Wzmocnienie kontroli przez personel kierowniczy i społecznych inspektorów pracy nad przestrzeganiem i wykonywaniem obowiązujących przepisów o ochronie pracy

W toku dyskusji nad tym problemem podkreślono w szczególności, że jedną z przyczyn braków i niedociągnięć na odcinku bezpieczeństwa i higieny pracy jest niedostateczna kontrola nad przestrzeganiem i wykonywaniem obowiązujących przepisów o ochronie pracy, a w szczególności mała aktywność społecznych inspektorów pracy, którzy niedostatecznie czu-

wają nad stałym rozwojem i poprawą warunków ochrony pracy w zakładzie oraz nad podnoszeniem poziomu uświadomienia i uaktywnienia całej załogi w dziedzinie ochrony pracy.

Należyta praca społecznych inspektorów pracy, a w pierwszym rzędzie inspektorów grupowych, posiada bardzo duże znaczenie, gdyż ich ofiarność ma decydujący wpływ na ostateczne rezultaty walki z wypadkami przy pracy.

Grupowy społeczny inspektor pracy styka się codziennie z członkami grupy, obserwuje ich metody pracy, stopień przeszkolenia itd., zna wszystkie braki oraz usterki organizacyjne i techniczne, które występują na terenie jego grupy. Usterki te mogą ująć uwadze zakładowego, a nawet oddziałowego inspektora społecznego lub inżyniera BHP.

6. Szersze rozwinięcie współzawodnictwa pracy, popularyzacja udoskonalonych metod pracy i powiększenie zakresu pracy według norm

Cel ten postanowiono osiągnąć między innymi przez:

- a) uaktywnienie pracy grup związkowych w dziedzinie rozwoju współzawodnictwa oraz kontrolę realizacji podjętych zobowiązań i podsumowywanie ich wyników w tym ogniwie, w którym były podjęte;

- b) zwiększenie udziału inteligencji technicznej we współzawodnictwie pracy;

- c) zobowiązanie aktywów partyjnego i związkowego oraz personelu kierowniczego zakładu do stałego śledzenia postępu technicznego i przodujących metod pracy, analizowania korzyści ekonomicznych płynących z ich zastosowania i upowszechnienie wśród ogółu pracowników.

Każda nowa udoskonalona metoda pracy da bowiem tylko wtedy pełny efekt, gdy porwie za sobą szerokie rzesze naśladowców, gdy spowoduje osiągnięcie wyższego poziomu pracy przez większą ilość pracowników;

- d) wpojenie w całą załogę głębokiego przekonania o konieczności wzajemnej pomocy, zgodnie ze stalinowską zasadą współzawodnictwa socjalistycznego, która brzmi: „Braterska pomoc dla pozostających w tyle ze strony przodujących, w celu osiągnięcia ogólnego postępu”.

7. Wzmocnienie walki o oszczędność zasobów materialowych

Cel ten postanowiono osiągnąć przez:

- a) zorganizowanie odpowiedniej propagandy, tak aby wszystkich pracowników, bez względu na zajmowane stanowisko przekonać o konieczności prowadzenia systematycznej walki z wszelkimi przejawami nadmiernego i niecelowego zużycia materiałów, z wszelkimi przejawami marnotrawstwa;

- b) stosowanie wszędzie, gdzie to jest możliwe, materiałów tańszych, zwłaszcza z surowców zastępczych oraz materiałów starych, po przeprowadzeniu ich regeneracji lub przeróbki;

- c) zwrócenie większej uwagi na właściwą konserwację materiałów, a w szczególności na ochronę wszelkiego rodzaju przedmiotów metalowych przed korozją;

- d) niedopuszczanie do powstawania zbędnych lub nadmiernych zapasów materiałowych;

e) zwrócenie uwagi kompetentnych czynników, że niektóre zakłady wciąż jeszcze produkują materiały o złej jakości. Dotyczy to np. takich przedmiotów, zużywanych w dużej ilości przez zakłady sieci elektrycznych, jak żarówki elektryczne, zaciski odgałęźne itp.

Nabywanie materiałów niewłaściwej jakości powiększa bowiem w dużym stopniu koszty własne zakładu.

W dyskusji nad zagadnieniem gospodarki materiałowej poruszono poza tym dwa ważne zagadnienia, których unormowanie należy do kompetencji władz naczelných:

Wpłynął mianowicie wniosek o wprowadzenie w energetyce, za przykładem innych gałęzi przemysłu inwentaryzacji ciągłej, zamiast stosowanej obecnie dwukrotnej inwentaryzacji w roku lub powrót do poprzedniego systemu inwentaryzacji jednorazowej na koniec każdego roku.

Wydaje się, że wniosek ten jest uzasadniony, gdyż wprowadzenie, poczynając od roku ubiegłego, dodatkowej inwentaryzacji w okresie letnim, tj. w okresie urlopów oraz w czasie największego nasilenia robót remontowych i inwestycyjnych, powoduje trudności w wykonaniu planów i powiększa koszty własne zakładu.

ZSE Kraków-Miasto, który należy do mniejszych zakładów sieciowych, musiał zatrudnić przy ostatniej inwentaryzacji zapasów magazynowych i przedmiotów nietrwałych około 30 pracowników umysłowych, w tym dużą liczbę fachowców z eksploatacji oraz około 30 pracowników fizycznych, którzy na okres kilku dni byli całkowicie oderwani od swoich normalnych prac. Do tego dochodzą koszty transportu, strata czasu dużej ilości pracowników przy spisywaniu posiadanych przez nich narzędzi i odzieży specjalnej itd.

Korzyści, które daje dwukrotna inwentaryzacja w ciągu roku są niewątpliwie znacznie mniejsze od strat, jakie ponosi w związku z tym gospodarka narodowa.

Wysunięto też wniosek o zwrócenie się do władz nadrzędnych z prośbą o zmianę instrukcji dotyczącej planowania materiałowego w tym kierunku, aby zakup materiałów w ilościach dużych był planowany po cenach hurtownych, a zakup materiałów w ilościach małych — po cenach detalicznych.

Wydaje się, że wniosek ten jest również uzasadniony, gdyż w myśl obowiązującej obecnie instrukcji zakup wszystkich materiałów planowany jest po cenach hurtownych, podczas gdy faktycznie zakład zmuszony jest kupować dużą ilość materiałów po cenach detalicznych, co powoduje różnicę między planem zakupów i realizacją.

8. *Przeprowadzenie krótkiego przeszkolenia kierowniczego personelu technicznego w zakresie podstawowych zagadnień ekonomiki zakładu, a przede wszystkim w zakresie kosztów własnych i planowania wewnątrzzakładowego*

Przeszkolenie to miało by za zadanie nauczyć kierowników działów, rejonów, sekcji, mistrzów i brygadzystów właściwego posługiwania się takimi wskaźnikami, jak wydajność pracy, normy zużycia mate-

riałów itp. i wiązania zagadnień produkcyjno-technicznych z zagadnieniami ekonomiczno-finansowymi.

9. *Wprowadzenie planowania wewnątrzzakładowego*

Planowanie to polegałoby w początkowym okresie na sporządzaniu planów operatywnych na okresy miesięczne czy kwartalne dla poszczególnych rejonów.

W dyskusji podkreślono, że rozproszanie planu w podstawowych jego elementach, tj. planu zużycia materiałowego, planu zatrudnienia i funduszu płac, planu remontów i napraw, planu kosztów itp. przynajmniej w rejonach ułatwiłoby w dużym stopniu wykonanie zadań zakładu w zakresie obniżenia kosztów własnych oraz stanowiłoby ważny element aktywizacji załogi i wychowania jej w duchu świadomego współgospodarza zakładu.

Wykonanie uchwały o wprowadzeniu planowania wewnątrzzakładowego nie będzie oczywiście łatwe. Nie ma bowiem jeszcze poważniejszych doświadczeń w tej dziedzinie, a materiał doświadczalny uzyskany przez inne gałęzi przemysłu nie zawsze może być wykorzystany w energetyce ze względu na odmienny charakter tego przemysłu i inne warunki pracy.

Praktyka w innych przemysłach wykazała poza tym, że istnieje poważne niebezpieczeństwo przekształcenia się planowania wewnątrzzakładowego w pustą formalność. Zdarza się to wtedy, gdy plany dla poszczególnych komórek organizacyjnych zakładu opracowuje tylko dział planowania, dzieląc automatycznie wskaźniki ustalone dla całego zakładu, bez udziału załogi oraz bez udziału kierownictwa zainteresowanych jednostek.

Aby planowanie wewnątrzzakładowe spełniło rzeczywiście swoje zadanie, musi być każda pozycja planu dokładnie przeanalizowana na radzie wytwórczej tej komórki organizacyjnej, której plan dotyczy.

Ważną jest też rzeczą, aby planowanie wewnątrzzakładowe było właściwie od podstaw zorganizowane.

Dlatego też zakłady, które wprowadziły u siebie tego rodzaju planowanie, organizowały je przeważnie przy udziale fachowców specjalizujących się w zagadnieniach planowania i organizacji pracy, głównie przy udziale pracowników naukowych Instytutu Ekonomiki i Organizacji Pracy.

ZSE Kraków-Miasto zamierza nawiązać kontakt z Wyższą Szkołą Ekonomiczną w Krakowie w celu uzyskania fachowej pomocy w ramach współpracy nauki z przemysłem.

10. *Usprawnienie pracy biblioteki zakładowej i zapotrzenia jej w dostateczną ilość książek fachowych*

Książki i czasopisma fachowe są najlepszym doradcą i pomocnikiem każdego pracownika. Uczą one nowych, udoskonalonych metod pracy, uczą jak racjonalnie wykorzystywać materiały i odpadki, uczą jak pracę człowieka uczynić lżejszą i bardziej wydajną.

Jako przykład korzyści, które daje czytanie literatury fachowej, jeden z mówców przytoczył, że w Hucie Baildon kupiono swego czasu książkę za 6 zł, dzięki czemu zaoszczędzono 6 milionów złotych.

Sześć złotych kosztowała bowiem książka inżyniera radzieckiego Lejkina, a przy jej pomocy huta przysporzyła Państwu 6 milionów złotych oszczędności.

Inż. Lejkin, znakomity specjalista, wynalazł nową metodę przeróbki odpadów stali kwasoodpornej i metodę tę bardzo przystępnie opisał w swojej książce. Książkę tę przestudiowano w Hucie Baildon i z nagromadzonych cennych odpadków, leżących przed tym bezużytecznie, wyprodukowano, nie używając nowych składników, około 1000 tonn stali kwasoodpornej.

11. *Organizowanie przynajmniej raz na kwartał załadowych narad roboczych dla omówienia z załogą kosztów własnych i ważniejszych zagadnień ekonomicznych zakładu*

12. *Rozwinięcie szerokiej agitacji i propagandy w celu umożliwienia walki o obniżenie kosztów własnych*

Zadanie to postanowiono wykonać przez:

a) uaktywnienie pracy świetlicy zakładowej, której kierownictwo powinno organizować odczyty, pogadanki, wymianę doświadczeń przodujących robotników, spotkania z naukowcami, wydawanie gazetki ściennej itp.;

b) rozszerzenie programu audycji radiowęzła zakładowego, przez mocniejsze powiązanie ich z zagadnieniami produkcyjnymi i ekonomicznymi zakładu, przez częstsze omawianie zagadnień bezpieczeństwa i higieny pracy, współzawodnictwa pracy, racjonalizatorstwa itp.;

c) uaktywnienie pracy zespołu korespondentów radiowęzła i ewentualne powołanie nowych korespondentów;

d) zaangażowanie pracowników inżynieryjno-technicznych w szerszym niż dotąd zakresie, do współpracy z kierownictwem świetlicy i radiowęzła.

W dyskusji nad pracą świetlicy i radiowęzła zakładowego podkreślono również, że podstawą wzmożonej agitacji i propagandy, obok krytyki przykładów złej pracy, powinny stać się przede wszystkim przykłady osiągnięć pozytywnych, pobudzające ambicję i wskazujące drogi szybkiego osiągnięcia dobrych wyników.

13. *Uaktywnienie działalności organizacji masowych, a w pierwszym rzędzie ZMP i Ligi Kobiet w walce o polepszenie wyników pracy zakładu i wykonanie wskazań II Zjazdu PZPR.*

W uchwale powziętej na zakończenie narady partyjno-ekonomicznej, w której załoga zobowiązała się wykonać omówione wyżej zadania, wyznaczono osoby odpowiedzialne za dopilnowanie wykonania.

Zarówno w referacie dyrektora zakładu, jak i w toku dyskusji podkreślono przy tym, że walka o polepszenie wyników pracy i obniżenie kosztów własnych nie może mieć charakteru doraźnej tylko akcji.

Walka ta powinna być prowadzona codziennie i systematycznie przez całą załogę.

621.3.016.332

Obniżenie zapotrzebowania mocy w godzinach szczytowego obciążenia oraz oszczędzanie energii elektrycznej w przemyśle

Redakcja „Energetyki” zwróciła się z propozycją do kilku przodujących energetyków centralnych zarządów przemysłów i zakładów przemysłowych, aby na łamach naszego czasopisma omówili środki i sposoby, które zastosowali w swoich zakładach w celu obniżenia zapotrzebowania mocy w godzinach szczytowego obciążenia oraz w celu zmniejszenia zużycia energii elektrycznej.

Z wypowiedzi, które poniżej drukujemy, wynika, że możliwości obniżenia poboru mocy w szczycie oraz oszczędzania energii elektrycznej bez szkody dla produkcji istnieją w każdym prawie zakładzie przemysłowym.

Po otrzymaniu dalszych materiałów na ten temat wydrukujemy je w następnych numerach „Energetyki”.

REDAKCJA

I

Jak zmniejszono pobór mocy w godzinach szczytowego obciążenia w hutach Centralnego Zarządu Przemysłu Hutniczego

Inż. Jan Mikulski

Wskaźnik rozwoju całego przemysłu na przełomie lat 1953/54 w porównaniu z rokiem 1949 wynosi 225%. Wskaźnik wzrostu produkcji energii elektrycznej osiągnął jednak tylko 153%. Stan taki nakłada na poszczególne gałęzie gospodarki narodowej obowiązek jak najbardziej ekonomicznego użytkowania energii elektrycznej przez racjonalne prowadzenie procesów technologicznych. Musi się to odbywać przy jednoczesnym obniżeniu zapotrzebowania mocy — szczególnie w godzinach szczytu wieczornego. Tego

rodzaju zadania stanęły również przed bardzo energochłonnym przemysłem hutniczym. Chodziło przede wszystkim o odciążenie sieci energetycznej w godzinach wieczornych, w których gwałtownie wzrasta obciążenie i powstaje jego szczyt.

Odciążenie takie można osiągnąć przez wyłączanie dużych odbiorów, np. zespołów walcowniczych. Rozwiązanie takie powoduje jednak straty w produkcji; może więc być stosowane przez huty CZPH tylko w ostateczności.

Zagadnienie sposobu obniżenia szczytu wieczornego, omówione na wielu odprawach, znalazło również oddźwięk w zarządzeniach CZPH oraz w wewnętrznych zarządzeniach hut.

Przy ustaleniu obniżki poboru mocy w szczycie oparto się na okresowo sporządzanych dobowych wykresach obciążenia. Wykorzystano wskazania przede wszystkim kilowatomierzy rejestrujących lub maksymalografów, podających średnią moc piętnastominutową, a tam, gdzie takich przyrządów nie ma — wskazania liczników energii czynnej. Liczniki odczytywano w okresach półgodzinnych.

Szczyt mocy wydziału produkcyjnego w hucie ustalano na podstawie porównania większej liczby wykresów obciążenia danego wydziału.

Zarządzenia CZPH polecały przeanalizowanie wykresów obciążenia dobowego, obniżenie szczytów i wyrównanie spadków obciążenia, występujących podczas zmiany obsługi przez zastosowanie następujących sposobów:

1. *Zwiększenie dyscypliny pracy podczas przejmowania przez załogi poszczególnych zmian urządzeń produkcyjnych w pełnym biegu.*

2. *Rozłożenie w czasie pracy oddziałów i zespołów.* Praca wydziałów lub oddziałów dwuzmianowych nie mogła odbywać się w godzinach wieczornych, lecz jedynie rano lub w nocy albo też w godzinach szczytu wieczornego wstrzymywano pracę zespołów o napędzie elektrycznym. Zalecono również przy pracy jednonozmianowej przesunięcie początku jej z godz. 6-tej na 7-mą. Zmiana walców na walcowniach została przewidziana i była przeprowadzana możliwie w godzinach szczytowego obciążenia.

Okresowe przeglądy, smarowanie zespołów itp. mogły być przeprowadzane tylko w godzinach obciążenia szczytowego.

