

PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

ORGAN STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH

Rok XX.

7 Maja 1938 r.

Zeszyt 9.

Redaktor inż. WACŁAW PAWŁOWSKI

Warszawa, Królewska 15, tel. 690-23.

Większe elektrownie (okręgowe) na Morawach i na Śląsku*)

Inż. Leopold Temerson (Łódź)

Ustawy elektryfikacyjne w Czechosłowacji przewidywały tworzenie całego szeregu spółek elektrycznych, z obowiązkowym udziałem kapitału państwowego do wysokości 25%, przy czym spółki te zostają uznane za instytucje użyteczności publicznej z prawem wyłączenia i wypuszczania obligacji. Realizacja wspomnianych ustaw ujawniła się w postaci utworzenia 25 takich spółek, które drogą wykupu objęły istniejące elektrownie i wybudowały cały szereg nowych zakładów ciepłych oraz wodnych. Jednocześnie projektowana jest budowa dalszych zakładów w drodze wyzyskania licznych naturalnych źródeł energii w postaci sił wodnych i złóż węglowych.

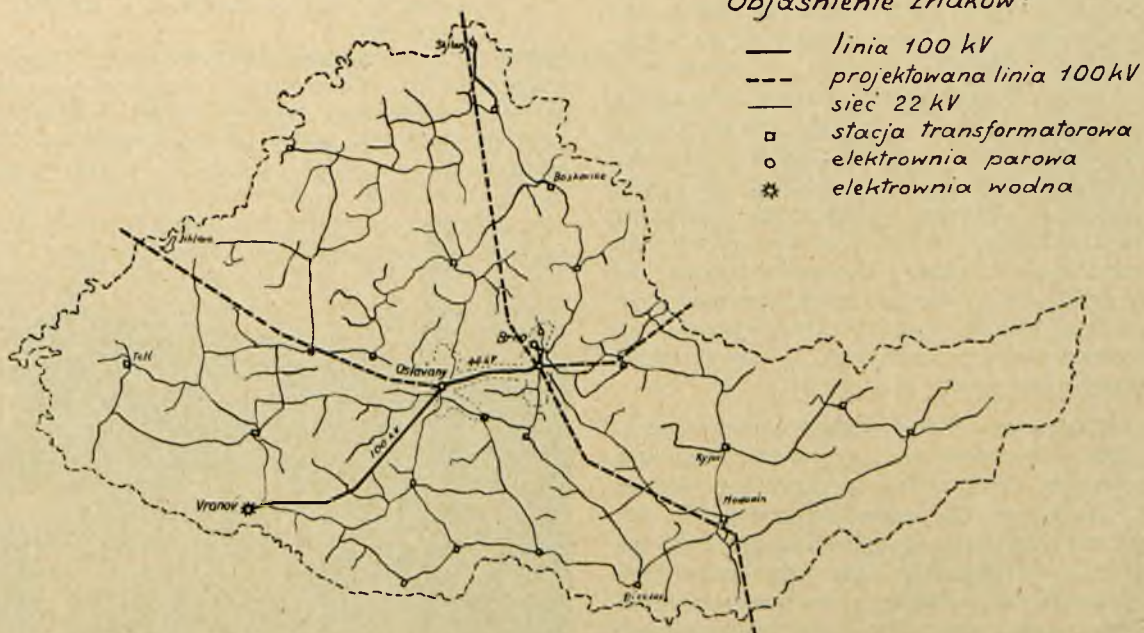
Największe stosunkowo moce skupiają elektrownie m. Pragi oraz zakłady, zasilające ziemie morawskie i zagłębie śląskie.

Obszar zasilania S. A. „Elektrownie Zachodnio-Morawskie“ obejmuje około 14 000 km², zamieszkałych przez 1,5 zgórą miliona mieszkańców w 1728 zelektryfikowa-

Brnie, — elektrownia, dostarczająca — poza prądem elektrycznym — parę dla zakładów przemysłowych (przeważnie włókienniczych) i mieszkańców Brna, oraz 3) niedawno ukończona elektrownia wodna w mieście Vranov nad rzeką Dyją przy granicy austriackiej. Elektrownie te połączone są ze sobą liniami o napięciu 100 kV i 44 kV (Oslavany — Brno) (rys. 1), przy czym od Brna i Oslavan projektuje się rozbudowę sieci 100 kV w kilku kierunkach — poza właściwy obszar zasilania.

Elektrownia w Oslavanach

Elektrownia w Oslavanach (rys. 2) była do r. 1930 jedyną niemal elektrownią całego omawianego obszaru zasilania, jeśli nie liczyć drobnych elektrowni wodnych, z których korzystała spółka. Elektrownia ta znajduje się przy kopalni „Kukla“, dostarczającej węgla wyłącznie dla elektrowni, gdyż sprzedaż jego nie opłaca się — ze



Rys. 1.
Sieć Elektrowni Zachodnio-Morawskich.

nych miejscowościach. Najpoważniejszymi dostawcami energii elektrycznej są tu obecnie 3 elektrownie: 1) najstarsza — ciepła — w Oslavanach, przy kopalni, 2) dalekosiężna „ciepłownia“ (po czesku „teplarna“) w m.

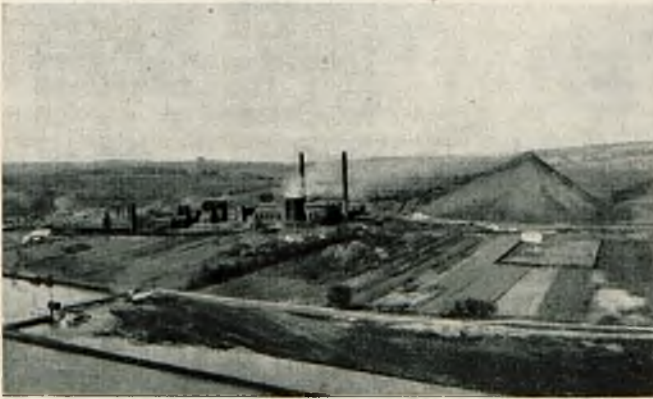
względem na znaczną ilość popiołu (30 — 40%). Spalanie węgla odbywa się w dwóch rodzajach kotłów: rusztowych na miał oraz nowych kotłach na pył węglowy; te ostatnie nie posiadają ekonomajzerów, lecz ogrzewacze powietrza, dostarczanego do palników pyłowych. Węgiel zostaje zmielony w 3 młynach, a następnie — przy pomocy wentylatorów — dostarczony do palników wraz z powietrzem

*) Odczyt wygłoszony w oddziałach SEP: łódzkim dn. 21 stycznia 1937 r. i warszawskim dn. 16 lutego 1937 r.

ogrzany do 120° C; przed zmieleniem węgiel suszy się również gorącym powietrzem.

Zmiękczenie wody do kotłów odbywa się przy pomocy ługu sodowego oraz fosforanu sodu.

W maszynowni znajduje się 6 turbozespołów o łącznej mocy zainstalowanej 65 MVA. Napięcie generatorów — 6 000 V — zostaje przetworzone na 22 kV, 44 kV oraz 100 kV w celu dalszego przesyłania za pomocą linii napowietrznych, z których 2 linie 44 kV łączą Oslavany z Brnem Mor., linie 22 kV zasilają okolice, linia zaś 100 kV o długości 50 km, biegnie do Vranova, — elektrowni wodnej położonej przy granicy Austrii.



Rys. 2.
Elektrownia w Oslavanach.

Wobec znacznego wzrostu obciążenia sieci okręgowej należało pomyśleć o dalszej rozbudowie elektrowni, na przeszkodzie jednakże stanął brak dostatecznej ilości wody w Oslavanach. Wówczas Rada Nadzorcza „Elektrowni Zachodnio-Morawskich“ S. A. zdecydowała się na wybudowanie wielkiego zakładu ciepłego w Brnie Mor. W związku z tym projektem powstało nowe zagadnienie, a mianowicie sprawa zasilania w energię elektryczną istniejących na terenie Brna licznych fabryk włókienniczych i chemicznych, które zdradzały tendencje do wybudowania własnych elektrowni turbinowych z odbiorem pary. Własne więc turbiny zakładów włókienniczych miały — poza energią elektryczną — dostarczać również parę dla celów grzejnych i fabrykacyjnych. Przyszłej elektrowni brneńskiej groziłby więc w tym wypadku nie tylko brak odbiorców przemysłowych, a nawet utrata dotychczasowych abonentów.

Wobec takiego stanu rzeczy postanowiono, za poradą prof. V. Lista wybudować tzw. „ciepłownię“ (teplarnia), która dostarczałaby swym odbiorcom zarówno energii elektrycznej, jak i pary dla celów przemysłowych. Nie ulegało wątpliwości, że wielka „ciepłownia“ pracować będzie racjonalniej i ekonomiczniej, niż poszczególne małe elektrownie przemysłowe, w których zapotrzebowanie zarówno pary, jak i energii elektrycznej, jest bardzo nierówne i ulega silnym wahaniom. Za projektem przemawiała i ta jeszcze okoliczność, że brneński przemysł włókienniczy, przeważnie wełniany, jest gęsto skupiony, co znacznie ułatwiało zasilanie poszczególnych zakładów parą.

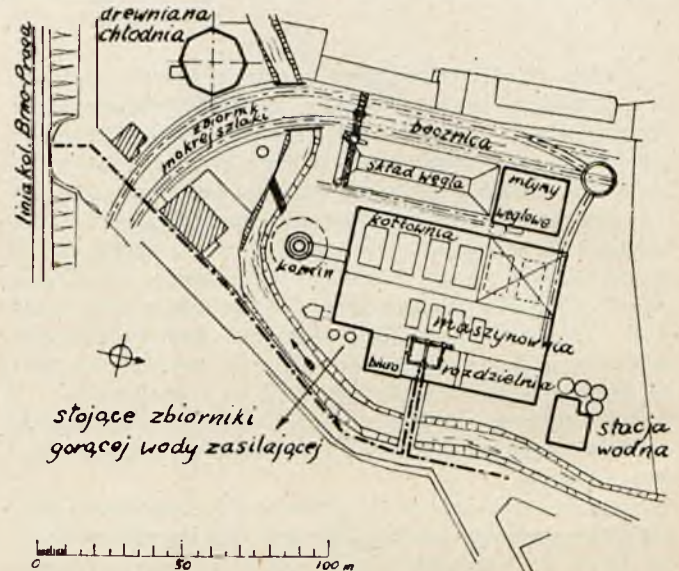
Ciepłownia m. Brna

Pod względem ilości pary przesyłanej na jeden km sieci przewodów, „ciepłownia“ brneńska zajmuje obecnie jedno z pierwszych miejsc na świecie, dostarczając pary

nie tylko miastu Brnu, lecz i najbliższym okolicom podmiejskim *).

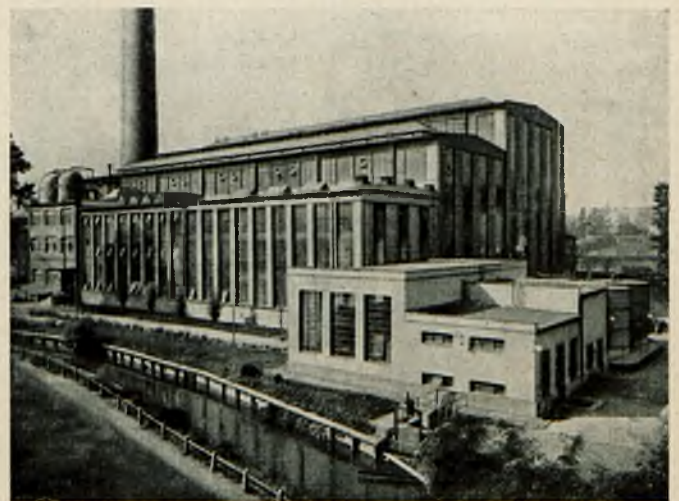
„Ciepłownia“ brneńska została wybudowana w latach 1929 — 30 r. w pobliżu trasy kolejowej — tuż przy niewielkiej rzeczce, niedaleko śródmieścia. Bocznicą, łączącą ciepłownię z linią kolejową, obsługiwana jest przy pomocy własnej lokomotywy, pracującej na parę akumulatorową.

Plan ciepłowni pokazany jest na rys. 3, zewnętrzny zaś jej widok — na rys. 4. Przy budowie ciepłowni sprawdzono przede wszystkim nośność gruntu mulastego, który okazał się b. słaby, — o wytrzymałości zaledwie ok. 0,5



Rys. 3.
Plan sytuacyjny ciepłowni m. Brna.

kg/cm² wobec wymaganej 1,5 — 2,2 kg/cm². Komin o wymiarach 100 m × 6 m (u szczytu 4 m) ustawiono na okrągłej płycie betonowej o średnicy 19 m, osadzonej na warstwie iłu na głębokości 5 m. Cały budynek natomiast umieszczono na palach sosnowych o długości 7 m każdy;



Rys. 4.
Ciepłownia dalekosiężna w Brnie.

*) Oprócz Brna istnieje na terenie Czechosłowacji 9 „ciepłowni“ centralnych m. inn. w Pradze, Karlowych Varach i Mariańskich Laznach. W Ameryce istnieje ok. 200 „ciepłowni“, w Niemczech — 20. Największą ciepłownię na świecie posiada Nowy Jork.

ogółem założono 7 000 pali. Na palach ułożono 30-centymetrową warstwę betonu, a na niej płyty, stanowiące właściwy podkład pod budynki ciepłowni.

Projektując ciepłownię, zdecydowano się na opalanie kotłów pyłem węglowym, które dało bardzo dobre wyniki w Oslavanach. Pewne trudności sprawił wybór ciśnienia pary; chciano bowiem zastosować wysokie ciśnienie 135 at, zdecydowano się jednakże na 65 at, które to ciśnienie było wówczas najwyższym w Czechosłowacji.

Woda, zasilająca kotły, pobierana jest z miejskich wodociągów, przy czym podlega ona jedynie chemicznemu zmiękczeniu permutytem, bez destylacji; ma to duże zna-

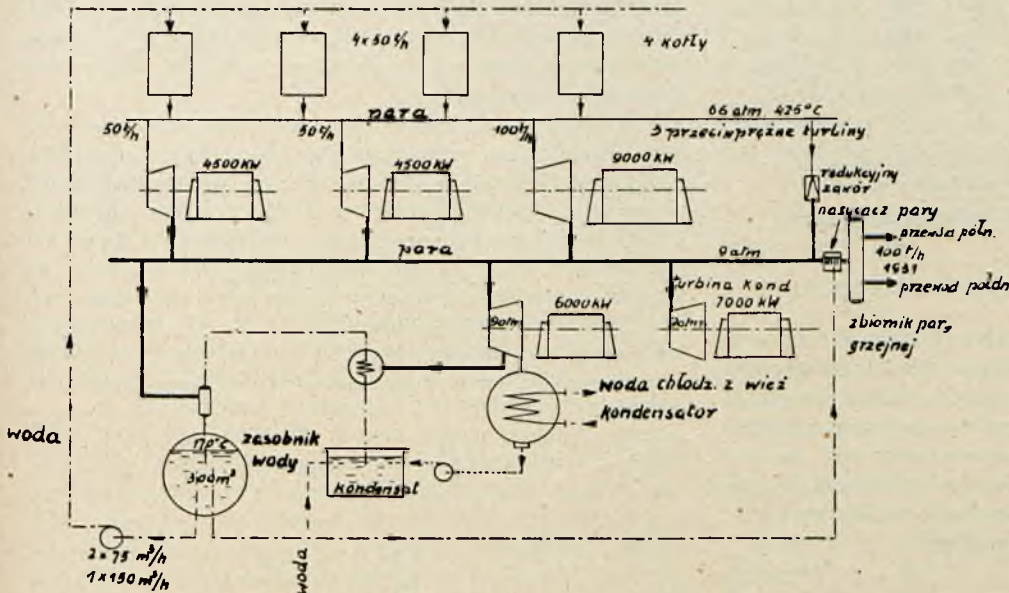
o rurkach pionowych i trzech zbiornikach pary. Ściany i dno palenisk chłodzone są rurkami, przez które przepływa woda zasilająca. W każdym kotle znajduje się ogrzewacz powietrza.

Szlaka i popiół — po ugaszeniu i rozdrobnieniu — zostają doprowadzone do dołów położonych przed kotłownią, stąd zaś — splukiwane i tłoczone są wodą do betonowych zbiorników nad bocznica kolejową, skąd wysypuje się je do wagonów lub samochodów.

Z kotłowni prowadzą 2 przewody parowe do maszynowni, posiadającej, jak już wspomnieliśmy, 6 turbozespołów: dwa po 4 500 kW i jeden — 9 000 kW, pracujące z przeciwcisnieniem, bez kondensacji; czwarty zespół o mocy 6 000 kW i piąty — 7 000 kW zasilane są parą o ciśnieniu 9 at, posiadają kondensację i odgrywają rolę zespołów wyrównawczych, uruchamianych w chwilach mniejszego zapotrzebowania pary grzejnej; szósty wreszcie zespół 800 kW służy dla własnych potrzeb ciepłowni.

Schemat obiegu pary i wody widzimy na rys. 5. Z miejskiego wodociągu woda doprowadzana jest przede wszystkim do chłodnicy powietrza, idącego z prądnic, poczem podlega filtrowaniu oraz zmiękczeniu, i przechodzi do czterech zbiorników wodnych po 80 m³. Stamtąd woda przez zbiornik kondensatu przechodzi do dwóch zasobników wodnych po 150 m³. Po drodze woda ogrzewa się do temperatury 170°C. parą zaczepową pobraną z turbiny 6 000 kW. Z zasobników tłoczą pompy ogrzaną wodę wprost do kotłów. Dzięki tym zasobnikom ogrzewanie wody może się odbywać głównie wieczorem, gdy spada zużycie pary, a wzrasta zapotrzebowanie prądu. Zapas

Schemat ciepłowni

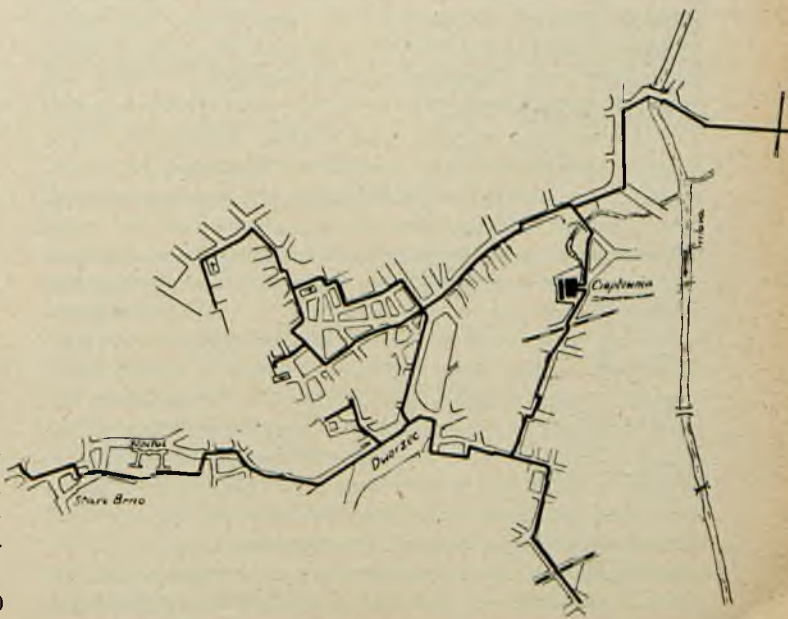


Rys. 5. Schemat obiegu pary i wody w ciepłowni.

czenie gospodarcze ze względu na to, że olbrzymia część (70%) wyprodukowanej pary zostaje sprzedana abonentom i nie wraca już do kotłów. W tych warunkach destylacja tak znacznych ilości wody pochłonięłaby równowartość około 3 mio kWh rocznie. Osadzające się w kotłach sole i ciała organiczne są stale usuwane — za pomocą specjalnego urządzenia.

