

PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

ORGAN STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH
CENTRALNEGO ZARZĄDU ENERGETYKI, CENTRALNEGO ZARZĄDU PRZEMYSŁU MASZYN ELEKTRYCZNYCH
CENTRALNEGO ZARZĄDU PRZEMYSŁU KABLOWEGO

ROK XXVIII

ZESZYT 2

10. III. 1952

KONSTYTUCJA POLSKIEJ RZECZYPOSPOLITEJ LUDOWEJ

Czym winna stać się dla narodu nowa Konstytucja Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej?

Nowa Konstytucja ma być ujęta w formę powszechnego prawa Wielką Kartą zwycięskich osiągnięć i utrwalonych na zawsze zdobyczy społecznych polskiego ludu pracującego, który stał się rzeczywistym gospodarzem swego kraju, jedynym i wolnym twórcą losów narodu, gwarantem jego rosnącej siły, niezawodną opoką jego wielkiej przyszłości.

B. BIERUT

Konstytucja Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej ma na celu:

umacnianie państwa ludowego jako podstawowej siły, zapewniającej najpełniejszy rozkwit Narodu Polskiego, jego niepodległość i suwerenność;

przyśpieszanie rozwoju politycznego, gospodarczego i kulturalnego Ojczyzny oraz wzrostu jej siły;

pogłębianie uczuć patriotycznych, jedności i zwartości Narodu Polskiego w walce o dalsze polepszenie stosunków społecznych, o całkowite zniesienie wyzysku człowieka przez człowieka, o urzeczywistnienie wielkich idei socjalizmu;

zacieśnianie przyjaźni i współpracy między narodami, opartych na sojuszu i braterstwie, które łączą dziś Naród Polski z miłującymi pokój narodami świata w dążeniu do wspólnego celu: uniemożliwienia agresji i utrwalenia pokoju światowego.



WYDAWNICTWO NACZELNEJ ORGANIZACJI TECHNICZNEJ

SPIS RZECZY

- Andrzejewski S. Kompozycja budynku głównego elektrowni.
- Jabłoński M. Jednofazowa praca silnika asynchronicznego trójfazowego.
- Klarner T. Pomiar poboru energii elektrycznej przez odbiorców przemysłowych.
- Materiały elektrotechniczne (wyniki obrad Konferencji materiałoznawstwa elektrycznego):
- Materiały elektrotechniczne w planie 6-letnim.
 - Materiały magnetycznie miękkie.
 - Materiały magnetycznie twarde.
 - Materiały oporowe.
 - Szczotki, spieki i półprzewodniki.
 - Materiały kablowe.
 - Oleje, syciwa i lakiery.
 - Materiały ceramiczne.
 - Materiały włókniste.
 - Tłoczywa.
 - Wnioski uchwalone.
- Przegląd czasopism:
- Stalowa konstrukcja budynku nowej elektrowni w Monceau.
- Biuletyn Głównego Instytutu Elektrotechniki:
- Elektrostrykowe ostrzenie narzędzi.
 - Układ do pomiaru wysokich temperatur.
 - Rentgenowskie badanie drewnianych złączy na sworznie stalowe.
- Przegląd Bibliograficzny Elektrotechniki.

СОДЕРЖАНИЕ

- Андреевский С. Компонировка главного здания электрической станции.
- Яблонский М. Однофазная работа трехфазного асинхронного двигателя.
- Клярнер Т. Измерение потребления электрической энергии у промышленных потребителей.
- Электротехнические материалы (результаты прений на Конференции по вопросам электротехнических материалов):
- Электротехнические материалы в 6-летнем плане.
 - Магнитномягкие материалы.
 - Магнитножесткие материалы.
 - Материалы для сопротивлений.
 - Щетки, продукты спекания и полупроводники.
 - Кабельные материалы.
 - Масла, составы для пропитывания и лаки.
 - Керамические материалы.
 - Волокнистые материалы.
 - Пластмассы.
 - Постановления Конференции.
- Обзор журналов:
- Стальная конструкция здания электрической станции в Монсо.
- Бюллетень Главного Электротехнического Института:
- Электроконтактный способ точения инструмента.
 - Установка для измерения высоких температур.
 - Рентгенологическое исследование соединения деревянных конструкций стальными болтами.
- Библиографический обзор электротехники.

CONTENTS

- Andrzejewski S. Planning of the main building of an electric plant.
- Jabłoński M. Single-phase work of three-phase asynchronous motors.
- Klarner T. Measuring electric power consumption at industrial consumers.
- Electric materials (issue of the discussions of the Conference on electrical materialogy):
- Electric materials under the provision of the Six-Year Plan.
 - Soft magnetic materials.
 - Hard magnetic materials.
 - Resistance materials.
 - Brushes, roasted materials and semi-conductors.
 - Cable materials.
 - Oils, impregnating media and varnishes.
 - Ceramics.
 - Fibrous materials.
 - Plastics.
 - Motions carried.
- Review of periodicals:
- Steel construction of the building for the new Monceau electric power plant.
- Bulletin of the Chief Electrical Institute:
- Electric contact grinding of tool.
 - High temperature measuring arrangement.
 - X-ray examination of wooden construction tied with steel bolts.
- Electrical Bibliographic Review.

Warunki prenumeraty PRZEGŁĄDU ELEKTROTECHNICZNEGO na 1952 r.

I. Prenumerata normalna

Zgłoszenia na prenumeratę **normalną** roczną (108 zł), półroczną (54 zł) i kwartalną (27 zł) na rok 1952 przyjmują PPK „Ruch“ w Warszawie i jego Oddziały prowincjonalne co najmniej na 15 dni przed rozpoczęciem okresu prenumeraty.

Należność za prenumeratę należy wpłacać do PPK „Ruch“ na konto PKO I-20165/110.

II. Prenumerata ulgowa

Do korzystania z prenumeraty **ulgowej** rocznej (54 zł) lub półrocznej (27 zł) są uprawnieni:

- 1) członkowie stowarzyszeń inżynierów i techników, zrzeszonych w NOT, przy abonowaniu **przez oddziały stowarzyszeń** inżynierów i techników i przy dokonaniu wpłat **do oddziału stowarzyszenia**;
- 2) studenci wyższych uczelni przy abonowaniu **zbiorowym** i opłacie prenumeraty przez **koła naukowe**.

Członkowie stowarzyszeń, pragnąc zapewnić sobie regularne otrzymywanie Przeglądu Elektrotechnicznego w drugiej połowie roku 1952, powinni **najpóźniej do dnia 10 czerwca rb.** wpłacić należność **do właściwego oddziału swego stowarzyszenia** (nie do „Ruchu“). Niedotrzymanie wymienionego terminu pozbawi członka stowarzyszenia prawa do prenumeraty ulgowej w drugim półroczu 1952 roku.

Członkowie stowarzyszeń inżynierów i techników oraz członkowie studenckich kół naukowych, **abonujący czasopisma przez oddziały stowarzyszeń lub studenckie koła naukowe**, będą otrzymywać czasopisma bezpośrednio z PPK „Ruch“ według podanych adresów.

Indywidualne zgłoszenia na prenumeratę ulgową nie są przyjmowane przez PPK „Ruch“.

Przedsiębiorstwa, instytucje i urzędy nie są uprawnione do abonamentu ulgowego i powinny zwracać się bezpośrednio do PPK „Ruch“, jak podano wyżej w p. I.

PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

ORGAN STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH

CENTRALNEGO ZARZĄDU ENERGETYKI, CENTRALNEGO ZARZĄDU PRZEMYSŁU MASZYN ELEKTRYCZNYCH
CENTRALNEGO ZARZĄDU PRZEMYSŁU KABLOWEGO

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

Rok XXVIII

Warszawa, 21 lutego 1952 r.

Zeszyt 2

INŻ. STANISŁAW ANDRZEJEWSKI

Kompozycja budynku głównego elektrowni

621.311.1.002:693/8:621.311.2

Treść. Charakterystyka budowli, stanowiących główny budynek elektrowni. Czynniki wpływające na cenę i ukształtowanie budynków elektrowni. Różne rodzaje rozwiązania maszynowni. Układy kotłowni wraz z galerią zasobnikową i pompownią. Urządzenia półnapowietrzne i napowietrzne. Grupowanie budynków urządzeń pomocniczych w jeden blok z budynkiem głównym.

Компоновка главного здания электрической станции. Характеристика строений, составляющих главное здание электрической станции. Факторы, оказывающие влияние на стоимость и структуру зданий электрической станции. Различные способы разрешения вопросов компоновки машинного помещения. Схемы котельного помещения совместно с бункерной галереей и насосной станцией. Полуоткрытые и открытые установки. Соединение строений для вспомогательных устройств в один блок с главным зданием.

Planning of the main building of an electric plant. Characteristics of premises constituting the plant's main building. Factors influencing cost and design of the buildings of an electric plant. Various means of solving the turbine house design. Boiler house arrangement with pulverised fuel storage bunkers and pump house. Semi-outdoor and outdoor installations. The grouping of auxiliary equipment buildings in one common block with the main building.

1. Wstęp.

Roboty budowlane stanowią przeciętnie 15—20% kosztów inwestycyjnych elektrowni, dochodząc czasem do 30%. Obejmują one uzbrojenie terenu, ujęcie wody, przede wszystkim zaś wielkie budynki i fundamenty. „Typowa” elektrownia niemiecka o mocy 300 MW według projektu z 1943 r. miała kosztować 34,33.10⁶ RM, w czym koszt robót budowlanych wynosił 5,63.10⁶ RM, co stanowi 16,5% całości. Budowle pochłaniały przy stalowej konstrukcji 10 550 t stali i 21 720 m³ betonu, a przy całkowicie betonowej konstrukcji 3 270 t stali i 52 640 m³ betonu. Czas budowy przy konstrukcji żelbetowej był o 67% dłuższy niż przy stalowej.

Według Kercellego i Ryżkina koszt robót budowlanych wynosił dla typowych projektów radzieckich z 1941 r. 17,7%, a w wykonaniu tylko 13,6%. Również i statystyki amerykańskie wykazują, że koszt robót budowlanych wynoszą przeciętnie 16%. Najkosztowniejszą budowlą jest główny budynek elektrowni, zawierający kotłownię z przylegającymi urządzeniami i budowlami dodatkowymi, maszynownię, a często także rozdzielnię. Kubatura tych budynków wynosi w naszych warunkach ponad 1 m³ na kilowat mocy instalowanej, a zatem główny budynek elektrowni o mocy 300 MW ma kubaturę ponad 300 000 m³. Nie należy zapominać, że zawiera on nie tylko drogie konstrukcje ścian i stropów wielkiej nośności, ale także ciężkie kosztowne fundamenty.

Pobieżna analiza wykazuje, że koszt 1 m³ kubatury budynków elektrowni musi być wysoki. Maszynownia i kotłownia to bardzo wysokie hale o znacznej rozpiętości. Maszynownia jest z reguły zaopatrzona w suwnicę o nośności, wynoszącej w przybliżeniu dwa razy tyle ton, ile megawatów mocy ma największy turbozespół. Przy maszynach na 50 MW stosuje się przeważnie suwnice 100-tonowe. Konstrukcje ścian hali maszyn stanowią zatem słupy toru jezdnego suwnicy o wielkim udźwigu. Wysokość tych słupów wynosi 15—20 m, wysokość hali ponad 20 m. Wysokość kotłowni jest znacznie większa, przeważnie około 30 m, niejednokrotnie zaś przekracza 40 m. Konstrukcja budynków kotłowni obciążona była także naprężeniami dynamicznymi od umieszczonych ponad kotłem wentylatorów, ostatnio zaś zaczyna się instalować nad kotłami suwnice dla umożliwienia szybkiego montażu kotła wielkimi blokami. Takie rozwiązanie nie tylko podwyższa budynek kotłowni o przestrzeń zajętą przez suwnicę, ale wymaga także wzmocnienia konstrukcji ścian, które muszą dźwigać tor suwnicy.

Związane z kotłownią dwie budowle dodatkowe — galeria zasobnikowa i pompownia — są również kosztownymi konstrukcjami. Galeria zasobnikowa to budowla, zawierająca

umieszczone wysoko zbiorniki węgla o pojemności po kilkaset ton paliwa. Pompownia, nazywana także ostatnio galerią odgazowywaczową lub pomieszczeniem pośrednim, zawiera umieszczone wysoko ponad pompami zbiorniki wody zasilającej o ciężarze przeważnie ponad 100 t. Biorąc pod uwagę duży udział budynków w koszcie elektrowni, należy przeanalizować zadanie tych budowli, czynniki wpływające na ich koszt oraz różne układy kompozycji wpływające na ich potaniecie.

2. Zadania budynków i czynniki wpływające na ich koszt.

Ochrona urządzeń i obsługi przed wpływami atmosferycznymi jest powszechnie znanym zadaniem budynków. Na ukształtowanie budowli z tego punktu widzenia główny wpływ mają warunki klimatyczne, które mogą pozwolić na częściowe, bądź nawet na całkowite wyeliminowanie niektórych budynków. Głównym jednakże wymaganiem od budynku jest możliwość umieszczenia w nim urządzeń podstawowych, bądź ustawionych nieruchomo, jak np. turbiny, bądź poruszających się, jak np. suwnica. Do składowych części budynków elektrownianych należą zatem np. fundamenty, konstrukcje zasobników, konstrukcje nośne filtrów, przenośników, toru jezdne suwnic, konstrukcje wsporcze rurociągów itp. Zadanie powyższe budynek musi spełniać niezależnie od warunków klimatycznych i tylko przez umiejętną kompozycję układu głównych urządzeń można podstawowe budowle zmniejszyć, uprościć i uczynić tańszymi. W tym celu należy sobie uprzytomnić, jakie czynniki zmniejszają koszt budowli.

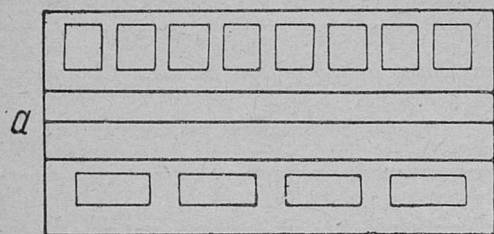
Budynek jest tym tańszy im mniejsza jest rozpiętość hal, im mniejsze są ciężary oparte na konstrukcji ścian czy stropów, im niżej zawieszone są te ciężary, im mniej jest naprężeń dynamicznych, im bardziej skupione są poszczególne budynki w jeden blok. Te względy należy mieć zatem na uwadze przy komponowaniu zespołu głównych urządzeń elektrowni, a równocześnie nie zapominać o warunkach łatwego montażu, łatwego dostępu przy remontach oraz wygodnej obsługi.

Na kompozycję budynku mają wpływ:

- zasadnicze parametry,
- schemat cieplny,
- konstrukcja urządzeń podstawowych,
- paliwo,
- klimat.

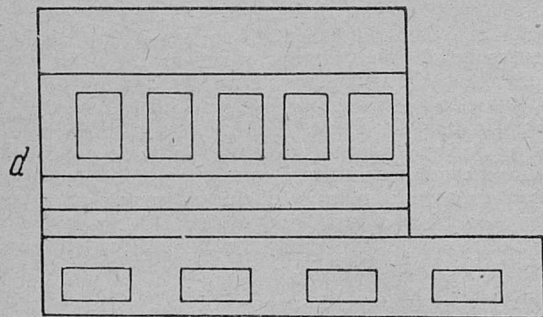
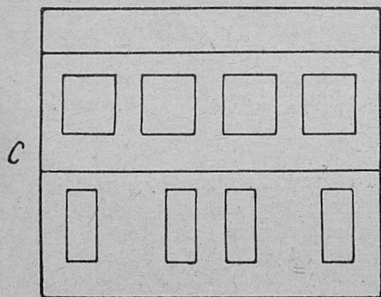
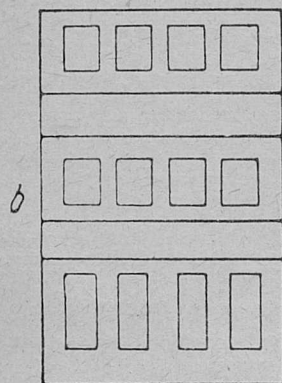
Zastosowanie różnych rodzajów paliwa stałego ma niewielki wpływ. Przejście natomiast z paliwa stałego na gazowe lub płynne powoduje zasadnicze zmiany w układzie elektrowni, gdyż odpada szereg ważnych i wielkich elementów składowych, jak nawęglanie, wysoko umieszczone zasobniki węgla oraz odpowielanie. Poza tym wyższe do-

puszczalne obciążenie komory paleniskowej i brak leja popiołowego powodują znaczne obniżenie kotłów. Jest więc rzeczą jasną, że elektrownie na paliwo płynne lub gazowe są tańsze od elektrowni na paliwo stałe. Oczywiście, nie-



Rys. 1. Plany elektrowni o mocy 200 MW w 4 zespołach po 50 MW (1:200)

- a) kotły po 125 t/h, kotłownia jednorzędowa
- b) kotły po 125 t/h, kotłownia dwurzędowa
- c) kotły po 210 t/h, układ monoblokowy bez połączenia między blokami
- d) kotły po 230 t/h, jeden kocioł rezerwowy



które cechy paliwa stałego mogą także mocno zaciążyć na ukształtowaniu elektrowni. Paliwo o dużej zawartości popiołu zmusza do starannego odpylania spalin, a zatem do zastosowania multycyklonów lub elektrofiltrów, posiadających potężne wymiary. Duża wilgotność węgla wymaga wstępnego suszenia go przed zmieleniem, a zatem dodaje nowy element do zespołu normalnych urządzeń. W sumie nie są to jednak zmiany tak decydujące, jak przy przejściu z paliwa stałego na płynne, a zwłaszcza gazowe.

Klimat w poważnej mierze wpływa na kompozycję budynku w związku z pierwszym jego zadaniem tzn. ochroną ludzi i urządzeń przed wpływami atmosferycznymi. Im klimat jest cieplejszy, a zwłaszcza bezmroźny, im mniej jest opadów, tym więcej elementów siłowni można umieścić na otwartym powietrzu bez żadnej osłony. W naszych warunkach klimatycznych dotychczas jedynie elektrofiltry i wentylatory ciągu umieszczane były na zewnątrz budynków. W sporadycznych wypadkach (jeden kocioł w Polsce) drugi ciąg kotła jest zbudowany w wykonaniu napowietrznego

(rys. 11). Natomiast w krajach o łagodnym suchym klimacie nie tylko całe kotły, ale i turbiny umieszczane są pod gołym niebem. Takie rozwiązanie zmniejsza wydatnie koszt budynków. Jeżeli zaś jest to równocześnie elektrownia opalana gazem lub ropą, to jej koszt jest niezmiernie niski i przy niezbyt dużej mocy wynosi np. w Ameryce zaledwie 60 \$/kW, a więc parokrotnie mniej niż przy normalnej elektrowni na paliwa stałe (rys. 9).

Schemat cieplny, ustalający parametry, zasadnicze elementy elektrowni oraz ich wzajemne powiązania, stanowi podstawę do dalszego opracowania szczegółowej kompozycji, która jednak w decydującej mierze zależna jest od wielkości i konstrukcji urządzeń podstawowych, przede wszystkim zaś kotłów i turbin.

3. Rozplanowanie budynku głównego.

Najważniejszym czynnikiem jest liczba kotłów i turbin, a zwłaszcza liczba kotłów, przypadających na jedną turbinę. Obecnie, kiedy istnieją kotły zdolne pokryć zapotrzebowanie pary dla turbiny o mocy 165 MW, przyjmuje się w większości przypadków układ monoblokowy kocioł-turbina. Znacznie rzadziej, i to przeważnie w wypadku kotłów rusztowych, stosuje się dwa kotły na turbinę. Układ trzech kotłów na turbinę jest w nowoczesnych elektrowniach taką rzadkością, że można go tu nie rozpatrywać.

W elektrowniach na bardzo wysokie parametry stosuje się często zespoły dwuwałowe. W ten sposób blok składa się z dwóch turbozespołów, czołowego i kondensacyjnego, oraz jednego lub dwóch kotłów. Typowa elektrownia niemiecka tzw. „Einheitskraftwerk“ miała bloki, złożone z 2 kotłów po 145 t/h i 2 turbozespołów — czołowego na 25 MW i kondensacyjnego na 50 MW. Kotły ustawione były jednorzędowo, a turbiny wzdłuż maszynowni w 2 rzędach. Jedną z ostatnio uruchomionych wielkich elektrowni (Philip Sporn) o parametrach 142 ata i 565°C i o wtórnym przegrzaniu do 538°C posiada bloki złożone z jednego kotła oraz 2 turbozespołów — czołowego na 42 MW i kondensacyjnego na 108 MW. W ten sposób na jeden kocioł przypadają 2 turbiny. Maszyny ustawione są w tej elektrowni prostopadle do osi hali.

Przy układzie dwóch kotłów na turbinę istnieją dwa możliwe rozwiązania kotłowni — jednorzędowe i dwurzędowe. Przy jednorzędowym układzie kotłowni najwłaściwszym rozwiązaniem jest maszynownia z zespołami ustawionymi osiowo. Ponieważ długość turbozespołu jest w przybliżeniu równa szerokości kotłowni potrzebnej do ustawienia dwóch kotłów, osiąga się wtedy równą długość maszynowni i kotłowni. Ten układ stosowany jest szeroko za granicą, jak też i w niektórych naszych nowszych elektrowniach (rys. 1a i 2). Jednakże w wielkiej siłowni o dużej liczbie jednostek ten układ powoduje nadmierną długość maszynowni i kotłowni, co może utrudniać nadzór w eksploatacji. Przy projektowaniu elektrowni Klip w Południowej Afryce wybrano układ z dwurzędową kotłownią, ponieważ 12 turbozespołów po 33 MW ustawionych wzdłuż osi maszynowni zbyt wydłużało siłownię, a większych jednostek nie można było stosować ze względu na trudności transportu po wąskich torach kolejowych, przyjętych w Afryce.

W przypadku kotłowni dwurzędowej dla zachowania jednakowej długości kotłowni i maszynowni poprzeczne ustawienie maszyn jest korzystniejsze (rys. 1b i 3). Oczywiście, jest ono możliwe przy umiarkowanej długości turbozespołu. Jeżeli jednak mamy do czynienia z tak długą maszyną, jak np. zespół Brown Boveri na 110 MW, to ustawienie poprzeczne jest niecelowe. Takie zespoły należy ustawiać wzdłuż osi maszynowni, a kotły jednorzędowo.

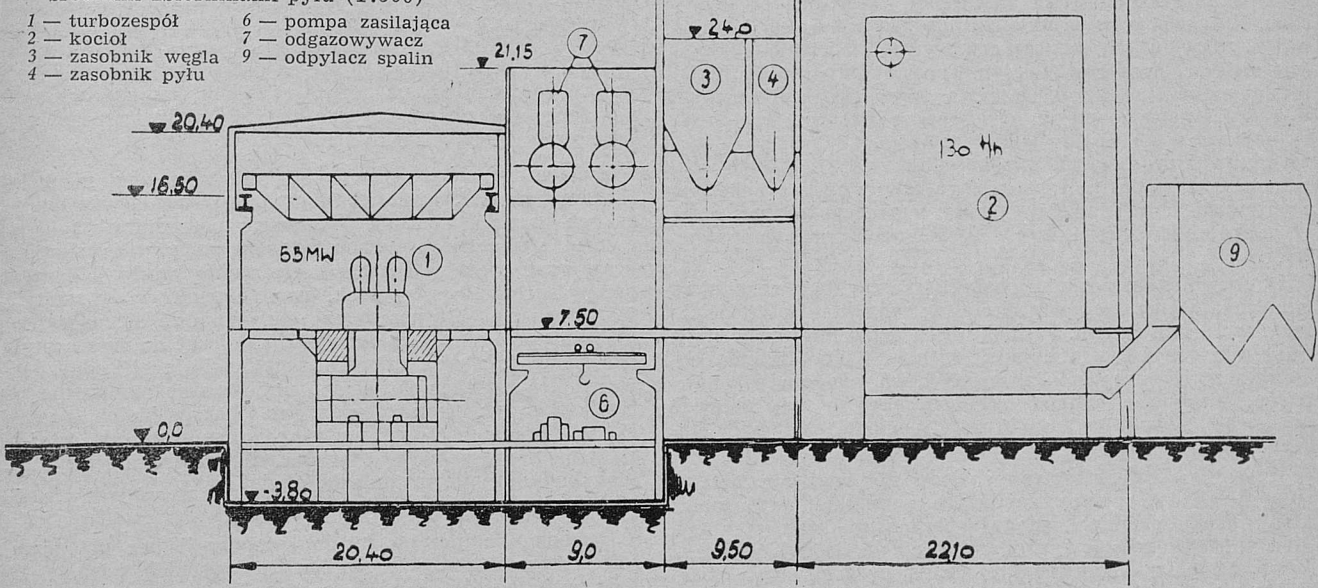
Sprawa komplikuje się przy układzie monoblokowym. Szerokość kotła jest mniej więcej równa długości maszynowni, przypadającej na jeden turbozespół przy poprzecznym ustawieniu maszyn. Toteż w przypadku monobloku najczęściej stosuje się obecnie we wszystkich krajach turbozespoły prostopadle do osi maszynowni (rys. 1c). Im większa jest maszyna, tym większa jest jej długość. Jednakże wysiłki konstruktorów, dążące do skrócenia turbozespołów, doprowadziły do świetnych wyników, czego dowodem jest dwuwłotowa maszyna na 100 MW długości zaledwie 18,9 m (rys. 7).

Nie wszyscy konstruktorzy są jednak zwolennikami takich zwartych konstrukcji. Firma Brown Boveri, jak

wspomniano, zbudowała zespół na 110 MW długości 31 m. W tym wypadku ustawienie zespołu prostopadle do osi maszynowni daje zbyt szeroką halę, a przy ustawieniu osiowym maszynownia jest znacznie dłuższa od kotłowni,

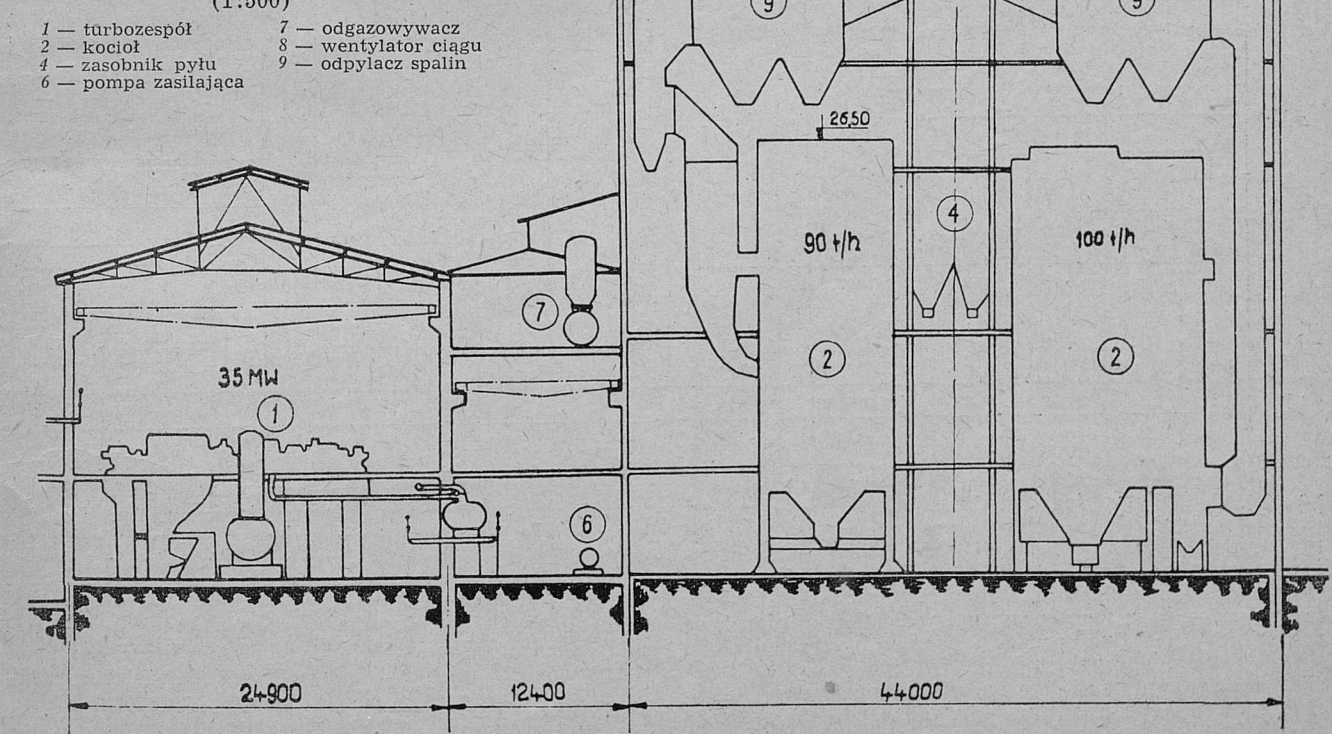
W niektórych wypadkach, przy bardzo krótkich jednokadłubowych maszynach oraz przy zachowaniu zasady kotła rezerwowego, stosuje się kompozycję z maszynami ustawionymi wzdłuż osi hali maszyn nawet przy układzie jednego kotła na turbozespół (rys. 1d).

Rys. 2. Układ płaski elektrowni z turbozespołami po po 55 MW i kotłami po 130 t/h; młyny kulowe z pośrednimi zbiornikami pyłu (1:500)



co wydłuża i podraża bardzo kosztowne przewody parowe na wysokie ciśnienia i temperatury, a także podraża sam budynek. Równa długość kotłowni i maszynowni jest pożądana ze względu na krótkie rurociągi, jednakowy dla każdego bloku układ rurociągów oraz niższe kosztu budynku, stanowiącego wtedy jeden zwarty blok.

Rys. 3. Układ wysoki; pył wytwarzany w młynowni centralnej; pompy zasilające i urządzenia regeneracyjne w pompowni (1:500)



4. Kompozycja maszynowni i pomieszczenia pośredniego.

Kownie duże znaczenie jak zasadnicze rozplanowanie ma układ wewnętrzny zespołu budynków. Punktem wyjścia jest maszynownia, do której przylegają kotłownia z uzupełniającymi budowlami oraz niekiedy rozdzielnia i pomieszczenia pomocnicze.

Maszynownia, mieszcząca turbozespoły ze skraplaczami, regeneracyjne podgrzewacze wody, pompy skroplinowe, pompy wody chłodzącej, a ostatnio także i pompy zasilające, jest budynkiem o najbardziej ustalonej kompozycji. Jest to hala o szerokości wahającej się w dużych granicach. Przy szeregowym układzie maszyn szerokość jej może nawet przy dużych jednostkach wynosić zaledwie kilkanaście metrów. Przy równoległym (prostokątnym do osi hali) układzie maszyn szerokość bywa rzędu 30 m. Natomiast wysokość maszynowni w normalnej elektrowni kondensacyjnej waha się w niewielkich granicach. Poziom obsługi maszyn znajduje się na wysokości przeważnie 7—8 m nad poziomem skraplarni. Wysokość całkowita jest wyznaczona położeniem haka suwnicy ponad poziomem obsługi oraz wymiarami suwnicy i wynosi około dwudziestu kilku metrów.

W rozwiązaniu poziomu obsługi istnieją dwie zasadnicze odmiany. Dawniej powszechnie wykonywano poziom obsługi w formie stropu. W niektórych tylko miejscach strop miał luki celem oświetlenia skraplarni i umożliwienia obsługi suwnic urządzeń, położonych na niższym poziomie. Strop, oczywiście, musiał być obliczony na dość znaczne obciążenie zdemontowanymi przy remoncie częściami maszyn.

Wzrost wielkości stosowanych jednostek oraz parametrów spowodował, że pompy zasilające o wielkiej wydajności i na wysokie ciśnienie osiągają obecnie okazałe wymiary. Moc silników napędowych doszła już do 3500 kW. Rzecz jasna, że tak wielkich maszyn nie da się w praktyce ustawić na stropie w poziomie obsługi pompowni, jak pokazano

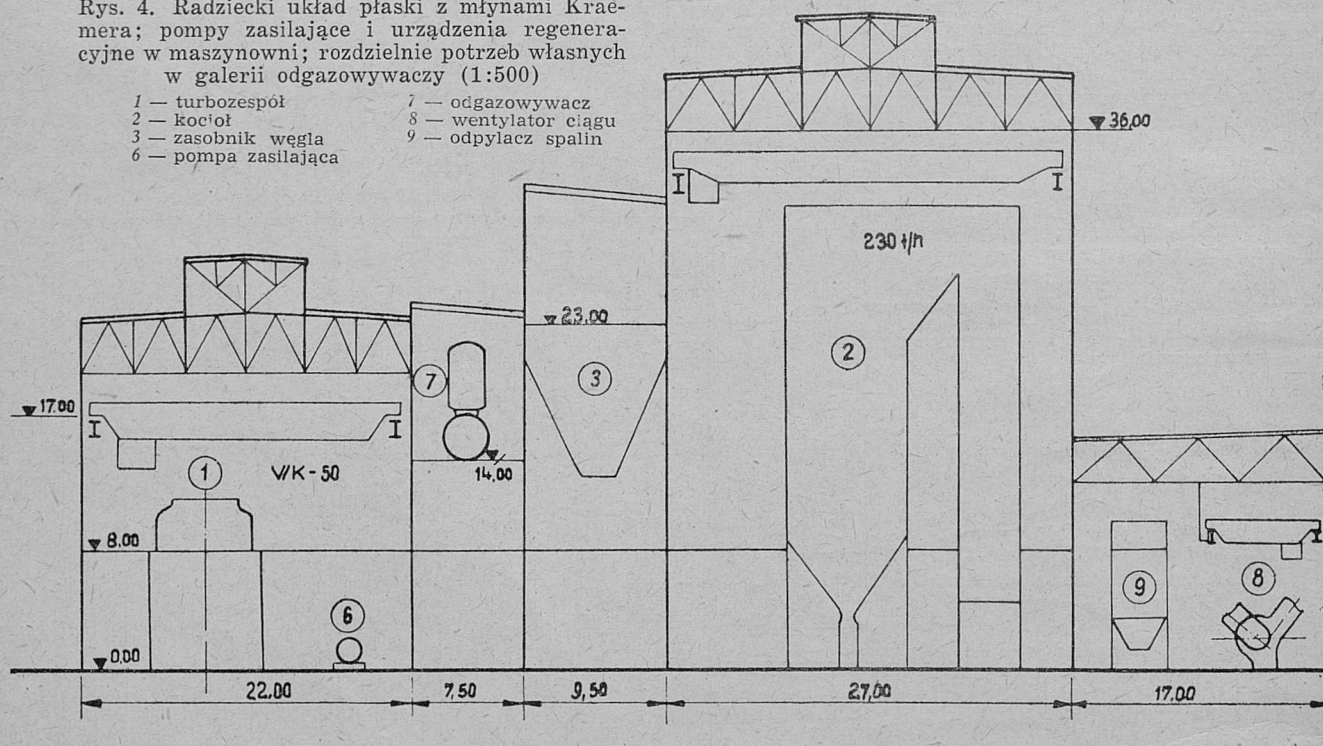
wyspowego systemu, gdzie maszyny otoczone są jedynie niewielkimi podestami, które łączą się mostkami. Właściwej podłogi w poziomie obsługi nie ma, a podłoga montażowa jest w poziomie skraplarni. Daje to niższy koszt robót budowlanych, dobre oświetlenie skraplarni i dobry dostęp suwnicy do wszystkich urządzeń. Tego rodzaju rozwiązanie jest obecnie przeważnie stosowane w elektrowniach radzieckich. Jak widać na schematycznym planie elektrowni, przedstawionym na rys. 1c, turbozespoły nie są rozmieszczone w maszynowni w równych odstępach, lecz są rozsunięte parami, a w wolnej przestrzeni między nimi umieszczone są urządzenia regeneracyjne oraz pompy zasilające. Podobnie w maszynowni, której przekrój widać na rys. 4 i 5, turbozespoły nie są ustawione pośrodku hali, lecz są przesunięte na zewnątrz, pomiędzy zaś maszyną a galerią odgazowywaczy znajdują się podgrzewacze regeneracyjne i pompy zasilające.

Elementem, związanym raczej z maszynownią niż z kotłownią, jest pompownia, zwana także ostatnio w wielu językach bardziej słusznie budynkiem pośrednim względnie galerią odgazowywaczy. Początkowo pompownia skupiała pompy zasilające, a czasem także pompy wody chłodzącej, pompy skroplinowe, wyparki oraz zbiorniki wody zasilającej. Z czasem, gdy pompy zaczęto przenosić do maszynowni, rola „pompowni” zaczęła się ograniczać do rusztowania, dźwigającego ciężkie zbiorniki wody zasilającej i odgazowywacze. Na niższych poziomach umieszczano rozdzielnie potrzeb własnych i kolektory parowe. Obecnie budowla ta zaczyna zanikać i szereg poważnych zbudowanych ostatnio elektrowni nie posiada jej wcale. W takich rozwiązaniach blok budynku głównego składa się z dwóch zespołów — maszynowni i kotłowni (rys. 7 i 8).

Powodem, skłaniającym do kompozycji bez pompowni, jest rozpowszechnianie się bardzo wysokich parametrów oraz wtórnego przegrzania pary. Wtedy mamy bowiem do czynienia nie z jednym rurociągiem parowym kocioł-

Rys. 4. Radziecki układ płaski z młynami Kraemera; pompy zasilające i urządzenia regeneracyjne w maszynowni; rozdzielnie potrzeb własnych w galerii odgazowywaczy (1:500)

- | | |
|----------------------|----------------------|
| 1 — turbozespół | 7 — odgazowywacz |
| 2 — kocioł | 8 — wentylator ciągu |
| 3 — zasobnik węgla | 9 — odpylacz spalin |
| 6 — pompa zasilająca | |



na rys. 6. Budowa fundamentu wysokości 7—8 m jest kosztowna i niecelowa, gdyż pompa nie wymaga wolnej przestrzeni od spodu; wreszcie obsługa tak poważnych ciężarów wymaga suwnicy o wielkim udźwigu. To też w nowoczesnych wielkich elektrowniach pompy zasilające umieszcza się z reguły w maszynowni na poziomie skraplarni, co daje niskie tanie fundamenty i pozwala na obsługiwanie ich za pomocą głównej suwnicy. Podłoga w poziomie obsługi maszynowni musiała mieć zatem coraz więcej otworów, co w dalszym rozwoju doprowadziło do tak zwanego

turbina, lecz z trzema rurociągami łączącymi kocioł z turbinami wysokoprężną i niskoprężną, przy czym rurociągi w obwodzie wtórnego przegrzania są wprawdzie na czterokrotnie niższe ciśnienie, co zmniejsza nieco grubość ścianek, ale poważnie zwiększa średnicę. Jest więc rzeczą zrozumiałą, że dla zmniejszenia zarówno nakładów inwestycyjnych na rurociągi, jak i dla obniżenia strat ciepłych w rurociągach, projektanci dążą do jak największego zbliżenia kotła do turbiny choćby kosztem usunięcia galerii odgazowywaczy z kompozycji budynku głównego.

W dawnych elektrowniach kotłownia, maszynownia, pompownia stanowiły odrębne i do pewnego stopnia autonomiczne działy. Kotły, powiązane kolektorami wody zasilającej i parowymi, stanowiły pewną zamkniętą całość. Były one napoły samodzielnym działem produkcyjnym dostarczającym pary turbinowni. Obecnie kierunek powiązań

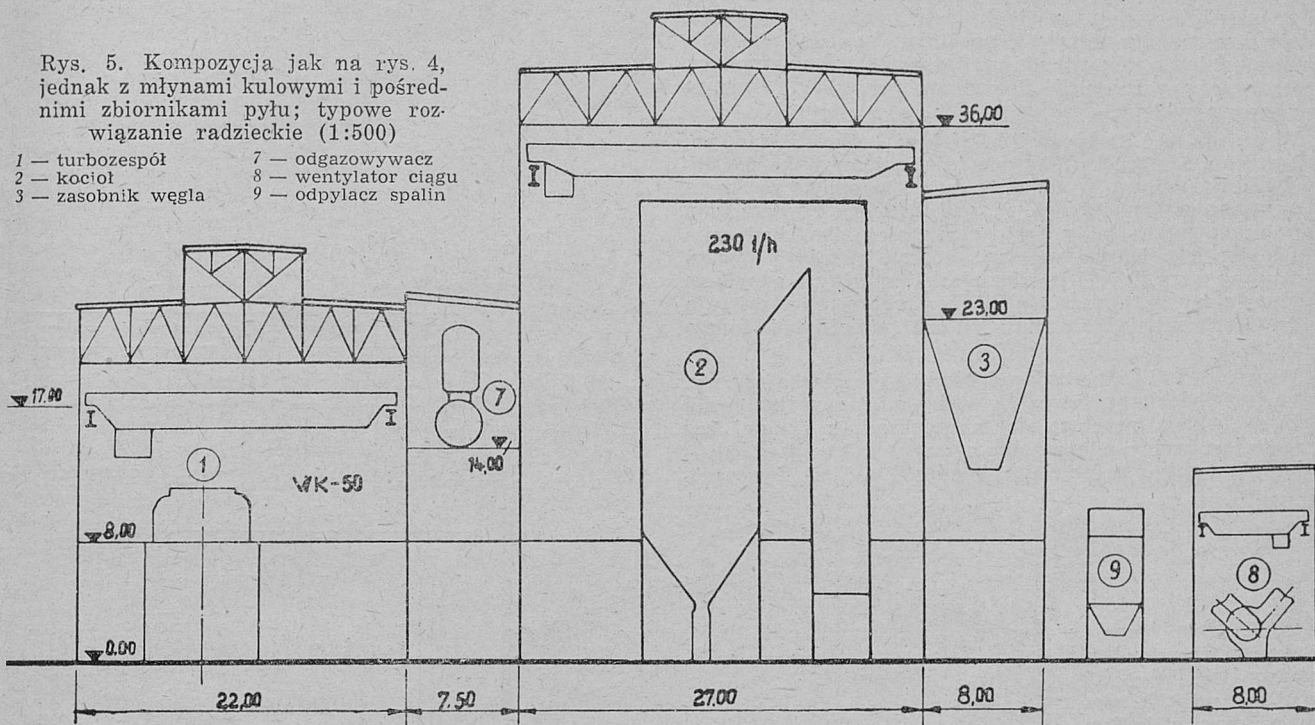
ku kocioł-turbina w jednej hali na razie nie nadawały się do realizacji.

5. Kompozycja zespołu budynków kotłowni.

Maszynownia ma na ogół jednolity charakter, jeżeli, oczywiście, nie brać pod uwagę różnorodnej konstrukcji

Rys. 5. Kompozycja jak na rys. 4, jednak z młynami kulowymi i pośrednimi zbiornikami pyłu; typowe rozwiązanie radzieckie (1:500)

- | | |
|--------------------|----------------------|
| 1 — turbozespół | 7 — odgazowywacz |
| 2 — kocioł | 8 — wentylator ciągu |
| 3 — zasobnik węgla | 9 — odpylacz spalin |



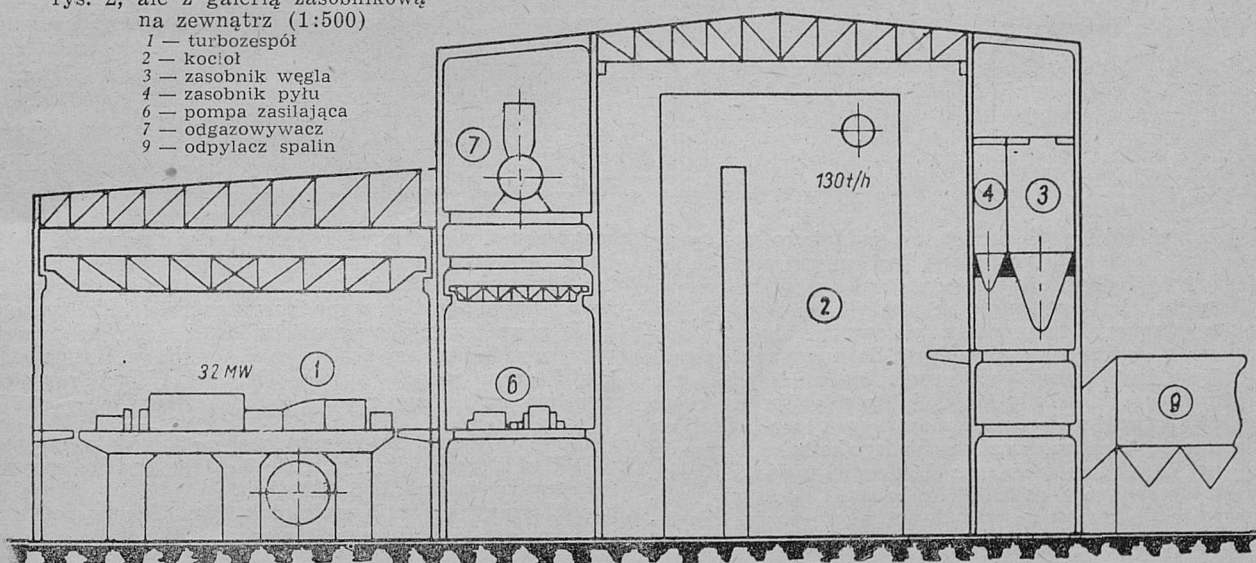
i podziałów zmienił się o 90°. W nowoczesnych elektrowniach złożonych z bloków kocioł-turbina nie ma połączeń pomiędzy kotłami czy pomiędzy turbinami. Natomiast bloki kocioł-turbina zostały jak najściślej powiązane rurociągami pary świeżej, rurociągami wtórnego przegrzania, ka-

budowlanej — żelbetowej czy stalowej, różnego rozwiązania architektonicznego, oświetlenia itp. Natomiast kompozycja budynku kotłowni z przylegającymi budynkami dodatkowymi przedstawia obecnie wielką różnorodność rozwiązań. Normalna przeciętna kotłownia posiada zawsze dwa podstawowe elementy składowe — konstrukcję zasobników węgla oraz pomieszczenie właściwego kotła.

Budowla, zawierająca zasobniki, zwana także często galerią zasobnikową, jest niewąpniwie najkosztowniejszą

Rys. 6. Układ podobny jak na rys. 2, ale z galerią zasobnikową na zewnątrz (1:500)

- | |
|----------------------|
| 1 — turbozespół |
| 2 — kocioł |
| 3 — zasobnik węgla |
| 4 — zasobnik pyłu |
| 6 — pompa zasilająca |
| 7 — odgazowywacz |
| 9 — odpylacz spalin |



blami potrzeb własnych, sterowaniem, automatyką i pomiarami. Zanika więc sens oddzielnych hal, ścian pomiędzy kotłownią a maszynownią nie ma. Nie ma też wyraźnego celu skupienia pomp w jednej hali, ponieważ są one przyłączone do bloku i umieszczone przeważnie w maszynowni. Ten moment wpłynął też niewątpliwie na zanikanie pompowni i ograniczenie budynku elektrowni do dwóch części niezbędnych a różnych ze względu na charakter i wysokość — kotłowni i maszynowni. Pomysły umieszczenia blo-

częścią zespołu budynków kotłowni. W konstrukcji betonowej pochłania ona około 15% betonu całej elektrowni. Zależnie od rodzaju paleniska i sposobu przygotowania węgla jej wysokość jest różna. Jeżeli jednak wziąć pod uwagę, że poziom obsługi, jednakowy przeważnie w całej elektrowni, położony jest na wysokości 7—8 m nad terenem, to przy zachowaniu odpowiedniej wysokości zszpów, wag, przydzielaczy itp. wylot z zasobników wypada kilkanaście metrów nad terenem. Pojemność zasobników musi

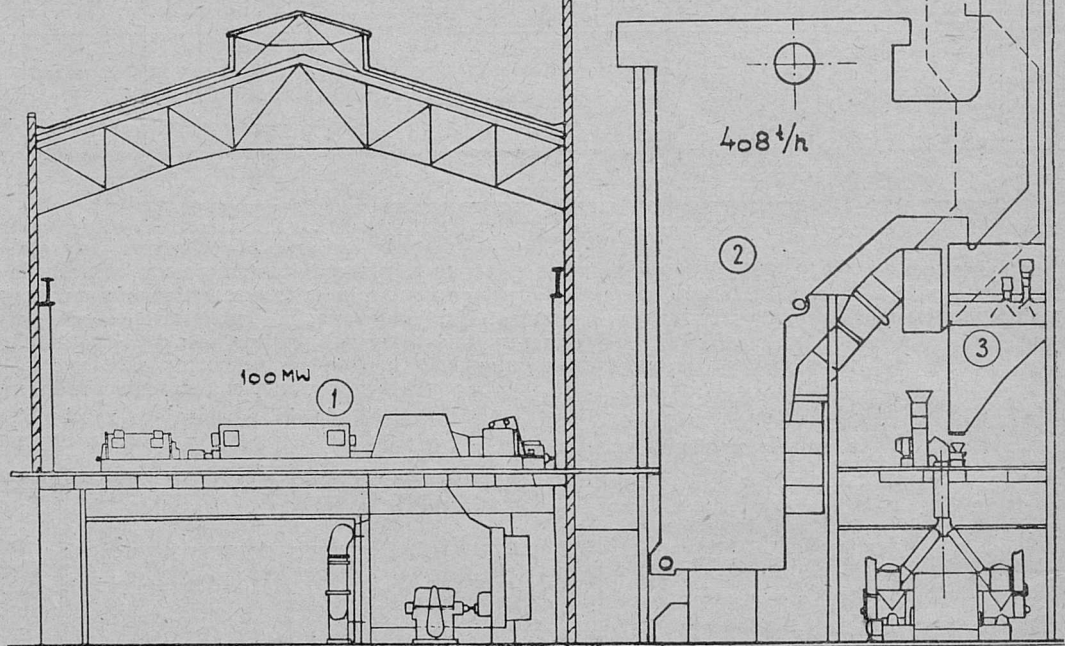
wystarczać na wielogodzinny zapas paliwa, co przy stosowanych obecnie wielkościach kotłów daje kilkaset ton paliwa. Konstrukcja, utrzymująca ciężar kilkaset ton na wysokości kilkudziesięciu metrów, musi być ciężka i kosztowna. Ponieważ przyjęto powszechnie zasadę, że z zasobników paliwo spada bez użycia przenośników, jedynie za pośrednictwem urządzeń dozujących wag do kotłów czy młynów, wysokość wylotu zasobnika jest zależna od tego, ile miejsca wymagają młyny, separatory itp. Nad zasobnikami musi być pomieszczenie na przenośniki, a w wypadku zastosowania pośrednich zbiorników pyłu — dodatkowe miejsce na cyklony.

W zasadniczej kompozycji właściwej kotłowni (tzn. pomieszczenia samych kotłów) odróżnić możemy kilka podstawowych wariantów. W układzie wysokim odpylacze spalin i wentylatory umieszczone są nad kotłem. Powierzchnia zajmowana przez kotły jest wtedy niewielka, kotłownia natomiast jest bardzo wysoka, a konstrukcja budynku kosztowna (rys. 3 i 7). Układ płaski, w którym odpylacze i wentylatory są umieszczone w poziomie terenu, zajmują dużą powierzchnię, ale budynki są mniejsze i tańsze (rys. 2, 4, 5 i 6).

Przy kotłowni jednorzędowej kompozycja płaska czy wysoka jest jednakowo łatwa do wykonania, gdyż kotłownia jednym bokiem przylega do maszynowni, z drugiej zaś strony jest wolne miejsce dla ustawienia urządzeń odpylających, wentylatorów ciągu, komina itp. Przy dwurzędowej

Rys. 7. Układ monoblokowy z zespołem o mocy 100 MW + 7,5 MW dla potrzeb własnych oraz z kotłem na 408 t/h (Essex)

- 1 — turbozespół
- 2 — kocioł
- 3 — zasobnik węgla
- 8 — wentylator ciągu
- 9 — odpylacz spalin



wej kotłowni taka swoboda istnieje jedynie w tym wypadku, gdy kotłownia ustawiona jest prostopadle do osi maszynowni. Jednakże takie rozwiązanie w nowoczesnych elektrowniach jest rzadkością ze względu na większą długość rurociągów. Mamy zatem przeważnie do czynienia z kotłownią dwurzędową równoległą do maszynowni, wtedy zaś na poziomie terenu praktycznie nie ma miejsca dla ustawienia urządzeń odpylających, wentylatorów ciągu i komina dla przylegającego do maszynowni szeregu kotłów. Umieszczenie tych urządzeń pomiędzy kotłami i maszynami wydłużyłoby znacznie rurociągi, zwiększając ich koszt oraz straty ciepłe, i podrażałoby budynki. Jedynym wyjściem staje się kosztowna w budowie, ale tańsza w eksploatacji kompozycja wysoka.

Pod względem ustawienia w stosunku do maszynowni kotłownia jednorzędowa może być zorientowana „przodem“ lub „tyłem“, tzn. że galeria zasobników, stanowiąca część kotłowni, może być umieszczona od strony wewnętrznej lub zewnętrznej. Każde z tych rozwiązań ma pewne wady i zalety i jest stosowane zależnie od szeregu okoliczności, przede wszystkim zaś zależnie od konstrukcji kotła, a mianowicie od tego, jakie jest palenisko — rusztowe czy pyłowe, jaki jest kocioł — jedno czy dwuciągowy, jak wychodzą spaliny — u dołu czy u góry kotła.