Zabroniono przeprowadzania próbnego ruchu nowych lub naprawionych zespołów w godzinach szczytowego obciążenia.

3. *Wyznaczenie różnych godzin dla posiłków* w poszczególnych wydziałach. Posiłki te wyznaczono w godzinach szczytowego obciążenia rannego lub wieczornego, przy czym uwzględniano przesunięcia szczytu w poszczególnych miesiącach.

4. *Ograniczenie wielkości pobieranej mocy.* Po dokładnym przeanalizowaniu warunków pracy całego wydziału i każdego odbiornika zatrzymywano ruch zbędnych pomp, wentylatorów, kompresorów, obrabiarek, łańcuchów węglowych w koksowniach, przenośników taśmowych itp. oraz wyłączano zbędne oświetlenie i grzejniki elektryczne. W godzinach szczytu uruchamiano dmuchawy o napędzie gazowym; poza tym odcciążano dmuchawy elektryczne, posiadające skojarzony napęd parowy.

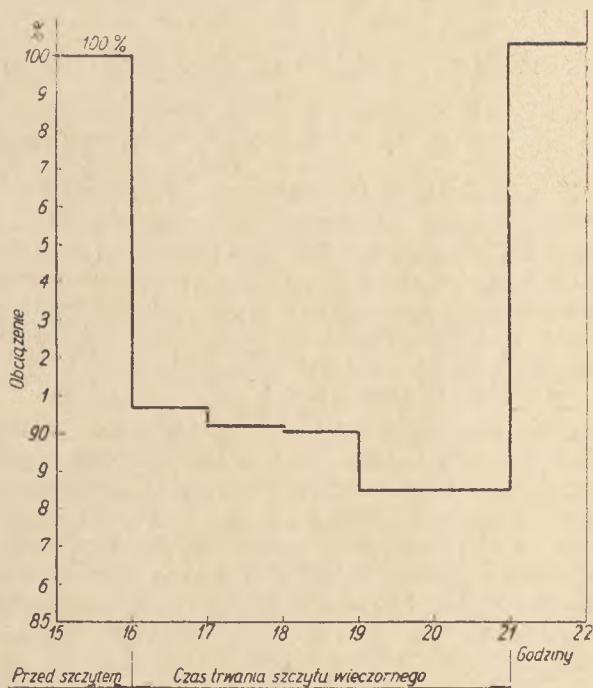
Poza dążeniem do zmniejszenia poboru mocy zwrócono uwagę na zwiększenie mocy osiągalnej i dyspozycyjnej elektrowni hutniczych. W tym celu w godzinach szczytowych prowadzono ruch kotłów z maksymalną wydajnością. Chodziło tu przede wszystkim o jednostki starego typu lub kotły na paliwo gazowopłynowe, pod którymi spalano w tych godzinach więcej węgla, zmniejszając jednocześnie zużycie paliwa odpadkowego, tj. gazu wielkopiecowego.

Dobre rezultaty dało również wprowadzenie współzawodnictwa między elektrowniami hutniczymi, przy

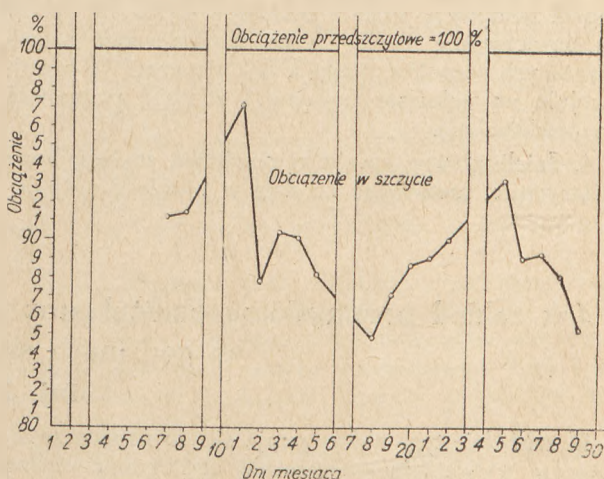
czym jako jeden z warunków współzawodnictwa ustalono podniesienie mocy osiągalnej własnej elektrowni w okresie szczytów ponad wykres zadany przez Okręgowego Dyspozytora Mocy.

Przebieg obciążenia, szczególnie w szczycie, był kontrolowany przez inspektorów Działu Głównego Energetyka CZPH, poza tym przyjmowano codziennie meldunki telefoniczne o wielkości poboru mocy z sieci zewnętrznej i z własnej oraz dane o produkcji elektrowni hutniczych.

W wydziałach produkcyjnych hut wyznaczeni zostali pracownicy odpowiedzialni za właściwą gospodarkę energią elektryczną, a odpowiedzialnością taką obarczono również kierowników wydziałów produkcyjnych. W ten sposób nastąpiło ściślejsze powiązanie ich pracy z pracą działów głównego energetyka.



Rys. 1. Zmiany obciążenia na hucie surowcowej w szczycie wieczornym w % w stosunku do poboru przed szczytem



Rys. 2. Spadek obciążenia w okresie szczytu poszczególnych dni miesiąca w porównaniu z obciążeniem przedszczytowym

W większych hutach kierownictwo każdego wydziału produkcyjnego otrzymuje miesięczne limity mocy dla siły i światła z podziałem na godziny szczytowe oraz pozaszczytowe, dopuszczalny minimalny współczynnik mocy, wskaźnik jednostkowego zużycia energii elektrycznej na jednostkę produkcji oraz miesięczny przydział energii elektrycznej.

Dla kontroli przydzielonych limitów zaprowadzono książki ograniczeń poboru mocy i energii elektrycznej.

Do całej tej akcji włączono aktyw partyjny, związkowy i SITPH oraz wzmocniono działalność istniejących w ramach ogólnej akcji oszczędności energetycznych tzw. trójek wydziałowych.

Przeprowadzono trzytygodniowy kurs doszkalający dla dyspozytorów mocy.

Ważność zagadnienia omawiana była na naradach wydziałowych oraz propagowana przez radiowęzły zakładowe i odpowiednie afisze.

Dzięki tym zarządzeniom i staraniom obniżono znacznie dobowe obciążenie, co przykładowo pokazano na rys. 1 dla jednej z większych hut surowcowych. Głównym wynikiem przeprowadzonej akcji było obniżenie we wszystkich hutach CZPH poboru mocy w szczycie w stosunku do obciążenia przedszczytowego. Wynik osiągnięty w październiku 1954 pokazano na rys. 2. Na rys. tym pominięto soboty i niedziele, w których nie obowiązywały ograniczenia.

II

Jak obniżono pobór mocy w szczycie wieczornym w zakładach Centralnego Zarządu Kopalnictwa Rud Nieżelaznych

Inż. Roman Pończa

W celu obniżenia poboru mocy elektrycznej w godzinach szczytu wieczornego w zakładach Centralnego Zarządu Kopalnictwa Rud Nieżelaznych zastosowano oprócz znanych ogólnie sposobów (jak przesuwanie pracy na zmianę trzecią, wyłączanie odbiorników itp.) jeszcze inne środki nadające się specjalnie do tej gałęzi przemysłu. W związku z tym polecono podległym zakładom:

1. Oczyszczyć żapia i chodniki wodne na dole kopalń, obniżyć w nich przed szczytem wieczornym stan wody do najniższego poziomu, aby w szczycie wieczornym pobór mocy na odwodnienie — jeżeli nie wstrzymać — to przynajmniej ograniczyć do koniecznego minimum. Każdą stację pomp zaopatrzyć w harmonogram ruchu pomp, którego obsługa musi ściśle przestrzegać.

2. Pobór mocy elektrycznej do robót inwestycyjnych na dole kopalń ograniczyć w szczycie wieczornym tylko do koniecznego odwadniania, aby uniknąć niebezpiecznego zatopienia poziomu.

3. W rozbudowywanych kopalniach lub oddziałach kopalń pompować wodę z poziomów wyższych wprost na powierzchnię choćby przez zainstalowanie przewoźnych zespołów pomp a nie spuszczać ją grawitacyjnie na najniższe poziomy i stamtąd pompować na powierzchnię.

4. Jeżeli główne sprężarki powietrza są napędzane elektrycznie, zastosować na dole w możliwie najwięk-

szym zakresie do napędu urządzeń energię elektryczną zamiast powietrza sprężonego.

5. W okresie szczytu wieczornego nie ładować akumulatorów dla trakcji elektrycznej.

6. W godzinach szczytu wieczornego ograniczyć przez odpowiedni rozkład jazdy trakcję zasilaną z sieci jezdnej do minimum; w tym celu na przodki i pod ściany już przed szczytem podstawiać dostateczną ilość próżnych wagonów i przetaczać je później możliwie tylko lokomotywami akumulatorowymi. Na podszybiach podstawiać wozy do szybu wydobywczego również w miarę możliwości tylko lokomotywami akumulatorowymi.

7. W okresie szczytu wieczornego wstrzymać przy przeróbkach ogniowych pracę młynów do mielenia węgla, a piece obrotowe opalać pyłem węglowym wyprodukowanym w godzinach pozaszczytowych.

8. Przy przeróbce mechanicznej (płuczki i flotacja) wstrzymać w okresie szczytu wieczornego ruch tych odcinków tzw. „nitek“, na których początku i końcu znajdują się zbiorniki z odpowiednim zapasem rudy.

9. Dla wody pitnej pompowanej z dołu kopalni ustawić wieże wodne o pojemności, umożliwiającej zaopatrzenie w wodę wieczorem i zatrzymanie pomp w tym czasie.

10. Przy budowie mniejszych kopalń wykorzystać w szczycie wieczornym w miarę możliwości przewoźne elektrownie polowe.

III

Jak zakład przemysłowy obniżył moc pobieraną z sieci okręgu energetycznego w godzinach szczytu wieczornego

Inż. Jan Kozieł

W zakładzie tym wykorzystuje się do napędu generatorów wytwarzających energię elektryczną własne małe turbiny wodne, jeżeli jest odpowiedni dopływ wody oraz maszynę parową, jeżeli Centrala Zbytu Węgla przydzieli węgiel.

Resztę potrzebnej energii elektrycznej pobiera zakład z sieci okręgowej.

W związku z koniecznością obniżenia poboru mocy w godzinach szczytu wieczornego z sieci okręgowej, specjalnie w okresie zimowym oraz w celu obniżenia

kosztów zużywanej energii elektrycznej, zastosowano następujące środki:

1. Wykonano nowy regulator oraz odoliwiacz pary przy maszynie parowej 600 KM, aby mogła pracować wieczorem i oddając parę do ogrzewania zakładu przejąć część obciążenia w szczycie. Wskutek tego jednak, że przydział węgla dla tej maszyny został skreślony, można ją obecnie uruchamiać tylko w razie awarii w sieci okręgowej.

2. Turbiny wodne przy odpowiednich warunkach wodnych wytwarzają albo tylko moc czynną, a gdy takich warunków nie ma, produkują częściowo moc czynną a w nadmiarze moc bierną, którą oddają do sieci zakładu.

3. Po przebudowie sieci rozdzielczej i zainstalowaniu liczników w oddziałach zakładu możliwe jest lepsze rozłożenie obciążenia w czasie.

4. Po zainstalowaniu kilowatomierza rejestrującego obok licznika głównego usprawni się praca dyspozytora ruchu.

5. Wydziały produkcyjne, które pracują na dwie zmiany, rozpoczynają pracę na drugiej zmianie dopiero o godzinie 21-szej, zamiast o 15-tej.

6. Po uruchomieniu wolnych silników synchronicznych poprawił się współczynnik mocy zakładu oraz zmniejszyły się straty w sieci rozdzielczej zakładu.

Poza tym, dla obniżenia poboru mocy biernej z sieci okręgu energetycznego, postanowiono zainstalować baterię kondensatorów, aby zmniejszyć moc czynną — wymienić dalszą część grupowego napędu obrabiarek na napęd jednostkowy oraz zastosować licznik 1-fazowy energii czynnej jako wskaźnik mocy biernej, co pozwoli na dokładne sprawdzenie, czy prądnica lub silnik synchroniczny pobiera, czy też oddaje do sieci moc bierną.

IV

Racjonalna gospodarka elektryczna jako jeden z podstawowych czynników gospodarności w przemyśle

Inż. Edmund Potok

Zagadnienie racjonalnej gospodarki elektrycznej w przemyśle staje się coraz bardziej zagadnieniem dominującym. Wywiera ono coraz większy wpływ na ekonomię poszczególnych zakładów przemysłowych — w pierwszym rzędzie zakładów o dużej energochłonności.

Zagadnienie to posiada dwa aspekty. Pierwszym i najpoważniejszym aspektem jest walka o oszczędność energii elektrycznej, dająca w końcowym efekcie maksymalną oszczędność podstawowego surowca energetycznego — węgla, jednego z głównych składników naszego bogactwa narodowego.

Drugim aspektem jest coraz większa mechanizacja i automatyzacja procesów produkcyjnych, prowadząca do powszechnego wzrostu poboru mocy w zakładach przemysłowych, niewspółmiernie większego od możliwości tempa inwestycji w energetyce zawodowej. Wskutek tego powstaje w godzinach szczytowego obciążenia niedobór mocy. Niedobór ten w pierwszym rzędzie odczuwają wielkie zakłady o dużej energochłonności, które dla wyrównania obciążenia są niejednokrotnie w godzinach szczytu poważnie ograniczane.

Nie zwalnia to jednak zakładów tego rodzaju od obowiązku stosowania wszelkich zasad i sposobów racjonalnej gospodarki elektrycznej i co najważniejsze od szukania dalszych dróg dla uzyskania największych oszczędności w zużyciu energii elektrycznej. W zakładach o dużych odbiorach energetycznych istnieją bowiem największe możliwości uzyskania oszczędności energii.

W pewnym zakładzie przemysłowym posiadającym piece elektryczne o dużej mocy, produkującym żelazostopy masowe lub karbid i pobierającym kilkadziesiąt MW mocy oraz zużywającym kilkaset milionów kWh rocznie, oszczędność o 1 % dałaby tyle energii i mocy, że wystarczyłoby jej na potrzeby fabryki średniej wielkości lub kilkunastu dużych gromad wiejskich.

Ponieważ udział kosztu energii elektrycznej wynosi około 60 % w kosztach wytwarzania podstawowych asortymentów produkcji, przeto zasadniczym warunkiem osiągnięcia dodatnich wyników jest zainteresowanie tym zagadnieniem nie tylko dyrekcji zakładu lecz i kierowników produkcji oraz technologa.

Zakład przemysłowy, w którym elektryk znajdzie pełne zrozumienie ważności tego zagadnienia, na pewno w krótkim czasie może liczyć na poważne osiągnięcia.

Samo zagadnienie racjonalnej gospodarki elektrycznej dzieli się na kilka części. Dopiero po zrealizowaniu całości zagadnienia można ustalić, czy zamierzony cel został osiągnięty.

Główną sprawą jest obniżenie poboru mocy przez zakład w godzinach szczytu wieczornego. Sprawa ta została zrealizowana w omawianym zakładzie w następujący sposób:

Na wniosek elektryka zakładowego dyrekcja zwołała kilka konferencji z udziałem wszystkich zainteresowanych czynników oraz czynnika społecznego. W wyniku wyczerpującej dyskusji ustalono pewne środki i sposoby, które pozwoliły w pierwszym rzucie obniżyć pobór mocy o około 5 MW, a następnie w ramach ogólnopństwowej akcji oszczędności o dalsze 2,3 MW. Obniżenie to, wynoszące kilkanaście % w stosunku do maksymalnego poboru, w żadnym wypadku nie wpływa na ograniczenie zadań produkcyjnych.

Obniżenie poboru mocy uzyskano w pierwszym rzędzie przez takie ułożenie harmonogramów pracy niektórych pieców, że postoje technologiczne wypadają ściśle w godzinach szczytu wieczornego. Poza tym ruch niektórych większych napędów przesunięto na godziny pozaszczytowe.

Wszystkie wymienione zespoły produkcyjne otrzymały tzw. „zeszyty ruchu“, w których notowane są ich postoje lub odchylenia od ustalonego harmonogramu z podaniem przyczyny.

Zwrócono również uwagę na odbiory drobne, jak np. na oświetlenie, wydając walkę wszelkiemu marnotrawstwu energii elektrycznej.

Na każdej zmianie prowadzona jest tzw. książka raportowa stanu gospodarki elektrycznej. Za racjonalną gospodarkę elektryczną na swojej zmianie odpowiedzialny jest mistrz zmianowy ruchu elektrycznego — dyspozytor mocy, który w myśl zarządzenia dyirekcji zakładu jest jednocześnie przewodniczącym zmianowej trójki kontrolnej do zwalczania marnotrawstwa energii elektrycznej.