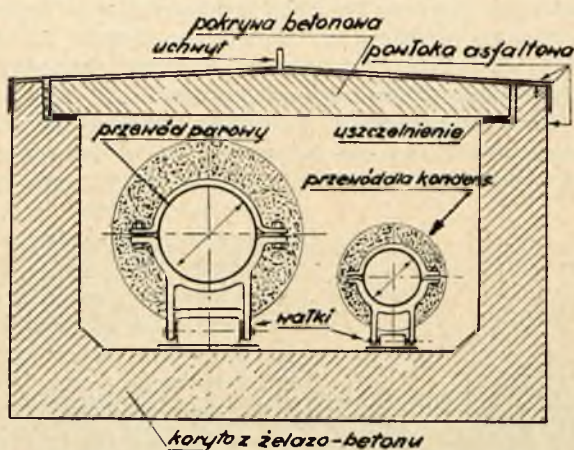
Dostawa węgla odbywa się przy pomocy wspomnianej wyżej lokomotywy na parę akumulowaną, wprost na plac węglowy. Pozatem węgiel można dostarczać wozami przez most na Strudze. W wagonie umieszcza się 2 ślimaki, ściągające węgiel do środka, aby ułatwić zabieranie go przez czerpaki. Dźwig portalowy zabiera węgiel z wagonu na skład, lub wprost do młynów, dokąd dostaje się on przy pomocy stalowego pasa. Skład jest w stanie zmagazynować 800 wagonów węgla. Elewator przenosi węgiel do dwóch 20-wagonowych zbiorników, stąd — do dwóch parowych suszarek o wydajności 9 t/godz, a dalej — przez oddzielacz magnetyczny — do trzech młynów, dostarczających na godzinę 4,5 ton pyłu węglowego. Dostawa pyłu do bunkrów nad kotłami odbywa się drogą pneumatyczną. Pył węglowy wdmuchuje się do palników wraz z powietrzem. Regulacja polega bądź na włączaniu i wyłączaniu poszczególnych palników, bądź też na zmianie szybkości dopływu powietrza. Zapłon początkowy odbywa się przy pomocy palników naftowych.

Kotłownia posiada narazie 4 kotły o wydajności 50 ton pary na godz. każdy — przy ciśnieniu 66 at. Pierwsze 2 kotły — syst. Babcock & Wilcox, następne zaś dwa —



Rys. 6. Plan przewodów parowych m. Brna.

wody gorącej w zasobnikach pozwala również na pokrycie znacznego obciążenia rannego. Na schemacie (rys. 5) widzimy 4 kotły, 3 turbiny przeciwnprężne oraz 2 kondensacyjne, pracujące przy ciśnieniu 9 at, zbiorniki wody gorącej oraz wentyl redukcyjny, pozwalający na bezpośred-



Kanał z przewodem parowym i kondensacyjnym.

Rys. 7.

Kanał z przewodem parowym i kondensacyjnym.

nie zasilanie przewodów grzejnych z kotłów 66 at — w wypadku unieruchomienia turbiny. Obok maszynowni znajduje się rozdzielnia, zawierająca — prócz wszelkich niezbędnych urządzeń elektrycznych — główny rozdzielacz pary. Tablica rozdzielcza umieszczona jest na galerii za oszkloną ścianą z widokiem na maszynownię. Na tablicy rozdzielczej znajdują się nie tylko przyrządy elektryczne, lecz również wszelkie przyrządy do kontroli i obsługi rozdziału pary grzejnej.

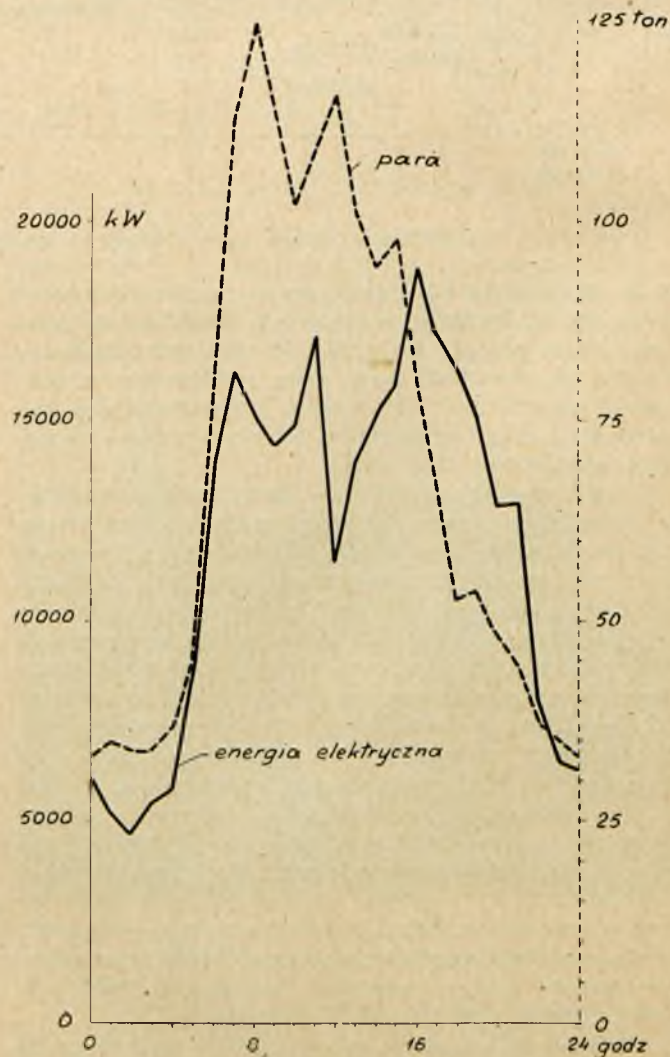
Dalekosiężne przewody parowe zasilają gorącą parą zakłady przemysłowe, budynki publiczne oraz domy prywatne Brna i najbliższych okolic. Początkowe ciśnienie pary wynosi 9 at, temperatura 170°C, ciepłik 660 kal/kg. Przewody parowe zwężają się stopniowo w miarę oddalania się od ciepłowni. Trasa przewodów została wybrana w ten sposób, aby moc zasilic najbardziej uprzemysłowione dzielnice, omijając przytem w miarę możliwości podziemne przewody kanalizacyjne, wodociągowe, kable itp. Przewód główny, obliczony na dostawę 275 ton pary/godz. biegnie ulicami, wzdłuż których ześrodkowuje się właściwy odbiór pary. Pozwala to na osiągnięcie krótkich odgałęzień odbiorczych.

Z ciepłowni biegną dwie gałęzie przewodów rurowych o średnicy 500 mm: jedna — dla okręgu południowego, druga — dla północnego. Na rys. 6 pokazany jest plan przewodów parowych m. Brna; widzimy tu gałąź północną oraz południową z bocznymi odgałęzieniami prowadzącymi do ulic śródmieścia. Początkowa średnica przewodów 500 mm zwęża się stopniowo do 175 mm; w przemysłowej części miasta wynosi ona przeciętnie 400 mm. Przewody rurowe wykonane są ze stali, w odcinkach o długości 12 m; dla średnic do 400 mm, — walcowane bez szwu, powyżej zaś tej średnicy — spawane. Poszczególne odcinki rur są spawane ze sobą i ułożone w kanałach żelbetonowych, osłoniętych pokrywami. W punktach wejściowych rury są zakotwione; pozatem leżą one na wałkach, mając możność swobodnego wydłużania się (rys. 7). We właściwych odstępach umieszczone są kompensatory lirowe i odwadniacze. Rury są izolowane wełną żuźlową, umieszczoną w siatce drucianej i pokrytą z kolei cementowym płaszczem ochronnym. Pokrywy oraz studzienki

kontrolne są starannie uszczelnione przeciwko przenikaniu wody do kanałów.

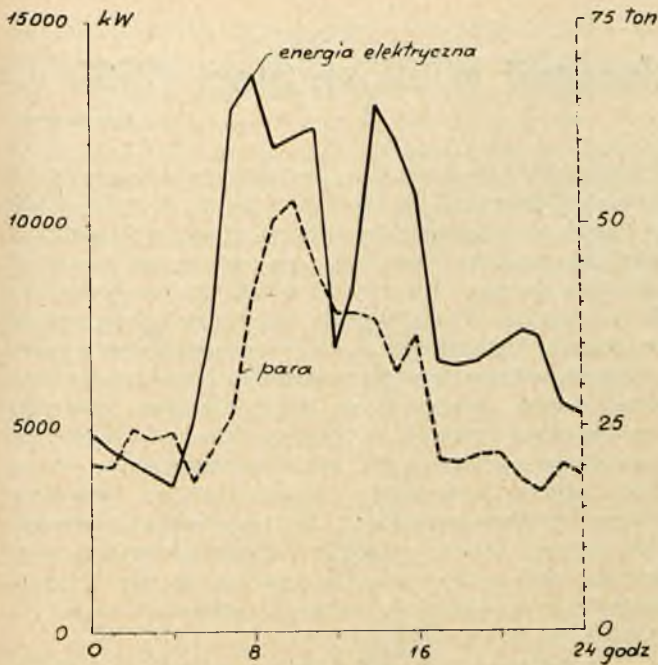
Przyłączenia odbiorcze mają średnicę od 30 — 200 mm. W domach, korzystających z odbioru pary, stosuje się — wobec zbyt wysokiego ciśnienia 9 at — zawory redukcyjne. W urządzeniach centralnego ogrzewania wodą — dostarczana para o niskim ciśnieniu ogrzewa wodę obiegową. W nowoczesnych domach używa się dostarczanej pary również do ogrzewania wody dla celów gospodarstwa domowego. U odbiorców zainstalowane są paromierze lub wodomierze, mierzące ilość kondensatu. Poza tem istnieje samoczynna regulacja temperatury pary. Powstały z pary grzejnej kondensat biegnie specjalnymi rurami z powrotem do ciepłowni. Służą do tego pompy, uruchamiane samoczynnie z chwilą ukazania się skroplin. Zresztą i kondensat bywa często wykorzystywany przez odbiorców w farbiarniach, pralniach, łaźniach oraz w gospodarstwie domowym.

Ciepłownia brneńska umożliwiła rozwiązanie poważnego zagadnienia elektryfikacyjnego obszaru zasilania Elektrowni Zachodnio-Morawskich; m. inn. zaoszczędzono prowadzenia trzeciego przewodu 44 kV z Oslavan do Brna. Wobec bowiem szybko rosnącego obciążenia — dwie dotychczasowe linie już nie wystarczały, tym bardziej, że wskutek znacznego przesunięcia fazowego nie mogły być one dostatecznie wykorzystane. Zarząd S. A. „Elektrownie Zachodnio-Morawskie“ nosił się wobec tego z zamiarem ustawienia w Brnie kompensatora synchronicznego dla



Rys. 8.

Wykres zimowy obciążenia ciepłowni.

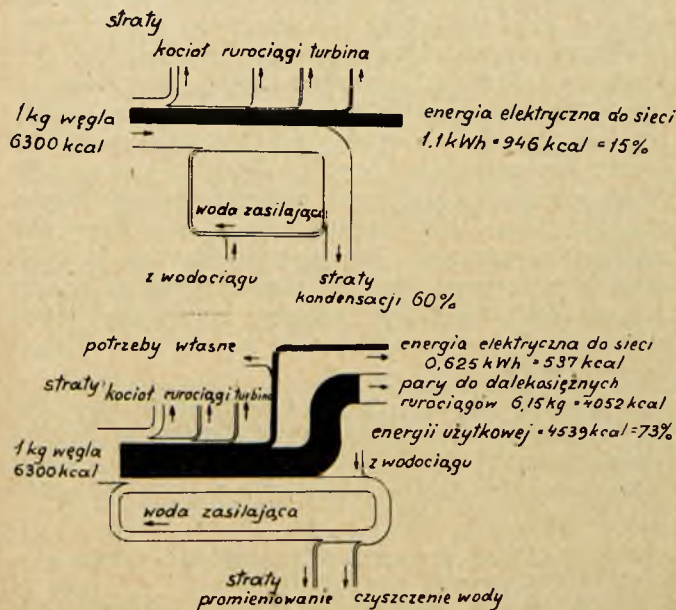


Rys. 9.
Wykres letni ciepłowni.

poprawiania $\cos \varphi$. Wybudowanie ciepłowni pozwoliło uniknąć ustawienia zarówno kompensatora, jak i przeprowadzenia trzeciej linii zasilającej z Oslavan.

Do rentowności ciepłowni przyczynia się przede wszystkim skupienie na małym odcinku całego niemal przemysłu włókienniczego m. Brna, zapewnienie odbioru pary przez cały rok a wreszcie zabezpieczenie ciągłego odbioru znacznej ilości energii elektrycznej, wyprodukowanej w ciepłowni. Korzystny charakter obciążenia wynika poza tym z zapotrzebowania energii w zimie i w lecie: zimą odbywa się zasilanie parą i energią elektryczną głównie przemysłu i domów prywatnych. W lecie natomiast występują dość ostre szczyty podczas pracy silników w gospodarstwach rolniczych, wobec silnie rozwiniętej elektryfikacji wsi. Wówczas z pomocą przychodzi wodna elektrownia we Vranem, o której mowa będzie niżej.

Wykres zimowy (9 grudnia 1936 r.) obciążenia elektrycznego i parowego (rys. 8) ciepłowni wskazuje na wy-



Rys. 10.
Zestawienie bilansów cieplnych elektrowni zwykłej i ciepłowni.

rażny charakter przemysłowy obu rodzajów obciążeń. Szczyt „oświetleniowy“ obciążenia elektrycznego zbiega się ze spadkiem zapotrzebowania pary, co umożliwia korzystne wyzyskanie kotłów. Wykres letni (rys. 9), zdjęty w okresie żniw (11.VIII.1936 r.) wykazuje przede wszystkim znaczny spadek zapotrzebowania pary w porównaniu z okresem zimowym; obciążenie elektryczne uwarunkowane jest pracą silników w rolnictwie; widzimy tu znaczne obciążenie z rana, szczyt popołudniowy oraz stopniowy spadek obciążenia przed wieczorem.

Na rys. 10 podane jest zestawienie bilansów cieplnych: elektrowni pracującej przy ciśnieniu 18 at oraz ciepłowni m. Brna — przy ciśnieniu 66 at. W pierwszym wypadku z jednego kg węgla o wartości opałowej 6300 kal/kg otrzymujemy ostatecznie 946 kal, czyli 15% dostarczonej energii, przyczem największe straty (ok. 60%) występują w kondensacji. W ciepłowni natomiast para po przejściu przez turbinę zostaje sprzedana odbiorcom. Otrzymujemy dzięki temu wraz z energią elektryczną 4589 kal. z 1 kg węgla, czyli 73%.

Poniżej przytaczamy zestawienie, dotyczące produkcji oraz korzyści gospodarczych osiągniętych po wybudowaniu ciepłowni.

Dane dotyczące produkcji pary.

	1934 r.	1935 r.
Długość całkowita przewodów . . .	7 706 m.	8 408 m.
Długość przyłączy parowych . . .	4 872 m.	5 693 m.
Liczba odbiorców pary	58	70
Ilość sprzedanej pary	142 527 ton	176 861 ton
	(r. 1936: 225 000 ton)	

Na 1 m. przewodu parowego sprzedano pary	18,6 kg	21 kg
--	---------	-------

Taryfa za zużycie pary.

Przemysł	4 — 10 hal/kg	(0,8 — 2,0 gr.)
Odbiór prywatny	10 — 12 „	(2,0 — 2,5 gr.)

Produkcja energii elektrycznej.

	1934 r.	1935 r.	1936 r.
Milionów kWh	61,5	64,25	67,5

Oszczędności w paliwie w związku z budową ciepłowni.

Rok	Elektrownia	Wyprodukowano		Spalono węgla ton
		kWh	ton pary	
1930	Oslavany	110 mio	0	100 000
1933	Oslavany + ciepłownia	110 mio	+180,000	79 200
Zaoszczędzono . . .				20 800

(około 130 miliardów kal. t. j. ok. 1500 wagonów węgla).

Korzyści gospodarcze i zdrowotne.

Usunięto kominów do lipca 1935 r.: przemysł	22
centralne ogrzewanie	55
Zmniejszono ilość dymu w mieście o	75 mio m ³
Zmniejszono ilość dymu w dzielnicach przemysłowych o	150 mio m ³
Zmniejszono ilość szkodliwych gazów o	2 mio m ³
Zmniejszono ilość kurzu i sadzy o	700 ton
Ograniczono dostawy paliwa do dzielnic:	
przemysłowej o ton	30 000
śródmieścia o ton	5 000

Skutek: odciążenie ulic miasta z pojazdów, dowożących paliwo i zmniejszenie hałasu.

U w a g a: Oszczędność na węglu w liczbie 20.800 ton wynika bezpośrednio z wykresu bilansu cieplnego (rys. 10) oraz z liczby kWh wyprodukowanych w Oslavanach i ciepłowni w latach 1930 i 1933.

(Dokończenie nastąpi).

Wyłączniki na ostatniej Sesji Konferencji Wielkich Sieci (1937 r.)

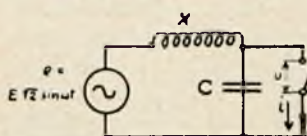
J. L. Jakubowski

Zagadnienie wyłączania wielkich mocy należy, obok zagadnienia koordynacji izolacji, do najtrudniejszych i najciekawszych, a zarazem najbardziej aktualnych w technice wysokich napięć. Przyczynki do niego, pod postacią referatów na Konferencję Wielkich Sieci, doskonale odtwarzają obecny stan tego zagadnienia. Ze względu na ich dużą wartość poświęcam im obszerniejsze omówienie.

Wobec znacznego skomplikowania zjawisk przy wyłączaniu wielkich mocy, zmuszony byłem założyć, że Czytelnik posiada znajomość tych zjawisk, w pewnym zakresie (mniej więcej w odpowiadającym książce prof. A. J. Morawskiego „Sieci elektryczne i współpraca elektrowni“). Sprawozdanie jest podzielone na 3 działy, poświęcone napięciu powrotnemu, badaniu i wyborowi wyłączników oraz różnym typom wyłączników.

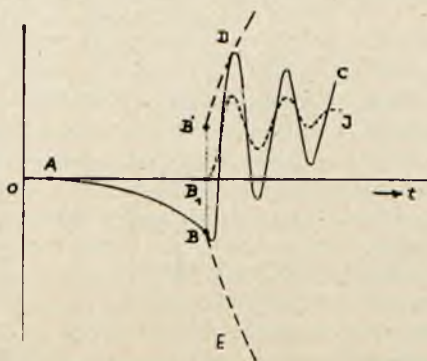
1. Napięcie powrotne.

Jak wiadomo, po przejściu prądu łuku przez zero, między rozsuniętymi kontaktami wyłącznika zjawia się napięcie powrotne. Jednocześnie wytrzymałość elektryczna przestrzeni międzykontaktowej rośnie — na skutek wpływu czynników dejonizujących. F. Kesselring obrazowo określił ten proces, jako wyścig między wytrzymałością a napięciem powrotnym; od wyniku tego wyścigu zależy, czy nastąpi na nowo zapłon łuku, czy też zupełna przerwa obwodu, który był zwarty. Dopiero niedawno zwrócono uwagę na to (J. Slepian¹⁾), że szybkość powrotu napięcia i sposób powrotu zależą nie tylko od istniejącej w obwodzie zwarcia wartości chwilowej siły elek-



Rys. 1a.
Najprostszy obwód drgań napięcia powrotnego.

tromotorycznej o częstotliwości technicznej (50 okr./sek), lecz i od drgań własnych tego obwodu (drgań obwodu o stałych skupionych lub drgań, wywołanych falami wędrownymi) (rys. 1). Ostatnio zjawiał się szereg prac, zawierających obliczenia drgań własnych różnych obwodów;



Rys. 1b.