Kotły jednościągowe czy też dwuciągowe z wylotem spalin u góry kotła skłaniają do budowy wysokiej (rys. 7 i 8), która jest bardzo popularna w Ameryce prawdopodobnie w związku z wysokimi (z powodów spekulacyjnych) cenami terenu. Na ogół jednak bardziej rozpowszechniona jest kompozycja płaska. Kompozycja wysoka narzuca lekki komin żelbetowy czy blaszany umieszczony na budynku i w tym wypadku ustawienie kotła przodem czy tyłem do

maszynowni nie stanowi różnicy i nie sprawia kłopotów. Przy kompozycji płaskiej komin bywa z reguły murowany lub żelbetowy i stoi bezpośrednio na terenie na własnym fundamencie. W tym wypadku ustawienie kotła tyłem do maszynowni nastręcza pewne trudności wobec konieczności przeprowadzenia przewodów spalinowych o dużym przekroju przez galerię zasobników, która jest zazwyczaj szczelnie zapełniona urządzeniami młynowymi.

Istnieją jeszcze różne rozwiązania pośrednie, np. taki układ, w którym odpylacz, filtr elektrostatyczny pionowy, umieszczony jest na dole za kotłem. Wentylator ciągu i komin blaszany znajdują się nad kotłem. Kompozycja taka wymaga mniej miejsca niż płaska, budynek jednak jest droższy.

Ostatnio konstruktorzy radzieccy w typowej kompozycji budynku głównego przyjęli rozwiązanie jeszcze inne, a mianowicie przy galerii zasobnikowej umieszczonej na zewnątrz kocioł jest zwrócony „przodem“ tzn. komorą paleniskową do maszynowni. Paliwo pyłowe doprowadzone jest nieco dłuższymi przewodami z zasobników pyłu do palników bocznych. Tego rodzaju rozwiązanie jest jednak możliwe przy młynach kulowych z pośrednimi zbiornikami pyłu, bądź przy młynach indywidualnych podających pył bezpo-

średnio do paleniska. Nie da się tego zastosować przy palenisku młynowym Kraemera.

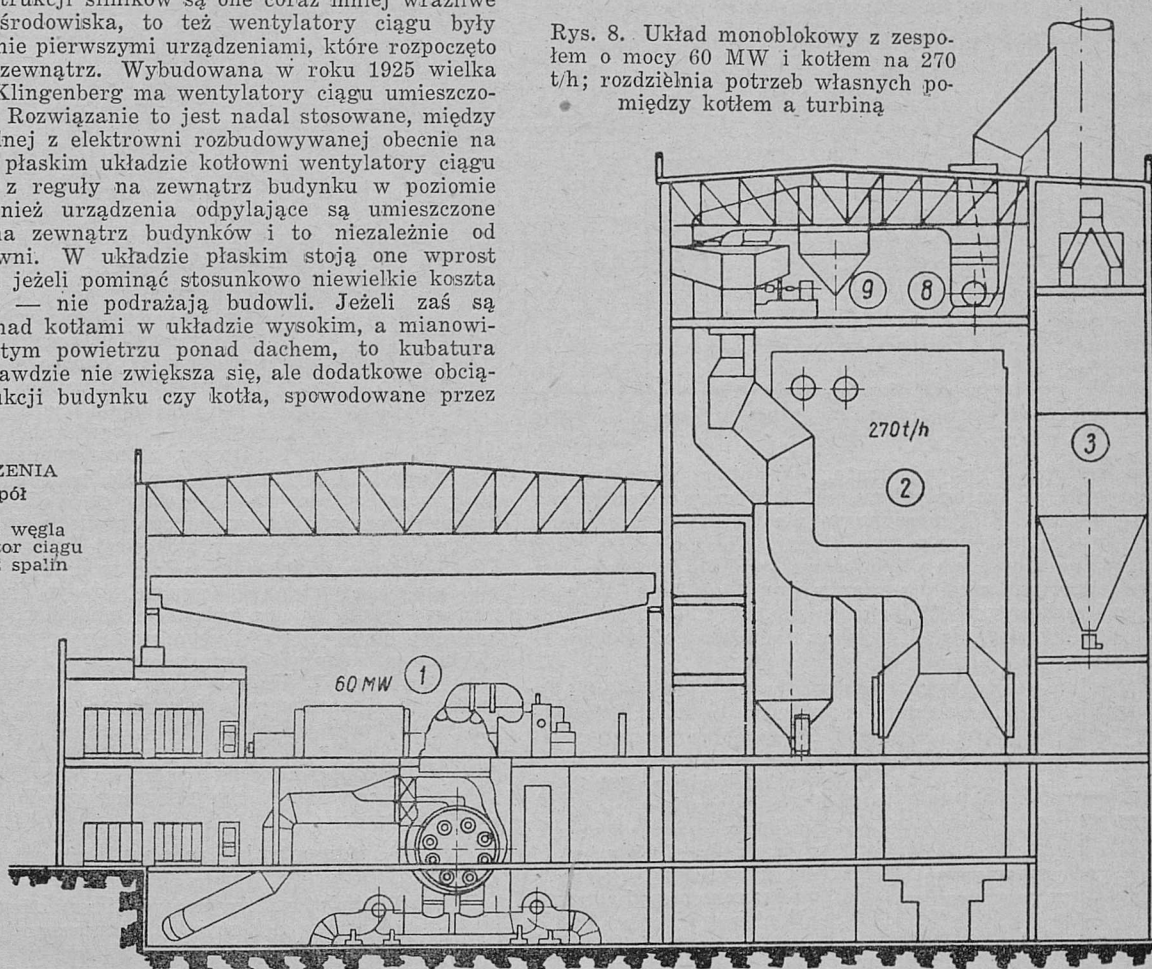
6. Instalacje napowietrzne.

Jak już wspomniano, od dawna czynione są starania, aby dla obniżenia kosztów budynek obejmował tylko te urządzenia, które ze względu na swój charakter, warunki klimatyczne i obsługę muszą być pod dachem. W miarę postępu w konstrukcji silników są one coraz mniej wrażliwe na wpływy środowiska, to też wentylatory ciągu były prawdopodobnie pierwszymi urządzeniami, które rozpoczęto ustawiać na zewnątrz. Wybudowana w roku 1925 wielka elektrownia Klingenberg ma wentylatory ciągu umieszczone na dachu. Rozwiązanie to jest nadal stosowane, między innymi w jednej z elektrowni rozbudowywanej obecnie na Śląsku. Przy płaskim układzie kotłowni wentylatory ciągu znajdują się z reguły na zewnątrz budynku w poziomie terenu. Również urządzenia odpylające są umieszczone przeważnie na zewnątrz budynków i to niezależnie od układu kotłowni. W układzie płaskim stoją one wprost na ziemi — i jeżeli pominąć stosunkowo niewielkie koszty fundamentów — nie podrażają budowl. Jeżeli zaś są umieszczone nad kotłami w układzie wysokim, a mianowicie na otwartym powietrzu ponad dachem, to kubatura kotłowni wprawdzie nie zwiększa się, ale dodatkowe obciążenie konstrukcji budynku czy kotła, spowodowane przez

ślaskich elektrowni (rys. 11). W ciągu 10 lat pracy obudowany w ten sposób kocioł o wydajności 100 t/h nie wykażał z tego powodu żadnych trudności ruchowych. Należy ten sposób budowy kotłowni szczególnie starannie przeanalizować, gdyż pozwoliłoby to na poczynienie poważnych oszczędności przy budowie elektrowni w Polsce.

Doświadczenie zdobyte w pracy pierwszych półnapowietrznych urządzeń umożliwiło dalsze kroki. Obudowanie

Rys. 8. Układ monoblokowy z zespołem o mocy 60 MW i kotłem na 270 t/h; rozdzielnia potrzeb własnych pomiędzy kotłem a turbiną



OZNACZENIA

- 1 — turbozespół
- 2 — kocioł
- 3 — zasobnik węgla
- 8 — wentylator ciągu
- 9 — odpylacz spalin

te urządzenia, zwiększa koszty budowy.

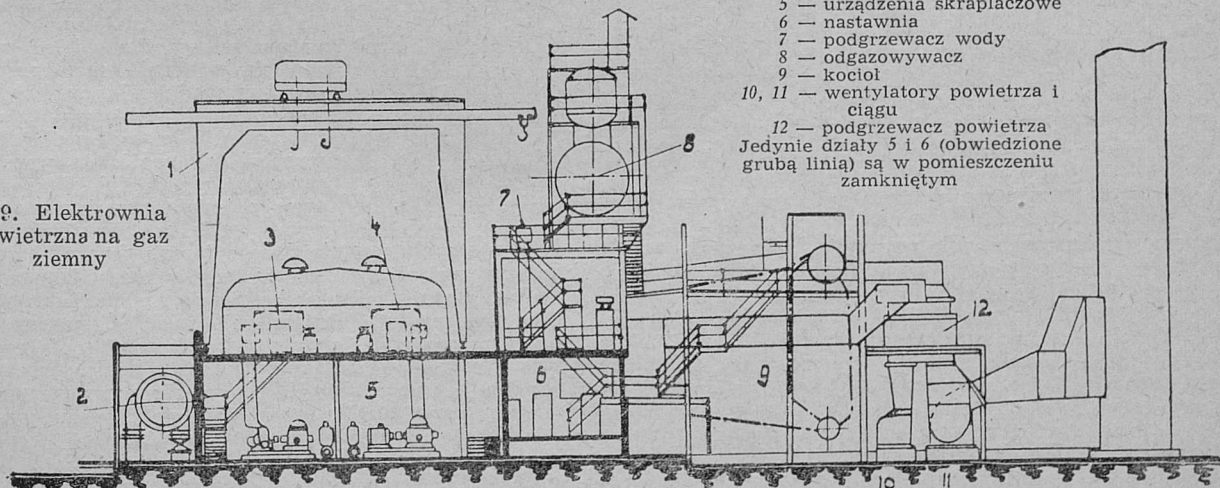
W niektórych krajach dość łagodny klimat zachęcił projektantów do prób zmniejszenia kubatury kotłowni, jako budynku największego, a chroniącego dość mało wrażliwe urządzenia. Pierwszym etapem było ograniczenie obudowy do pierwszego ciągu, tj. komory paleniskowej wraz z podstawami obsługi, i pozostawienie drugiego ciągu na zewnątrz

kotłów zaczęto ograniczać jedynie do stanowiska palacza oraz do górnej części komory paleniskowej, gdzie znajdują się wodowskazy, zawory bezpieczeństwa i inny osprzęt.

OZNACZENIA

- 1 — dźwig bramowy
 - 2 — skraplacz
 - 3, 4 — turbiny
 - 5 — urządzenia skraplaczowe
 - 6 — nastawnia
 - 7 — podgrzewacz wody
 - 8 — odgazowywacz
 - 9 — kocioł
 - 10, 11 — wentylatory powietrza i ciągu
 - 12 — podgrzewacz powietrza
- Jedynie działy 5 i 6 (obwiedzione grubą linią) są w pomieszczeniu zamkniętym

Rys. 9. Elektrownia napowietrzna na gaz ziemny



budynku. Taki sposób budowy zaprojektowany u nas przed wojną został zrealizowany w czasie okupacji w jednej ze

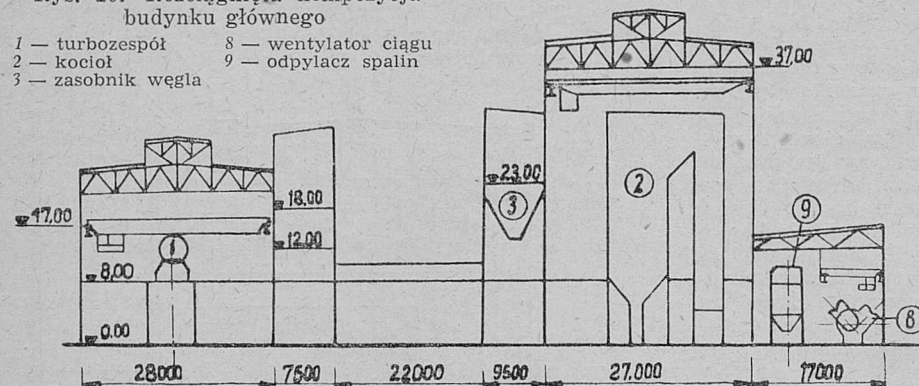
Tego rodzaju budowa nadaje się nawet dla okolic o dość ostrym klimacie, gdzie zimą zdarzają się mrozy. Wszelkie

rurociągi są starannie izolowane i zabezpieczone przed zamrożeniem, w razie zaś konieczności zatrzymania kotła w czasie mrozów dobrze obmyślane odwodnienie pozwala opróżnić rurociągi. Pod zaworami zaś i innym osprzętem umieszcza się wewnątrz izolacji grzejniki elektryczne, które — po włączeniu ich w momencie zatrzymania kotła — utrzymują temperaturę osprzętu powyżej zera. Niektóre wrażliwsze rurociągi są w ten sam sposób chronione.

W klimacie ciepłym i suchym elektrownie buduje się

Rys. 10. Rozciągnięta kompozycja budynku głównego

- | | |
|--------------------|----------------------|
| 1 — turbozespół | 8 — wentylator ciągu |
| 2 — kocioł | 9 — odpylacz spalin |
| 3 — zasobnik węgla | |

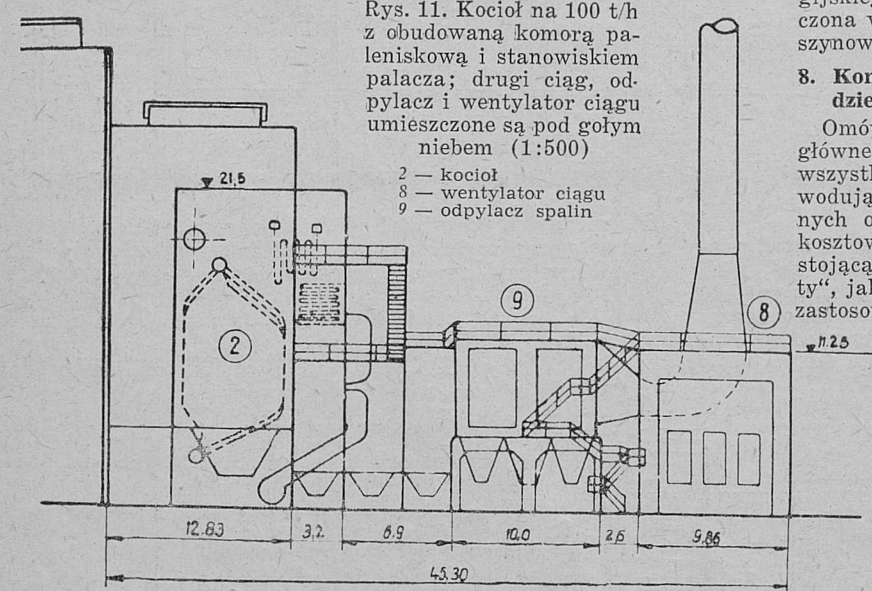


jako kompletnie napowietrzne. W takim wypadku nie tylko kotły są bez budynków, ale i turbozespoły stoją pod gołym niebem. Hali maszynowej nie ma, a dla uniknięcia budowy toru podsuwnicowego stosuje się zamiast suwnicy żurawie portalowe lub półportalowe (rys. 9). Jednak nawet przy zupełnym wyeliminowaniu budynków nie znikają całkowicie koszty robót budowlanych, gdyż pozostają fundamenty, konstrukcje nośne zbiorników wody i odgazowacz.

Dążenie do zmniejszenia kosztów budowy przez skupienie różnych budynków elektrowni w jeden blok znalazło ciekawe rozwiązanie w elektrowni Philip Sporn. Wszelkie do-

Rys. 11. Kocioł na 100 t/h z obudowaną komorą paleniskową i stanowiskiem palacza; drugi ciąg, odpylacz i wentylator ciągu umieszczone są pod gołym niebem (1:500)

- | |
|----------------------|
| 2 — kocioł |
| 8 — wentylator ciągu |
| 9 — odpylacz spalin |



datkowe pomieszczenia, jak warsztaty, magazyny, garaże itp., które zazwyczaj stanowią oddzielnie stojące budynki rozrzucone po całym terenie elektrowni, zostały tutaj skupione w jednym bloku z budynkiem głównym elektrowni (por. Przegl. Elektr., 1951, zes. 7/8, str. 310). W takim układzie niektóre pomieszczenia znalazły się wewnątrz bloku daleko od ścian zewnętrznych, bez oświetlenia dziennego i bezpośredniej wentylacji. Te względy przestają jednak obecnie grać rolę w projektowaniu, gdyż dobre sztuczne oświetlenie np. fluorescencyjne w niczym nie ustępuje oświetleniu naturalnemu. Zastosowanie zaś wentylacji, a nawet klimatyzacji w elektrowni stwarza lepsze warunki, niż dotychczasowe niepewne przewietrzanie przez otwieranie okien.

7. Rozdzielnia główna i nastawnie.

Urządzenia elektryczne mają niewielki wpływ na ukształtowanie budynku. Jeżeli elektrownia oddaje moc przy napięciu generatorowym lub też rzędu 30 kV, wtedy do maszynowni od strony przeciwległej kotłowni przylega rozdzielnia. Jednakże przy stosowanych obecnie mocach generatorów są przeważnie sprzężone bezpośrednio z transformatorami blokowymi, przyłączonymi do napowietrznej rozdzielni wysokiego napięcia. Rozdzielnie potrzeb własnych umieszcza się najczęściej w środku budynku głównego przewidując „galerię odgazowywaczy”, zwaną inaczej pomieszczeniem pośrednim, znajdują się tam rozdzielnie potrzeb własnych. Czasami umieszcza się je w zewnętrznej przybudówce kotłowni, jednakże, jak już wspomniano, nie wpływają one zasadniczo na kompozycję zespołu budynków.

Nastawnia jest w porównaniu z innymi wyżej omówionymi budynkami niewielkim pomieszczeniem, stanowi jednak bardzo ważny element siłowni. W dawniejszych rozwiązaniach przylegała ona z reguły do maszynowni i zawierała tablice generatorów, transformatorów i linii wyjściowych. Obecnie zaznacza się podział nastawni na dwa rodzaje. Jeden to nastawnia centralizująca pomiary i sterowanie rozdzielni wysokiego napięcia, do której przyłączone są transformatory blokowe i linie wyjściowe. Takie nastawnie projektanci radzieccy ustawiają bezpośrednio przy napowietrznej rozdzielni wysokiego napięcia; z maszynownią są one połączone mostkiem. Drugi rodzaj nastawni stanowią coraz popularniejsze ostatnio nastawnie ciepłe centralizujące pomiary i sterowanie dla całego bloku kocioł-turbozespół. Umieszcza się je przeważnie pomiędzy kotłownią a maszynownią tak, aby obsługa nastawni mogła się łatwo bezpośrednio skomunikować z obsługą kotłów i turbin. W uruchomionej ostatnio elektrowni belgijskiej Monceau nastawnia taka została umieszczona w dość nieoczekiwany sposób na dachu maszynowni.

8. Kompozycja „rozciągnięta” oraz typowa radziecka.

Omówione rozwiązania kompozycyjne budynku głównego elektrowni nie wyczerpują, oczywiście, wszystkich możliwości. Szczególne warunki powodują powstanie kompozycji zasadniczo odmiennych od opisanych. Ciekawym, ale niewątpliwie kosztownym rozwiązaniem jest układ z oddzielną stojącą maszynownią (rys. 10). Ten „rozciągnięty”, jak go autorzy radzieccy nazywają, układ był zastosowany w szeregu dużych elektrowni radzieckich oraz w jednej wielkiej elektrowni przemysłowej zbudowanej u nas w czasie wojny na ziemiach zachodnich. Ta kompozycja daje zarówno dobre naturalne oświetlenie jak i łatwy dostęp do kotłowni i maszynowni. Ten drugi względ grał poważną rolę we wspomnianej elektrowni przemysłowej, gdyż z maszynowni i kotłowni wychodziły tam wielkie rurociągi, odprowadzające do fabryki parę wylotową z turbin przeciwprężnych. Poważną wadą takiego układu jest za-

jęcie przez elektrownię dużego terenu oraz większe koszty budowy wolno stojących budynków i mostków dla prowadzenia rurociągów od kotłów do turbin. Kompozycja ta poza tym wydłuża niepominiernie rurociągi parowe, a więc podraża je bardzo i zwiększa straty w nich, nie nadaje się zatem przy nowoczesnych bardzo wysokich parametrach pary, a jest nawet nie do pomyślenia przy wtórnym przegrzaniu pary. Ogólne rozplanowanie zakładu przemysłowego może jednak czasem narzucić taką kompozycję, a mianowicie wtedy, kiedy układ dróg kołowych i kolejowych dzieli teren zakładu przemysłowego na tak małe pola, że duża elektrownia nie może się na nich pomieścić. Wtedy przy umiarkowanych parametrach może być korzystne wybranie takiej właśnie „rozciągniętej” kompozy-

cji", aby móc przepuścić drogi pomiędzy kotłownią i maszynownią.

Przy płaskim układzie elektrowni, a kotłowni jednorzędowej ciekawe rozwiązanie podane jest na rys. 6. Przedstawia on projektowaną, ale nie ukończoną w czasie wojny elektrownię na terenie Zagłębia Węglowego. Kotły są tu umieszczone pomiędzy wysoką galerią zasobnikową i równie wysoką halą pomp i odgazowywaczy. Można powiedzieć, że w tym rozwiązaniu właściwego budynku kotłowni nie ma, a kotły są umieszczone na wolnej przestrzeni pomiędzy wyżej wspomnianymi budowlami, przykrytej opartym na nich lekkim dachem. Jeżeli w kompozycji elektrowni nie da się uniknąć pompowni czy też galerii odgazowywaczy, to takie rozwiązanie jest niewątpliwie bardzo celowe. Zostało też ono obecnie zastosowane u nas w projekcie nowej elektrowni przemysłowej, gdzie kotłownia znajduje się pomiędzy galerią zasobnikową a budynkiem zmękalni wody. Podobne rozwiązanie (rys. 5) przyjęto obecnie w Związku Radzieckim jako typowe. Przy takim układzie uzyskuje się najmniejszy koszt budynku przy najniższych kosztach rurociągów, a zwłaszcza wysokopiętnych rurociągów parowych (jeżeli nie brać pod uwagę rozwiązania bez galerii odgazowywaczy). Umieszczenie galerii zasobnikowej od strony zewnętrznej pozwala na zmniejszenie długości kotłowni o szerokość pomostu nawęglania.

Przy kotłach z paleniskami Kraemera młyny muszą być umieszczone pod zasobnikami węgla i bezpośrednio przy ścianie przedniej komory paleniskowej. Toteż przy tego rodzaju paleniskach nie można przyjąć kompozycji według rys. 5, a za typowy uznano w tym wypadku układ według rys. 4.

Znamienne jest, że przy rozwiązaniu typowym dokonano poważnej redukcji kubatury budynków osiągając oszczędność 20—27%, a umieszczane dotąd pod dachem urządzenia odpylające znalazły się na wolnym powietrzu. Te tendencje oszczędnościowe winny być wskazówką dla naszych projektantów.

9. Wnioski i wytyczne.

Przy dwóch kotłach na turbinę i bardzo ograniczonym terenie można przyjąć układ wysoki z dwurzędową kotłownią według rys. 3, jednak z elektrofiltrami

pod gołym niebem, nad dachem kotłowni. Jeżeli jednak można, należy stosować układ płaski z kotłownią jednorzędową i maszynami ustawionymi szeregowo. Najkorzystniejszy jest tu przyjęty jako typowy w Związku Radzieckim układ (rys. 4), w którym poszczególne budowle idą w następującej kolejności: maszynownia, galeria odgazowywaczy, kotłownia, galeria zasobników. Jeżeli kotły są wyposażone w paleniska Kraemera, można przyjąć ten sam układ, ale z kotłem odwróconym tyłem do maszynowni, jak w rozwiązaniu kotłowni podanym na rys. 6, względnie układ według rys. 2 i 4 tzn. maszynownia, galeria odgazowywaczy, galeria zasobników, kotłownia.

Przy układzie monoblokowym kotłownia jest, oczywiście, zawsze jednorzędowa. Co do jej układu — płaskiego czy wysokiego, wzajemnego układu poszczególnych budowli, wnioski są tu takie same jak poprzednio przy dwóch kotłach na turbinę. Jeżeli nie przewiduje się kotła rezerwowego, to równoległe ustawienie maszyn (oś turbozespołu prostopadła do osi maszynowni) jest najwłaściwsze. Przy układzie monoblokowym bez połączeń pomiędzy blokami coraz powszechniejsza jest kompozycja bez galerii odgazowywaczy, które umieszcza się w kotłowni.

Tendencja ustawiania pod gołym niebem wszelkich urządzeń jakie tylko można, zupełnie zrozumiała w klimacie łagodnym, daje się obecnie zauważyć nawet w krajach o tak ostrym klimacie, jaki się spotyka w Związku Radzieckim.

LITERATURA

- Borowoj A. A. Tipowoje projektowanie tiepłowych elektrostancij (Elektr. Stanc., 1951, 7, str. 22)
 Kercellii i Ryżkin. Tiepłowyje elektriceskije stancij (str. 306—341)
 Łagowski i Pakszwer. Tiepłowyje elektriceskije stancij (str. 144—166)
 Reliability plus economy of space, cost and operation marks B. C. Cobb Station (Electr. World, 13. 3. 1950, str. 88—91)
 Kammer H. A. Plant construction keyed to economy (Electr. World, 5. 6. 1950, str. 106—108)
 1948 modern plant survey (Power, 1948, nr 8, str. 71—90)
 Musil L. Vereinheitlichung und technische Entwicklung im Bau von Wärmekraftwerken (Archiv für Wärmewirtschaft, 1944, nr 5/6, str. 81)
 Schröder K. Planung und Gestaltung von Dampfkraftwerken (VDI Zeitschr., 1941, nr 41/42, str. 819)
 Musil L. Die Gesamtplanung von Dampfkraftwerken (1948, str. 362—425)

MGR INŻ. MICHAŁ JABŁOŃSKI
 Politechnika Łódzka, Zakł. Masz. Elektr.

Jednofazowa praca silnika asynchronicznego trójfazowego

621.313.333:621.3.025.1:621.3.026

Treść. Opierając się na teorii składowych symetrycznych, autor rozważa szczegółowo dwa podstawowe przypadki jednofazowej pracy silnika trójfazowego. Poćnano rachunkowo-wykreslną metodę analizowania pracy jednofazowej oraz omówiono granice dopuszczalnego obciążenia przy takiej pracy. Wyjaśniono zasadę hamulcowego działania układu jednofazowego.

Однофазная работа трехфазного асинхронного двигателя. Исходя из теории симметрических составляющих, автор подробно рассматривает два основных случая однофазной работы трехфазного двигателя. Дается расчетно-графический метод исследования однофазной работы и указывается предел допустимой нагрузки при такой работе. Выяснен принцип тормозного действия однофазной схемы.

Single-phase work of asynchronous three-phase motors. The author reviews in a detailed form, on the basis of the theory of symmetrical components, two fundamental cases of single-phase working of three-phase motors. A mathematical and graphic method of analysing single-phase work is provided, and the limits of safe load in case of such working conditions are also dealt with. An explanation is given of the principle of braking in a single-phase system.

1. Rozważania wstępne.

Praca jednofazowa występuje w silniku trójfazowym w warunkach szczególnych, a mianowicie w razie przepalenia się bezpiecznika w jednej fazie, braku kontaktu jednego z przewodów itp. Najczęściej spotykanym przypadkiem jednofazowej pracy silnika trójfazowego jest układ z rys. 1. Oprócz tego przypadku rozpatrzmy inny, podany na rys. 2, a mianowicie: po zwarciu metalicznym końcówek 1 i 2 w czasie pracy przepalił się bezpiecznik w jednej ze zwartych faz, np. w fazie 2 i przy nadal trwającym połączeniu 1 i 2 utrzymuje się praca jednofazowa.

Połączenie silnika w gwiazdę jest dogodnie dla naszego rozumowania; połączenie symetrycznych uzwojeń silnika w trójkąt jest równoważne pod względem efektu wypadkowego połączeniu w gwiazdę i nie wymaga przeprowadzania osobnego rozumowania.

Rozpatrzmy kolejno charakterystyczne cechy pracy odpowiadającej schematom na rys. 1 i 2.

a) W przypadku pierwszym, nazywanym dalej „a” (rys. 1), prąd może płynąć jedynie przez uzwojenia 1 i 3. Prądy w tych uzwojeniach mają tę samą wartość, lecz pod względem czasowym są w przeciwfazie (w uzwojeniu 1 prąd płynie od 1 do 0, natomiast w uzwojeniu 3 od 0 do 3).

Jak z dalszego tekstu wynika, napięcie w fazie 2 silnika nieruchomego $U_2 = 0$, natomiast w miarę wzrostu prędkości przybiera ono pewne wartości, różniące się co do wielkości i fazy czasowej od napięć w uzwojeniach pozostałych $\hat{U}_1 \neq U_2 \neq U_3$; zawsze jednak różnica geometryczna napięć w uzwojeniach 1 i 3 ($\hat{U}_1 - \hat{U}_3 = U_{1,3}$) równa się napięciu sieci.

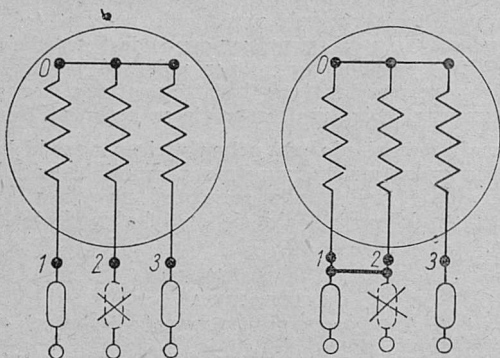
b) W przypadku drugim, zwanym dalej „b” (rys. 2), we wszystkich uzwojeniach mogą płynąć różne prądy $\hat{I}_1 \neq \hat{I}_2 \neq \hat{I}_3$. Suma geometryczna tych prądów $\hat{I}_1 + \hat{I}_2 + \hat{I}_3 = 0$. Jednocześnie dla napięć fazowych istnieje

sztywna zależność $\hat{U}_1 = U_2$, przy czym $\hat{U}_1 - \hat{U}_3 = \hat{U}_{13}$, gdzie U_1 równa się napięciu sieci.

Najdogodniejszym sposobem rozpatrzenia pracy jednofazowej silnika trójfazowego jest metoda składowych symetrycznych.

Uzwojenia fazowe silnika są symetryczne, więc przy połączeniu trójprzewodowym nie może się w napięciach fazowych pojawić składowa kolejności zerowej*). Pozwala to rozpatrywać przypadki asymetrii w silniku tylko dwiema składowymi: kolejności zgodnej (I) i kolejności przeciwnej (II).

Stopniem asymetrii nazwiemy wyrażony w procentach stosunek wartości skutecznej wskazu II kolejności do wskazu I kolejności. Na tle tej definicji można określić:

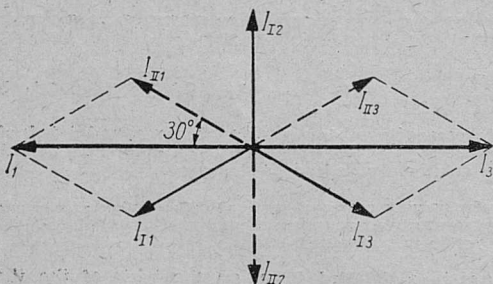


Rys. 1. Schemat połączeń przy pracy jednofazowej (przypadek „a”) Rys. 2. Schemat połączeń przy pracy jednofazowej (przypadek „b”)

- a) charakter przypadku pierwszego jako stałą sztywną asymetrię prądu wynoszącą 100%;
b) charakter przypadku drugiego jako stałą sztywną asymetrię napięcia wynoszącą 100% **).

2. Analiza pracy jednofazowej w przypadku „a”.

Prądy i napięcia. Rozpatrzmy szczegółowo najpierw przypadek „a”. W stojanie płynie prąd, którego stopień asymetrii (100%) nie jest zależny ani od wartości



Prąd sieciowy: $I_a = I_1 = I_3 = I_I \cdot \sqrt{3} = I_{II} \cdot \sqrt{3}$

Rys. 3. Rozkład prądu w przypadku „a” na składowe symetryczne

prądu, ani od prędkości silnika. Prąd stojana można więc zawsze rozłożyć na dwie równej wartości i niezmiennie względem siebie położone składowe symetryczne I i II. Wartość względną i wzajemne położenie wskazów prądu stojana przedstawia w tym przypadku rys. 3. Prąd I_a płynący w przypadku „a” z sieci, wynosi

$$(1) \quad I_a = \sqrt{3} I_{Ia}$$

Przejdźmy teraz do prądu wirnika i efektów jego działania. Najdogodniej jest rozpatrywać prąd w wirniku

*) Por. Sliwiński T. Praca silników indukcyjnych zasilanych niesymetrycznym układem napięć (Przegl. Elektr., 1950, z. 7/8, str. 325–331).

**) Asymetrię 100% czyli jednakową wartość skuteczną wskazów I i II kolejności można rozpoznać łatwo podczas pomiarów, gdyż w takim przypadku wskazki układu asymetrycznego 100-procentowego leżą na jednej prostej, a zatem ich sumowanie lub odejmowanie wykonuje się algebraicznie.

pierścieniowym trójfazowym, gdyż — pomijając już inne względy — można skontrolować wyniki przy pomocy oscylogramu prądu wirnikowego.

W stanie spoczynku ($n = 0$; $s = 1$) w wirniku powstają prądy I i II kolejności jednakowej wartości. Składowa I-a stojana wytwarza I-ą wirnika, a II-a stojana — II-ą wirnika. Częstotliwość obu składowych jest jednakowa i równa częstotliwości stojana (np. 50 okr./sek.). W stanie spoczynku (zwarcie) prądy stojana i wirnika każdej składowej kompensują się tak, że strumień magnetyczny, wzbudzony w maszynie przez wypadkowy przepływ (suma geometryczna przepływów stojana i wirnika), jest mały i jednakowy dla obu kolejności, jest zatem jednofazowym strumieniem pulsującym niewielkiej wartości.

W stosunku do wypadkowej osi magnetycznej połączonych w szereg uzwojeń 1 i 3 oś magnetyczna uzwojenia 2 jest przesunięta o 90° el., stąd też w uzwojeniu 2 podczas zwarcia ($n = 0$) nie może się wzbudzać napięcie, czyli $\hat{U}_2 = 0$.

Napięcie sieci jest równoważone przez spadki napięcia w uzwojeniach 1 i 3, przy czym przesunięcie fazowe między napięciem a prądem musi być w obu tych uzwojeniach jednakowe (rys. 4). Wynika stąd zależność

$$(2) \quad \hat{U}_1 = -\hat{U}_3, \text{ a więc } U_1 = U_3 = \frac{1}{2} U_{\text{sieć.}}$$

Asymetria napięcia w stanie zwarcia ($n = 0$) wynosi więc także 100%.

Przy zwarcu trójfazowym symetrycznym

$$(3) \quad U_1 = U_2 = U_3 = \frac{1}{\sqrt{3}} U_{\text{sieć.}}$$

Tak więc napięcie fazowe przy zwarcu jednofazowym jest $2/\sqrt{3}$ razy mniejsze i prąd w fazie 1 i 3 jest także o $\sim 15\%$ mniejszy niż w przypadku zwarcia trójfazowego *).

Moment rozruchowy wytwarzany przez obie kolejności jest jednakowy, a wobec przeciwnego zwrotu wypadkowa obu momentów jest równa 0.

Poślizg dla obu kolejności jest równy i wynosi 1 ($s_I = s_{II} = 1$). Wobec 100% asymetrii wybór, która kolejność jest I, a która II, jest najzupełniej dowolny, wybieramy więc jako I tę kolejność, która zgodna będzie z mającymi nastąpić obrotami silnika.

Gdy $n \neq 0$ sytuacja zmienia się w zasadniczy sposób. Przy powolnych obrotach w kierunku zgodnym z wybraną I kolejnością (czyli przeciwnym do kolejności II) przy zmianie poślizgu równego początkowo 1 o niewielkie Δs otrzymuje się:

$$(4) \quad s_I = 1 - \Delta s; \quad s_{II} = 1 + \Delta s.$$

Amplitudy prądów wirnika obu kolejności przy małej wartości Δs nie ulegają wyraźniejszej zmianie, lecz częstotliwości prądów obu kolejności w wirniku zaczynają się różnić odpowiednio do zmiany poślizgu:

$$(5a), (5b) \quad f_{2I} = f_1 (1 - \Delta s); \quad f_{2II} = f_1 (1 + \Delta s).$$

Istnienie w jednym obwodzie drgań o częstotliwościach różniących się bardzo niewiele i mających praktycznie jednakowe amplitudy powoduje tzw. dudnienia o częstotliwości

$$f_{\text{dud}} = f_{II} - f_I.$$

W naszym przypadku częstotliwość dudnień **) wynosi

$$(6) \quad f_{\text{dud}} = f_{2II} - f_{2I} = f_1 [(1 + \Delta s) - (1 - \Delta s)] = f_1 \cdot 2 \Delta s.$$

Oscylogram na rys. 5 pokazuje dudnienia prądu w trzech fazach wirnika przy powolnym obracaniu maszyny i potwierdza słuszność rozumowania.

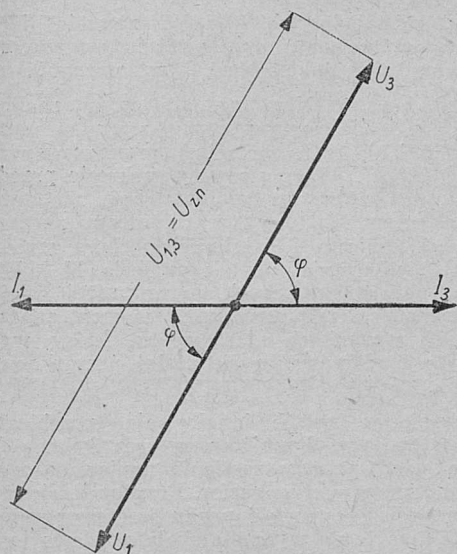
- 1) stan $s = 0$ jest stanem biegu synchronicznego,
- 2) stan $s = 1$ nazywamy stanem zwarciovym,
- 3) stan $s = 2$ nazwijmy stanem nadzwarciovym.

Przy zasilaniu trójfazowym symetrycznym w stanie $s = 0$ w wirniku nie wzbudza się prąd. Prąd stojana nie

*) Należy tu jednak pamiętać, że założenie stałości oporu indukcyjnego rozproszenia przy pracy jedno- i trójfazowej nie jest ściśle i stąd w rzeczywistości prądy mogą się różnić więcej niż o 15%.

**) Częstotliwość dudnień równa jest liczbie przejść przez maksimum lub minimum w ciągu 1 sek.

ma kompensacji i (pomijając niewielką składową czynną) działa w całości jako prąd magnesujący, wytwarzający główny strumień magnetyczny. W miarę wzrostu poślizgu w wirniku indukują się coraz większy prąd i udział procentowy prądu magnesującego w prądzie stojana coraz



Rys. 4. Wykres wskazowy stanu zwarcia w przypadku „a”

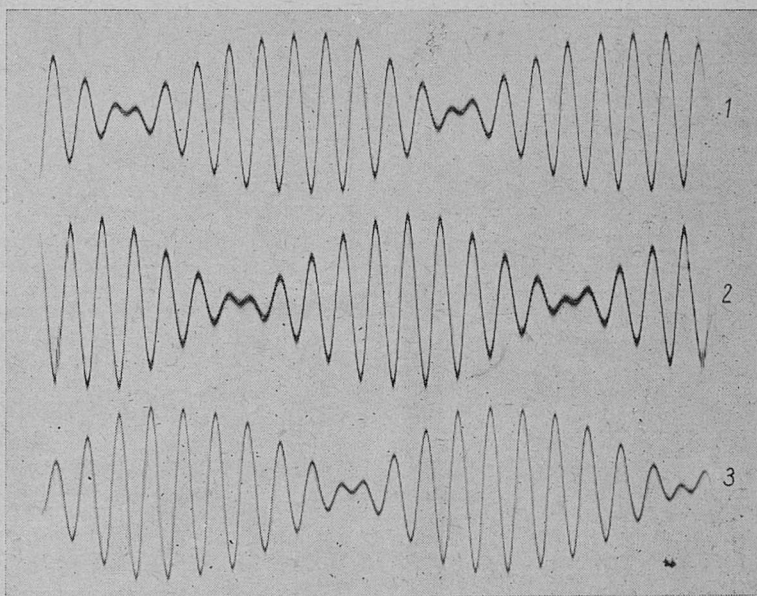
bardziej maleje. W okolicy stanu zwarcia, a tym bardziej nadzwarcia, procentowy udział prądu magnesującego w prądzie stojana jest wręcz nikły.

Przy pracy jednofazowej ze 100-procentową asymetrią prądową wartość prądu I i II kolejności jest w stanie ściśle ta sama. W okolicy $s = 0$ (bieg jałowy) — ze względu na wysoki procentowy udział prądu magnesującego w prądzie I kolejności — strumień I kolejności jest duży. Procentowy udział magnesowania, w prądzie II kolejności jest znikomy, a więc i strumień II kolejności jest znikomy tak, że doprowadzone napięcie jest równoważone przede wszystkim siłą elektromotoryczną wzniesioną przez strumień I kolejności. Podobnie dzieje się przy zasilaniu trójfazowym, można więc stwierdzić, że przy biegu jałowym w silniku zasilanym jednofazowo ze 100-procentową asymetrią prądową występuje niemal symetryczny trójfazowy układ napięć na zaciskach. Strumień w maszynie staje się prawie idealnie kołowym strumieniem wirującym, a jego wartość jest nieco niższa, niż w przypadku zasilania trójfazowego. Pomiarzy wykonane w konkretnych przypadkach w laboratorium pozwoliły stwierdzić, że asymetria napięcia przy biegu jałowym wynosi około 7–10%; analogiczne jest zmniejszenie wartości skutecznej napięcia I kolejności w porównaniu z zasilaniem trójfazowym; podobnie maleje wartość strumienia wirującego, przy czym asymetria strumienia głównego jest jeszcze mniejsza. Na podstawie powyższego oraz rys. 3 można twierdzić, że wartość prądu jałowego przy zasilaniu jednofazowym jest w przybliżeniu $\sqrt{3}$ razy większa od prądu, który płynąłby przy zasilaniu symetrycznym napięciem obniżonym do wartości ok. $0,92 U_{zn}$.

Podczas obciążania silnika w miarę wzrostu poślizgu rośnie prąd i rosną spadki napięcia. Składowa II kolejności zaczyna odgrywać coraz większą rolę i sem. I kolejności, a więc i strumień I kolejności maleją.

Przy zmianie poślizgu od 1 do 0 strumień główny w maszynie zmienia się płynnie od strumienia pulsującego przy $s = 1$ poprzez wirujący strumień eliptyczny do niemal kołowego strumienia przy $s = 0$. Obraz tych zmian przedstawia oscylogram na rys. 6. Na oscylogramie przedstawione są napięcia wszystkich 3 faz stojana w czasie ruchu dokonywanego silnikiem pomocniczym. Początek wykresu ($s = 1$) pozwala zaobserwować, że $U_1 = -\hat{U}_3$ oraz $U_2 = 0$, występuje więc rzeczywiście 100-procentowa asymetria napięcia.

W miarę wzrostu prędkości rośnie U_2 , jest przy tym przesunięte w czasie względem U_1 i U_3 , a w okolicy $s = 0$ wszystkie trzy napięcia różnią się niewiele co do wartości i są wzajemnie przesunięte o ok. 120° , jak w przypadku normalnej pracy trójfazowej.



Rys. 5. Oscylogram „dudnień” prądu w trzech fazach wirnika przy poślizgu bliskim jedności (wykonano w Zakładzie Maszyn Elektrycznych Politechniki Łódzkiej)

Oscylogram na rys. 7 przedstawia prąd w 3 fazach wirnika podczas pracy przy małym poślizgu. Rozróżnić można wyraźnie obie składowe symetryczne: I o małej częstotliwości poślizgu bliskiego 0 oraz II o częstotliwości stanu nadzwarcia ($s_{II} \approx 2$ czyli $f_{sII} \approx 2f_1$). Każda ze składowych jest oczywiście w pełni symetryczna, a ze względu na to, że częstotliwości obu składowych są różne, wartość skuteczna prądu fazowego wirnika wynosi

$$(7) \quad I_w = \sqrt{I_{wI}^2 + I_{wII}^2}$$

i jest jednakowa we wszystkich trzech fazach.

Amplituda składowej II kolejności jest większa niż I, gdyż, jak powiedziano poprzednio, udział prądu magnesującego w składowej I stojana jest znacznie większy niż w II i część kompensowana przez prąd wirnika jest w składowej I mniejsza niż w II, a zatem i prąd I kolejności jest w wirniku mniejszy niż II.

Analiza momentu i metoda znalezienia jego przebiegu. Rozpatrzmy obecnie zagadnienie przebiegu momentu przy zasilaniu jednofazowym ze 100-procentową asymetrią prądu.

Moment każdej kolejności jest proporcjonalny do kwadratu napięcia odpowiedniej składowej. Moment wypadkowy jest różnicą momentów od obu składowych, wobec ich przeciwnego zwrotu. W stanie $s = 1$, gdy występuje 100-procentowa asymetria napięcia, obie składowe napięcia są równe i wynoszą (rys. 8):

$$(8) \quad U_1 = U_3 = \frac{U_{1,3}}{2},$$

$$(9) \quad U_{fI} = U_{fII} = \frac{U_1}{\sqrt{3}} = \frac{U_{1,3}}{2\sqrt{3}},$$

natomiast przy zasilaniu symetrycznym

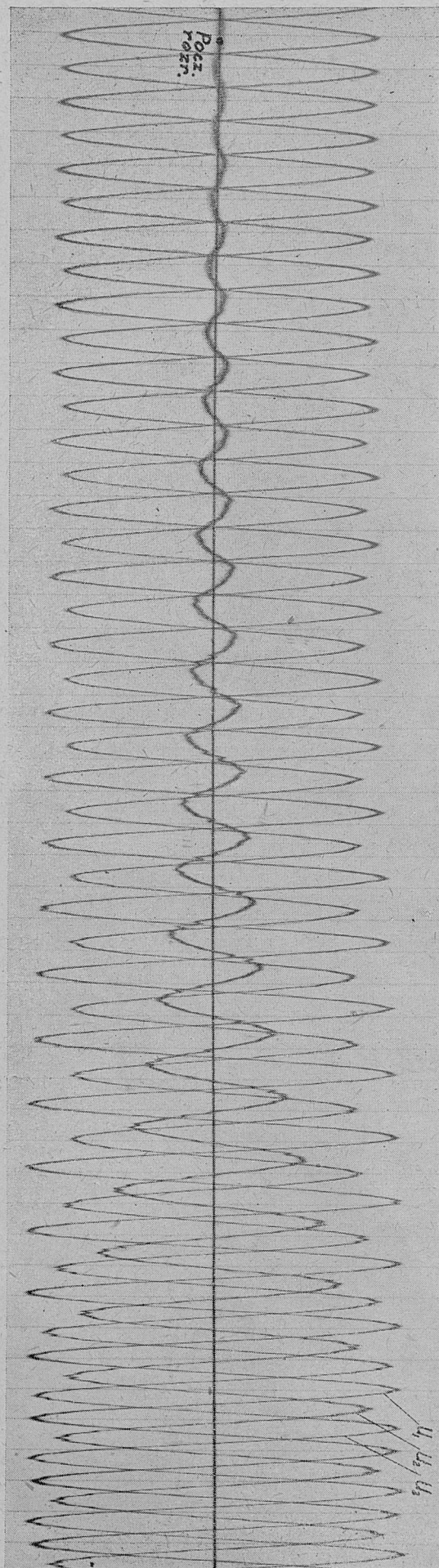
$$(10) \quad U_{f\text{sym}} = \frac{U_{1,3}}{\sqrt{3}}.$$

Z powyższego wynika, że przy zwarcu w przypadku „a” stosunek napięć I lub II kolejności do napięcia przy zasilaniu symetrycznym wynosi

$$(11) \quad \frac{U_{fI}}{U_{f\text{sym}}} = 1/2.$$

W stanie zwarcia składowe obu kolejności napięcia są

Rys. 6. Oscylogram napięć fazowych w przypadku „a”
podczas rozruchu dokonywanego silnikiem pomocniczym
(Zakł. Masz. El. Pol. Łódź).



dwukrotnie mniejsze, niż napięcie przy zwarciu symetrycznym. W miarę rozkręcania się silnika w kierunku I kolejności stosunek ten dla składowej I kolejności rośnie dążąc do 1 i osiąga przy biegu jałowym (jak już powiedziano poprzednio) wartość ok. 0,92. Dla II kolejności stosunek ten maleje, osiągając przy biegu jałowym wartość ok. 0,07—0,09.

Moment każdej ze składowych podczas zwarcia jest 4-krotnie mniejszy od momentu przy zwarciu symetrycznym. Moment wypadkowy, jako różnica, jest równy 0.

Rys. 9 przedstawia przebieg momentu przy zasilaniu trójfazowym (w konkretnym przypadku silnika pierścieniowego na 6,5 kW, 1410 obr./min.) przy sztywnym napięciu równym $\frac{1}{2} U_{zn}$. Na tym samym wykresie przedstawiono przebieg momentów obu kolejności przy zasilaniu jednofazowym napięciem U_{zn} ze 100-procentową asymetrią prądu. Wzrost napięcia I kolejności pociąga szybki wzrost momentu i, odwrotnie, ubytek napięcia II kolejności pociąga za sobą szybki spadek momentu tej kolejności. Różnica momentów czyli rzeczywisty moment znacznie odbiega w tych warunkach od momentu, który wytwarzałby się przy utrzymywaniu się stałej początkowej asymetrii napięcia.

Wykreślno-rachunkowy sposób znalezienia przebiegu momentu jest następujący. Rysujemy wykres kołowy *) pracy silnika dla symetrycznego zasilania napięciem znamionowym w skali 1 mm = a amperów. Przyjmuje się, że przy tym samym poślizgu wartość prądu jest proporcjonalna do napięcia, tzn. że na wykresie skala prądowa jest proporcjonalna do napięcia: 1 mm = $\frac{U}{U_{zn}} a$ amp. (Ze wzglę-

du na nieliniową zmianę prądu magnesującego przy zmianie napięcia popełniamy pewien błąd, szczególnie w stosunku do prądu stojana, jednak każdorazowe uwzględnienie nieliniowych zmian I_μ jest zbyt kłopotliwe).

a) Posiłkując się skalą poślizgu wyznacza się na obwodzie koła punkty odpowiadające poślizgowi od 0 do 2, np. co 0,1 (rys. 10a). Poślizgowi s dla I kolejności odpowiada poślizg $(2 - s)$ dla II kolejności.

b) Dla odpowiadających sobie par poślizgów znajduje się wartości prądów, $\cos \varphi$ i momentu.

c) Dla obu kolejności przelicza się napięcie do jednostkowej wartości prądu odczytanego z wykresu kołowego w punkcie b):

$$(12) \quad U = \frac{U_{zn}}{I_{odez}}.$$

d) Rysuje się kierunki prądów I i II kolejności według rys. 3.

e) Rysuje się znalezione w punkcie c) napięcie U dla obu kolejności, przesunięte o odpowiedni kąt φ , według punktu b), względem swoich prądów. Dobór skali napięcia jest przy tym zupełnie dowolny, lecz jednakowy dla obu kolejności (rys. 10b i 10c).

f) Sumuje się geometrycznie obie składowe napięcia i znajduje się wierzchołki trójkąta napięć międzyprzewodowych. Napięcie $U_{1,2}$ ma być równe przewodowemu napięciu sieci. Stąd znajduje się rzeczywistą skalę napięciową (rys. 10d). Na tym samym wykresie odczytuje się kąt φ przy pracy jednofazowej.

g) Według znalezionej w punkcie f) skali napięciowej oblicza się wartość napięć obu kolejności, narysowanych według punktu e).

h) Po znalezieniu wartości napięć obu kolejności przelicza się moment znaleziony w punkcie b) w stosunku kwadratów napięcia znalezionej do znamionowego **) i odejmuje się od siebie tak otrzymane wartości. Różnica jest rzeczywistym momentem rozwijanym przez maszynę. Można także przeliczyć prądy obu kolejności i znaleźć prąd rzeczywisty. Krzywe przedstawione na rys. 9 zostały obliczone powyższą metodą.