Drugim głównym zagadnieniem racjonalnej gospodarki elektrycznej zakładu jest oszczędność jej użytkowania, a więc zagadnienie jednostkowego zużycia energii elektrycznej. W omawianym zakładzie wszystkie asortymenty produkcji związanej ze zużyciem energii elektrycznej objęte są normami jednostkowego zużycia na tonnę wyrobu. Normy ustalane są co roku dla wszystkich asortymentów i dla każdego zespołu produkcyjnego; w miarę postępu technicznego są aktualizowane, przy czym dąży się zawsze do jak najdalej idącego obniżenia ich. Naturalnie konieczne jest w tym celu kontrolowanie zużycia energii, dokładna ciągła jego analiza, pozwalająca w każdej chwili ściśle określić przyczyny odchylenia od normy, a następnie ustalić środki zapobiegające tym odchyleniom lub — jeżeli istnieje technologiczne uzasadnienie — nową normę. Dlatego przy każdym zespole produkcyjnym zainstalowano licznik energii czynnej. Licznik ten, z przekładnikami pomiarowymi jest legalizowany przez OUM, co zapewnia dokładność pomiaru i gwarantuje ścisłą analizę zużycia energii.

Analiza jednostkowego zużycia energii prowadzona jest codziennie na podstawie dobowego zużycia energii oraz dobowych raportów produkcji. Na miesięcznych konferencjach zakładowych, poświęconych analizowaniu gospodarności, wskaźnik jednostkowego zużycia energii dla poszczególnych asortymentów jest obecnie analizowany jako następny po wydajności wskaźnik techniczno-ekonomiczny danego zespołu.

Zasadniczo elektryk zakładowy ma na jednostkowe zużycie energii jedynie wpływ pośredni. Bezpośredni wpływ wywiera załoga oraz kierownictwo produkcyjne i technologiczne. W omawianym zakładzie kierownictwo produkcji współpracuje w pełnym tego słowa znaczeniu z elektrykiem zakładowym. Kierownicy wydziałów produkcyjnych zdają sobie sprawę z odpowiedzialności za zużycie energii na swoich zespołach, szukając wspólnie z elektrykiem przy pełnym poparciu dyirekcji zakładu dróg do obniżenia wskaźników zużycia energii elektrycznej. Niezależnie od tego zakład współpracuje w tym kierunku z Akademią Górniczo-Hutniczą, Biprohutem; w najbliższym czasie w ramach planu postępu techniki rozpocznie prace badawcze Instytut Metalurgii. Wszystkie te prace mają na celu maksymalne zbliżenie norm jednostkowego zużycia energii do norm czysto technicznych, uwzględniających najlepsze warunki pracy zespołu produkcyjnego.

Bardzo dużą aktywność wykazuje załoga zespołów produkcyjnych, stosując często wiele bardzo pomysłowych sposobów do obniżenia jednostkowego zużycia energii elektrycznej. Ciekawym przykładem jest inicjatywa załogi jednego z pieców, polegająca na wykorzystaniu ciepła zawartego w stygnącym

piecu po przeprowadzeniu spustu i po wyłączeniu pieca w godzinach szczytowego niedoboru mocy. Pusty piec zasypuje się surowcem, z którego wyparuje wilgoć pod działaniem ciepła zawartego w nagrzanym piecu. Przy ponownym uruchomieniu pieca po 3 ÷ 4 godzinach materiały wsadowe są już całkiem suche, wskutek czego jednostkowe zużycie energii zmniejszyło się o około 10 %.

Na jednostkowe zużycie energii elektrycznej wywiera wpływ także wiele innych czynników, jak jakość i wilgotność materiałów wsadowych, konstrukcja pieca, wysokość napięcia roboczego. Zadaniem elektryka zakładowego, w pierwszym rzędzie, jak już powiedziano, jest opanowanie i dokładne poznanie tych czynników.

W celu jeszcze dokładniejszego ujęcia zagadnienia jednostkowego zużycia energii elektrycznej zakład przystąpił obecnie do badań nad zużyciem energii elektrycznej w poszczególnych fazach procesów technologicznych.

Istniał dawniej pogląd, iż przez cały okres procesu obciążenie powinno być maksymalne — uwarunkowane tylko przeciążalnością transformatora piecowego. Pogląd ten okazał się niesłuszny. Istnieje wiele przesłanek, że w niektórych fazach procesu technologicznego obciążenie dla pewnych asortymentów może być zredukowane przy zachowaniu całkowitej zdolności reakcyjnej materiałów wsadowych, co niewątpliwie obniży zużycie energii. W obecnej chwili montowane są przy każdym piecu niezbędne aparaty rejestrujące (megawatomierz, kiloamperomierz).

Trzecim podstawowym zagadnieniem racjonalnej gospodarki elektrycznej jest utrzymanie odpowiednio wysokiego współczynnika mocy $\cos \varphi$. Zadaniem elektryka zakładowego jest w pierwszym rzędzie wykorzystanie wszystkich sposobów naturalnych, pozwalających na osiągnięcie jego maksymalnej wartości. Sztuczna kompensacja powinna być stosowana jedynie w ostateczności. Dla przeprowadzenia ścisłej analizy współczynnika mocy w zakładzie, jak również współczynników mocy poszczególnych zespołów produkcyjnych montuje się obecnie liczniki energii biernej przy każdym piecu.

W ubiegłym roku przeprowadzono w omawianym zakładzie ścisłą kontrolę wszystkich transformatorów i silników elektrycznych w celu ujawnienia i zlikwidowania urządzeń niedociążonych. W ramach prac długofalowych zlecono jednemu z zakładów naukowych Akademii Górniczo-Hutniczej zdjęcie charakterystyk elektrycznych wszystkich pieców elektrycznych dla poszczególnych faz w celu zorientowania się w możliwościach osiągnięcia najwyższego $\cos \varphi$ przy optymalnym obciążeniu, wymaganym względami technologicznymi.

Na współczynnik mocy wpływa w pierwszym rzędzie konstrukcja pieca, a ściśle mówiąc konstrukcja tzw. toru wieloprądowego (odcinek szyn miedzianych doprowadzających energię elektryczną o bardzo dużym natężeniu prądu i stosunkowo niskim napięciu roboczym od zacisków wtórnych transformatora piecowego do elektrod), posiadającego bardzo duży opór indukcyjny i pogarszającego w wysokim stopniu współczynnik mocy urządzenia. Prace nad tym zagadnieniem są w pełnym toku.

W obecnej chwili opracowuje się kolektywnie w zakładzie dokumentację toru wielkoprądowego jednego z pieców w układzie bifilarnym. Układ ten polega na tym, iż trójkąt po stronie wtórnej transformatora piecowego zamykany jest dopiero na elektrodach, w związku z czym obok siebie prowadzone są szyny, po których przepływają prądy fazowe o przeciwnych kierunkach. Rozwiązanie powyższe usuwa prawie całkowicie wpływ indukcji toru wielkoprądowego. Dokumentacja oparta jest na danych z literatury radzieckiej. Natychmiast po ukończeniu zostanie ona wykorzystana.

W ostatnim czasie w razie ograniczeń w godzinach szczytowego niedoboru mocy wyłącza się wszystkie transformatory i linie zasilające, za wyjątkiem transformatora potrzeb własnych. Powyższe postanowienie zostało ujęte nawet w uchwale zakładowej konferencji partyjno-ekonomicznej, wskutek czego współczynnik mocy nie obniża się poniżej normatywu i unika się dopłat w wysokości około 100 000 zł miesięcznie.

Racjonalna gospodarka elektryczna jest nie do pomysłenia bez wzięcia pod uwagę zagadnienia racjonalnej eksploatacji technicznej urządzeń elektrycznych oraz spraw bezpieczeństwa pracy przy ich eksploatacji.

Z uznaniem powitać należy wydane przez Państwową Inspekcję Energetyczną w ubiegłym roku „Przepisy eksploatacji technicznej urządzeń elektrycznych w zakładach przemysłowych”. Stanowią one pierwszy krok do uporządkowania eksploatacji urządzeń elektrycznych w zakładach przemysłowych.

Organizacja eksploatacji urządzeń elektrycznych w omawianym zakładzie opiera się na wymienionych wyżej przepisach PIE, na Instrukcji PKPG Nr 30 z roku 1950 oraz na wynikach Krajowej Narady Remontowej z października 1952 r. Organizacja ta przystosowana do charakteru zakładu zdaje egzamin, zapewniając ciągłość i bezawaryjność ruchu urządzeń elektrycznych, należących do podstawowych urządzeń zakładu.

Bezpośrednią eksploatacją urządzeń elektrycznych kierują dozory elektryczne, opierając się o ściśle harmonogramy przeglądów urządzeń elektrycznych. Remonty tych urządzeń przeprowadza warsztat remontowo-elektryczny. Dla sprawnego wykonywania remontów urządzeń elektrycznych uzupełnia się stale ich dokumentację remontową. Poza tym wszystkie urządzenia, a w pierwszym rzędzie transformatory, silniki, przekładniki, liczniki energii i przekaźniki są ujęte ewidencją, co pozwala ściśle przestrzegać ustalonych w obowiązujących przepisach terminów przeglądów, remontów, legalizacji itd.

Kontrolę stanu urządzeń, wszelkie pomiary, odbiory po remoncie, opiekę nad obwodami wtórnymi, aparaturą zabezpieczającą i pomiarami wykonuje powołane w oparciu o wyżej wymienione przepisy PIE — laboratorium elektryczne. Wobec ciągłego wzrostu zadań jest ono stale rozbudowywane. Obecnie we własnym zakresie wybudowana została systemem gospodarczym stacja prób na napięcie do 60 kV. W montażu znajduje się przenośne urządzenie do kenotrowania kabli. Organizacja laboratorium elektrycznego dzieli się na służbę pomiarową, zabezpieczeń i izolacji.

Dużą uwagę w zakładzie przywiązuje się również do stałego powiększania wydajności pracy pracowników zatrudnionych w służbie głównego elektryka. Prace w warsztacie elektrycznym są w 95 % zakordonowane, a wydajność pracy dochodzi do 150 %. Obliczana ona jest na podstawie kalkulacji analitycznej, opartej na kilkuletnich doświadczeniach z uwzględnieniem osiąganych dotychczas wyników. W stadium organizacji znajduje się szkoła przodownictwa pracy.

Pracownicy dozoru elektrycznego zatrudnieni przy eksploatacji i konserwacji urządzeń elektrycznych posiadają ustalone normy czasowe, oparte na czasie trwania awaryjnego postoju danego urządzenia. Odchylenia i przekroczenia norm są punktowane ujemnie.

Z ciekawszych osiągnięć zakładu w zakresie gospodarki remontowej urządzeń elektrycznych można wymienić całkowite wykonywanie remontów importowanych wyłączników wysokiego napięcia, powietrznych typu CP-605 oraz ekspansyjnych typu R-624-c oraz niektórych części zamiennych we własnym zakresie. Wskutek tego w dużym stopniu uniezależniono się od importu tych części, którego konieczność powodowała przed tym duże trudności ruchowe i eksploatacyjne.

Ostatnim zagadnieniem jest zagadnienie bezpieczeństwa pracy przy urządzeniach elektrycznych. Stanowi ono jeden z podstawowych warunków jakiegokolwiek pracy przy urządzeniach elektrycznych. Zakład przemysłowy chcąc prowadzić racjonalną gospodarkę elektryczną musi temu zagadnieniu poświęcić wiele uwagi. Podobnie pojmowana jest sprawa w omawianym zakładzie, w którym zagadnienie BHP przy urządzeniach elektrycznych jest postawione na równi z zagadnieniami eksploatacyjnymi. Dla wszystkich urządzeń elektrycznych opracowano instrukcje czynnościowe, uwzględniające przepisy bezpieczeństwa pracy. Na wszystkich odcinkach pracy prowadzi się stale okresowe szkolenie BHP, w którym biorą udział wszyscy pracownicy. Niezależnie od tego cały personel tak fizyczny jak i inżynierijno-techniczny działu głównego elektryka zgodnie z Przepisami bezpieczeństwa pracy został poddany egzaminowi kwalifikacyjnemu z eksploatacji urządzeń elektroenergetycznych elekrowni i stacji oraz uzyskał odpowiednie grupy kwalifikacyjne.

Wszystkie pomieszczenia ruchu elektrycznego zaopatrzone zostały w odpowiednią ilość tablic ostrzegawczych, wskazówek PNE-9, urządzeń sygnalizacyjnych itd. Zwraca się baczna uwagę na zapewnienie dostatecznej ilości i odpowiedniej konserwacji sprzętu ochronnego w rozdzielniach wysokiego napięcia, jak drążki odłącznikowe, drążki uziemiające, kalosze i rękawice dielektryczne itd. Ewidencja, konserwacja i eksploatacja sprzętu ochronnego prowadzona jest ściśle według obowiązujących przepisów.

Każdy najdrobniejszy wypadek jest szczegółowo analizowany przez kierownictwo działu wspólnie z zakładową służbą BHP, po czym wyciągane są wnioski i wydawane zalecenia w celu uniknięcia w przyszłości podobnych wypadków.

Przypadki lekceważenia przepisów BHP są z całą ostrością karane upomnieniami, naganami, obniżaniem premii, obniżaniem grupy kwalifikacyjnej.

Zakład natrafia w swojej pracy co prawda na wiele trudności, jednak pokonywane są one wspólnym wysiłkiem elektryka zakładowego i kierownictwa wydziałów produkcyjnych przy bardzo dużym poparciu dyrekcji zakładu i komitetu zakładowego PZPR oraz organizacji związkowej. Osiągnięte wyniki dają

miesięcznie 2 ÷ 3 miliony kWh oszczędności energii oraz około 7,3 MW obniżki poboru mocy w godzinach szczytu. Mimo tych osiągnięć zakład dalej dąży do większych jeszcze oszczędności mocy i energii oraz do podniesienia gospodarki elektrycznej na coraz wyższy poziom.

621.311.004.2

Określenie stopnia pewności zasilania i rezerwy urządzeń elektrycznych w zakładach przemysłowych

W gospodarce uspołecznionej ustalenie stopnia pewności zasilania i wynikającego stąd stopnia rezerwy urządzeń zasilających zakład przemysłowy — nie może być rozpatrywane tylko z punktu widzenia korzyści danego odbiorcy przemysłowego, lecz musi uwzględniać interesy gospodarki ogólnokrajowej.

Z tych powodów Przepisy o dostawie i użytkowaniu energii elektrycznej (Monitor Polski A-75 z dnia 8 września 1952, poz. 201) oraz wytyczne, określające sposób postępowania przy zgłaszaniu zapotrzebowania energii elektrycznej i przyłączaniu do sieci wielkiego odbiorcy (Instrukcja zatwierdzona przez Ministra Energetyki dnia 3. X. 1952) nakładają na odbiorcę przemysłowego obowiązek uzgadniania z zakładami zbytu energii projektów urządzeń zasilających oraz rozdzielczych wysokiego i niskiego napięcia, niezależnie od zatwierdzania dokumentacji technicznej przez władze nadrzędne odbiorcy przemysłowego.

Uzgodnieniu takiemu podlega:

a) wielkość i wskaźniki zapotrzebowania energii i mocy (moc zainstalowana odbiorników, współczynnik wykorzystania mocy zainstalowanej, współczynnik mocy, czas użytkowania największego obciążenia, zużycie energii na jednostkę produkcji itp.);

b) wykaz odbiorników I kategorii;

c) sposób połączenia z siecią dostawcy energii oraz stopień pewności zasilania i rezerwy urządzeń zasilających;

d) moc zwarciowa;

e) stopień zabezpieczenia przed porażeniami i ochrona przeciwpożarowa (wybór typu i rozmieszczenie urządzeń wysokiego napięcia, wybór urządzeń oraz środków bezpieczeństwa i przeciwpożarowych, zastosowanie przepisów uziemienia i zerowania itp.);

f) wykorzystanie materiałów i urządzeń z punktu widzenia oszczędności i racjonalnego użytkowania energii elektrycznej oraz środki poprawy współczynnika mocy (dobór wielkości urządzeń i przekrojów przewodów, ukształtowanie sieci wysokiego napięcia na terenie zakładu, stosowanie urządzeń kompensacyjnych itp.).

Wymagane przepisami uzgadnianie projektów urządzeń elektrycznych ma na celu uniknięcie już w samym stadium projektowania a następnie budowy, bądź rozbudowy lub przebudowy zakładu przemysłowego błędów, które w eksploatacji zakładu byłyby później powodem złego wykorzystania urządzeń, nadmiernych strat i co za tym idzie marnotrawstwa materiałów i urządzeń oraz energii elektrycznej.