Przebieg napięcia łuku (A B), napięcia powrotnego (B C) oraz wytrzymałości przerwy międzykontaktowej (B' D i B E). Gdyby napięcie łuku w chwili zniknięcia prądu między kontaktami (B, B) było równe O, krzywa napięcia powrotnego miałaby przebieg B₁ J (E. Juillard).

kilka z tych prac ogłoszono jako referaty na poprzednich Sesjach Konferencji Wielkich Sieci (C. I. G. R. E.). Prace te jednak nie uwzględniały wpływu samego wyłącznika na przebieg napięcia powrotnego; na wpływ ten, istotny w pewnych przypadkach zwrócił uwagę przede wszystkim R. C. van Sickle²⁾. Wpływ wyłącznika przyczynia się do jeszcze większego skomplikowania zagadnień wyboru i badania wyłączników. Przy ustalaniu odpowiednich kryteriów należy uwzględnić nie tylko, że napięcie powrotne posiada różne przebiegi w różnych rodzajach typów sieci i na stacjach probierczych, lecz że zależy również od rodzaju użytego wyłącznika. Ostatnio (1937 r.) uchwalone międzynarodowe przepisy (C. E. I.) na badanie wyłączników ominęły sprawę ustalania napięcia powrotnego przy próbach wyłączników, pozostawiając ją otwartą. Rozwiązania jej nie znajdujemy również w referatach Sesji C. I. G. R. E. w 1937 r.

Szwajcarski Podkomitet Wyłączników C. I. G. R. E., począwszy od 1931 r., publikuje wyniki swych prac pod postacią referatów na każdą Sesję Konferencji. Referaty te, dzięki swej jasności, a zarazem głębokości ujęcia, stanowią, zdaniem moim, jedną z najbardziej wartościowych pozycji w całej literaturze wyłącznikowej. Referat tegoroczny (zgłoszony przez E. Juillarda w imieniu Podkomitetu w składzie: K. Berger, H. Puppikofer i Wanger), przynosi ujęcie syntetyczne zagadnienia napięcia powrotnego, które niżej streszczam.

1. Rachunkowe określenie przebiegu napięcia powrotnego w sieciach jest prawie że iluzoryczne. Jest to spowodowane przede wszystkim przez niezwykle skomplikowanie obliczeń, wskutek dużej zwykle ilości rozgałęzień sieci, oraz konieczność dokładnej znajomości stałych obwodów, tłumienia itp.

2. Przystępując do wyboru wyłącznika dla danego punktu sieci, można uzyskać przebieg napięcia powrotnego za pomocą oscylografu katodowego. W tym celu należy zastosować jakikolwiek wyłącznik zamiast tego, który chce się wybrać (można ew. zredukować napięcie sieci), lub też wykonać pomiar na możliwie wiernym elektrycznie modelu sieci, zasilanym niskim napięciem. Informacje tak uzyskane nie są ściśle, gdyż przebieg napięcia powrotnego zależy od typu zastosowanego wyłącznika. Wpływ wyłącznika na ten przebieg można prawdopodobnie określić na drodze matematycznej i wyeliminować z oscylogramów. W ten sposób otrzymaliby się *napięcie powrotne idealne* (rys. 1), tj. takie, jakie wystąpiłoby w razie stosowania wyłącznika idealnego, nie wpływającego na przebieg napięcia powrotnego. Napięcie idealne przedstawia „wymagania sieci“. Inna droga polegałaby na realizacji takiego idealnego wyłącznika³⁾; wydaje się ona E. Juillardowi możliwa.

Przebieg idealnego napięcia powrotnego przy rzeczywistym napięciu roboczym (proporcjonalny w stosunku napięć roboczych do określonego przy napięciu zredukowanym) powinien służyć, jako podstawa próby odbiorczej

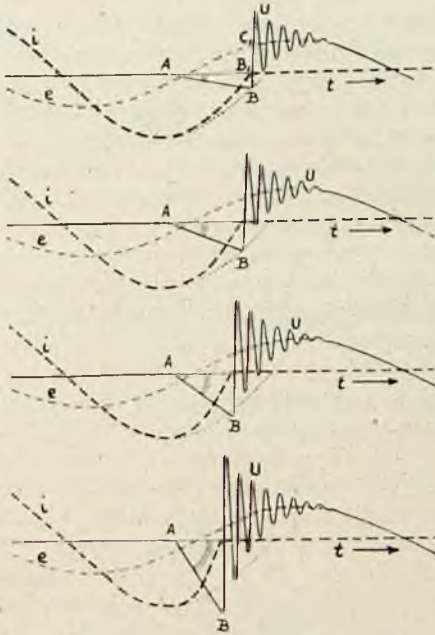
²⁾ Sickle R. C. van, Berkeley W. E. — Trans. A. I. E. E. 1933/52, str. 850.

³⁾ Wyłącznik idealny musiałby być tak skonstruowany, aby oddzielenie kontaktów następowało przy naturalnym przejściu prądu zwarcia przez zero i było dość szybkie (bez łuku), — aby wyłączenie było definitywne.

¹⁾ Slepian J. Referat na zjazd A. I. E. E., 1928 r., Petersen. — E. T. Z., 1922, str. 1203.

wyłącznika na stacji probierczej. Konstruktor może ten przebieg zastąpić prostszym, ale bardziej surowym.

4. Prąd między kontaktami wyłącznika przechodzi przez zero zasadniczo wcześniej, niż w chwili tzw. *naturalnego* przejścia przez 0, tj. przejścia przez 0 sinusoidy prądu, jaka wystąpiłaby, gdyby wyłącznik nie rozsunął kontaktów. *Rzeczywiste* przejście przez 0 nastąpi tym wcześniej, im napięcie łuku szybciej wzrasta, a więc im działanie czynników dejonizujących jest energiczniejsze.



Rys. 2.

Przebieg napięcia powrotnego dla wyłączników o różnej szybkości wzrostu napięcia łuku. Krzywa kreskowana cienka — sinusoidalna siła elektromotoryczna w obwodzie zwarcia. Krzywa kreskowana gruba — rzeczywisty prąd. Krzywa kropkowana — prąd zwarcia, jakiby wystąpił przy nieodłączeniu się kontaktów. Krzywa pełna — napięcie łuku (A B) i powrotne (na prawo od B). (E. Juillard).

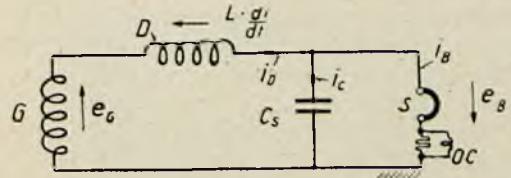
Rys. 2 pokazuje wpływ różnej szybkości wzrostu napięcia łuku (krzywa A B) na przebieg napięcia powrotnego. Rozdzielenie się kontaktów następuje w tej samej chwili A na wszystkich wykresach. Im większa jest stromość części A B, tym wcześniej następuje zanik prądu i tym większe jest napięcie odpowiadające punktowi B. Od tej ostatniej wartości zależy amplituda drgań napięcia powrotnego. Np. w prostym układzie — na rys. 1a napięcie pobudzające obwód drgań odpowiada napięciu łuku B, B (rys. 2 górny) plus siła elektromotoryczna 50 okr./sek. B₁ C₁. Gdyby napięcie łuku było równe zero, amplituda drgań byłaby mniejsza (por. również rys. 1b). Juillard uważa szybkość wzrostu napięcia łuku (w pierwszym przybliżeniu stałą) za cechę charakterystyczną wyłącznika.

5. Zastosowanie wyłącznika na wyższe napięcie robocze, niż napięcie sieci, nie zawsze stanowi zwiększenie pewności wyłączenia. Wyłącznik taki ma bowiem energiczniejsze działanie dejonizujące, niż wyłącznik na napięcie robocze sieci, co może spowodować powstanie dużego napięcia łuku a zatem napięcia powrotnego o dużej amplitudzie. Innymi słowy wyłącznik sam sobie sprawia trudności.

Wnioski Juillarda opierają się na badaniach przeprowadzonych na modelach sieci, wykonanych na Uniwersytecie w Lozannie (Université de Lausanne) oraz

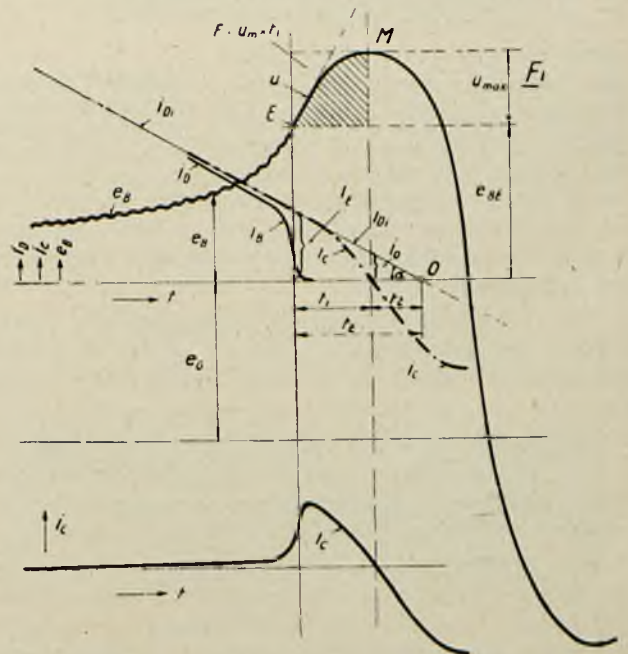
badaniach w sieciach przemysłowych przeprowadzonych przez zakłady Oerlikon. Sprawozdanie z tych ostatnich badań, stanowiące cenne uzupełnienie uwag Juillarda, podaje w swym referacie H. Puppikofler. Warto zaznaczyć, że publikuje on po raz pierwszy oscylogramy prądu wyłączanego, zdjęte oscylografem katodowym jednocześnie z oscylogramami napięcia. Bardzo ciekawe są rozważania Puppikoflera, dotyczące mechanizmu przedwczesnego przejścia prądu przez zero (tj. zgaszenia łuku przed naturalnym przejściem prądu przez zero). Rozważania te streszczam.

6. Na rys. 3b krzywa i_{D1} oznacza idealny sinusoidalny przebieg prądu zwarcia (rys. 3a), jaki by zaszedł, gdyby kontakty się nie rozdzieliły. Wskutek powstania łuku, prąd zwarcia ma przebieg i_D . Prąd ten jest równy sumie $i_c + i_B$ (rys. 3a). Ponieważ napięcie łuku (e_B) rośnie, gdy prąd łuku (i_B) maleje, a ze wzrostem e_B rośnie prąd $i_c = C \frac{d e_B}{d t}$, — prąd i_B , począwszy od pewnej wartości, zaczyna maleć gwałtownie i łuk gaśnie (chwila odpowiadająca punktowi E na rys. 3b). Z pewnym przybliżeniem można powiedzieć, iż w chwili zgaśnięcia łuku prąd łuku zamienia się na prąd i_c , czyli na prąd ładowania kondensatora C (rys. 3a). Dalszy wzrost napięcia między kontaktami aż do napięcia, odpowiadającego punktowi M (rys. 3b) jest skutkiem tego ładowania; jest to już część krzywej napięcia powrotnego. (Rzędna odpowiadająca punktowi M była dotychczas niesłusznie zwana „pointe d’extinction“).



Rys. 3a.

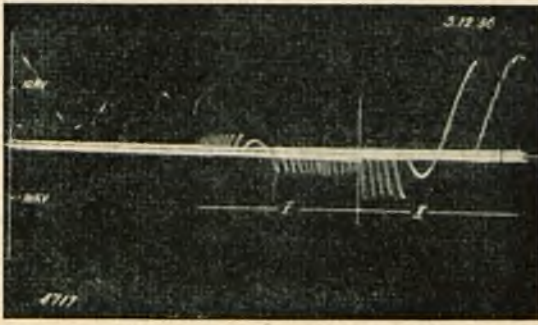
Układ zastępczy dla prostego obwodu zwarcia.



Rys. 3b.

Przebieg prądu łuku (i_B), prądu pojemnościowego (i_c), napięcia łuku (e_B) i napięcia powrotnego (u) w okolicy przejścia i_B przez 0. Prąd zwarcia w razie nierozłączenia kontaktów (i_{D1}). (H. Puppikofler).

7. Zgaśnięcie łuku przed naturalnym przejściem prądu przez 0 zachodzi we wszystkich typach wyłączników przy wyłączaniu małych prądów. Wyprzedzenie jest



Rys. 4.

Napięcie między kontaktami wyłącznika olejowego przy wyłączeniu 39 A przy 6000 V, wykazujące szereg zapłonów i zgaszeń w okolicy dwóch kolejnych naturalnych przejść prądu przez zero. Odcinek czasu II (drugie przejście) nie następuje bezpośrednio po odcinku czasu I (pierwsze przejście), lecz jest oddzielony półokresem, w czasie którego panuje niskie napięcie łuku. Krzywa na oscylogramie biegnie prawie poziomo od końca odcinka I do końca oscylogramu i w dalszym ciągu od początku oscylogramu do początku odcinka II.

tym większe, im większa jest pojemność włączona równoległe do wyłącznika, lub im prąd jest mniejszy. (Wynika stąd, że zalecane w celu zmniejszenia częstotliwości napięcia powrotnego załączanie kondensatorów równoległe do wyłącznika może być czasem szkodliwe).

8. Dla dużych prądów (> 1000 A) lub dla wartości zbliżonych do odpowiadających mocy nominalnej wyłącznika, zjawisko to traci znaczenie praktyczne.

9. Przy małych prądach tylko przypadek wyłączania transformatorów, będących w stanie jałowym, może być połączony z oscylacjami napięcia powrotnego o dużej stromości i amplitudzie, właśnie ze względu na przedwczesne zgaszenie łuku. Przy innych wyłączeniach prądu roboczego $\cos \varphi$ jest zawsze o tyle duży, że oscylacje o niebezpiecznych amplitudach praktycznie nie występują.

10. Przy silnym działaniu dejonizującym i małych prądach wyłączanych mogą zachodzić w okolicy naturalnego przejścia prądu przez 0 szeregi zgaszeń łuku i zapłonów (rys. 4). Jest to rodzaj wyładowań relaksacyjnych, wykrytych dla przypadku wyłączników już dawniej⁴⁾.

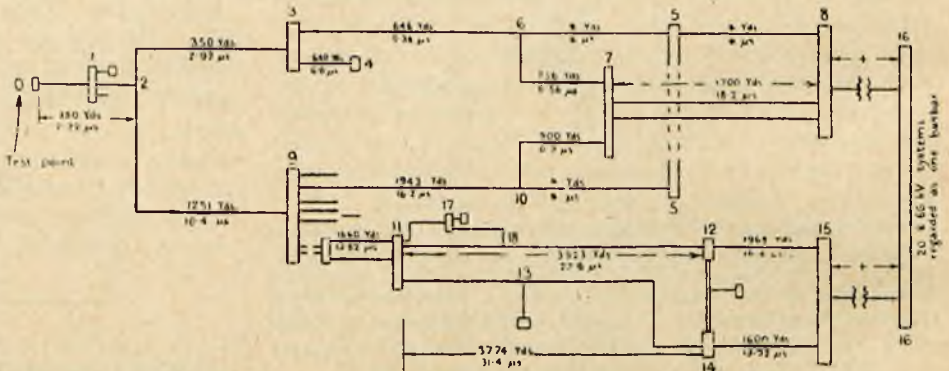
11. Wyłączniki ze sprężonym powietrzem mają silniejszą tendencję do przedwczesnego zasnienia łuku, niż wyłączniki olejowe i wodne.

12. Wyłączniki — ze względu na „wrażliwość“ na zwiększenie szybkości powrotu napięcia — można uszeregować, jak następuje: wyłączniki olejowe — wodne — ze sprężonym powietrzem; te ostatnie są najwrażliwsze.

Referat W. B. Whitneya i L. Goslanda (Anglia) potwierdza wniosek Juillarda co do niezwykłego

skomplikowania obliczeń napięcia powrotnego w sieciach. Metoda obrona przez tych autorów polega na porównaniu oscylogramów katodowych napięcia powrotnego z obliczeniami. Usunięcie wpływu samego wyłącznika na napięcie powrotne przeprowadzono, stosując wyłącznik, zwany przez autorów „ α “, możliwie zbliżony do idealnego tj. przedstawiającego przed naturalnym przejściem prądu przez zero nieskończenie wielką przewodność, a po przejściu — nieskończenie wielką oporność (przerwy międzykontaktowej). Drugi warunek był łatwy do spełnienia przy stosowaniu pewnego typu wyłącznika na sprężone powietrze. Natomiast napięcia łuku nie można było zredukować do zera; toteż wpływ jego eliminowano z oscylogramów rachunkowo. Jako przykład rezultatów omawianych pomiarów, przytaczam przykłady odnoszące się do złożonej sieci kablowej (rys. 5, 6 i 7). Zgodność krzywej napięcia powrotnego obliczonej i otrzymanej doświadczalnie (rys. 6) jest daleko posunięta. O trudności obliczeń daje pojęcie rys. 7, przedstawiający wykres przebiegu fal w kablach; w danym przypadku przebieg napięcia powrotnego jest uwarunkowany nie drganiami obwodów o stałych skupionych, lecz przebiegami falowymi, nakładającymi się na siebie.

Wnioski wyciągnięte przez E. Krohnego (Niemcy) z badań wyłączników na stacji wielkiej mocy „BE-

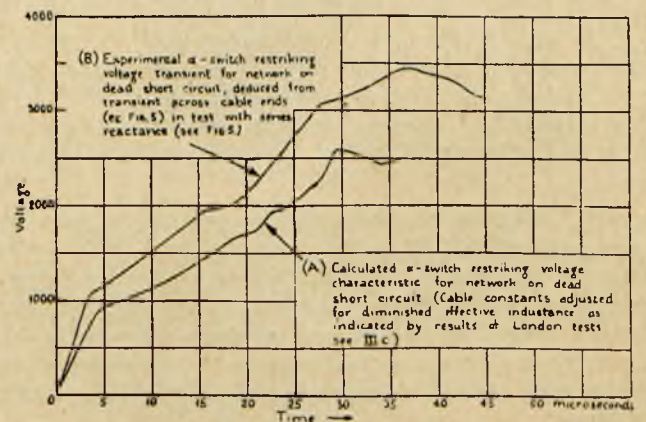


* Not known; long in comparison with other times and distances.
+ No distributed impedance — transformer reactance only

Rys. 5.

Schemat sieci 5,5 kV North Eastern El. Supply Co., w punkcie O której (na lewym krańcu) mierzono oscylograficznie przebieg napięcia powrotnego. Pod kreskami, oznaczającymi kable, zaznaczono w μs czasy przebiegu fal, spowodowanych wyłączeniem zwarcia (W.B. Whitney i L. Gosland).