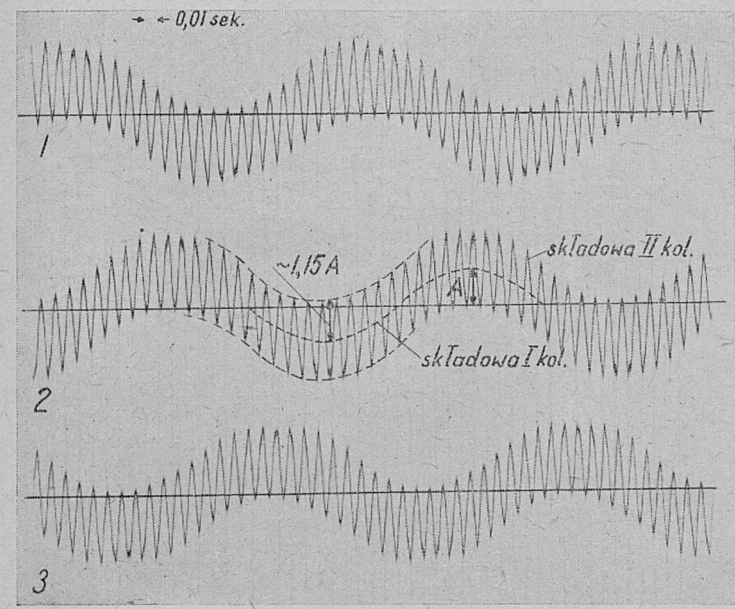
Analizując wykresy na rys. 9 można stwierdzić, że zasadniczy wpływ na wartość momentu utyku jednofazowego ma nie tyle przeciwdziałanie momentu II kolejności,

*) W przypadku silników, w których występuje zjawisko wypierania prądu, konieczne byłoby narysowanie odpowiedniego wykresu „niekołowego”.

**) Operujemy tutaj napięciem fazowym.

ile szybkie malenie momentu I kolejności, powodowane zmniejszaniem się napięcia I kolejności.

Na rys. 11 przedstawiono dla porównania przebieg momentu przy zasilaniu symetrycznym trójfazowym oraz przy zasilaniu jednofazowym tym samym napięciem międzyprzewodowym. Widzimy tu przebieg momentu jednofazowego, obliczonego według podanej wyżej metody, oraz przebieg zdjęty praktycznie w laboratorium. Obydwa przebiegi odbiegają od siebie niewiele, co potwierdza słuszność podanej metody.



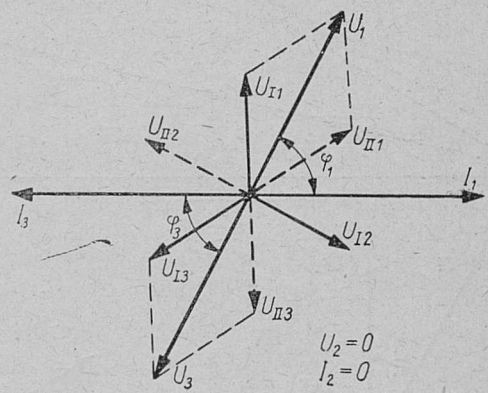
Rys. 7. Oscylogram prądów w 3 fazach wirnika przy małym poślizgu (stan obciążenia) w przypadku „a” (Zakł. Masz. El. Pol. Łódzk.)

Według rys. 11 moment utyku przy zasilaniu jednofazowym jest prawie 2,6 raza niższy niż przy zasilaniu symetrycznym wszystkich trzech faz (rys. 11 dotyczy tego samego silnika, co rys. 9). Silnik ten, obciążony stałym zna-

nika pracującego jednofazowo można rozważyć także metodą uproszczoną *).

Dla układu symetrycznego moment elektromagnetyczny, nie uwzględniający rozproszenia, wynosi na fazę

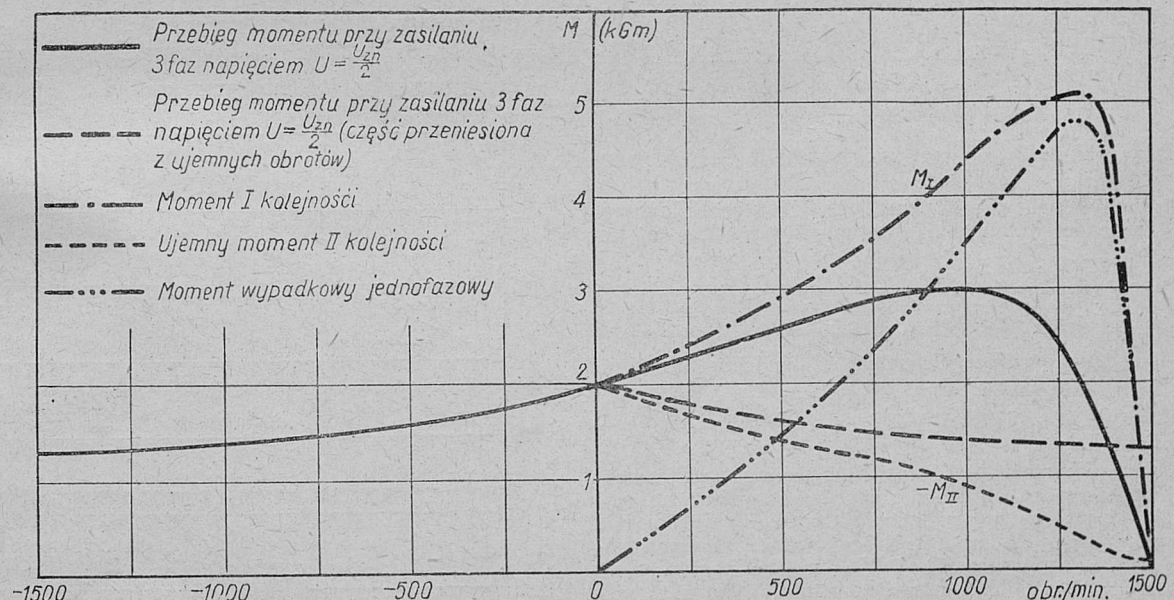
$$(13) \quad M = \frac{0,975 U^2}{n_1} \cdot \frac{\frac{r_2'}{s}}{\left(r_1 + \frac{r_2'}{s}\right)^2 + (x_1 + x_2')^2} \quad (\text{kGm}).$$



Rys. 8. Rozkład napięć fazowych w stanie zwarcia (przypadek „a”) na składowe symetryczne

Przyrównując do zera pochodną momentu względem poślizgu, otrzymujemy wartość poślizgu dla maksimum momentu czyli poślizgu utyku

$$(14) \quad s_u = \frac{r_2'}{\sqrt{r_1^2 + (x_1 + x_2')^2}}.$$



Rys. 9. Przebieg momentów składowych oraz momentu wypadkowego przy zasilaniu jednofazowym w przypadku „a”

mionowym momentem, po przerwaniu przewodu na jednej fazie może już utknąć, natomiast przy obciążeniu niższym momentem zdoła utrzymać się w ruchu, zachowując jednak małą przeciążalność.

Uproszczona metoda określania momentu i poślizgu utyku. Zagadnienie utyku sil-

nikowego odpowiada temu poślizgowi moment utyku wynosi

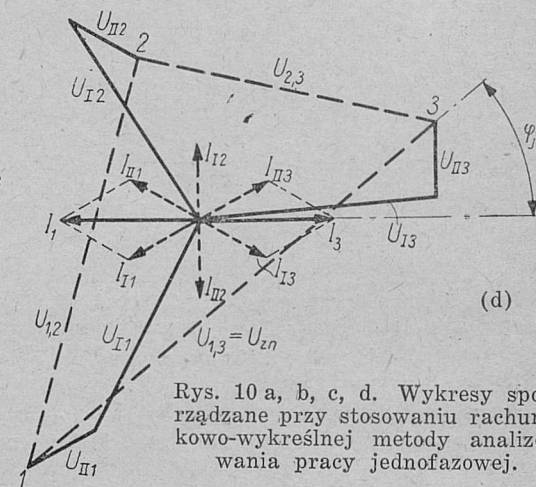
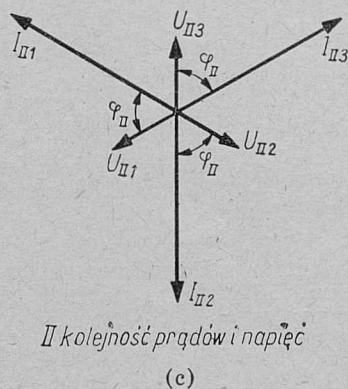
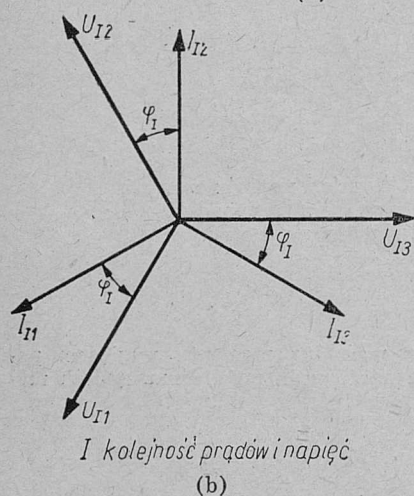
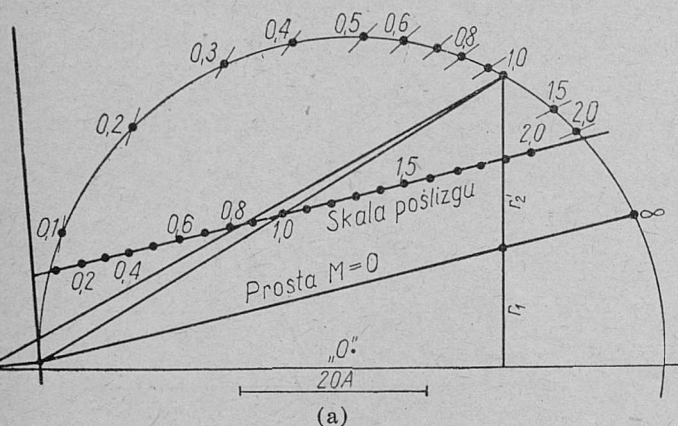
$$(15) \quad M_u = \frac{0,975 U^2}{n_1} \cdot \frac{1}{2 [r_1 + \sqrt{r_1^2 + (x_1 + x_2')^2}]}$$

Jak powiedziano poprzednio, zasadniczą częścią momentu

*) Dahl. Electric Circuits, Mc Graw Hill, 1928, str. 162.

przy pracy jednofazowej jest moment I kolejności. Odrzućmy więc moment drugiej kolejności i piszemy dla zasilania jednofazowego:

$$(16) \quad M_j = \frac{0,975 \cdot U^2}{n_1} \cdot \frac{r'_2}{s} \cdot \frac{1}{(z_I + z_{II})^2} =$$



Rys. 10 a, b, c, d. Wykresy sporządzane przy stosowaniu rachunkowo-wykresnej metody analizowania pracy jednofazowej.

$$= \frac{0,975 \cdot U^2}{n_1} \cdot \frac{r'_2}{s} \cdot \frac{1}{\left(2r_1 + \frac{r'_2}{s} + \frac{r'_2}{2-s}\right)^2 + 4(x_1 + x'_2)^2}$$

Odrzucając składnik $\frac{r'_2}{2-s}$, co można zrobić jedynie przy

małych wartościach s , przyrównujemy do 0 pochodną momentu względem poślizgu i otrzymujemy poślizg utyku jednofazowego

$$(17) \quad s_{uj} = \frac{r'_2}{2\sqrt{r_1^2 + (x_1 + x'_2)^2}}$$

Odpowiada temu poślizgowi moment utyku jednofazowego:

$$(18) \quad M_{uj} = \frac{0,975 \cdot U^2}{n_1} \cdot \frac{1}{4[r_1 + \sqrt{r_1^2 + (x_1 + x'_2)^2}]}$$

Porównując wyrażenia dla utyku i poślizgu trójfazowego i jednofazowego, możemy stwierdzić, że zarówno moment, jak i poślizg utyku jednofazowego, są dwukrotnie mniejsze niż przy zasilaniu trójfazowym. Przytoczona powyżej metoda uproszczona Dahla wobec poczynionych uproszczeń daje jednak wartość momentu utyku zbyt wysoką w porównaniu z rzeczywistością; np. wyprowadzony wyżej stosunek momentów równy 2 i znaleziony poprzednio wykreślenie dla konkretnego przypadku stosunek 2,6 różnią się tak znacznie na niekorzyść silnika, że nakazują ogromną ostrożność przy korzystaniu z wyników metody uproszczonej.

Zagadnienie strat i obciążalności silnika. Pozostaje do rozważenia zagadnienie strat i wartości prądu w silniku pracującym jednofazowo ze 100-pro-

centową asymetrią prądu oraz związane z tym zagadnienie grzania się maszyny. Rozważania przeprowadzimy na przykładzie wspomnianego już wyżej silnika na 6,5 kW, 1410 obr./min.

Dane silnika:

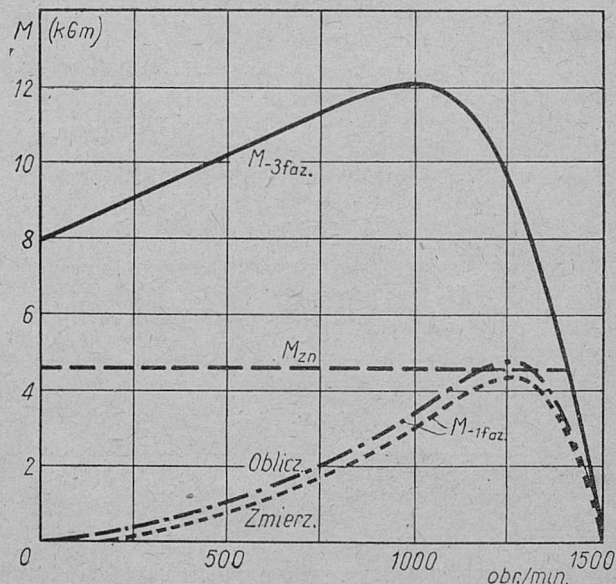
$P = 6,5 \text{ kW}$	$I_0 = 6,2 \text{ A}$
$U_1 = 380 \text{ V}$	$r_{1f} = 0,661 \Omega$
$n = 1410 \text{ obr./min.}$	$r'_{2f} = 0,945 \Omega$
$I_1 = 13,8 \text{ A}$	$\Delta P_{Fe} = 235 \text{ W}$
$U_2 = 27,3 \text{ V}$	$\Delta P_{mech} = 80 \text{ W}$
$I_2 = 154 \text{ A}$	$\Delta P_{cu} = 726 \text{ W}$
$(I'_2 = 11,1 \text{ A})$	$\Sigma \Delta P = 1041 \text{ W}$
$\cos \varphi = 0,83$	

Założmy, że silnik pracuje trójfazowo przy 50% momentu M_{zn} (2,25 kGm). Takiemu obciążeniu odpowiada pobór prądu w każdej fazie $I = 8,7 \text{ A}$ przy $\cos \varphi = 0,67$ oraz $n = 1458 \text{ obr./min.}$ W tych warunkach powstaje prędkość w jednej fazie. Momentowi 2,25 kGm przy pracy jednofazowej odpowiada według rys. 11 prędkość 1440 obr./min. czyli $s = 4\%$. Dla tej wartości poślizgu wartości poszcze-

gólnych parametrów są następujące *):

$I_1 = 15,7 \text{ A}$; $\cos \varphi = 0,725$; $U_{fI} = 0,875 U_{fzn}$; $U_{fII} = 0,134 U_{fzn}$.

Prąd płynący w stojanie przy zasilaniu jednofazowym jest w tych warunkach o 14% większy niż znamionowy

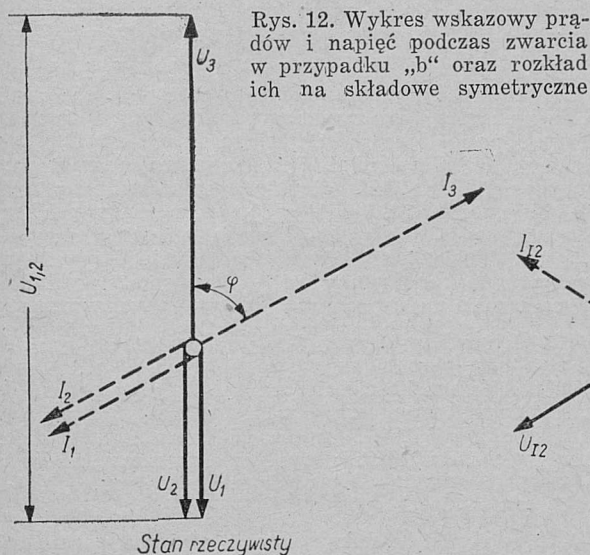


Rys. 11. Porównanie przebiegu momentu przy zasilaniu 3-fazowym oraz jednofazowym, przy napięciu znamionowym (przypadek „a“)

*) Obliczono, stosując wyżej podaną metodę rachunkowo-wykresną.

prąd 3-fazowy. Płynie jednak tylko w 2 fazach, więc ciepło przezeń wytwarzane ma wobec także-nieco mniejszych strat w żelazie ułatwione rozchodzenie się. Jednocześnie suma strat w uzwojeniu stojana jest o $\sim 14\%$ mniejsza niż przy znamionowej wartości prądu trójfazowego. Takie obciążenie stojana można więc jeszcze uznać za dopuszczalne.

Co do wirnika można stwierdzić (jak już powiedziano wyżej), że jego uzwojenia są obciążone równomiernie, mają

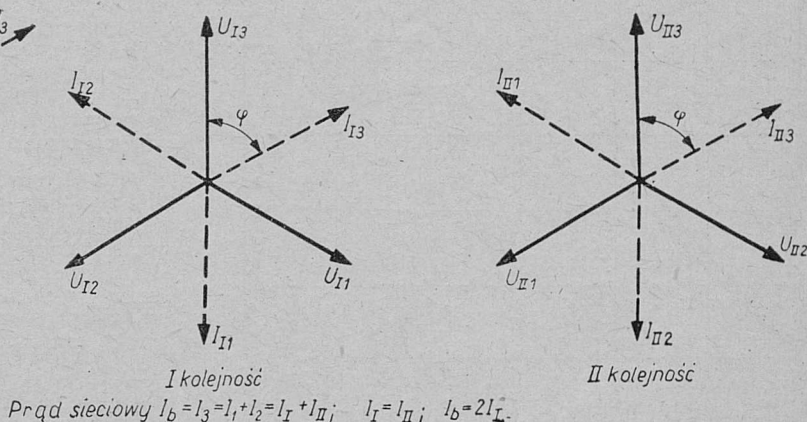


przy 40-procentowym momencie zachowuje się przy pracy jednofazowej w przybliżeniu tę samą przeciążalność pod względem momentu, co przy znamionowej pracy trójfazowej.

Przeliczanie strat w żelazie jest mniej ważne i nie daje żadnych istotnych wskazówek. Najzupełniej wystarcza obliczenie w stojanie strat, odpowiadających napięciu I kolejności, i dorzucenie ok. 5% na straty związane ze strumieniem II kolejności. Sumaryczne straty w żelazie są wyraźnie niższe niż podczas pracy trójfazowej.

3. Analiza pracy jednofazowej w przypadku „b”.

Prądy i napięcia. Rozpatrzmy teraz przypadek „b” z rys. 2, określony wyżej jako przypadek 100-procentowej sztywnej asymetrii napięcia, niezależnej od prędkości maszyny lub innych względów.



więc podobne warunki nagrzewania jak przy pracy trójfazowej i nie należy dopuszczać w tym uzwojeniu do prądu przekraczającego wartość znamionową. W silniku zwartym kryterium to traci, oczywiście, na ostrości.

Wartość prądu w wirniku znajdujemy jak następuje: Składowe obu kolejności w stojanie:

$$I_{SI} = I_{SII} = \frac{15,7}{\sqrt{3}} = 9,07 \text{ A,}$$

składowa II kolejności w wirniku:

$$I'_{wII} \cong I_{SII} = 9,07 \text{ A,}$$

składowa I kolejności w wirniku:

$$(19) \quad \hat{I}'_{wI} = \hat{I}_{SI} - \hat{I}_u.$$

I_u dla 380 V wynosi 6,2 A. Przyjmując, że w okolicy napięcia znamionowego I_u jest proporcjonalne do U^2 , otrzymujemy dla składowej I kolejności (równiej $87,5\%$ U_{zn}) $I_u = 6,2 \cdot 0,875^2 = 4,75 \text{ A}$. Z wystarczającą dokładnością można przyjąć, że dla niewielkich poślizgów $\hat{I}_u \perp \hat{I}'_{wI}$ (ob. wykres kołowy), stąd zaś

$$I'_{wI} = \sqrt{9,07^2 - 4,75^2} = 7,75 \text{ A.}$$

Prąd płynący w uzwojeniu wirnika wynosi według równania (7)

$$I'_w = \sqrt{I'_{wI}^2 + I'_{wII}^2} = 11,9 \text{ A.}$$

Prąd znamionowy w uzwojeniu wirnika, odniesiony do stojana, wynosi 11,1 A, przekroczono go więc w tym wypadku o $\sim 7\%$; nie jest to przekroczenie duże, ale wskazuje na to, że dalsze powiększanie momentu ponad 50% M_{zn} byłoby przy pracy jednofazowej niewłaściwe.

Suma strat w miedzi obu uzwojeń wynosi:

$$\Delta P_{cu} = 2 \cdot I_s^2 \cdot r_1 + 3 \cdot I'_w{}^2 \cdot r'_2 = 326 + 402 = 728 \text{ W.}$$

Suma strat w miedzi przy 50-procentowym momencie odpowiada prawie dokładnie stratom w miedzi przy znamionowym obciążeniu trójfazowym, daje to także wskazówkę co do nieprzekraczania momentu ponad 50% M_{zn} .

Praktyka bywa w tym wypadku jeszcze ostrożniejsza, gdyż spotyka się zdanie, że przy pracy jednofazowej nie należy przekraczać ok. 40% momentu znamionowego. Ma to na celu nieprzekraczanie podczas pracy jednofazowej prądu znamionowego w stojanie (prąd znamionowy występuje na ogół już przy obciążeniu silnika ok. 45% M_{zn}). Jednocześnie, jak wynika z dotychczasowych rozważań,

Rys. 12 przedstawia wykres prądów i napięć w stanie zwarciovym oraz ich składowe symetryczne:

$$(20) \quad U_{II} = U_{III} = \frac{U_{I,3}}{3},$$

a stosunek napięcia fazowego każdej kolejności do napięcia fazowego przy zasilaniu symetrycznym wynosi

$$(21) \quad \frac{U_{fI}}{U_{fsym}} = \frac{U_{I,3/3}}{U_{I,3}/\sqrt{3}} = \frac{1}{\sqrt{3}} \approx 0,58.$$

Porównując to wyrażenie z wyrażeniem (11) (dla przypadku „a”), można stwierdzić, że podczas zwarcia napięcie fazowe każdej składowej jest w przypadku „b” wyższe w stosunku $\frac{2}{\sqrt{3}}$ (czyli około 15%) niż w przypadku „a”.

Prąd fazowy zwarciovym każdej składowej jest więc w przypadku „b” także o $\sim 15\%$ większy niż w przypadku „a” (rys. 1). Prąd zwarciovym ($s = 1$) płynący z sieci (rys. 12, linia kreskowana) wynosi:

$$(22) \quad I_b = 2 \cdot I_{II}.$$

Stosunek prądów sieciowych w wypadkach „a” i „b” otrzymujemy, porównując wyrażenia (1) i (22) oraz biorąc pod uwagę to, że I_I w przypadku „b” jest $\frac{2}{\sqrt{3}}$ razy większe niż w przypadku „a”:

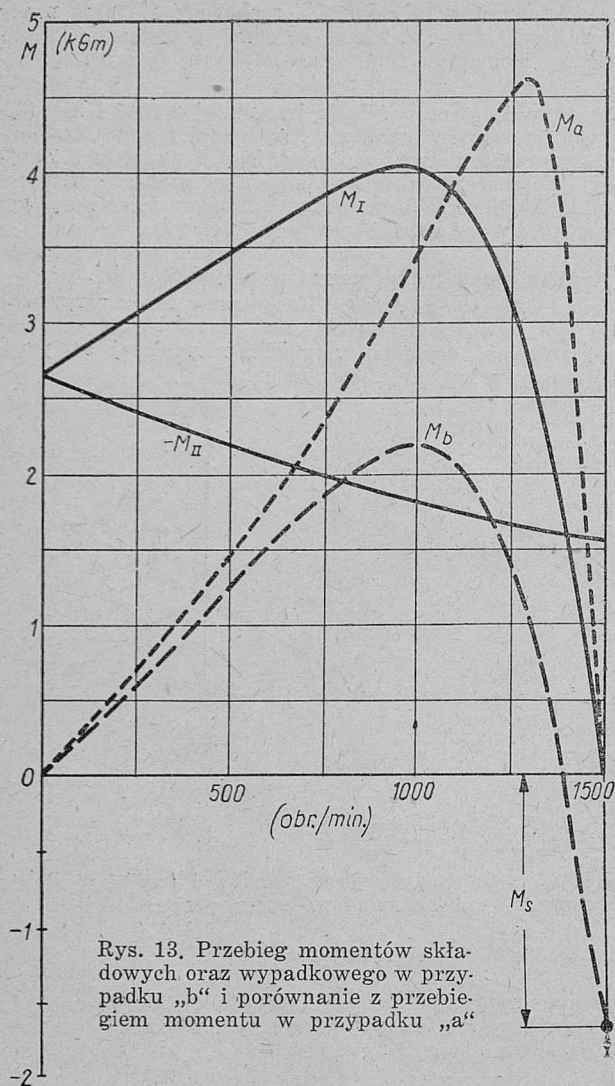
$$\frac{I_b}{I_a} = \frac{2 \cdot I_{II}}{\sqrt{3} I_{Ia}}; \quad I_{II} = \frac{2}{\sqrt{3}} \cdot I_{Ia},$$

stąd zaś

$$(23) \quad \frac{I_b}{I_a} = \frac{4}{3}.$$

Tak więc w przypadku „b” z sieci płynie prąd o 33% większy niż w przypadku „a”, a zatem większy także o ok. 16% od prądu płynącego podczas zwarcia trójfazowego symetrycznego.

Pomiary wykonane w laboratorium potwierdzają te liczby z dużą dokładnością. Podczas ruchu ($s = 1$) powstają jeszcze większe i bardziej istotne różnice między obu przypadkami.



Rys. 13. Przebieg momentów składowych oraz wypadkowego w przypadku „b” i porównanie z przebiegiem momentu w przypadku „a”

W miarę wzrostu prędkości prąd wywołany przez składową napięcia I kolejności maleje i gdy $n = n_s$, osiąga niewielką wartość prądu biegu jałowego przy 58% napięcia według równania (21), wynosi więc ok. 13–20% I_{zn} .

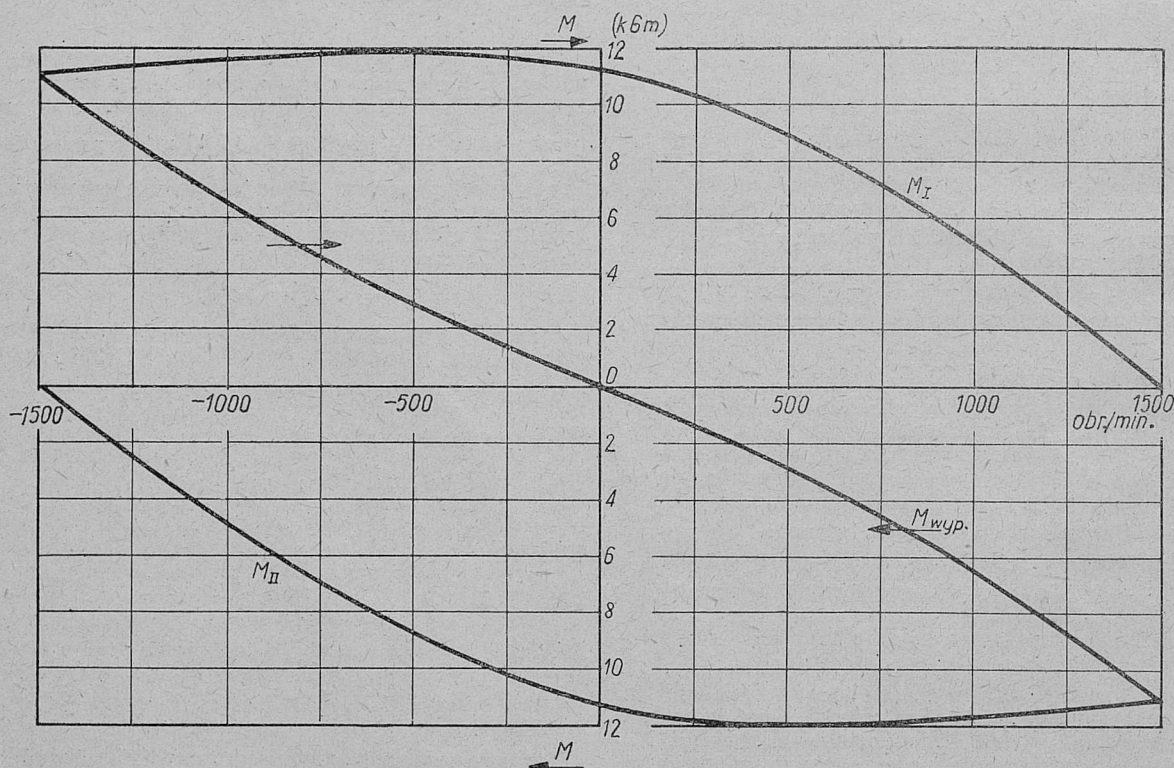
Jednocześnie napięcie drugiej kolejności powoduje przepływ dużego prądu nadzwyczajowego odpowiadającego także 58% U_{zn} (ok. 300–450% I_{zn} *). Tak więc prąd drugiej kolejności znacznie przewyższa prąd znamionowy; przy $n = n_s$ przewyższa on prąd I kolejności przeszło 20-krotnie, co powoduje, że podczas biegu synchronicznego w uzwojeniach silnika płyną prądy niemal symetryczne, lecz o kolejności odwrotnej do kierunku obrotów maszyny.

Przebieg momentu i możliwości pracy hamulcowej. Przebieg momentu obrotowego jest także bardzo niekorzystny. Moment wypadkowy jest różnicą momentów odpowiadających sztywnemu napięciu 0,58 U_{zn} dla obu kolejności. Dla konkretnego przypadku omawianej już maszyny na 6,5 kW, 1410 obr./min. przedstawiono przebieg momentu na rys. 13. Na tym samym rysunku pokazano, dla porównania, linią kropkowaną przebieg momentu z rys. 11. Widać, jak mały moment rozwinąć może silnik w tym przypadku. Wielki prąd i mały moment wykluczają więc całkowicie możliwość pracy silnika w tych warunkach.

Rzeczą charakterystyczną jest, że moment osiąga wartość zero przy obrotach wyraźnie niższych od n_s . Aby silnik mógł biec synchronicznie, należałoby go napędzać dość znacznym momentem M_s (rys. 13). Obroty, przy których silnik uzyskuje $M = 0$, zależą od charakteru przebiegu krzywej momentu trójfazowego i są tym niższe, im mniejszą wartość posiadają obroty utyku trójfazowego (tzn. obroty, przy których występuje $M_{\max}$).

Jeżeli w obwód wirnika włączyć rozrusznik, to oprócz zmniejszenia wartości prądu można uzyskać przesunięcie największego momentu trójfazowego $M_{\max}$ aż na ujemną wartość obrotów i w konsekwencji tego obroty, przy których uzyskuje się podczas biegu jednofazowego $M = 0$, przesuwają się do stanu spoczynku $n = 0$ (rys. 14). W tym wypadku przy dowolnej wartości obrotów spodziewać się można tylko momentu hamującego, niezależnie od kierunku wirowania silnika. Tego rodzaju połączenie znalazło praktyczne zastosowanie w dziedzinie hamowania.

*) W stanie $s = 2$ przy znamionowym napięciu trójfazowym prąd wynosi na ogół 500–750% I_{zn} .



Rys. 14. Przebieg momentów składowych i wypadkowego w przypadku „b” przy zastosowaniu rozrusznika w wirniku (silnik pierścieniowy na 22 kW, 1460 obr./min.)

4. Wnioski.

W konkluzji można ustalić, że jednofazowa praca silnika możliwa jest jedynie w przypadku „a”, podanym na rys. 1. Przypadek „b” z rys. 2 nie stwarza możliwości pracy jednofazowej, pozwala natomiast uzyskać przy odpowiednim doborze oporu rozrusznika zjawisko hamowania, niezależne od kierunku i prędkości wirowania maszyny. Moment hamujący znika jedynie w przypadku $n = 0$ (rys. 14), co jest niewątpliwą zaletą tego systemu hamowania, gdyż pozwala na zatrzymanie się maszyny bez przykłej tendencji do obrotów w kierunku przeciwnym, jak na przykład podczas hamowania przeciwwprędem.

LITERATURA

Kamień I. M. Metody issledowanja niesimietrycznych schiem asinchronnych dwigatielej, Elektriczewstwo, 1950, 11

MGR INŻ. TADEUSZ KLARNER

Pomiar poboru energii elektrycznej przez odbiorców przemysłowych

621.117.385:621.312

Treść. Nadzór nad racjonalnym użytkowaniem przez odbiorców przemysłowych energii elektrycznej oraz kontrola trzymania przydzielonych im mocy granicznych pociąga za sobą konieczność mierzenia wielkości pobieranej mocy i ilości energii w różnych porach doby. Potrzebne są do tego celu przyrządy pomiarowe nowego typu. Autor proponuje zastosowanie liczników energii czynnej dwutaryfowych z dwoma niezależnymi wskaźnikami mocy 15-minutowej. Równocześnie zastosowanie dwutaryfowych liczników energii biernej pozwoli na właściwe ujęcie pomiaru $\cos \varphi$ u odbiorcy i stworzy nowe możliwości taryfowe zachęcenia odbiorców do jak najbardziej korzystnego regulowania przebiegów obciążenia w zakładach przemysłowych.

Новое предложение в области измерения электрической энергии у промышленных потребителей. Надзор за правильным пользованием электрической энергией в промышленных предприятиях и контролирование назначенной предельной мощности требуют измерения потребляемой мощности и потребляемой энергии в различное время суток. Для этого нужны измерительные приборы нового типа. Автор предлагает применение двухтарифных счетчиков активной энергии с двумя независимыми указателями 15-минутной мощности. Одновременное применение двухтарифных счетчиков реактивной энергии позволит правильно оценить коэффициент мощности у потребителя и создаст новые возможности тарифного воздействия, которое позволит поощрять потребителей к правильному регулированию нагрузки в промышленных предприятиях.

A novel conception of measuring electric power consumption at industrial consumers. Supervision over the rational consumption of electric power by industrial consumers and control over their adherence to the power limits allocated to them makes it imperative to check the magnitude of load and number of kilowatt-hours consumed during various periods of the day. This requires new types of measuring instruments. The authors suggest the use for load over a period of 15 minutes. The simultaneous use of two-rate active power meters will enable the proper determination of the consumer's power factor and create new tariff opportunities inducing consumers to adjust the load curve in his industrial enterprise within optimum limits.

Nowe zadania energetyki. W socjalistycznej gospodarce planowej przebieg wytwarzania energii elektrycznej w czasie nie jest pozostawiony sam sobie, lecz, przeciwnie, jest regulowany przez odpowiednie oddziaływanie na przebieg zapotrzebowania mocy i energii elektrycznej u poszczególnych wielkich odbiorców. Tylko takie podejście może zapewnić najbardziej racjonalne warunki eksploatacji i pełnego wyzyskania istniejących urządzeń energetycznych oraz właściwą skalę nowych inwestycji.

Tendencje te znalazły w nas wyraz w zarządzeniach przewodniczącego PKPG nr 310 z dn. 30. 7. 51 r. w sprawie limitowania mocy u odbiorców i w zarządzeniu nr 237 z dn. 17. 6. 51 r. w sprawie wprowadzenia w życie norm jednostkowego zużycia energii elektrycznej w przemyśle, jak również w nowo opracowanych przepisach użytkowania energii elektrycznej, które stanowią podstawę prawną regulującą wzajemne stosunki (prawa i obowiązki) między odbiorcą i dostawcą.

Jeżeli wychodzić z tych założeń, to sprawę właściwego i prawidłowego rozkładu (w czasie) poboru mocy, a — co za tym idzie — i energii elektrycznej przez odbiorców przemysłowych nie należy traktować jako dorywczej akcji, podyktowaną chwilowym deficytem mocy w elektrowniach i zmierzającą do doraźnego ograniczenia szczytowego obciążenia w poszczególnych układach energetycznych, lecz jako trwałą, opartą na doświadczeniach energetyki radzieckiej, metodę regulowania programów obciążeń u odbiorców przemysłowych. Roztoczenie nadzoru i kontroli nad racjonalnym użytkowaniem energii elektrycznej zarówno co do ilości i mocy, jak i co do celowości jej stosowania, oraz nad właściwym wyzyskaniem istniejących urządzeń elektroenergetycznych u odbiorców daje możliwość wyzwolenia w ciągu kilku lat ogromnych ukrytych rezerw mocy w urządzeniach wytwórczych, przesyłowych i rozdzielczych oraz osiągnięcia wielkich oszczędności, wynoszących setki tysięcy ton w rozchodzie paliwa i miliony złotych w kosztach nowych inwestycji energetyki zawodowej.

Osiągnięcia radzieckie. Wymownym przykładem celowości takiej akcji są osiągnięcia uzyskane w ZSRR na odcinku walki o poprawę $\cos \varphi$ *). W ciągu 9 lat

Kamień I. M. Rabota asinchronnowo dwigatiela pri niesimietrycznych schiemach i soprotiwlenje nulewoj posledowatelnosti, Elektriczewstwo, 1949, 10

Mierkin G. B. Rabota asinchronnowo dwigatiela pri niesimietrii w satorie, Elektriczewstwo, 1940, 11

Biergier A. J. Asinchronnyj dwigatiel w anormalnych reżimach, WETA, 1933, str. 196

Aglicki G. A. Rabota triechfaznoj indukcionnoj masziny w tormoznom reżimie, Elektriczewstwo, 1933, 19

Seiz und Drehmann. Dreiphasenasynchronmaschine mit unsymmetrischer Schaltung, Arch. f. Elektr., 1936, 1

Schuisky W. Unsymmetrische Schaltungen der Ständerwicklung des Induktionsmotors, Arch. f. Elektr., 1934, II

Dahl O. G. C. Electric circuits — theory and applications, New York, Mc Graw-Hill, 1928

Śliwiński T. Praca silników indukcyjnych zasilanych niesymetrycznym układem napięć, Przegl. Elektr., 1950, 7/8

od 1932 r. do 1940 r. przeciętny (średni ważony) współczynnik mocy w radzieckich układach energetycznych wzrósł z 0,76 do 0,875. Poprawa ta pozwala przy tej samej mocy zainstalowanej w urządzeniach wytwórczych i przesyłowych pokryć o 15,5% wyższe zapotrzebowanie mocy czynnej, a więc zaoszczędzić inwestycji w takich samych rozmiarach. Po chwilowym zahamowaniu, a nawet obniżeniu wartości $\cos \varphi$ w okresie wielkiej wojny, od 1946 r. następuje ponowny wzrost współczynnika mocy, a 1950 r. przyniósł dalszy sukces przez osiągnięcie wartości 0,89. Równie pięknym wynikiem mogą się poszczycić energetycy radzieccy, jeśli idzie o stopień wyzyskania ich urządzeń wytwórczych, który wyraża się liczbą ok. 7000—7500 godzin rocznego wyzyskania mocy szczytowej.

Środki oddziaływania na odbiorców. Nasuwa się z kolei pytanie, jakie środki zostały zastosowane przy realizacji tych osiągnięć. Nie ulega wątpliwości, iż roztoczenie czynnej kontroli i fachowego nadzoru nad gospodarką energetyczną w zakładach przemysłowych przez Państwową Inspekcję Energetyczną przy Ministerstwie Elektrowni w ZSRR oraz wyposażenie tej instytucji w bardzo szerokie kompetencje — odegrały tu bardzo poważną rolę. Ten podstawowy element działania, którego zastosowanie w szerokim zakresie jest możliwe do przeprowadzenia tylko w planowej gospodarce socjalistycznej, został wzmocniony odpowiednią polityką taryfową zwłaszcza na odcinku opłat i bonifikat za współczynnik poboru mocy. Właściwa bowiem konstrukcja taryfy za energię elektryczną pozwala odbiorcy przemysłowemu na uzyskanie realnych oszczędności w kosztach zakupu energii, a więc i własnej produkcji przemysłowej. Tym samym wpływa ona na fundusz zakładów, dając możliwość premiovania za osiągnięte wyniki w gospodarce energetycznej, wyniki idące po linii jak najbardziej racjonalnego i pełnego wyzyskania urządzeń własnych oraz zasilającego układu energetycznego.

Wady taryfy dwuczłonowej. Mówiąc o strukturze taryf należy stwierdzić, że powszechnie stosowana

* Czumakow N. M. O taryfnych mieroprijatiach po wywyszenju koeficienta moszcznosti ($\cos \varphi$) w promyszlennosti (Promyszlennaja Energietika, 1951, nr 10).

obecnie przy rozliczeniach z odbiorcami przemysłowymi taryfa dwuczłonowa z opłatami za moc i za energię nie spełnia w prawidłowy sposób swego zadania w nowych warunkach regulowania przebiegu obciążenia u odbiorców. Wprawdzie nadal dzięki degresywności średniej ceny kWh zachęca ona odbiorców do jak najpełniejszego wyzyskania pobieranej mocy, jednakże nie uwzględnia momentu, w którym występuje największy pobór.

Wzrost wyzyskania mocy może nastąpić bądź na drodze zwiększenia ilości pobieranej energii przy tej samej mocy poboru, co nie zawsze jest ekonomicznie uzasadnione w skali potrzeb ogólnokrajowych, jak np. przy stosowaniu grzejnictwa elektrycznego tam, gdzie z powodzeniem może być ono zastąpione innymi postaciami energii, bądź też na drodze zmniejszenia wielkości pobieranej mocy przy zachowaniu tej samej ilości energii. W pierwszym przypadku konieczne jest, aby pobór zwiększonej ilości energii miał racjonalne i ekonomicznie uzasadnione przeznaczenie, w drugim przypadku ważne jest, aby zmniejszenie poboru mocy następowało w czasie szczytowego obciążenia układu zasilającego. Ponieważ taryfa dwuczłonowa w jej dotychczasowej postaci nie uwzględnia żadnego z tych czynników, lecz automatycznie obniża cenę średnią, można ją uważać za pozostałość gospodarki kapitalistycznej. W tej bowiem gospodarce stosunek odbiorcy i dostawcy energii elektrycznej ogranicza się do rozliczeń finansowych, mających na celu tylko pokrycie z nadwyżką kosztów własnych dostarczanej energii i pozostawiających na uboczu sprawę racjonalnego jej użytkowania oraz racjonalnego wyzyskania (w skali ogólnokrajowej, a nie pojedynczego zakładu energetycznego) istniejących energetycznych urządzeń wytwórczych i przesyłowych.

Znaczenie elementu czasowego. Nie przesądzając właściwej formy taryfy, która w przyszłości będzie zastosowana, należy stwierdzić, że dla prowadzenia oszczędnej i racjonalnej gospodarki energetycznej konieczne jest uwzględnienie nie tylko samej wysokości pobieranej przez odbiorcę mocy, lecz i momentu, w którym pobór odbywa się, oraz uwzględnienie udziału odbiorcy w szczycie układu zasilającego. Z drugiej strony dla prowadzenia nadzoru i kontroli nad prawidłowym dotrzymywaniem przez odbiorcę wyznaczonego mu przez dostawcę przebiegu obciążenia dobowego niezbędne staje się zainstalowanie u odbiorcy odpowiednich przyrządów pomiarowych, które pozwoliłyby w sposób obiektywny i niezawodny, bez absorbowania niepotrzebnie pracy ludzkiej, stwierdzić przestrzeganie narzuconej dyscypliny poboru. Tak więc zarówno ze względów taryfowo-pomiarowych, jak i ze względu na kontrolę dyscypliny poboru przyzależnej mocy, sprawa doboru właściwych przyrządów pomiarowych wysuwa się na pierwszy plan.

Przyrządy pomiarowe a struktura taryfy. Nie należy również zapominać, że sam wybór takiej czy innej taryfy zależy w dużej mierze od sortymentu i rodzajów przyrządów pomiarowych, które w danym okresie znajdują się w dyspozycji dostawcy i mogą być wytwarzane w fabrykach krajowych. Doświadczenie ostatnich lat jasno wykazało, jak wielkie trudności występują w praktyce codziennej, jeśli przy układaniu taryf nie uwzględni się w dostatecznej mierze tego czynnika. Wystarczy wspomnieć, że obecna taryfa dla odbiorców przemysłowych, przewidująca porównanie rzeczywiście pobranej mocy maksymalnej ze zgłoszoną za pomocą liczników ze wskaźnikami mocy 15-minutowej, wobec braku takich liczników zmusza dostawcę w wielu wypadkach bądź do całkowitego zaniechania kontroli, bądź też do uciekania się do pomiarów zastępczych nie zawsze odtwarzających w sposób właściwy rzeczywisty stan.

Podobnie ma się sprawa z pomiarem współczynnika mocy. W zasadzie winien on być mierzony w czasie największego obciążenia. W rzeczywistości wobec braku odpowiednich przyrządów mierzy się średnią wartość współczynnika mocy, wynikającą ze stosunku ilości pobranej w ciągu całego okresu obliczeniowego energii biernej (kVarh) do ilości energii czynnej (kWh). Tak obliczona wartość nie tylko nie daje obrazu wielkości obciążenia mocą bierną w czasie poboru największej mocy i powodowanych tym samym przez odbiorcę kosztów, lecz w pewnych warunkach doprowadza do zgoła absurdalnych wyników, dając podstawę odbiorcy do niezbyt uzasadnionego korzystania

z bonifikat w opłatach i zmniejszenia pełnych kosztów nabywania energii elektrycznej, jakkolwiek nastąpił wzrost poboru energii czynnej (w okresie pozaszczytowym), a tym samym powiększyły się koszty własne dostawcy. Do podobnych wniosków doszli również energetycy radzieccy, o czym świadczą podejmowane w ostatnich czasach liczne dyskusje i wypowiedzi w prasie fachowej *).

Niewątpliwie najbardziej pełny obraz przebiegu poboru mocy u odbiorców dają kilowatomierze zapisujące. Ponieważ jednak przyrządy tego typu są bardzo kosztowne i kłopotliwe w eksploatacji, należy ich stosowanie ograniczyć do największych odbiorców, którzy z jednej strony przedstawiają poważny udział w całkowitym obciążeniu zasilającego układu energetycznego, a zatem wywierają duży wpływ na kształtowanie się wykresów dobowego wytwarzania, i dla których z drugiej strony koszty pomiaru nawet tymi skomplikowanymi przyrządami stanowią znikomy procent w ogólnych kosztach zaopatrywania ich w energię.

Właściwy typ liczników elektrycznych. W stosunku do licznych rzesz odbiorców przemysłowych średniej wielkości należałoby szukać innego rozwiązania. Takim rozwiązaniem mogłoby być zastosowanie liczników dwutaryfowych z dwoma wskaźnikami 15-minutowej mocy, sprzężonymi każdy z odpowiednim liczydłem. Rozwiązanie konstrukcyjne takiego licznika nie powinno nastroczać większych trudności i jeśli nie znalazł on dotąd zastosowania, to tylko wskutek braku zainteresowania ze strony dostawców energii w uzyskaniu takich danych. Wyposażenie każdego liczydła w oddzielny wskaźnik mocy pozwoli ustalić najwyższą 15-minutową moc pobieraną w dwu porach doby, na które ze względu na potrzeby zasilającego układu energetycznego doba będzie podzielona, a więc np. w godzinach szczytowych i w godzinach pozaszczytowych lub też w porze dziennej i w porze nocnej.

W ten sposób do pomiarów pobieranej przez odbiorców energii i mocy wprowadzony zostałby czynnik czasu, bez którego ocena prawidłowego i racjonalnego rozkładu w czasie poboru mocy i energii nie jest do pomyślenia. Dalszym udoskonaleniem takiego licznika byłoby wyposażenie go w dodatkowy wskaźnik liczby przekroczeń ustalonej wielkości mocy, która została odbiorcy przydzielona na daną porę doby, np. na godziny szczytowe, i której powinien on ściśle dotrzymywać. Wystarczy, jeśli wskaźnik taki wykazywać będzie dokładnie w granicach 1 do 10 przekroczeń, a dalszych już nie rejestrowałby. W zastosowaniu do obecnie prowadzonej akcji ograniczania mocy u odbiorcy liczniki proponowanego typu, ustalające najwyższy pobór mocy w godzinach szczytowych i pozaszczytowych oraz liczbę przypadków przekroczenia przydzielonego limitu mocy, przedstawiałyby znaczne usprawnienie w kontroli dochowania limitów i pozwoliłyby na dużą oszczędność pracy personelu, prowadzącego zapisy kontrolne.

Jeśliby proponowany układ dla pomiaru mocy i energii czynnej uzupełnić licznikiem dwuczłonowym energii biernej, wykorzystując wspólny zegar sterujący, to uzyskałoby się możliwość określania średniego $\cos \varphi$ w czasie godzin szczytowych, w czasie godzin pozaszczytowych oraz przeciętny z okresu obliczeniowego. Z kolei pozwoliłoby to o wiele bardziej prawidłowo oceniać właściwą gospodarkę energią bierną u odbiorcy, a zwłaszcza kontrolować prawidłowe użytkowanie urządzeń do kompensacji spójności mocy.

Wprowadzenie elementu czasowego do pomiaru mocy i energii otwiera dla dostawcy i odbiorcy możliwości stosowania różnych cen kWh i kW w różnych porach doby, co bez ryzyka ze strony dostawcy pozwoliłby wzmocnić znaczenie zachęty taryfowej do jak najbardziej korzystnego dla niego rozkładu obciążenia w ciągu doby u odbiorców.

Program działania. Poruszone powyżej zagadnienia wymagają nie tylko omówienia i przedyskutowania ich w gronie zainteresowanych fachowców, lecz również i dłuższego czasu niezbędnego do realizacji.

Przed wszystkim energetyka zawodowa i współdziałająca z nią instytucje, jak Państwowa Inspekcja Energetyczna przy M. P. C. oraz Główny Urząd Miar, powinny

*) Tarifnyje mieroprijatia w borbie za powyszenie $\cos \varphi$. Dyskusja: Lobanow W. N., Kamiń I. M., Serbinowski G. W., Sadowski N. A., Semin A. E. (Elektriczestwo, 1950, nr 7 i 11; 1951, nr 6).

opracować i ustalić koncepcję długofalowego przeprowadzania u odbiorców pomiarów energii elektrycznej. Koncepcja taka po uzyskaniu aprobaty ze strony czynników miarodajnych i po uzgodnieniu jej z przemysłem elektrotechnicznym co do możliwości i terminów uruchomienia produkcji ustalonych typów przyrządów pomiarowych stanowiłaby linię rozwojową na przyszłość dla przemysłu energetycznego w zakresie gospodarki licznikowej, a dla zakładów produkujących elektryczne aparaty pomiarowe w zakresie rozszerzenia sortymentów produkcji krajowej.

Tak więc z chwilą, kiedy gospodarka energetyczna wstąpiła na słuszną i jedyną drogę regulowania produkcji energii elektrycznej poprzez planowe kształtowanie przebiegów obciążenia u poszczególnych odbiorców przemysłowych, należy uznać za właściwe i na czasie ustalenie już obecnie wyraźnej linii postępowania na przyszłość w zakresie pomiarów energii elektrycznej i dlatego byłoby ze wszech miar pożądane, aby zainteresowane w tym fachowe czynniki zabrały głos w tej kwestii.

MATERIAŁY ELEKTROTECHNICZNE

Wyniki obrad I Konferencji materiałoznawstwa elektrycznego (Wrocław, 3—5. IV. 51)

I. Materiały elektrotechniczne w planie 6-letnim

Dyskusja pod przewodnictwem prof. P. Nowackiego nad referatem prof. J. I. Skowrońskiego na powyższy temat (PE, 1951, z. 4/5/6, str. 142—148)

Inż. HARASIMOWICZ. W referacie prof. Skowrońskiego przemysł maszyn elektrycznych i aparatów występuje w podwójnej roli: jako dostawca materiałów elektrycznych i jako ich odbiorca.

Krótką historią Fabryki M 6 daje obraz trudności, które napotykała produkcja materiałów izolacyjnych. Fabryka powstała w r. 1947, lecz nie miała początkowo potrzebnych maszyn i urządzeń. Technologia produkcji trzeba było opracować od podstaw. Stopniowo trudności są pokonywane i fabryka może wykazać się już pewnym dorobkiem.

Współpraca z Głównym Instytutem Elektrotechniki przybrała formy właściwe. W ostatnim roku nawiązano łączność z przemysłami papierniczym, włókienniczym, hutniczym i chemicznym przez pracę zespołów roboczych, skupiających wybranych fachowców. Tą drogą ustala się warunki techniczne, którym materiały powinny odpowiadać, oraz warunki, które muszą być spełnione dla umożliwienia właściwej produkcji tych materiałów. Np. przemysł papierniczy dotychczas nie zdawał sobie sprawy z tego, że dodatek celulozy słomowej do produkcji preszpanu powoduje znaczne obniżenie jego własności. Okazało się, że nasz preszpan produkowany bez dodatku celulozy słomowej posiada własności znacznie lepsze od preszpanów zagranicznych. Kontakt fachowców różnych gałęzi produkcji daje więc jak najlepsze rezultaty.