Przy uzgadnianiu dokumentacji wielu nowych zakładów przemysłowych przez zakłady zbytu energii stwierdzono niejednokrotnie brak zmysłu oszczędności i nieprzestrzeganie przez biura projektowe oraz inwestorów zasad racjonalnego użytkowania energii elektrycznej. Ogólnie znanym błędem jest przewymiarowanie odbiorników i transformatorów, co powoduje nadmierne zużycie energii biernej a więc i obniżenie współczynnika mocy. Na przykład w pewnym okręgu energetycznym po przyłączeniu nowej cementowni do sieci obniżył się znacznie współczynnik mocy i wzrósł spadek napięcia w całym rejonie sieciowym.

Podstawy do określenia rzeczywistego zapotrzebowania energii i mocy w zakładzie przemysłowym zostały już omówione na łamach „Energetyki” w Nr. 3/4 1951 r. pt. „Planowanie zapotrzebowania energii i mocy elektrycznej”. Celem tego artykułu było udostępnienie zakładom przemysłowym i zakładom zbytu energii materiałów, które mogą być pomocne przy ustalaniu prawidłowego zapotrzebowania energii i mocy dla nowych lub rozbudowywanych zakładów.

Niemniej ważne jest poznanie kryterium, które decyduje w warunkach gospodarki uspołecznionej o wyborze stopnia pewności zasilania i rezerwy urządzeń zasilających zakład przemysłowy. Ten bardzo istotny dla odbiorców przemysłowych problem reguluje obecnie „Normatyw techniczny projektowania urządzeń elektroenergetycznych w zakładach przemysłowych (zasilanych na napięciu powyżej 1 kV)”, zatwierdzony przez Przewodniczącego PKPG decyzją Nr 40 z dnia 18. VI. 1954 r.

Warunki, od których zależy pewność zasilania zakładu przemysłowego

Zasilanie energią elektryczną zakładu przemysłowego zależy od pewności działania:

a) urządzeń wytwórczych, przesyłowych i rozdzielczych źródła zasilania w normalnych i awaryjnych warunkach ruchu,

b) wyposażenia elektrycznego urządzeń zasilających i odbiorczych w samym zakładzie przemysłowym.

Stopień pewności zasilania i rezerwy urządzeń elektrycznych, przeznaczonych do zasilania zakładu przemysłowego, zależy od warunków pracy zasilanych urządzeń przemysłowych i skutków, które pociąga za sobą przerwa w dostawie energii.

Źródła zasilania

Źródłem zasilania zakładu przemysłowego może być:

- elektrownia własna albo
- linie łączące sieć rozdzielczą zakładu z innymi elektrowniami lub z siecią okręgową zakładu energetycznego.

Źródła zasilania uważa się za niezależne od siebie wówczas, gdy uszkodzenie lub zakłócenie w działaniu jednego z nich nie powoduje wypadnięcia z ruchu drugiego. Jako dwa niezależne od siebie źródła zasilania można uważać dwie sekcje szyn zbiorczych elektrowni własnej lub linie zasilające, doprowadzone z różnych sekcji szyn zbiorczych innej elektrowni lub stacji pod warunkiem, że:

- a) każda sekcja szyn zbiorczych elektrowni jest zasilana przez różne generatory,
- b) linie, prowadzące z oddzielnych sekcji szyn zbiorczych, nie są ze sobą połączone,
- c) miejsca połączenia między sobą sekcji szyn zbiorczych są wyposażone w automatyczne wyłączniki, zapewniające odłączenie, gdy normalne warunki pracy jednej z sekcji zostaną naruszone.

Pewność źródła zasilania

W wypadku powiązania zakładu przemysłowego z siecią okręgową należy rozpatrywać pewność zasilania w danym punkcie sieci układu energetycznego.

Urządzenia wytwórcze elektrowni i przetwórcze sieci powinny być tak zaprojektowane i wykonane, aby odbiorcom mogła być zapewniona odpowiednia (ilościowo i jakościowo) dostawa energii w czasie trwania szczytu, tj. jednoczesnego występowania maksymalnych obciążeń odbiorców przy uwzględnieniu zmian w mocy dyspozycyjnej, wskutek odstawienia do planowego remontu głównych urządzeń prądotwórczych.

Sieci elektryczne powinny mieć taką przelotność, aby mogły zapewnić wykorzystanie i rozprowadzenie rezerw mocy czynnej i biernej układu energetycznego w normalnych oraz w awaryjnych warunkach ruchu.

Za normalne uważa się takie warunki ruchu energetycznego, w których układ energetyczny dysponuje rezerwą mocy (zwaną również rezerwą wirującą) w wysokości nie mniejszej niż 10% obciążenia układu, które występuje w godzinach szczytu. Moc ta powinna być przy tym tak duża, aby przy wypadnięciu z ruchu największego turbozespołu została utrzymana normalna częstotliwość bez konieczności wyłączenia odbiorców.

Za awaryjne warunki pracy układu energetycznego uważa się:

- postoje awaryjne maszyn w elektrowniach (w tym największego turbozespołu),
- postoje awaryjne kompensatorów synchronicznych,
- awaryjne wyłączenia odcinków sieci, jeżeli to powoduje naruszenie normalnych warunków pracy systemu.

Zasady projektowania rezerwy w elektrowni oraz w układzie energetycznym

Moc rezerwowa maszyn, o której już była mowa powyżej, powinna umożliwiać pokrycie obciążenia

szczytowego przy znamionowej częstotliwości w następujących wypadkach:

a) przy ogólnej liczbie 5 maszyn w elektrowni — w razie awaryjnego wypadnięcia z ruchu jednej maszyny w okresie przeprowadzania planowych głównych remontów,

b) przy ogólnej liczbie 5 ÷ 10 maszyn w układzie energetycznym — w razie awaryjnego wypadnięcia z ruchu jednej maszyny,

c) przy ogólnej liczbie powyżej 10 maszyn w układzie energetycznym — w razie awaryjnego wypadnięcia z ruchu dwóch maszyn lub jednej największej maszyny w okresie przeprowadzania planowych głównych remontów,

d) przy ogólnej liczbie powyżej 20 maszyn w układzie energetycznym — w razie jednoczesnego awaryjnego postoju 3 maszyn o łącznej mocy nie przewyższającej 10% obciążenia szczytowego układu lub w razie awaryjnego postoju dwóch maszyn w okresie planowych głównych remontów.

Projektowanych rezerw maszyn nie należy lokalizować w jednej elektrowni, lecz rozdzielić na różne punkty układu energetycznego. W rezerwie powinny znajdować się maszyny średniej mocy oraz maszyny pracujące mniej ekonomicznie.

Przy projektowaniu rezerw kompensatorów synchronicznych nie należy przewidywać jednoczesnego awaryjnego postoju dwóch lub więcej kompensatorów synchronicznych.

Podobnie przy projektowaniu rezerwy linii zasilającej nie należy przewidywać jednoczesnego wypadnięcia z ruchu kilku odcinków sieci lub jednoczesnego postoju awaryjnego maszyn w elektrowniach z wypadnięciem z ruchu odcinków sieci. W rozbudowanych sieciach dopuszczalne jest przy rozpatrywaniu awaryjnych warunków pracy przyjmowanie jednoczesnej planowej rewizji linii z awaryjnym wypadnięciem z ruchu drugiej linii, znajdującej się w innym rejonie sieci.

Zabezpieczenie pewności dostawy w warunkach niedoboru mocy

W okresie niedoboru mocy, spowodowanego zachwianiem równowagi pomiędzy mocą, na którą zostały zbudowane urządzenia układu energetycznego, a zapotrzebowaniem odbiorców, zachodzi konieczność zabezpieczenia pewności dostawy w warunkach odmiennych od ujętych powyżej.

W okresie niedoboru mocy odbiorcy obowiązani są na podstawie zarządzeń pobierać moc w godzinach szczytu do wysokości limitu przydzielonego im przez zakład zbytu energii.

Jeżeli limitowanie nie zmniejszy niedoboru mocy tak, aby układ energetyczny mógł pracować z rezerwą mocy, to trzeba zastosować awaryjne ograniczanie lub wyłączanie odbiorców według kolejności, ustalonej w planie wyłączeń. Jest to konieczne dla uniknięcia niebezpiecznego spadku częstotliwości w razie wypadnięcia z ruchu wielkiego zespołu prądotwórczego, wyłączenia linii zasilającej a nawet wypadnięcia z ruchu całej elektrowni.

Gwałtowny i nadmierny spadek częstotliwości może spowodować bowiem rozszerzenie się awarii wskutek wypadnięcia z ruchu napędów potrzeb własnych elektrowni lub naruszenie stateczności układu energetycznego.

nego wskutek wzrostu prądów wzbudzenia generatorów. Dlatego wskazane jest, aby odciążenie elektrowni oraz układu energetycznego odbywało się w sposób automatyczny i zależny od spadku częstotliwości do pewnej wartości. Automatyzacja może być częściowa i polegać na naciśnięciu przycisku przez dyżurnego nastawni elektrowni lub przetwórnici, powodującym automatyczne wyłączenie pewnych odbiorów lub całkowita — za pomocą przekładników, pod których działaniem pewne odbiorniki lub grupy odbiorników zostają wyłączone.

Przekładniki te mają zapobiegać nagłym awaryjnym spadkom częstotliwości. Nie należy ich stosować jako środka w celu utrzymania częstotliwości przy powolnym jej obniżaniu się wskutek niedoboru mocy.

Odciążenie linii zasilających odbiorców, które powinny być wyposażone w przekładniki, działające przy spadku częstotliwości, ma wynosić orientacyjnie około $25 \div 30\%$ szczytowego obciążenia układu energetycznego.

Przekładniki powinny działać w kilku stopniach, od $47,5 \div 45$ okr./sek. Wielkość obciążenia, przewidziana dla przekładników każdego stopnia, powinna być tak dobrana, aby przy zareagowaniu przekładników odpowiedniego stopnia zapewnione było podniesienie się częstotliwości w układzie energetycznym do $48 \div 49$ okr./sek. W związku z tym należy wziąć pod uwagę:

- wielkość obciążenia, które trzeba wyłączyć w wypadku awarii w układzie energetycznym,
- przeciążalność turbin,
- odciążenie, które uzyskuje się wskutek obniżenia częstotliwości, poniżej wartości znamionowej.

Im większy efekt daje odciążenie, spowodowane pracą układu energetycznego przy obniżonej częstotliwości i im większa jest przeciążalność turbin, tym większą można przyjąć różnicę pomiędzy mocą maszyn, jaka realnie wypada z ruchu w wypadku awarii, a obciążeniem linii zasilających odbiorców, które należy wyposażyć w przekładniki wyłączające przy spadku częstotliwości.

Automatycznym wyłączaniem przy nagłym spadku częstotliwości należy objąć najmniej ważnych odbiorców. Jeżeli to nie wystarczy, to muszą być automatycznie wyłączani również i inni ważniejsi odbiorcy za wyjątkiem takich odbiorców, dla których nawet krótka przerwa w dostawie energii jest niedopuszczalna.

Podział odbiorników na kategorie w zależności od skutków spowodowanych przerwą w zasilaniu

Pewność zasilania pozostaje w ścisłej zależności od skutków, które wywołuje u odbiorcy przerwa w dostawie energii. Zależnie od tego dzieli się odbiorniki przemysłowe na następujące kategorie:

a) odbiorniki I kategorii, których wypadnięcie z ruchu może zagrażać życiu lub zdrowiu załogi albo spowodować uszkodzenie urządzeń, zniszczenie surowców lub produkcji przemysłowej, bądź wywołać trwałe dłuższy czas zaburzenia w skomplikowanym procesie technologicznym;

b) odbiorniki II kategorii, których wypadnięcie z ruchu powoduje zmniejszenie produkcji przemysłowej,

znaczący przestój załogi, urządzeń produkcyjnych i transportowych;

c) odbiorniki III kategorii, do których należą wszystkie pozostałe odbiorniki.

Odbiorniki I kategorii powinny być zasilane z zasady z dwu niezależnych źródeł, przy czym każde z nich ma posiadać taką moc, aby w wypadku wypadnięcia z ruchu jednego źródła zapewnione było w 100% zasilanie z drugiego źródła.

Przy stosunkowo niewielkiej mocy odbiorników I kategorii mogą być w pewnych wypadkach wykorzystane jako drugie źródło zasilania: baterie akumulatorów, przewoźne elektrownie, generatory napędzane silnikiem gazowym, maszyny parowe itp.

Sposób zasilania odbiorników I kategorii powinien być tak wykonany, aby w awaryjnych warunkach nie nastąpiła przerwa w dostawie energii lub — jeżeli przerwa ta nastąpi, zasilanie mogło być wznowione niezwłocznie. Urządzenia sieciowe wysokiego i niskiego napięcia, w celu zabezpieczenia pewności zasilania odbiorników I kategorii, powinny mieć rezerwę w takim zakresie, który w danych warunkach wyklucza przerwy w dostawie energii. Przy tak wysokim stopniu pewności zasilania ewentualne przerwy w dostawie energii powinny być krótkotrwałe i wynosić tyle, ile czasu potrzeba na ręczne lub automatyczne przełączenie na rezerwowe źródło zasilania. Wskazane jest przy tym stosowanie urządzeń do automatycznego załączania rezerwy zasilania (AZR).

Stopień pewności zasilania odbiorników II kategorii powinien być zależny od warunków lokalnych. Należy przy tym tak dobierać liczbę i przekrój linii zasilających oraz ilość i moc transformatorów, aby w zakładach I kategorii była zapewniona rezerwa w wysokości $30 \div 60\%$.

Dla odbiorników II kategorii w zakładach przemysłowych III kategorii i odbiorników III kategorii rezerwy nie należy przewidywać.

Jeżeli w tym samym zakładzie przemysłowym istnieją urządzenia, które należy zaliczyć do różnych kategorii, to moc i zdolność przelotową urządzeń rezerwowych należy dobrać tak, aby w wypadku awarii zasilanie odbiorników I kategorii zapewnione było bez przerwy w 100%. Wielkość natomiast rezerwy dla odbiorników II kategorii powinna wynosić 60%.

Jeżeli w zakładzie przemysłowym o produkcji ciągłej istnieje kilka równoległych linii (nitek) produkcyjnych, to wskazane jest zasilanie każdej z nich z oddzielnych stacji lub z różnych szyn zbiorczych tej samej stacji.

Rezerwowanie transformatorów zasilających zakład przemysłowy napięciem $6 \div 10$ kV

Liczbę i moc transformatorów należy dobierać na podstawie przewidywanego maksymalnego obciążenia zakładu przemysłowego i czasu jego trwania oraz na podstawie klasyfikacji odbiorników na kategorie.

Zależnie od stopnia pewności zasilania zakład przemysłowy może być zasilany przez:

- osobne transformatory robocze i rezerwowe,
- transformatory z rezerwą mocy,
- transformatory robocze i przewoźne transformatory rezerwowe.

Ilość jednostek transformatorowych i wielkość rezerwy w razie zainstalowania osobnych transformatorów roboczych i rezerwowych może być następująca:

a) 2 transformatory, w tym jeden roboczy i jeden rezerwowy, każdy o pełnej mocy, potrzebnej do zasilania zakładu. Moc rezerwowa wynosi 100 % mocy roboczej;

b) 3 transformatory, w tym dwa robocze, każdy o mocy równej połowie mocy, potrzebnej do zasilania zakładu i jeden rezerwowy o tej samej mocy, co transformator roboczy. Moc rezerwowa wynosi 50 % pełnej mocy roboczej;

c) 4 transformatory. Moc rezerwowa wynosi wówczas 33 % pełnej mocy roboczej.

Stacje transformatorowe z czterema transformatorami i więcej należą do wyjątków. Zdarza się to w wypadku rozbudowy istniejących zakładów, gdzie ze względu na teren, wielkość zakładu oraz wykorzystanie istniejących transformatorów konieczne jest tego rodzaju rozwiązanie. Może też okazać się konieczne zasilanie zakładu przemysłowego z więcej niż z jednej stacji transformatorowej. Należy dążyć do umieszczenia transformatorów jak najbliżej środka obciążenia. Wyboru tego lub innego rodzaju zasilania zakładu przemysłowego dokonuje się na podstawie obliczeń techniczno-ekonomicznych, w których należy uwzględnić nie tylko koszt samych transformatorów lecz również pozostałego wyposażenia stacji zależnie od wybranego układu zasilania.

W większości wypadków stacje zasilające z dwoma transformatorami są technicznie i ekonomicznie korzystniejsze niż stacje z trzema transformatorami. Zasilanie za pośrednictwem dwóch transformatorów jest w większości wypadków korzystniejsze w zakładach, pracujących na trzy zmiany, w zakładach natomiast pracujących na jedną zmianę może być korzystniejsze zasilanie z trzech transformatorów. Wskazane jest wykorzystanie możliwie prostych układów zasilania. Prostota ta powinna polegać w szczególności na niestosowaniu szyn zbiorczych w zasilanych stacjach transformatorowych po stronie wysokiego napięcia.