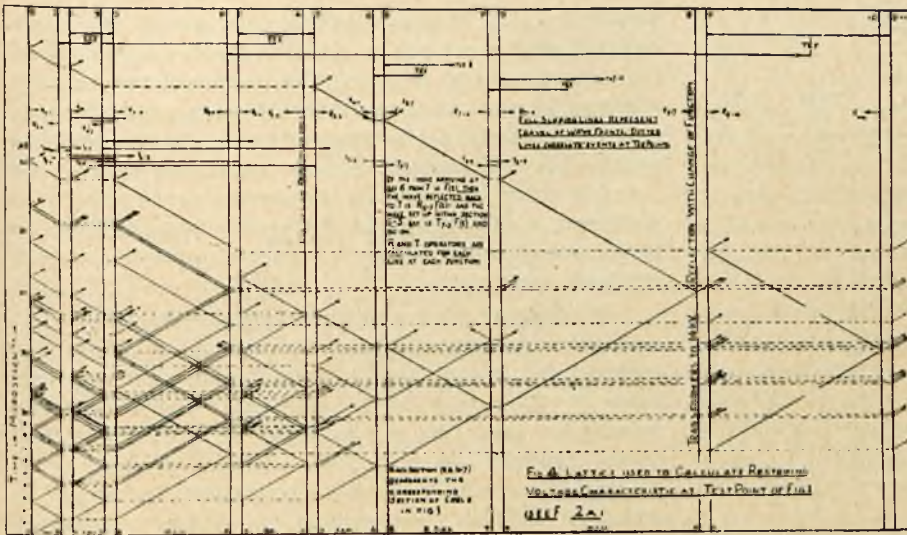
WAG'u“ (Berlin), pokrywają się również częściowo z poglądami Juillarda. Mianowicie Krohne uważa, że podstawą doświadczalnego określania mocy wyłączników



Rys. 6.

Przebieg napięcia powrotnego dla sieci z rys. 5, określony doświadczalnie (krzywa górna) i obliczony (krzywa dolna). (W. B. Whitney i L. Gosland).

⁴⁾ B. v. Borries i W. Kaufmann, Zeitschrift V. D. I. 1935/79, str. 597.



Rys. 7.

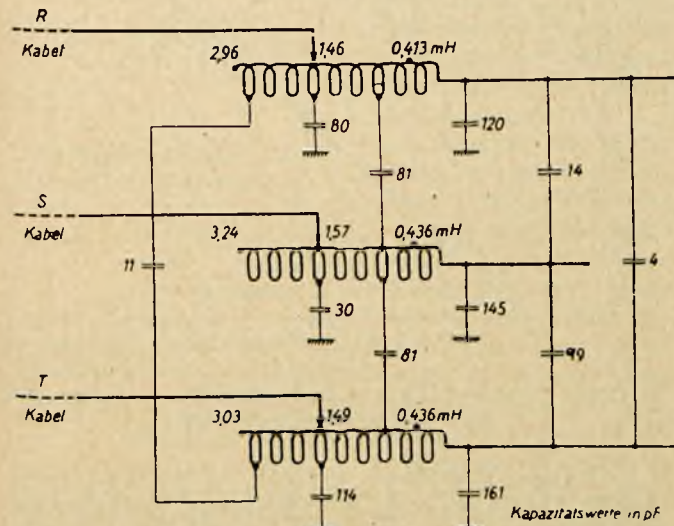
Wykres „kratowy“, podający przebiegi fal w sieci z rys. 5, służący do obliczenia krzywych napięcia powrotnego (W. B. Whitney i L. Gosland).

winna być idealna krzywa napięcia powrotnego, określona za pomocą pomiarów oscylograficznych w sieci przy niskim napięciu, lub też otrzymana z obliczenia. Pomiar napięcia powrotnego w sieciach przy wysokim napięciu (tzn. gdy napięcie sieci nie jest specjalnie niższe) często nie posiadają wartości, ponieważ wyniki ich zbytnio zależą od rodzaju wyłącznika. Dotyczy to zwłaszcza wyłącz-

zgaszeniu łuku (co dawniej zalecano), należałoby przyjąć, że wyłączenie z rys. 10 — prawego powinno być łatwiejsze, niż wyłączenie z rys. 10 — lewego. Tymczasem w obu przypadkach wyłączenie było jednakowo trudne, co można było osądzić na podstawie długości trwania łuku (liczonej w półokresach) oraz zachowania się wyłącznika.

Badania E. Krohnego, oparte na stromości napięcia powrotnego, otrzymane za pomocą próby przy niskim napięciu, wykazały, że im stromość ta jest większa, tym — przy tej samej mocy wyłączanej — wyłączenie jest trudniejsze dla wyłączników olejowych i wyłączników ze sprężonym powietrzem, łatwiejsze zaś — dla wodnych (w pewnych granicach mocy). Ciekawe jest porównanie tych wniosków z wynikami

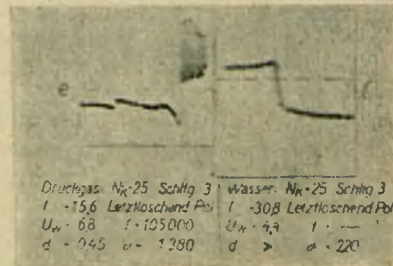
badania F. Kesselringa (Niemcy), który zajął się nie sprawą napięcia powrotnego, lecz powracającej wytrzymałości przerwy między kontaktowej. F. Kesselring rozpatruje przede wszystkim metody określania powracającej wytrzymałości, a mianowicie metodę B. Kirchsteina oraz metodę W. Kaufmanna. Pierwsza polega na odłączaniu łuku prądu sta-



Rys. 8.

Schematyczne rozmieszczenie pojemności (w pF), stanowiących razem z cewkami obwody drgające, dzięki którym napięcie powrotne posiada charakter oscylacyjny. Cewki służyły do ograniczania prądu zwarcia na stacji wielkiej mocy „BEWAG“ u. Charakterystyczna jest mała wielkość pojemności, decydujących o działaniu wyłącznika (E. Krohne).

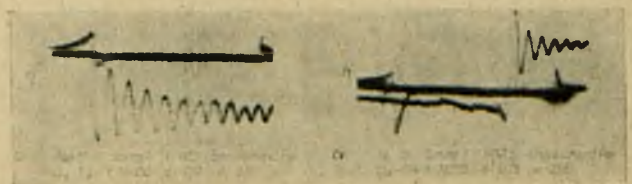
ników olejowych dawnych typów i wyłączników wodnych (duża przewodność po zgaśnięciu łuku). Pod tym względem ciekawe jest np. porównanie przebiegu napięcia przy wyłączaniu tego samego zwarcia przez wyłącznik ze sprężonym powietrzem oraz przez wyłącznik wodny (rys. 9). W pierwszym przypadku napięcie powrotne wykazuje oscylacje $f = 105\ 000$ okr./sek, w drugim zaś — jest aperiodyczne. Na podstawie oscylogramów napięcia powrotnego, zdjętych przy wysokim napięciu, można dojść często do fałszywych wniosków. Np. biorąc za kryterium łatwości wyłączenia stromość wzrostu napięcia bezpośrednio po



Rys. 9.

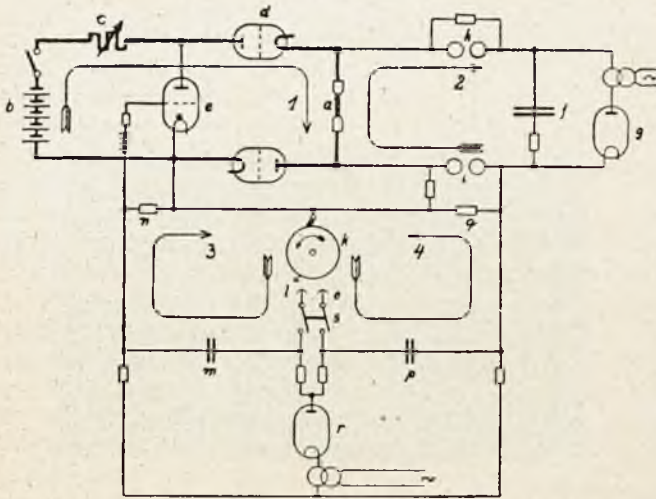
Porównanie napięcia powrotnego przy wyłączaniu tego samego zwarcia (25 MVA) przez wyłącznik ze sprężonym powietrzem (na lewo) oraz wodny (na prawo). W tym ostatnim przypadku oscylacje nie występują ze względu na dużą przewodność przerwy międzykontaktowej po zgaszeniu łuku (E. Krohne).

tego od źródła i próbowaniu jego wytrzymałości za pomocą udarów napięciowych ze specjalnego generatora (rys. 11) (całość jest układem zbliżonym do układu Marxa do prób prostowników łukowych i wyłączników). Druga metoda, lepsza od poprzedniej, bo opierająca



Rys. 10.

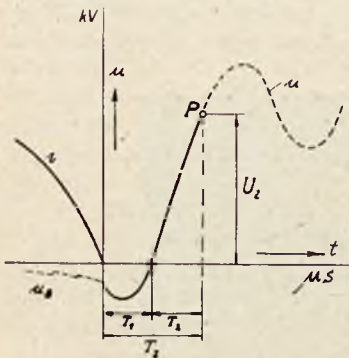
Napięcie powrotne przy wyłączaniu 15 MVA przez wyłącznik dużoolejowy o mocy 100 MVA. Wartość szczytowa napięcia powrotnego dla rys. lewego wynosi 11,2 kV, dla prawego — 9,4 kV; szybkość wzrostu napięcia odpowiednio 371 V/μs oraz 258 V/μs. Długość trwania łuku — 40,2 oraz 41,5 ms, co wskazuje na to, że trudność wyłączenia była w obu przypadkach ta sama (E. Krohne).



Rys. 11.

Układ Kirchsteina do określania wytrzymałości powrotnej. a — łuk badany, zasilany ze źródła b ; d, e — lampy rtęciowe z rozżarzoną katodą, służące do odcinania łuku od źródła. Obwód 2 — generator udarów napięciowych. Obwody 3 i 4 — obwody sterownicze dla lamp rtęciowych i generatora udarów (F. Kesselring).

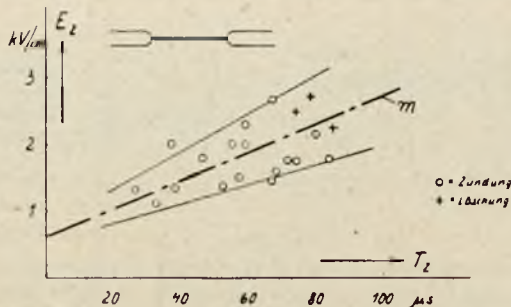
się na pomiarach w czasie działania rzeczywistych wyłączników, polega na określeniu wielkości napięć zapłonu w tych półokresach, w których wyłączenie nie nastąpiło (U_z na rys. 12). Oczywiście, wyłącznik musi przy tym nie wyłączać definitywnie w pierwszym półokresie, lecz łuk musi się palić w ciągu kilku półokresów. Metoda ta zawodzi, gdy zapłon następuje nie gwałtownie, lecz stopniowo lub też, gdy łuk zjawia się dopiero po kilku okresach drgań napięcia powrotnego.



Rys. 12.

Przebieg napięcia powrotnego aż do chwili zapłonu (punkt P). Wielkości T_z i U_z podane są dla konkretnych przypadków pokazanych na rys. 13 i 14. U_z — jest wytrzymałością powrotną (F. Kesselring).

11), podają rys. 13 i 14. Rysunki te są, według Autora, charakterystyczne dla wyłącznika wodnego oraz wyłącznika na sprężone powietrze i potwierdzają teorię Kesselringa (ref. 131 C. I. G. R. E. 1935 r., „Archiv f. Elektr.“

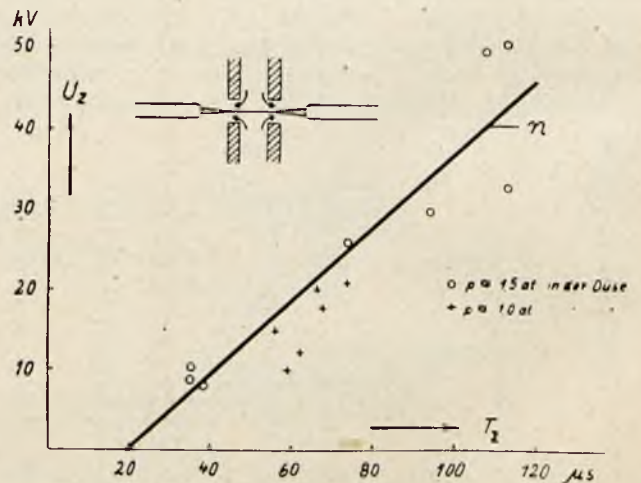


Rys. 13.

Wytrzymałość powrotna (kV/cm długości łuku) w funkcji czasu dejonizacji (T_z w μs) dla wyłącznika wodnego. (F. Kesselring).

1935/29, str. 25). Warto podkreślić, iż stosownie do rys. 14, wytrzymałość powrotna w czasie rzędu 20 μs jest równa zero, stosownie zaś do rys. 13 — posiada odrazu wartość większą od zera. Omawiane przebiegi są zgodne z wnioskiem Puppikoffera (patrz wyżej, punkt 12), otrzymanym na innej drodze. Mianowicie wyłączniki wodne i olejowe są mniej wrażliwe od wyłącznika ze sprężonym powietrzem w odniesieniu do zwiększenia częstotliwości napięcia powrotnego, a więcej czułe w stosunku do wzrostu wielkości tego napięcia.

Z dyskusji nad omawianą grupą referatów warto wymienić zastrzeżenia K. Bergera i Wangera (Szwajcaria), którzy byli przeciwni uogólnianiu podanej przez F. Kesselringa zależności wytrzymałości powrotnej od czasu dla wyłączników ze sprężonym powietrzem (powrót wytrzymałości dopiero po 20 μs). L. Saint-Germain (Francja) podkreślił, że szeregi zapłonów i zgaszeń, następujące w okolicy naturalnego przejścia prądu zwarcia przez zero, mogą być szkodliwe dla sieci (duża częstotliwość). Tenże sam mówca opowiedział się przeciw wprowadzeniu proponowanego przez Juillarda pojęcia szybkości wzrostu napięcia łuku. Również S. Teszner (Francja) uważa, że cenne to dla konstruktora pojęcie nie może stanowić kryterium dla wyłącznika.



Rys. 14.

To samo, co na rys. 13, lecz dla wyłącznika ze sprężonym powietrzem (F. Kesselring).

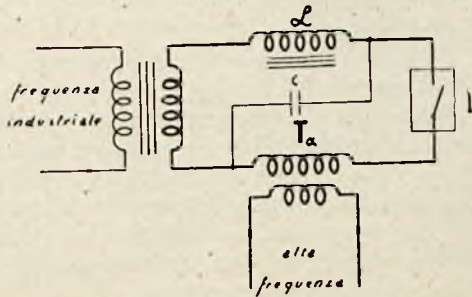
Ciekawą propozycję wysunął E. B. Wedmore (Anglia). Uważa on, że na przyszłą Sesję Konferencji należałoby opracować odpowiedź na następujące pytanie: czy można przez załączenie kondensatorów w odpowiednich miejscach sieci tak dalece zmniejszyć obciążenie starych wyłączników, aby sprostały one zwiększonym obciążeniom? Sprawa ta jest ważna z punktu widzenia eksploatacji.

2. Badanie i wybór wyłączników.

Sprawa badania zdolności wyłączania wiąże się bezpośrednio z zagadnieniem napięcia powrotnego. Dotychczas badanie wyłączników odbywało się na stacjach wielkiej mocy lub też — stosunkowo rzadko — przy pomocy sieci. Koszt stacji wielkiej mocy jest bardzo wielki, to też myśl wykonywania prób tzw. pośrednich⁵⁾, — to znaczy bez korzystania z generatora b. wielkiej mocy, oraz wytwarzania prądu i napięcia powrotnego w oddzielnych ob-

⁵⁾ porównaj również: J. L. Jakubowski, „Przegl. Elektr.„ 1937 r., str. 587.

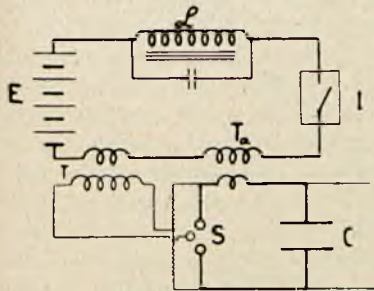
wodach, — zyskała wielu zwolenników. Myśl tę rzucił, jak się zdaje, po raz pierwszy E. Marx (w swej książce „Lichtbogen-Stromrichter“ w r. 1932), a nie G. Scarpa (w r. 1934), jak to podają E. Pugno-Vanoni i G. Sameda, autorzy referatu o próbach wyłączników. W referacie tym omówione są dwa układy, nie różniące się



Rys. 15.

Układ dla próby pośredniej wyłącznika (I) przy pomocy prądu zmiennego. Transformator z lewej strony schematu stanowi źródło prądu; transformator T_a — źródło napięcia powrotnego wielkiej częstotliwości (E. Pugno-Vanoni i G. Sameda).

istotnie od podanych przez Marxa (rys. 15 i 16). Prąd wyłączany w układzie z rys. 15 jest wytwarzany przez transformator (z lewej strony schematu); jest to prąd o częstotliwości 50 okr./sek. W układzie pokazanym na rys. 16 wyłącznik przerywa prąd stały. Napięcie powrotne jest wytwarzane za pomocą transformatora T_a (rys. 15 i 16).

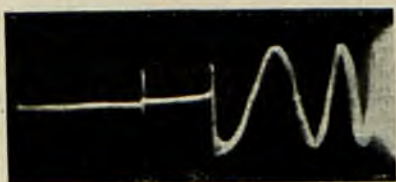


Rys. 16.

Układ do próby pośredniej wyłącznika przy pomocy prądu stałego. Oznaczenia, jak w rys. 15. (E. Pugno-Vanoni i G. Sameda).

tym analogiczny przebieg prądu w okolicy przejścia przez zero przy stosowaniu prądów obu rodzajów; w obu przypadkach warunki jonizacji łuku są więc prawdopodobnie zbliżone.

Cechą ujemną prób pośrednich nie jest niedokładne naśladowanie warunków zachodzących w sieci. Referenci słusznie zwracają uwagę, iż również przy próbach bezpośrednich, tzn. na stacjach wielkiej mocy, panują inne stosunki, zwłaszcza w odniesieniu do napięcia powrotnego,



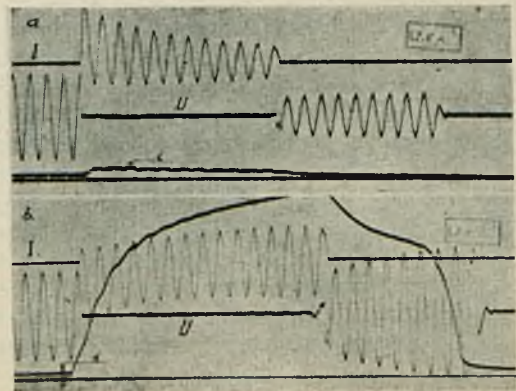
Rys. 17.

Oscylogram napięcia łuku i napięcia powrotnego, otrzymany przy pomocy układu pokazanego na rys. 15. Dane: 27 A, 1700 V, 42 okr./sek. (E. Pugno-Vanoni i G. Sameda).

go, niż ma to miejsce w warunkach eksploatacji wyłącznika.

Opis stacji wielkiej mocy do prób bezpośrednich podają S. Teszner i L. Gorjup. Opis odnosi się do ostatnio zbudowanego laboratorium firmy Merlin i Gérin w Grenoble, które, zdaniem autorów referatu, ma odpowiadać „ostatniemu słowu techniki nowoczesnej“. Dane liczbowe urządzeń są następujące: prądnica — 3000 obr/min, 50 okr./sek, 16 do 18 kV, 0,41 Ω reaktancji rozproszenia na fazę; silnik napędowy trójfazowy 1300 KM mocy godzinnej; wzbudnica — dwie prądnice po 750 V, 3600 A, włączone w szereg. Najwyższe napięcie (fazowe), uzyskiwane przy pomocy transformatora wynosi 80 kV. Największy prąd udarowy samego generatora wynosi 155.000 A. Normalny $\cos \varphi = 0,05$. Maksymalna moc symetryczna, obliczona ze wzoru $P_{max} = \frac{18^2 (kV)^2}{0,41 \Omega}$ wynosi 800 MVA.