Wielką uwagę należy zwrócić na oszczędność miedzi. Jest to problem bardzo trudny. Trzeba wszak unikać stosowania aluminium przy produkcji maszyn elektrycznych.

Zagadnienie kluczowe stanowi również jakość materiałów magnetycznych. Przy zagranicznych dostawach transformatorów napotykalimy trudności z tego powodu: trzeba było przeprowadzić selekcję blach, aby sprostać wymaganiom dostaw eksportowych.

Obecnie przygotowujemy produkcję silników asynchronicznych serii A wg dokumentacji technicznej otrzymanej z ZSRR. Potrzebne są do nich materiały elektryczne bardzo wysokiej jakości. Seria ta daje oszczędność miedzi dochodzącą do 40% i więcej. Wprowadzenie jej jest uwarunkowane dostawą nie tylko blach magnetycznych odpowiedniej jakości, ale i specjalnych materiałów izolacyjnych, jak włókno szklane. Silniki AO budowy zamkniętej, stanowiące odmianę serii A, izolowane są wyłącznie włóknem szklanym i stąd też produkcja tego włókna w kraju jest warunkiem nieodzownym wprowadzenia produkcji tych silników. Według zapewnień C. Z. P. Wł. Szt. włókno szklane będzie nam dostarczane w wymaganej ilości w 1952 r. To jednak nie rozwiązuje zagadnienia, gdyż poza tym powinny być produkowane taśmy szklane i tkanina szklana. Lakier gliftalowy nie wyczerpuje możliwości, które daje włókno szklane.

W referacie wysunięto deziderat wyodrębnienia niektórych fabryk i przyłączenia ich do przemysłu elektrotechnicznego dla zapewnienia ciągłości produkcji materiałów izolacyjnych o jednolitych warunkach technicznych. Obecnie sytuacja jest taka, że np. każda beczka lakieru, którą otrzymuje przemysł elektrotechniczny, po-

siada materiał o odrębnych własnościach fizycznych. Taka sytuacja stwarza w produkcji elektrotechnicznej wiele kłopotów. Lakiery z każdej dostawy są inne i wymagają przed użyciem uprzedniego zbadania, co nie jest łatwe.

Technologia wyrobów uwarstwionych stosowana przez nas jest przestarzała i urządzenia są nieodpowiednie. GIEL daje nam cenne wskazówki, ale to nie rozwiązuje sprawy i musimy zwrócić się o pomoc do ZSRR.

Dr FARNIK. Referat prof. Skowrońskiego zawiera zarzuty, że materiały dostarczane przemysłowi elektrotechnicznemu nie są odpowiedniej jakości, wskutek czego rozwój tego przemysłu jest hamowany.

Producenta wychowuje odbiorca; w miarę stawiania wyższych wymagań producent musi podnieść poziom swojej produkcji. Nasz przedwojenny przemysł elektrotechniczny miał wymagania prymitywne. Obecnie nastąpił jego rozwój i wzrosły wymagania w stosunku do tworzyw, dostarczanych przez przemysł hutniczy, który też stara się usunąć braki na odcinku elektrotechnicznym.

Zagadnienie blach transformatorowych jest dwójakiego rodzaju — ilościowe i jakościowe. Zagadnienie ilości związane jest z możliwościami produkcyjnymi i z koniecznością eksportu za granicę. Do uzyskania wysokiej jakości potrzebne są urządzenia, których nam brak. Musimy blachę transformatorową dzielić na lepszą i gorszą. Eksportować można tylko wyższy gatunek, w kraju trzeba zużyć również niższe gatunki. Przemysł hutniczy zna te zagadnienia i stara się je rozwiązać.

Jeśli chodzi o materiały magnetyczne twarde, to zapotrzebowanie na nie wzrosło niewspółmiernie. Na rok bieżący jest ono o 200% większe od zgłoszonego przed przeszło rokiem zapotrzebowania na 6 lat; mimo to możemy mu sprostać.

Produkcja drutów oporowych jest opanowana. Należy się spodziewać, że asortyment zasadniczy będzie pod koniec br. wyprodukowany, a import ograniczony.

Niedawno zajęliśmy się technologicznym opracowaniem produkcji przewodów bimetalowych.

Zagadnienie materiałów o dużej przenikalności magnetycznej będziemy starali się rozwiązać, choć zapotrzebowanie ilościowe tych materiałów jest nieznaczne przy dużym asortymencie.

Przemysł hutniczy przejął również produkcję materiałów proskowych: styków, magnesów spiekanych, drutów wolframowych i molibdenowych.

Pracę mamy utrudnioną z tego względu, że elektrotechnika jest wiedzą specjalną, opartą na głębokiej znajomości fizyki. Elektrycy powinni nas bliżej zaznajamiać z potrzebami elektrotechniki.

Prof. NOWACKI. Nie zgadzam się z poglądem kol. Harasimowicza, że aluminium należy traktować jako trzeciorzędny materiał w produkcji maszyn elektrycznych. Aluminium jest stosowane w silnikach indukcyjnych z wirnikiem klatkowym o mocy rzędu 10 kW oraz w transformatorach. Przy użyciu aluminium straty dodatkowe w silnikach są niższe o 20% ze względu na większą oporność

elektryczną, a tym samym mniejsze prądy wirowe. Wykonanie nowej serii silników tego rodzaju wymaga jednak odpowiedniego przygotowania. Zagadnienie jest bardzo ważne ze względu na znaczną oszczędność miedzi.

Inż. KEDZIORA. Prof. Skowroński podkreśla, że „spżycie materiałów przez elektrotechnikę stoi w odwrotnym stosunku do wymagań, które musi ona tym materiałom stawiać“. Przemysł elektrotechniczny wymaga poza tym dużego asortymentu materiałów. Brak materiału należytej jakości pociąga za sobą znaczne straty i usterki w produkcji przemysłu elektrotechnicznego, a więc niedogodności i zakłócenia w pracy innych przemysłów.

Inż. PASZKOWSKI. Telekomunikacja potrzebuje niedużych ilości materiałów, ale wysokiej jakości. Należą do nich: 1) materiały przewodzące, jak wolfram i molibden; 2) feniko — materiał o odpowiedniej oporności i małym współczynniku rozszerzalności w granicach temperatur 0—500°C; 3) nikiel czysty (w niklu katodowym zanieczyszczenia nie mogą przekraczać 1,5—2%) ; 4) miedź próżniowa — potrzebna do lamp dużej mocy od 10 kW wzwyż; 5) szkło o małym współczynniku rozszerzalności i odpowiedniej temperaturze obróbki; można posługiwać się szkłem krzemowym o współczynniku rozszerzalności 80—100.10⁻⁷ (szkło miękkie) lub szkłem borokrzemowym (pyreks, duran) o współczynniku rozszerzalności 35 do 50.10⁻⁷ i temperaturze obróbki 800°C; 6) materiały ogniotrwałe, jak czyste tlenki glinu i magnezu; 7) gazy szlachetne: argon (sprowadzany z zagranicy, bardzo kosztowny), wodor (produkcyj krajowej pozostawia bardzo wiele do życzenia) oraz sześćfluorek krzemu (stosowany w budowie kondensatorów w ZSRR); 8) oleje próżniowe dobrej jakości; oleje sylikonowe (metano-krzemowe) mają znacznie wyższy punkt zapłonu i produkowanie ich w kraju jest koniecznością.

Konieczne jest szkolenie elektryków w technologii, aby umieli stawiać wymagania producentom i badać otrzymany materiał.

Inż. ŻARNECKI. Stosowanie takiej technologii, która nie psułaby własności magnetycznych i elektrycznych materiału, jest rzeczą bardzo ważną i często nie dajemy sobie z tym rady. Producent tych materiałów powinni uczyć elektryków właściwego korzystania z nich bez utraty ich dobrych własności.

Walka z korozją jest zagadnieniem, któremu trzeba by poświęcić odrębną konferencję.

Inż. NIEWIADOMSKI. Przemysł elektrotechniczny musi wiedzieć, jakimi materiałami może dysponować w planie 6-letnim. Niestety, nie są tu reprezentowane przemysły, od których zależy postęp przemysłu elektrotechnicznego (np. przemysł chemiczny, papierniczy itd.), a które wykazują małe zainteresowanie naszymi potrzebami. Musimy przeto twardo postawić swoje żądania wobec naszych dostawców.

W walce o eliminację surowców deficytowych przemysł nasz spotyka się z oporem ze strony PKN, a przecież nasze projekty opierają się na normach radzieckich (np. wyeliminowanie cynowania żył miedzianych).

Sprawa utworzenia lub wydzielenia specjalnych fabryk pracujących dla przemysłu elektrotechnicznego powinna być przez konferencję postawiona wyraźnie. Jeśli fabryki takie nie będą wyłączone z gestii innych przemysłów i nastawione na produkcję tylko dla przemysłu elektrotechnicznego, to nie możemy spodziewać się, aby ten ostatni rozporządzał kiedykolwiek dobrymi materiałami. Nadal każda beczka lakieru będzie inna, choć w ten sam sposób znakowana. Utworzenie fabryk specjalnych jest koniecznością, jakkolwiek przemysł chemiczny broni się przed tym.

Istnieją zagadnienia, jak np. produkcja włókna szklanego, które przechodzą od jednego centralnego zarządu do drugiego i nie znajdują właściwego dla siebie miejsca. Zagadnień takich jest wiele i sam GIEL nie jest w stanie im podać. Jednak metoda pracy, polegająca na utworzeniu dla każdego zagadnienia komisji roboczych, umożliwiła już rozwiązanie szeregu palących problemów w kró-

tkim czasie (np. problemu lakieru do drutów emaliowanych).

Materiałoznawstwo elektryczne jest specjalnie trudne, gdyż elektrycy przeważnie mało znają się na metalurgii, a metalowcy na elektrotechnice.

Inż. STATKIEWICZ. Fabryki narzekają na niedostateczną jakość materiałów, ale często narzekanie to jest spowodowane brakiem warunków technicznych — dostawca i odbiorca nie mają wspólnego języka.

Musimy położyć szczególny nacisk na szybkość opracowywania norm i warunków technicznych, które to sprawy są bardzo często przeciągane przez PKN. Zarządzenie M. P. C. w sprawie opracowywania niektórych norm przez poszczególne centralne zarządy nie rozwiązuje sprawy całkowicie. PKN powinien wydawać „przyspieszone“ arkusze warunków technicznych nie czekając na opracowanie idealnych norm. Normy zawierają częstokroć niepotrzebnie wysokie wymagania. Przez bezpośredni kontakt odbiorców z dostawcami można by sprowadzić wymagania odbiorców do sensownego poziomu.

Żądanie specjalizacji fabryk i przydzielenia niektórych fabryk do przemysłu elektrotechnicznego jest zupełnie słuszne. Na wielu odcinkach odstępiliśmy już od pierwotnego podziału i to z dobrym skutkiem. Nasz przemysł dysponuje fabryką porcelany, która produkuje takie same ilości fabrykatów dla elektrotechniki, jak pozostałe fabryki porcelany na terenie kraju, pozostające w gestii przemysłu ceramicznego. Sprawa steatytów do dziś dnia nie jest rozwiązana, choć wyszło w tej sprawie specjalne zarządzenie ministerstwa, a byłoby inaczej, gdyby to zagadnienie było opracowywane przez bezpośrednio zainteresowany przemysł.

Inż. MARKUSZEWICZ. Materiały dostarczane przez producenta muszą sprostać pewnym wymaganiom, które tylko wtedy będą spełnione, gdy zostaną jasno sformułowane na piśmie, nie koniecznie w postaci norm czy ich projektów. Trudne zagadnienie blach transformatorowych zostało pomyślnie rozwiązane dzięki jasno sprecyzowanemu wymaganiom.

Z produkcją materiałów magnetycznych o wymaganych własnościach związana jest sprawa miernictwa magnetycznego, w którym hutnicy słabo się orientują. Brak jest w fabrykach hutniczych odpowiednich przyrządów, które by pozwalały seryjnie mierzyć niektóre wielkości magnetyczne. Przemysł elektryczny powinien w tym przypadku przyjść z pomocą przemysłowi hutniczemu.

Chciałbym sprostować twierdzenie prof. Skowrońskiego, iż obniżenie stratności blach transformatorowych jest uzyskane drogą podwyższenia zawartości krzemu, co pociąga za sobą pogorszenie innych własności. Huty nasze stosują 4,2% krzemu, natomiast zagranicą stosuje się znacznie wyższy procent.

Prof. RABEK. Zagadnienie przejęcia pewnych gałęzi przemysłu chemicznego przez przemysł elektrotechniczny napotyka trudności. Przemysł chemiczny nie posiada specjalistów-elektryków, ale gdy pewne fabryki przemysłu chemicznego przejdą do przemysłu elektrycznego, będą one odczuwały brak chemików. Fachowców mamy bardzo mało, a także brak nam dokumentacji technicznej i urzędów.

Jedynym wyjściem z obecnej sytuacji jest bliska współpraca elektryków z chemikami. Należy stawiać ściśle i jasno sprecyzowane wymagania. Przemysł tworzyw sztucznych nie posiada fachowców i specjalistów i dlatego mamy szereg trudności, a współpraca między instytutami badawczymi i nami jest za mało rozwinięta. Instytut Tworzyw Organicznych nie posiada fachowców z dziedziny elektrotechniki dla tworzyw elektrycznych.

Zagadnienie sylikonów, rzeczywiście bardzo ważne, w praktyce przedstawia się źle, wymaga bowiem wyszkolonego personelu, którego nie posiadamy i w krótkim czasie mieć nie będziemy. Kwestia szkolenia fachowców jest bardzo ważna.

Inż. RAJSKI. Popieram ideę zorganizowania własnej produkcji materiałowej w granicach przemysłu elektrotechnicznego. Nam nie wolno używać materiałów złych i dlatego staramy się usilnie podnieść jakość materiałów, niestety, nasz wysiłek nie wywołuje

oddźwięku u naszych dostawców. Gdyby nam się udało przedstawić liczbowo straty wynikłe z używania materiałów złej jakości, wtedy opłacalność gospodarza zorganizowania własnej produkcji materiałowej byłaby udowodniona i uzyskalibyśmy poparcie.

II. Materiały magnetycznie miękkie

Dyskusja pod przewodnictwem prof. P. Nowackiego nad referatami: 1) Inż. M. Markuszewicz. Materiały magnetycznie miękkie (PE, 1951, z. 1/2/3, str. 69—73). — 2) Prof. dr A. Smoliński. Stal krzemowa w telekomunikacji. — 3) Inż. L. Turek. Urządzenia do pomiarów przenikalności i stratności materiałów magnetycznie miękkich.

Zagajenie inż. J. KURYŁOWICZA

Referaty obejmują zagadnienia dotyczące materiałów magnetycznie miękkich stosowanych zarówno w energoelektryce jak i teletelektryce.

Referat inż. M. Markuszewicza daje krótki przegląd materiałów i omawia bliżej własności żelaza i stopów żelazo-krzem. Autor wyraża pogląd, że dalszy rozwój materiałów magnetycznie miękkich dotyczyć będzie głównie materiałów o podstawie żelaza ze względu na jego niską cenę, w szczególności zaś blach walcowanych na zimno. Zwraca uwagę na czynniki, wpływające niekorzystnie na własności magnetyczne żelaza i związane z technologią zarówno produkcji, jak i użytkowania.

Referat prof. A. Smolińskiego omawia szczegółowo wpływ zanieczyszczeń, obróbki cieplnej i plastycznej oraz krzemu na własności materiałów.

Żelazo techniczne oraz stal krzemowa znajdują szerokie zastosowanie w telekomunikacji w formie prętów na przekładniki lub blach na transformatory i dławiki. Wymagania w stosunku do żelaza sprecyzowane są w warunkach technicznych CBKTeł pod tyt. a) Stal magnetyczna CGS1 oraz b) Stal magnetyczna CGS2. Natomiast projekt normy polskiej NH/PW-365 na stal krzemowa określa tylko własności magnetyczne, w szczególności stratność, przy dużych indukcjach, co interesuje głównie przemysł energoelektryczny. Dla przemysłu teletelektrycznego ważne jest, żeby różnice przenikalności oraz jej zmiany w słabych polach magnetycznych — dla tego samego gatunku blachy — były możliwie małe, a tego wymieniona norma nie ujmuje. Stąd też pilne jest opracowanie polskiej normy na blachy krzemowe stosowane w teletelektryce.

Niektóre klasy blach używanych w obwodach transmisyjnych można otrzymać drogą segregacji blach transformatorowych z gatunków o stratności mniejszej od 1,3 W/kg przy 10 kGs. W tym celu PIT opracował przrząd do pomiaru przenikalności blach magnetycznych przy 20 milierstedach, który umożliwi segregację blach w hutach. Lepsza gatunki blach będzie można uzyskać drogą odpowiedniej obróbki cieplnej i plastycznej. Tak ulepszona blacha będzie mogła z powodzeniem zastąpić niektóre stopy żelazniklowe.

Referat inż. L. Turka zawiera opis kilku metod pomiaru własności blach transformatorowych, wypróbowanych przez autora.

Poza najbardziej rozpowszechnioną metodą pomiaru za pomocą 50-centymetrowego aparatu Epsteina, wymagającego próbkę o ciężarze 10 kg, autor rozpatruje kilka metod, pozwalających stosować lżejsze próbki. Pierwsza z nich — pomiar za pomocą 25-centymetrowego aparatu Epsteina — umożliwia użycie próbki o ciężarze 1 do 2 kg, wymaga jednak odpowiednio czułego watomierza. Inne opisane urządzenia pozwalają na pomiar przy zastosowaniu próbki, składającej się z dwu próbek używanych w aparacie Epsteina, tj. o ciężarze ok. 100 g.

Układ z watomierzem lampowym do bezpośredniego pomiaru mocy straconej w małej próbce, mimo dość dużej dokładności, nie nadaje się do stosowania na szerszą skalę ze względu na żmudną regulację i trudności we wzorcowaniu.

Lepsze nadzieje rokuje metoda oscylograficzna, służąca do zdejmowania obiegu histerezy, gdzie jednak znaczną trudność stanowi sprawa planimetrowania jego powierzchni.

Najwięcej uwagi poświęcił autor urządzeniu, które umożliwia pomiar stratności na małych próbkach z dość dużą

Co do spraw normalizacyjnych wspomnę, że tempo prac PKN jest hamowane przez brak specjalistów z odpowiednich dziedzin. Słuszniej byłoby nie oglądać się na PKN i opracowywać jak najwięcej norm we własnym zakresie bez obawy, że będą one miały mniejszy autorytet.

dokładnością. Zasadniczy układ pomiarowy składa się z prostownika mechanicznego, przyrządu magnetoelektrycznego oraz przesuwnika fazowego; umożliwia on pomiar prądu w uzwojeniu pierwotnym próbki, siły elektromotorycznej w uzwojeniu wtórnym oraz kąta przesunięcia fazowego pomiędzy tymi dwiema wielkościami, a tym samym mocy straconej w próbce. Urządzenie jest skomplikowane, jednak warto zająć się jego opracowaniem, gdyż ma zalety.

Autor wspomina jeszcze o możliwości pomiaru stratności na małej próbce przy użyciu watomierza dynamicznego, którego cewód napięciowy zasilany jest ze wzmacniacza pomiarowego.

Zgłoszone referaty nie wyczerpują aktualnych zagadnień z dziedziny materiałów magnetycznie miękkich. Jednym z najważniejszych problemów jest polepszenie własności blach transformatorowych. Wymagania w tej mierze są ściśle określone przez przemysł elektrotechniczny, który potrzebuje w obecnej chwili blach o stratności równej lub niższej od 1,3 W/kg, o odpowiedniej przenikalności i wytrzymałości na zginanie, o współczynniku wypełnienia większym od 0,9 i o grubości 0,4 mm. Równocześnie jednak pragnie możliwie rychłego obniżenia stratności blach transformatorowych do 1,15 W/kg i niżej przy grubości 0,4 mm; stawia również problem opracowania metody produkcji blach magnetycznych walcowanych na zimno o stratności 1 W/kg i poniżej 1 W/kg w kierunku walcowania — przy grubości 0,4 mm.

Dostosowanie się przemysłu hutniczego do powyższych potrzeb przemysłu elektrotechnicznego jest uzależnione prawie wyłącznie od odpowiednich inwestycji; bez inwestycji można by wprawdzie uzyskać lepsze wyniki, jak to wykazały próby przeprowadzone na małą skalę, ale byłoby to połączone z zmniejszeniem produkcji.

Dalsze zagadnienie polega na ulepszeniu blach transformatorowych produkcji krajowej celem zastosowania ich do przekładników oraz urządzeń teletelektrycznych; chodzi mianowicie o uzyskanie dużej przenikalności przy słabych polach magnetycznych. Trudnościom z powodu braku odpowiednich urządzeń produkcyjnych można by częściowo zaradzić przez wyposażenie hut w urządzenia do szybkiej segregacji blach magnetycznych.

Dalej należałoby przedyskutować sprawę produkcji szlachetnych materiałów magnetycznych, tzw. permalloy'ów. Wymagania jakościowe i ilościowe w tej dziedzinie nie są dotychczas ustalone, pewne jest jednak, że potrzeby będą niewielkie, a wymagania duże, co wobec konieczności poczynienia znacznych inwestycji stawia celowość produkcji permalloy'ów na skalę techniczną pod znakiem zapytania.

Ważna dla przemysłu telekomunikacyjnego jest również sprawa produkcji rdzeni proszkowych wielkiej częstotliwości, przy wyłącznym użyciu składników pochodzenia krajowego, w szczególności proszku żelaza otrzymywanego takim sposobem.

Odrębne zagadnienie stanowi sprawa racjonalnego użytkowania obecnie produkowanych materiałów magnetycznych, które są bardzo wrażliwe i przy złym obchodzeniu się z nimi dają braki wyrobu. Ważne jest również wyzyskanie kierunkowych własności blach magnetycznych oraz odpowiednie ich izolowanie.

Poza problemami natury technologicznej istnieje zagadnienie norm materiałowych oraz aparatury kontrolnej, która pozwoliłaby na szybkie i dokładne pomiary możliwe bez zużycia materiału.

Dyskusja na powyższe tematy winna nie tylko dać wytyczne do dalszej produkcji i ustalić kolejność ważności poszczególnych zagadnień, ale doprowadzić również do zespolenia wysiłków różnych instytucji nad ich rozwiązaniem. Wprawdzie współpraca taka już istnieje, ale pozostawia jeszcze wiele do życzenia, bo np. taką samą aparaturę do pomiaru własności materiałów magnetycznych opracowuje równocześnie kilka instytucji, a przy odpo-

wiednim rozdziale prac można by tę aparaturę wykonać taniej, szybciej i lepiej.

Koordinacja prac wszystkich zainteresowanych instytucji jest bodaj najważniejszym ze wszystkich problemów. Komisje, złożone z przedstawicieli zainteresowanych stron (przemysłu elektrotechnicznego i hutniczego oraz instytucji naukowych), mogłyby ustalać miejsce wykonania poszczególnych prac i kontrolować stan wykonania.

DYSKUSJA

Inż. MARKUSZEWICZ. Przemysł elektrotechniczny używa wkrótce blachy transformatorowe o stratności poniżej 1,3 W/kg. Na poprawę współczynnika wypełnienia można będzie uczyć dopiero po zainwestowaniu odpowiednich walcarek. Nie wyobrażam sobie segregacji blach na hutach, o której mówi referat prof. Smolińskiego. Jedynym racjonalnym rozwiązaniem jest przedstawienie przez przemysł telekomunikacyjny konkretnych wymagań, szczególnie w sprawie przenikalności.

Prof. SMOLIŃSKI. Własności stali przy dużych natężeniach pól magnetycznych są ujęte w projekcie polskiej normy, przy małych natomiast — wymagają znormalizowania. Dopóki PKN nie wyda odpowiedniej normy, możemy posługiwać się projektem normy czechosłowackiej. Prócz tego przemysł telekomunikacyjny powinien obliczyć zapotrzebowanie poszczególnych klas materiałów magnetycznych.

Pewne prace z dziedziny polepszenia blach transformatorowych — do celów telekomunikacyjnych — są już na ukończeniu. Chcielibyśmy wiedzieć, kto się zajmie produkcją tych materiałów, gdyż przeniesienie jej do hut byłoby niewłaściwe.

Segregację blach będzie można wykonywać w hutach przy pomocy bardzo prostego przyrządu, którego model został już opracowany przez PIT. W ten sposób można będzie wybierać dla przemysłu telekomunikacyjnego odpowiednie ilości blach klasy A2 i A3 z blach o stratności 1,3 W/kg, które mają jednak zbyt duże zanieczyszczenia, by można z nich ossegregowywać klasę C3.

Przemysł telekomunikacyjny jest zainteresowany we wszystkich grubościach blach od 0,05 do 0,5 mm; grubość 0,05 mm jest potrzebna w obwodach wielkiej częstotliwości.

Dr KOZŁOWSKI. W politechnice praskiej demonstrowano nam koercjomierz do sortowania blach o zakresach 0,5—20 erstedów. Według prof. Trinka na jednym arkuszu blachy można znaleźć miejsca, gdzie natężenie powściągające dochodzi do 10 erstedów.

Koordinacja prac badawczych jest niezbędna, by uniknąć wykonywania tych samych badań w kilku miejscach.

Inż. GRABOWSKI. Materiały magnetycznie miękkie są klasyfikowane według projektu normy niemieckiej DIN E 41301. Apeluję, aby PKN opracował jak najszybciej tę normę u nas.

Przemysł telekomunikacyjny porządkuje obecnie swoje zapotrzebowanie na poszczególne gatunki blach. Interesują go:

1) blacha klasy A3, wybierana z blach odpowiadających normie VDE 6400/4, o przenikalności początkowej co najmniej 700;

2) blacha klasy A1 (o przenikalności początkowej 850), którą można uzyskać bez trudu przez segregowanie blachy klasy A3 oraz zastosowanie obróbki cieplnej;

3) blacha klasy C2 i C3 o przenikalności 1200 wzgl. 1500, zbliżająca się do przenikalności początkowej permalloy'u B;

4) blacha klasy D, do której zalicza się permalloy B (można by ją ewentualnie zastąpić klasą C, czym winien zająć się PIT);

5) blacha klasy E, czyli permalloy C (zapotrzebowanie jest bardzo małe).

Potrzebne są blachy cienkie o grub. 0,15; 0,10; 0,05 mm, przy czym niekoniecznie wszystkie te blachy muszą być produkowane w formie taśmy szerokości 75 mm.

Inż. PLUCIŃSKI. W roku ubiegłym Komisja PKN znormalizowała istniejące w naszych hutach układy pomiarowe. Normy te zostały przyjęte i są w trakcie wydania. Dodatkowo w przygotowaniu jest norma na mały aparat Epstein'a (25 cm), którego zaletą jest duża oszczędność materiału. Aparat ten umożliwia pomiar stratności i przenikalności przy dużych i małych indukcjach w zakresie 50 do 2000 c/s. Uchyby nie są większe niż w innych metodach (3—5%).

Inż. MOSIEWICZ. Wyszukiwanie w referatach błędów przekracza nasze możliwości, gdyż mamy czas bardzo ograniczony. Proponuję określić potrzebne w planie 6-letnim materiały magnetycznie miękkie oraz ustalić ilość i harmonogram prac dla każdego z nich.

Inż. RAJSKI. Pojęcie materiałów magnetycznie miękkich nie jest jednoznaczne: jest ich 7 typów, a w dyskusji każdy z mówców ma na myśli inny materiał, określany tym samym mianem. Istnieją następujące typy: 1) materiały o dużej przenikalności początkowej i małym starzeniu, jak stal krzemowa i stopy żelazo-niklowe, 2) materiały o dużej przenikalności dynamicznej, 3) materiały o dużej indukcji nasycenia (stopy kobaltowe), 4) materiały o stałej przenikalności („isopermy“ i „perminvary“), 5) materiały o małym natężeniu powściągającym i średnio dużym nasyceniu (rdzenie przekładników), 6) materiały o małych stratach w zakresie małych częstotliwości i o dużej stateczności oraz 7) materiały o małych stratach przy wielkiej częstotliwości. Niektóre typy dzielą się jeszcze na klasy.

Zgłaszam wniosek ustalenia klasyfikacji materiałów magnetycznie miękkich z punktu widzenia ich zastosowania.

Inż. HERINK. Najważniejsze zagadnienia blach transformatorowych to polepszenie stratności blach i polepszenie współczynnika wypełnienia. Rozwiązanie sprawy izolowania blach tlenkami stanowiłoby przeciwagą do małego współczynnika wypełnienia. Przemysł elektrotechniczny potrzebuje blach o odpowiednich stałych własnościach.

Popieram gorąco wniosek w sprawie utworzenia komisji koordynacyjnych: CBKME pierwsze zastosowało na szeroką skalę ten sposób pracy i osiągnęło dobre wyniki. Obecna konferencja winna wypuklić sprawy zasadnicze, a szczegóły winny być opracowane przez komisje koordynacyjne.

Ponieważ opracowanie norm przez PKN trwa bardzo długo, nawiązujemy bezpośredni kontakt z naszymi dostawcami i ustalamy tymczasowe normy wewnętrzne.

Inż. TUREK. Każdy instytut napotyka trudności w zdobyciu przyrządów pomiarowych i materiałów potrzebnych do pomiarów. Dlatego metody pomiarowe należy opierać na materiałach dostępnych.

Inż. SOCHACKI. Przemysł elektrotechniczny interesuje blacha na przekładniki prądowe, tj. blacha o zwiększonej przenikalności przy małych indukcjach, i w tym kierunku chcemy współpracować z PIT. Potrzebny nam jest także aparat do segregowania blach.

Inż. MOSIEWICZ. Na jednej z konferencji w PKN oświadczone nam, że PKN nie może zająć się sprawą norm wewnętrznych. Jednak PKN powinien się nią zająć. Jeśli każdy przemysł opracuje we własnym zakresie normy wewnętrzne, rozwiąże nam to wiele zagadnień.

Inż. HARASIMOWICZ. Projekty norm opracowane przez podkomisje i przyjęte na komisjach PKN są traktowane jako normy wewnętrzne i obowiązują do czasu ukazania się odpowiedniej normy państwowej.

III. Materiały magnetycznie twarde

Dyskusja pod przewodnictwem prof. P. Nowackiego nad referatami: 1) Dr inż. A. Farnik. Produkcja tworzyw na magnesy trwałe w Polsce (PE, 1950, z. 9/10/11, str. 476—482). — 2) Dr L. Kozłowski. Laboratoryjne i ruchowe pomiary własności magnesów trwałych. — 3) Inż. W. Rutkowski. Spiekane magnesy trwałe.

Zagajenie inż. J. KURYŁOWICZA

Referaty dotyczą tworzyw na magnesy kute, lane i spiekane oraz metod pomiaru własności tych materiałów.

Dr A. Farnik po wstępie o historii rozwoju krajowej produkcji materiałów na magnesy trwałe omawia wielkości charakteryzujące materiały magnetycznie twarde oraz czynniki wpływające na te wielkości. Szczegółowo opisuje różne gatunki stali magnesowych w kolejności chronologicznej rozwoju, a więc stale węglowe, wolframowe i chromowe oraz kobaltowe. W dalszym ciągu zajmuje się stopami na magnesy trwałe, w szczególności Al-Ni i Al-Ni-Co, izotropowymi i anizotropowymi tj. studzonymi w polu magnetycznym. Wreszcie opisuje własności i technologię produkcji magnesów spiekanych oraz niektóre inne tworzywa na magnesy trwałe.

Omawiając osiągnięcia hutnictwa polskiego, autor przedstawia trudności związane z produkcją tworzyw na magnesy trwałe, jak opanowanie techniczne maszynowego formowania, procesu technologicznego oraz obróbki mechanicznej i cieplnej.

Referat wspomina o możliwościach produkcyjnych dotychczas niewykorzystanych oraz porusza zagadnienia związane z racjonalnym wykorzystaniem tworzyw na magnesy trwałe: prawidłowe rozwiązania konstrukcyjne, odpowiednie urządzenia do magnesowania, miernictwo magnetyczne.

Referat inż. W. Rutkowskiego omawia zalety i wady magnesów spiekanych, metody wytwarzania takich magnesów typu „alnife“ i „alnico“ oraz wyniki osiągnięte przy zastosowaniu jednej z opisanych metod.

Wytwarzanie magnesów trwałych na drodze prasowania i spiekania proszków jest bardziej ekonomiczne od metody odlewania wówczas, gdy chodzi o magnesy o ciężarze poniżej 60 g, ponieważ stopy „alnico“ i „alnife“ są trudne do przetworzenia. Dalszą zaletą metody spiekania jest możliwość zachowania wąskich tolerancji przy drobnych wymiarach i skomplikowanym kształcie bez konieczności obróbki mechanicznej, która jednak w tym wypadku jest możliwa w przeciwieństwie do magnesów odlewanych.

Przy produkcji magnesów spiekanych konieczne jest zachowanie specjalnych ostrożności celem uniknięcia powłoki tlenkowej na powierzchni poszczególnych ziaren. Najkorzystniejsza jest metoda prasowania i spiekania proszków, które częściowo powstały ze sproszkowanego stopu przygotowawczego, częściowo zaś są czystymi metalami. Celem zapobieżenia powstawaniu powłoki tlenkowej dodaje się do mieszaniny wodorek tytanu, który powyżej 450°C wydziela wodór redukujący tlenek glinu. Prasowanie odbywa się przy ciśnieniu 15 t/cm². Temperatura spiekania wynosi ok. 1200—1300°C, a czas spiekania ponad 20 godzin.

Lepsze własności otrzymuje się stosując równoczesny nacisk i podwyższoną temperaturę, ale metoda ta posiada tę wadę, że wymaga skomplikowanych urządzeń.

Najlepsze wyniki daje spiekanie prasówek w polu magnetycznym, gdyż uzyskuje się w ten sposób magnesy czterokrotnie wydajniejsze od zwykłych magnesów „alnico“. Metoda ta jest jednak mało rozpowszechniona.

Referat dra L. Kozłowskiego składa się z trzech części. Pierwsza z nich jest poświęcona omówieniu wielkości magnetycznych charakteryzujących materiały na magnesy trwałe. Wielkości te — pozostałość magnetyczną, natężenia powściągające, punkt pracy odpowiadający maksimum iloczynu energii magnetycznej oraz wyrzucenie — określa się z krzywej odmagnesowywania zawartej w drugiej ćwiartce obiegu histerezy. Stateczność magnesu charakteryzuje przenikalność odwracalna, zdefiniowana

jako nachylenie początkowe wewnętrznej krzywej magnesowania, po której porusza się punkt pracy magnesu pod wpływem zewnętrznych pól magnetycznych.

W drugiej części referatu autor omawia metody pomiaru natężenia pola magnetycznego w badanej próbce oraz jej indukcji magnetycznej lub namagnesowania. Poza rzadko stosowanym obliczaniem natężenia pola magnetycznego z liczby amperozwojów wykonuje się pomiar przy pomocy płaskich ceweczek przylegających ściśle do próbki i połączonych z galvanometrem balistycznym lub fluksometrem, bądź też za pomocą miernika napięcia magnetycznego lub generatora pomiarowego. Indukcję magnetyczną mierzy się metodą elektrodynamyczną przy pomocy cewki, umieszczonej w szczelinie jarzma i zasilanej prądem o znanym natężeniu, albo metodą indukcyjną przy użyciu cewki nawiniętej na próbkę i galvanometru, lub też przy zastosowaniu generatora pomiarowego.

Wreszcie autor opisuje kilka urządzeń do pomiarów własności magnetycznych materiałów na magnesy trwałe, w tym dość szczegółowo aparat jarzmowy, w którym natężenie pola magnetycznego określa się przy pomocy miernika napięcia magnetycznego, a indukcję metodą balistyczną. Aparat ten umożliwia pomiary na próbkach o różnych kształtach i wymiarach i to w bardzo szerokim zakresie pól magnetycznych; przy 1/2-centymetrowej próbce osiągnąć można natężenie pola do 16 000 erstedów.

Mniej uniwersalny jest dwujarzmowy aparat do badania stali firmy Hartmann-Braun, który pozwala jednak na szybkie pomiary przy dość dużej dokładności.

Metoda Langego umożliwia zdjęcie krzywej odmagnesowywania przy użyciu samego fluksomierza, posiada jednak liczne wady, jak uciążliwość sporządzania próbek, zużycie materiału, mniejszą dokładność niż w metodach jarzmowych oraz niemożność określenia przenikalności odwracalnej.

Krótko poza tym omówione zostały dwie metody do pomiaru natężenia powściągającego — Snoecka i Neumanna.

Jak widać z powyższych referatów, szczególnie z referatu dra Farnika, sytuacja na odcinku produkcji materiałów magnetycznie twardych przedstawia się na ogół korzystnie, jakkolwiek i na tym polu jest jeszcze wiele do zrobienia.

Przed wszystkim więc należy dążyć do racjonalnego wykorzystania obecnie produkowanych materiałów na magnesy trwałe, do czego konieczne jest dokładne zbadanie ich własności. Na podstawie zdjętych charakterystyk tych tworzyw trzeba przeanalizować dotychczasowe konstrukcje, które częstokroć nie są dostosowane do materiału. Trzeba opracować techniczne warunki odbioru oraz instrukcje, dotyczące prawidłowej obróbki cieplnej, magnesowania, stabilizacji itp. dla użytkownika. Należy znormalizować metody i aparaturę pomiarową do kontroli własności tych materiałów.

Z drugiej strony należy wykorzystać nowe możliwości produkcyjne, wpływające z opanowania metod produkcji materiału Al-Ni-Co oraz opracowania laboratoryjnego technologii produkcji magnesów proszkowych i spiekanych. Przemysł elektrotechniczny musi wypowiedzieć się co do potrzeb i wymagań w tej mierze w obecnej chwili i na przyszłość oraz przyjąć z pomocą przemysłowi hutniczemu w uzupełnieniu potrzebnego wyposażenia; chodzi tu np. o piece indukcyjne, magneśnice, urządzenia pomiarowe itd.

Jak w przypadku materiałów magnetycznie miękkich należałoby skoordynować prace nad materiałami magnetycznie twardymi przez utworzenie komisji, rozdzielającej poszczególne prace i kontrolującej ich wykonanie.

DYSKUSJA

Inż. WALTER. Zagadnienie produkcji magnesów spiekanych jest ważne dla małych magnesów; można by np.

zastąpić mierniki magnetoelektryczne miernikami o ruchomym magnecie, które są tańsze i bardziej wytrzymałe.

Ponieważ obecnie produkuje się przeważnie magnesy lane, których właściwości zależą od kształtu, przeto można by je sprawdzać w hutach za pomocą pewnych szablonów, czym winien zająć się Główny Instytut Elektrotechniki.

Inż. MOSIEWICZ. W stosunku do materiałów magnetycznie twardych należy postąpić analogicznie jak w przypadku materiałów magnetycznie miękkich tzn. wyznaczyć pewne gatunki potrzebne w planie 6-letnim oraz opracować metody pomiaru.

Na materiały magnetycznie twarde istnieje norma radziecka GOST 4402 z 1948 r. Dzieli ona magnesy na 3 grupy: AN1, AN2 i AN3. Norma ta nie przewiduje analizy chemicznej, lecz kładzie nacisk na właściwości magnetyczne. Jest tam przepis, że każdy magnes musi być sprawdzony. Norma dopuszcza również odbiór magnesu wg strumienia pozostałości magnetycznej. Widzimy więc, że na tym odcinku możemy mieć dużą pomoc w normach radzieckich.

Inż. STATKIEWICZ. Sprawa produkcji magnesów spiekanych jest oasunięta na dalszą metę, jednakże znacznie lepiej byłoby rozwiązać to zagadnienie wcześniej, przesuwać je na najbliższy okres czasu.

Poza tym gatunkiem huta zamierza produkować drugi Politechnice Lwowskiej taki system pracy badawczej: grupa złożona z kilku osób otrzymywała jakiś temat. Grupa taka nosiła nazwę NIS (sektor naukowo-badawczy). Sądzę, że i na naszym terenie uczelnie mogą przyjść z pomocą przemysłowi zwłaszcza w dziedzinie pomiarowej, i zgłaszam wniosek stworzenia sektorów naukowych na wzór radziecki.

Dr FARNIK. Ważne jest ustalenie wykazu, w sensie asortymentowym, materiałów potrzebnych elektrotechnice. Jednakże hutnictwo nie będzie mogło powiedzieć czy je wyprodukuje, dopóki instytuty badawcze nie opracują technologii produkcji. Powtarzam, iż nie jesteśmy fizykami wysokiej klasy i suche definicje nam nie wystarczają, muszą być one wyjaśnione w sensie praktycznym. Wykaz musi być dostarczony wcześniej, ponieważ wykonanie będzie

związane ze znacznymi nakładami inwestycyjnymi, które trzeba zaplanować.

Zagadnieniem permalloy'u zajmie się GIMet. Jeśli zapotrzebowanie nie przekroczy pewnej wielkości, będziemy mogli sprostować mu. Jeśli będzie większe, to może opłaciłoby się zainstalowanie procesów próżniowych do tej produkcji.

Dokumentacja na magnesy trwale spiekane została opracowania przez GIMet. Samych urządzeń produkcyjnych w tej chwili w kraju nie ma i przed 1954 r. nie możemy liczyć na uruchomienie poważniejszej produkcji magnesów prasowanych.

Jeśli magnesy nie będą lżejsze niż 60 g lub o kształtach niewykonalnych, to będziemy starali się je odlewać. Magnesy kujne będą w niektórych wypadkach nadal stosowane. W najbliższym czasie opracowane będą normy na stałe magnesowe.

Nie zgadzam się z poglądem kol. Waltera, że wystarczy sprawdzanie magnesów za pomocą szablonów. Musimy mieć urządzenia pozwalające na pomiar w jednostkach fizycznych celem kontroli swej pracy i porównania swych osiągnięć z osiągnięciami innych narodów. Liczymy na pomoc przemysłu elektrotechnicznego w formie dostarczania przemysłowi hutniczemu magnetometrów i magneśnic.

Inż. STATKIEWICZ. Żądanie kol. Farnika w sprawie dostarczania hutnictwu urządzeń pomiarowych jest słuszne. Przemysł elektrotechniczny powinien tę sprawę załatwić przy pomocy GIEI.

Inż. WARDZYŃSKI. Pożądane jest, aby odpowiedni instytut opracować ogólne metody obliczania magnesów trwałych, co pozwoli nam racjonalnie wykorzystać otrzymane tworzywa.

Inż. KURYŁOWICZ. Zakład Materiałoznawstwa Elektrycznego zajmuje się obecnie tym zagadnieniem. W sprawie urządzeń do magnesowania proponowaliśmy swego czasu jednej z hut opracowanie magneśnic, lecz poinformowaliśmy nas, że sprawa jest „nieaktualna”.

IV. Materiały oporowe

Dyskusja pod przewodnictwem inż. J. Stalkiewicza nad referatami: 1) Inż. J. Kuryłowicz. Stopy oporowe na oporniki precyzyjne. — 2) Inż. Zb. Misiółek. Opracowanie metod produkcji oraz zbadanie właściwości drutów oporowych typu „novokonstant”. — 3) Inż. T. Missala. Wybór parametrów metody do przeprowadzenia próby trwałości przewodu grzejnego. — 4) Inż. A. Semkowicz. Niektóre materiały oporowe i możliwości ich fabrykacji.

Zagajenie inż. J. KURYŁOWICZA

Referaty obejmują zagadnienia, dotyczące materiałów dla potrzeb grzejnictwa i miernictwa elektrycznego.

Referat inż. A. Semkowicza obejmuje program produkcji oraz prace badawcze jednej z hut w dziedzinie stopów oporowych dla potrzeb grzejnictwa elektrycznego.

W szczególności huta ta opracowała stop oporowy chromoniklowy KNS 12 o dużej zawartości żelaza, zbliżony składem do „cekasu” czy „croniferu” (25 Cr, 18 Ni, 2,25 Si, 1 Mn + C, reszta żelazo). Materiał ten posiada wszelkie zalety, którymi winien odznaczać się dobry drut oporowy, a więc dużą oporność właściwą (0,93 $\Omega\text{mm}^2\text{m}$), dobrą zdolność do przeróbki plastycznej, podatność do spawania i lutowania, dużą wytrzymałość na rozciąganie przy wielkim wydłużeniu, dużą odporność na działanie tlenu oraz stosunkowo wysoką temperaturę topności. Nie jest on wrażliwy na nagrzewanie i stygnięcie i nie wykazuje kruchości po ostygnięciu od temperatury pracy, która wynosi ok. 1100°C.

Poza tym gatunkiem huta zamierza produkować drugi materiał oporowy austeniczny AF 7 o przeciętnym składzie: 20 Cr, 8 Ni, 6,5 Mn, 1,2 Si, 0,25 C, reszta żelazo. Oporność właściwa tego materiału wynosi 0,82 $\Omega\text{mm}^2\text{m}$, a górna temperatura pracy 900°C. Jest to tańszy gatunek materiału oporowego, przeznaczony dla mniejszych obciążeń i niższych temperatur.

Z grupy materiałów ferrytycznych huta przewiduje do produkcji następujące gatunki: B 9 o składzie 7 Cr, 7 Al, 1 Mn + Si, reszta Fe, o oporności właściwej 1,25 $\Omega\text{mm}^2\text{m}$ i temperaturze pracy 900°C, odpowiadający stopowi „fer-

ropyr” I, następnie B 10 o składzie 20 Cr, 5 Al, reszta Fe, o oporności właściwej 1,35 $\Omega\text{mm}^2\text{m}$ i temperaturze pracy 1050°C, odpowiadający stopowi „megapvr” II, oraz B 13 o składzie 25 Cr, 5,5 Al, 2 Co, reszta żelazo, o temperaturze pracy 1300°C, odpowiadający stopowi „kanthal”; stop ten jest w opracowaniu laboratoryjnym. Szczegółowe próby wykonano w laboratorium doświadczalnym huty na materiale B 10, przy czym stop 70457 o składzie 20 Cr, 4,8 Al, 1,8 Co, reszta Fe, wykazał znacznie lepszą trwałość i odporność na żar niż stopy firmy Hereus o podobnej analizie.

Zaletą tej grupy stopów jest duża oporność właściwa oraz wysoka temperatura pracy, wadą natomiast mała wytrzymałość mechaniczna w wysokich temperaturach oraz kruchość po żarzeniu.

Referat inż. T. Missali stanowi materiał dyskusyjny do opracowywanej przez GIEI normy na badanie materiałów oporowych dla potrzeb grzejnictwa elektrycznego.

Autor podkreśla potrzebę wprowadzenia technologii cieplnej, jako uzupełnienia chemicznej i mechanicznej, w tych wypadkach, gdy ma się do czynienia z materiałem pracującym w wysokich temperaturach. Właściwości cieplne materiału należałoby określić za pomocą następujących wielkości: granicznej temperatury pracy, trwałości, starzenia, wydłużenia, wytrzymałości mechanicznej, zmiany przekroju i zmiany struktury.

Badania trwałości, najważniejszej własności materiału grzejnego, winny iść — zdaniem autora — w dwu kierunkach: materiałoznawczym i eksploatacyjnym. Dlatego też

autor rozpatruje i wybiera inne parametry dla próby trwałości materiałoznawczej, a inne dla eksploatacyjnej. W pierwszym przypadku próbka w formie drutu o średnicy 0,71 mm i długości 300 mm winna być zawieszona prostoliniowo i poziomo; temperatura próbki winna być stała, a czas włączenia, podobnie jak wyłączenia, powinien wynosić 2 minuty. Przy badaniu eksploatacyjnym natomiast próbka winna mieć kształt spirali o 15 zwojach, o skoku 2,13 mm i średnicy wałka 3 mm; reszta parametrów jak w próbie materiałoznawczej.

Prócz trwałości średniej można by włączyć do przepisów wielkość zwaną trwałością użytkową, tj. czas, w którym oporność próbki wzrośnie o 10%, oraz miarę dobroci, tj. iloczyn ze średniej trwałości i czasu, w którym następuje wzrost oporności próbki o 1%.

Inż. Z. Misiołek uzasadnia wybór do produkcji stopu typu „novokontakt” tym, że czyni on zadość wszystkim wymaganiom, które stawia się materiałom na oporniki precyzyjne.

Produkcja tego stopu o składzie 82,5 Cu, 12 Mn, 4 Al i 1,5 Fe, opracowanego przez Instytut Metalurgii w Gliwicach i dlatego zwanego „inmetem”, jest następująca.

Wsad składa się z miedzi elektrolitycznej, manganu elektrolitycznego wzgl. związanego z miedzią w postaci miedzi manganowej; żelazo wprowadza się w postaci zaprawy FeAl celem obniżenia temperatury topliwości. Topienie odbywa się pod pokryciem tłuczki szklanej i tlenku miedziowego w piecu elektrycznym lub gazowym wzgl. w tyglu koksowym. Po odlaniu do kokila poddaje się wlewkę wyżarzaniu homogenizującemu w temperaturze 900°C w ciągu 14–16 godzin. Przy walcowaniu materiału na zimno zaleca się wyżarzanie zmniejszające po 50% zgniotu, w temperaturze 700°C przez 1 godzinę. Również podczas przeciągania należy stosować wyżarzanie zmniejszające.

Tak otrzymane druty muszą być poddane wyżarzaniu w atmosferze ochronnej, w temperaturze ok. 400–500°C, w ciągu ok. 2 godzin, gdyż badania Instytutu wykazały, że druty ze stopu „inmet” osiągają najkorzystniejsze własności elektryczne i mechaniczne właśnie po wyżarzeniu w wymienionej temperaturze. Jakkolwiek żaden z pięciu otrzymanych w powyższy sposób stopów nie posiadał narzuconego składu chemicznego, jednak własności poszczególnych wytopów nie wiele różniły się między sobą i wszystkie odpowiadały stawianym wymaganiom.

Referat inż. J. Kuryłowicza, stanowiący niejako uzupełnienie poprzedniego, opisuje ogólnie różne stopy oporowe nadające się do budowy oporników precyzyjnych

oraz szczegółowo omawia wyniki badań „inmetu”, wykonanych przez Zakład Materiałoznawstwa Elektrycznego GIEL.

W części pierwszej przedstawione są własności trzech grup stopów oporowych: 1) miedź-mangan, 2) srebro-mangan, 3) złoto-chrom. Najtańsze są, oczywiście, stopy grupy pierwszej, obejmującej m. inn. manganin i novokontakt. Dobre własności elektryczne i mechaniczne oraz względy ekonomiczne zadecydowały o wyborze novokontaktu do produkcji.

Badania Zakładu Materiałoznawstwa Elektrycznego nad inmetem wykazały, że materiał ten odpowiada wymaganiom stawianym stopom na oporniki precyzyjne. Tak więc oporność właściwa tego materiału wahała się, dla pięciu różnych wytopów, w granicach 0,43–0,49 $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$, współczynnik cieplny oporności wynosił poniżej $2,10 \cdot 10^{-5}$, a s. t. -el. nie przekraczała 0,6 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$. Pomiar wykazały, że najkorzystniejsza temperatura waha się pomiędzy 500 a 600°C, a więc jest nieco wyższa niż określona przez Instytut Metalurgii.

Badan stałości oporności inmetu nie dokonywano dla braku materiału; będą one dokonane po uruchomieniu produkcji tego materiału na skalę techniczną.

Jak widać z referatu inż. A. Semkowicza, program produkcji obejmuje aż pięć gatunków stopów oporowych dla potrzeb grzejnictwa elektrycznego; zrealizowanie tego planu w odpowiedniej skali może pokryć prawie całkowicie potrzeby przemysłu elektrotechnicznego w tej dziedzinie. Należałoby tylko określić wielkość tego zapotrzebowania oraz możliwości huty.

Równocześnie należy opracować metody pomiaru własności oraz warunki techniczne odbioru tych materiałów. Normalizacją metod pomiarowych oraz badaniem trwałości materiałów oporowych dla potrzeb grzejnictwa elektrycznego zajął się GIEL.

Również w sprawie materiałów oporowych dla miernictwa elektrycznego musi się przemysł elektrotechniczny jasno wypowiedzieć. Dotychczas bowiem wykazywał słabe zainteresowanie tą dziedziną produkcji i jedynie dzięki inicjatywie GIMu, a po części i GIELu jeden z takich materiałów będzie w kraju produkowany. Czy materiał ten będzie mógł w pełni zastąpić importowany manganin, okaże dopiero przyszłość. Już dziś jest jednak niemal pewne, że stałość w czasie tego materiału będzie w zupełności wystarczająca dla oporników średniej dokładności. Warunki techniczne odbioru tego materiału opracuje Zakład Materiałoznawstwa Elektrycznego.

DYSKUSJA

Inż. TYNDIUK. Dla fabryki produkującej oporniki suwakowe ważna jest sprawa oksydacji drutu oporowego; chodzi o to, aby warstwa utleniona stanowiła dobrą izolację między zwojami. Dotychczas używamy konstantanu i oksydujemy go przepuszczając przez drut prąd elektryczny, aby uzyskać temperaturę 800–900°C. Próby wykonane z „isabellinem” nie powiodły się, a „inmet” składem swoim przypomina „isabellin”. Dobrze byłoby zatem, aby GIM i walcownie przeprowadziły próby oksydacji „inmetu”. Ponieważ temperatura końcowego wyżarzenia „inmetu” wynosi 400–500°C, próby należy wykonać w dwóch temperaturach: powyżej temperatury wyżarzenia końcowego w powietrzu i poniżej tej temperatury w atmosferze czystego tlenu.