Jeżeli obliczenia techniczno-ekonomiczne nie uzasadniają konieczności zainstalowania osobnych rezerwowych transformatorów, to należy przewidzieć rezerwę mocy we wspólnych jednostkach transformatorowych.

Jeżeli na przykład zakład przemysłowy ma być zasilany za pośrednictwem dwu transformatorów, to moc każdego z nich należy dobrać w wysokości $0,6 \div 0,75$ obciążenia maksymalnego stacji transformatorowej. Przy rozpatrywaniu różnych warunków pracy trzeba uwzględnić przeciążalność transformatorów, czyli dopuścić do przeciążenia jednego z nich przy wypadnięciu z ruchu drugiego transformatora. Jeżeli obciążenie zakładu przemysłowego jest tak duże, że — przy wypadnięciu z ruchu jednego z transformatorów na okres dłuższy — przeciążenie drugiego transformatora jest niedopuszczalne, to trzeba się uciec do czasowego wyłączenia mniej ważnych odbiorów. Dopuszczalna przeciążalność transformatorów zależy od czasu trwania przeciążenia i od współczynnika wypełnienia dobowego wykresu obciążenia; przeciążanie transformatora przyspiesza bowiem starzenie się jego izolacji.

Według niektórych danych zagranicznych (radzieckich) można przyjąć na każde 10 % obniżenia współczynnika wypełnienia dobowego wykresu obciążeń (w stosunku do 100 %) dopuszczalne trwałe przeciążenie transformatora o 3 %.

Jeżeli moc odbiornika, którego zasilanie w wypadku awarii nie powinno ulec przerwie, waha się w granicach $30 \div 60$ % mocy stacji transformatorowej, to celowe jest zainstalowanie dwu transformatorów, przy czym moc ich należy dobrać tak, aby w wypadku awarii jednego transformatora drugi transformator mógł zasiląć ważne odbiorniki w podanych granicach przez cały czas trwania awarii.

Jeżeli natomiast moc odbiorników, których zasilanie nie powinno ulec przerwie w wypadku awarii wynosi około 25 %, to celowe jest zainstalowanie tylko jednego transformatora i przystosowanie zasilania po stronie niskiego napięcia do przełączenia na inną stację transformatorową, gdy możliwość taka istnieje. W takich wypadkach nie należy zwiększać mocy transformatora w stosunku do zapotrzebowania.

Gdy nie można przełączać zasilania po stronie niskiego napięcia na zasilanie rezerwowe z sąsiedniej stacji transformatorowej, to należy się liczyć z przerwą w dostawie energii trwającą aż do czasu ustawienia transformatora rezerwowego. Transformator taki powinien być utrzymywany w pogotowiu na składzie i stanowić wspólną rezerwę dla wszystkich stacji transformatorowych zakładu przemysłowego.

Tego rodzaju zasilanie może być stosowane dla mniej ważnych odbiorów (tj. III kategorii).

W większości wypadków odbiorniki siły i światła zasilane są w zakładach przemysłowych ze wspólnych transformatorów z tym, że do oświetlenia są przewidziane osobne obwody zasilające po stronie niskiego napięcia.

Wypadki zasilania odbiorników siły i światła z oddzielnych transformatorów należą w zasadzie do rzadkości.

Wskazane jest zastosować osobny transformator do oświetlenia pomieszczeń, w których nawet krótkotrwała przerwa w oświetleniu może spowodować niebezpieczeństwo dla życia załogi, uszkodzenie urządzeń produkcyjnych lub dłuższe zaburzenia w procesie technologicznym.

Transformator taki można również zastosować do oświetlenia pomieszczeń, w których znajdują się odbiorniki o bardzo zmiennym obciążeniu (np. walcownie), powodujące stałe wahania napięcia, co mogłoby wywołać osłabienie wzroku personelu obsługującego oraz obniżenie wydajności i jakości pracy.

Jeżeli zachodzi konieczność zainstalowania oddzielnych transformatorów oświetleniowych, to można je umieścić w osobnych stacjach transformatorowych. W większości wypadków o jednym transformatorze lub też w stacjach transformatorowych wspólnych dla siły i światła.

Dobór transformatorów sprzęgłowych przy jednoczesnym zasilaniu zakładu przemysłowego z elektrowni własnej i sieci okręgowej

Dobór liczby i mocy transformatorów sprzęgłowych, wiążących elektrownię zakładu przemysłowego

z siecią okręgową należy uzależnić od ilości i mocy generatorów elektrowni przemysłowej.

Jeżeli elektrownia posiada dwa lub więcej generatorów, których łączna moc pokrywa maksymalne obciążenie zakładu przemysłowego, to transformator sprzęgłowy spełnia rolę rezerwy w razie wypadnięcia z ruchu jednego z generatorów oraz służy do wzajemnej wymiany mocy z siecią okręgową. Jeżeli natomiast elektrownia posiada tylko jeden generator, którego moc nie wystarcza na pokrycie obciążenia maksymalnego, to rola transformatora sprzęgłowego jest znacznie większa. W takim wypadku jak również w innych szczególnych wypadkach, gdy w elektrowni przemysłowej pracują nawet dwa generatory, celowe jest zainstalowanie dwu transformatorów, z rezerwą mocy zależnie od kategorii odbiorników.

Moc transformatora sprzęgłowego z siecią okręgową o napięciu rzędu 60 ÷ 110 kV należy określić (w kVA), biorąc pod uwagę:

- a) moc osiągalną elektrowni przemysłowej — N_{EP} ,
- b) maksymalne obciążenie zakładu przemysłowego — N_{max} ,
- c) minimalne obciążenie zakładu przemysłowego — N_{min} ,
- d) potrzeby własne elektrowni przemysłowej przy pracy wszystkich generatorów — N_{pw}^1 ,
- e) potrzeby własne elektrowni przemysłowej przy pracy tylko jednego turbogeneratorsa — N'_{pw}^2 .

Na podstawie tych danych zestawia się bilans obciążeń dla następujących warunków ruchu:

A. Bilans obciążeń przy maksymalnym obciążeniu zakładu przemysłowego

Moc przepływająca przez transformator wynosi

$$\pm N_{tr}^A = N_{EP} - N_{pw} - N_{max}$$

W tym wypadku przez transformator powinna z zasady przepływać mała moc oddawana do sieci okręgowej (+) lub też pobierana z niej (—).

B. Bilans obciążeń przy minimalnym obciążeniu zakładu przemysłowego

$$\pm N_{tr}^B = N_{EP} - N_{pw} - N_{min}$$

W tym wypadku elektrownia przemysłowa dysponuje zwykle znaczną nadwyżką mocy, którą może oddawać do sieci okręgowej.

¹⁾ Moc ta dla elektrowni kondensacyjnej wynosi np. $N_{pw} = 0,06 \div 0,08 N_{EP}$; dla elektrociepłowni — $N_{pw} = 0,10 \div 0,12 N_{EP}$.

²⁾ Ponieważ na moc tą składają się napędy niezależnie od ilości generatorów w ruchu, więc moc ta jest większa niż $0,5 N_{pw}$ przy dwu turbogeneratorach.

C. Bilans obciążeń przy ekonomicznej pracy turbin podczas minimalnego obciążenia

Normalnie, najbardziej ekonomiczna praca turbin odpowiada 80 % ich mocy znamionowej:

$$+ N_{tr}^C = 0,8 N_{EP} - N_{pw} - N_{min}$$

D. Bilans obciążeń przy zatrzymaniu jednego z turbogeneratorów (do rewizji lub wskutek awarii) i maksymalnym obciążeniu zakładu

W tych warunkach zachodzi konieczność poboru znacznej mocy z sieci okręgowej:

$$- N_{tr}^D = \frac{n-1}{n} N_{EP} - N_{pw} - N_{max}$$

gdzie

n — ilość turbogeneratorów w elektrowni przemysłowej o tej samej mocy.

Przy rozpatrywaniu tego wypadku ruchowego można brać w rachubę przeciążalność transformatora tym bardziej, iż w pozostałych wypadkach obciążenie transformatora będzie bardzo małe.

Jako podstawowe warunki ruchu do określenia mocy transformatora należy przyjmować warunki wymienione pod B i D. Rozpatrywanie tych dwóch warunków ruchu daje pogląd na obciążenie transformatora sprzęgłowego przy różnych obciążeniach elektrowni przemysłowej

Przykład określenia mocy transformatora sprzęgłowego

Elektrownia przemysłowa posiada dwa turbogeneratory każdy o mocy 12 000 kW, $\cos \varphi = 0,8$, $N_{EP} = 30$ MVA.

Przewidywane są następujące obciążenia:

$$N_{max} = \frac{21 \text{ MW}}{0,85} = 24,7 \text{ MVA} \quad (\cos \varphi = 0,85),$$

$$N_{min} = \frac{14 \text{ MW}}{0,8} = 17,5 \text{ MVA} \quad (\cos \varphi = 0,80),$$

$$N_{pw} = 0,10 N_{EP} = 3,0 \text{ MVA}$$

Dla tych danych oblicza się moce przepływające przez transformator, jak następuje:

$$N_{tr}^A = 30 - 3 - 24,7 = +2,3 \text{ MVA},$$

$$N_{tr}^B = 30 - 3 - 17,5 = +9,5 \text{ MVA},$$

$$N_{tr}^C = 0,8 \cdot 30 - 3 - 17,5 = +3,5 \text{ MVA},$$

$$N_{tr}^D = 15 - 0,6 \cdot 3 - 24,7 = -11,5 \text{ MVA}.$$

Z powyższego wynika, iż najbardziej celowy byłby wybór transformatora sprzęgłowego o mocy 10 MVA. W warunkach ruchu, wymienionych w punkcie D transformator musiałby pracować z przeciążeniem 11,5 %, co z uwagi na małe obciążenie w pozostałych okresach można uważać za dopuszczalne. Inż. J. M.

PRZEGLĄD ZAGRANICZNYCH CZASOPISM TECHNICZNYCH

Zasilanie potrzeb własnych w elektrowniach amerykańskich

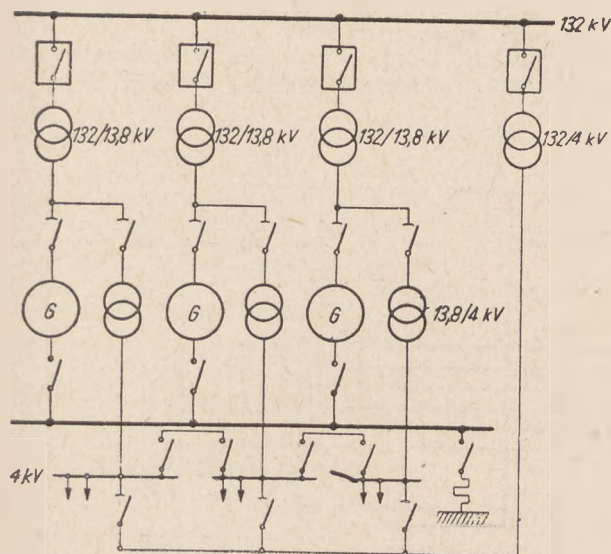
W książce „Amerikanische Dampfkraftwerke“, wydanej w roku 1952, omówiono między innymi zagadnieniami energetyki amerykańskiej sposoby zasilania potrzeb własnych w elektrowniach.

Średnio zapotrzebowanie energii elektrycznej dla potrzeb własnych nowoczesnych elektrowni waha się w granicach od 3,7 do 5 % energii wytworzonej.

Dotychczas stosowano napięcie 440 i 2 300 V, przy czym napięciem 2,3 kV zasilano wszystkie silniki o mocy powyżej 100 KM. Ostatnio stosuje się powszechnie napięcie 4 kV zamiast 2,3 kV.

Dla zasilania potrzeb własnych stosowany jest ogólnie system blokowy, tzn. urządzenia należące do jednego bloku, zasilane są przez transformator potrzeb

własnych, przyłączony między generatorem a transformatorem blokowym (rys. 1).



Rys. 1. Układ zasilania potrzeb własnych w elektrowni z trzema blokami

W niektórych elektrowniach spotyka się jeszcze oddzielne generatory do zasilania potrzeb własnych. W najstarszych elektrowniach generatory te napędzane są oddzielnymi turbinami, a w nowszych są umieszczane na jednym wale z generatorem głównym. W nowoczesnych elektrowniach nie stosuje się już prawie zupełnie oddzielnych generatorów do zasilania potrzeb własnych.

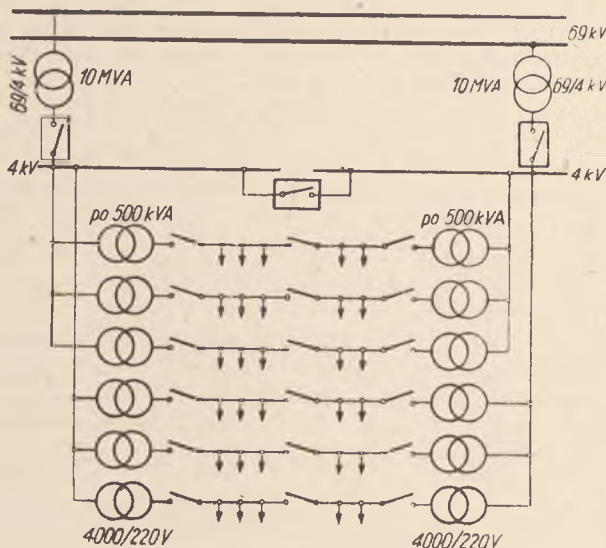
Transformatory potrzeb własnych mają na ogół moc od 7,5 do 10 MVA dla turbozespołów o mocy do 100 MW.

Przy zastosowaniu układu blokowego, pokazanego na rys. 1., instaluje się dodatkowo jeden transformator rezerwowy potrzeb własnych, przyłączony do rozdzielni podwyższonego napięcia (66 lub 132 kV). Transformator rezerwowy ma tę samą moc, co robocze transformatory potrzeb własnych. Może on być przełączany na wszystkie sekcje potrzeb własnych, przy czym załącza się on samoczynnie, w razie wypadnięcia z ruchu jednego z roboczych transformatorów.

Połączenia między transformatorami potrzeb własnych a szynami zbiorczymi oraz między poszczególnymi rozdzielniami potrzeb własnych wykonywane są kablami lub też za pomocą specjalnych połączeń z rur miedzianych o średnicy 76 mm, umieszczonych w szczelnych osłonach.

Transformatory dla potrzeb własnych niskiego napięcia ustawiane są zawsze wewnątrz budynku obok urządzeń rozdzielczych niskiego napięcia (440 V). Transformatory te napełniane są niepalnym olejem.

Układ zasilania potrzeb własnych niskiego napięcia dla jednostki o mocy 150 MW pokazano na rys. 2.



Rys. 2. Układ zasilania potrzeb własnych niskiego napięcia dla jednostki o mocy 150 MW

Szyny zbiorcze rozdzielni potrzeb własnych podzielone są na dużą liczbę stosunkowo małych sekcji. Stosowane są tylko pojedyncze systemy szyn zbiorczych. Uzyskanie dużego stopnia pewności ruchowej osiąga się przez podział na sekcje. Rozdzielnie z większą liczbą systemów szyn zbiorczych uważane są za zbędny luksus, nie zwiększający bynajmniej pewności ruchu.

Większe silniki, o mocy powyżej 40 KM, przyłączane na napięcie 440 V, zasilane są z oddzielnych transformatorów o mocy 1 MVA i napięciu 4/0,44 kV. Do tych transformatorów przyłączone są również podrozdzielnie dla małych silników niskiego napięcia.

Rozdzielnie potrzeb własnych wykonywane są seryjnie w okapturzeniu blaszanym. Poszczególne elementy są składane i sprawdzane w fabrykach, tak że po dostarczeniu i ustawieniu w elektrowni można je zaraz przyłączyć i uruchamiać.

Rozdzielnie okapturzone są wykonywane bardzo oszczędnie i dlatego można je umieszczać w dowolnym miejscu w elektrowni. Z reguły ustawiane są w tych miejscach, które nie zostały wykorzystane przez inne urządzenia. Tak na przykład bardzo często umieszczane są między słupami hali maszyn i są dostępne zarówno od strony kotłowni, jak też i maszynowni. Małe podrozdzielnie ustawiane są obok poszczególnych większych odbiorników, np. przy młynach, wentylatorach, pompach.

Wybrał i przełożył inż. T. F.

Rozbudowa największej duńskiej elektrowni ciepłej

W nrze 3/4 z ub. roku BBC-Mitteilungen opisano rozbudowę elektrowni Kyndby, która jest największą elektrownią parową w Danii. Ze względu na ciekawe dane techniczne podano poniżej najważniejsze punkty opisu.