Z pośród urządzeń stacji w Grenoble zasługuje na specjalną uwagę sposób wzbudzania udarowego głównej prądnicy. W obwodzie jej wzbudzenia znajdują się oporniki, które przy próbie zostają zwarte. Zwiększony prąd wzbudzenia (do 31 razy w stosunku do wzbudzenia przy biegu luzem) przeciwdziała oddziaływaniu twornika, dzięki czemu nie następuje malenie siły elektromotorycznej oraz prądu w obwodzie zwarcia, wskutek czego można



Rys. 18.

Góra. Oscylogram zwarcia na stacji wielkiej mocy w Grenoble bez stosowania wzbudzenia udarowego w celu kompensacji oddziaływania twornika. Dół. Oscylogram takiego samego zwarcia, lecz przy zastosowaniu wzbudzenia udarowego. I — prąd zwarcia, U — napięcie między kontaktami. (S. Teszner i L. Gorjup).

osiągnąć dużo większe moce wyłączenia (rys. 18). Niebezpieczeństwo dla prądnicy nie jest duże ze względu na to, że badany wyłącznik (lub wyłącznik bezpieczeństwa) musi wyłączyć po upływie 1,5—2 okresów od chwil załączenia zwarcia.

Warte zanotowania jest również stosowanie eliminacji składowej stałej prądu zwarcia przy pomocy układu identycznego, jak użyty na stacji wielkiej mocy firmy Delle w Lyonie⁶⁾. Polega on na załączeniu na zwarcie najpierw 2 biegunów wyłącznika włączającego, przy czym załączenie to następuje w chwili przejścia napięcia międzyfazowego przez maximum. Trzeci biegun wyłącznika zostaje włączony o pół okresu później.

Referat S. Tesznera i L. Gorjupa uzupełniony jest ciekawą próbą syntezy obecnego stanu techniki wyłącznikowej (typy najbardziej wg. autorów wartościowe —

⁶⁾ porównaj: C. Bresson, „Revue Gen. d'Electr.“, 1934/36, str. 511.

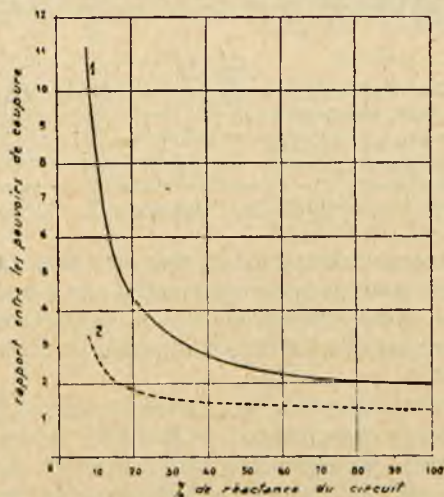
wyłączniki ze sprężonym powietrzem oraz wyłączniki ma-
loolejowe) oraz przykładami badań przeprowadzonych
przez stację w Grenoble.

Sprawy badania wyłączników dotyczą również b. in-
teresujące uwagi L. Maggiego (Italia), odnoszące się
do zapowiedzianego przez Commission Electrotechnique
Internationale (C. E. I.) opracowania przepisów izolowania
i wyboru wyłączników. Według tymczasowej uchwały
C. E. I. (Praga 1934):

„Wyłącznik w stanie nowym (à l'état neuf et propre)
winien wytrzymać w ciągu 1 minuty napięcie równe
 $2U + 10$, gdzie U oznacza napięcie nominalne przyrządu
w kV. Izolatory przepustowe w stanie nowym mają mieć
napięcie przeskoku nie mniejsze od $2U + 15$.”

Przepis ten uważa L. Maggi za niesłuszny, opiera-
jąc się na praktyce bieżącej, stosownie do której instalu-
je się w sieciach do 80 kV wyłączniki na napięcie nomi-
nalne wyższe, niż napięcie sieci. Ten stan rzeczy refe-
rent przypisuje określaniu izolacji w sposób niewłaściwy;
mianowicie izolacja wyłączników winna przejść próbę
napięciową dopiero po cyklu prób przy 100% możliwości
wyłączalnej, przepisany przez C. E. I., a nie w stanie
nowym wyłącznika.

Dalsze rozważania Maggiego dotyczą projekto-
wanych wskazówek C. E. I. co do wyboru wyłączników.
Przeprowadzenie tego wyboru będzie b. skomplikowane,
gdyż trzeba będzie przy tym określić aż 6 wartości prą-
dów, a mianowicie: prąd wyłączany symetryczny, prąd
wyłączany całkowicie, prąd zamknięcia, prąd przetężenia,
ustalony prąd zwarcia oraz początkowy prąd zwarcia. Do-
tychczas obliczano tylko ustalony prąd zwarcia, a i to czę-
sto było połączone z dużymi trudnościami. Obliczenie to
było jednakże „dzieciną zabawką“ w porównaniu z okre-
śleniem 6 wartości, koniecznych według obecnych poglą-
dów. Zagadnienie jest b. skomplikowane; b. dosadnie ilu-
struje to fakt, iż przy wyłączaniu tego samego zwarcia
użyć należy wyłączników o innych prądach wyłączal-
nych, — o ile czasy do rozdzielenia się kontaktów są róż-
ne (rys. 19). We wskazówkach szwajcarskich znajduje się



Rys. 19.

Krzywa 1: stosunek prądów wyłączalnych symetrycznych (pouvoirs de coupure symétriques) dla czasów do rozdzielenia się kontaktów 0,0883 i 3 sek. dla tego samego zwarcia, — w funkcji reaktancji obwodu (w %). Krzywa 2: ten sam stosunek dla czasów 0,1 i 0,7 sek (L. Maggi).

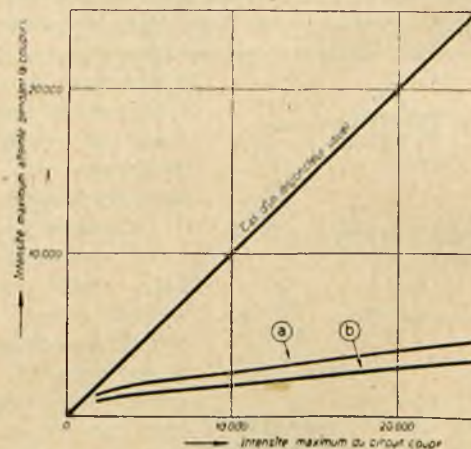
np. przykład obliczenia, dającego moc wyłączalną 72 000
kVA oraz 8 000 kVA, — zależnie od użytego wyłącznika.
Ponieważ odbiorca wyłącznika nie zna przy zamówieniu
własności przyrządu, właściwy wybór przechodzi w ręce

konstruktora. Odbiorca musi dostarczyć dane dotyczące
sieci. Referent omawia szczegóły zachodzących tu możli-
wości i wskazuje m. inn. na konieczność znormalizowania
przez C. E. I. krzywych malenia prądu zwarcia przy prze-
jściu od wartości początkowej do wartości ustalonej, któ-
reby służyły za podstawę obliczeń. Jego propozycja ozna-
czenia wyłączników według tzw. klas będzie niewątpli-
wie rozpatrywana przez C. E. I.

W dyskusji tylko sprawa prób pośrednich została
szerzej potraktowana. K. Berger (Szwajcaria) był zda-
nia, że trudno będzie przy pomocy tych prób sprawdzić
zachowanie się wyłącznika w warunkach sieci. Również
S. Teszner (Francja) nie przypuszcza, aby przy po-
miarach pośrednich mogła być prawidłowo ujęta sprawa
oddziaływania wyłącznika na napięcie łuku. Dalsza dy-
skusja odbyła się w łonie Komitetu Wyłączników C. I. G.
R. E. (patrz oddzielne sprawozdanie).

3. Różne typy wyłączników.

Główne typy wyłączników, omawiane w referatach,
były następujące: autopneumatyczne i pneumatyczne sy-
stemu Delle, jonomechaniczne (próba realizacji J. V.
Butkiewicza) oraz wyłączniki ultraszybko-załącza-
jące (P. Sporn i D. C. Prince). Oprócz tego O. B.
Bronn omówił ulepszenia wyłączników powietrznych
niskiego napięcia prądu stałego.



Rys. 20.

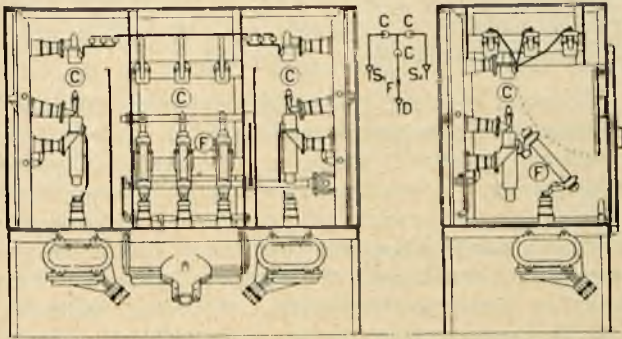
Zależność największej chwilowej wartości prądu zwarcia
przy stosowaniu bezpiecznika ultraszybkiego (krzywa a
lub b) oraz bez bezpiecznika (najwyższa krzywa) — w
funkcji prądu, jaki płynąłby bez bezpiecznika
(C. Bresson).

Referat C. Bressona nosi charakter opisowy i
ujmuje przegląd dziedzin stosowania odłączników i wy-
łączników autopneumatycznych (firmy Delle), tj. wyłąc-
ników, w których sprężone powietrze wytwarzane jest
za pomocą sprężyny w chwili wyłączania. Między innymi
omówione są zalety stosowania takich odłączników w po-
łączeniu z bezpiecznikami ultraszybkimi, pozwalającymi
przerwać obwód w czasie rzędu tysięcznych części sekun-
dy, niezależnie od naturalnego przejścia prądu zwarcia
przez zero (rys. 20). Układ taki stanowi, jak wiadomo,
rozwiązanie zagadnienia zabezpieczenia odgałęzień sieci
o małych prądach nominalnych; unika się przy tym sto-
sowania cewek ograniczających prąd zwarcia (rys. 21).

Odłączniki autopneumatyczne z bezpiecznikami
można stosować wg. Bressona do mocy nominalnej
poniżej 3 000 kVA; powyżej — instalować należy wyłącz-
niki autopneumatyczne. Poczynając od mocy zwarcia 200
MVA lub napięcia 30 kV odpowiednie są wyłączniki ze

specjalną sprężarką. Konstrukcja opisanych wyłączników oparta jest na patencie firmy Delle, polegającym na tym, że przerwa łuku następuje przy dwóch kolejnych naturalnych przejściach prądu przez zero⁷⁾. Po pierwszym przejściu część łuku, która była uprzednio zbocznikowa-

tego wyłączania jest głównie usuwanie łuków między armaturami łańcuchów izolatorów, powstających pod wpływem uderzenia pioruna. Celowe jest przy tym, aby przerwa prądu była bardzo krótka (cel: zmniejszenie szkód spowodowanych łukiem, zwiększenie stabilności

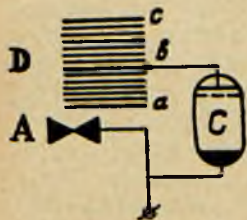
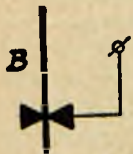


Rys. 21.

Ochrona zasilanego przez dwa źródła (S_1 i S_2) odgałęzienia linii przy pomocy odłączników autopneumatycznych (C) i bezpieczników (F). Całość okapturzona (C. Bresson).

na przez specjalny opornik, nie zapala się. Dzięki temu w obwodzie zwarcia znajdzie się wspomniany opornik, co znakomicie ułatwia wyłączenie definitywne (wzrost $\cos \varphi$ obwodu zwarcia, zmniejszenie wielkości prądu zwarcia).

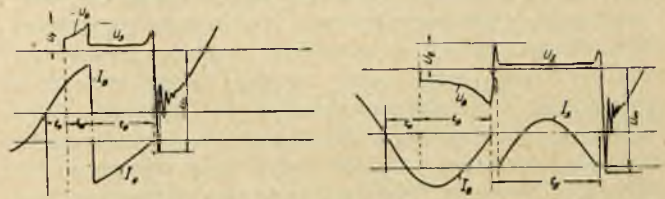
Myśl konstrukcji zbliżonej do stosowanej w wyłącznikach firmy Delle, opisanych wyżej, próbuje realizować J. V. Butkiewicz (Z. S. R. R.). Na rys. 22 A oznacza kontakt stały, B zaś — kontakt ruchomy wyłącznika powietrznego prądu zmiennego. Po rozsunięciu kontaktów powstaje łuk, który zostaje przyciągnięty przez żelazną kratę D (rodzaj kraty dejonizującej). Między kratą a kontaktem stałym włączony jest prostownik jonowy C (z rozrzedzonym gazem), specjalnej konstrukcji. Pod wpływem napięcia na kracie, prąd przenosi się z przestrzeni „krata — kontakt A” do prostownika, wspomniana zaś przestrzeń dejonizuje się (łuk z niej znika). Gdy napięcie zwrotnego zapłonu prostownika jest większe, niż napięcie powrotne, — po najwyżej $\frac{1}{2}$ okresu gaśnie również łuk w przestrzeni B-D i w prostowniku; następuje całkowite wyłączenie. Przebiegi napięć i prądów podaje rys. 23. Narazie zrealizował Autor doświadczalnie omawiany przyrząd dla niewielkich mocy (7 000 V i 900 A na biegun).



Rys. 22.

Schemat wyłącznika „jonowo-mechanicznego” J. V. Butkiewicza. A — kontakt stały, B — kontakt ruchomy, C — prostownik jonowy, D — kratka dejonizująca.

Typ wyłącznika pozwalającego na ultraszybkie załączenie powrotne po wyłączeniu zwarcia opisują P. Sporn i D. C. Prince (Stany Zjednoczone). Celem



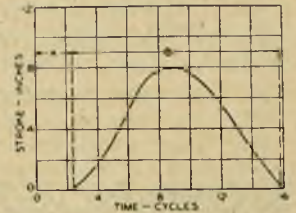
Rys. 23.

Przebiegi napięcia łuku (u_B) wyłącznika pokazanego na rys. 22, prądu łuku na drodze D-A (I_B) oraz prądu w prostowniku (I_S). Rys. lewy przedstawia przypadek zgodności znaków napięcia łuku i napięcia zapłonu prostownika. Rys. prawy — przypadek niezgodności znaków (J. V. Butkiewicz).

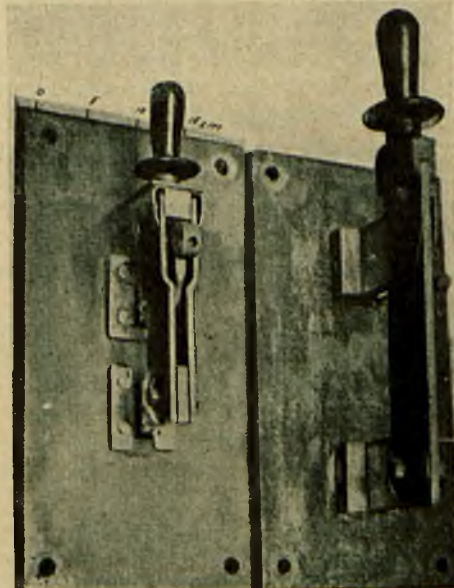
sieci, niewypadanie z synchronizmu silników synchronicznych). Mechanizm wyłącznika musi być specjalnie skonstruowany, aby w czasie 15 ÷ 30 okresów (częstotliwość techniczna) nastąpiło rozdzielenie kontaktów, zgaszenie łuku oraz załączenie wyłącznika (rys. 24). Przy tym czas, jaki upływa od zgaszenia łuku do powrotu napięcia na

Rys. 24.

Droga kontaktów wyłącznika ultraszybkiego (w calach) w funkcji czasu (w okresach 60 okr/sek) przy wyłączeniu zwarcia i natychmiastowym powrotnym załączeniu linii. (P. Sporn i D. C. Prince).



linii, musi być większy, niż ok. 5 okresów (linia 66 kV i 130 kV), — aby nastąpiła dejonizacja przerwy, w której wystąpił łuk na linii; w przeciwnym bowiem razie łuk ten może się na nowo zapalić. Autorzy opisują ciekawe badania dotyczące tego czasu; pewne komplikacje zachodzące



Rys. 25.

Z lewej strony: wyłącznik 1 000 A konstrukcji O. B. Bronna; z prawej — wyłącznik starej konstrukcji, z długim nożem. Waga miedzi odpowiednio: 3,7 oraz 7,3 kg.

⁷⁾ por. str. 222 w książce A. J. Morawskiego („Sieci elektryczne i współpraca elektrowni”) oraz rys. 2 i 3 w artykule E. Koppégo, „Przegl. Elektr.”, 1937 r., str. 761.

dzić mogą przy wielokrotnych uderzeniach pioruna. Warto zaznaczyć, że do pewnego stopnia te same usługi, co wyłączniki ultraszybkie, oddają ochronniki ekspulsyjne⁸⁾.

Zupełnie innej dziedziny, a mianowicie wyłączania prądu stałego niskiego napięcia, dotyczą badania O. B. Bronna (Z. S. R. R.). Badania te zdają się wykazywać, iż ogólnie przyjęte przypisywanie wydłużeniu łuku dużej roli przy wyłączaniu w powietrzu jest nieuzasadnione. Długość trwania łuku zależy według badań Bronna wyłącznie od szybkości przesuwania się elementów łuku w kierunku *prostopadłym* do długości łuku. Stosowanie pola magnetycznego dlatego tylko jest skuteczne, iż zwiększa tę szybkość. Duża szybkość jest czynnikiem korzystnym, gdyż ułatwia chłodzenie i dejonizację łuku. Wychodząc z tej zasady, Autor skrócił długość noży w wyłącznikach nożowych (rys. 25), uzyskując przez to oszczędność na materiale (przy krótszych nożach wydmuchiwanie w kierunku *prostopadłym* do łuku, wywołane przez

⁸⁾ por. S. Szpor, „Przegl. Elektr.” 1936 r., str. 253.

strumień magnetyczny spowodowany przerywanym prądem, jest silniejszy). Ciekawe są również rozważania dotyczące krat dejonizacyjnych w wyłącznikach prądu stałego.

Badania O. Bronna zostały skutecznie przy pomocy aparatu do kinematografii ultraszybkiej (odstęp między obrazami do 1/80 000 sek), zawierającego 24 obiektywy oraz tarczę wirującą z otworami.

W czasie dyskusji nad omawianą grupą referatów najciekawsze było zakwestionowanie przez E. Juillarda podstaw obliczeń C. Bressona, dotyczących napięcia powrotnego w wyłącznikach autopneumatycznych. C. Bresson nie uwzględnił mianowicie wpływu wyłącznika na przebieg napięcia powrotnego. Odparł on powyższy zarzut, twierdząc, iż omawiany wyłącznik mało odbiega od idealnego wyłącznika „α” według terminologii A. M. Cassie (patrz wyżej), gdyż działanie dejonizujące sprężonego powietrza jest w danym przypadku słabe (3 atm).

Uprawnienia rządowe

Urząd Wojewódzki Białostocki podaje do publicznej wiadomości:

o otrzymaniu skierowanego do Ministerstwa Przemysłu i Handlu podania Tadeusza Szomczyńskiego o udzielenie uprawnienia rządowego na wytwarzanie i rozdzielanie energii elektrycznej w celu zawodowego jej zbytu na obszarze gromady Milejczyce pow. Bielskiego.