Jeśli chodzi o oporniki dotychczas w kraju produkowane, to ze względu na ich dokładność starzenie się „inmetu” nie będzie odgrywało większej roli.

Inż. WALTER. Należałoby wykonać próby lutowania stopu inmet. Manganin np. trzeba lutować srebrem, konstantan — cyną.

Jak się przedstawia sprawa zmiany oporu po wyżarzeniu drutu, który został nawinięty na szpulę i tworzy gotowy opornik? Manganin trzeba wyżarzać już w gotowym kształcie; sądzę, że taką samą obróbkę cieplną trzeba będzie stosować i przy inmetcie.

Bardzo ważne jest przeprowadzenie dokładnych prób starzenia oporników wzorcowych; powinniśmy zająć się tym GIEL.

Ze względu na duże zapotrzebowanie ogniów termoelektrycznych należałoby zbadać możliwości produkcji kon-

stantanu i chromonikieliny. Materiały szlachetne, jak platyna, platyna-rod, będziemy mogli sprowadzać z ZSRR.

Inż. KURYŁOWICZ. Badania Zakładu Materiałoznawstwa Elektrycznego nad inmetem były prowadzone pod kątem widzenia zastosowania tego materiału do pomiarów precyzyjnych i dlatego nie przeprowadzono próby oksydacji celem zastosowania go do oporników regulacyjnych. Nie były też wykonywane próby nawijania tego materiału na szpule i próby starzenia; będą one wykonane po wyprodukowaniu inmetu na skalę techniczną.

Inż. MOSIEWICZ. W referacie kol. Kuryłowicza słyszeliśmy, że GIEL zamierza opracować warunki techniczne na druty oporowe. Witam tę myśl z uznaniem, gdyż przyspieszy to przejście na produkcję krajową. Przemysł telekomunikacyjny zużywa znaczne ilości materiałów oporowych. Wymagania tego przemysłu co do jakości drutów oporowych są raczej skromne, gdyż oporniki pracują w niskich temperaturach, a dokładność ich jest niewielka. Ważne natomiast jest to, że telekomunikacja potrzebuje drutów bardzo cienkich i chcielibyśmy usłyszeć od producenta, czy materiały krajowe dają się przeciągać do takich średnic.

Inż. MICHEL. W przemyśle telekomunikacyjnym są najczęściej stosowane druty oporowe w emalii lub w podwójnym jedwabiu o średnicy 0,5 mm; średnice 0,05–0,2 mm używane są rzadziej. Druty nikielowe i manganinowe importuje się, co stwarza trudności.

Inż. NIEWIADOMSKI. Produkcja stopów oporowych została uruchomiona w kraju w r. 1946; wyprodukowano

wówczas stop „isabellin“. Druty z „isabellinu“ nie miały przeznaczenia na wzorce. W pewnym momencie produkcja ta została przerwana i zaniechana.

Posiadamy wszelkie dane, aby uruchomić produkcję materiałów oporowych typu manganinowego na wielką skalę przez odlewanie bloków, cięcie i skrawanie, tłoczenie, przeciąganie i ostateczną obróbkę. Jesteśmy w stanie opracować zupełnie oryginalne stopy. Stop Cu-Mn-Sn wzgl. Cu-Mn-Al-Ni, śmiem twierdzić, nie będzie gorszy od inmetu.

W referacie inż. Kuryłowicza powiedziano, że wskutek rekryształizacji wzrasta wytrzymałość „isabellinu“. Chciałbym wyjaśnić, że krzywa wytrzymałości tego stopu posiada maksimum w niskiej temperaturze wyżarzania i opada z jej wzrostem.

Nie zgadzam się z tym, że najkorzystniejsza temperatura obróbki cieplnej wynosi 500°C. W temperaturze tej następuje parowanie manganu, a według zaleceń P. T. R. stosuje się temperaturę 400°C w atmosferze argonu lub azotu.

Inż. KURYŁOWICZ. W referacie moim nie było mowy o tym, że wskutek rekryształizacji następuje wzrost wytrzymałości drutu oporowego, powiedziano natomiast, że następuje polepszenie własności mechanicznych (np. plastyczności) i elektrycznych, co nie jest równoznaczne ze wzrostem wytrzymałości.

W badaniach swych nie zauważyliśmy wpływu parowania manganu z powierzchni drutu w wyższych temperaturach.

Inż. SOCHOR. W produkcji urządzeń grzejnych elektrycznych stosujemy kanthal D, A i Al. Prócz tego w użyciu jest materiał KNS12 na osłonę. Zamiast tego materiału należałoby wprowadzić stal kaloryzowaną, stosowaną

szeroko w ZSRR. Kanthal D można by zastąpić całkowicie produkcją krajową. Zastąpienie kanthalu A i Al nie jest proste, a same prace laboratoryjne nie są wystarczające; konieczna jest tu współpraca przemysłu. Mielśmy np. dużo kłopotu z kanthalem A w produkcji grzejników, gdyż materiał ten jest kruchy i wmontowanie go nastręcza duże trudności.

Inż. KĘDZIORA. Z powodu braku odpowiedniego materiału musimy używać kanthalu do produkcji oporników do rozruszników. Potrzebne są druty o średnicy 0,03—4 mm. Należy podjąć produkcję inmetu w pełnym zakresie.

Dr FARNIK. Druty oporowe dla miernictwa są precyzyjne co do wykonania i cienkie (0,1 mm i niżej). Stopy oporowe dla grzejnictwa wymagają innego składu chemicznego. Na opory dla rozruszników używa się stopów stali nierdzewnych. Tramwaje łódzkie stosują na opory trakcyjne od 1945 r. materiał produkcji krajowej KNS 12 bez najmniejszej szkody i bez trudności technicznych. Proponujemy zamienić chromonikeliel na nasze druty oporowe. Co do średnic poniżej 0,8 mm przemysł elektrotechniczny będzie musiał nastawić się na przeróbkę tych drutów już własnymi siłami.

Inż. SEMKOWICZ. W referacie miałem na myśli skierowanie dyskusji na dobór materiałów oporowych do produkcji. Proponuję podział tych materiałów na grupę austenityczną i ferrytyczną. Z pierwszej grupy należałoby wyeliminować FA 7 i pozostać przy KNS 12. Dla niższych temperatur można stosować materiał ferrytyczny B 9. Opanowaliśmy również technologię produkcji stopu B 10. Próbną produkcję B 13 przerwałam dla braku kobaltu. Napotykamy na znaczne trudności z powodu braku czystych surowców oraz walcarek.

V. Szczotki, spieki i półprzewodniki

Dyskusja pod przewodnictwem inż. J. Stalkiewicza nad referatami: 1) Inż. N. Majchert-Planeta. Szczotki do maszyn elektrycznych (PE, 1950, z. 9/10/11, str. 466—471). — 2) Inż. Wł. Rutkowski. Szczotki metalowo-grafitowe (PE, 1950, z. 9/10/11, str. 463—466). — 3) Inż. L. Zienkowski. Wytyczne rozwoju produkcji szczotek do maszyn elektrycznych (PE, 1950, z. 9/10/11, str. 471—475). — 4) Inż. E. Bryjak. Metalurgia proszków na usługach elektrotechniki. — 5) Inż. St. Stolarz. Spiekane styki elektryczne. — 6) Inż. T. Bader. Płytki zmienno-oporowe odgromników (PE, 10951, z. 1/2/3, str. 52—60). — 7) Inż. Wł. Rutkowski. Półprzewodniki.

Zagajenie inż. H. JONIEWICZA

Referaty dotyczą materiałów elektrycznych wytwarzanych metodami metalurgii proszków.

Wstęp referatu inż. E. Bryjaka zawiera historię rozwoju metalurgii proszków, której początki sięgają 1900 r. (w Polsce 1949 r.).

Proszek miedzi stosowany jest na potrzeby przemysłu elektrotechnicznego do produkcji szczotek maszynowych grafitowo-miedziowych, proszki żelaza i niklu — do rdzeni magnetycznych itd. Wyroby spiekane z proszków obejmują magnesy trwałe, materiały magnetycznie miękkie, styki elektryczne, druty wolframowe i molibdenowe oraz stopy o specjalnych własnościach do urządzeń o wysokiej próżni. Przemysł elektrotechniczny jest poza tym zainteresowany w dostawie spiekanych łożysk porowatych, tzw. samosmarujących, oraz różnych części maszyn, aparatów i urządzeń elektrycznych ze spiekanych żelaza, stali, brązu, miedzi, mosiądzu i innych metali lub kompozycji.

Autor zwraca uwagę na niedostateczne jeszcze wyposażenie w urządzenia produkcyjne i apeluje do przemysłu elektrotechnicznego o pomoc przez opracowanie różnych części urządzeń produkcyjnych oraz zrewidowanie i zaktualizowanie swych zamówień na materiały proszkowe.

Referat inż. St. Stolarza omawia zastosowanie tworzyw stykowych, metody produkcji tych tworzyw oraz ich własności.

Spiekane styki elektryczne stosuje się do wyłączników wysokiego napięcia, wyłączników i przełączników olejowych i powietrznych, przełączników transformatorowych, przełączników niskiego napięcia oraz jako elektrody do spawania punktowego i oporowego.

Najczęściej stosowanymi tworzywami stykowymi są tworzywa wolfram-miedź i wolfram-srebro. Tworzywa sty-

kowe charakteryzuje to, że w skład ich wchodzi dwa metale: jeden o wysokim punkcie topliwości, jak wolfram, i drugi o niskim punkcie topliwości, jak miedź i srebro. Ponieważ metale te nie posiadają żadnej rozpuszczalności w stanie stałym ani w płynnym i nie tworzą stopów, przeto zwykłymi metodami metalurgicznymi nie można było ich otrzymać. Zastosowano więc metody używane w metalurgii proszków. To, że metale te nie tworzą stopów, jest ich zaletą, ponieważ stop zmienia własności składników, natomiast tworzywo stykowe odznacza się charakterystycznymi cechami obu metali. Własności tworzyw stykowych można regulować przez odpowiedni dobór składników w dość szerokich granicach. Stosowane proszki muszą być bardzo czyste, ponieważ wszelkie zanieczyszczenia obniżają znacznie własności styków.

Spiekane styki elektryczne produkuje się w trojaki sposób: a) przez mieszanie składników, prasowanie i spiekanie, b) przez zalewanie proszku wolframu płynną miedzią lub srebrem, c) przez nasycanie spiekanych próbek wolframu płynną miedzią lub srebrem.

Tworzywa stykowe produkuje się w postaci rozmaitych kształtek, np. prostokątnych lub okrągłych płytek, cylindrycznych tulei itd. Z powodu wysokiej ceny tworzyw stykowych używa się ich (jak i węglików spiekanych) jedynie jako nakładek lub płytek, przylutowanych do trzonka miedzianego.

Przeprowadzono badania nad otrzymaniem tworzyw stykowych wolfram-miedź i wolfram-srebro, oraz zbadano ich własności. Do otrzymania tworzyw stykowych używano proszku wolframowego spiekane go i niespiekanego i zastosowano dwie metody:

1) Proszek wolframowy miesza się w żądanym stosunku z proszkiem miedziowym lub srebrnym. Po zmieszaniu re-

dukuje się mieszanie proszków, następnie prasuje w matrycach i spieka w temperaturze 1000°C dla tworzyw wolfram-srebro i 1100°C dla tworzyw wolfram-miedź przez 3 godziny. Spiekanie odbywa się w atmosferze wodorowej dla uniknięcia utlenienia próbek.

2) Proszek wolframowy prasuje się i otrzymane próbki spieka w temperaturze 900–1000°C. Otrzymaną porowatą kształtkę wolframową zanurza się w płynnej miedzi o temperaturze 1200°C i pozostawia w niej 1–7 godz. Ilość nasyconej miedzi waha się od 0,45 do 20,46% Cu.

Badano następujące własności tworzyw stykowych: gęstość, twardość, przewodność elektryczną i zgar.

Tworzywa wolfram-miedź, zawierające 80% W i 20% Cu, posiadają przewodność elektryczną 3–5 mΩmm². Ze wzrostem zawartości miedzi, tj. składnika posiadającego dużą przewodność elektryczną, przewodność wzrasta do 22 mΩmm² dla tworzyw o składzie 20% W i 80% Cu.

Następnie zastosowano dla próbek wolfram-miedź powtarzalne prasowanie i spiekanie. Uzyskano przez to polepszenie własności materiału i należy spodziewać się lepszych wyników w pracy. Prawdopodobnie będzie można uniknąć prasowania na gorąco, które stwarza dość duże trudności.

Wykonano styki wolfram-miedź, które pracują w wyłącznikach olejowych przy maszynach wyciągowych na kopalni przy napięciu 6000 V i natężeniu prądu 75 A. Następnie wyprodukowano styki wolfram-miedź do aparatów wysokiego napięcia, urządzeń telegraficznych i elektrod do spawania łańcuchów.

Zagadnienie uruchomienia produkcji styków elektrycznych jest obecnie bardzo ważne ze względu na duże zapotrzebowanie krajowe i niezależnienie się od dostaw z zagranicy.

Referat inż. Wł. Rutkowskiego omawia własności szczotek metalowo-grafitowych, ich zastosowanie oraz sposób produkcji. Na podstawie fotografii mikrostruktury szczotek autor porównuje szczotki pochodzenia zagranicznego — z krajowymi i dochodzi do wniosku, że produkcja krajowa nie stoi jeszcze na odpowiednim poziomie. Zdaniem autora konieczne jest ustalenie warunków technicznych dla szczotek oraz opracowanie procesów technologicznych przy korzystaniu z surowców krajowych.

Inż. N. Majchert-Planeta opisuje warunki pracy szczotek w maszynach elektrycznych, analizuje wpływy zewnętrzne na tę pracę, przeprowadza podział szczotek według stopnia twardości i składu chemicznego na pięć grup oraz przytacza zastosowanie poszczególnych rodzajów. Szczegółowo opisuje procesy technologiczne. W końcu zwraca uwagę na wady szczotek produkowanych opisaną metodą, podkreślając ich kruchość, porowatość i niejednorodny skład, oraz informuje o rozpoczęciu w Instytucie Chemicznym badań nad otrzymaniem szczotek metalowo-grafitowych drogą galwaniczną.

Referat inż. L. Zienkowskiego omawia rodzaje szczotek, procesy produkcyjne, zakres stosowności oraz metody badania. Zdaniem autora wytwórca powinien mieć odpowiednio wyposażone laboratorium, aby mógł kontrolować swe wyroby w poszczególnych fazach produkcyjnych. Celem postawienia produkcji na właściwym poziomie konieczne jest wprowadzenie normalizacji rodzajów i wymiarów szczotek.

Inż. Wł. Rutkowski nazywa nową gałąź metalurgii proszków, obejmującą półprzewodniki, metalo-ceramikę, ponieważ produkty metalo-ceramiczne łączą w sobie niektóre własności wyrobów metalurgii proszków i ceramiki.

Jedyna możliwość odróżnienia półprzewodnika od metalu polega na tym, że przewodność metalu wzrasta z jego czystością, podczas gdy przewodność półprzewodnika maleje

przy usuwaniu zanieczyszczeń. Oporność właściwa półprzewodników w temperaturze pokojowej leży w granicach 0,1–10⁹ Ωcm. Współczynnik cieplny oporności jest dla typowych półprzewodników ujemny.

Półprzewodniki spiekane, tzw. ceramale, są mieszaninami przewodników i izolatorów, lub półprzewodników. Oporność właściwa tych materiałów mieści się w granicach 10⁻²–10⁹ Ωcm i jest zależna od wielkości ziaren materiału oraz powierzchni i dokładności ich styku, co z kolei zależy od ciśnienia przy prasowaniu, temperatury i czasu spiekania.

Przewodność prasówek z czystych tlenków metali zależy od stopnia utlenienia i ilości tlenków. Np. przewodność tlenku tytanu waha się, zależnie od stopnia redukcji, w granicach 4,47–2,9·10⁻¹⁰ (Ωcm)⁻¹.

Badania nad własnościami mieszanin ZrO₂ + Fe₂O₃ wykazały, że ze wzrostem procentowym ZrO₂ wzrasta oporność oraz że współczynnik cieplny oporności jest ujemny dla dużych zawartości Fe₂O₃, a dodatni dla dużych zawartości ZrO₂. Dodatek proszku miedzi do mieszanin ZrO₂ + Fe₂O₃ zmniejsza ich oporność, a współczynnik cieplny oporności jest ujemny bez względu na skład mieszaniny.

Wykonano również badania mieszanin TiO₂ z Ni.

Doświadczenia nad własnościami elektrycznymi ceramali prowadzone były dotychczas tylko na kilkunastu specjalnych składach, jednak osiągnięte wyniki wskazują na wielkie zalety stosowania tego rodzaju materiałów na półprzewodniki.

Łatwość otrzymania materiału o ściśle określonej oporności i wymaganym współczynniku cieplnym oporności przemawia na korzyść produkcji półprzewodników z mieszanin proszków metali i ceramików metodą metalurgii proszków, jako dającej możliwości otrzymywania materiałów o wymaganych własnościach.

Referat inż. J. Badera stanowi niejako uzupełnienie poprzedniego, gdyż omawia praktyczne zastosowanie półprzewodnika, jakim jest karborund, do odgromników zaworowych.

Autor opisuje rolę płytek zmienno-oporowych, parametry charakteryzujące ich własności, warunki, którym powinny odpowiadać, oraz próby wg norm. Opisuje różnorodne przebiegi zmienności oporu płytek: charakterystykę łuku w wąskich kanałach, zależności przewodności ziaren karborundu od natężenia pola elektrycznego oraz zagadnienie styków między ziarnami karborundu. W dalszej części przytacza niektóre dane dotyczące płytek porowatych oraz płytek karborundowych, ze szczególnym uwzględnieniem bezwładności elektrycznej. W końcowej części omawia wpływ wilgotności, ziarnistości i innych danych technologicznych na własności płytek.

Referaty powyższe obrazują osiągnięcia prac badawczych i sugerują możliwości produkcji krajowej na najbliższe lata.

Dyskusja winna objąć następujące zagadnienia: 1) zapotrzebowanie spieków stykowych ze strony przemysłu elektrotechnicznego oraz możliwości ich produkcji; 2) kto ma być gospodarzem wytwórni szczotek do maszyn elektrycznych — przemysł koksochemiczny chemii nieorganicznej czy też elektrotechniczny; 3) możliwości ulepszenia produkcji szczotek i potrzebę normalizacji wymiarów i typów szczotek; 4) potrzebę uruchomienia laboratorium fabrycznego do badania półfabrykatów i gołych szczotek; 5) zapotrzebowanie półprzewodników ze strony przemysłu elektrotechnicznego i możliwości uruchomienia w kraju ich produkcji.

DYSKUSJA

Inż. AFFELTOWICZ. Przewodząc opracowywanie zagadnienia szczotek w Instytucie Metalurgii konieczna jest pomoc przemysłu elektrotechnicznego i chemicznego. Badania szczotek wykonuje katedra maszyn elektrycznych Politechniki Śląskiej.

Kruchość szczotek jest w niektórych przypadkach ich zaletą. Szczotki o mniejszej zawartości grafitu nie są kruche. Szczotki stosowane w lotnictwie mają zawsze dodatek cyny, która zwiększa własności poślizgowe. Czysta miedź ma skłonność do ścierania powierzchni komutatora.

Inż. ZIENKOWSKI. Przemysł elektrotechniczny przystępuje obecnie do produkcji na szeroką skalę maszyn prądu stałego, m. inn. silników trakcyjnych, silników do maszyn wyciągowych itd. Do maszyn tych potrzebne będą szczotki wysokiego gatunku.

Zagadnienie szczotek nie jest u nas należycie opracowane. Szczotki produkowane w kraju mają własności nieokreślone i niesprawdzone. Zagranicą produkuje się długi szereg gatunków szczotek. Nie możemy spodziewać się, by przemysł krajowy od razu wykonywał je w tak szerokim

asortymencie, dlatego proponujemy, aby w pierwszej fazie produkcji ograniczyć się do kilkunastu podstawowych gatunków szczotek.

Aby podzielić zadania, które stoją przed nami, musimy się zastanowić, gdzie szczotki powinny być produkowane. Ze względu na niewielkie stosunkowo zapotrzebowanie tego materiału zorganizowaniem produkcji powinien zająć się przemysł chemiczny łącznie z produkcją materiałów pokrewnych, jak np. elektrody grafitowe, szczotki do przewodów jezdnych. Wówczas inwestycje potrzebne do produkcji będą rentowne.

Przemysł elektrotechniczny powinien dokładnie podać warunki techniczne dla wybranych gatunków szczotek, które będą potrzebne. Praca ta jest już w znacznej mierze wykonana. Opracowano również częściowo metody badania szczotek i zaprojektowano niektóre z urządzeń potrzebnych do tych badań.

Jeśli chodzi o surowce potrzebne do produkcji szczotek, to wydaje się, że prócz naturalnego grafitu pozostałe surowce nie sprawiają trudności. W zakresie urządzeń najważniejsze są piece elektryczne do elektrografitowania szczotek.

Dzisiejsza konferencja powinna rozpatrzyć dwa zagadnienia: 1) czy istnieją trudności uruchomienia produkcji szczotek z punktu widzenia surowców, 2) czy produkcja materiału szczotkowego powinna być zorganizowana przy przemyśle chemicznym.

Inż. NOWAK. Przemysł chemiczny powinien całkowicie objąć produkcję materiałów na szczotki. Jakość szczotek krajowych uległa pogorszeniu z chwilą wyczerpania się zapasu miedzi w proszku. Miedź dostarczana później nie nadawała się do produkcji szczotek. Gdyby galwaniczne otrzymywanie szczotek okazało się możliwe, rozwiązałoby to nam sprawę. Potrzebną ilość grafitu można dostarczyć, jeżeli będzie on należycie określony.

Inż. ZAJĄC. Dla ustalenia rodzajów potrzebnych szczotek należy rozesać ankietę do różnych zakładów celem zebrania danych co do jakości i ilości szczotek. Należy utworzyć laboratorium, które by wykonywało badania odbiorcze, gdyż dotychczas dostarczane szczotki są nieodpowiednie i są często przyczyną zakłóceń pracy.

Inż. KUBEK. Przy komutacji w maszynach prądu stałego najważniejszą rolę odgrywają szczotki. Dlatego też szczotki należy badać na odpowiednich maszynach, gdyż są one związane z uzwojeniem maszyny.

W wielu miejscach bada się szczotki węglowe, jednak praca ta jest niesynchronizowana. Każda z tych placówek powinna dostać do opracowania odpowiedni wycinek zagadnienia; wówczas praca da konkretne wyniki.

Inż. LEPIESZKO. Należy utworzyć biuro szczotek, w którym prowadzono by następujące prace: a) badanie szczotek znajdujących się na rynku, b) porady przy doborze szczotek, c) kierowanie sprawami importu szczotek.

Inż. JONIEWICZ. Najlepiej przygotowana do badania szczotek jest katedra maszyn elektrycznych na Politechnice Śląskiej. Doprowadzenie laboratorium do pełnego wyposażenia wymaga jednak funduszy.

Inż. TYNDIUK. Surowcem wyjściowym przy produkcji spieków jest WO_3 , materiał sprowadzany z zagranicy. Wytwarzanie WO_3 w Polsce jest sprawą bardzo ważną; surowiec ten można uzyskać przez wtylenie odpadków wolframowych oraz z ferrowolframu drogą chemiczną.

Mamy trudności z produkcją odpowiednich styków wolframowych, które uzyskujemy w formie pastylek przez walcowanie wolframu. Zachodzi potrzeba krajania tych styków z prętą i należałoby opracować metodę oszczędniejszego cięcia poprzecznego.

Należy sprecyzować warunki elektrotechniczne i technologiczne na styki do przekazników pracujących na dużą liczbę włączeń.

Inż. ELBAUM. W referatach zjazdowych czytaliśmy o trudnościach wykonania styków z tworzyw wolfram-miedź i wolfram-srebro. W referacie inż. Stolarza podany jest sposób badania tych styków. Badanie na zgar zostało wykonane aparatem do iskrzenia. Ci, którzy opracowali te styki, mieli na uwadze raczej styki teletechniczne, bo styki dla aparatów elektrycznych są narażone na opalenie się

w łuku elektrycznym. Styki z „elmetu“ są stosowane do aparatów elektrycznych wtedy, gdy inne materiały nie wytrzymują łuku elektrycznego. Styki z „elmetu“ są dlatego odporne na działanie łuku elektrycznego, że nie podtrzymują jego palenia się.

Ponieważ styki służą nie tylko do celów teletechnicznych, ale przede wszystkim do celów silnoprądowych, należałoby przeprowadzić próby prądem o znacznym natężeniu i wysokim napięciu. Zagadnienie to związane jest również ze sprawą wytwarzania wielkich łuków doświadczalnych, co znów związane jest z budową odpowiednich urządzeń. Wytwarzanie styków z tych materiałów, o których była mowa, będzie możliwe wówczas, gdy będą istniały zwarciownie dla kontroli zachowania się styku w łuku elektrycznym.

Prof. SMOLIŃSKI. Musimy starać się o uruchomienie produkcji żelaza karbonyłkowego, które jest podstawowym surowcem do rdzeni wielkich częstotliwości i nie daje się niczym zastąpić.

Inż. HABASIMOWICZ. Istnieje możliwość wyeliminowania styków z niektórych układów regulacyjnych. W stosie złożonych płytek węglowych, na skutek ściskania i rozluźniania, następuje zmiana oporności, co wyzyskuje się do regulacji napięcia prądnic samochodowych i innych. System ten jest szeroko stosowany w Ameryce.

Produkcja ta, ze względu na precyzję wykonania, musiałaby zająć się przemysł chemiczny.

Inż. BRYJAK. Produkcja doświadczalna proszków miedzi elektrolitycznej została zapoczątkowana przez Centr. Zarz. Przem. Metali Nieżelaznych i zainteresowane branżowe przemysły mogą już wypróbować przydatność tego proszku dla swych celów. Proszki karbonyłkowe nie będą z powodu trudności produkcyjnych i małego zapotrzebowania produkowane w planie 6-letnim.

Materiały magnetycznie twarde czy spiekane magnesy typu „alni“ i „alnico“ o wadze przeważnie poniżej 60 g będą produkowane około 1954 r. Produkcja materiałów magnetycznych miękkich otrzymywanych metodą metalurgii proszków nie jest jeszcze przewidziana w ramach planu 6-letniego.

W ramach hutnictwa uruchomiono już doświadczalną produkcję spiekanych styków wolframowo-miedziowych. Pierwsze zamówienia na te wyroby już wpłynęły.

Prace nad zagadnieniami wolframu i molibdenu oraz ich wyrobów posunęły się w ostatnich miesiącach znacznie naprzód. Z inicjatywy hutnictwa zaczęto pracować nad tym problemem w r. 1949. W roku 1951 nastąpił podział asortymentów. Wyroby wolframowe i molibdenowe dla przemysłu żarówkowego objął Centralny Zarząd Przemysłu Teletechnicznego, grubsze zaś asortymenty kute i walcowane, jak pręty, bloki, blachy, będzie produkowało hutnictwo. Dokumentacja i projekty zostały po części zakupione za granicą. Uruchomienia produkcji tych wytworów należy oczekiwać w roku 1952—1953.

Produkcja spiekanych węglików jest już opracowana w Polsce i przemysł elektrotechniczny, szczególnie kablowy, używa w szerokim zakresie naszych wyrobów w formie np. przeciagadeł.

Uruchomienie produkcji spiekanych metali i stopów do zastosowań w wyskiej próżni, np. na anody, do złączy ze szkłem, jest przewidziane w hutnictwie w r. 1954.

Podane terminy uruchomienia produkcji tak ważnych dla przemysłu elektrotechnicznego wydadzą się może kołegom elektrykom bardzo odległe. Są one związane z wybudowaniem nowej fabryki i wyposażeniem jej w specjalne urządzenia. Zwrócimy się do polskiego przemysłu elektrotechnicznego o pomoc i dostawę specjalnych zespołów. Oczekujemy jak najdalej idącego poparcia oraz krótkich terminów dostaw, gdyż interes jest obopólny.

Produkcja innych wyrobów metalurgii proszków, jak łączysk porowatych, spieków masowych z żelaza, stali, mosiądzu, miedzi, półprzewodników, rdzeni, w których przemysł elektrotechniczny jest również zainteresowany, nie jest przewidziana w obrębie hutnictwa, chociaż nie jest wykluczona produkcja doświadczalna. Przemysł elektrotechniczny powinien wybudować sobie specjalny zakład, który będzie produkować te wyroby i obsługiwać zainteresowane zakłady.

Inż. BLADOWSKI. Guma przewodząca o małym oporze elektrycznym służy jako ekran w instalacjach wysokiego napięcia i w przewodach wysokiego napięcia aparatów rentgenowskich. Guma przewodząca zastąpi dotychczasowe siatki i opłoty. Okazało się, że tlenki metali przewodzą przy dodaniu sadzy i grafitu. Należałoby zbadać, jakiego rodzaju sadza i grafit zwiększają przewodność gumy oraz jak zachowywać się będzie ona pod wpływem procesu starzenia. Rozwiązanie tych zagadnień da możliwość produkowania gumowych przewodów elektrycznych do wysokiego napięcia i dla przemysłu górniczego. Zagadnienie jest pilne i ważne.

Inż. RYŻKO. Referat kol. Badera omawia zastosowanie karborundu do produkcji odgromników. Poruszone jest zagadnienie obciążalności udarowej płytek karborundu-

wych. Obciążalność tę zmierzono tylko przy uderzeniach prądowych o czasie trwania półszczytu ok. 30 mikrosekund. Ponieważ ilość energii pochłonięta przez płytkę bez jej uszkodzenia jest mniejsza, gdy czas trwania impulsu jest krótszy, przeto należałoby zbadać także zachowanie się płytek przy uderzeniach o czasie trwania półszczytu rzędu setek i tysięcy mikrosekund. Zagadnienie to jest ważne z punktu widzenia działania odgromników przy prądach długotrwałych w czasie burz.

Również mało uwagi poświęcono sprawie starzenia się materiału oporowego, a problem ten jest bardzo ważny.

Należy jak najprędzej uruchomić produkcję karborundu potrzebnego do produkcji odgromników wysokiego i niskiego napięcia.

VI. Materiały kablowe

Dyskusja pod przewodnictwem inż. J. Stańkiewicza nad referatami: 1) Inż. S. Jankowski. Zastosowanie materiałów termoplastycznych w przemyśle kablowym (PE, 1951, z. 1/2/3, str. 64—69). — 2) Inż.

C. Niewiadomski. Kable z płaszczami aluminiowymi (PE, 1951, z. 1/2/3, str. 60—64).

Zagajenie inż. A. MAISONA

Referaty dotyczące powłok kablowych poruszają zagadnienia, posiadające dla przemysłu kablowego pierwszorzędne znaczenie z punktu widzenia możliwości zaoszczędzenia materiałów deficytowych, a mianowicie ołowiu, kauczuku i cyny. Z tego też względu należałoby w dyskusji poświęcić tym zagadnieniom dość uwagi i doprowadzić do wyjaśnienia stanowiska i możliwości poszczególnych instytucji powołanych do zrealizowania wspomnianych zagadnień.

W referacie inż. Jankowskiego podany jest krótki przegląd materiałów termoplastycznych, znajdujących zastosowanie w budowie kabli i przewodów, i omówione są własności mechaniczne i elektryczne polichloru winylu. Rozważając ograniczoną możliwość zastosowania go na powłoki kablowe ze względu na niepełną wodoszczelność, autor podaje tabelę przepuszczalności wilgoci różnych materiałów syntetycznych i naturalnych, z której wynika, że najmniejszy współczynnik dyfuzji posiada tiokol (etylenowielosiarcecz) oraz oppanol (polizobutylen). Tiokol posiada jeszcze tę bardzo ważną zaletę, że jest odporny na oleje i tłuszcze zwierzęce oraz roślinne, jak również na benzene.

Chłonność wody dla tiokolu jest 5 razy mniejsza niż dla najmniej chłonnej gumy. Dalej stwierdza autor, że wykonane próby z tiokolem krajowym nie dały jeszcze zadowalającego wyniku. Od tego czasu osiągnięto jednak i u nas przy współpracy Zakładu Materiałoznawstwa GIElu wyniki pozytywne: otrzymano szereg mieszanek tiokolowych o zadowalających własnościach mechanicznych i elektrycznych.

Wykonano próby natryskiwania przewodu aluminiowego mieszaną tiokolową i próby wulkanizacji w kotle. Osiągnięte wyniki pozwalają sądzić o całkowitej przydatności tiokolu dla przemysłu kablowego. Dość ważną wadą tiokolu jest to, że wydzielą on przy lekko podwyższonych temperaturach specyficzny zapach, co prawdopodobnie utrudni zastosowanie go w instalacjach domowych.

Ze względu na deficytowość kauczuku wprowadzenie tiokolu do przemysłu kablowego jest sprawą pilną, tym bardziej, że tiokol pozwoli też na pewne zaoszczędzenie ołowiu, przy zastosowaniu go jako materiału na płaszcze kablowe.

W dalszej części referatu autor omawia szczegółowo i konkretnie zastosowanie polichloru winylu w różnego typu przewodach energetycznych, kablach energetycznych, przewodach telekomunikacyjnych i kablach telekomunikacyjnych. Rozdział ten może być bardzo pomocny dla prac normalizacyjnych jako ich punkt wyjściowy. Na zakończenie przytacza autor opisy prób polichloru winylu według VDE 0275.

Należy stwierdzić, że polichlorek winylu nie znalazł dotychczas należytego i całkowitego zastosowania w przemyśle kabli i przewodów, choć konieczność szerokiego zastosowania go jest podyktowana bardzo ważnymi względami gospodarczymi. Jest zadaniem dzisiejszej dyskusji omówienie trudności i przyczyn, powodujących opóźnienie szerokiego wprowadzenia tego materiału do produkcji

kabli i przewodów i wystąpienie z wnioskami mającymi na celu usunięcie tych przyczyn.

Referat inż. Niewiadomskiego wysuwa zagadnienie, które z punktu widzenia konieczności oszczędzania ołowiu ma znaczenie kapitalne, bo pozwoliłoby na prawie całkowite wyrugowanie ołowiu z przemysłu kablowego.

Po omówieniu wad ołowiu i jego stopów jako materiałów na płaszcze kablowe (duży ciężar właściwy, niskie własności wytrzymałościowe, niska temperatura rekrytalizacji) autor analizuje możliwości zastąpienia ołowiu w płaszczach kablowych przez tworzywa syntetyczne termoplastyczne oraz przez materiały metaliczne, przy czym szczegółowo omawia zalety aluminium (mały ciężar właściwy, dobre własności wytrzymałościowe, wysoka temperatura rekrytalizacji, niezła odporność na korozję).

Dalej podane są zasady produkcji kabli z płaszczami aluminiowymi wg patentów niemieckich i wg patentów angielskich.

Niestety, nasz przemysł krajowy nie posiada jeszcze żadnych w tym kierunku doświadczeń, wobec czego nie można spodziewać się doraźnej oszczędności ołowiu na tej drodze, nie mniej jednak nie należy rezygnować z jak najszybszego rozpoczęcia prób nad produkcją kabli w płaszczach aluminiowych.

Artykuł inż. Moskalewskiego pod tyt. „Stop Pb + 0,8% Zn w kablownictwie“ (PE, 1949, z. 2, str. 37) ujmuje również zagadnienie, kryjące w sobie możliwości zaoszczędzenia deficytowej cyny i ołowiu. Przemysł kablowy od dłuższego czasu zajmował się kwestią zamiany deficytowych dodatków stopowych przez tańsze. Z inicjatywy inż. Niewiadomskiego wykonano pewne próby ze stopem Pb—As. Podczas studiowania literatury dotyczącej tego zagadnienia, natrafiono na szczegółowy opis prób, dokonanych w 1943 r. w Kablowni Obersprees ze stopem Pb + 0,8% Zn. Przystąpiono do prób. Prasowanie odbywało się łatwo. Przy normalnej temperaturze prasowania tj. około 175°C nie zaobserwowano wzrostu ciśnienia ani zmniejszenia szybkości prasowania.

Wprowadzenie stopu Pb+0,8% Zn do produkcji kabli pozwoliło na zaprzestanie używania drogiej, deficytowej cyny do płaszczy kablowych: prócz tego w wyniku wyższych własności mechanicznych stopu Pb—Zn w porównaniu z czystym ołowiem istnieje możliwość zmniejszenia grubości płaszczy kablowych bez obniżenia ich wytrzymałości mechanicznej, co w efekcie dać może dość poważną oszczędność ołowiu.

Niestety proces wyrobu tego stopu jest utrudniony słabą rozpuszczalnością cyny w ołowiu nawet w stanie płynnym i właściwie nie jest jeszcze należycie przez nasz przemysł opanowany. Stop wykazuje dość dużą niejednorodność pod względem składu chemicznego i co gorsza pod względem wytrzymałości mechanicznej, nie można więc zmniejszyć grubości płaszczy kablowych nie obniżając ich wytrzymałości mechanicznej. Zagadnienie to powinno być w jak najkrótszym czasie definitywnie rozwiązane; może do tego przyczynić się również dzisiejsza dyskusja.

DYSKUSJA

Inż. BLADOWSKI. Produkcję fabryczną tiokolu będzie można zacząć, gdy będzie opracowana dobra metoda produkcji, gwarantująca jednorodność własności fizycznych i chemicznych oraz higieniczne warunki pracy.

Istnieją możliwości zastosowania aluminium do płaszczy kablowych. Jednakże nie można liczyć na to, że aluminium wyruguje całkowicie ołów z kablownictwa. Jedynie w pewnych warunkach można będzie ograniczyć używanie ołowiu np. do kabli ziemnych. Obecnie za granicą wykonuje się szereg eksperymentów w tej dziedzinie.

Jedna z fabryk krajowych wyprodukowała maszynę do oplaszczowywania aluminium. System ten został użyty do przewodów o średnicy 35 mm. Za granicą stosuje się go do mniejszych przekrojów.

Już przed wojną wykonywano u nas kable z płaszczem aluminiowym, spawając liniowo taśmę aluminium. Aby uczynić kabel gętkim, dawano spiralne rowki wzdłuż powłoki aluminiowej. Rowki te okazały się niepraktyczne, gdyż w tych miejscach kabel najczęściej pękał.

Metodę łączenia przez zimne spawanie można zastosować do przewodów instalacyjnych i do małych przekrojów kabli. Do dużych przekrojów odpowiednia jest metoda prasowania płaszczy aluminiowych. Tu jednak grubość aluminium jest dość duża, wskutek czego kabel jest sztywny. Niemcy stosowali przy tej metodzie bardzo czyste aluminium, które jest miękkie i daje się giąć. Czyste aluminium jest jednak bardzo drogie i wątpliwe, czy stosowanie go opłacałoby się.

Grubość płaszcza ołowianego należy zmniejszyć ile się da, zależnie od możliwości technicznych fabryk. Chodzi o to, aby utrzymać odchyłki grubości płaszcza w granicach tolerancji, a to zależy od stanu urządzeń i od sumienności majstra.

W sprawie stopu Pb—Zn należy zbadać zachowanie się tego materiału z biegiem czasu: czy zmienia on swoją strukturę, czy Zn nie wydziela się? Jeżeli stop zacznie wydzielać cynk, to może to spowodować korozję kabla. Zwracam uwagę, że stopy Pb—Zn wyszły z mody. Obecnie dodaje się zwykle jeszcze jakiś trzeci składnik.

Inż. ELBAUM. Ponieważ zalecenia oszczędności miedzi dotarły i do przemysłu aparatury, pragnę usłyszeć zdanie kolegów w tej sprawie.

Jeżeli obliczymy ilość miedzi w linii elektrycznej i całkowitą zawartość materiału przewodzącego w aparacie, to myślę, że obliczony stąd procent miedzi się w tolerancji, przewidzianej na odpady kabli. Zagadnienie wprowadzenia materiałów zastępczych nie powinno być przeto tak ostro postawione w stosunku do aparatów elektrycznych. Nawet Niemcy w czasie wojny nie stosowali w tym przypadku nic innego tylko miedź, choć mieli z jej dostawą kolosalne trudności. Zastąpienie miedzi innymi materiałami może spowodować konieczność dużych zmian konstrukcyjnych, a tym samym znaczne koszty.

Jeżeli jednak jest to konieczne, należałoby dostarczyć przemysłowi aparatów elektrycznych gotowe materiały zastępcze jak bimetale FeCu, FeAl i AlCu. GIEL musiałby opracować przepisy, dotyczące obciążalności tych materiałów.

Inż. KOLBIŃSKI. Walka o własne termoplastyki trwa już od r. 1945. Ostatnio uzyskane próby z polimerów wypadły bardzo dobrze. Postęp w tej dziedzinie jest, ale jeszcze zbyt wolny, wobec czego należy poprzeć wszelkie wysiłki w tym kierunku.

Samo używanie jest kwestią nabrania zaufania przez odbiorców. W stosunku do wewnętrznych instalacji wszyscy domagają się tych plastyków ze względu na łatwą zmywalność przy pomocy benzyny i oleju oraz lekkość przewodu. Dalsze zastosowanie — to przewody do wszystkich niskich i średnich napięć oraz do telefonów. Trzeba tylko przełamać brak zaufania do tego surowca.

Sprawa zawilgocenia kabla nie jest groźna. W ZSRR kładziono kable takie nawet w rzekach. O długości życia kabla decyduje to, w jakich znajduje się warunkach. Gdy uzyskamy chloropoliwinyle własnej produkcji, będziemy mogli rozpocząć próby z zastosowaniem ich w kablach na terenach suchych.

Mieliśmy tiokol do swej dyspozycji, jednakże nie wyzyskaliśmy go ze względów higienicznych: żadne przewietrzanie nie pomogło i były wypadki zachorowań. Uważam tiokol za wielkie ryzyko z punktu widzenia ekonomicznego. Tiokol, który mamy, jest niepewny, ponieważ proces polimeryzacji nie jest skończony. Wszelkie próby ze starzeniem nie dały zadowalających wyników. Tiokol gotowany przez wiele godzin jest dobry, jednakże po dwóch godzinach leżenia potrafi się rozlecieć. Z chwilą, gdy chemicy dadzą dobry surowiec, wykorzystamy go na pewno.

Płaszcz aluminiowy daje duże korzyści gospodarcze. Sprawa używania płaszcza aluminiowego jako 4-ej żyły jest jeszcze bardzo nowa i można ją raczej uważać za pogłoskę reklamową; nie znajdujemy żadnej wzmianki o tym w literaturze międzynarodowej. Gięcie kabli z płaszczem aluminiowym jest niebezpieczne ze względu na płynność aluminium. Również próbę gięcia kabli w płaszczach ołowianych należy poddać rewizji, ponieważ przekonaliśmy się, że próba zginania w fabryce nie odpowiada zginaniu w praktyce.

Inż. HARASIMOWICZ. Jedynie w transformatorach widzimy możliwość zastąpienia miedzi przez aluminium i to nie we wszystkich. W transformatorach normalnych można stosować aluminium pod warunkiem otrzymania odpowiednich lutów. Co do maszyn podtrzymuję swój poprzedni dezzyderat: będą one musiały być ostatnim zastosowaniem aluminium. W wirnikach stosujemy aluminium tam, gdzie jest to możliwe. Jeśli chodzi o maszyny indukcyjne, to oszczędność byłaby znikoma. Przy produkcji masowej silników są trudności natury technologicznej.

Inż. NIEWIADOMSKI. Powłoka kablowa z aluminium może wyprzeć ołów w znacznej mierze z kabli energetycznych nawet o średnicy powyżej 35 mm. W przyszłości można by ograniczyć się do stosowania ołowiu tylko do kabli o dużych przekrojach. Problem ten jest rewolucyjny ze względu na sposób produkcji kabli z płaszczem aluminiowym. Nowy sposób łączenia — spawanie na zimno — ma zastosowanie we wszystkich dziedzinach techniki, wymaga jednakże opracowania w kraju. Polega ono na łączeniu dwóch metali na zimno na styk. Stosowane ciśnienie jest wyższe niż ciśnienie graniczne płynności materiałów. Metoda ta wymaga wybitnie czystych powierzchni i odpowiednich matryce.

Nasze kable ołowiane mają za grube ścianki; należy je zmniejszyć do norm radzieckich, tj. do 0,95 mm. Musimy jak najprędzej wprowadzić normy GOST z 1950 r. Przez wprowadzenie stopu Pb-Zn zmniejszymy grubość ścianki i utrzymamy własności mechaniczne płaszczy.

Inż. MAISON. W sprawie tiokolu wyjaśniam, że — zgodnie z referatem inż. Jankowskiego — posiada on najmniejszy współczynnik przepuszczalności wilgoci, nie można więc mówić, że nie przepuszcza wilgoci w ogóle. Badania wykonane w Zakładzie Materiałoznawstwa Elektrycznego GIEL potwierdziły te wyniki. Tiokol nie jest szkodliwy dla zdrowia; wydziela bardzo nieprzyjemny zapach, ale tylko wtedy, gdy stosuje się nieodpowiednią temperaturę natryskiwania. Jeżeli zapach silnie się wydziela dowodzi to, że temperatura przeróbki jest za wysoka. Zatem obawy przemysłu kablowego są nieuzasadnione.

Stosowany dotychczas stop Pb-Zn nie jest materiałem jednolitym i ma w niektórych miejscach taką samą wytrzymałość, jak ołów. Uważaliśmy, że przez użycie stopu PbZn nie można zmniejszyć grubości ścianek, natomiast można je zmniejszyć przez wprowadzenie norm radzieckich.

Inż. STATKIEWICZ. Gdy była mowa o oszczędności miedzi i zastąpieniu jej innymi materiałami, koledzy powiedzieli, że na pewnym odcinku oszczędność jest nieznaczna. Oczywiście, tam, gdzie stosowanie innych materiałów niż miedź może spowodować konieczność budowy kosztownych aparatów lub przebudowy już istniejących, zagadnienie to nie powinno wchodzić w rachubę; jednak

technice. Używane są do nasycania wszelkiego rodzaju uzwojeń elektrycznych oraz powlekania uzwojeń lub części aparatury.

Najbardziej rozpowszechnione dotychczas są lakiery izolacyjne olejne, względnie olejno-asfaltowe, które odznaczają się dużą elastycznością oraz dobrymi właściwościami elektrycznymi. Istnieje jednak szereg zastosowań w elektrotechnice, gdzie właściwości ich są niewystarczające. Przede wszystkim posiadają one niedostateczną przesykalność węglaną, wykluczającą ich użycie w wirnikach szybkoobrotowych, oraz są mało odporne na działanie podwyższonej temperatury, co zmusiło do szukania innych gatunków dla nasycania uzwojeń specjalnych.

I tak w ostatnich czasach wzrosły na znaczeniu lakiery oparte na żywicach syntetycznych fenolowych utwardzalnych i nieutwardzalnych, które posiadają doskonałą przesykalność węglaną oraz lepszą wytrzymałość na działanie podwyższonej temperatury. Jedynie ze względu na swoją twardość i kruchość muszą otrzymywać domieszkę odpowiednich zmiękaczy.

Nowym typem lakierów, nadającym się jeszcze lepiej do celów elektrotechnicznych niż lakiery fenolowe, są lakiery oparte na żywicy glistalowej. Utwardzalne przy temperaturze do 200°C posiadają wielką elastyczność i zachowują ją nawet przy stosunkowo wysokich temperaturach nie zwęglaając się. Właściwości elektryczne są zupełnie zadowalające. Lakiery te ostatnio zyskują coraz bardziej na znaczeniu ze względu na możliwość ich stosowania w trudnych warunkach pracy oraz jako najlepsze z dotychczasowych syciw dla włókna szklanego.

Wprowadzone do produkcji lakiery o podstawie żywicy alkidowej posiadają również wiele cennych zalet jak dużą odporność termiczną, dobre właściwości izolacyjne, bardzo dobrą elastyczność oraz przyczepność, co kwalifikuje je jako odpowiednie tworzywo dla lakierów emaliowych do drutów.

Postęp w dziedzinie lakierów syntetycznych szuka wciąż nowych rozwiązań i otrzymuje szereg nowych tworzyw, jak żywice alkidowe modyfikowane, plastopale, lufeny, żywice anilinowe itp. Szczytowym osiągnięciem w tej dziedzinie są lakiery silikonowe oparte na związkach krzemu, analogicznych do organicznych związków węgla. Silykony można otrzymywać w różnym stopniu polimeryzacji i spośród wielu innych zastosowań mogą być użyte jako lakiery izolacyjne. Literatura radziecka wymienia ich nadzwyczaj dużą odporność cieplną, dzięki której nadają się one do nasycania silników specjalnych z izolacją szklaną. Silniki próbne obciążano aż do wypięcia lutowanych połączeń, a przy tym izolacja szklana, nasycana lakierem silykonowym, nie uległa żadnemu uszkodzeniu. Tworzywa silykonowe wydzielają jednak w wyższych temperaturach substancje szkodliwe dla zdrowia (związki chlorowe).

Stan krajowych lakierów izolacyjnych jest niezadowalający. Najpilniejszą staje się tu konieczność wspólnej pracy badawczej elektryków i chemików w dziedzinie polepszenia jakości lakierów izolacyjnych. Znajomość składu surowcowego lakierów izolacyjnych jest dla użytkownika nadzwyczaj ważna i ułatwić może współpracę pomiędzy wytwórcą lakieru a użytkownikiem. Dotychczas jednak skład lakierów nie jest przeważnie lub z zasady podawany, co bardzo utrudnia pracę i wszelki postęp w tej dziedzinie.

Lakiery krajowe posiadają, jak to wykazały badania GIElu oraz laboratorium badawczego CBKME, niedostateczne właściwości. Największa trudność polega na osiągnięciu optimum w połączeniu dobrych cech elektroizacyjnych z innymi, jak twardość, elastyczność, przesykalność, odporność na wpływy chemiczne itp. Drugą z kapitalnych wad lakierów izolacyjnych krajowych jest niestabilizowanie ich właściwości, a więc każda dostawa jest inna. Utrudnia to niezmiernie pracę użytkowników. Poza tym produkuje się u nas przeważnie jeszcze lakiery pochodzenia naturalnego, a stosowanie żywic syntetycznych jest dotychczas znikome.

Obecnie czynione są wysiłki ku zorganizowaniu krajowej produkcji lakierów glistalowych, jednakże problem ten nie jest jeszcze całkowicie opracowany laboratoryjnie.

Największą trudność sprawia brak zainteresowania dla potrzeb przemysłu elektrotechnicznego ze strony przemysłu chemicznego, w szczególności zaś przemysłu farb i la-

kierów. Lakiery izolacyjne, stanowiące ilościowo niewielki procent całkowitej produkcji lakierów i farb, pod względem zaś wymagań technicznych sprawiające wytwórcom niemało kłopotów, są traktowane peryferyjnie. Brak zaś zrozumienia ważności tych spraw należy przypisać wspomnianej już zbyt luźnej współpracy pomiędzy chemikami i elektrykami.

W celu postawienia produkcji lakierów izolacyjnych na odpowiednim poziomie należy wyodrębnić jedną z fabryk przemysłu farb i lakierów dla produkcji lakierów izolacyjnych oraz stworzyć przy niej specjalny ośrodek badawczy. Należy następnie po gruntownych badaniach ustalić właściwy asortyment lakierów izolacyjnych, pokrywający potrzeby naszego przemysłu elektrotechnicznego.

Druty emaliowane. Ze względu na swoje zalety druty emaliowane zyskują ostatnio coraz więcej na znaczeniu i używane początkowo tylko w teletechnice zyskały sobie powszechne prawo obywatelstwa we wszystkich mniejszych uzwojeniach aparatów i maszyn elektrycznych.

Zasadniczą zaletą drutu emaliowanego jest cienkość jego pokrycia i dobre właściwości elektryczne. Od pokrycia jego wymaga się również, aby było dostatecznie elastyczne i twarde oraz odznaczało się dobrą przyczepnością do metalu i odpornością chemiczną na używane syciwa.

Krajowe druty emaliowane posiadają na ogół jeszcze niezadowalające właściwości. Druty z różnych kablowni przy użyciu tego samego lakieru posiadają bardzo różnorodne, niejednolite i częstokroć niedostateczne właściwości, spowodowane stosowaniem różnych metod technologicznych. Drugą kapitalną wadą krajowych drutów emaliowanych, której właściwie nie udało się jeszcze usunąć nawet w skali międzynarodowej, jest zbyt duża podatność emalii drutowej na działania lakierów nasycających oraz rozcieńczalników, szczególnie przy podwyższonej temperaturze. Wada ta powoduje liczne braki w produkcji maszyn elektrycznych.

Celem usunięcia powyższych trudności należałoby dobrać, ewentualnie opracować odpowiedni lakier (np. alkidowy) o dobrych właściwościach elektrycznych i mechanicznych przy jednoczesnej odporności na działanie lakierów nasycających. Drugim ważnym zagadnieniem jest opracowanie odpowiedniego procesu technologicznego dla produkcji obranego lakieru. Następne również nie cierpiące zwłoki zagadnienie polegałoby na opracowaniu i wprowadzeniu ciągłej i automatycznej kontroli jakości w emaliarniach drutu emaliowanego celem polepszenia jego jakości.