Elektrownia posiada trzy turbozespoły o mocy po 34 MW i dwa po 60 MW, a trzeci zespół o tej mocy wykończony jest u dostawcy. Elektrownia zaopatruje w energię elektryczną większą część Zelandii i połączona jest z elektrowniami Kopenhagi, a ponadto ka-

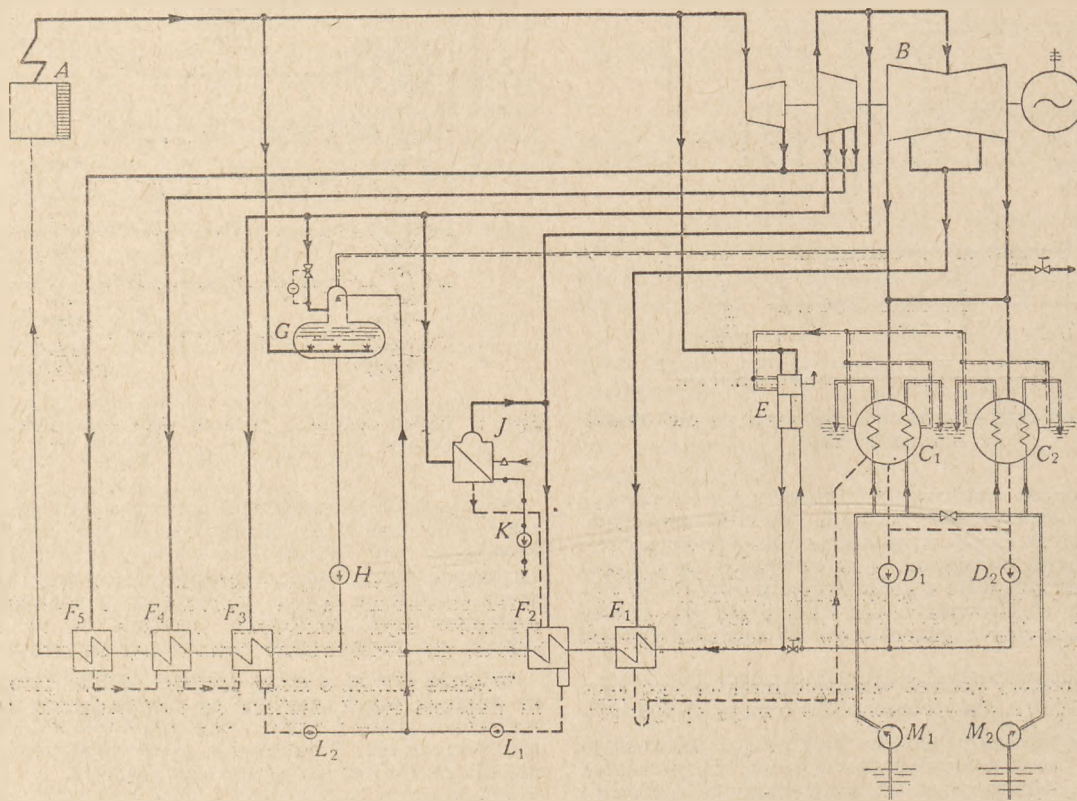
blami na napięcie 50 i 124 kV ze szwedzkimi sieciami wysokiego napięcia.

W pierwszym okresie budowy, przy instalowaniu zespołów po 34 MW, przewidywano roczny czas wykorzystania mocy instalowanej około 3000 godzin. Po wcy-

nie, ze względu na znaczny wzrost zużycia energii elektrycznej (o około 12% rocznie), postanowiono zastosować jednostki o większej mocy oraz na wyższe parametry pary, aby uzyskać lepsze wykorzystanie ciepła. Po dokładnych studiach wstępnych zdecydowano się na wybór turbin o mocy po 60 MW z generatorami chłodzonymi wodorem.

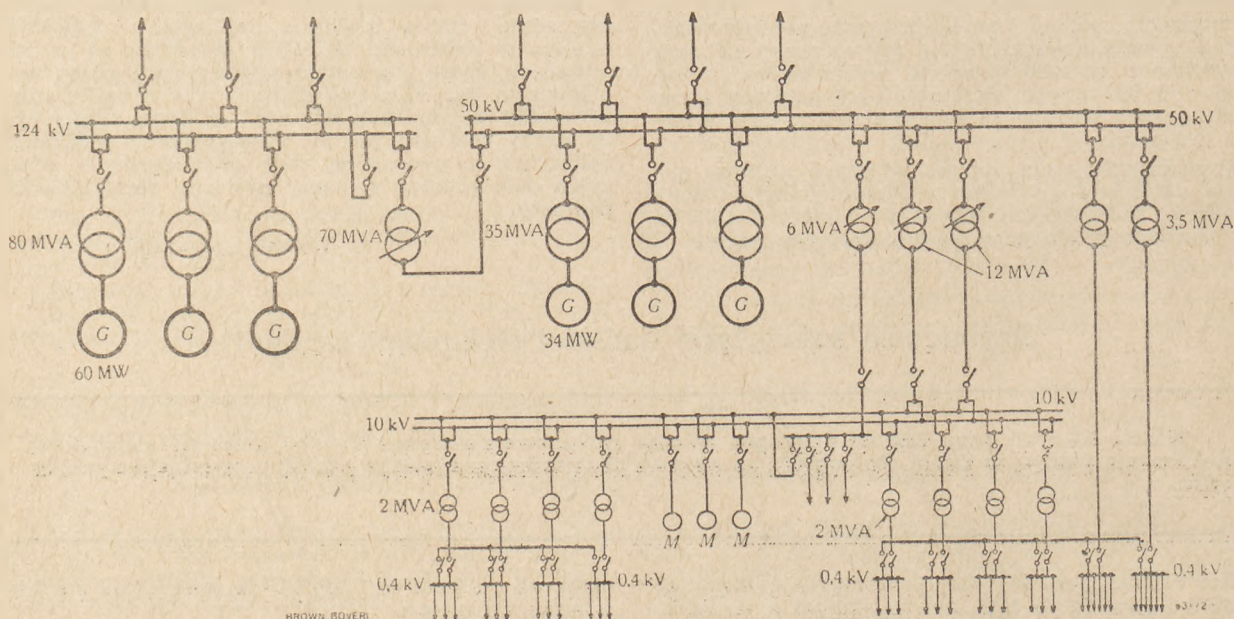
Oprócz znacznych oszczędności w kosztach budowy, uzyskanych przez zastosowanie większych jednostek kotłowych i turbinowych, otrzymano około 17% oszczędności paliwa w porównaniu z wynikami osiąganymi przy jednostkach po 34 MW.

W tabelicy 1 zestawiono charakterystyczne dane pierwszego i drugiego okresu budowy elektrowni.



Rys. 1. Układ cieplny turbiny 60 MW

A — kocioł, B — turbina, C_1 , C_2 — kondensatory, D_1 , D_2 — pompy kondensatu, E — smoczek parowy, F_1 , F_2 — podgrzewacze niskoprężne, F_3 , F_4 , F_5 — podgrzewacze wysokoprężne, G — zbiornik wody zasilającej, H — pompa wody zasilającej, J — wyparka, K — pompa odmulin, L_1 , L_2 — pompa skroplin z podgrzewaczy, M_1 , M_2 — pompy wody chłodzącej



Rys. 2. Układ elektryczny elektrowni

Tablica 1
Dane charakterystyczne dwu etapów budowy elektrowni duńskiej w Kyndby

Lp	Dane techniczne	Okres budowy	
		I	II
1	Rok budowy	1939, 1948	1950 ÷ 1954
2	Moc na zaciskach każdego zespołu MW	34	60
3	Ilość turbozespołów	3	3
4	Napięcie na zaciskach generatorów kV	6,5 ÷ 6,9	12,2 ÷ 13,45
5	Chłodzenie obiegowe generatorów	powietrzem	wodorem
6	Wydaźność każdego kotła t/h	145 ÷ 160	260 ÷ 286
7	Ciśnienie pary za przegrzewaczem at	37	82
8	Temperatura pary za przegrzewaczem °C	450	505
9	Temperatura spalin przy obciążeniu ekonomicznym °C	210	155
10	Temperatura wody zasilającej °C	155	200
11	Ilość kotłów	4	3
12	Ilość młynów dla jednego kotła	2	3
13	Ilość palników w jednym kotle	8	6
14	Ilość transformatorów blokowych dla każdego turbozespołu	1 (trójfaz.)	3 (jednofaz.)
15	Moc znamionowa każdego transformatora blokowego MVA	37,8	80
16	Napięcie pierwotne kV	6,5	12,8
17	Napięcie wtórne kV	50	124

Przy rozbudowie zastosowano układ blokowy; każdy turbozespoł tworzy samodzielną jednostkę ze swym kotłem i transformatorem. Dla rewizji i remontów istnieje połączenie kotłów za pomocą rurociągu parowego. Kotły pyłowe posiadają dodatkowe palniki olejowe, które obliczone są na $\frac{2}{3}$ pełnej wydajności kotłów. Kotły wyposażone są w podgrzewacze wody i powietrza oraz w odpylacze elektrostatyczne.

Pompy zasilające o mocy 1700 KM mają napęd elektryczny i parowy.

Na rys. 1 podany jest układ cieplny turbiny o mocy 60 MW. Zastosowano pięć podgrzewaczy regeneracyjnych (w tym trzy wysokopiętne).

Na rys. 2 przedstawiono układ elektryczny, w którym dla urządzeń potrzeb własnych zastosowano napięcie 10 i 0,4 kV. Transformatory blokowe o mocy 80 MVA, wykonane jako trzy jednostki jednofazowe, mają przekładnię 12,8 $\pm$ 5% na 118/124/130 kV. Po stronie niższego napięcia są one połączone bezpośrednio z zaciskami generatorów. Rozdzielnia napowietrzna 10 kV jest zasilana za pomocą transformatorów potrzeb własnych z rozdzielni 50 kV. Silniki napędzające pompy zasilające są przyłączone wprost do szyn 10 kV a pozostałe silniki potrzeb własnych są wykonane na 380 V.

Według danych elektrowni, zużycie ciepła w pierwszym okresie (przy pracy turbozespołów o mocy po 34 MW) wynosiło średnio 3600 kcal/kWh. W drugim etapie, po zainstalowaniu turbozespołów o mocy po 60 MW, zużycie ciepła zmniejszyło się do 3000 kcal/kWh.

Cenną zaletą turbin, dostarczonych przez fabrykę Brown-Boveri jest możliwość codziennego ich odstawiania mimo tak dużej mocy jednostek. Według danych fabrycznych zespoły o mocy 34 MW mogą być uruchomione ze stanu zimnego w ciągu 45 minut, a zespoły o mocy 60 MW w ciągu 60 minut.

Z artykułu G. A. Fischera „Ausbau des dänischen Grosskraftwerkes Kyndby“ wybrał i przełożył

inż. Tadeusz Frank.

RACJONALIZACJA I WYNALAZCZOŚĆ

621.3.083.7 i 621.317.382

Urządzenie do pomiaru zdalnego sumy mocy czynnej elektrowni

Grupa techników ze Służby Łączności Zarządu Energetycznego Okręgu Południowego: Jan Bula, Mieczysław Marczyński, Józef Szaciłło oraz st. mistrz Adolf Tudzież opracowała pod kierownictwem inż. Zdzisława Stolarskiego model licznika do sumowania mocy czynnej elektrowni, w której pracuje maksymalnie 8 generatorów (według wzoru f. Landis & Gyr), wykorzystując materiały krajowe.

Do tego licznika dobudowano urządzenie elektroniczne służące do nadawania pomiaru sumy mocy elektrowni na odległość do 30 km za pośrednictwem kablowej linii telefonicznej. W miejscu odbioru zaprojektowano elektroniczne urządzenie odbiorcze z przyrządem wskazującym moc całkowitą elektrowni.

Oba te urządzenia (nadawcze i odbiorcze) są oryginalnym rozwiązaniem wyżej wymienionych.

Opis urządzenia

Do sumowania mocy elektrowni służy licznik indukcyjny, składający się z tylu układów pomiarowych po jednej cewce napięciowej i prądowej, ile generatorów jest zainstalowanych w elektrowni. Zakłada się, że obciążenie generatorów jest symetryczne; wtedy moment obrotowy jednofazowego układu pomiarowego z właściwie dobranym przesuwnikiem fazy (między prądem cewki prądowej a napięciem na cewce napięciowej) jest

proporcjonalny do mocy prądu trójfazowego, przy czym uchyb wynosi około $\pm$ 0,5%.

Układ pomiarowy każdego generatora daje układowi wirującemu licznika moment obrotowy proporcjonalny do mocy generatora. Moment obrotowy układu wirującego jest zaś proporcjonalny do sumy mocy wszystkich generatorów. Uzyskuje się to w ten sposób, że między momentami obrotowymi otrzymanymi z poszczególnych układów pomiarowych zachowuje się taką proporcjonalność, jaka istnieje pomiędzy mocami generatorów, które są sumowane.

Tak np. przy całkowicie obciążonym generatorze o mocy 20 MW tarcza licznika sumującego wykonywałaby dwa razy więcej obrotów w czasie niż przy generatorze o mocy 10 MW.

Ilość obrotów licznika jest proporcjonalna do sumy mocy a całkowity uchyb pomiaru (obejmującego wszystkie generatory) nie przekracza $\pm$ 1,0% przy współczynniku mocy zmieniającym się od 1 ÷ 0,4 oraz przy zmianie częstotliwości w granicach normalnych.

Układ wirujący licznika sumującego składa się z czterech tarcz, otrzymujących moment obrotowy od poszczególnych układów pomiarowych oraz z dodatkowej (piątej) tarczy z otworkami na obwodzie. Wszystkie tarcze są osadzone na wspólnej osi.

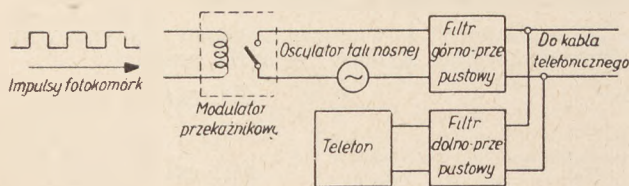
Urządzenie pomiarowe składa się z:

- licznika sumującego,
- impulsatora z fotokomórką i wzmacniaczem impulsów,
- odbiornika telemetrycznego.
- megawatomierza.

Przyrządy nadawcze, tj. licznik i impulsator są zmontowane w elektrowni, urządzenie odbiorcze, tj. odbiornik telemetryczny oraz megawatomierz u dyspozytora mocy. Połączenie urządzenia nadawczego i odbiorczego jest wykonane za pomocą jednej pary żył kabla telefonicznego. Odległość między elektrownią a siedzibą okręgowej dyspozycji mocy może wynosić do 30 km, co zależy od jakości i stanu kabla telefonicznego (oporności żył, stanu izolacji).

Dodatkowa (piąta) tarcza licznika sumującego ma specjalne otwory, przepuszczające strumień świetlny, padający z żaróweczki na fotokomórkę impulsatora. Uzyskane z fotokomórki impulsy o częstotliwości proporcjonalnej do obrotów tarczy licznika, czyli do sumy mocy elektrowni po wzmocnieniu są nadawane wprost na linię telefoniczną lub też zamieniane na impulsy prądu zmiennego o częstotliwości ponadfonicznej (od $3000 \div 10000$ c/s).

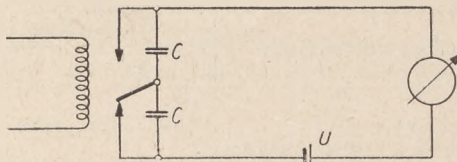
Zamiana impulsów prądu stałego na impulsy prądu zmiennego odbywa się za pomocą oscylatora fali nośnej i przekątnikowego modulatora (manipulatora — rys. 1).



Rys. 1. Elektronowy układ nadawczy

Na kablu telefonicznym mogą być jednocześnie prowadzone rozmowy, gdyż pomiar nie zakłóca ich, a rozmowy nie wpływają na dokładność pomiaru, jeżeli oporność falowa linii telefonicznej nie zmienia się. Zmiana taka (szkody górnicze na kablu) powoduje niedopasowanie filtrów do linii, a przez to słyszalność

impulsów pomiaru przez rozmawiających i zakłócenia pomiaru przez rozmowę.