Urząd Wojewódzki Białostocki podaje do publicznej wiadomości:

o otrzymaniu skierowanego do Ministerstwa Przemysłu i Handlu podania Zarządu Miejskiego w Brańsku o udzielenie m. Brańsk uprawnienia rządowego na wytwarzanie i rozdzielanie energii elektrycznej w celu zawodowego jej zbytu na obszarze m. Brańsk pow. Bielskiego.

STOWARZYSZENIE ELEKTRYKÓW POLSKICH

SPRAWA TYTUŁU INŻYNIERA

(Sprawozdanie Komisji Akcji od dn. 15.I do dnia 30.III.1938 r.).

Komisja Akcji została powołana w dn. 13 stycznia 1938 r. w Warszawie na Nadzwyczajnym Zjeździe Delegatów N. O. I.

W skład Komisji weszli do dnia 14.II.1938 r. członkowie Prezydium N. O. I. i członkowie Komisji wraz z członkami dokooptowanymi.

Skład ten od dnia 14.II.38 r. uległ zmianie i rozszerzeniu do liczby 24 osób. Stowarzyszenie Elektryków Polskich w Komisji tej reprezentowane było przez kol. J. Podoskiego, St. Wachowskiego i St. Wóycickiego.

Komisja Akcji odbyła 15 posiedzeń, nie licząc podkomisji.

Komisja Akcji uważając, że w sprawie projektu ustawy o tytule inżyniera i inżyniera dyplomowanego powinny zająć zdecydowane stanowisko przede wszystkim Senat Akademickie jako czynniki nadające ten tytuł, zwróciła się do pp. Rektorów i Dziekanów Politechnik, Akademii Górniczej i S. G. G. W. z wnioskiem o powzięciu ponownie negatywnej opinii w tej tak istotnej sprawie dotyczącej ogółu inżynierów. Oprócz tego nawiązano ścisłą współpracę z Kołami Naukowymi Politechnik i Zrzeszeniami Asystentów akademickich uczelni technicznych. W ciągu całego okresu sprawozdawczego utrzymywano kontakt z całym szeregiem pp. posłów z Komisji Oświatowej i z poza niej. Rozesłano wszystkim inżynierom z organizacji współpracujących skład Komii

si Oświatowej Sejmu z prośbą o oświetlenie we właściwy sposób całości zagadnienia.

Komisja Akcji uzyskała audiencję u w.-marszałka Sejmu Podoskiego i następnie u w.-marszałka Sejmu Schaetzla, na których przedstawiła postulaty świata inżynierskiego. Przeprowadzono bardzo silną akcję prasową przeciw projektowi ustawy przez publikowanie artykułów w całym szeregu pism codziennych i periodycznych (wszystkie wycinki z gazet są zebrane w aktach K. A.). W dniu 25 stycznia r. b. urządzono w Stow. Techników Polskich w Warszawie Informacyjną Konferencję Prasową.

Opracowano materiały informacyjne dla pp. posłów i rozdano je w odbitce członkom Komisji Oświatowej Sejmu. Oprócz tego tekst ten po poprawieniu i uzupełnieniu został ogłoszony drugim pod tytułem „O naukowy tytuł inżyniera”. Publikacja ta, zawierająca m. in. projekt ustawy o szkolnych stopniach technicznych, opracowany przez K. A., oraz przegląd prasy, rozesłana została w ilościach 500 sztuk I wyd. i 1500 sztuk II wyd. do pp. Posłów, Senatorów, Ministrów, Dyrektorów Dep., Organizacji inżynierskich i do innych osób zainteresowanych tą sprawą. Jako ostatnie i najsilniejsze posunięcie Komisja wystosowała list otwarty do Pana Ministra W. R. i O. P. dnia 9.III.38 r., opublikowany w prasie codziennej (wycinki i pisma dotyczące listu są w aktach K. A.).

W dniu 10 marca odbyło się posiedzenie Podkomisji Oświatowej Sejmu R. P. z udziałem rzeczoznawców zaproszonych przez Marsz. Sejmu. Naczelna Organizacja

Inżynierów reprezentowana była oficjalnie przez prof. inż. Skoczylasa, poza tym stanowisko zgodne z poglądem Komisji Akcji zajęli pp. rzeczoznawcy rekt. Zawadzki, prof. Nadolski, inż. Kolasinski, inż. Rogowicz i inż. Milewski. Komisja przeprowadziła cały szereg rozmów z przedstawicielami Komitetu Zjazdu Wawelberczyków, które w końcu doprowadziły do uzgodnienia stanowiska, o czym został zawiadomiony w dniu 21.III. r. b. Przewodniczący Podkomisji Oświatowej. Uzgodnienie zostało ustalone na zasadach następujących:

- 1) Szkoła im. Wawelberga będzie zlikwidowana do dnia 1.IX. r. b.,
- 2) nadal istnieć będzie tylko jeden tytuł naukowy inżyniera,
- 3) sprzecywano możliwości uzyskiwania tytułu inżyniera bez studiów akademickich przez opracowanie zmiany art. 7 Ustawy z dnia 21.IX.22 r.

Pismo do Sejmu z dn. 21.III.38, zawierające treść porozumienia (patrz niżej) zostało wydrukowane w 500 egzemplarzach i rozesłane wszystkim Panom Posłom i Organizacjom inż. oraz delegatom N. O. I. na Zjazd w dn. 2.IV. r. b.

Podkomisja Sejmowa przyjęła do wiadomości to uzgodnienie i w dniu 24.III. r. b. uznała projekt rządowy za nieaktualny, postanawiając jedynie w Ustawie z dnia 21.IX.22 r. spowodować szersze ujęcie art. 7.

Treść pisma do Sejmu:

Warszawa, dnia 21 marca 1938 roku.

DO

WYSOKIEGO SEJMU RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ W WARSZAWIE

Niniejszym uprzejmie komunikujemy, że pomiędzy inżynierami, reprezentowanymi przez Komisję Akcji przy Naczelnej Organizacji Inżynierów R. P. oraz Komitetem Wykonawczym Zjazdu Wawelberczyków nastąpiło uzgodnienie stanowiska w sprawie ustawy o tytule inżyniera, którego podstawowym warunkiem jest przyjęcie następujących zasad:

- 1) powinien istnieć jeden tytuł inżyniera w rozumieniu obowiązujących ustaw, nadawany wyłącznie przez Rady Wydziałowe szkół akademickich,
- 2) istniejące w chwili obecnej nieakademickie wyższe szkoły techniczne, a mianowicie: im. H. Wawelberga i S. Rotwanda w Warszawie oraz Państwowa Wyższa Szkoła Budowy Maszyn i Elektrotechniki w Poznaniu zostaną do dnia 1 września 1938 roku zlikwidowane, a na ich miejsce zorganizowane będą akademickie szkoły techniczne, np. w Katowicach, w Krakowie lub Poznaniu, albo Wydziały Techniczne przy istniejących Politechnikach.

W konsekwencji winna ulec również zmianie treść odpowiednich paragrafów ustawy o ustroju szkolnictwa z roku 1932 przez skreślenie w odniesieniu do szkół technicznych typu wyższych szkół nieakademickich (art. 51 i 52 ustawy z dnia 11 marca 1932 roku o ustroju szkolnictwa Dz. U. R. P. Nr 38 poz. 389).

Sprawę przepisów przejściowych dla obecnych słuchaczy Wyższej Szkoły nieakademickiej im. H. Wawelberga i S. Rotwanda, którzy wstąpili po dniu 31 sierpnia 1937 roku, ustali rozporządzenie Pana Ministra W. R. i O. P.

Tytuł inżyniera normuje ustawa z dnia 21 września 1922 roku w przedmiocie tytułu inżyniera (Dz. U. R. P. Nr 90, poz. 823), zmieniona ustawą o szkołach akademickich z dnia 15 marca 1933 roku (Dz. U. R. P. Nr 29, poz. 247). Ustawa ta pozostaje nadal aktualna, a jedynie artykuł 7 ustawy z dnia 21 września 1922 roku, normujący nadawanie tytułu inżyniera osobom, które nie odbyły akademickich studiów, winien ulec zmianie w sposób, który poniżej proponujemy.

PROJEKT ZMIANY ARTYKUŁU 7 USTAWY

z dnia 21 września 1922 r.

Rady Wydziałów Technicznych polskich szkół akademickich nadają tytuł inżyniera osobom, posiadającym obywatelstwo polskie, które:

1) ukończyły przed dniem 31 grudnia 1922 roku:

- a) Szkołę Mechaniczno-Techniczną im. H. Wawelberga i S. Rotwanda w Warszawie, lub
- b) b. Kurs Geometrów w Politechnice Lwowskiej, lub
- c) Wyższą Szkołę Lasową we Lwowie, lub
- d) Wyższą Szkołę Przemysłową w Krakowie, lub
- e) Wyższą Szkołę Przemysłową w Bielsku Śląskim i które ponadto wykazały się co najmniej 10-letnią praktyką odbytą po ukończeniu studiów w dziedzinie technicznej, z wyjątkiem osób, wymienionych w punkcie a), które winny wykazać się 5-letnią praktyką.

Wymienione w niniejszym punkcie osoby winny złożyć odpowiednie zgłoszenie i dowody do Rady Wydziałowej właściwej dla kierunku odbytych studiów w terminie nie dłuższym, niż 2 lata od daty wejścia w życie niniejszej ustawy,

2) ukończyły po dniu 31 grudnia 1922 roku aż do chwili zlikwidowania: Państwową Wyższą Szkołę Budowy Maszyn i Elektrotechniki im. H. Wawelberga i S. Rotwanda w Warszawie (bądź dawną Państwową Szkołę Budowy Maszyn i Elektrotechniki im. H. Wawelberga i S. Rotwanda w Warszawie), lub Państwową Wyższą Szkołę Budowy Maszyn i Elektrotechniki w Poznaniu (bądź dawną Państwową Szkołę Budowy Maszyn i Elektrotechniki w Poznaniu), lecz po dniu 31 grudnia 1927 roku, i które ponadto:

- a) wykazały się co najmniej 5-letnią pracą techniczną, odbytą po ukończeniu studiów w dziedzinie technicznej,
- b) przedstawią pracę dyplomową, związaną z wykonywaną pracą zawodową, opracowaną przez kandydata na temat wyznaczony przez właściwą Radę Wydziałową, przy czym Rada Wydziałowa ma prawo zamiast wyznaczenia tematu uznać za pracę dyplomową przedstawione przez kandydata prace, wykonane w czasie jego pracy zawodowej,
- c) uzasadnią przed Komisją Egzaminacyjną właściwej Rady Wydziałowej szkoły akademickiej dostateczne opanowanie przedmiotu, stanowiącego treść przedstawionej pracy dyplomowej,

3) ukończyły co najmniej 3-letnią szkołę zawodową techniczną, rolniczą, ogrodniczą lub leśną, do której warunkiem przyjęcia było ukończenie 4-ch klas gimnazjów nowego typu lub 6-ciu klas szkoły średniej ogólnie-kształcącej dawnego ustroju i które ponadto:

- a) wykazały się należyłą działalnością w zawodzie technicznym,
- b) wykazały się co najmniej 10-letnią praktyką zawodową na polu technicznym, odbytą po ukończeniu szkoły i przedstawiały z niej zadowalające sprawozdanie właściwej Radzie Wydziałowej,
- c) przedstawią pracę dyplomową na temat wyznaczony przez właściwą Radę Wydziałową oraz
- d) złożą egzamin w zakresie swej specjalności, mający na celu wykazanie umiejętności rozwiązywania zagadnień technicznych na poziomie wymaganym od absolwentów odpowiednich szkół akademickich.

W celu ujednostajnienia procedury postępowania oraz objęcia wszelkich życiowych przypadków uważamy za konieczne uzupełnienie ustawy z 1922 roku przez dodanie paragrafu 7a oraz 7b o treści:

Artykuł 7a

Minister Wyznań Religijnych i Oświecenia Publicznego ustala regulamin egzaminu przewidzianego w art. 7 na podstawie wniosku powołanej przez siebie Komisji, złożonej z delegatów Senatów wszystkich szkół akademickich, których Rady Wydziałowe nadają tytuł inżyniera.

Regulamin ten zawierać winien postanowienia porządkowe w sprawie składania sprawozdań i dokumentów, ujętych w art. 7 oraz postanowienia o egzaminie poprawczym I i II, które winny być składane przed Komisją, wyłonioną do tego celu przez właściwą Radę Wydziałową, przy czym II-gi egzamin poprawczy może się odbyć tylko za specjalnym zezwoleniem Ministra W. R. i O. P.

Artykuł 7b

Rady Wydziałowe szkół akademickich mogą nadać z własnej inicjatywy tytuł inżyniera osobom, wymienionym w punkcie 1, 2 i 3 art. 7, które mogą wykazać się 6-letnią praktyką zawodową oraz wyróżniły się wybitną działalnością w swej specjalności technicznej.

Mamy przekonanie, że stanowisko powyższe, będące wyrazem zgodnej opinii inżynierów oraz wychowanków Szkoły im. H. Wawelberga i S. Rotwanda, zostanie w całości przyjęte przez Wysoki Sejm Rzeczypospolitej i dlatego pozwoliliśmy sobie podać powyżej w formie całkowicie zakończonej brzmienie nowego artykułu 7 oraz artykułów 7a i 7b do ustawy z dnia 21 września 1922 roku. Natomiast w sprawie ustawy, realizującej likwidację wyższych szkół technicznych typu nieakademickiego, pozwoliliśmy sobie ograniczyć się do sformułowania samej zasady.

Poza tym nadmieniamy, że ustawa w przedmiocie tytułu inżyniera przewidywać powinna nie tylko zakaz nieprawego używania tytułu inżyniera, lecz również i sankcje karne, jakim podlegają osoby, które tytułu tego nieprawnie używają.

W imieniu:

Komisji Akcji przy Naczelnej Organizacji Inżynierów
Rzeczypospolitej Polskiej

Przewodniczący Komisji Akcji

Wiceprezes Naczelnej Organizacji Inżynierów R. P.

(—) *Inż. Marian Kraheński*

Członek Komisji Akcji i Wiceprezes Oddziału
Warszawskiego Stowarzyszenia Elektryków Polskich
(—) *Dr. Inż. Stanisław Wachowski*

Komitetu Wykonawczego Zjazdu Wawelberczyków
Przewodniczący Komitetu
(—) *Bolesław Sikorski płk. s. s.*

Wiceprzewodniczący Komitetu i Przewodniczący
Koła Wawelberczyków
(—) *Wacław Czajkowski*

PROJEKT USTAWY O ZORGANIZOWANIU INŻYNIERÓW.

W uzupełnieniu notatek informacyjnych podanych w „P. E.” Nr 4 (str. 108) i Nr 5 (str. 131) w sprawie projektu ustawy o zorganizowaniu inżynierów i o pracach specjalnej Komisji Międzystowarzyszeniowej w tej sprawie, podajemy dalsze informacje.

Komisja Międzystowarzyszeniowa do spraw ustawy o zorganizowaniu inżynierów doszła do następujących wniosków:

Z przedłożonego projektu rządowego ustawy o zorganizowaniu inżynierów i z wyjaśnień, udzielonych na plenum Komisji przez przedstawicieli wojska wynika, że celem projektu ustawy miało być:

a) utworzenie ciała, reprezentującego wszystkich inżynierów w Polsce i dającego dostateczne gawarancje przy współpracy z wojskiem co do lojalności i fachowości,

b) rejestracja ilościowa i jakościowa inżynierów,

c) prowadzenie prac zleconych przez wojsko,

d) wskazanie osób, posiadających kwalifikacje do wykonywania określonych zadań.

Dla osiągnięcia tych celów projekt rządowy zamierzał zlikwidować istniejące organizacje i na ich gruzach budować nowe, skupiające wszystkich inżynierów przymusowo bez względu na ich narodowość i kwalifikacje.

Komisja międzystowarzyszeniowa wyszła z założenia, że:

1) przekreślanie tradycji i dorobku istniejących organizacji inżynierskich uniemożliwi na dłuższy okres czasu ogółowi inżynierów zespołową pracę nad zagadnieniami, pokrywającymi się z celami omawianego projektu rządowego, a umieszczonymi na czele zadań powyższych organizacji i wprowadzanymi przez nie nieustannie w życie;

2) wprowadzenie przymusu należenia do organizacji zniechęci ogół inżynierów do aktywnej pracy zespołowej a jednocześnie wprowadzi do stowarzyszeń elementy państwowe i moralnie niepewne.

3) ustalenie schematu statutowego organizacji inżynierskich utrudni ich ewolucję organizacyjną, tak ważną z punktu widzenia społecznego i grozi ich zbiurokratyzowaniem.

Z tych względów Komisja postanowiła:

1) przeciwstawić się całości projektu rządowego;

2) istniejące organizacje inżynierskie pozostawić w stanie dotychczasowym;

3) przyspieszyć prace nad konsolidacją świata inżynierskiego w ramach N. O. I. tak, aby w czasie najbliższym N. O. I. stało się pełną reprezentacją inżynierów polskich;

4) dla spełnienia zadań, zakreślonych przez wojsko zaproponować powołanie Rady Technicznej o składzie mianowanym lub zatwierdzanym przez Rząd z listy przedkładanej przez N. O. I. Projekt ustawy w tej sprawie został przez Komisję opracowany.

Prace konsolidacyjne zmierzać winny do złączenia z N. O. I. wszystkich organizacji technicznych, gromadzących w poważnej części inżynierów Polaków, a nie będących członkami N. O. I., a więc w pierwszym rzędzie: Stowarzyszenia Techników w Warszawie, Stowarzyszenia Architektów R. P., Stowarzyszenia Elektryków Polskich i Krakowskiego Towarzystwa Technicznego.

Stworzone być winny warunki, w których organizacje powyższe w obecnym swym składzie, po wprowadzeniu poprawek statutowych, że na przyszłość przyjmować na członków będą jedynie inżynierów Polaków, mogły być przyjęte na członków N. O. I.

W związku z powyższym Komisja złożyła pod adresem Rady Głównej N. O. I. dezyderat o postawienie na porządku dziennym najbliższego Zjazdu Delegatów N. O. I. wniosku o zmianę statutu, któraby umożliwiała przyjmowanie na członków organizacji technicznych:

1) stawiających jako swe naczelne zadanie pracę na polu technicznym w związku z wykonywaniem zawodu inżyniera;

2) posiadających conajmniej 75% członków inżynierów i mających w statucie swym zastrzeżenie, że na członków przyjmowane być mogą w zasadzie jedynie osoby narod. polskiej, inżynierowie względnie posiadający równorzędne tytuły szkół akademickich i pracujący na polu technicznym,

3) w których ilość członków zbiorowych nie przekracza 10% ogólnej liczby członków inżynierów.

Komisja jest przekonana, że konsolidacja świata inżynierskiego polskiego na powyższych zasadach jest realna i bliska, a przy równoczesnym stworzeniu Rady Technicznej umożliwi nieporównanie owocniejsze wykonywanie prac dotyczących obronności i rozwoju przemysłowego kraju, niż ustawa według projektu rządowego

ODDZIAŁ BYDGOSKI S.E.P.**Protokół**

z Walnego Zebrania Oddziału odbytego
dnia 10 marca 1938 r.

Walne zebranie odbyło się w sali Stowarzyszenia Techników w Bydgoszczy, przy ul. Gimnazjalnej. Zgaili je prezes Oddziału kol. Kędziera, oddając przewodnictwo zgodnie z wyborem kol. Lechowskiemu. Sekretarzem kol. Jankowski.