Masy nasycające („compound”). Ze względu na przewidzianą w planie 6-letnim produkcję dużych maszyn elektrycznych sprawa odpowiednich mas nasycających nabiera specjalnego znaczenia. Najważniejsze wymagania stawiane masom nasycającym to przede wszystkim dobra wytrzymałość elektryczna, nie za niski punkt topnienia, a jednocześnie duża płynność po stopieniu celem umożliwienia odpowiedniego nasycania, oraz odpowiednie właściwości mechaniczne i brak kruchości, która powoduje niebezpieczne pękanie masy.

Właściwości mas krajowych pozostawiają jeszcze dużo do życzenia ze względu na brak doświadczenia w tej dziedzinie. Konieczne staje się ustalenie i zacieśnienie współpracy pomiędzy przemysłem elektrycznym i jego placówkami badawczymi a przemysłem, produkującym wyżej wymienione masy, oraz wydanie odpowiednich norm.

Jako mas nasycających do innych celów, np. zalewania aparatów, nasycania drutów montażowych, nasycania kondensatorów papierowych itp., stosuje się od dawna syciwo naturalne, jak woski naturalne, parafinę oraz odpowiednio skomponowane z nich pasty. Syciwa te nie następczą specjalnych trudności produkcyjnych, chodzi tu jedynie o odpowiednie oczyszczenie surowców.

Ostatnio coraz częściej stosuje się syciwa syntetyczne w rodzaju chlorowanych naftalenów. Są one już produkowane w kraju pod nazwą woskołu, ale ich jakość pozostawia jeszcze wiele do życzenia ze względu na zbyt dużą kwasowość oraz niejednostajny stopień schlorowania. Zapotrzebowanie na woski syntetyczne istnieje w przemyśle telekomunikacyjnym do kondensatorów papierowych oraz w przemyśle górniczym do zapalników minerskich. Ponieważ zagadnienie to nie jest jeszcze w całości opanowane, należy: 1) ustalić jakościowe i ilościowe zapotrzebowanie na woski syntetyczne, 2) rozpracować ich technologię.

3) rozwiązać na terenie instytutów zagadnienie stateczności cech elektrycznych wosków syntetycznych, ponieważ woski obecnie produkowane zmieniają z czasem swe właściwości.

Nasywanie. Omówione dotychczas materiały izolacyjne służą przeważnie jako syciwa materiałów włóknistych — naturalnych lub syntetycznych. Suszenie i nasywanie uzwojeń wzgl. materiałów izolacyjnych tworzy technologicznie jeden nierozdzielny cykl i dlatego zwykle jest łącznie rozpatrywane.

W technice dotychczasowej istnieje kilka metod nasywania. Najprostszy sposób polega na suszeniu wstępnym w suszarni powietrznej lub obiegowej oraz nasycaaniu przez zanurzenie obiektu podgrzanego w odpowiednim syciwie. Dokładniejsza jest metoda próżniowa, polegająca na suszeniu obiektu do nasykania w autoklawie w próżni przy niższej temperaturze, a następnie zasysaniu przez wytworzoną próżnię syciwa, które jest następnie wtłaczane w kapilary materiału nasykanego pod działaniem ciśnienia atmosferycznego. Działanie to można jeszcze spotęgować używając nadciśnienia. Otrzymujemy wtedy metodę próżniowo-ciśnieniową.

Przy nasycaaniu kabli wysokonapięciowych oraz kondensatorów — ze względu na występujące tu duże naprężenia elektryczne w dielektrykach — stosuje się już od dawna metodę próżniową. Praktyka wykazała, że tylko tą drogą można uzyskać pewne wyniki nasykania i osiągnąć pożą-

daną jakość wyrobu. Ponieważ najważniejszą rolę odgrywa tu wielkość próżni, dochodzi się z nią aż do 0,1 mm Hg.

Mniej jasno przedstawia się problem nasykania uzwojeń maszyn i aparatów elektrycznych. Utarło się powszechne przekonanie, że dla wyrobów mniejszych i niskonapięciowych wystarczy zwykła metoda suszenia i nasykania przez zanurzenie, dla wyrobów zaś większych, wysokonapięciowych i o ważnym znaczeniu gospodarczym należy bezwzględnie stosować metodę próżniową względnie próżniowo-ciśnieniową.

Ze względu na koszt inwestycji wyłonił się ostatnio zasadniczy problem: czy w ogóle stosować nasykanie próżniowe do maszyn elektrycznych, ewentualnie w jakich tylko przypadkach? Rozważanie tego problemu jest szczególnie ważne w chwili obecnej, kiedy wiele zakładów produkcyjnych stoi przed sprawą zamówienia względnie zainstalowania u siebie odpowiednich urządzeń do nasykania. Urządzenia dotychczas u nas stosowane są przeważnie cykliczne, tzn. pracują metodą kolejno po sobie następujących zamkniętych przebiegów, co zmniejsza znacznie ich przepustowość.

Wyłania się również pilne zagadnienie urządzeń taśmowych do nasykania małych silników, produkowanych seryjnie. Ważne jest przy tym ustalenie granicznej wielkości silników, do której należałoby stosować urządzenia taśmowe.

DYSKUSJA

Inż. KĘDZIORA. Silnik elektryczny musi być nasywany i to kilkakrotnie odpowiednim lakierem, gdyż tylko wówczas jest odporny na wilgoć i to pod warunkiem, że pracuje. Silniki asynchroniczne można nasycać pod ciśnieniem atmosferycznym; nasywanie w próżni jest kosztowne i niekonieczne. Normalnie suszy się silnik przez 6—8 godzin, po czym zanurza się go w lakierze na pół godziny i poddaje powtórnemu suszeniu, podczas którego odbywa się proces polimeryzacji.

Z powodu niejednorodnej produkcji lakierów mamy dużo trudności. Należałoby wydzielić, względnie otworzyć osobną fabrykę o wąskiej specjalności.

Jeśli mamy przejść na izolację szklaną, która jest niezbędna dla maszyn używanych w górnictwie, to konieczna jest produkcja lakierów sylikonowych i glistalowych.

Inż. ZAJĄC. Pożądane jest, żeby fabryki lakierów dawały do lakieru odpowiedni rozpuszczalnik oraz podawały sposób użytkowania danego lakieru. Brak danych utrudnia pracę i powoduje szkody.

Inż. TYNDIUK. Zakłady wytwarzające aparaty precyzyjne mają znaczne trudności z powodu rozmaitego składu chemicznego lakierów, który nie jest znany i nie jest znormalizowany. Konieczne jest wyodrębnienie jednej fabryki lakierów, przydzielenie jej do przemysłu elektrotechnicznego oraz nałożenie na nią obowiązku podawania przepisów co do użytkowania lakierów przez nią produkowanych. Fabryka ta powinna zająć się również badaniami nad suszeniem lakierów za pomocą promieni podczerwonych.

Inż. KNORF. Wysłuchałem zarzuty pod adresem Zjednoczonych Zakładów Farb i Lakierów. Zarzuty te są tylko częściowo uzasadnione. Wyłączenie jednej z fabryk dla potrzeb elektrotechnicznych nie jest zagadnieniem prostym, ponieważ Zjednoczone Zakłady nie dysponują fabryką, która mogłaby produkować wszystkie potrzebne przemysłowi elektrotechnicznemu lakiery izolacyjne. Niewątpliwie częściowe skomasowanie produkcji tych lakierów przyczyniłoby się do znormalizowania ich właściwości, ale przemysł elektrotechniczny musi z tym wystąpić do M. P. C., ponieważ sprawa ta jest od nas niezależna. W ZSRR i innych krajach rzeczywiście są wytwórnie lakierów, które pracują wyłącznie dla pewnych zakładów.

Lakiery mineralne produkcji krajowej można stosować do nasykania uzwojeń. Jakość ich odpowiada jakości lakierów przedwojennych. Rozcieńczanie lakieru benzyną jest niedopuszczalne. Co do wyboru rozpuszczalnika należy zasięgać u nas informacji. Sposób nasykania i używania lakierów wpływa w znacznej mierze na ich właści-

wości. Sprawę tę należy podkreślić, ponieważ na odcinku przemysłu elektrotechnicznego spotykamy się z niewłaściwym stosowaniem lakierów.

Sprawy lakierów do drutów (emalii) oraz lakierów do włókna szklanego zostały pomyślnie rozwiązane przez komisję koordynacyjną w ubiegłym roku. Sprawa lakierów impregacyjnych jest w toku.

Niejednorodność produkcji jest spowodowana brakiem podstawowych surowców; z konieczności musimy stosować zastępcze.

Inż. NIEWIADOMSKI. Problem lakieru do drutów można dzięki zasłudze inż. Knopfa uważać za rozwiązany w 90%. Dysponujemy lakierem, który nadaje się do drutów nie cieńszych niż 0,6 mm. Apeluję, aby przemysły maszyn i aparatów elektrycznych oraz GIEI wykonały próby z naszym lakierem i wyniki obserwacji przesyłały C. Z. w Gliwicach.

Ponieważ, jak słyszeliśmy, nie da się wyodrębnić takiej fabryki, która produkowałaby wszystkie potrzebne przemysłowi elektrycznemu lakiery izolacyjne, przeto poszczególne fabryki powinny specjalizować się w produkcji jakiegoś gatunku lakieru.

Sprawa lakieru glistalowego jest w opracowaniu w Zjednoczeniu i należy uważać ją za zakończoną.

Inż. KIELASZ. Zagadnienie nasykania próżniowego jest stare, ale dotychczas nierozwiązane. Rozważa się sprawę kontroli stopnia nasykania i stopnia wysuszenia, co dotychczas nie było robione.

Nasuwa się pytanie, w jakim stopniu należy stosować procesy próżniowe przy nasycaaniu. W stosunku do maszyn małych sprawa jest bezsporna. Problem jest ważny dla maszyn większych, gdyż dotychczas stosowana metoda nasykania i suszenia daje wyniki niezadowalające.

Chemicy na ogół słabo orientują się w sprawach sposobu używania lakierów, to też wyodrębnienie fabryki lakierów izolacyjnych dla przemysłu elektrotechnicznego uważam za korzystne.

Inż. ŻELAZOWSKI. Zgłaszam wniosek uruchomienia produkcji lakierów odpornych na wodę morską i związki chemiczne, ponieważ przemysł maszyn elektrycznych napotyka trudności z powodu braku odpowiednich lakierów.

Inż. BOBIN. Uważam, że produkcję lakierów izolacyjnych należy pozostawić w przemyśle chemicznym ze względu na trudności w uzyskaniu surowców. W celu podniesienia jakości lakierów dla przemysłu elektrycznego przemysł chemiczny powinien zatrudnić elektryków.

Inż. PLUCIŃSKI. Robiliśmy próby izolowania silników włóknem szklanym i lakierem gliftalowym; wypadły one bardzo dobrze.

Druty w emalii dostarczane z różnych fabryk, pracujących na tych samych lakierach, wykazują różne własności. Uważam, że emalia nie jest dobra.

Nasycanie w próżni nie nadaje się do produkcji seryjnej. Za granicą stosowanie próżni i mas nasycających wychodzi z użycia. Sam widziałem maszynę, która była izolowana ceratką jedwabną i nasycana przez zanurzenie w jasnym lakierze.

Doświadczenia z suszeniem promiennikami podczerwieni dały złe wyniki. Do takiego suszenia należy stosować lakiery schnące przez polimeryzację.

Inż. ECKERT. Przychylam się do zdania, że przemysł elektrotechniczny powinien przejąć fabrykę lakierów izolacyjnych.

Można by zaoszczędzić miedzi w maszynach elektrycznych, gdybyśmy mieli odpowiednią izolację dla przewodnika aluminiowego.

Musimy mieć urządzenia do stosowania mas nasycających, szczególnie dla maszyn dużych, ponieważ lakiery są słabe i nie wiemy nigdy, jakim lakierem pracujemy. Nie zgadzam się ze zdaniem, że masy nasycające wychodzą z obiegu.

Inż. MAISON. Referat, dotyczący metod badania olejów izolacyjnych, stanowi podsumowanie doświadczeń Zakładu Materiałoznawstwa Elektrycznego z tej dziedziny. Najbardziej istotnym wnioskiem z badań jest ten, że aparat do badania temperatury zapłonu o tyg'u otwartym (Markussona) daje niższe i różne wyniki w porównaniu z wynikami przy badaniach aparatem o tyg'u zamkniętym (Wartens-Pensky'ego). W transformatorach olej jest zamknięty, wobec czego druga metoda bardziej odpowiada warunkom pracy oleju transformatorowego i powinna być wprowadzona do normy.

Inż. KOLBIŃSKI. Należy zająć się poważnie sprawą olejów kablowych. Dotychczasowe rozmowy z Instytutem Naftowym na temat olejów dla elektrotechniki nie ustaliły żadnego typu, nawet dla kabli niskonapięciowych. Sprawa jest ważna i bardzo pilna. Musimy też zastanowić się nad rodzajem surowców do kabli wysokiego napięcia, które ulegają starzeniu wskutek jonizacji. Wylania się wreszcie konieczność opracowania mas do kabli powyżej 15 kV i wprowadzenia ich do produkcji.

Inż. MICHAŁOWSKA. Oleje transformatorowe spełniają wymagania przemysłu elektrotechnicznego. Wylania się kwestia, czy warto stosować stabilizowanie tych olejów, co jest bardzo trudne.

Mieszanina olejów transformatorowych jest raczej niewłaściwa i każdorazowo należy zwracać się w tej sprawie do C. P. N.

Inż. SICIŃSKI. Możliwość zastosowania olejów syntetycznych i zaoszczędzenie w ten sposób surowców importowych są bardzo duże. W związku z tym apelujemy do Instytutu Tworzyw Organicznych o przyspieszenie prac nad tymi materiałami.

Inż. WINKLER. Obszernie była komentowana sprawa osobnej fabryki dla produkcji lakierów potrzebnych dla przemysłu elektrotechnicznego. Przejęcie takiej fabryki byłoby, oczywiście, trochę kłopotliwe dla przemysłu elektrycznego. Chociaż zapewne o to, aby wyodrębnić jedną z fabryk i nastawić ją na omawianą produkcję, a następnie poddać kontroli chemicznej placówek badawczych elektrotechnicznych. Ten sposób rozwiązałby najlepiej sprawę.

Obecnie produkowane lakiery kryją się pod pewnymi magicznymi znakami i nie wiadomo, co one zawierają, a to utrudnia badania. Byłoby znacznym ułatwieniem w pracy jawne podawanie receptury, jak to praktykuje się w ZSRR. Sprawa koniecznego rozpuszczalnika do lakieru jest zasadniczej wagi i nowa norma przewiduje obowiązek podawania go przez dostawcę. Równie ważna jest sprawa parametrów użytkowania lakieru.

VIII. Materiały ceramiczne

Dyskusja pod przewodnictwem inż. J. Stańkiewicza i inż. T. Żarneckiego nad referatami: 1) Prof. dr J. Skowroński. O przyczynach przebiegu izolatorów liniowych wiszących (PE, 1950, z. 9/10/11, str. 435—444). — 2) Prof. dr J. Skowroński. W sprawie ograniczenia stosowania polewy w porcelanie elektrotechnicznej (PE, 1950, z. 9/10/11, str. 452—463). — 3) Inż. T. Stępniewski. Produkcja porcelany do celów elektrotechnicznych (PE, 1950, z. 9/10/11, str. 444—451). — 4) Dr J. Winogrodow. Nowy sposób wytwarzania porcelanowych izolatorów przepustowych.

Zagajenie inż. T. STĘPNIEWSKIEGO

Materiały ceramiczne zajmują czołowe miejsce wśród elektrotechnicznych materiałów izolacyjnych zarówno pod względem ilościowym, jak i pod względem różnorodnych ich właściwości oraz możliwości wyrobu sztuk o bardzo małych i bardzo wielkich wymiarach. Zastosowanie dużych materiałów ceramicznych zawdzięcza swym doskonałym własnościom elektrycznym i cieplnym, dobrym własnościom mechanicznym oraz odporności na wpływy atmosferyczne.

Zależnie od dziedziny zastosowania wybijają się na pierwsze miejsce pewne szczególne własności tych materiałów. W energetyce przy rozdziale i przesyle energii elektrycznej wymagane są dobre własności elektryczne na przebiegu, dobre własności mechaniczne, odporność na wpływy atmosferyczne i możliwości technologiczne nadawania skomplikowanych nawet kształtów przy bardzo dużych wymiarach. W technice instalacyjnej niskiego napięcia wybijają się własności izolacyjne powierzchniowe i możliwość taniej masowej produkcji. W grzejnictwie elektrycznym materiały ceramiczne są jedynymi, które wytrzymują wysokie temperatury pracy przy zachowaniu swych własności izolacyjnych. W technice wielkiej częstotliwości mają szerokie zastosowanie dzięki swym własnościom dielektrycznym: małej stratności i dużej, nawet bardzo dużej stałej dielektrycznej oraz cennym własnościom mechanicznym: niezmienności kształtu i wymiarów tak ważnej dla stałości układów strojeniowych.

Własności materiałów ceramicznych zależą od składu masy wyjściowej, od obranego sposobu nadawania kształtu oraz od procesu wypalania. Należy podkreślić poza tym

aw.e charakterystyczne cechy wyrobów ceramicznych: zmniejszenie wymiarów surowych wskutek procesu wypalania o kilkanaście do 20% (co nie występuje przy innych materiałach) oraz nadawanie ostatecznego kształtu w stanie surowym materiału. Natomiast dopiero wypalanie ustala ostateczne własności materiału, a obróbka po wypaleniu jest możliwa jedynie w bardzo niewielkim zakresie.

Wymienione względy pociągają za sobą szczególne warunki produkcyjne i bardzo długi cykl produkcyjny, w czasie którego nie ma możliwości usunięcia drogą kontroli wszystkich wad materiałowych lub produkcyjnych, a ostateczna kontrola możliwa jest dopiero po otrzymaniu gotowego produktu.

Zagadnienia technologiczne i konstrukcyjne są więc skomplikowane i różnorodne i mogą być opanowane jedynie na podstawie rozważań teoretycznych oraz długotrwałych doświadczeń.

Jakkolwiek zagadnienia produkcji materiałów ceramicznych są podstawowego znaczenia dla energetyki i przemysłu elektrycznego, właściwa współpraca między odbiorcami a przemysłem ceramicznym nie jest ustalona. Przyczyny są różnorodne — kadrowe, organizacyjne i surowcowe.

Nasz przemysł elektroceramiczny powstał właściwie dopiero około 1930 r. i w okresie przedwojennym mimo osiągnięcia pewnego poziomu, wystarczającego na ówczesne potrzeby, nie posiadał warunków dla wyszkolenia więk-

szych kadr fachowców oraz wytworzenia mocniejszej tradycji produkcyjnej.

Po odzyskaniu ziem zachodnich stan liczbowy fabryk oraz zdolność produkcyjna znacznie wzrosły. Nieliczne kadry fachowców zostały z konieczności rozproszone na liczne zakłady, które uruchomiono mimo braków surowcowych i zdekomputowania urządzeń fabrycznych. Popelniono jednak od samego początku błąd organizacyjny przez włączenie fabryk porcelany elektrotechnicznej w skład ogromnego Centralnego Zarządu Przemysłu Materiałów Budowlanych, który obejmował niewątpliwie bardzo ważne dla naszej gospodarki narodowej działy produkcyjne, jak fajans, kamionka, cegła, cement i inne, jednak nie mające bezpośredniego związku z elektrotechniką, a często nawet z nowoczesnymi pojętymi metodami produkcyjnymi.

Konieczność pewnej samodzielności fabryk elektroporcelany, a także ich znaczenie i kierunki rozwojowe dla potrzeb wewnętrznych oraz możliwości eksportowych były wielokrotnie dyskutowane, lecz sprawa nie znalazła dotychczas właściwego rozwiązania. Przemysł elektrotechniczny nie ma do tej pory organicznego związku z przemysłem ceramicznym. Związek ten powinien się wyrazić w formie ścisłej współpracy wyodrębnionego zespołu fabryk porcelany elektrotechnicznej, gdzie wymagania elektryka kojarzyłyby się z wykonawstwem ceramika na wysokim poziomie technicznym. Wyodrębniony zespół fabryk musi zatrudnić i wyszkolić kadry specjalistów-elektroceramików.

Oceniając dzisiejszy stan produkcji i wyposażenia fabryk dochodzimy do następujących wniosków: a) stan kadr technicznych średnich i wyższych jest niewystarczający (np. na 6 fabryk porcelany nie ma ani jednego inżyniera-elektryka w produkcji); b) jakość produkcji pozostaje na poziomie nie wyższym niż przed dziesięciu laty; c) brak rozwojowej myśli przewodniej; d) brak dostatecznego wyposażenia laboratoriów technicznych i badawczych, brak biur konstrukcyjnych.

Jeśli zestawimy z drugiej strony ogromny postęp w dziedzinie rozwoju sieci elektrycznych, szczególnie w zakresie potrzeb dla najwyższych napięć, dochodzimy do wniosku, że obecny stan wyposażenia i obecna potencjalna możliwość produkcyjna nie odpowiadają potrzebom.

Zapotrzebowania energetyki i przemysłu aparatów elektrycznych nie wyczerpują jednak zagadnienia. Prócz tych dziedzin pozostają również niezaspokojone inne: grzejnictwo, technika instalacyjna, a w szczególności technika wielkich częstotliwości.

Pojęcie „porcelana“, którym do tej pory operuje się u nas zarówno w przemyśle elektrycznym, jak i ceramicznym, jest już całkowicie niewystarczające. Porcelana to nie tylko jeden z licznych materiałów ceramicznych. Wśród nich znajdują się materiały o stałej dielektrycznej wartości kilku tysięcy, o stratności równej stratności kwarcu, znajdują się materiały ognioodporne dające się przecinać przy pomocy łuku elektrycznego. Nawet przy najlepszych chęciach w obecnym stanie organizacyjnym i wyposażeniowym nie ma możliwości podjęcia produkcji tych materiałów, gdyż sposób ich wyrobu, kontrola jakości i procesów technologicznych daleko odbiegają od dawnej tra-

dycyjnej metody produkcyjnej, opartej wyłącznie na doświadczeniach, a muszą być oparte na pełnych podstawach teoretycznych i możliwościach, wynikających z pełnego wyposażenia fabryki.

Referaty zgłoszone na dzisiejszą konferencję poruszają kilka ważnych zagadnień, związanych z produkcją oraz eksploatacją izolatorów. Warto podkreślić, że prace te są w dziejach naszej elektroceramiki pierwszymi oryginalnymi opracowaniami konkretnych zagadnień technicznych.

Referat prof. dra Skowrońskiego „O przyczynach przebiegu izolatorów liniowych wiszących“ porusza bardzo istotne zagadnienia produkcji i eksploatacji izolatorów kołpakowych i przyczyny powodujące ich uszkodzenia. Referat podaje wnikliwie uwagi o konstrukcji, montażu i wadach materiałowych oraz wpływie czasu na własności izolatora okutego.

Jeśli uwzględnimy potrzeby energetyki na wiele dziesiątków tysięcy izolatorów rocznie oraz fakt może tylko trochę przejawiony, że dalekosiężna linia elektryczna jest uzależniona w swym ruchu od najsłabszego izolatora w tej linii, to jasna staje się ważność poruszanego problemu.

Drugi referat tego samego autora zajmuje się zagadnieniem ograniczenia stosowania polewy przy wyrobie osprzętu instalacyjnego niskiego napięcia, co daje zwiększenie możliwości produkcyjnych oraz zmniejszenie kosztów wytwarzania artykułów masowych.

Referat dra Winogradowa podaje sposób wytwarzania osłon porcelanowych o dużych wymiarach. Sprawa praktycznego zastosowania tego rodzaju produkcji jest na dobie w związku z produkcją aparatów rozdzielczych i izolatorów przepustowych na najwyższe napięcia 110 i 220 kV.

Poruszone w referatach zagadnienia pozwolą po wykonaniu prób na zastosowanie w technice oraz na dalsze prace badawcze nad znalezieniem właściwych rozwiązań konstrukcyjnych. Zostaną niewątpliwie podniesione przez uczestników konferencji dalsze zagadnienia: produkcja, jej zakres i jakość, potrzeby na najbliższe lata.

Wnioski końcowe wysuwają szereg zagadnień do dyskusji: 1) sprawy surowcowe i pełne wyzyskanie krajowych możliwości produkcyjnych; 2) podjęcie produkcji fabrycznej wyrobów z kamionki i steatytu; 3) przeprowadzenie szczegółowych badań konstrukcyjnych i eksploatacyjnych nad izolatorami wiszącymi różnych typów oraz ich normalizacja; 4) opracowanie i włączenie do produkcji izolatorów aparatowych dla najwyższych napięć (specjalnie dla 110 kV); 5) rozszerzenie zakresu prac nad typizacją, normalizacją oraz opracowaniem metod badania i kontroli materiałów i wyrobów gotowych; 6) ustalenie ścisłej współpracy między przemysłem elektrotechnicznym a fabrykami ceramicznymi, które powinny wejść organizacyjnie w skład przemysłu elektrycznego; 7) rozszerzenie prac Głównego Instytutu Elektrotechniki w zakresie elektroceramiki, przez podjęcie szeregu aktualnych prac dotyczących zarówno produkcji bieżącej, jak i opracowania póllaboratoryjnego wytwarzania mas ceramicznych specjalnych.

DYSKUSJA

Inż. BRATKOWSKI. Wyłania się potrzeba podjęcia produkcji wyrobów z mas steatytowych. Główny Instytut Metalurgii rozpoczął prace badawcze, napotyka jednak trudności surowcowe, stwierdza brak dokumentacji technicznej w literaturze. Nie ma znormalizowanych sposobów badania materiałów ceramicznych, gdyż norma jest dopiero w opracowaniu.

Inż. PERKOWSKI. Podane przez prof. Skowrońskiego przyczyny przebiegu izolatorów wiszących sprowadzają się do 3 punktów: 1) zły montaż okuć, 2) złe spoiwo i 3) błędna konstrukcja.

Rozważając kolejno te trzy punkty, dochodzimy do przeświadczenia, że zły montaż da się znacznie poprawić przez szkolenie pracowników oraz dodatkową kontrolę. Ale ścisłość ustawienia trzonka, gdzie odchyłka setnych części milimetra wpływa na zmianę warunków pracy izolatora jest — wobec braku możliwości praktycznych wykonania montażu z taką dokładnością — w tej chwili nieosiągalna. Przy

opracowywaniu nowego typu konstrukcji trzonka należy wziąć to pod uwagę.

Drugi punkt jest bodaj najważniejszy. Spoiwo, które ma decydujący wpływ szczególnie na umocowanie trzonka, rzeczywiście naraża bardzo dużo kłopotu. Wymagania w stosunku do spoiwa w zakresie elastyczności i wytrzymałości wykraczają poza właściwości ołowiu, któremu kiedyś dawano pierwszeństwo. Wykonane ostatnio próby z cementem marki „450“ są cennym początkiem w tym zagadnieniu.

Gdy jest mowa o cemencie jako spoiwie, należy podkreślić, że niezmiernie ważna jest świeżość cementu i dlatego cement przeznaczony do montażu izolatorów winien być zaopatrzony w dowód stwierdzający datę produkcji i termin upływu normalnych jego wartości. W swej praktyce zaobserwowaliśmy, że cement po półrocznym okresie leżenia zatracza własności w szybkim tempie. Doświadczaliśmy również, że dozowanie wody ma doniosłe znaczenie: różnica 2% wody potrafi zdyskwalifikować najlepszy ga-

tunek cementu, przy czym dozowanie waha się od 19 do 24% dla różnych cementów, natomiast dla jednego gątanku nie przekroczyło 2%.

Należy również postawić sobie pytanie, czy miażdżące działanie trzonka na cement nie zostało spowodowane na skutek stosunku ciężaru cementu do żelaza, a więc czy przez zastosowanie trzonka o dotychczasowym układzie, ale o proporcjonalnie mniejszej średnicy, nie uzyskamy lepszych wyników. Wreszcie czy cement, będący w otworze przeznaczonym na umocowanie trzonka, wiąże na całej głębokości z jednakową prędkością i jednakową siłą, a jeśli nie, to czy nie tworzy to innej jeszcze wypadkowej prócz tej, którą podano w referacie.

Na zasadzie powyższego należy stwierdzić, że spoiwo do izolatorów wiszących winno być otczone fachową opieką doświadczalną, jako sprawa pilna i ważna, choć zapotrzebowanie tego cementu jest znikomo małe w porównaniu z cementami budowlanymi.

Trzeci punkt związany z opracowaniem nowego typu izolatora nasuwa szereg kwestii. Najważniejsza jest sprawa izolatorów „Motor“ i podobnych. Produkcja dotychczasowa nastrocza szereg kłopotów technologicznych i dlatego nie zawsze jest w stanie sprostać zadaniu. Główną trudnością jest przygotowanie tzw. płoszki, z której następnie obtacza się izolator, a polega ona na tym, że ręczne wykonanie takich rozmiarów płoszki jest bardzo uciążliwe i nie dość pewne. Zmechanizowanie tej czynności przez opracowanie maszyny wyrabiającej płoszki umożliwiłoby produkcję.

Inż. PERETIATKOWICZ. Ograniczenie polewy w sprzęcie instalacyjnym budzi zastrzeżenia ze względu na możliwość porażenia prądem elektrycznym przy dotknięciu zabrudzonych części porcelanowych. Jestem zdania, że wszystkie części porcelanowe, które podczas montażu dotykane są ręką, jak złączki, pierścienie itp., powinny być wykonywane z porcelany polewanej.

Należy być ostrożnym z przejmowaniem fabryk materiałów izolacyjnych, które należą obecnie do branży chemicznej czy ceramicznej. Fabryki te powinny tylko podlegać pewnemu nadzorowi ze strony przemysłu elektrycznego.

Inż. STATKIEWICZ. Zagadnienie produkcji steatytów jest nie postawione. Zamiast rozpoczynać tak ważne i pilne zagadnienie od studiów literatury technicznej, należy po prostu nabyć dokumentację techniczną z NRD, a następnie dopiero prowadzić dalsze prace badawcze w kraju.

Inż. SOCHOR. Materiały ceramiczne ważne są nie tylko dla energetyki, ale i dla przemysłu aparatów grzejnych. Otrzymujemy materiały ceramiczne bez żadnych danych co do ich własności fizycznych, wskutek czego dokładne obliczenia produkowanych urządzeń są niemożliwe.

Ponieważ przemysł elektryczny stoi wobec konieczności masowej produkcji urządzeń grzejnych dla przemysłu hutniczego, należy rozwiązać następujące zagadnienie z dziedziny ceramiki dla urządzeń grzejnych: 1) określić możliwe szybko własności tych materiałów; 2) podnieść jakość produkcji, która ogranicza się obecnie do najgorszych gatunków szamoty o dużych zanieczyszczeniach tlenkami żelaza; 3) rozszerzyć zakres produkcji materiałów ceramicznych (steatyty, korund i materiały odporne na temperaturę powyżej 1200°C).

Inż. ŁAPETA. Przemysł prostowników rtęciowych potrzebuje izolatorów gwarantujących szczelność na wysoką próżnię. Przemysł szklarski nie chce podjąć się produkcji takich izolatorów ze szkła o małym współczynniku rozszerzalności, a przemysł ceramiczny nie produkuje takich materiałów, jak steatyt, korund czy frekwenta, które dają się bardzo dobrze uszczelniać przy użyciu lutów twardych. Proponujemy, aby GIEI zajął się konstrukcją tych izolatorów, gdyż jest to sprawa bardzo ważna i pilna.

Inż. ELBAUM. Na skutek braku steatytów wstrzymana jest produkcja wyłączników. Należy jak najszybciej postarać się o dokumentację zagraniczną.

Uważam, że przejmowanie fabryk innych branż przez przemysł elektryczny nie jest racjonalne. Jedynie słuszne rozwiązanie jest takie, aby każdy przemysł włączył w zakres swej normalnej produkcji potrzeby innych przemys-

łów. Wówczas nie będzie marnowania sił fachowych, a urządzenia będą lepiej wyzyskane.

Odczuwamy brak odpowiedniego szkła do bezpieczników wielkiej mocy. Szkło, które otrzymujemy, jest szkłem butelkowym, pękającym przy wyższej temperaturze.

Inż. CHMIELEŃSKI. Szkło elektrotechniczne stanowi nową dziedzinę dla przemysłu ceramicznego, który zaczyna ją dopiero poznawać i dlatego nie nadąża za przemysłem elektrycznym. Z drugiej strony jednak wymagania norm na izolatory szklane są przestarzałe i pełne błędów, muszą więc być zmienione.

Prof. SKOWROŃSKI. Produkcja izolatorów wiszących typu „Motor“ jest trudna i wymaga specjalnych maszyn; nie jest ona chętnie widziana za granicą. Trzeba niestety nadal stosować izolatory kołpakowe, lecz o odpowiednim umocowaniu.

W sprawie polewy na osprzęcie instalacyjnym zaszło nieporozumienie. Do czasu wynalezienia odpowiedniej masy należy, oczywiście, stosować polewanie tych części, które mogą być dotknięte ręką. Pokazane nam dzisiaj wzory jednej fabryki odpowiadają prawie zupełnie wymaganiom, jakie należy stawiać w stosunku do sprzętu bez polewy.

Próba wytrzymałości izolatorów teletechnicznych jest od szeregu lat krytykowana i ulegała zmianom. Nie ma ona sensu technicznego, ponieważ izolator wytrzymuje znacznie większe obciążenie zależnie od wykonania próby. Również stosowanie izolatora nr 1 nie jest uzasadnione.

W sprawie przejmowania fabryk i tworzenia pewnego rodzaju „kombinatów“ przemysł elektryczny posiada już pewne doświadczenia np. z krakowskimi zakładami wytwórczymi materiałów elektrotechnicznych, które są właściwie fabryką mechaniczną, a należą do przemysłu elektrycznego. Mamy również fabrykę ceramiczną produkującą izolatory, których przemysł ceramiczny nie mógł wykonać. Przykładów takich można by przytoczyć więcej.

Prof. JELLONEK. Niesłusznie używamy terminu „steatyt“, gdyż jest to nazwa firmowa; powinno się mówić o masach talkowych.

Surowce nasze do wyrobu mas talkowych są złe i dlatego opieramy się na zagranicznych. W opracowaniu jest jednak metoda odżelazienia talków polskich. Stosowanie surowców krajowych jest konieczne ze względów dewizowych. Moglibyśmy wziąć dokumentację na masy talkowe z NRD, ale jest ona związana ściśle z surowcem, a NRD nie posiada własnego talku.

Zagadnieniem mas talkowych zajmuje się PIT w porozumieniu z GIMet i Politechniką Wrocławską. Opracowano kilka rodzajów mas dla potrzeb telekomunikacji, lecz są trudności z uruchomieniem ich produkcji wobec braku fachowców w przemyśle ceramicznym. Dlatego też powinna powstać specjalna fabryka w ramach przemysłu elektrycznego.

Inż. STĘPNIEWSKI. Istotą zagadnienia produkcji materiałów ceramicznych jest konieczność wprowadzenia do przemysłu ceramicznego przewodniej myśli elektrycznej oraz nowoczesnych metod produkcji i kontroli. Potrzeby elektrotechniki wymagają rozwinięcia przemysłu specjalnego — elektroc ceramicznego. Dotychczasowe wyniki pracy i nastawienie programowe przemysłu ceramicznego nasuwają bardzo uzasadnione wątpliwości co do możliwości poważnej zmiany na lepsze. Szereg wypowiedzi potwierdza konieczność przejścia inicjatywy przez elektryków. Przemysł ceramiczny musi nadążać za potrzebami elektrotechniki, a nie elektrotechnika dostosowywać się do stojącego w miejscu przemysłu porcelanowego, który nie może wykaazać się postęпами w jakości wyrobów i w rozszerzeniu zakresu produkcji. Warto zwrócić uwagę na niedociągnięcia organizacyjne: badania podejmowane są przez szereg instytucji, przy czym uzyskane są poważne rezultaty, brak jednak wykonawcy dla podjęcia produkcji.

Pogląd przedstawiciela ceramiki, że wymagania ze strony odbiorców były zbyt wygórowane, nie jest słuszny. Wymagania te zostały przejawskawione, a wymagania rzeczywiście stawiane mogą być przez przemysł ceramiczny spełnione.

Normy na materiały ceramiczne są w końcowym stadium opracowania i materiały są dostępne dla zainteresowanych. Uzyskanie dokumentacji obcej jest bardzo po-

trzebne, ale dla jej wykorzystania potrzebne jest jeszcze doświadczenie i potrzebni są fachowcy, których trzeba jak najszybciej przygotować.

Inż. SUPEL. Skasowanie operacji przy szkliwieniu porcelany dałoby znaczną oszczędność pracy dochodzącą do

50%. Droga do osiągnięcia tego celu polega na wzbogaceniu masy ceramicznej w topniki, co jednak może spowodować deformację i zlepianie się wyprasek przy wypale oraz trudność uzyskania gładkiej powierzchni. W obecnej chwili są u nas robione próby uzyskania szkliwa na innej drodze, mianowicie przez tzw. „wypacanie się” materiału.

IX. Materiały włókniste

Dyskusja pod przewodnictwem inż. J. Stańkiewicza i inż. T. Żarneckiego nad referatem inż. J. Winklera. Izolacja z włókna szklanego.

Zagajenie inż. Z. SICIŃSKIEGO

Dla przemysłu elektrotechnicznego najważniejsze spośród materiałów włóknistych są bezsprzecznie papiery izolacyjne.

Zagadnienie papierów izolacyjnych jest trudne do rozwiązania ze względu na duże wymagania techniczne i różnorodność gatunków przy wąskim zakresie stosowania i względnie małym zapotrzebowaniu. Jakość tych papierów ma jednak zupełnie zasadniczy wpływ na produkcję, a nawet i eksploatację przewodów, maszyn i urządzeń elektrycznych.

Zagadnienie papierów izolacyjnych należy rozwiązywać w trzech kolejnych etapach: 1) polepszenie jakości obecnej produkcji i normalizacja wyrobów, 2) uruchomienie produkcji nowych gatunków i zestawienie warunków ich technicznego odbioru, 3) opracowanie dokumentacji technicznej i wprowadzenie zmian w życie.

Obecna produkcja przemysłu papierniczego obejmuje papiery do kabli elektroenergetycznych i teletechnicznych, papiery do oklejania blach transformatorowych i twornikowych, papiery do wyrobu płyt i rur bakielizowanych, bibułę filtracyjną do olejów transformatorowych, preszpan zwykły i szlachetny w arkuszach. Wady tych gatunków, aczkolwiek ważne i przykre, nie są zasadnicze i przy dobrej woli mogą być przez przemysł papierniczy względ-

nie łatwo usunięte. Potrzebne są też nowe gatunki papierów izolacyjnych dla przemysłu elektrotechnicznego, a mianowicie bibuła kondensatorowa, bibułka japońska, papier nawojowy (0,02—0,04 mm), papier do kabli energetycznych olejowych (220 kV), preszpan zwykły i miękki w zwojach, fibra. Ze względu na małe — aczkolwiek nieodzwonne — zapotrzebowanie przy dużych trudnościach produkcyjnych niektóre gatunki, jak np. bibułka japońska i fibra, należałoby importować.

Uruchomienia produkcji innych gatunków, w szczególności papieru nawojowego, bibułki kondensatorowej i preszpanu w zwojach, trzeba żądać od przemysłu papierniczego w terminie jak najkrótszym.

Osiągnięcie zadawalającego stanu w produkcji papierów izolacyjnych, między innymi przez wybudowanie specjalnej dla przemysłu elektrotechnicznego celulozowni i papierni, jest etapem końcowym, wykraczającym już poza plan 6-letni.

Przemysł papierniczy nie zajmuje należytego stanowiska w stosunku do zagadnienia papierów elektroizolacyjnych. Usiłowania poszczególnych jednostek z przemysłu nie znajdują w tych sprawach odpowiedniego poparcia we właściwych instytucjach tego przemysłu. Stanowisko takie powinno ulec gruntownej zmianie.

DYSKUSJA

Inż. BREJDYGANT. Jesteśmy u końca prób z kotopą, która z punktu widzenia chemicznego ma zadawalające własności. Jeśli własności fizyczne okażą się równie dobre, to będzie można materiał ten wprowadzić do produkcji. Ważna jest dla nas wysokość zapotrzebowania kotopy dla przemysłu elektrycznego.

Inż. KOLBIŃSKI. Sprawa włókna jest dla nas bardzo ważna. Kotopa rozwiązała nam wiele trudności. Obecnie wszędzie włókna, które otrzymujemy, jak jedwab wiskozowy, włókno cięte i bawełna, dają złą izolację z powodu dużego wchłaniania wody. Dostarczane nam włókno bawełniane pozostawia wiele do życzenia, a ilość jedwabiu octanowego jest za mała.

Jakość papierów krajowych nie jest tak bardzo zła. Dalsza poprawa uzależniona jest od inwestycji i pomocy ze strony Centralnego Zarządu Przemysłu Papierniczego. Ważne jest opracowanie przepisów i warunków technicznych. Nie powinniśmy jednak wzorować się na obcych normach i stawiać zbyt wygórowanych wymagań.

Ze względu na wielką ilość papieru, która nam będzie potrzebna, warto zastanowić się nad sprawą stworzenia specjalnej fabryki papieru dla przemysłu elektrycznego.

Sprawa kondensatorów do poprawy współczynnika mocy przewlekała się ze względu na projekty skorzystania z licencji zagraniczej.

Inż. LEPIESZKO. Od jakości materiałów magnetycznych i izolacyjnych zależy w dużej mierze oszczędność miedzi w maszynach elektrycznych i transformatorach. Należy uruchomić produkcję folii (triacetatu celulozy), która posiada bardzo dobre własności izolacyjne przy znacznej wytrzymałości mechanicznej.

Inż. HARASIMOWICZ. Obecnie dysponujemy włóknem szklanym importowanym. Chcielibyśmy upewnić się, czy otrzymamy w roku 1952 włókno szklane z produkcji krajowej, którą planował C. Z. P. Wł. Szt.

Nasuwa się konieczność równoległego uruchomienia produkcji taśmy i tkanin szklanych, które są potrzebne do produkcji nowej serii silników asynchronicznych wg dokumentacji z ZSRR.

Potrzebujemy również preszpanu w zwojach, którego produkcja powinna być uruchomiona jak najprędzej. Dzięki wysiłkom przemysłu papierniczego jakość preszpanów twardych poprawiła się znacznie. Niezrozumiałe jest tylko eksperymentowanie C. Z. P. P., który zlecił dodawanie celulozy słomowej do preszpanu. Spowodowało to obniżenie własności elektrycznych i mechanicznych preszpanu.

Inż. TOURNELLE. Zagadnienie papierów elektroizolacyjnych nie jest włączone do planu działalności C. Z. P. P. Musi ono być włączone do planu inwestycyjnego przemysłu papierniczego i do planu pracy naszego Instytutu Naukowego.

Dotychczas robimy papiery izolacyjne na maszynach, które nie są do tego celu dostosowane. Jeśli będziemy mieć odpowiednie urządzenia, to zagadnienie nam postawione z łatwością rozwiążemy.

Nie mamy też przyrządów do mierzenia własności elektrycznych papieru, ani też odpowiedniego personelu, który umiałby posługiwać się nimi. Prosimy elektryków o pomoc w tych trudnościach.

Sprawę budowy fabryki dla specjalnych gatunków papieru poruszyłem na jednej z konferencji w C. Z. P. P., ale nie znalazła aprobaty.

Mamy trudności z uruchomieniem produkcji bibułki kondensatorowej. Również preszpan zwojowy dopiero za jakiś czas będziemy mogli produkować, choć mamy potrzebną do tego maszynę. I produkcja fibry jest dopiero w stadium przygotowywania.

Inż. HERINK. Apelujemy do C. Z. P. P., aby zagadnienia nasze były poważnie traktowane. Przemysł elektryczny jest kluczem do całego przemysłu polskiego.

Inż. STATKIEWICZ. Przemysł papierniczy zajmuje zbyt biurokratyczne stanowisko. Prowadzi się szereg rozmów, a po tym okazuje się, że „w planie tego nie ma”. Musimy uchwalić wniosek, że I Konferencja Materiałoznawstwa Elektrycznego zwraca się do PKPG z prośbą o polecenie C. Z. P. P. zajęcia się sprawami elektrotechniki.

Inż. SICIŃSKI. Sprawa współpracy z C. Z. P. P. rzeczywiście układa się źle. Na jednej z konferencji w C. Z. P. P. w sprawie planu prac naukowo-badawczych usłyszeliśmy wypowiedź: „Nie widzimy dla siebie żadnych tematów w sprawach was interesujących”.

Inż. KĘDZIORA. Nowa fabryka papieru powinna powstać tam, gdzie jest dobra woda, ponieważ oczyszczanie złej wody nie byłoby opłacalne.

Sprawa papierów do kondensatorów jest bardzo pilna, ponieważ współczynnik mocy coraz bardziej pogarsza się w fabrykach ze względu na zmniejszony asortyment produkowanych silników.

Wykonaliśmy dla przemysłu węglowego kilkaset silników o izolacji szklanej i silniki te zachowują się bardzo dobrze. Sprawa uruchomienia produkcji włókna szklanego w kraju zajmował się początkowo przemysł mineralny, a później przemysł włókien sztucznych, który posiada odpowiednie urządzenia do odbierania włókna z maszyny i nawijania go. Uważam, że C. Z. P. Wł. Szt. powinien w dalszym ciągu zajmować się tą sprawą przy współudziale przemysłu elektrycznego, ponieważ zapotrzebowanie włókna szklanego z naszej strony będzie stanowić tylko część całkowitej produkcji.

Inż. CHMIELIŃSKI. Zagadnienie włókna szklanego nie jest znane szerszemu ogółowi. Prace nad tym włóknem były podjęte w r. 1946 i prowadzone w ciągu trzech lat przez inż. Rudnego. Proces otrzymywania tego materiału składa się z kilku etapów: 1) ustalenie własności masy szklanej, 2) samo otrzymanie włókna szklanego, 3) otrzymanie tka-

niny, 4) przystosowanie wyrobu do użytku przemysłu elektrycznego.

Zatem trzeba do tego 4 specjalistów: szklarza, producenta włókna, producenta tkaniny i elektryka. Nie uważam, aby oddanie tej sprawy w jedne ręce było słuszne. Praca prowadzona przez 3 lata nie powinna być zapomniana. Konieczne jest podsumowanie wyników i wyciągnięcie wniosków z pracy inż. Rudnego.

Ze szkła alkalicznego otrzymano już włókna o średnicy 4–6 μ . Wytop ze szkła bezalkalicznego jest bardzo ciężki. Jeżeli by oparcie się na włóknie bezalkalicznym okazało się konieczne, należało by zbadać sprawę ekonomiczności tej produkcji.

Inż. WINKLER. Badania włókna szklanego prowadzone są w dalszym ciągu w GIEI. Oporność właściwa włókna bezalkalicznego wynosi 10^{12} — 10^{14} Ω cm, alkalicznego 10^9 — 10^{12} Ω cm. Jak stwierdzono, włókno pochodzenia francuskiego jest alkaliczne, a jego oporność właściwa w zakresie temperatur 0–200°C jest rzędu 10^{11} Ω cm. Własności mechaniczne tego włókna są bardzo dobre.

Na pytanie, które włókno należy wprowadzić do produkcji krajowej, odpowiedzieć mogą tylko chemicy lub technolodzy. Włókno bezalkaliczne jest tylko teoretycznie lepsze od alkalicznego. Zachodzi obawa, że na skutek zmienności wiskozy masy szklanej w temperaturach 1100 do 1300°C włókno bezalkaliczne będzie miało nierównomierną grubość. Natomiast wiskozą szkła alkalicznego nie zmienia się w tych temperaturach i możliwe jest uzyskanie włókna o jednostajnej grubości.

Dotychczasowe próbki włókna szklanego produkcji krajowej wykazały złe własności mechaniczne, ponieważ włókno jest jeszcze za grube; należy sprowadzić grubość poniżej 10 μ .

Jestem zdania, że należy utworzyć komisję roboczą, złożoną z przedstawicieli różnych specjalności, celem rozwiązania omawianego problemu.

X. Tłoczywa

Dyskusja pod przewodnictwem inż. J. Słatkiewicza i inż. T. Żarneckiego nad referatami: 1) Inż. J. Gzyłewski. Obliczanie i badanie izolatorów przepustowych kondensatorowych (PE, 1950, z. 9/10/11, str. 454–463). — 2) Inż. Zb. Matheisel i inż. T. Sulima. Badanie technologii izolatorów przepustowych typu kondensatorowego.

Zagajenie inż. ZB. SICIŃSKIEGO

Obrzymie rozpowszechnienie i łatwość produkcji tłoczyw z jednej strony, brak zaś ściśle ustalonych warunków technicznych oraz norm z drugiej strony są pośrednimi powodami chaosu, panującego w tej dziedzinie materiałów elektrotechnicznych.

Dla postawienia produkcji tłoczyw na właściwym poziomie należy: 1) ustalić wady i możliwości ich usunięcia w obecnie produkowanych tłoczywach; 2) opracować w możliwie najkrótszym czasie warunki techniczne i normy zarówno na surowce do produkcji wyprasek, jak i na same wy-

praski; 3) znormalizować aparaturę kontrolną i wyposażać w nią zasadniczych producentów, przetwórców i instytuty; 4) znormalizować formy i uruchomić produkcję elementów znormalizowanych; 5) wprowadzić do przetwórci obowiązek stosowania dielektrycznych suszarek proszku prasowniczego i zorganizować produkcję termoregulatorów do pras.

Odrębnym zagadnieniem jest uruchomienie produkcji nowych gatunków tłoczyw zarówno twardniejących przy nagrzewaniu, jak i termoplastycznych.

DYSKUSJA

Inż. MAZURKIEWICZ. Należy zapoznać się z potrzebami produkcji i na tej podstawie układać normy. Jako przykład podam, że dotychczas otrzymywane żywice nie spełniały naszych wymagań. Rozbieżności w czasie utwardzania były bardzo duże. Dopiero ostatnio, po opracowaniu warunków technicznych, jakość papieru bakielizowanego poprawiła się.

Inż. GZYLEWSKI. Wzrost kąta stratności izolatora przepustowego podczas pracy jest spowodowany nasiąkliwością materiału. Przepisy wielu krajów zalecają stosowanie prób profilaktycznych: jeśli kąt stratności przekroczy wartość dopuszczalną, przepust należy poddać suszeniu.

W referacie moim napięcie graniczne izolatora zostało obliczone na podstawie teorii Dreifussa, która opiera się na następujących założeniach: 1) gradient promieniowy jest stały, 2) materiał jest izotropowy, 3) zależność stratności od temperatury ma przebieg wykładniczy.

Na podstawie pomiarów na materiałach krajowych obliczyłem, że napięcie graniczne wynosi 70–78 kV zależnie od przyjętych stratności. Dlatego też stwierdziłem, że możemy zbudować izolator dla sieci o napięciu międzyprzewodowym 110 kV z punktem zerowym uziemionym.

Inż. BOBIN. Przemysł telekomunikacyjny potrzebuje specjalnego papieru żywcowego o małej chłonności wody, otrzymuje go jednak w złym gatunku. Sprawa jest dla nas bardzo ważna.

Produkcja polistyrenu ma największe szanse powodzenia w Polsce, ponieważ jest to produkt odpadkowy. Należałoby również uruchomić produkcję masy acetylo-celulozowej, aby uwolnić się od importu jej z zagranicy.

Inż. SULIMA. Celem naszej pracy było stwierdzenie, czy produkowanie przepustów z surowca krajowego leży w granicach naszych możliwości, oraz sprawdzenie warunków nawijania. Praca nad wprowadzeniem poprawek do produkcji winna być prowadzona w dalszym ciągu.

XI. Wnioski uchwalone przez I Konferencję materiałoznawstwa elektrycznego (we Wrocławiu 5. IV. 51)

1. Konferencja stwierdza, że na jakość wyrobów przemysłu elektrotechnicznego wpływa w stopniu decydującym jakość materiałów. Wprowadzenie do produkcji nowych wyrobów o wysokich współczynnikach techniczno-ekonomicznych możliwe jest jedynie przy użyciu wysokogatunkowych materiałów.

Wobec tego, że materiały elektrotechniczne stanowią w całokształcie produkcji przemysłów, które ich dostarczają, na ogół nieznaczoną część, a dotrzymanie wysokich wymagań technicznych jest trudne i kłopotliwe, przemysł dostarczający nie udziela należytej uwagi sprawie produkcji materiałów elektrotechnicznych. W związku z tym Konferencja zwraca się do PKPG o uznanie materiałów potrzebnych przemysłowi elektrotechnicznemu za materiały pierwszorzędnej znaczenia dla gospodarki narodowej, mimo ich w niektórych wypadkach niewielkiej ilości w produkcji ogólnopństwowej.