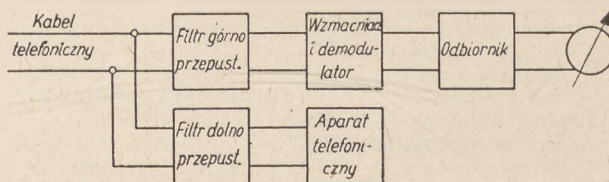


Rys. 2. Elektronowy odbiornik telemetryczny wskazujący w MW

" — stabilizowane lampowe źródło prądu

W okręgowej dyspozycji mocy jest zainstalowany odbiornik telemetryczny (rys. 2). Impulsy przychodzące z linii wywołują działanie przekaźnika, który zwierza kolejno jeden z kondensatorów połączonych w szereg ze stabilizowanym źródłem prądu stałego i przyrządem magnetoelektrycznym. Przyrząd ten jest wycechowany w megawatach.

W razie użycia impulsów prądu zmiennego zastosowany jest przed odbiornikiem filtr oddzielający rozmowę oraz wzmacniacz impulsów z demodulatorem (rys. 3).



Rys. 3. Elektronowy układ odbiorczy

Dane techniczne

Prąd znamionowy każdej cewki prądowej licznika sumującego wynosi 5 A, co odpowiada mocy znamionowej generatora. Napięcie cewek napięciowych — 100 V. Obroty 60 obr/min — co odpowiada mocy 200 MW.

Napięcie zasilające po stronie nadawczej — 220 V prądu zmiennego, po stronie odbiorczej — 6 V prądu stałego dla żarzenia lamp elektronowych oraz 120 V prądu stałego do zasilania anody i układu odbiorczego.

Eugeniusz Ziembicki

* * *

Krajowa konferencja oszczędności energii elektrycznej

Dnia 11. X. 1954 r. odbyła się w Domu Technika w Warszawie krajowa konferencja oszczędności energii elektrycznej zorganizowana przez SEP w porozumieniu z Ministerstwem Energetyki.

Konferencję otworzył prezes Zarządu Głównego SEP inż. Kolbiński, wyjaśniając cel i podkreślając jej tematykę powiązanie z konferencją oszczędności węgla, która odbyła się w lipcu 1954 r.

Referat programowy wygłosił minister energetyki inż. Jaszcuk. Nawiązując do prowadzonej obecnie w całym kraju w wyniku uchwał IX Plenum oraz II Zjazdu PZPR powszechnej walki z marnotrawstwem paliw i energii elektrycznej naświetlił szczegółowo możliwości oszczędzania energii elektrycznej w trzech jej kolejnych stadiach: przy wytwarzaniu, przesyłaniu i użytkowaniu, ilustrując materiał licznymi przykładami racjonalnej i złej gospodarki energetycznej w zakładach przemysłowych.

Po referacie wywiązała się ożywiona dyskusja, w której zabierało głos 23 mówców, poruszając niżej wymienione tematy.

Sprawa ustalenia norm energii elektrycznej w przemyśle jest trudna. W celu opracowania prawidłowej normy należałoby badać zużycie energii w optymalnych warunkach, a więc np. po kapitalnym remoncie maszyn, przy przodującej obsłudze itp. Wymaga to przeprowadzenia wielu uciążliwych doświadczeń i dlatego konieczna jest pomoc instytutów naukowo-badawczych.

Mówca wskazał ponadto na niewykorzystaną dotychczas przez energetykę możliwość obniżenia szczytu wieczornego w lecie przez wprowadzenie czasu letniego (Inż. Witwiński — Ministerstwo Hutnictwa).

Zagadnienie normowania energii jest szczególnie trudne w przemyśle chemicznym, który wytwarza około 10 tysięcy produktów. Wobec tego normowanie obejmuje w okresie do 1955 r. wyłącznie tylko 15 podstawowych produktów, które jednak pochłaniają w sumie 70 % energii zużywanej przez przemysł chemiczny.

Przy ustalaniu norm konieczna jest współpraca instytutów naukowo-badawczych. Duży wpływ na oszczędzanie energii elektrycznej wywierać będzie wprowadzone ostatnio limitowanie energii. Przemysł che-

miczny jako jeden z najpoważniejszych konsumentów energii elektrycznej zamierza budować specjalne buforowe zakłady, które dla wyrównania krzywej obciążenia dobowego systemu pracowałyby tylko w dolinach obciążenia (inż. Tomaszewicz — Ministerstwo Przemysłu Chemicznego).

Energetycy napotykać często w swej pracy na trudności wynikłe z rozbieżności między dyrektywami otrzymywanymi od swych władz nadrzędnych i zakładów zbytu energii. Rozbieżności te powinny być usunięte na szczeblu wyższym. Należy również uregulować odmiennie niż dotychczas kwestię ustalania przekroczenia limitu mocy przez zakłady posiadające kilka przyłączy (inż. Wretowski — C.Z.P. Metali Nieżelaznych).

Zwiększenie mechanizacji nie zawsze powoduje obniżenie norm zużycia energii. Zjawisko to występuje tylko przy jednoczesnym szybszym wzroście wydajności pracy. Mechanizacja pracy urządzeń pomocniczych natomiast powoduje zwiększenie jednostkowego zużycia, gdyż eliminuje jednocześnie pracę ludzką. W związku z tym powinno się dążyć do określenia optymalnego stopnia mechanizacji dla każdego zakładu (inż. Warzecha — Huta im. Lenina).

Duży wpływ na zużycie energii elektrycznej i oszczędność węgla ma sposób poprawiania współczynnika mocy. Współczynnik mocy można powiększyć i uzyskać duże ulgi taryfowe, stosując nawet szkodliwe dla gospodarki narodowej sposoby, np. nadmiernie zwiększając pobór energii czynnej na cele grzejne i oświetleniowe. Środki mało ekonomiczne jak synchronizację silników asynchronicznych i przerabianie starych generatorów na kompensatory synchroniczne można stosować tylko w rejonach z dużym niedoborem mocy biernej, zasilanych przez $2 \div 3$ stopnie transformacji. Szeroko natomiast należy stosować produkowane przez przemysł krajowy silniki synchroniczne i kondensatory statyczne (inż. Białkiewicz — Państwowa Inspekcja Energetyczna).

Akcja poprawy współczynnika mocy w przemyśle tłuszczowym rozwija się pomyślnie dzięki współzawodnictwu między zakładami. W wyniku tego wiele zakładów znacznie poprawiło swój współczynnik mocy, stosując przede wszystkim naturalne środki jego poprawy. Dużą pomoc okazują zakładom pracownicy Centralnego Zarządu Przemysłu Tłuszczowego (inż. Wrzosek — C. Z. P. Tłuszczowego).

Poważnymi osiągnięciami w oszczędzaniu energii i mocy może poszczycić się Huta Łaziska, która w wyniku ustalenia odpowiedniego programu pracy pieców łukowych oraz wprowadzenia zmian w procesie technologicznym obniżyła pobór mocy o 7,3 MW. Osiągnięcia te były możliwe dzięki stanowisku dyrektora, OOP i całej załogi, która przez zgłaszanie pomysłów racjonalizatorskich bierze czynny udział w akcji oszczędzania. Jeden z takich pomysłów załogi piecowej pozwolił zmniejszyć zużycie energii elektrycznej o 10%. Mówca zwraca się z apelem do energetyków wszystkich zakładów przemysłowych o współzawodnictwo w akcji zmniejszania poboru mocy i energii (inż. Potok — Huta Łaziska).

Oszczędność energii elektrycznej w przemyśle cukrowniczym, to kwestia nowych maszyn, nowej technologii. Istnieją tu jednak większe niż w innych przemysłach możliwości wykorzystania ciepła odpadkowego (inż. Zaryn — przemysł cukrowniczy).

Wyniki badania możliwości oszczędzania energii przy piecach stalowniczych wskazują, że przez właściwe prowadzenie pieca w czasie topienia wsadu można zmniejszyć zużycie energii o $8 \div 12\%$ przy jednoczesnym wzroście wydajności pieca o 15%. Dalszą oszczędność można uzyskać przez zmniejszenie strat ciepłych. Prawidłowe ułożenie programu pracy pieców umożliwi zmniejszenie poboru mocy o 2 MW przez 3 godz. i o 4 MW przez 1 godz. (inż. Czańczyński — Główny Instytut Elektrotechniki).

Nieuwzględnienie przez biura projektów kolejności etapów budowy zakładów przemysłowych prowadzi do marnotrawstwa energii w pierwszych latach pracy zakładu. Akcja oszczędzania energii przyniosłaby o wiele większe rezultaty, gdyby wprowadzono pre-

miowanie energetyków za osiągnięcia w tej dziedzinie (inż. Gromyko — Zakład Zbytu Energii Poznań — Oddział Szczecin).

Duże oszczędności paliw może przynieść właściwa współpraca elektrowni przemysłowych z energetyką. Przede wszystkim należy wykorzystywać w pełni elektrownie wytwarzające ciepło odpadkowe ze względu na ekonomię paliwa, elektrownie zaś kondensacyjne uruchamiać tylko w szczycie w okresie niedoboru mocy. Racjonalne wykorzystanie elektrowni przemysłowych jest możliwe tylko przy ich pracy równoległej z systemem. Można wtedy wykorzystać niedociążone generatory do produkcji mocy biernej. Obciążenie bierne i czynne elektrowni przemysłowych musi być zawsze zadawane przez dyspozycję mocy (inż. Eysymont — Państwowa Inspekcja Energetyczna).

Przedymensjonowanie dużej ilości małych silników spotyka się we włókiennictwie, co spowodowane jest głównie błędami projektantów, którzy nie znając technologii zakładu przyjmują zbyt duże rezerwy mocy silnika oraz za wysokie współczynniki jednocześnie. Zła jakość remontów silników wpływa na niepotrzebne zwiększenie poboru energii czynnej i biernej. W związku z zapotrzebowaniem kilkudziesięciu tysięcy silników dla modernizacji tkalni przemysł elektrotechniczny powinien zaprojektować i wyprodukować specjalny typ silnika dla włókiennictwa, gdyż obecnie produkowane silniki nie nadają się do tych celów. Dużą pomoc w akcji oszczędzania energii przyniosłoby premiowanie energetyków zakładowych (inż. Pijewski — CZP Bawełnianego — Północ).

Racjonalne wykorzystanie gazu w zakładach przemysłowych jest częścią akcji oszczędzania paliw. Obecnie zbyt mało jeszcze uwagi przywiązuje się do tego nośnika energii. Usprawnienie obecnej gospodarki gazem może przynieść oszczędności w wysokości $500 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ gazu, co odpowiada 1 milionowi tonn węgla rocznie (inż. Strzałkowski — Państwowa Inspekcja Gazownicza).

Ograniczenia w dostawie energii elektrycznej wpływają ujemnie na współczynnik mocy oraz zwiększając jednostkowe zużycie energii (inż. Pietrzak — Zakłady Nawozów Fosforowych w Lubaniu).

W przemyśle maszynowym zwrócono przede wszystkim uwagę na zakłady duże, zużywające w sumie 30% energii. Źródła oszczędności energii elektrycznej w przemyśle maszynowym leżą w technologii produkcji i usprawnieniu systemu organizacji produkcji. Należy tu wymienić: zastąpienie noży ze stali szybko tnących nożami z węglików spiekanych, zwiększenie szybkości skrawania, przeniesienie obróbki na maszyny pracujące bardziej ekonomicznie, zmniejszenie nadlewów i naddatków przy odlewach, zwiększenie obciążenia obrabiarek, automatyzację kontroli wymiarów bez przerywania pracy maszyn, właściwe wykonanie remontów maszyn, właściwą konserwację maszyn dla zmniejszenia tarcia oraz skrócenie międzyoperacyjnego biegu jałowego maszyn (inż. Chałarewicz — Ministerstwo Przemysłu Maszynowego).

O wykonaniu zadań decydują ludzie i dlatego należy ogólnie postawić zagadnienie służby energetycznej, która często traktowana jest niewłaściwie przez kierownictwo zakładu dążące do wykonania planu produkcji za wszelką cenę, bez względu na zużycie mocy i energii (inż. Tymiński — Ministerstwo Przemysłu Rolnego i Spożywczego).

Jak wynika z referatu i dyskusji, istnieje w przemyśle wiele możliwości oszczędzania energii elektrycznej: od najprostszych — ograniczania biegu jałowego silników i transformatorów, do najtrudniejszych, ale zarazem i największych — modernizacji i usprawnienia procesów produkcyjnych. Konieczna jest tu ścisła współpraca energetyków z technologami, inicjatywa jednak musi wyjść od energetyków. Akcja oszczędzania energii, normowania, wyrównywania przebiegu obciążeń zależy w dużej mierze od dokładności pomiaru. Na tym polu przemysł elektrotechniczny ma wielkie zalety od odrobienia — przede wszystkim w produkcji liczników. Sprawą ustalenia norm jednostkowego zużycia nie można obarczyć wyłącznie Instytutu Energetyki, konieczna jest współpraca wszystkich instytu-

tów branżowych. Państwowa Inspekcja Energetyczna przygotowuje projekt uchwały Prezydium Rządu w sprawie premiowania energetyków zakładów przemysłowych za oszczędność i racjonalną gospodarkę (inż. Neuman — wicedyrektor Państwowej Inspekcji Energetycznej).

Przyczyną poważnych strat energii przy pracy pomp jest dławienie zasuwą ciśnienia wskutek niewłaściwego doboru parametrów pompy przez projektanta. Duże oszczędności energii można również osiągnąć, usuwając przy pompach zawory stopowe, które powodują dodatkowe straty w czasie pracy pomp, są jednak niezbędne dla jej uruchomienia. Zalanie pompy wodą umożliwił dodatkowa pompa próżniowa „Elmo“, włączana tylko na okres rozruchu. Sposób ten zastosowano z powodzeniem w stacjach pomp w województwie stalinogrodzkim. W eksploatacji o sprawności pompy decyduje wielkość szczeliny między kołem łopatkowym i kierowniczym. (inż. Stolfik — Wojewódzkie Przedsiębiorstwo Wodociągów — Stalinogród).

Zróżdłem oszczędności energii w przemyśle papierniczym jest stosowanie turbin czołowych zamiast dławienia pary w zaworach redukcyjnych. Przemysł papierniczy posiada jednak bardzo słabą obsadę służby energetycznej. Szybka poprawa współczynnika mocy jest utrudniona przez biura projektowe, które odmawiają opracowania dokumentacji na zainstalowanie kondensatorów statycznych. (inż. Jordan — Ministerstwo Przemysłu Drzewnego i Papierniczego).

Słaby poziom fachowy pracowników służby energetycznej przyczynia się często do zwiększenia strat energii. Dlatego należy zorganizować szeroką akcję szkolenia na kursach racjonalnej gospodarki energetycznej (inż. Możejko).

W akcji oszczędzania energii nie wolno zapominać o wielkiej ilości małych zakładów, które są zupełnie bez opieki. Należy podnosić kwalifikacje energetyków drobnych zakładów, urządzając liczne kursy. SEP powinien przejawiać większą niż dotychczas działalność w terenie, organizując kursy, konferencje i pomagając przy wprowadzaniu nowych metod pracy. Należy zorganizować ściślejszą współpracę elektrowni przemysłowych z dyspozycją mocy (inż. Grabowski — Elektrownia Victoria Wałbrzych).

Akcja normowania energii elektrycznej będzie znacznie ułatwiona, jeśli już w projektach zostanie przewidziana dostateczna ilość aparatury pomiarowej. PIE powinna wydać odpowiednie instrukcje w tej sprawie. (inż. Markowicz — Przemysł Płyt Pilśniowych).

Przed SEP stoją ważne zadania w dziedzinie szkolenia energetyków przemysłowych. SEP zorganizował dotychczas 13 kursów racjonalnej gospodarki energetycznej, a w przyszłości organizować będzie ich dużo więcej. (Inż. Smoluchowski — przedstawiciel Zarządu SEP).

Po wyczerpaniu dyskusji min. inż. Jaszczuk podsumował jej wyniki, stwierdzając: „W dyskusji zabierali głos przedstawiciele wszystkich przemysłów (z wyjątkiem węglowego, który nie wysłał na konferencję swych przedstawicieli). Z wypowiedzi dyskutantów wynika, że obecna konferencja rozpoczyna akcję powszechnego oszczędzania energii elektrycznej w przemyśle. Realizację wniosków, postulatów i uchwał obecnej narady można podzielić na dwa etapy obejmujące:

I — zadania do zrealizowania w szczycie jesienno-zimowym 1954/1955,

II — zadania do zrealizowania w przyszłości.

Najważniejszymi zadaniami na obecny szczyt jesienno-zimowy jest obniżenie poboru mocy z sieci w szczy-

cie każdym sposobem dającym szybkie rezultaty. Marnotrawstwo energii elektrycznej w przemyśle jest widoczne i musi być natychmiast zlikwidowane. Poważne osiągnięcia mają jedynie zakłady, które najdotkliwiej odczuwają ograniczenia w dostawie energii — inne zaś — prowadzą gospodarkę rozrzućną.