Protokół z ostatniego Walnego Zebrania przyjęto bez poprawek, po czym kol. Kędziera wygłosił sprawozdanie z rocznej pracy. Zorganizowano dwa odczyty:

prof. Politechn. Lwowskiej inż. G. Sokolnickiego na temat bieżących zagadnień elektryfikacji Polski,

kol. inż. Bładowskiego — o organizacji obrony przeciwgazowej elektrowni niemieckich.

Ponadto załatwiono normalne sprawy bieżące i rozpatrywano sprawę dziesięciolecia istnienia Oddziału Bydgoskiego.

W dyskusji nad sprawozdaniem Zarządu zabrał m. in. głos kol. Ciszewski w sprawie zorganizowania większej ilości odczytów czy pogadanek technicznych. W razie braku prelegentów miejscowych proponuje specjalnie sprowadzić do Bydgoszczy prelegentów z ciekawszymi odczytami. Proponuje wstawić w preliminarz budżetowy odpowiednią kwotę na ten cel.

W imieniu zebranych kolegów przewodniczący Zebrania dziękuje ustępującemu Zarządowi, szczególnie zaś dziękuje kol. Malendzie za 10-letnie sumienne pełnienie obowiązków skarbnika.

Z kolei sprawozdanie w imieniu Komisji Rewizyjnej zdaje kol. Ciszewski, wnosząc o udzielenie absolutorium dla ustępującego Zarządu. Wniosek ten został jednomyślnie przyjęty.

Następnie Zebranie przyjęło przedłożony na 1938 r. preliminarz budżetowy z poprawką o wstawienie pewnej kwoty na odczyty prelegentów z poza Bydgoszczy.

W sprawie utworzenia sekcji elektryfikacyjnej przy oddziale bydgoskim zabrał głos kol. Tymowski, zaznaczając, że inicjatywa zajęcia się sprawami elektryfikacyjnymi przez SEP wyszła swego czasu z Bydgoszczy. Niektóre oddziały utworzyły sekcje elektryfikacyjne, będące ważnym czynnikiem przy przeprowadzeniu elektryfikacji swego okręgu. Kol. Tymowski prosi przyszły Zarząd, ażeby sekcja elektryfikacyjna utworzona została przez kolegów, którzy sprawami tymi najbardziej się zajmują.

W następnym punkcie porządku poruszono sprawę ustawy o organizacji inżynierów. Po krótkiej dyskusji postanowiono dla wyczerpującego omówienia sprawy zwołać zebranie ogólne, najlepiej wspólnie z Stowarzyszeniem Techników, które to Stowarzyszenie jest w równym stopniu zainteresowane w tej sprawie. Na tym zebraniu specjalnym można będzie jeszcze powziąć rezolucję na ten temat.

Z kolei przystąpiono do wyboru Zarządu. Kol. Lechowski podaje wniosek, ażeby dotychczasowy Zarząd sprawował funkcje swe dalej. Wniosek ten został przez aklamację przyjęty. Dotychczasowy skarbnik kol. Malenda zaznacza, że mimo najszczerzych chęci w przyszłym zarządzie uczestniczyć nie może, gdyż, wkrótce opuszcza Bydgoszcz. Wobec tego skarbnikiem został wybrany kol. Średziński. Do Zarządu wszedł jako referent odczytowy — wybrany przez aklamację kol. Dziurzyński. Ogólny wynik wyborów jest zatem następujący:

prezes — kol. J. Kędziera, w.-prezes — kol. I. Pietzonka, sekretarz — kol. S. Jankowski, skarbnik — kol. L. Średziński, ref. odczytowy — kol. S. Dziurzyński.

W skład Komisji Rewizyjnej, który został niezmienny, wchodzi kol. Ciszewski, Siemieradzki i Obtulowicz.

Propozycja Zarządu, ażeby opodatkować się na rzecz przepisów SEP nie spotkała się z przychylnym przyjęciem. Odezwało się szereg kolegów, krytycznie oceniających zarówno niektóre metody pracy komisji przepisowej, jako też celowość kolejności wydawania niektórych przepisów (opracowano przepisy na prostowniki rtęciowe, których się w Polsce nie wyrabia*), brak przepisów na słupy).

Na tym posiedzenie zamknięto.

KALENDARZYK ZJAZDÓW W R. 1938.

28 — 31 maja **XX Jubileuszowy Zjazd Elektrotechnicznego Związku Czechosłowackiego (EŠČ) — Praha.**

21—24 czerwca — **Międzynarodowy Kongres Inżynierski — Glasgow, (Szkocja), z okazji odbywającej się w Glasgow w okresie od maja do października Wystawy Imperium Brytyjskiego.**

22—30 czerwca — **Plenarne zebranie Międzynarodowej Komisji Elektrotechnicznej (CEI) — Londyn — Torquay (Anglia).**

25—29 lipca — **Międzynarodowy Kongres Nauczania Technicznego — Berlin.**

26—30 lipca — **X Walne Zgromadzenie Stowarzyszenia Elektryków Polskich na Bałtyku — Gdynia — Stockholm.**

25 sierpnia — 2 września — **Międzynarodowa Konferencja Energetyczna — Wiedeń.**

Bliższych informacji o tych zjazdach, a mianowicie ich programie, warunkach i kosztach udziału i t. p. udziela Biuro Stowarzyszenia Elektryków Polskich, Warszawa, Królewska 15, tel. 553-60.

ODDZIAŁ WARSZAWSKI.**PROGRAM ODCZYTÓW NA MAJ.****10 maja:**

Dr inż. Herbert Melan (Niemcy) oraz inż. Jan Gryff-Chamski. „**Najnowsze kierunki w budownictwie turbin parowych**“.

17 maja:

Inż. Walenty Kopczyński — „**Konstruktor wobec uszkodzeń wielkich maszyn lub urządzeń**“.

24 maja:

Inż. Czesław Bełkowski — „**Sprawozdawczość i statystyka zakładów przemysłowych**“ (Odczyt zorganizowany staraniem Sekcji Przemysłowej S.E.P.).

31 maja:

Inż. Witold Chitruk — „**Metale i stopy metali magnetyczne i antymagnetyczne**“ (Odczyt zorganizowany staraniem Sekcji Przemysłowej SEP).

Uwaga: Odczyty z dn. 10 i 17 maja odbędą się w lokalu Stowarzyszenia Techników Polskich — Czackiego 3/5 (sala Średnia). Odczyty z dn. 24 i 31 maja odbędą się w lokalu SEP, Królewska 15.

*) Wyjaśnienie Sekretariatu Gen. SEP: Opracowany był projekt przepisów na prostowniki wyłącznie dla celów Międzynarodowej Komisji Elektrotechnicznej. Projekt ten nie był przeznaczony dla użytku w Polsce. Praca ta wynikała z programu współpracy SEP z M.K.E.

PAŃSTWOWE PRZEPISY TECHNICZNE NA NAWIEWIETRZNE LINIE ELEKTRYCZNE PRĄDU SILNEGO**)

(nowelizacja).

I. WSTĘP.

§ 1. Zakres ważności.

Przepisy niniejsze dotyczą wszelkich linii napowietrznych prądu silnego o napięciu liniowym (§ 2) większym od 100 V oprócz linii niskiego napięcia o rozpiętościach mniejszych niż 20 m.

Przepisy niniejsze nie dotyczą się linii, złożonych z przewodów ślizgowych (np. przewodów jezdnych do kolei elektrycznych i tramwajów).

Przepisom niniejszym podlegają zarówno przewody gołe, w odzieży włóknistej i izolowane. Przewody prądu siabego (do sygnalizacji, telefonów i telegrafów) podlegają tym przepisom tylko wówczas, gdy są zawieszane na wspólnych słupach z przewodami prądów silnych.

W linii prądu silnego niskiego napięcia, w której większość przeset ma rozpiętość ponad 20 m, przepisom niniejszym podlegają wszystkie przęta linii, chociażby były krótsze od 20 m. Przęta przylączy (np. przylączy domowych) podlegają niniejszym przepisom, gdy są dłuższe niż 20 m.

§ 2. Określenia.

1. *Napowietrzna linia elektryczna* — jest to urządzenie służące do przesyłania energii elektrycznej, składające się z przewodów napowietrznych i konstrukcji wsporczych. Napowietrzne linie elektryczne mogą być jedno- i wielotorowe.

2. *Przewody napowietrzne* są to wszelkie druty i linki metalowe, gołe lub izolowane, zawieszane na konstrukcjach wspor-

*) Uwagi do niniejszego projektu należy nadsyłać w terminie do dnia 1 września 1938 r. p. a.: Stowarzyszenie Elektryków Polskich — Warszawa 1, Królewska 15.

**) Opracowane przez Komisję XI Linii Napowietrznych S. E. P. W pracach brali udział pp.: Boj M., Bury St., Dekanski S., Dreszer I. (referent), Gieszczykiewicz St., Glancier B., Grabowski Z., Kobosko E., Lis B., Maciejowski St., Majer K., Naimski H., Niżycki W., Nowacki P., Paluszyński S., Pawlikowski I., Plewako St., Pożaryski M., Puciata W., Sokolnicki G., Stefko K., Straszewski K., Szumilin W., Tarnowski H., Walloni W., Weigel-Mullert S., Witwiński B., Wierzbowski Z., Wójcickowski I., Zastyrec R., Zieliński E., Zemałtis W.

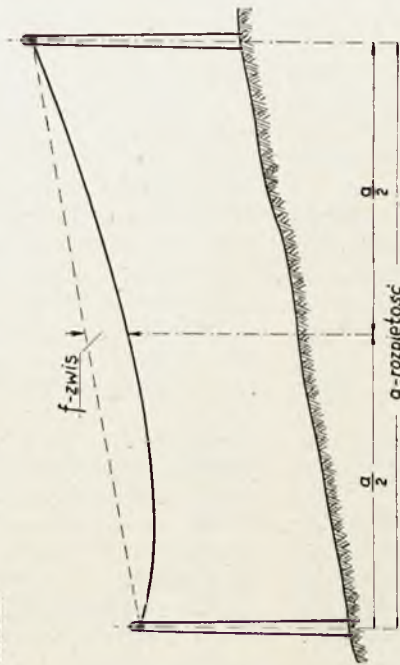
czych, zarówno włączone w obwód prądu, jak niewłączone (np. odcbojowe, odgromowe, odciągowe), zarówno nieuziemiene, jak uziemiene.

3. *Konstrukcje wsporcze* są to konstrukcje służące do zawieszania przewodów, bądź wolnostojące, jak słupy, bądź przymocowane do innych konstrukcji lub budynków, jak np. wysięgniki, stojaki itp.

4. *Tor elektryczny* jest to zespół przewodów, które w danym układzie elektrycznym stanowią zamknięty obwód.

5. *Rozpiętość* jest to odległość a (rys. 1) między punktami zaczeplenia, mierzona po linii poziomej.

6. *Zwis* jest to odległość f (rys. 1) mierzona po linii pionowej między przewodem i środkiem ciężkości, łączącej punkty zaczeplenia.



Rys. 1

7. Szadź jest to osad śnieżny lub lodowy.

W obliczeniach należy przyjmować szadź pokrywającą przewody oraz łańcuchy izolatorów wiszących. Rozróżnia się szadź normalną i podwójną czyli katastrofalną.

8. *Mroz.* W obliczeniach na mroz należy przyjmować temperaturę — 25°.

9. Rozróżnia się *największy zwis* w warunkach normalnych i katastrofalnych (największy zwis normalny i katastrofalny). Największy zwis normalny występuje bądź to:

a) przy temperaturze + 40°, bądź też

b) przy temperaturze — 5° i obciążeniu szadzią normalną. Największy zwis katastrofalny występuje przy temperaturze — 5° i obciążeniu szadzią katastrofalną.

Przy obliczeniu zwisu przewodów zawieszonych na izolatorach wiszących, przyjmuje się dla słupów przelotowych nowe położenie łańcuchów izolatorowych.

10. *Wytrzymałość mechaniczna drutu (przewodu jednodrutowego, lub też drutu, służącego do wyrobu linki) jest:*
- doraźna (w skróceniu „wytrzymałość“): jest to największe naprężenie statyczne rozciągające, przy którym drut nie pęknie w ciągu jednej minuty,
 - długotrwała: jest to największe naprężenie statyczne rozciągające, przy którym drut nie pęknie w ciągu całego roku.
11. *Różni się następujące dopuszczalne naprężenia dla przewodów:*
- normalne (§§ 8 i 11),
 - krańcowe — stosowane przy obliczaniu na warunki specjalne (§§ 8 i 12),
 - z mniejszone — stosowane przy obostrzeniu III. stopnia (załącznik B).
12. *Zastosowane naprężenie w przewodach jest to naprężenie, które zostało przyjęte w konkretnym przypadku do obliczenia linki. Naprężenie dopuszczalne jest granicą, której naprężenie zastosowane nie powinno przekroczyć.*
13. *Naciąg (największy naciąg) jest to siła pozioma, równająca się iloczynowi zastosowanego naprężenia (p. 12) przez przekrój rzeczywisty przewodu.*
14. *Napięcie liniowe. Najwyższe napięcie (względnie wartość skuteczną napięcia dla prądu zmiennego) między dwoma dowolnymi przewodami jednego toru nazywa się napięciem liniowym, np. dla prądu stałego w układzie trójprzewodowym napięcie między skrajnymi przewodami jest liniowym; dla prądu zmiennego w układzie gwiazdowym napięcie skojarzone (międzyprzewodowe) jest liniowym.*
15. *Liniami elektrycznymi niskiego napięcia są:*
- linie dwu- lub wieloprzewodowe, w których napięcie liniowe nie przekracza 250 V,
 - linie wieloprzewodowe, w których napięcie liniowe przekracza wprawdzie 250 V, lecz napięcie między punktem zerowym a dowolnym przewodem nie przekracza 250 V, a punkt zerowy jest uziemiony (np. linia trójfazowa o napięciu liniowym nie przekraczającym 432 V z uziemionym punktem zerowym jest linią niskiego napięcia).
16. *Liniami wysokiego napięcia są:*
- linie dwuprzewodowe, w których napięcie liniowe przekracza 250 V, a linie te nie stanowią części układu wieloprzewodowego, w którym punkt zerowy jest uziemiony,

- linie wieloprzewodowe, w których napięcie przekracza 250 V, a punkt zerowy nie jest uziemiony,
- linie wieloprzewodowe, w których napięcie skuteczne między punktem zerowym a dowolnym przewodem przekracza 250 V, chociażby punkt zerowy był uziemiony.

17. *Stupy pod względem przeznaczenia dzielą się na:*

- proste — ustawione na linii prostej i podlegające po obu stronach jednakowym naciągom; do tej kategorii zaliczają się również słupy, ustawione na załomie linki, gdy kąt odchylenia nie przekracza 5° ,
 - narożne — ustawione na załomie linki, gdy kąt odchylenia przekracza 5° ; do tej kategorii należą również słupy, ustawione na linii prostej, podlegające po obu stronach niejednakowym naciągom, a także słupy rozgałęzione,
 - odporowe — odgrywające rolę punktów stałych w linii,
 - odporowo-narożne — odgrywające rolę słupa odporowego, a zarazem narożnego i
 - krańcowe — stanowiące zakończenie linii napowietrznej.
18. *Stupy pod względem sposobu obliczania dzielą się na:*
- I-kategorii, do których należą wszelkie słupy z izolatorami stojącymi, tudzież słupy drewniane pojedyncze i bramowe z izolatorami wiszącymi,
 - II-kategorii, do których należą słupy z izolatorami wiszącymi, z wyjątkiem pojedynczych słupów drewnianych.
19. *Obciążenie stupa bywa:*
- normalne, występujące w warunkach normalnych, odnoszące się do słupów I i II kategorii (§ 19 p. 5).
 - zwiększone, występujące w razie pęknięcia jednego przewodu nie znajdującego się w osi stupa, odnoszące się tylko do słupów II kategorii (§ 19 i § 20 p. 6).
20. *Dopuszczalne naprężenie dla konstrukcji wsporczych jest:*
- normalne, stosowane przy obliczaniu na warunki normalne (§§ 21 i 31).
 - zwiększone, stosowane przy obliczaniu na wypadek pęknięcia przewodu nie znajdującego się w osi stupa (§§ 21 i 31).

II. PRZEWODY.

§ 3. Własności materiałów stosowanych na przewody gołe.

Własności przewodów gołych z normalnej miedzi twardej i z normalnego glinu podaje tablica I.

Tablica I.

Nazwa materiału	Własności przewodów gołych, wykonanych z normalnej miedzi twardej i normalnego glinu.										
	Przewodność właściwa przy 20° wynosić conajmniej dla 1 m przewodu na 1 mm ² przekroju rzeczywistego drutu z linki	Ciężar właściwy materiału	Wytrzymałość przy zaciężeniu cieplnym materiału	Rozciągliwość mechaniczna materiału	Wytrzymałość materiału			Ciężar właściwy materiału	Współczynnik rozszerzalności cieplnej materiału	Współczynnik przewodności cieplnej materiału	Współczynnik przewodności elektrycznej materiału
					doraźna (jednominutowa)	tolerancja	trwała				
	m/Ωmm ²	g/cm ³	kg/mm ²	mm ² /kg	%	kg/mm ²	mm ² /kg	%	mm ² /kg	mm ² /kg	
normalna miedź twarda	55,0	8,90	17×10^{-6}	77	40	2 dla drutów o \varnothing do 2,8 mm 6 dla drutów o \varnothing do 2,8 mm	34				
normalny glin	32,0	2,70	23×10^{-6}	178	18	2 dla drutów o \varnothing do 3,6 mm 6 dla drutów o \varnothing do 3,6 mm	12				

Przewody mogą być wykonane z miedzi i glinu o innych własnościach niż normalne, a także z brązu, stali, ze stopów („aldrey”, miedziostal itd.) z warunkiem jednak, że materiały te będą uprzednio zbadane przez jedną z Politechnik polskich lub laboratoria inne, uznane przez władze państwowe, przy czym materiały te zostaną uznane za odpowiednie do linii napowietrznych.

Materiały powinny być wytrzymałe na zewnętrzne wpływy atmosferyczne i chemiczne. Glinu i żelaza pocynkowanego nie

należy używać tam, gdzie grożą wpływy od alkali, chloru i siarki. Miedzi niechronionej i żelaza pocynkowanego nie należy używać tam, gdzie grożą wpływy gazów z pieców kokso-wych.

Jako przewody mogą być użyte linki, splecione z różnych materiałów, np. linki stalowo-glinowe.

Przewody stalowe powinny być zabezpieczone od rdzy (np. przez ocynkowanie w ogniu, powleczenie miedzią lub ołowiem).

§ 4. Przewody izolowane.

Przewody izolowane można stosować tylko do budowy linii niskiego napięcia i tylko w postaci przewodu ogumowanego i w odzieży nasyczonej masą odporną na wpływy atmosferyczne (typ DGa, LGa). W zasadzie jednak należy unikać stosowania przewodów izolowanych.

§ 5. Najmniejsze dozwolone przekroje przewodów.

Najmniejszy dozwolony przekrój wynosi dla przewodów z: normalnej miedzi twardej i brązu — 10 mm², normalnego glinu i stopów glinu — 25 mm², stali — 16 mm², a dla przewodów z innych metali taki przekrój, przy którym przewód może w ciągu jednej minuty wytrzymać zawieszony ciężar 380 kg.

Przewody prądów słabych, zawieszane na wspólnych konstrukcjach wsporczych z przewodami prądów silnych, mogą być wykonane z brązu o mniejszym przekroju niż 10 mm² i ze stali o mniejszym przekroju niż 16 mm², byleby wytrzymały w ciągu jednej minuty zawieszony ciężar 380 kg.