2. Konferencja stwierdza konieczność podniesienia jakości produkowanych materiałów elektrotechnicznych. Przemysł dostarczający winny wprowadzić specjalizację fabryk, produkujących surowce elektrotechniczne; umożliwi to uzyskanie odpowiedniej i zarazem stałej jakości. Tam, gdzie zajdzie uzasadniona potrzeba, zakłady produkujące surowce dla przemysłu elektrotechnicznego winny być prowadzone w gestii centralnych zarządów przemysłu elektrotechnicznego.

3. Konferencja stwierdza, że jednym z niezbędnych warunków walki o jakość jest posiadanie właściwie opracowanych norm. Dotychczasowy tryb opracowywania norm przez PKN jest zbyt powolny i w związku z tym Konferencja zwraca się do PKPG o spowodowanie przyspieszenia wydawnictwa norm. Jeśli osiągnięte tą drogą skrócenie czasu nie okazałoby się dostateczne, należy rozszerzyć i usprawnić opracowywanie tymczasowych norm na użytek wewnętrzny przemysłu elektrycznego i przemysłów dostarczających.

4. Konferencja stwierdza, że przemysł elektrotechniczny potrzebuje do wykonania Planu 6-letniego również materiałów, które obecnie nie są wyrabiane w kraju.

Wobec powyższego Konferencja zwraca się do PKPG o uzupełnienie asortymentu produkowanego w materiały niezbędnie potrzebne, względnie o przyspieszenie urucho-

mienia produkcji tych materiałów. W wypadkach, kiedy uruchomienie produkcji w terminach potrzebnych przemysłowi elektrotechnicznemu nie będzie możliwe, należy zapewnić ich import.

Dla ważnych i niedostępnych materiałów elektrotechnicznych, których produkcji uruchomić w kraju nie można ze względu na brak dokumentacji, należy zwrócić się o pomoc do Związku Radzieckiego lub krajów Demokracji Ludowej w ramach istniejącej współpracy gospodarczej.

Odpowiednie wnioski opracuje Komisja wyłoniona przez I K. M. E.

5. Konferencja uznaje za niezbędne zwrócenie szczególnej uwagi na gospodarkę materiałami deficytowymi, opracowywanie nowych materiałów i konstrukcji zastępczych oraz wydawanie instrukcji i wskazówek namiastkowania.

6. Konferencja stwierdza, że przemysł elektrotechniczny nie jest należycie zaopatrywany w wyroby odpowiedniej jakości przez przemysły dostarczające — przemysł papierniczy i przemysł ceramiczny. W związku z tym Konferencja prosi PKPG o polecenie centralnym zarządom tych przemysłów natychmiastowego przeanalizowania wspólnie z GIElem i przemysłem elektrotechnicznym potrzeb tego ostatniego w planie 6-letnim i przedstawienie PKPG do zatwierdzenia planu pokrycia potrzeb przemysłu elektrotechnicznego.

7. Proponuje się utworzyć dla szczegółowego opracowania pilnych i ważnych zagadnień materiałowych kilkuosobowe zespoły robocze, skupiające przedstawicieli nauki, przemysłu elektrotechnicznego i przemysłów dostarczających. Zespoły te powinny posiadać odpowiednie kompetencje nadane im przez MPC lub PKPG.

8. Konferencja wyłoni komisję, w której skład wejdą przedstawiciele GIElu, SEPu, CZPMEI, CZPKabl, CZPTelekom. Zadaniem tej komisji będzie opracowanie — na podstawie materiałów uzyskanych z obrad Konferencji oraz materiałów szczegółowych dostarczonych przez poszczególne centralne zarządy — memoriału obejmującego całokształt zagadnień materiałów elektrotechnicznych i przedłożenie go w imieniu Konferencji PKPG i MPC.

9. Konferencja uważa za celowe odbywanie corocznie Krajowej Konferencji Materiałoznawstwa Elektrycznego, która obejmowałaby jedno zagadnienie kluczowe oprócz zagadnień ogólnych.

PRZEGLĄD CZASOPISM

STAŁOWA KONSTRUKCJA BUDYNKU NOWEJ ELEKTROWNI W MONCEAU

Hebrant F. La charpente métallique de la nouvelle centrale électrique de Monceau. (L'Ossature M. étallique, 1949, nr 1, str. 1—12)

Elektrownia w Monceau o zainstalowanej mocy 100 MW składa się z 2 monobloków po 50 MW. Kocioł Sulzera na pył węglowy o wydajności 160/210 t/h zasila parą o ciśnieniu 85 ata i temperaturze 520°C turbospół na 40 50 MW. Energia jest oddawana za pośrednictwem transformatora blokowego o przekładni 10/70 kV do rozdzielni wysokiego napięcia oraz przez transformator o przekładni 10/3 kV do zasilania potrzeb własnych. Węgiel jest dostarczany dwoma przenośnikami gumowymi do 2 zasobników węgla surowego o pojemności 540 t każdy. Pod zasobnikami w poziomie ziemi znajdują się młyny węglowe. Cyklony, umieszczone wysoko nad całym urządzeniem, wydzielają pył węglowy z obiegu młyna i podają go do zasobników pyłu węglowego o pojemności 225 t na kocioł.

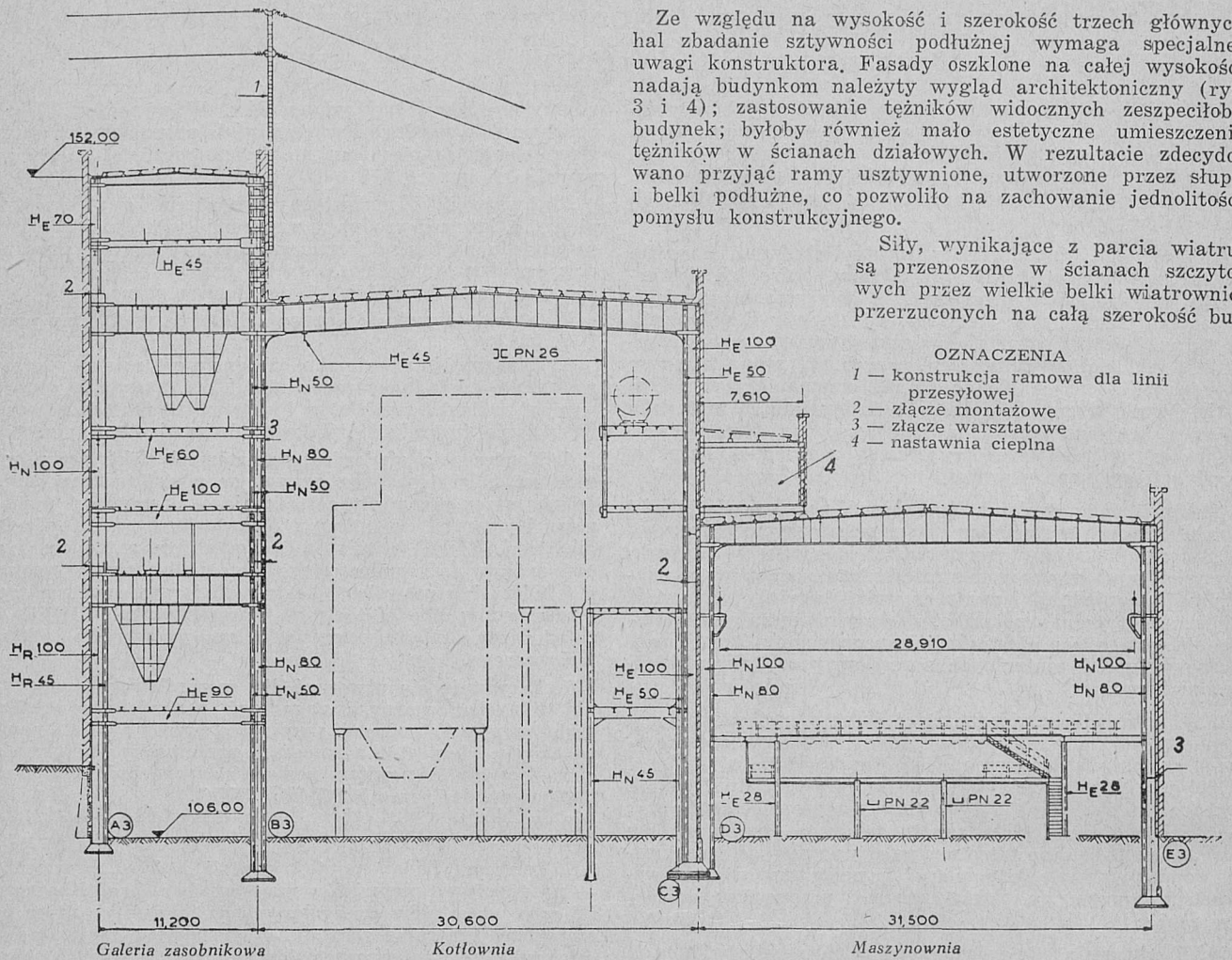
Przy wyborze konstrukcji rozważano dwa rozwiązania: lżejsze, złożone z belek całkowicie spawanych, i cięższe z belek Grey'a niespawanych, pozwalających na uniknięcie naprężeń, które wywołuje spawanie dużych profili. Mimo większego ciężaru wybrano drugą konstrukcję ze względu zarówno na krótsze terminy dostawy, jak i na jej zalety.

Podany wyżej układ nawęglania i przygotowania pyłu narzucił konstrukcję galerii zasobnikowej (rys. 1 i 2)

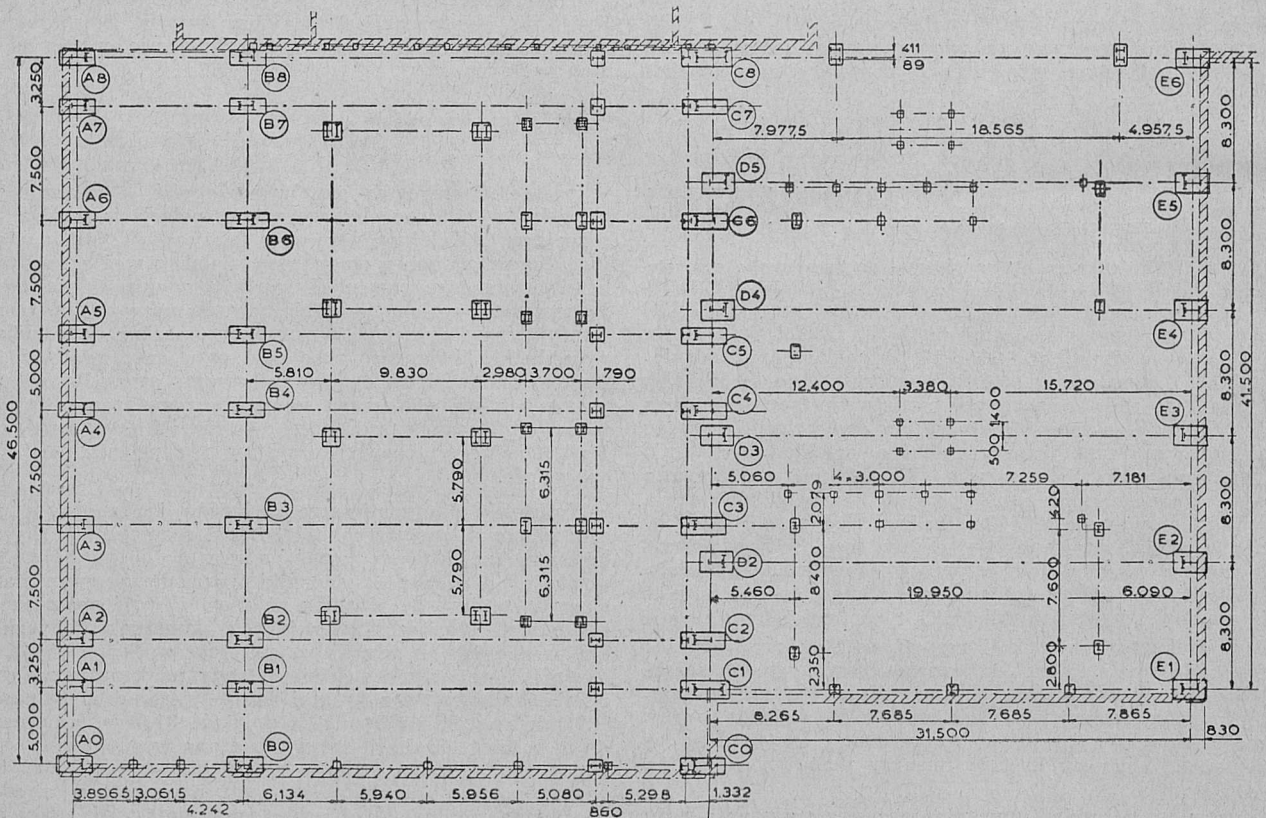
w postaci 2 szeregów słupów wysokości 46 m, odległych od siebie o 11,2 m; oba szeregi są połączone belkami poprzecznymi. Kolejność stropów (poziomów) jest następująca licząc od dołu: strop przydzielaczy węgla surowego, belki dźwigające zasobniki węgla surowego i stanowiące jednocześnie poziom przenośników do nawęglania, poziom wentylatorów powietrza pierwotnego, poziom przydzielaczy pyłu, belki dźwigające zasobniki pyłu oraz nad nimi poziom cyklonów. Konieczność zachowania swobody ruchu na poszczególnych poziomach narzuciła rozwiązanie słupowo-ramowe. Stosunek szerokości do wysokości konstrukcji 1:4,3 jest wyjątkowo korzystny i zapewnia jej dobrą sztywność.

Kotłownia dla pomieszczenia kotłów i urządzeń pomocniczych musi mieć wysokość 36 m i rozpiętość 30,6 m. W kotłowni znajdują się liczne podesty do obsługi oraz konstrukcje, dźwigające zbiorniki rozruchowe, wentylatory ciągu i kominy. Ze względu na niemożliwość zastosowania pośrednich słupów wspierających konstrukcję dachową składa się ona z wiązarów, przerzuconych nad całą kotłownią i wspartych z jednej strony na konstrukcji galerii zasobnikowej, a z drugiej na wolnostojących słupach.

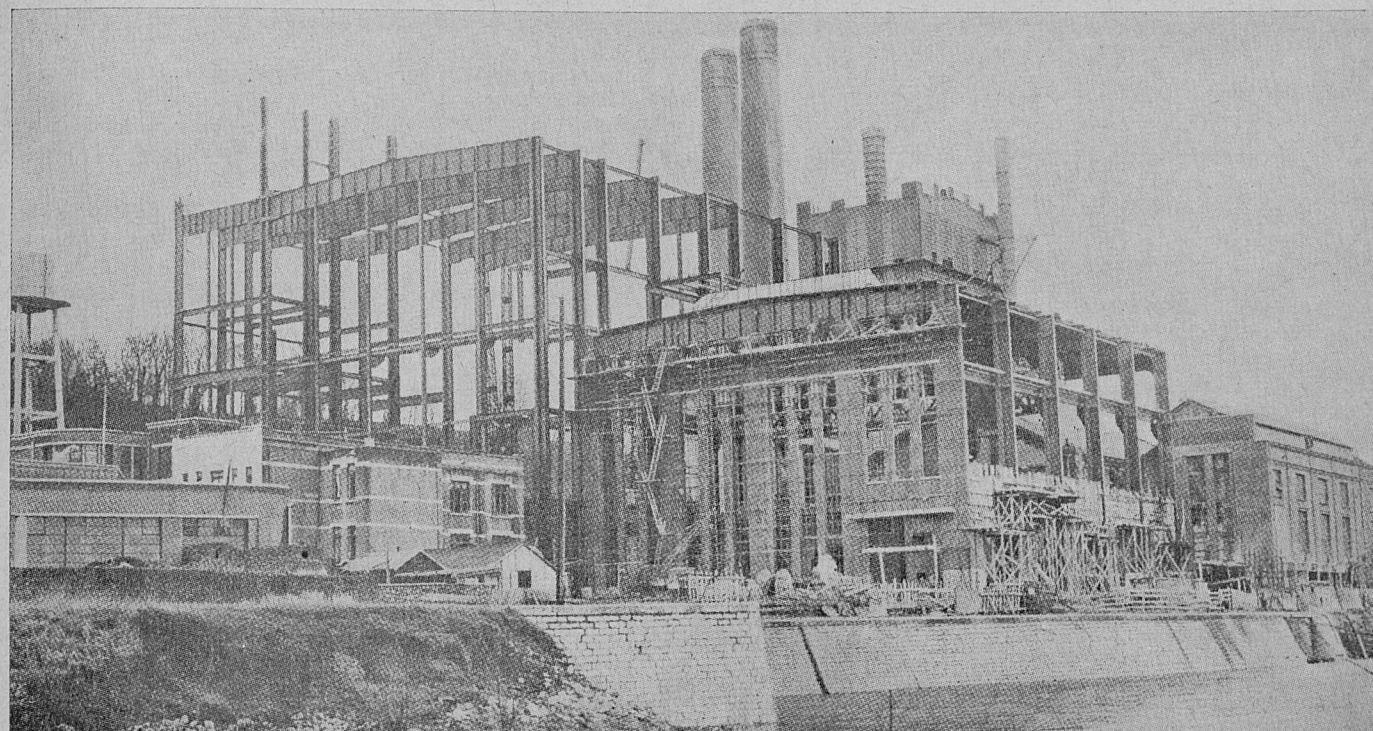
Maszynownia musi mieć rozpiętość 31,5 m, a wysokość 20 m w świetle; musi być wyposażona w suwnicę nośności 100 t. Konstrukcja została zaprojektowana również typu ramowego. Na dachu maszynowni umieszczono niewielką nastawnię cieplną, skąd prowadzony jest ruch całej elektrowni.



Rys. 1. Przekrój poprzeczny budynku elektrowni (1 : 500)



Rys. 2. Plan wskazujący rozmieszczenie słupów (1 : 500)

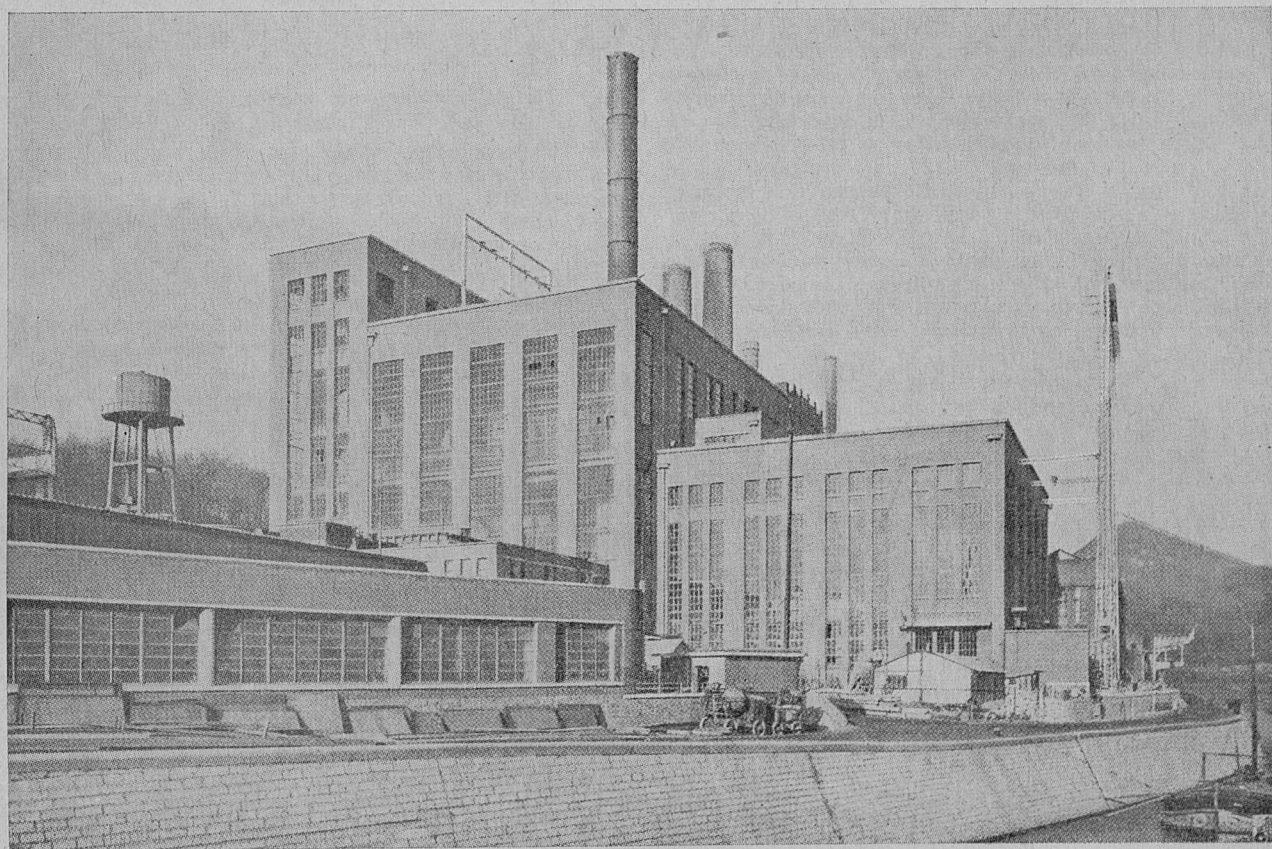


Rys. 3. Widok elektrowni w toku budowy z przeciwnielegobrzeżu rzeki (rzuca się w oczy szczupłość terenu budowy)

dynku. Na nich opierają się słupy pośrednie. W kotłowni belki powyższe znajdują się w trzech różnych poziomach, natomiast w maszynowni tylko w dwóch.

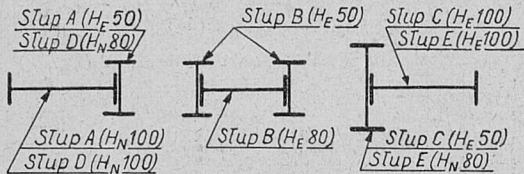
W pozostałych ścianach rozstęp między słupami jest o wiele mniejszy, toteż słupy pośrednie opierają się na zwyczajnych belkach poprzecznych poziomych. Stropy, na których znajdują się kominy i wentylatory wciągowe, nie są powiązane z konstrukcją szkieletową dla uniknięcia przenoszenia drgań.

Podłogi wykonane są z blachy dziurkowanej lub ryflowanej, albo z płytek betonowych. Dach jest wykonany z pustaków z pokryciem bituminowym. Świetliki przewidziano jedynie w maszynowni; mury ściany szczytowej przedniej i ścian frontowych są nieobciążone i połączone miejscami ze słupami przez kotwy, które pozwalają na dyatację pionową. Mury ściany szczytowej tylnej są przewidywane grubości jednej cegły, usztywnione konstrukcją szkieletową.



Rys. 4. Widok ogólny elektrowni po zakończeniu budowy

Jak nadmieniono, słupy pracują jednocześnie w kierunkach poprzecznym i podłużnym. Wybrane profile powinny posiadać momenty wytrzymałości przekroju I/v , wystar-



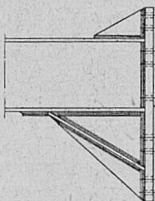
Rys. 5. Kombinacje belek dwuteowych o szerokich pasach, użyte w konstrukcji słupów

czające w dwóch kierunkach, a zarazem duże przekroje, gdyż obciążenia pionowe są poważne.

Przyjęte kombinacje belek Grey'a H_E , H_N , H_T odpowiadają doskonale tym wymaganiom, a ponadto dają konstrukcję ekonomiczną; do wykonania słupów potrzeba istotnie niewiele nitów, co zmniejsza poważnie koszty robocizny (rys. 5).

Belki poprzeczne w słupach są również wykonane z profili Grey'a z wyjątkiem tych, które dźwigają zasobniki, gdyż ich wysokość ok. 2 m wynika z pojemności zasobników. Te belki poprzeczne specjalne, stanowiące zarazem ściany zasobników, są wykonane jako belki złożone.

Wiązary dachowe kotłowni i maszynowni ok. 30 m rozpiętości są również wykonane jako belki złożone (blachownice) o rdzeniu pełnym nitowanym wysokości 2,25 m. Konstrukcja w ten sposób zaprojektowana odznacza się wielką prostotą i jednolitością linii, stanowiąc prawdziwy kontrast z konstrukcjami przemysłowymi powszechnie stosowanymi o wielkiej gmatwaniu belek.



Rys. 6. Połączenie zastosowane w słupach ścian podłużnych.

Cała konstrukcja, z wyjątkiem elementów wskazanych na rys. 6 oraz elementów poziomych zamocowań poprzecznych, była nitowana w warsztatach i złączona śrubami na terenie budowy. Ta metoda jest uzasadniona znaczną grubością elementów, dużą liczbą węzłów poprzecznych i trudnością spawania na miejscu.

Poszczególne części wykonano w warsztatach w odcinkach możliwie największych, uwzględniając możliwości transportu i warunki postawione przez biuro budowy. W ten sposób słupy i wiązary dachowe maszynowni długości 27 lub 30 m wysłano z warsztatów w całości; pozostałe słupy w częściach długości 20–23 m, dźwigary zaś dachowe kotłowni w dwóch częściach. Zasobniki ze względu na wielką pojemność były zmontowane na próbę w warsztatach, następnie zaś rozebrane i wysłane częściami.

Montaż na placu budowy wykonano w warunkach specjalnie trudnych na niewielkim terenie między Sambrą i sąsiednim pagórkem oraz pobliskimi budynkami biurowymi przy jednoczesnym wykonywaniu prac fundamentowych.

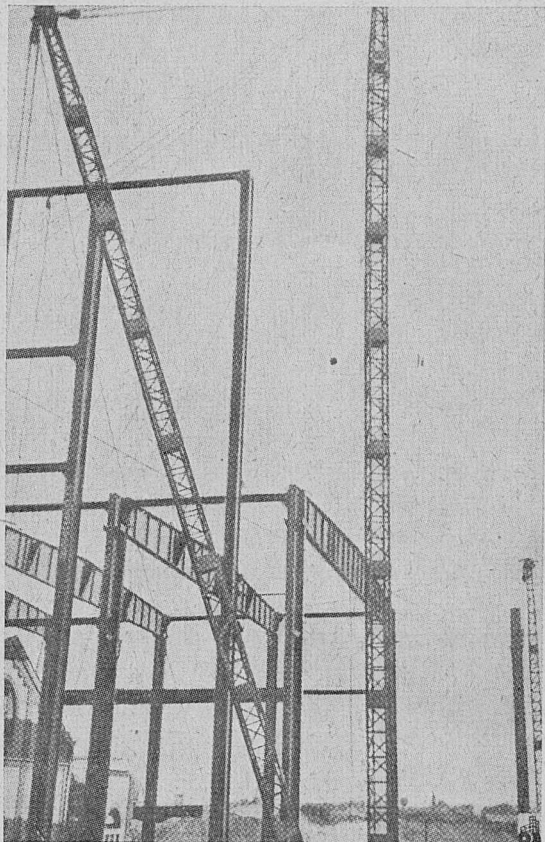
Szczupłość wolnej przestrzeni nie pozwalała na zmagazynowanie poważniejszej ilości części konstrukcyjnych w najbliższym sąsiedztwie. Konstrukcje szkieletowe przywożono wagonami na taras wzniesiony o 6 m przeciw placu budowy i tu wyladowywano je przy pomocy żurawia ustawionego na stałe i służącego jednocześnie do załadunku ich na wagoniki kolejki montażowej. Elementy konstrukcji przesuвано na wagonikach prostopadłe do osi budynków i w dowolnym miejscu wyladowywano przy pomocy żurawia. Później zmagazynowano dostarczone części o kilkaset metrów od placu budowy, ażeby nie utrudniać dostawy.

Prace musiano rozpocząć od maszynowni, ażeby móc jak najwcześniej uruchomić suwnicę i urządzenia elektryczne.

Fazy budowy były następujące: montaż ściany zewnętrznej E przy użyciu żurawia pomocniczego; dwa pierwsze słupy, które są ustawione w maszynowni, wciągnięto częściami przez dach; montaż słupów D i C oraz 30-metrowych wiązarów dachowych maszynowni odbywał się przy pomocy żurawia z wysięgiem wysokości 50 m,

obsługiwanego przez windy elektryczne (rys. 7). Od tej chwili rozpoczęto murowanie ścian maszynowni i pokrywanie dachu.

Dalszy ciąg robót był następujący; ustawiono żuraw wysokości 50 m wzdłuż łąwy B; montaż słupów B i A rozpoczęto od ściany szczytowej A_0 , B_0 , C_0 (rys. 2); po nich zakładano wiązary dachowe kotłowni i zmontowane uprzednio na ziemi z dwóch części belki poprzeczne galerii za-



Rys. 7. Żuraw wysokości 50 m do ustawienia słupów „C” i „D” oraz dźwigarów dachowych maszynowni

sobników aż do poziomu zasobników na pył węglowy (rys. 3).

Z chwilą ukończenia montażu słupów 4 i jednocześnie z montażem głównej konstrukcji szkieletowej przystąpiono do montażu stropów wewnętrznych galerii zasobnikowej oraz górnych odcinków słupów A przy pomocy żurawia pomocniczych zainstalowanych na głównych belkach.

Jednocześnie zmontowano konstrukcję szkieletową dla pierwszego kotła i tylny pomosty.

Po wyregulowaniu pierwszych przesł rozpoczęto prace murarskie, a mianowicie od ścian zewnętrznych i ściany szczytowej A_0 , B_0 , C_0 (rys. 2).

Po zakończeniu głównych prac pozostały do zmontowania stropy i pomosty wewnętrzne, jak również konstrukcja szkieletowa dla drugiego kotła.

Całkowity ciężar konstrukcji nośnej, tzn. słupów-ramownic i konstrukcji dachowej wyniósł ok. 2000 t.

Całkowity ciężar instalacji nie uwzględniając konstrukcji szkieletowej kotłów wraz z pomostami przyległymi wyniósł ok. 3175 t; konstrukcja szkieletowa kotłów i pomosty waży ok. 870 t.

Budynki zajmują powierzchnię 3200 m² i mają kubaturę 106 000 m³.

Uwzględniając, że całkowita moc elektrowni wynosi 100 000 kW, znajdujemy, że na 1 kW mocy elektrownia zajmuje 0,0326 m² i 1,06 m³. Stali użyto:

na same konstrukcje nośne	21,35 kg/kW,
na konstrukcję z wyjątkiem kotłów i ich podestów	31,74 kg kW,
na całą konstrukcję	40,45 kg kW.
Na 1 m ³ zużyto odpowiednio 20,2, 30,0 i 38,2 kg stali.	
K. S.	

BIULETYN GŁÓWNEGO INSTYTUTU ELEKTROTECHNIKI

Rok VI — nr 34

Warszawa, Al. Niepodległości 222

Luty 1952 r.

Zakład Maszyn i Napędów Elektrycznych

ELEKTROSTYKOWE OSTRZENIE NARZĘDZI

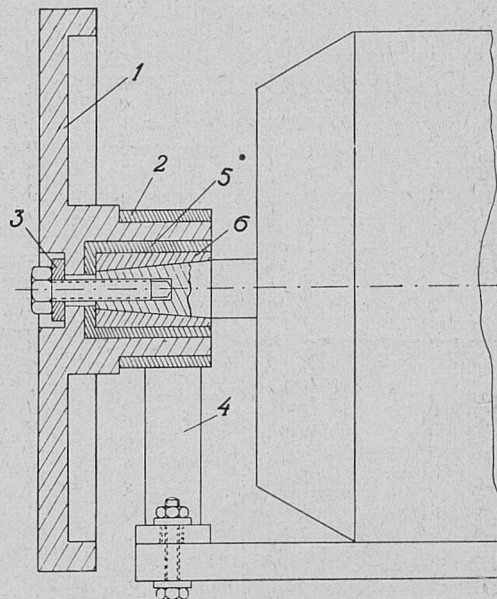
Dążąc do ograniczenia czasu obróbki przy jednoczesnym zwiększeniu dokładności i czystości obrabianych powierzchni, Instytut Obrabiarek i Narzędzi prowadzi prace naukowo-badawcze nad zagadnieniem ostrzenia elektrostrykowego oraz opracowuje odpowiednią dokumentację techniczną typowego rozwiązania ostrzarki, mającej stanowić w narzędziowni zasadniczą obrabiarkę do ostrzenia narzędzi, a także do przecinania metali.

W pracach tych bierze udział Zakład Maszyn i Napędów Elektrycznych Głównego Instytutu Elektrotechniki, należący do zespołu, powołanego do szybkiego wprowadzenia w przemysł elektrostrykowej metody ostrzenia narzędzi.

Zadanie Zakładu Maszyn i Napędów Elektrycznych GIEI polega na zaprojektowaniu elektrycznego układu roboczego, odpowiadającego wymaganiom metody, na dobraniu najwłaściwszego źródła zasilania krajowej produkcji (CZPME) oraz na doraźnym dostosowaniu krajowej spawarki wirującej prądu stałego, a także spawarki transformatorowej, jako źródeł prądu o wymaganych własnościach.

Elektrostrykowa metoda ostrzenia narzędzi stanowi odmianę ogólnej metody elektrycznej obróbki metali, opartej głównie na działaniu cieplnym prądu elektrycznego. Rys. 1 podaje układ ideowy, stosowany w obwodach ostrzenia elektrostrykowego. Obwód zasilany jest ze źródła prądu zmiennego lub stałego o napięciu regulowanym w granicach od kilku do około 25 V przez opornik R , umożliwiający zmianę natężenia prądu w zakresie od około 180 do kilku amperów zależnie od charakteru obróbki. Dalej prąd przez

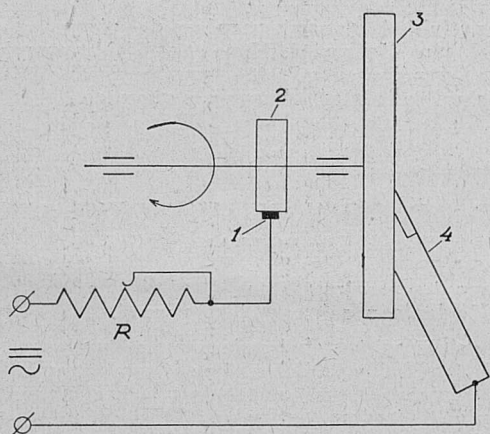
styku tarczy i narzędzia i zapewniających ciągłość przepływu prądu w obwodzie. Miejscowe nagrzania w punktach styku wywierają różny wpływ na materiał narzędzia obrabianego i na materiał tarczy. Ilość ciepła wydzielonego na nieruchomym obrabianym nożu jest wystarczająca do sto-



Rys. 2. Sposób obsadzenia tarczy obróbczej

- | | |
|--------------------------|-----------------------|
| 1 — tarcza obróbcza | 4 — uchwyt szczotkowy |
| 2 — pierścień ślizgowy | 5 — tuleja izolacyjna |
| 3 — podkładka izolacyjna | 6 — tuleja metalowa |

pienia niewielkiej ilości jego materiału w najbliższym otoczeniu punktu styku, natomiast ta sama ilość ciepła w swym działaniu na tarczę obróbczą nie powoduje nadmiernego jej nagrzewania dzięki dobremu warunkom chłodzenia, uzyskanym przez wirowanie tarczy, oraz znacznie większej masie materiału tarczy, łatwo odprowadzającego ciepło, wydzielane w punktach styku.

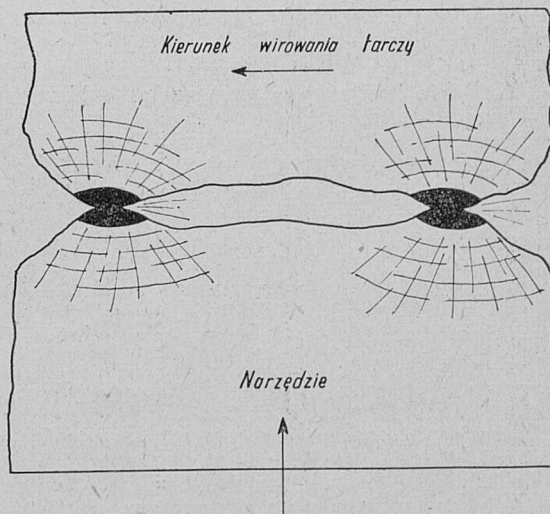


Rys. 1. Układ ideowy obwodu ostrzenia elektrostrykowego

- | | |
|------------------------|-------------------------|
| 1 — szczotka | 3 — tarcza obróbcza |
| 2 — pierścień ślizgowy | 4 — narzędzie obrabiane |

szczotkę 1 i pierścień ślizgowy 2 jest doprowadzany do tarczy obróbczej 3, wykonanej z żeliwa lub stali i obsadzonej wraz z pierścieniem ślizgowym na wrzecionie normalnej szlifierki. Tarcza obróbcza jest przy tym izolowana od wrzeciona w sposób pokazany na rys. 2. Obwód zamyka się przez powierzchnię styku tarczy obróbczej z obrabianym narzędziem 4 i przez samo narzędzie.

Usuwanie nadmiaru materiału odbywa się na powierzchni styku wirującej tarczy obróbczej z obrabianym przedmiotem. Wskutek właściwości struktury materiału tarczy i narzędzia styk pomiędzy nimi występuje nie na całej powierzchni, lecz w poszczególnych punktach w sposób przedstawiony na rys. 3. W punktach styku materiał rozgrzewa się pod wpływem przepływającego prądu elektrycznego i nagrzane cząstki narzędzia odrywają się wskutek wirowania tarczy. Zjawisku temu towarzyszy powstawanie krótkich łuków, bocznikujących nadchodzące nowe punkty



Rys. 3. Zasada ostrzenia elektrostrykowego

Dzięki temu możliwe jest ostrzenie metodą elektrostrykową również materiałów twardszych od materiału tarczy, np. noży tokarskich z nakładkami ze spieków twardych.

Czas obróbki oraz czystość powierzchni narzędzia ostrzonego metodą elektrostrykową zależy od szeregu czynników jak napięcie, natężenie prądu, prędkość obwodowa tarczy, jakość powierzchni roboczej oraz materiał tarczy. Największy wpływ na charakter obróbki wywiera wartość natężenia prądu w obwodzie roboczym. Zmiana natężenia prądu w szerokich granicach pozwala na wykonywanie różnych rodzajów obróbki, począwszy od zdzierania materiału przy większych wartościach prądu, kończąc na szlifowaniu i wygładzaniu przy natężeniach prądu rzędu kilku amperów. Regulację natężenia prądu w obwodzie ostrzenia elektrostrykowego osiąga się przy stałym napięciu źródła prądu przez odpowiednie nastawienie opornika R (rys. 1). Przy stałym napięciu i stałej oporności R prąd w obwodzie roboczym zależy już tylko od oporności styku między tarczą i narzędziem, która zmienia się w pewnym stopniu wraz ze zmianą prędkości obwodowej tarczy, a głównie przy zmianie wzajemnego docisku pomiędzy narzędziem a tarczą obróbką. W praktyce wartość prądu dla danego charakteru obróbki należy dobierać odpowiednio do wielkości obrabianej powierzchni, przy czym zaleca się stosować większe wartości natężenia prądu przy większych powierzchniach obrabianych.

Drugim ważnym parametrem obwodu ostrzenia elektrostrykowego jest wartość napięcia źródła prądu. Wzrost na-

transformatorowych, dlatego też oporniki regulacyjne dobrano dla następujących spawarek produkcji krajowej:

a) dla spawarki wirującej prądu stałego, typu EW2u — 300 A, produkcji M-23, na zakresy 50—160 A i 135—300 A, oraz

b) dla spawarki transformatorowej typu K2, produkcji M-3, na zakres 75—250 A.

Poszczególne wartości oporności regulacyjnej zapewniające regulację natężenia prądu w obwodzie ostrzarki elektrostrykowej od 50 A w dół, wynoszą: $R_1 = 1,6 \Omega$, $R_2 = 2,6 \Omega$, $R_3 = 4,0 \Omega$, przy czym założono, że dokładne wartości natężenia prądu, odpowiadające regulacji w stosunku 1:2:4:8, będzie można uzyskać na odpowiednich stopniach opornika przez właściwe nastawienie regulatora własnego spawarki, względnie przez regulację docisku narzędzia do elektrody tarczowej.

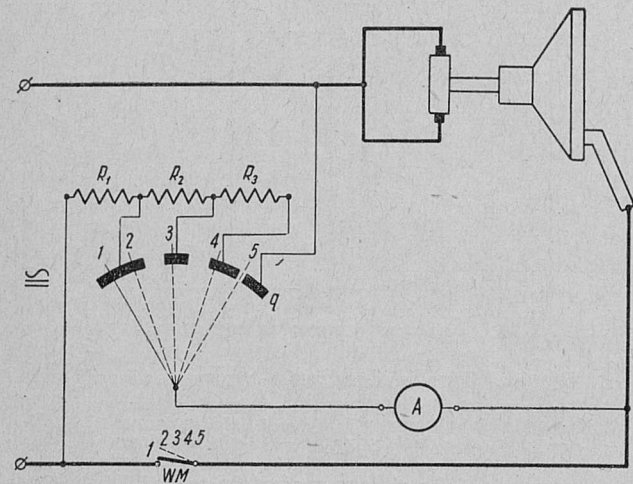
Układ połączeń do regulacji natężenia prądu w obwodzie ostrzarki elektrostrykowej przy zasilaniu zarówno prądem zmiennym, jak i stałym, przedstawia rys. 4. Część obwodu zaznaczoną na schemacie linią grubszą oraz jednobiegową wyłącznik migowy WM należy dobierać na najwyższą wartość natężenia prądu, potrzebnego przy zdzieraniu materiału. Amperomierz A przewidziany jest na prąd stały i zmienny (typ elektromagnetyczny) klasy dokładności 1,5, zakres 0—50 A.

Przechodzenie na poszczególne stopnie opornika dokonuje się przy pomocy przełącznika w postaci pedału nożnego, który powinien być tak zbudowany, żeby w położeniu 1 był zamknięty wyłącznik migowy WM oraz włączony opór R_1 . Przy przejściu ślizgacza przełącznika w położenie 2 wyłącznik migowy WM powinien być otwierany, przy czym opór R_1 powinien być włączony przez cały czas przełączania z położenia 1 do 2. W położeniu 3 prąd w obwodzie ostrzarki elektrostrykowej powinien przepływać tylko przez oporniki R_1 i R_2 , a w położeniu 4 przez oporniki R_1 , R_2 , R_3 . W położeniu 5 ślizgacz powinien zwierać płytkę zaciskową 4 z płytką q , zwierając tym samym źródło zasilające przez oporniki R_1 , R_2 i R_3 .

Przy regulacji w kierunku odwrotnym przełącznik musi zapewniać zamknięcie wyłącznika migowego WM przy dojściu ślizgacza do położenia 1.

Opisany układ stanowi rozwiązanie pierwszego etapu prac Zakładu Maszyn i Napędów Elektrycznych GIEL w ramach współpracy z Instytutem Obrabiarek i Narzędzi w dziedzinie zagadnień ostrzenia stykowego.

B. Wd.



Rys. 4. Układ połączeń do regulacji natężenia prądu w obwodzie ostrzarki elektrostrykowej

pięcia do pewnych granic wpływa na zwiększenie wydajności obróbki, przy dalszym jednak powiększaniu napięcia wydzielanie ciepła staje się tak intensywne, że np. nakładki ze spieków twardych zaczynają niszczyć się i pękać przy jednoczesnym osłabieniu miejsca spojenia nakładki z trzmem noża.

Prędkość obwodowa tarczy wpływa również na jakość obróbki narzędzia i zasadniczo powinna być dobierana z leżnie od danych obwodu elektrycznego. Dla potrzeb ostrzenia dopuszcza się jednak stałą prędkość obwodową tarczy wynoszącą ok. 35—40 m/s.

Pośród innych czynników, wpływających na przebieg ostrzenia, trzeba wymienić jakość powierzchni roboczej części tarczy. Czystość obrabianej powierzchni jest tym mniejsza, im bardziej szorstka jest powierzchnia tarczy, gdyż wtedy zbiera się grubsza warstwa materiału narzędzia. Przy nadmiernie szorstkiej powierzchni tarczy powstaje niebezpieczeństwo wykruszenia się krawędzi tnących narzędzia.

W pierwszym etapie prac Zakład Maszyn i Napędów Elektrycznych GIEL zaprojektował układ elektryczny oraz wyznaczył wartość oporności poszczególnych stopni opornika regulacyjnego, umożliwiającą zmianę natężenia prądu na kolejnych stopniach w stosunku 1:2:4:8 przy założeniu, że natężenie prądu w obwodzie w chwili rozpoczęcia regulacji wynosi 50 A (rys. 4). Oporniki przewidziane w układzie połączeń spełniają mają zadanie przy zasilaniu obwodu prądem zarówno stałym, jak i zmiennym. Przyjęcie takiego rozwiązania ma przede wszystkim na celu doraźne wykorzystanie znajdujących się w każdym większym zakładzie spawarek prądu stałego lub spawarek

Zakład Elektrotermii

UKŁAD DO POMIARU WYSOKICH TEMPERATUR

Pomiary temperatur stanowią niezbędną część niemal każdego badania z zakresu elektrotermii.

Interesujące w tym zakresie temperatury wynoszą od ok. 0° do ok. 3000° C. Zakres ten z punktu widzenia potrzeb grzejnictwa elektrycznego jest podzielony na temperatury niskie, średnie i wysokie. Za średnie temperatury uważa się temperatury wynoszące od ok. 500° C do ok. 1000° C.

Do pomiarów wysokich temperatur, a nawet nieco niższych, bo począwszy od ok. 800° C, za podstawowe urządzenie jest przyjęty międzynarodowo pirometr optyczny.

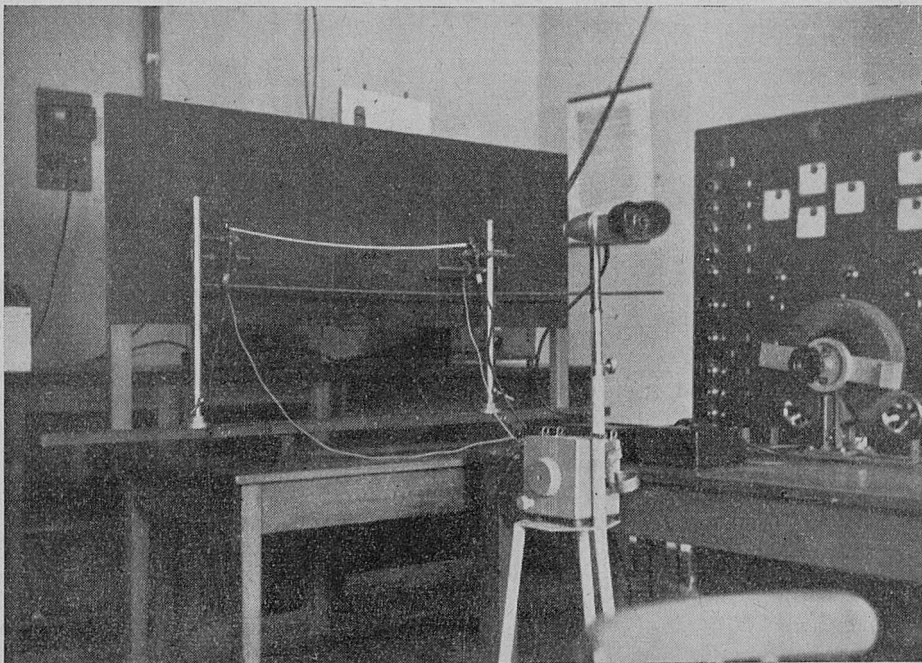
Zakład Elektrotermii GIEL uruchomił ostatnio dla potrzeb przemysłu własne stanowisko laboratoryjne, będące układem pomiarowym temperatur metodą zmonochromatyzowanego pirometru optycznego z zanikającym drutem.

Pirometr optyczny z zanikającym drutem odznacza się szeregiem zalet w porównaniu z pirometrami całkowitego promieniowania. Przede wszystkim zmonochromatyzowany pirometr optyczny z zanikającym drutem pozwala wykonywać pomiary punktowe, czego nie da się osiągnąć pirometrem całkowitego promieniowania.

Uruchomione stanowisko pozwala mierzyć temperatury w zakresie od ok. 780° C do ok. 2900° C, przy czym obiektem o mierzonej temperaturze może być zarówno komora pieca, jak również ciało o stosunkowo małych wymiarach, np. przewód grzejny, drut promiennika itp.

Zastosowanie układu — poza bezpośrednim odczytem temperatury — może być dość różnorakie. Mianowicie układ może służyć między innymi do wyznaczania emisyjności spektralnej, do wyznaczania trwałości przewodów

wysoką ich temperaturę pracy zastosowano specjalne tarce chłodzące. Statyw jest wykonany w ten sposób, że może być regulowany w wymiarze poziomym i pionowym. Całość wykonana została, podobnie jak większość specjal-



Rys. 1

grzejnych, do skalowania metodą techniczną pirometrów opartych na innych zasadach działania itd.

Wyróżniającymi ten układ od innych cechami charakterystycznymi są:

1) stosunkowo duża dokładność pomiarów; dokładność ta wynika przede wszystkim z dokładności układu mierzącego prąd (napięcie) drutu pirometru; w uruchomionym stanowisku prąd drutu jest mierzony metodą kompensacyjną w układzie z ogniwem normalnym, z dokładnością ok. 0,2%, a więc metodą o wiele dokładniejszą od metod odchyłowych, często stosowanych do pirometrów;

2) zmonochmatyzowanie filtrem przepuszczającym wąskie pasmo fal ok. 0,65 mikrona, co przy pomiarach w zakresie bliskim dolnej granicy stosowalności jest dogodniejsze od zmonochmatyzowania innym rodzajem filtru, np. zielonym;

3) niezniesztalcenie badanego pola temperaturowego, czego nigdy nie można w pełni osiągnąć posługując się innymi układami, opartymi na działaniu różnego rodzaju sond, wprowadzanych w zetknięcie z ośrodkiem o mierzonej temperaturze; uruchomiony układ pozwala więc między innymi na pośrednie badanie zjawiska konwekcji.

Głównym celem uruchomienia omawianego stanowiska pomiarowego było zastosowanie go do badania układu odniesienia przewodów grzejnych. Zjawiska występujące w układzie odniesienia nie były dotychczas należycie wyjaśnione ani u nas, ani za granicą. Poznanie tych zjawisk ma pierwszorzędne znaczenie w związku z uruchamianą krajową produkcją przewodów grzejnych. Po pierwsze dane charakteryzujące pracę przewodu grzejnego w układzie odniesienia służą do wyznaczania charakterystyk pracy, niezbędnych dla użytkowania tych przewodów, po drugie badania układu odniesienia pozwalają na ogólną ocenę dokładności rozpowszechnionych w praktyce, przybliżonych metod projektowania elementów grzejnych elektrycznych grzejników oporowych.

Na rys. 1 pokazany jest układ pirometryczny w zastosowaniu do badania oporowych przewodów grzejnych metalowych. Widoczny na zdjęciu (rys. 1) statyw, służący do utrzymywania przewodu grzejnego, jest zaopatrzony w zaciski prądowe i napięciowe. Zaciski napięciowe wykonano z platyny. Zaciski napięciowe są ruchome i dają się włączać w przypadku konieczności ich użycia przez naciśnięcie migowej dźwigni. Dla zacisków prądowych ze względu na

nych urządzeń badawczych Zakładu, przez własny dział konstrukcji naukowo-technicznych Zakładu Elektrotermii, na podstawie projektu opracowanego w tym dziale.

Przy stabilizowanym napięciu zasilającym układ pozwala w sposób dokładny wyznaczyć przebiegi obciążenia powierzchniowego przewodów grzejnych.

Badania naukowe dotyczące wyznaczania warunków pracy przewodów grzejnych w układzie odniesienia, do których wykonania posługiwano się opisywanym układem, zostały ukończone przedterminowo w stosunku do planu i będą opublikowane w roku bieżącym.

T. S.

Laboratorium Radiologii

RENTGENOWSKIE BADAŃIE DREWNIANYCH ZŁĄCZY NA SWORZNIE STALOWE

Analizę pracy połączenia na sworznie lub śruby dokonuje się na podstawie otrzymywanych podczas badania odczytów obciążenia i odkształcenia złącza na maszynie wy-

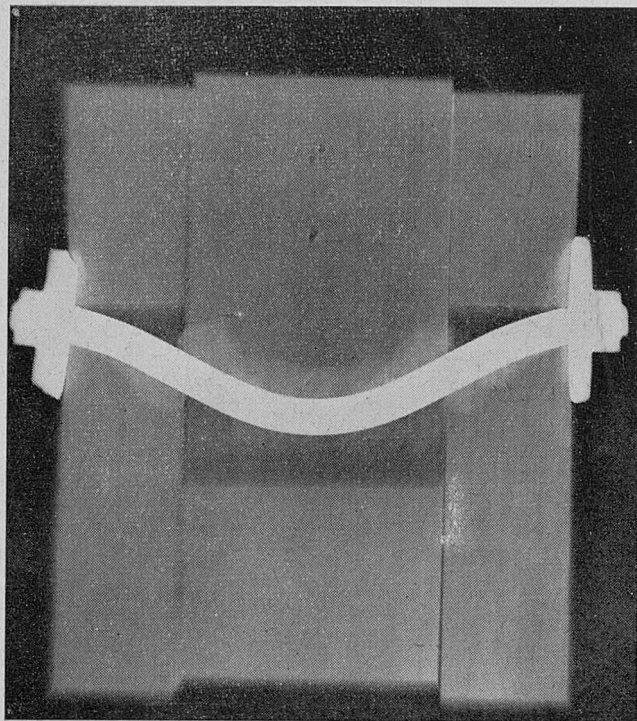


Rys. 1. Przekrój badanego złącza

trzymałościowej. Wykres pracy (zależność obciążenia od odkształcenia), zbudowany na podstawie pomiarów w sze-

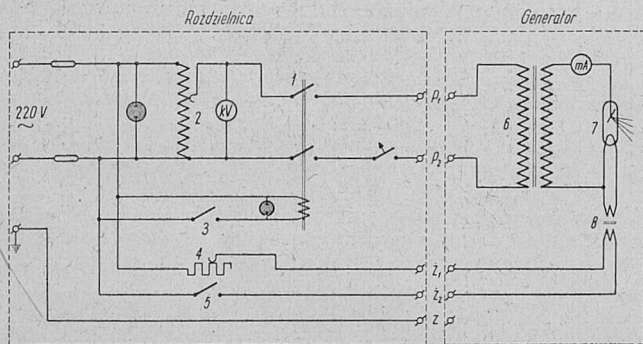
regu punktów, daje obraz całości pracy złącza od obciążenia 0 aż do zniszczenia. Badane złącza poddawane były obciążeniu do granic wytrzymałości.