Zadania na przyszłość — to przede wszystkim opracowanie norm naukowo-technicznych, ale nie norm idealnych, nieosiągalnych, lecz norm żywych, odpowiadających codziennemu stanowi technicznemu urządzeń.

Zmniejszenie jednostkowego zużycia energii elektrycznej przez usprawnienie procesu technologicznego jest wyrazem postępu technicznego.

Aby akcja oszczędzania energii elektrycznej była powszechna i przyniosła maksymalne korzyści należy:

1. zamieszczać w prasie technicznej więcej artykułów na temat oszczędzania energii elektrycznej,
2. zwiększyć kadry energetyczne w zakładach przemysłowych,
3. zapewnić energetykom zakładów przemysłowych odpowiednie warunki pracy,
4. otoczyć opieką małe zakłady posiadające słabszy personel energetyczny,
5. rozszerzyć kursy kształcenia energetyków zakładów przemysłowych,
6. wprowadzić premiowanie energetyków za osiągnięcia w dziedzinie oszczędzania energii.

Przed naszym przemysłem stoją poważne zadania w dziedzinie oszczędzania energii i paliw. Chcąc je wykonać — nie wystarczy sama mobilizacja personelu inżyniersko-technicznego. Konieczne jest włączenie do akcji klubów racjonalizatorskich, racjonalizatorów, przodowników pracy, zakładowych i oddziałowych organizacji partyjnych oraz całej załogi.

Na zakończenie konferencji zebrani uchwalili jednogłośnie rezolucję, której główne punkty podano poniżej.

Wzrost dobrobytu mas pracujących, wzrost bogactwa naszego kraju uzależniony jest w dużej mierze od oszczędzania energii elektrycznej i węgla. W przemyśle istnieją jeszcze poważne możliwości uzyskania tych oszczędności. Dlatego przed energetykami polskimi stoją następujące zadania:

- a) przez poprawienie stanu technicznego zmniejszyć straty energii elektrycznej,
- b) wymieniać niedociążone silniki na mniejsze i ustalać odpowiedni program ich pracy,
- c) włączyć technologów i kierowników produkcji do akcji oszczędzania,
- d) wprowadzić w 1955 r. normy zużycia energii elektrycznej obejmujące 75 % zużycia,
- e) wyposażyć w 1955 r. energochłonne zespoły produkcyjne w aparaturę pomiarową
- f) w zakładach posiadających współczynnik mocy niższy od 0,75 podnieść go w 1955 r. do wartości 0,75, w pozostałych zaś zakładach — o 0,05
- g) oprzeć projektowanie na wnikliwej analizie procesów technologicznych,
- h) przestrzegać w procesach elektrotermicznych ścisłej dyscypliny temperatur. Wykorzystać jak najszerzej do ogrzewania ciepło odpadowe,
- i) zapewnić energetykom pełną pomoc w pracy ze strony kierownictwa zakładów,
- j) organizować liczne kursy dokształcające dla pracowników służby energetycznej,
- k) rozwinąć szeroko współzawodnictwo międzyzakładowe w akcji oszczędzania energii elektrycznej.

Inż. Zbigniew Białkiewicz

Biblioteki techniczne zapewniają społeczne wykorzystanie książek i czasopism technicznych, pomagają robotnikom i inżynierom w pracy, młodzieży — w nauce

SŁOWNICTWO ENERGETYCZNE

Stacja czy podstacja transformatorowa?

W mowie potocznej, w piśmie, a nawet w wydawnictwach książkowych używane są dotąd dla określenia stacji transformatorowej, prostownikowej czy rozdzielczej dwa prawie równoznaczne i na tym samym rdzeniu oparte wyrazy: *stacja* i *podstacja*, zazwyczaj w połączeniu z przymiotnikiem określającym rodzaj, budowę itp. Jakkolwiek w pewnych przypadkach stosowanie w języku technicznym wyrazów równoznacznych opartych na odmiennych źródłosłowach może być korzystne (np. prądnicą-generator; wirnik-rotor ii.), to jednak zostało uznane za słuszone dążenie do ujednolicenia języka technicznego i usuwania zbędnych synonimów.

Stosowanie obu nazw: *stacja* i *podstacja* byłoby uzasadnione, gdyby oba te pojęcia były rozróżnione definicyjnie. Wielkość stacji transformatorowej, jej moc i napięcie nie stanowią obiektywnego kryterium podziału; jedynie współzależność funkcjonalna pozwoliłaby w pewnych okolicznościach na utrzymanie obu nazw. Jeśli na przykład na terenie zakładu przemysłowego znajduje się główna stacja transformatorowa 60/6 kV i kilka zasilanych z niej lokalnych stacji transformatorowych 6/0,4 kV, to wówczas te ostatnie moglibyśmy — z punktu widzenia potrzeb zakładu — nazwać „podstacjami” w odróżnieniu do „stacji” głów-

nej. Rozważając natomiast system elektroenergetyczny obejmujący szereg powiązanych ze sobą stacji transformatorowych o kilku napięciach (np. 110; 60; 30; 15 i 6 kV), nie możemy ustalić ogólnego i obowiązującego dla wszystkich systemów kryterium rozróżnienia stacji od podstacji.

Rozpowszechnienie się wyrazu *podstacja* przypisać trzeba zbyt dosłownemu tłumaczeniu odpowiadającego mu słowa z języków obcych (ros.: *podstancja*, ang.: *sub-station*). Zapominamy jednak, że jeśli w języku rosyjskim czy angielskim wyrazy te utworzone są pod względem logicznym prawidłowo, w celu odróżnienia ich od elektrowni (ros.: *elektriceskaja stancja*, ang.: *power station, generating station*), to w języku polskim względ ten jest nieistotny, gdyż nie zachodzi obawa pomylenia pojęć. W języku niemieckim przyjęto również odrębne nazwy nie nasuwające wątpliwości znaczeniowych (elektrownia: *Kraftwerk* — stacja transformatorowa: *Umspannwerk, Transformatorstation*).

Uwagi powyższe prowadzą do wniosku, że — jeśli chodzi o stację transformatorową, prostownikową itp. — nie ma potrzeby stosowania obu nazw: *stacja* i *podstacja*; wystarczy zachowanie tylko jednego wyrazu: *stacja*.

Tadeusz Brück

WYDAWNICTWA NADESŁANE

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWA TECHNICZNE

Urządzenia pomocnicze elektrowni ciepłych

Tom I

Rurociągi i pompy

Mgr inż. Witold Szuman

Warszawa 1954, format A5, str. 431, cena zł 16,50

Książka stanowi tom pierwszy pracy poświęconej urządzeniom pomocniczym elektrowni i dotyczy rurociągów oraz pomp.

W dziale o rurociągach omówiono układy rurociągów, elementy, osprzęt oraz szczegóły budowy rurociągów elektrowni i sieci ciepłych.

W dziale o pompach podano zasady działania, charakterystyki oraz warunki pracy przy zmiennych parametrach pomp wyporowych, rotodynamicznych i ejektorów.

Aparatura pomiarowa i kontrolna

Warszawa 1954, format A5, str. 266, rys. 171, cena zł 10

W książce opisano przyrządy miernicze, podano sposoby użytkowania tych przyrządów oraz sposoby przeprowadzenia pomiarów i kontroli parametrów w procesach ciepłych kotłowni.

Praca zawiera opis i podaje sposoby użytkowania urządzeń do automatycznej regulacji kotłów parowych.

Linie kablowe elektroenergetyczne

Budowa i Eksploatacja

Inż. Walerian Szkulcecki

Warszawa 1954, format A5, str. 340, cena zł 17

W książce podano wiadomości dotyczące budowy i eksploatacji sieci kablowych o napięciu do 35 kV

W części dotyczącej budowy omówiono zagadnienia doboru typu kabli, sposobu ich układania, montażu muf i głowic oraz dokumentacji technicznej.

W części dotyczącej eksploatacji omówiono zagadnienia odbioru technicznego, oględzin i badań zapobiegawczych oraz wykrywania miejsca uszkodzeń linii kablowej.

Książka jest przeznaczona dla techników zatrudnionych przy budowie i eksploatacji sieci oraz instalacji kablowych. Została zatwierdzona jako podręcznik zastępczy dla techników energetycznych o kierunku sieci kablowych pismem Prezesa CUSZ z dnia 30. VI. 1954.

Technika wysokich napięć

Tom I

Praca zbiorowa pod redakcją prof. L. I. Sirotńskiego
Tłumaczyli mgr inż. Z. Hasterman i dr inż. J. L. Makiejewski

Warszawa 1954, format A4, str. 252, cena zł 44

W książce są omówione podstawy teoretyczne wyładowań w gazach (jonizacja, dyfuzja, rekombinacja jonów, wyładowania w polu jednostajnym i umiarkowanie jednostajnym, wyładowania w postaci kanału, badanie doświadczalne wytrzymałości gazów, wyładowania piorunowe, zagadnienia ulotu, wyładowania w powietrzu po powierzchni dielektryka stałego, łuk), miernictwa wysokonapięciowego (woltomierze elektrostatyczne, iskierniki kulowe, klidonograf, sztabki magnetyczne, metody pomiaru rozkładu pola, pomiar strat z ulotu, dzielniki napięcia, oscylografy elektronowe) oraz wyposażenie laboratoriów wysokonapięciowych (źródła napięcia probierczego o częstotliwości małej, źródła napięcia stałego, źródła napięcia udarowego, źródła napięcia o częstotliwości wielkiej i transformator rezonansowy).

Książka jest przeznaczona przede wszystkim dla magistrów-inżynierów i studentów kursu magisterskiego, a także dla inżynierów i studentów kursu inżynierskiego.

Obsługa silnika synchronicznego

Zdzisław Życki

Instytut Elektrotechniki

Warszawa 1954, format A5, str. 61, rys. 48, cena zł 3,50

W książce omówiono zastosowania, układy połączeń oraz sposoby rozruchu i obsługę silników synchronicznych.

Książka przeznaczona jest dla monterów zatrudnionych przy eksploatacji silników synchronicznych.

Sterowanie przekątnikowo-stycznikowe napędu elektrycznego

L. P. Pietrow

Warszawa 1954, format A5, str. 148, rys. 67, cena zł 11,

W książce opisane są typowe elektryczne układy sterowania przekątnikowo-stycznikowego napędu elektrycznego w przemyśle. Podane są zasady tworzenia schematów oraz sposoby ich odczytywania.

Książka przeznaczona jest dla techników i inżynierów zatrudnionych przy projektowaniu i eksploatacji zautomatyzowanych elektrycznych urządzeń napędowych oraz dla słuchaczy średnich i wyższych szkół technicznych o kierunku elektrotechniki przemysłowej.

Poprawa współczynnika mocy zakładów przemysłowych

Mgr inż. M. Wierzejski i mgr inż. K. Zienkiewicz

Warszawa 1954, format A5, stron 114, cena zł 8

W książce jest omówione znaczenie współczynnika mocy, przyczyny jego małej wartości w zakładach przemysłowych oraz naturalne i sztuczne sposoby jego poprawy.

Książka jest przeznaczona dla techników i wykwalifikowanych monterów elektryków, dla kierownictwa zakładów przemysłowych i dla energetyków zakładowych.

Bezpieczeństwo pracy przy urządzeniach elektrycznych

Praca zbiorowa

Warszawa 1954, format B5, str. 178, cena zł 17

Praca jest poświęcona zagadnieniom związanym z techniką ochrony pracy przy urządzeniach elektrycznych. Książka jest przeznaczona dla wykładowców techniki ochrony pracy, dla inżynierów i techników bezpieczeństwa pracy oraz dla inżynierów i techników zatrudnionych przy projektowaniu, budowie i eksploatacji urządzeń elektrycznych.

Równania i układy jednostek w elektrotechnice

B. Konorski, W. Starczakow, S. Wojciechowski

Warszawa 1954, format A5, stron 156, cena zł 12

W książce są omówione zasady poprawnych sposobów pisania równań wielkościowych, liczbowych i przystosowanych oraz układy jednostek i zasady ich stosowania.

Książka jest przeznaczona dla inżynierów i techników; celem jej jest ułatwienie korzystania z piśmiennictwa technicznego oraz opanowania umiejętności poprawnego formułowania wzorów i posługiwania się jednostkami w obliczeniach technicznych, pracach badawczych, obliczeniowych, referatach, wykładach, artykułach i książkach.

Zasady sporządzania i zatwierdzania dokumentacji dla inwestycji energetycznych

Warszawa 1954, format A5, stron 11, cena zł 9

Instrukcja

Szkolenie załóg

Inż. Stefan Filipkowski

Warszawa 1954, format A6, stron 23, cena zł 1

W broszurze omówiono zasięg, rodzaje i etapy szkolenia załogi w zakładzie pracy w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy. Uwzględniono specjalne metody przygotowania do pracy nowych pracowników.

Praca przeznaczona jest dla wykładowców kursów szkoleniowych bhp, personelu służby bhp oraz aktywu związkowego. Może być również pomocna dla słuchaczy kursów szkoleniowych bhp.

POLSKIE WYDAWNICTWA GOSPODARCZE

Organizacja oddziałów zaopatrzenia robotniczego

Władysław Wróblewski i Jerzy Kurcysz

Warszawa 1954, format A5, str. 212, cena zł 11

Broszura przeznaczona jest dla wykładowców kursów szkoleniowych bhp, personelu służby bhp oraz personelu inżynieryjno-technicznego. Może być również pomocna dla słuchaczy kursów szkoleniowych bhp.

Organizacja i działalność służb BHP

Mgr Roman Garlicki

Warszawa 1954, format A6, str. 52, cena zł 2,50

W broszurze omówiono na podstawie Uchwały Prezydium Rządu z 1. VIII. 1953 obowiązki personelu kierowniczego zakładów pracy i zakres działania inżynieryjno-technicznej służby bhp. W powiązaniu z działalnością służby bhp w zakładzie omówiono zadania służby bhp w jednostkach nadrzędnych administracji gospodarczej, zadania związków zawodowych, zadania przemysłowej służby zdrowia i państwowej inspekcji pracy.

Kalendarz racjonalizatora na rok 1955

ukazał się nakładem Urzędu Patentowego PRL.

Do nabycia w księgarniach technicznych „Domu Książki” oraz u kolporterów zakładowych.

Zawiera w części artykułowej wskazania i zalecenia dla racjonalizatorów na rok 1955, krótkie charakterystyki osób odznaczonych w 1954 r. odznaką „Zasłużonego Racjonalizatora Produkcji”, „Małą Endyklopedię Wynalazczości zawierającą informacje z zakresu wynalazczości i racjonalizacji dotyczące zagadnień technicznych i obowiązujących przepisów, informator adresowy, Dział pt. „Książki dla racjonalizatorów”

PRACE INSTYTUTÓW NAUKOWO-BADAWCZYCH

INSTYTUT ELEKTROTECHNIKI

Rok 1953

Zeszyt 1 (9)

Warszawa 1953, format A4, str. 79, cena zł 22

Zeszyt poświęcony zagadnieniom trakcji elektrycznej i prostownikom

1. Mgr inż. Jerzy Bagiński — Badania warunków pracy siatek sterujących zaworów z katodą rtęciową
2. Mgr inż. Janusz Czapla i mgr inż. Andrzej Frydryszak — Rejestracja oscylograficzna prądu rozruchu jednostek taboru elektrycznego
3. Mgr inż. Janusz Czapla i mgr inż. Andrzej Frydryszak — Samochody akumulatorowe
4. Mgr inż. Janusz Czapla i mgr inż. Wiesław Seruga — Wpływ hamowania elektrycznego na moc silników trakcyjnych
5. Mgr inż. Jan Grygołajtyś — Zapłony wsteczne w prostownikach z ciekłą katodą rtęciową
6. Mgr inż. Jan Grygołajtyś i inż. Ryszard Iwański — Metody badania zespołów prostownikowych z zaworami rtęciowymi
7. Mgr inż. Antoni Jabłoński — Rozruszniki termistorowe
8. Inż. Jerzy Ostaszewicz — Korozja styków zacisków prądowych na sieci jezdnej PKP
9. Mgr inż. Wiesław Seruga — Przeciężalność udarowa maszyn elektrycznych prądu stałego
10. Mgr inż. Stanisław Topiński — Badanie lokomotywy kopalnianej LD2
11. Mgr inż. Janusz Wdowiak — Niektóre zagadnienia materiałowe w prostownikach rtęciowych. Grafit i rtęć

Zeszyt 2 (8)

Warszawa 1953, format A4, str. 52, cena zł 14,50

Mgr inż. A. Głowacki — Silniki do napędu wirówek cukrowniczych

Dr inż. W. Latek — Określenie wielkości charakterystycznych synchronizowanego silnika indukcyjnego na podstawie danych znamionowych i danych biegu jałowego