Obraz odkształceń (zarówno drewna, jak i samego sworznia), występujących wskutek działania siły, można analizować na przecięciu próbki w płaszczyźnie, przechodzącej



Rys. 2. Zdjęcie rentgenowskie złącza z rys. 1

przez oś sworznia. Jednakże nawet przy bardzo starannym wykonaniu niezbędnych nacięć rozszczepienia złącza — na skutek nierównomiernej budowy drewna — często wypada poza przekrojem, mającym teoretycznie przechodzić przez oś sworznia. Następuje wtedy nierównomierne naruszenie zniszczonych obszarów i — co za tym idzie — zniekształ-



Rys. 3. Układ aparatu rentgenowskiego do zdjęć ciał lekkich

- 1 — wyłącznik główny
- 2 — regulator napięcia
- 3 — przycisk zdjęciowy
- 4 — regulator prądu
- 5 — wyłącznik żarzeniowy
- 6 — transformator wysokiego napięcia
- 7 — lampa rentgenowska
- 8 — transformator żarzeniowy

cenie obrazu deformacji złącza. Poza tym nawet na przecięciach wykonanych właściwie nie da się w sposób zupełnie wyraźny oznaczyć zniszczonej strefy drewna.

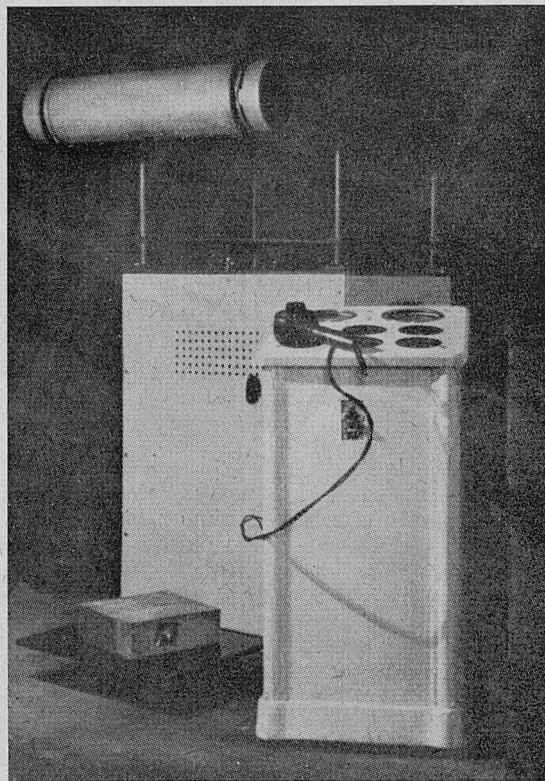
Stosując badania rentgenowskie można uniknąć powyższych trudności, tu bowiem otrzymuje się obraz pracy złącza bez naruszenia jego zasadniczej budowy, z zachowaniem najciekawszych fragmentów. W obszarach zniszczonych włókna drewna są zgniecione, jak wyraźnie potwierdza obraz rentgenowski.

Uzyskane wyniki badania rentgenowskiego, przeprowadzonego przez Laboratorium Radiologii GIEL dla Pracowni Konstrukcji Drewnianych Zakładu Technologii Drewna ITB, będą miały duże znaczenie przy opracowywaniu wyników badania wytrzymałościowego drewnianych złączy

na sworznie stalowe. W znacznym stopniu ułatwią one interpretację wyników oraz prawdopodobnie umożliwią sformułowania pewnych założeń, na których będzie można oprzeć ocenę pracy sworznia jako łącznika drewnianych konstrukcji inżynierskich.

Rys. 1 podaje widok badanego złącza po jego rozcięciu. Widoczny jest na nim rozkład naprężeń, którego miarą jest zgniecenie włókien drewna. Rys. 2 podaje zdjęcie rentgenowskie omawianego złącza; widoczny na nim jest ten sam rozkład naprężeń co na rys. 1.

Badane były złącza o grubości 78, 58 i 42 mm. Do wykonania zdjęć rentgenowskich drewna o tej grubości potrzebne było źródło bardzo miękkich promieni X. Dlatego też używane dziś powszechnie olejowe lampy rentgenowskie okazały się nieodpowiednie do tego celu ze względu na dużą



Rys. 4. Widok aparatu rentgenowskiego

filtrację oleju i okienka kołpaka lampy. Zastosowano więc lampę rentgenowską powietrzną, półochronną (Machlett MR 100 o ognisku 3,2 mm).

Ze względu na konieczność zastosowania stosunkowo małego napięcia nie można było posłużyć się zwykłym aparatem rentgenowskim. Do zasilania lampy rentgenowskiej użyto układu, dającego możliwość regulacji napięcia od zera w sposób ciągły. Rys. 3 podaje taki układ.

Celem uzyskania jak największego kontrastu zdjęć rentgenowskich należało napięcie jak najbardziej obniżyć. Obniżanie napięcia pociąga jednak za sobą znaczne zwiększenie czasu ekspozycji, który ze względów praktycznych nie może być zbyt długi.

Poniżej podane są współczynniki zdjęć dla różnych typów badanych złączy:

grubość złącza	(mm)	42	58	78
odległość ognisko-błona	(cm)	100	100	100
napięcie (wartość szczytowa)	(kV)	19	21	24
natężenie prądu (wartość średnia)	(mA)	10	10	10
czas ekspozycji	(s)	250	300	500

układ półokresowy; błona rentgenowska lekarska — Film Polski; wywoływanie 5 min.; 20°C.

Zdjęcia wykonywane na papierze rentgenowskim wymagały blisko 5-krotnie większej ekspozycji (przy tych samych pozostałych współczynnikach) i wykazywały znacznie mniejszy kontrast.

Rys. 4 pokazuje widok aparatu rentgenowskiego podczas wykonywania zdjęć złączy.

PRZEGLĄD BIBLIOGRAFICZNY ELEKTROTECHNIKI

opracowany przez OŚRODEK DOKUMENTACJI ELEKTROTECHNIKI

Dodatek do miesięcznika PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

Rocznik 4

Warszawa, luty 1952 r.

Nr 2

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

Sieci i podstacje

54* 621.316.26 D1 — 2.52

Leslie J. O., Greene D. L.: **Uwzględnienie bezpieczeństwa pracy przy projektowaniu podstacji.** „Safety in Substation Design”. Electr. Engng. New York, mies., t. 69, Nr 5, maj 50, s. 412; A4, 4 str., 5 fot., 1 tab. — Zmniejszenie ilości nieszczęśliwych wypadków przez właściwe projektowanie podstacji. Dobór odpowiednich odległości, właściwego uziemienia, dobrego oświetlenia oraz uwzględnienie galszych faz rozbudowy. Badanie warunków bezpieczeństwa pracy na modelach podstacji. A. B.

55* 621.316.26.003 D1 — 2.52

Sayeles E. V.: **Obniżenie kosztów podstacji dzięki stosowaniu indywidualnych stoisk pomiarowo-sterowniczych i prowadzeniu przewodów sterowniczych w rurach stalowych nad powierzchnią ziemi.** „Overhead Conduit, Unit Control Houses Reduce Substation Costs”. Electr. Wld., New York, tyg., t. 134, Nr 19, 6 list. 50, s. 81; A4, 3 str., 2 fot., 4 rys. — Korzystne pod względem gospodarczym techniczne rozwiązanie podstacji 138÷46 kV. Zdalne dokonywanie pomiarów oraz rozrząd. Stosowane rodzaje zabezpieczeń przekazników oraz. Znormalizowane wyposażenie i elementy konstrukcyjne. A. P.

56* 621.316.26.027.6 D1 — 2.52

Hopkins H. D., Levine D. L.: **Kluczowa pozycja podstacji w rozwoju układu rozdzielczego wysokiego napięcia.** „Substation is Key to Subtransmission Development”. Electr. Wld., New York, tyg., t. 134, Nr 1, 3 lip. 50, s. 80; A4, 2 str., 2 fot., 1 rys. — Znaczenie podstacji w zagadnieniu układów rozdzielczych 12 kV. Opis podstacji 66/12 kV w Chicagowskim układzie elektroenergetycznym. Moce transformatorów. Okapturzone rozdzielnie 12 kV. Układ szyn zbiorczych. Automatyzacja obsługi i pomiarów. Potrzeby własne. A. P.

57* 621.316.262.027.26 + 621.315.23 D1 — 2.52

Stein J. J.: **Nowy typ budek transformatorowych w kablowych sieciach rozdzielczych niskiego napięcia.** „New Transformer Enclosures For Buried Cable Systems”. Electr. Wld., New York, tyg., t. 134, Nr 21, 20 list. 50, s. 107; A4, 1 str., 2 fot., 1 rys. — Ekonomiczniejsze i estetyczniejsze rozwiązanie zagadnienia kiosków transformatorowych w kablowych sieciach rozdzielczych niskiego napięcia. Sposób umieszczenia doprowadzeń przewodów oraz zabezpieczeń. Uniknięcie konieczności zakładania dren. A. P.

Analizatory

58* 621.316.313:621 D1 — 2.52

Harder E. L., Carleton J. T.: **Nowe możliwości rozwiązywania zagadnień na modelu elektrycznym.** „New Techniques on the Anacom-Electric Analog Computer”. Trans. amer. Inst. electr. Engrs., New York, t. 69, cz. 1, 1950, s. 547; A4, 9,5 str., 5 fot., 16 rys., 4 wykr., 1 tab., 18 poz. bibl. — Nowe zastosowania analizatora-modelu elektrycznego. Możliwość różniczkowania, całkowania, rozwiązywania równań różniczkowych w aerodynamice. Oporniki nieliniowe. Odwzorowanie układów regulacji obrotów, przebiegu histerezy, obwodów wzmacniaczy maszynowych, zjawiska ulotu. Możliwość uzyskiwania dowolnych kształtów przebiegu napięcia. A. P.

Urządzenia rozdzielcze

59* 621.316.35 D1 — 2.52

Archbold E. J.: **Uzasadnione przez dane z eksploatacji podstawowe układy szyn zbiorczych podstacji.** „Basic Substation Bus Patterns Proved by Operating Record”. Electr.

Wld., New York, tyg., t. 134, Nr 13, 25 wrzes. 50, s. 94; A4, 3 str., 5 rys. — Zasadnicze układy nowoczesnych podstacji rozdzielczych wysokiego napięcia. Dobór i zabezpieczenie transformatorów przed przepięciami atmosferycznymi. Uziemianie podstacji. Regulacja napięcia. Wyposażenie podstacji dwustronnie zasilanych. Obniżenie kosztów inwestycyjnych oraz ułatwienie pracy obsługi w wyniku właściwego rozplanowania i wyposażenia podstacji. A. P.

60* 621.316.351 D1 — 2.52

Lufsey G.: **Obniżenie kosztów eksploatacji dzięki stosowaniu wydrążonych szyn zbiorczych o przekroju kwadratowym z otworami wentylacyjnymi.** „Square Ventilated Bus Cuts Service Costs”. Electr. Wld., New York, tyg., t. 134, Nr 23, 4 grud. 50, s. 118; A4, 1 str., 2 fot. — Instalacja szyn zbiorczych 5 kA, o przekroju kwadratowym, z odpowiednimi otworami umożliwiającymi chłodzenie. Zalety rozwiązania i uzyskane oszczędności. A. P.

Łączniki

61* 621.316.545 D1 — 2.52

Smith L. B.: **Samoczynne słupowe odłączniki sekcyjne linii przesyłowych.** „Automatic Pole-Top Switches Sectionalize Transmission Lines”. Electr. Wld., New York, tyg., t. 134, Nr 11, 11 wrzes. 50, s. 124; A4, 2 str., 3 fot. — Samoczynne odłączniki wysokiego napięcia montowane na słupach. Uzupełnianie pracy wyłączników. Uzależnienie działania od napięcia linii. Typowe rodzaje działania. Praca mechanizmów napędowych. Sterowanie przy pomocy przekazników. Dane z eksploatacji. A. P.

62* 621.316.545.064.3 D1 — 2.52

Andersson M. A.: **Ustalenie granicznego zasięgu łuku jako wskaźnika zdolności wyłączalnej odłącznika.** „Establish „Reach” Limits As Measure of Switch Performance”. Electr. Wld., New York, tyg., t. 134, Nr 25, 18 grud. 50, s. 79; A4, 3 str., 4 fot., 3 wykr. — Badanie odłączników rozkrowych wysokiego napięcia. Przyjęcie długości zasięgu łuku w kierunku sąsiednich faz lub konstrukcji jako kryterium zdolności wyłączalnej odłącznika. Badanie wyłączania prądów czynnych i indukcyjnych, oraz prądu ładowania linii. Badanie przerywania obwodów równoległych. Fotograficzna metoda określania długości łuku i jego zasięgu. Wyniki badań dla napięć do 132 kV i różnych wartości prądu. A. P.

63* 621.316.545.064.4 D1 — 2.52

Killian S. C.: **Rury wydmuchowe nabudowane na odłączniki napowietrzne.** „Gas Blast Interrupts Are On Air Breaker Switch”. Electr. Wld., New York, tyg., t. 133, Nr 21, 22 maja 50, s. 151; A4, 0,5 str., 2 fot. — Urządzenie umożliwiające wyłączanie prądów rzędu kilkunastu amperów przy napięciu 110 kV i wyżej przy pomocy odłączników. Rury wydmuchowe kierujące strumień sprężonego gazu na styki odłącznika. Możliwość wyłączania prądów ładowania linii o długości do 80 km. A. P.

64* 621.316.57.064.25 D1 — 2.52

Rietz E. B., Balentine C. J.: **Nowy typ wyłącznika olejowego 69 kV z komorami wydmuchowymi.** „A New 69 kV Oil-Blast Circuit Breaker”. Trans. amer. Inst. electr. Engrs., New York, t. 69, cz. 1, 1950, s. 416; A4, 6 str., 11 fot., 4 rys., 3 wykr., 4 tab., 3 poz. bibl. — Opis konstrukcji nowego typu wyłącznika olejowego o nowym rozwiązaniu komór wydmuchowych (ciśnieniowych). Wyniki badań laboratoryjnych i prób zwarciovych w sieci. Duża szybkość wyłączania zwarć, możliwość szybkiego ponownego włączania, mniejsze zużycie oleju i materiałów styków w porównaniu z dotychczasowymi rozwiązaniami. Oscylogramy przebiegu prób. A. P.

65* 621.316.57.064.25 D1 — 2.52

Awakian S. W.: **Doświadczalne badanie szybkości wypływu oleju w zależności od ciśnienia w dolnej części komory gasikowej wyłącznika olejowego typu MGF-11.** „Eksperymentalnoje issledowanie skorosti vychoda masła w zavisimosti ot dawlenja w niżniej czasti dugogaszaszczewo ustrojstwa maslanowo wykuczatiela tipa MGF-11”. Wiestn. Elektroprom., Moskwa, mies., Nr 12, grud. 48, s. 17; A4, 2,3 str., 1 rys., 2 wyk., 1 tab. — Opis urządzenia pomiarowego do badania szybkości wypływu oleju i wyznaczania oporów hydraulicznych w dolnej części komory gasikowej wyłącznika. Rezultaty badań: krzywa szybkości wypływu oleju i współczynnika oporu hydraulicznego w zależności od ciśnienia, przy dwu krańcowych położeniach sworzni stykowego. S. B.

Urządzenia regulacyjne

66* 621.316.722 D1 — 2.52

Bothwell F. E.: **Stateczność pracy regulatorów napięcia.** „Stability of Voltage Regulators”. Electr. Engng., New York, mies., t. 69, Nr 12, grud. 50, s. 1090; A4, 1 str., 1 rys., 1 wyk., 2 poz. bibl. — Matematyczna analiza pracy obwodów regulatorów napięcia zawierających elementy nieliniowe. Nawiązanie do teorii równowagi układów dynamicznych Liapounoff'a. Graniczne warunki zachowania równowagi. Wpływ wartości nachylenia charakterystyki oporność-napięcie w obwodzie regulacyjnym. A. B.

67* 621.316.722.2:621.311.16.016.35 D1 — 2.52

Concordia C.: **Wpływ dodatkowego podłużnego regulatora napięcia na warunki zachowania równowagi układu w stanie ustalonym.** „Effect of Buck-Boost Voltage Regulator on Steady-State Power Limit”. Trans. amer. Inst. electr. Engrs., New York, t. 69, cz. 1, 1950, s. 380; A4, 4,5 str., 2 rys., 8 wyk., 2 tab., 6 poz. bibl. — Studium badania wpływu podłużnego dodatkowego regulatora napięcia na równowagę pracy układu elektroenergetycznego. Możliwość uzyskania zwiększenia mocy granicznej układu przy zastosowaniu właściwego stabilizatora. Wymagania odnośnie różnych rodzajów stabilizatorów. Analiza matematyczna pracy układu regulacyjnego i stabilizującego. Charakterystyki wpływu różnych czynników na równowagę pracy. Możliwość uzyskania równowagi dynamicznej. Doświadczalne potwierdzenie przewidywań. A. P.

68* 621.316.728 + 621.316.726 D1 — 2.52

Mc Cormack J. E., Metcalf C. N.: **Jednoczesna regulacja obciążenia i częstotliwości umożliwiająca lepsze wyzyskanie zdolności przesyłowych linii.** „Load-Frequency Control Brings Closer Tie Line Loading”. Electr. Wld., New York, tyg., t. 134, Nr 9, 28 sier. 50, s. 82; A4, 1 str., 2 rys. — Urządzenie do samoczynnej regulacji obciążenia i częstotliwości w układzie elektroenergetycznym. Przebieg procesu regulacji w miarę wahań obciążenia. Możliwość obciążania linii aż do wartości najwyższej dopuszczalnej mocy przesyłowej. Dokładność i czułość urządzenia. A. P.

Urządzenia zabezpieczające

69* 621.316.9(73) D1 — 2.52

Maggi E.: **Uwagi o kierunkach rozwojowych nowoczesnej techniki amerykańskiej odnośnie aparatury zabezpieczającej i rozdzielczej.** „Note sugli orientamenti della moderna tecnica americana delle apparecchiature elettriche, di protezione e di manovra”. Elettrotecnica, Milano, mies., t. 36, Nr 9, wrzes. 49, s. 434; A4, 14 str., 13 fot., 6 rys., 6 wyk., 19 poz. bibl. — Kryteria ochrony od przepięć pochodzenia atmosferycznego i wewnętrznych. Krótka charakterystyka nowoczesnych odgromników katodowych i wydmuchowych. Zabezpieczenie przeciw przetężeniowemu. Krótka charakterystyka przekładników pozornooporowych. Dane nowoczesnych wyłączników olejowych. Zabezpieczenie sieci rozdzielczych niskiego napięcia. A. B.

70* 621.316.92 D1 — 2.52

Toniolo S. B., Faggiano G.: **Wybiorcze zabezpieczenie obwodów prądu zmiennego za pomocą bezpieczników.** „Protezione selettiva mediante fusibili nei circuiti a corrente alternata”. Energia elettr., Milano, mies., t. 27,

Nr 8, sier. 50, s. 498; A4, 10,5 str., 14 rys., 9 wyk., 2 tab., 3 poz. bibl. — Zagadnienie wyborczego zabezpieczenia bezpiecznikami o różnych prądach znamionowych w przypadku zwarć. Krzywe energii wydzielonej na oporności bezpiecznika i przebiegu prądu przed i po przetopieniu się bezpiecznika dla różnych współczynników mocy. Oscylogramy pracy bezpieczników. Wyniki doświadczeń nad wyborczością bezpieczników o różnym prądzie znamionowym. Bibliografia. A. B.

71* 621.316.923 D1 — 2.52

Hartlieb U., Pölten St.: **Zagadnienie zabezpieczenia przewodów w nowoczesnych instalacjach.** „Zur Frage des Leitungsschutzes in neuzeitlichen Installationen”. Bull. Schweiz. El. Ver., Zürich, dwu-tyg., Nr 7, 7 kw. 51, s. 232; A4, 5 str., 4 rys., 2 tab., 3 poz. bibl. — Zabezpieczenie sieci rozdzielczych niskiego napięcia od przeciążenia podczas zwarć międzyprzewodowych i zwarć doziemnych ze względu na przyrost temperatury. Tabele danych znamionowych i czasu działania bezpieczników topikowych przy zwarciu. Przykłady doboru zabezpieczeń instalacji fabrycznych i warsztatowych. H. K.

72* 621.316.925.45 D1 — 2.52

Goldsborough S. L.: **Nowy typ przekaźnika odległościowego, zabezpieczającego przeciwko zwarciom doziemnym.** „A New Distance Ground Relay”. Trans. amer. Inst. electr. Engrs., New York, t. 67, cz. II, 1948, s. 1442; A4, 5,5 str., 3 fot., 6 rys., 11 poz. bibl. — Opis nowego rozwiązania ziemnozwarciowego przekaźnika odległościowego. Zasada działania przekaźnika. Układy połączeń poszczególnych elementów przekaźnika. Niektóre dane konstrukcyjne nowego typu przekaźnika. A. P.

73* 621.316.933 D1 — 2.52

Burgsdorf W. W.: **Badanie ochrony odgromowej układów elektroenergetycznych.** „Issledowanie grozaszczity eniergosistiem”. Elektricestwo, Moskwa, mies., Nr 2, luty 49, s. 21; A4, 10,3 str., 1 rys., 5 wyk., 3 tab., 23 poz. bibl. — Analiza ochrony odgromowej układów elektroenergetycznych w Związku Radzieckim na podstawie danych eksploatacyjnych. Dane statystyczne wyłączeń dla linii 220—110—35—22 kV. Zasady projektowania skutecznej ochrony odgromowej. A. M.

Miernictwo elektryczne

74* 621.317.311 D1 — 2.52

Peri G.: **Lampa rtęciowa o średnim ciśnieniu pary rtęci.** „Lampade a scarica gassosa nel vapore di mercurio a media pressione”. Energia elettr., Milano, mies., t. 26, Nr 10, paźdz. 49, s. 639; A4, 4 str., 7 rys., 5 wyk., 1 tabl. — Charakterystyki lampy rtęciowej o ciśnieniu 1 atm., sprawności 40—60 lm/W, maksymalnej jasności 150 sb, długości życia 1500—3000 godzin, na napięciu 200—250 V. Schematy włączenia lampy do sieci. Dane lampy rtęciowej w bańce kwarcowej: ciśnienie 5—10 atm., 40—60 lm/W, 200—250 sb, 200—250 V. A. B.

75* 621.317.329 D1 — 2.52

Dadda L.: **Bezpośredni pomiar nateżenia pola elektrycznego w wannie elektrolitycznej.** „Rilievo diretto alla vasca elettrolitica del gradiente in un campo elettrico”. Energia elettr., Milano, mies., t. 26, Nr 8, sier. 49, s. 469; A4, 3,5 str., 6 rys., 6 poz. bibl. — Metody pośrednie pomiaru nateżenia pola elektrycznego w wannach elektrolitycznych. Nowa metoda bezpośrednia pomiaru przy pomocy potrójnej sondy. Opis urządzenia pomiarowego. Cechowanie i krótka dyskusja błędów pomiaru. A. B.

76* 621.317.755.015.7 D1 — 2.52

Kaganow Z. G.: **Oscyloskop dla rejestrowania impulsów.** „Oscilloskop dla riegistracji impulsow”. Elektricestwo, Moskwa, mies., Nr 1, stycz. 49, s. 52; A4, 3 str., 1 rys., 4 wyk., 14 poz. bibl. — Opis oscyloskopu, przystosowanego do rejestrowania impulsów. Schemat układu. Zasada działania i zastosowanie. Przykłady badania przebiegów falowych w uzwojeniach maszyn. A. M.

Kandydatury na członków Stowarzyszenia Elektryków Polskich

W myśl § 12 statutu SEP ogłasza się następującą listę kandydatów na członków zwyczajnych Stowarzyszenia:

ODDZIAŁ ZAGŁĘBIA WĘGLOWEGO

Busiewicz Ryszard, Bytom, Jagiellońska 27
 Buszko Jan, Gliwice, Zwycięstwa 31 m. 9
 Byrzech Tadeusz, Bytom, Mckiewicz 38
 Celuch Cezariusz, Sosnowiec, Małachowskiego 18
 Chabrowicz Stefan, Zabrze, Stalmacha 15/8
 Chączyński Józef, Katowice, Kopernika 6/5
 Chlebowski Robert, Kazimierz, Kol. Juliusz Leśna 2
 Chmielewski Stanisław, Sosnowiec, Prez. Bieruta 23 m. 12
 Chmielewski Tadeusz, Gliwice, Konarskiego 2 m. 1
 Chmura Franciszek, Katowice, Czarneckiego 3 m. 11
 Chodakowski Mieczysław, Katowice, Powstańców 22
 Cholewa Feliks, Siemianowice, Wieczorka 7
 Cholewa Piotr, Katowice, 1-go Maja 36
 Chromy Anatol, Jęzor, Wodna 1
 Chudyk Antoni, Będzin, Górnica 6
 Chwała Stanisław, Cieszyń, 3-go Maja 16
 Chwistecki Stanisław, Katowice, Sobieskiego 24
 Rożek Otton, Bujaków, pow. Rybnik
 Cieplik Władysław, Katowice, Wodna 2 m. 5
 Ciok Janusz, Mikołów, Podleska 66
 Ciołczyński Stefan, Kelety, Dworcowa 3
 Ciolek Antoni, Będzin, Gen. Stalina 139
 Cisek Walter, Katowice, 3-go Maja 34 m. 9
 Ciszewski Czesław, Sosnowiec, 3-go Maja 9 m. 8
 Ciszewski Jerzy, Sosnowiec, Aleja Mireckiego 14
 Cop Bogusław, Wysoka 11 poczt. Łazy
 Cyprys Paweł, Nowy Bytom, Korfańskiego 2 m. 5
 Czajor Józef, Szopienice, Kowalska 6
 Czarnecki Andrzej, Siemianowice, Sobieskiego 28
 Czarnecki Edward, Katowice, Kędzierzyn 9
 Czech Stanisław, Chorzów III, 17 Sierpnia 9a
 Czerwik Czesław, Będzin, Sielecka 79
 Czeszyk Mieczysław, Kochłowiec, Wyzwolenia 96
 Czopa Alfons, Szopienice, Wandy 3
 Czupryński Alfred, Klimontów, Wiejska 19
 Dąbielak Stanisław, Częstochowa, Jasnogórska 26
 Dąbrowski Jan, Katowice-Wetnowiec, Kościuszki 8
 Dejas Teodor, Szopienice, Dwór Mirasewskiego 5
 Dlubak Janusz, Katowice 3, Markiewki 56
 Dobosz Ryszard, Bobrowniki, Sienkiewicza 78
 Dobrucki Jerzy, Częstochowa, Al. Wolności 13
 Domański Wiesław, Gołonóg, Florowska 43
 Domański Henryk, Sosnowiec, Gen. Świerczewskiego 52
 Dorda Karol, Cieszyń, Łączna 12
 Drozdowski Dobromir, Warszawa, Mińska 7 m. 15
 Duda Józef, Bobrowniki, 11 Listopada 55
 Durczok Franciszek, Radlin, pow. Rybnik, Mariacka 16
 Dziurzyński Jan, Katowice-Dab, Debska 7
 Dworczak Jan, Sosnowiec, Gen. Świerczewskiego 42a
 Dworzyński Marian, Sosnowiec, 22 Lipca 6
 Dybała Joachim, Lipiny, Matyldy 1a
 Dybała Ryszard, Katowice III, Marcina 1/4
 Dyląg Karol, Rokitnica, Sienkiewicza 4, p. Bytom
 Dynda Alfred, Świętochłowice, Bochenka 17
 Dzieciot Eugeniusz, Bielsko, Rzeźnicza 20 m. 6
 Dziak Stanisław, Szopienice, Reitana 44
 Dziuba Dezyderyusz, Cieszyń, Mennicza 50
 Dziuk Józef, Katowice, Armii Czerwonej 34
 Dziurów Józef, Szopienice, Dr Fr. Zięlkiewicza 12
 Dziwosz Tadeusz, Sosnowiec, Kołtata 15 m. 8
 Falecki Mieczysław, Katowice, Gliwicka 8/6
 Falecki Włodzimierz, Katowice, P.C.K.
 Falfasiński Wacław, Knurów, Dworcowa 36
 Faliński Tadeusz, Gliwice, Ziemowita 15 m. 3
 Farań Stefan, Sosnowiec, Gen. Stalina 19 m. 5
 Feruś Tadeusz, Katowice, 27 Stycznia 31/15
 Flak Marian, Grodziec-Będzina, Legionów 18b
 Flak Rudolf, Koźłowa Góra, Oświęcimska 42
 Flak Stanisław, Masłowskie, poczta Poraj k. Częstochowy
 Flakus Józef, Katowice, Chorzowska 164
 Florczyk Aleksander, Gliwice, Daszyńskiego 48 m. 4
 Foltman Ryszard-Woiciech, Częstochowa, Zgody 17
 Formas Aleksander, Bielsko, Barlickiego 5/4
 Fortuna Józef, Chorzów III, Poznańska 3 m. 6
 Franja Jan, Szopienice, Warszawska 34
 Franke Jan, Katowice, 27 Stycznia 15
 Frączek Włodzimierz, Zabkowice, Czerw. Armii 23
 Fryć Piotr, Rokitnica, Karola Marksa 8
 Fusiecki Bohdan, Katowice, Opolska 11 m. 2
 Gałda Leon, Wirek, Karola Marksa 3
 Gątek Remigiusz, Sosnowiec, Staszica 16
 Gąboszek Wiktor, Łaziska Górne, M. Nowotki 18
 Garbasz Stanisław, Rokitnica, pow. Bytom (teren kopalni)
 Garus Franciszek, Tarnowskie Góry, Bańczyka 18
 Gąsior Władysław, Cieszyń, 3 Maja 23
 Gąsiorowski Ludwik, Katowice, Mikołowska 9 m. 7
 Gdynia Waldemar, Zabrze, Wolności 507
 Gerold Henryk, Bytom, pl. Słowiański 10
 Gebala Marian, Katowice, Św. Stanisława 4 m. 7
 Giblewski Józef, Zabrze, Jagiellońska 7 m. 2
 Glen Konstanty, Sosnowiec, Szosowa 7
 Gieszczyk Stefan, Kędzierzyn, Karola Miarki 11
 Gil Jerzy, Katowice, Stanisława 5
 Gisman Władysław, Gliwice, Słowackiego 2 m. 10
 Glados Jacek, Siemianowice Śl., Barbary 21
 Głowak Władysław, Szopienice, Ziolkiewicza 1
 Gniewkowski Bogumił, Strzemieszyce, Warszawska 49
 Gniża Bronisław, Katowice, Kilińskiego 26
 Gocyla Czesław, Katowice-Koszutka, Oblatów D-29 m. 14
 Goetzke Henryk, Łaziska Górne, kol. Elektro
 Gołarz Tadeusz, Giszowiec, Stalmacha 6
 Golec Czesław, Zabrze, Pawła Broła 9

Golenia Edmund, Katowice-Ligota, Ligocka 78
 Goliński Bronisław, Chorzów, Piotra 2
 Goliński Aleksander, Siemianowice, Floriana 20
 Gołąb Wiktor, Orzesze, Wawrzynia 1
 Góra Roman, Poręba k/Zawiercia
 Górski Roman, Sosnowiec, Pusta 4/I
 Gootschlich Alfred, Piotrowice, Matejki 1
 Gowik Henryk, Jaskowice, K. Marksa 7
 Grabieński Jerzy, Będzin, Zwirki i Wigury 54
 Grabowski Zbigniew, Katowice, Brynowska 53 m. 6
 Gruchot Karol-Józef, Szopienice, Pastowska 8
 Gruszczyński Stefan, Gliwice, Świętojańska 34
 Gruszecki Aleksander, Niwka, Mickiewicza 1a m. 14
 Gryglewski Jerzy Witold, Zabrze, Powstańców 2 m. 3
 Grządziel Alojzy, Cieszyń, Bielska 4
 Grzebyk Winicjusz, Grodziec, pow. Będzin
 Grzechca Karol, Radzionków, Bytomska 7
 Guja Ludwik, Kazimierz k/Sosnowca, Leśna 4
 Guzior Jerzy, Gliwice, Rybnicka 2 m. 12
 Guzy Jan, Michałowice, Maciejkowska 6
 Habryka Norbert, Myslowice, 9-Maja 48
 Halemba Wiktor, Siemianowice Śl., Franciszka Dejl 4
 Han Bolesław, Sosnowiec, Modrzejowska 45/6
 Hanke Henryk, Bielszowice, Czerwonej Armii 130
 Hary Józef, Knurów, Wolności 5
 Haski Kazimierz, Zabrze, 3-go Maja 28
 Hauszylid Jerzy, Gliwice, Barlickiego 15 m. 7
 Hawrylak Jan, Katowice, Moniuszki 5
 Helbin Piotr, Łaziska Górne, M. Nowotki 1
 Heliak Jerzy, Kazimierz-Sosnowiec, Krótka 11/1
 Hepke Stefan, Katowice, Kościuszki 187
 Herman Stanisław, Sławków, Korzeniec 3
 Hetmańczyk Jan, Czeladź, Miłowicka 99
 Hülner Augustyn, Bobrek, Czerwonej Armii 1
 Idzik Julian, Katowice, Warszawska 32 m. 3
 Ilków Zdzisław, Katowice, Rymera 1 m. 1
 Ittner Paweł, Katowice, Jagiellońska 7
 Janicki Józef, Sosnowiec, Ormowców 7
 Janik Ernest, Chybie 144, pow. Bielsko
 Janik Ewaryst, Ruda Śl., Janasa 11
 Jarczyk Paweł, Katowice, Kozielska 5
 Jarczyński Jerzy, Sosnowiec, Sucha 44
 Jarek Stanisław, Klimontów, Klimontowska 14
 Jarosz Edward, Katowice, P.C.K. 7 m. 3
 Jarząbek Czesław, Katowice, Sobieskiego 7
 Jaworski Ireneusz, Bytom, Chrobrego 8/3
 Jaworek Józef, Wojkowie Komorne, Sobieskiego 2a
 Jaworski Ryszard, Gliwice, Zwycięstwa 47 m. 6
 Jędralczyk Czesław, Sosnowiec, Daleka 7
 Jędraszek Bernard, Chorzów II, Opolska 14
 Jędrusiak Bogumił, Cieszyń, Marsz. Rokossowskiego bl. IVp. 46
 Jurlotka Alojzy, Piotrowice Śląskie, Armii Czerwonej 139
 Juszcak Czesław, Bytom, Korfańskiego 34
 Kalebka Bolesław, Strzemieszyce, Modrzejowska 9a
 Kała Paweł, Piotrowice, 1-go Maja 69
 Kaniecki Stanisław, Chorzów, Hajducka 86a
 Kaniut Paweł, Siemianowice, Smalowskiego 11
 Kańka Janusz, Zabrze, Wolności 367/9
 Karmański Józef, Szopienice, Sobieskiego 1
 Karmański Wilhelm, Piotrowice Śl., Sienkiewicza 24
 Karus Ryszard, Łaziska Górne, Wiejska 33
 Kasperski Zygmunt, Tarnowskie Góry, Kościuszki 3
 Kaszewski Emil, Gliwice, Opawska 15
 Kasza Gerard, Mikołów, Krakowska 11
 Kazek Zenon, Zawiercie, Niedziałkowskiego 11
 Kazmierczuk Arkadiusz, Katowice, Andrzeja 9
 Kendziora Zygmunt, Chorzów II, Aug. Św. dra 8
 Kęsa Alfons, Katowice, Kościuszki 51 m. 6
 Kiliński Sylwester, Wetnowiec, Gen. Świerczewskiego 8
 Knothe Karol, Częstochowa, Olsztyńska 3
 Koffer Marian, Zawiercie, Paderewskiego 50
 Koll Teodor, Katowice-Wetnowiec, Powstańców 76
 Kołodziej Karol, Katowice-Brynów, Kępowa 1
 Kopacz Stanisław, Zabrze, Hagera 45
 Kopiec Marian, Dąbrowka Wielka, 1-go Maja 26
 Korella Kurt, Zabrze-Maciejów, Maszyńskiego 19
 Kosmala Kazimierz, Bobrowniki, Kościuszki 220, p. Będzin
 Kostka Gedeon, Katowice, Jordana 10
 Koszłowski Roman, Gieraltowice, Ks. R. Roboty 100
 Koszuliński Władysław, Bytom, Dworcowa 20
 Kot Bolesław, Bytom, Kossaka 2/5
 Kot Franciszek, Szopienice, Ziolkiewicza 1
 Kotula Zdzisław, Bytom, Reymonta 13/4
 Kowalczyk Marian, Będzin, Gen. Stalina 139
 Kowalczyk Artur, Piotrowice Śl., Szopena 4 m. 1
 Kowalczyk Józef, Bytom, Powstańców Warszawskich 16 m. 7
 Kozakiewicz Eugeniusz, M. Kulczyce, Prez. Bieruta 11/4
 Kozakiewicz Wacław, Katowice, 15 Grudnia 9 m. 3
 Kozłowski Antoni, Nowy Bytom, Nedurnego 39/5
 Koziński Zbigniew, Zabrze, Wolności 299
 Koził Stanisław, Orzegów, 15 Grudnia 8
 Kożusznik Władysław, Mikołów, Kolejowa 4
 Krasoń Jan, Goczałkowice-Zdrój, Szosna 4
 Krawczyk Marian, Wetnowiec, Powstańców 59
 Kreczmer Jan, Częstochowa, Gen. Świerczewskiego 7 m. 8
 Kretke Karol, Wodzisław, Dworcowa 1
 Kregel Kazimierz, Gliwice, Chorzowska 33
 Krawal Marian, Sosnowiec, Rzymyska 10
 Kruszczyk Franciszek, Myslowice, 9 Maja 4 m. 8
 Krzywda Stanisław, Katowice-Koszutka, Kędzierzyn
 Krzywda Zygmunt, Katowice, Mińska 45/3
 Kubica Wilhelm, Zaw. śc, pow. Pszczyna, Mikołowska 17
 Kubiński Adam, Bytom, Moniuszki 7/9
 Kucharski Stefan, Michałowice, 15 Grudnia 10
 Kuczer Władysław, Gliwice, Długa 31
 Kud Stanisław, Bytom, Batorego 1a

- Kudera Paweł, Katowice-Ligota, Małopolska 6
Kuderski Dominik, Brzezinka, Hajdowizna 141c
Kuleryński Ryszard, Mysłowice, Kościelna 18
Kulik Józef, Zabrze, ks. Piotra Skargi 7
Kulak Zygmunt, Zapłkowie k/Sosnowca, Bugaj 8
Kus Franciszek, Bielsko, wzgórze 16
Kwapiński Andrzej, Dąbrowa Górna, Sobieskiego 23 m. 10
Kwasniewski Władysław, Rudnik k/Częstochowy
Kwiatkowski Mieczysław, Dąbrowa Górnicza, Robotnicza 26
Kwiczala Władysław, Kaczyce, pow. Cieszyń, Dolne 1
Kwieciński Aleksander, Gliwice, Kaszubska 3 m. 1
Latos Tadeusz, Katowice, Sobieskiego 17/3
Latos Zygmunt, Dąbrowka Mała, Bytomska 60
Lazko Jan, Katowice-Ligota, Bisk. Bromboszcza 28
Leczyk Zdzisław, Katowice, Gliwicka 14 m. 28
Lepieszko Wiktor, Katowice, Sobieskiego 12 m. 1
Leorman Franciszek, Blachownia k/Częstochowy
Lincer Henryk, Michałowice, 15 Grudnia 25
Losa Franciszek, Nowy Bytom, Pl. Wolności 2/10
Lubasz Józef, Chorzów-Batory, Długa 11d m. 3
Ludera Zbigniew, Bytom, Karola Miarki 9/7
Łatko Feliks, Orzesze, Rynek 1
Łucka Bronisław, Katowice, Stawowa 19
Łuczkiwicz Włodzimierz, Świętochłowice, Nowowiejska 2
Łukaszyk Stanisław, Ruda, 3-go Maja 8
Machowski Jerzy, Gliwice, Daszyńskiego 60
Machura Jerzy, Katowice, Mariacka 11
Macek Franciszek, Strzemieszyce, Piłkowska 22
Maciejewski Feliks, Niwka, Robotnicza 1
Maciejowski Tadeusz, Katowice, Zwirki i Wigury 13/1a
Madalkiewicz Mieczysław, Częstochowa, 1 Maja 19, Blok nr 1
Madej Witold, Katowice, 3-go Maja 29 m. 12
Madeja Teofil, Orzesze, Powstańców
Majcherczyk Witold, Feliks, Grodziec k/Będzina, Kościuski 14/12
Majchrzyk Leon, Piasek, pow. Lubliniecki
Maladyn Honoriusz, Wojkowice-Komorne, Domy Cem. Saturn
Malczewski Marian, Zabrze, Walek Walewskiego 21
Malik Jerzy, Łaziska Górne, Kol. Elektro 4
Małoch Ginter, Katowice, Warszawska 21/4
Maluciak Alojzy, Bytom, Wrocławska 59 m. 1
Maty Jerzy, Janów Śl., Zamkowa 18
Maty Ryszard, Janów, Wolności 67
Mamcarz Stanisław, Jaworzno, Rynek 15
Marcisz Franciszek, Knurów, Dworcowa 29
Marcol Alfred, Jastrzębie-Zdrój, Zdrojowa 2
Marczyk Antoni, Sosnowiec, Wspólna 14 m. 3
Markieffa Ludwik, Katowice II, Peowiaków 2
Markowski Kazimierz, Katowice, Warszawska 32/3
Maro Józef, Piotrowice Śl. - Ocholec, Br. Wiechutów 16
Maryński Tytus, Katowice, Opolska 11
Maszczyński Stanisław, Chorzów, Hajduka 58
Matejasik Antoni, Panewniki, Klasztorna 35
Matejasik Jan, Katowice-Ligota, Ligocka 63
Matla Tadeusz, Bytom, Prusa 3
Matysiński Karol, Tychy, Starościełna 9
Mazur Paweł, Piasek, Katowicka
Mazurkiewicz Jerzy, Gliwice, Młyńska 17/9
Mazurkiewicz Tadeusz, Niwka k. Sosnowca, 1 Maja 15
Mendrek Kazimierz, Gliwice, Dubois 6/2
Miarka Jerzy, Katowice, Słowackiego 12 m. 10
Michalski Juliusz, Dąbrowa Górnicza, Limanowskiego 20
Michna Alojzy, Piotrowice, Młyńska 1 m. 5
Michna Jerzy, Katowice, Kopernika 5
Mielnik Stanisław, Gliwice, Skotnicka 40
Miesowicz Kazimierz, Katowice-Ligota, Św. Bronisławy 25a
Mika Jerzy, Marklowice pow. Rybnik, Zorska 125
Mikulski Józef, Katowice, Osiedle Koszutka I, Blok E m. 7
Mikuta Kazimierz, Sosnowiec, Dębowa 37
Mikunda Konrad, Imielin, Czarnieckiego 3
Mileczak Henryk, Chorzów-Batory, Długa 49
Mikowski Józef, Częstochowa, Wreżycka 92
Miszko Marian, Mysłowice, Stawowa 2
Mitrega Józef, Janów, Kościuski 6
Mizerski Józef, Katowice, Ks. Strzebnego 20
Młynski Mieczysław, Bytom, Słowackiego 19
Molin Paweł, Ustroń pow. Cieszyń, 1 Maja 3
Mońka Czesław, Świętochłowice, Dąbrowskiego 9
Morawiec Franciszek, Katowice, Dąbrowskiego 9
Morkisz Hubert, Katowice III, Woitechowskiego 237
Motak Edward, Chruszczów k. Bytom, A. Elektrownia Szombierki
Muc Edward, Chorzów-Batory, Szczepańska 9
Musiałk Henryk, Szopienice, Janty 22 m. 6
Musiałk Jan, Sosnowiec, Orla 3
Musioł Jan, Rokitnica, Gen. Świerczewskiego 16/5c
Musioł Klemens, Łódź, Sienkiewicza 11
Mynarski Alfons, Bestwina 190, p. Bała Krak.
Myszko Zygmunt, Sosnowiec, Miła 3
Mytar Stanisław, Bytom, Oleńcika 34
Nakonieczny Romuald, Częstochowa, Waszyngtona 62
Niederlinski Władysław, Katowice, Dąbrowski 15/6
Nita Jerzy, Mysłowice, Portowa 4
Nowacki Edmund, Katowice, Krasińskiego 13
Nowacki Mieczysław, Czeladź, Szopien 11
Nowak Alfons, Siemianowice, 3-go Maja 14a
Nowak Jerzy, Czeladź, Miłowicka 17
Nowak Maksymilian, Ruda Śl. pow. Katowice, Krakowska 11b
Nowak Mieczysław, Łaziska Górne, kol. Elektro 3
Nowak Stanisław, Katowice, Jordana 10 m. 6
Nowak Wacław, Dąbrowa Górnicza, Barlickiego 13
Nowakowski Eugeniusz, Niwka, Limanowskiego 8
Nowakowski Jan, Siewierz, Stalina 5
Nowara Jan, Bobrek-Karb, Tarnogorska 103 m. 9
Nowicki Antoni, Dąbrowa Górnicza, Kościuski 42
Nowicki Romuald, Chorzów, 17 Sierpnia 9a
Noworyta Rudolf, Bobrek, Marszałka Stalina 84
Ochojski Feliks, Chwałowice, Powstańców 10
Ociepka Paweł, Janów, pow. Katowice, Mikołowska 108
Ogrodnik Aleksander, Sosnowiec, Matejki 12 m. 9
Olasek Romuald, Częstochowa, Łokietka 31
Olszewski Stanisław, Gliwice, Wróblewskiego 1
Orman Stanisław, Zawiercie, Paderewskiego 30
Osmańczyk Józef, Lipiny, pow. Katowice, Szyb Marcina 16
Pach Antoni, Kraków, Bol. Chrobrego 6 m. 5
Pacuda Roman, Częstochowa, Kopcowa 16
Palka Władysław, Wola Filipowska 22, p. Krzeszowice
Pańczyszyn Władysław, Gliwice, Arkońska 12
Papierniak Ludwik, Giszowiec, Agaty 34
Paprocki Stanisław, Bytom, Wolskiego 3/6
Paprotny Konstanty, Michałowice, pow. Katowice, Polna 1a
Paprzycki Rafał, Jeżów k. Mysłowic, Katowicka 21
Parceki Tadeusz, Zabrze, Błani 7
Pasierb Zbigniew, Dziedzice, Kochanowskiego 329
Paszkiewicz Władysław, Katowice, Pawła 6 m. 6
Pawelczyk Feliks, Zychnice, poczta Wołkowie Kom., Kościelna 23
Peda Czesław, Katowice-Zależe, Janasa 10
Pelczar Stanisław, Bytom, Wrocławska 40
Piaskowski Bolesław, Gliwice, St. Dubois 12
Piech Tadeusz, Katowice-Ligota, Zagroda 3
Piega Edward, Chorzów II, Krótka 5
Piega Józef, Siemianowice Śl., 3 Maja 5
Pietkiewicz Stanisław, Dąbrowa Górnicza, M. Konopnickiej 100
Pilat Józef, Sosnowiec 4, Dąbrowska 34b
Piotrowski Antoni, Bytom, Batorska 8
Piśewicz Józef, Zabrze, Dąbrowska 54
Plaza Edward, Rybnik, Bartosza Głowackiego 10
Pleskaczewski Anatol, Bytom, Nawrata 19 m. 5
Pluta Franciszek, Łaziska Górne, Łazy 1
Plutecki Leopold, Bytom, Wrocławska 84
Plaza Otto, Wyrp, pow. Pszczyna, Kopanina 3
Płazak Feliks, Katowice, M. Konopnickiej 3 m. 5
Pokaz Władysław, Bytom, Szczęście Boże 4/7
Poedniok Karol, Ruda Śl. nr 2
Polittaj Rudolf, Chropaczów, Powstańców 8 m. 4
Poloczek Paweł, Katowice, Mikołowska 89
Poloczek Wiktor, Piekary Śl., Zymierskiego 171
Pomianowski Andrzej, Gliwice, Kościuski 32
Porebski Antoni, Niwka, Zymierskiego 32
Porebski Stefan, Sosnowiec 4, Dąbrowska 28
Potop Jan, Katowice, Osiedle Robot., Haldy Zaleska 63
Prażmowski Jan, Częstochowa, Garbaldiego 24/14
Prorowski Rudolf, Wirek, pow. Katowice, Pawła Kubiny 9a
Pryszech Paweł, Piotrowice-Kostuchna, Osiedle 22
Przenosió Wiestaw, Sosnowiec, 3 Maja 37 m. 2
Przewłocki Władysław, Jasienica 356, pow. Bielsko
Przybyła Julian, Dąbrowa Górnicza, Kr. Jadwigi 23
Przysambor Jan, Tarnowskie Góry, Św. Katarzyny 13
Pustelnik Edward, Chorzów I, Hetmańska 7/4
Radecki Janusz, Piotr, Modzelewska 32
Radosz Bronisław, Częstochowa, Sobieskiego 46/48
Raikowski Mieczysław, Czeladź, Bytomska 89
Rakowski Czesław, Katowice, Młyńska 45/3
Rokicki Leon, Katowice, Obłatów B1, m. 13
Rotzald Maks, Bytom, Powstańców Warszawskich 24
Rubiński Jerzy, Zabrze, Powstańców 4a m. 12
Ruchniak Czesław, Bolesław, Sosnowiec, Wiejska 23
Rudkowski Leon, Siemianowice, Krótka 7
Rurański Alojzy, Chorzów I, Lig. Górnicza 12
Rutkowski Stanisław, Katowice, Ks. Bisk. Lisieckiego 7 m. 3
Rybock Eugeniusz, Halemba, Sokolska 70
Bygieł Stanisław, Katowice, Zwirki i Wigury 13 m. 10
Rzenko-Łaski Edward, Bytom, Wolności 19 m. 4
Sadowski Tadeusz, Będzin, Gen. Stalina 100
Saidak Jan, Bytom, Rycka 7
Samek Jan, Bytom, Piekarska 98
Sapulak Bolesław, Gliwice, Kościuski 32 m. 5
Sawka Zbigniew, Katowice, 3 Maja 29 m. 10
Schmidt Ryszard, Katowice, Pakuly 6
Seligman Seweryn, Katowice, Mariacka 16
Seydak Wiktor, Katowice-Ocholec, Wilcza 4 m. 3
Sieka Roman, Mysłowice, Pl. Wolności 4
Sierant Zenon, Katowice, Sienkiewicza 14 m. 6
Sieroń Wacław, Chorzów, Hajduka 48
Siwek Karol, Mysłowice, Siemianowicka 12
Sitko Wiesław, Łagisz, Dąbrowska 82
Skłarek Jan, Czerwionka, 3 Maja 2
Skoczek Zbigniew, Bytom, Czarnieckiego 7
Skroboń Kazimierz, Cieszyń, Mostowa 2
Skrzypek Józef, Rokitnica, Gen. Świerczewskiego 22 m. 3
Skrzysowski Kazimierz, Gliwice, Kozielska 5 m. 5
Skulski Stanisław, Dąbrowa Górna, 3 Maja 24
Skuzza Stefan, Katowice, Kościuski 37 m. 4
Sławski Paweł, Katowice-Ligota, Małopolska 16
Smykała Hieronim, Katowice, Jacka 4
Sobczyk Franciszek, Michałowice, Kościelna 49
Sobczyk Stanisław, Męchowiec, Kopanina 41
Sobkowiak Wawrzyniec, Częstochowa, 3 Maja 32
Socha Tadeusz, Będzin, Małachowskiego 26
Soick Jan, Bytom, K. Marki 1b
Soika Jerzy, Mysłowice, Barbary 4
Soika Ryszard, Siemianowice Śl., Fabryczna 1
Sokolowski Tadeusz, Będzin, Podlazię 2 m. 4
Sokół Zygmunt, Zabkowice k. Sosnowca, Bielowizna 60a
Solak Adam, Bytom, Stalmacha 6
Solich Alojzy, Katowice, Szafrańska 1 m. 19