W sieciach lokalnych (np. miejskich) niskiego napięcia o rozpiętości do 35 m łącznie, najmniejszy dozwolony przekrój wynosi dla przewodów z:

normalnej miedzi twardej i brązu 6 mm²
normalnego glinu i stopów z glinu 16 „
stali 10 „

a dla przewodów z innych metali oraz siaboprądowych, zawieszonych na wspólnych konstrukcjach, taki przekrój, przy którym przewód może w ciągu 1 minuty wytrzymać zawieszony ciężar 230 kg.

§ 6. Przewody jednodrutowe.

Przewód jednodrutowy (druć) dozwolony jest tylko przy niskim napięciu i przy rozpiętościach do 80 m łącznie.

Druć ze stali dozwolony jest tylko na przewody niskiego napięcia i prądów słabych.

Druć z brązu i stali o przekroju, wytrzymałym w ciągu jednej minuty zawieszony ciężar 380 kg, przeznaczony do prądów słabych, a zawieszony wspólnie z przewodami prądów silnych, może być zastosowany przy rozpiętościach do 120 m łącznie.

Druty z glinu i ze stopów glinu są w ogóle zabronione. Największy dopuszczalny przekrój dla przewodów jednodrutowych wynosi 16 mm².

Wymiary drutu gołego z normalnej miedzi twardej podaje tablica II.

Tablica II.

Drut goły z normalnej miedzi twardej		Średnica mm
nominalny mm ²	rzeczywisty mm ²	
6	5,9	2,75
10	9,9	3,55
17	15,9	4,50

§ 7. Przewody wielodrutowe.

Przewód wielodrutowy (linka) należy stosować we wszystkich przypadkach, poza wyliczonymi w § 6.

Budowa linki miedzianej podana jest w tablicy III.

Tablica III.

Wymiary i budowa linek gołych

Przekrój nominalny mm ²	Przekrój rzeczywisty mm ²	Liczba drutów mm	Średnica drutów mm	Dopuszczalna tolerancja średnicy drutów mm
10	10	7	1,35	± 0,05
16	15,9	7	1,7	± 0,05
25	24,2	7	2,1	± 0,06
35	34	7	2,5	± 0,06
50	{49	7	3	± 0,06
	{48	19	1,8	± 0,05
70	66	19	2,1	± 0,06
95	93	19	2,5	± 0,06
120	117	19	2,8	± 0,06
150	147	37	2,25	± 0,06
185	182	37	2,5	± 0,06
240	{228	37	2,8	± 0,06
	{243	61	2,25	± 0,06
300	299	61	2,5	± 0,06

Skok skreću powinien być od 11 do 14 razy większy od średnicy linki.

§ 8. Dopuszczalne naprężenia dla przewodów.

Dopuszczalne naprężenie normalne przewodów wynosi dla: drutów z normalnej miedzi twardej . . . 12 kg/mm² link z normalnej miedzi twardej . . . 19 kg/mm² linek z normalnego glinu 8 kg/mm²

a przy zastosowaniu innych materiałów wynosi dla: drutów 35% linek 50% wytrzymałości długotrwałej.

Dopuszczalne naprężenie krańcowe wynosi dla: linek z normalnego glinu 12 kg/mm², drutów z normalnej miedzi twardej . . . 12 kg/mm², a przy zastosowaniu innych materiałów, — tyle co wytrzymałość długotrwała.

Wytrzymałość długotrwała, o ile nie jest jeszcze laboratoryjnie zmierzona, może być oszacowana w przybliżeniu na 80% wytrzymałości doraźnej.

Dla przewodów z innych materiałów, zwłaszcza dla linek skręconych z drutów wykonanych z różnych materiałów, należy stosować takie naprężenia, jakie wynikają z badania wytrzymałości długotrwałej przez jedną z Politechnik polskich lub inne laboratoria, uznane przez władze państwowe.

Naprężenie zastosowane może być zawsze mniejsze, a w wielu wypadkach jest celowe, aby było mniejsze od dopuszczalnego.

§ 9. Łączenie przewodów.

Wytrzymałość miejsca łączenia przewodów, wystawionego na siłę nacisku, powinna wynosić przynajmniej 90% wytrzymałości samego przewodu. Wyjątek stanowią przewody jednodrutowe w liniach niskiego napięcia, gdzie wytrzymałość miejsca łączenia może wynosić tylko 80% wytrzymałości samego przewodu. Łączenia przewodów należy dokonać za pośrednictwem złązek, wyjątkowo przy drutach przez skręcanie.

§ 10. Obciążenie dodatkowe.

Przy obliczeniach należy przyjmować, że obciążenie dodatkowe, spowodowane szadzią i wiatrem, jest ciężarem równomiernie rozłożonym i występuje w temperaturze —5°.

Niezależnie od materiału przewodów, obciążenie dodatkowe, wyrażone w gramach na metr bieżący przewodu, wynosi: a) dla rozpiętości do 50 m włącznie, niezależnie od przekroju przewodu:

- 400 — dla miejscowości, położonych na wysokości do 500 m nad poziomem morza,
- 600 — dla miejscowości, położonych na wysokości od 500 do 750 m nad poziomem morza oraz dla miejscowości bagnistych i pojezierzy,
- 800 — dla miejscowości, położonych na wysokości ponad 750 m nad poziomem morza oraz dla wybrzeży morskich;

Tablica IV.

Wielkość obciążenia dodatkowego dla rozpiętości większych od 50 m dla drutów i linek nieizolowanych.			
[rzekrój	Dla miejscowości położonych 500 — i dla miejscowości 700 m nad p. m.	Dla miejscowości położonych 500 — i dla miejscowości 700 m nad p. m.	Dla miejscowości położonych 500 — i dla miejscowości 700 m nad p. m. i dla wyznajdujących się w pobliżu jezior i bagten
	W wypadkach szadzi normaln. katastrof. 500 + 2 q	W wypadkach szadzi normaln. katastrof. 500 + 2 q	W wypadkach szadzi normaln. katastrof. 500 + 2 q
nominalny q_n	mm ²	mm ²	mm ²
10	9,9	520	1 040
16	15,9	532	1 064
25	24,3	549	1 097
35	34,4	569	1 138
50	49,5	599	1 198
70	65,8	632	1 263
95	93,3	687	1 373
120	117,0	734	1 468
150	147,1	794	1 588
185	181,6	868	1 726
240	227,9	956	1 912
240	242,5	985	1 970
300	299,5	1 099	2 198
			gramy/m biezący przewodu
		720	1 540
		782	1 564
		799	1 597
		819	1 638
		849	1 698
		847	1 694
		882	1 763
		937	1 873
		934	1 863
		1 044	2 088
		1 113	2 226
		1 206	2 412
		1 235	2 470
		1 349	2 698
		1 020	2 040
		1 032	2 064
		1 049	2 097
		1 069	2 138
		1 099	2 198
		1 097	2 194
		1 132	2 263
		1 187	2 373
		1 234	2 468
		1 294	2 588
		1 369	2 726
		1 456	2 912
		1 485	3 970
		1 599	3 198

a) przy temperaturze — 25° bez obciążenia dodatkowego i b) przy temperaturze — 5° z obciążeniem dodatkowym.

W warunkach normalnych największy zwis występuje bądź:

a) przy temperaturze + 40°, bądź:

b) przy temperaturze — 5° z obciążeniem dodatkowym.

Przy obliczaniu naprężeń i zwisów przewodów, zawieszonych na łańcuchach izolatorów wiszących, należy przyjąć, że istnieje cisza wiatrowa, a łańcuchy na słupach przelotowych mają położenie pionowe.

Zabrania się uzyskiwać odpowiedni zwis przez zmianę długości skreślenia linki (przez rozkręcanie lub skręcanie linki).

§ 12. Największe naprężenie przewodów w punkcie zawieszenia.

Dla przewodów wielodrutowych (linek) wysokiego napięcia, należy sprawdzić, czy największe wypadkowe naprężenie przewodu w punkcie zawieszenia nie przekracza dopuszczalnego naprężenia krańcowego przy temperaturze — 5° i szadzi katastrofalnej.

b) dla rozpiętości większych od 50 m:

1) w wypadkach szadzi normalnej:

500 + 2q — dla miejscowości, położonych na wysokości do 500 m nad poziomem morza,

750 + 2q — dla miejscowości położonych na wysokości od 500 do 750 m nad poziomem morza oraz dla miejscowości bagnistych i pojezierzy,

1000 + 2q — dla miejscowości położonych na wysokości ponad 750 m nad poziomem morza oraz w wybrzeży morskich,

2) w wypadkach szadzi katastrofalnej obowiązującej powyższy podział, a ciężar szadzi wyraża się tymi samymi wzorami, pomnożonymi przez współczynnik 2, a zatem:

$$1000 + 4q$$

$$1500 + 4q$$

$$2000 + 4q$$

gdzie $q = \frac{\pi d^2}{4}$ przy czym d jest średnicą ze-

wnętrzną przewodu, zależnie od tego czy to jest drut, linka, przewód rurowy względnie przewód izolowany.

Wielkości obciążenia dodatkowego dla przewodów gołych, pełnych podaje tablica IV.

Dla miejscowości, w których powstaje szadź niezwykle obfita, należy bądź powiększyć w obliczeniach wyżej wymienione wartości, bądź też uzyskać należyte bezpieczeństwo przez zastosowanie odpowiednich środków zaradczych, jak np. zmniejszenie naprężenia zastosanego przy równoczesnym powiększeniu się zwisów i odległości między przewodami, — powiększenie przekroju, — powiększenie ilości słupów podporowych — zastosowanie zacisków ślizgowych, poprzeczników ruchomych lub tp.

Dla łańcuchów izolatorów wiszących, niezależnie od typu, należy przyjmować, że obciążenie dodatkowe wynosi w grmach na m. b. łańcucha:

2500 — w przypadkach szadzi normalnej,

5000 — w przypadkach szadzi katastrofalnej.

§ 11. Zwis.

W warunkach normalnych, niepodlegających obostrzeniom III stopnia, przewód powinien być tak naciągnięty, aby naprężenie poziome nie przekraczało dopuszczalnego naprężenia normalnego:

Rozpiętości graniczne dla przewodów z normalnej miedzi i glinu podane są w tablicy V.

Tablica V.

Przekrój nominalny przewodu	Rozpiętości graniczne dla normalnej miedzi twardej i normalnego glinu (punkty zawieszenia na jednym poziomie).					
	Dla miejscowości położonych do 500 m nad poziomem morza		Dla miejscowości położonych 500 — 750 m nad p. m. i dla miejscowości znajdujących się w pobliżu jezior i bagien		Dla miejscowości położonych powyżej 750 m nad p. m. oraz dla wybrzeży morskich	
	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
16	110	—	70	—	50	—
25	180	50	110	40	80	30
35	280	70	180	50	120	40
50	450	100	300	60	200	50
70	700	130	450	80	300	60
95	1010	170	650	110	420	90
120	—	200	—	140	—	110
150	—	250	—	170	—	140
185	—	300	—	210	—	170

Dla rozpiętości większych od podanych w powyższej tabelicy należy przyjąć naprężenie zastosowane odpowiednio mniejsze od dopuszczalnego naprężenia normalnego.

§ 13. Wysokość zawieszenia przewodów.

Wysokość zawieszenia przewodu jest to odległość pionowa między najniższym punktem przewodu, będącym pod napięciem, a powierzchnią ziemi; odległość ta przy największym zwisie (§ 11) powinien wynosić co najmniej:

a) dla przewodów niskiego napięcia o ile na wspólnych konstrukcjach wsporczych nie ma przewodów wysokiego napięcia:

- 400 cm — dla przewodów izolowanych,
- 500 cm — dla przewodów gołych,

b) dla przewodów wysokiego napięcia do 220 kV oraz dla przewodów prądów słabych i niskiego napięcia, zawieszonych na wspólnych urządzeniach wsporczych z przewodami wysokiego napięcia:

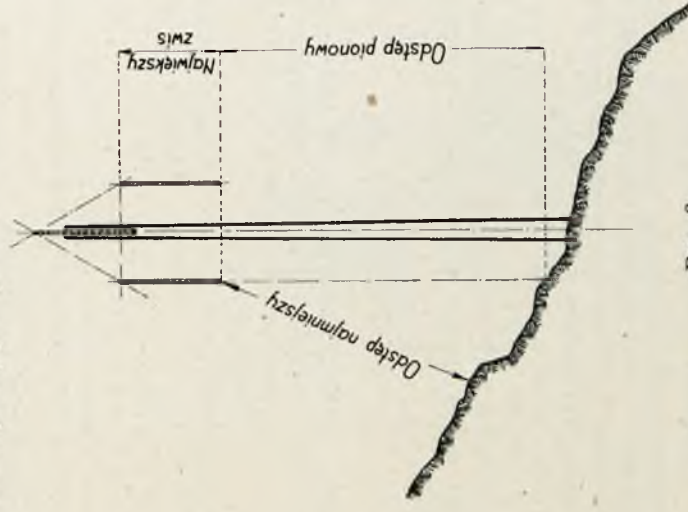
$$500 + 0,7 U - \frac{U^2}{1000} \text{ w warunkach normalnych i}$$

$$450 + 0,7 U - \frac{U^2}{1000} \text{ w wypadku szadzi katastrof,}$$

gdzie U jest napięciem liniowym w kV.

c) odległość pionowa między najniższym punktem przewodu uziemionego, a powierzchnią ziemi powinien wynosić co najmniej 300 cm.

Najmniejsze nie pionowe odległości przewodu od ziemi, wynikające z nierówności terenu mogą być o 10% mniejsze od wyżej wymienionych (rys. 2).



Rys. 2.

Postanowienia tego paragrafu nie dotyczą przewodów zawieszonych nad drogami kołowymi, żelaznymi i wodnymi oraz znajdujących się w ogrodzonych napowietrznych stacjach transformatorowych i rozdzielczych.

§ 14. Odległości między przewodami.

1. Odległość między dwoma przewodami jest to odcinek leżący w płaszczyźnie pionowej, prostopadłej do kierunku linii i łączący środki przekrojów obu przewodów. Najmniejsza dopuszczalna odległość między przewodami powinna być zachowana w najbliższym sąsiedztwie urządzenia wsporczego oraz w miejscu największego zwisu.

2. W sieciach lokalnych niskiego napięcia najmniejsza dopuszczalna odległość między dwoma przewodami lub izolowanymi (niezależnie od materiału przewodu) powinien wynosić co najmniej dla prądu o rozpiętości do 50 m — 40 cm.

dek przekroju przewodu ze środkiem łuku, a przedstawiająca rzut pionowy przewodu jest linią prostą.

Wychylenie środka przewodu pod wpływem parcia wiatru, mierzone poziomo w cm, wynosi:

$$\theta = C \sqrt{f_{-25}} = 2,5 \sqrt{\frac{wd}{G} \cdot \sqrt{f_{-25}}}$$

przy temperaturze — 5°

$$\theta = C \sqrt{f_{-25+sz}} = 2,5 \sqrt{\frac{wd}{G} \cdot \sqrt{f_{-5+sz}}}$$

gdzie: w — parcie wiatru w kg/m^2 (p. § 18 p. b/),

d — średnica zewnętrzna przewodu w mm (p. § 7),

G — ciężar 1 m. b. przewodu w g/m,

f_{-25} — zwis przewodu w cm przy — 25°,

f_{-5+sz} — zwis przewodu w cm przy — 5° i obciążeniu przewodu szadzią normalną.

Przy zastosowaniu izolatorów wiszących, zwisy powyższe należy powiększyć o rzut pionowy łańcucha izolatorowego.

Wartości stałej „C” dla linek z normalnej miedzi twardej i z normalnego glinu podaje tablica VII.

c) Szadź opadająca nagle z przewodu powoduje przeskok przewodu do góry. Przyjmuwać należy, że przewód podskakuje w płaszczyźnie pionowej, przechodzącej przez punkty zaczepienia. Wielkość podskoku w cm wynosi:

$$p = 2 (f_{-5+sz} - f_{-5})$$

gdzie: f_{-5+sz} — zwis przewodu w cm przy — 5° i przy obciążeniu przewodu szadzią normalną,

f_{-5} — zwis przewodu w cm. przy — 5° bez obciążenia szadzią.

Przy zastosowaniu izolatorów wiszących, zwisy powyższe należy powiększyć o rzut pionowy łańcucha izolatorowego.

Sposób wyznaczenia najmniejszej douszczalnej odległości między przewodami (rys. 3). Dla jednego przewodu należy obrócić na płaszczyźnie rysunku punkt „c” przebiecia cięciwą, łączącą punkty zaczepienia przewodu (przy zastosowaniu izolatorów wiszących — punkty przymocowania łańcuchów izolatorowych do konstrukcji wsporczych), płaszczyznę pionową, prostopadłą do kierunku linii, przechodzącej przez punkt największego zwisu.

Punkt ten jest środkiem dwóch łuków I—II i III—IV, leżących w płaszczyźnie rysunku, po których pod wpływem parcia wiatru porusza się środek przekroju przewodu, a mianowicie: łuku I—II zatoczonego promieniem F_{-5+sz} , odnoszącego się

3. Najmniejsza dopuszczalna odległość między przewodami niskiego napięcia przy rozpiętościach ponad 50 m i przewodami wysokiego napięcia do napięć 35.000 V włącznie i rozpiętości 180 m włącznie, może być wyznaczony bądź na podstawie wzoru:

$$b_{cm} = \left[7,5 \sqrt{f_{max}} = \frac{U}{1500} \right] \left[1 + \frac{\cos \beta}{3} \right]$$

gdzie: b — najmniejsza dopuszczalna odległość w cm,

f_{max} — największy zwis w cm,

U — napięcie liniowe w voltach,

β — kąt między linią łączącą punkty zawieszenia dwóch sąsiednich przewodów i linią pionową, bądź też metodą szczegółową, opisaną poniżej.

4. *Metoda szczegółowa wyznaczania odległości między przewodami.* Najmniejsza dopuszczalna odległość między przewodami wysokiego napięcia dla napięć 35000 V włącznie i rozpiętości ponad 1800 m oraz między przewodami wysokiego napięcia dla napięć ponad 35000 V, powinien być wyznaczony metodą szczegółową, uwzględniająca następujące czynniki:

a) napięcie liniowe,

b) parcie wiatru,

c) przeskok przewodu przy nagłym opadnięciu szadzi.

a) Napięcie liniowe U . Ze względu na niebezpieczeństwo przeskoku iskrowego między dwoma przewodami, odległość między przewodami przy najbardziej nawet niekorzystnym wychyleniu się ich pod wpływem sił zewnętrznych, nie powinna być mniejsza od odległości przeskoku iskrowego przewodu o wyższym napięciu.

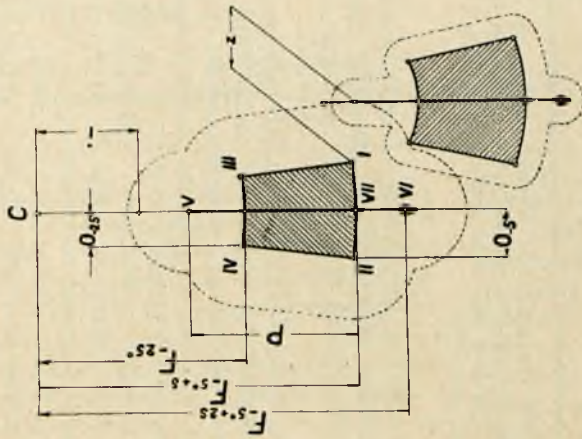
Długość przeskoku iskrowego w cm dla napięć do 220 kV włącznie obliczać należy ze wzoru:

$$U^2 \quad 5 + 0,7 U - \frac{1000}{U}$$

gdzie U — napięcie liniowe w kV (p. § 15).

b) Parcie wiatru, powodujące obustronne wahania się przewodów. W obliczeniach przyjmować należy, że środek przekroju przewodu porusza się pod wpływem parcia wiatru po łuku koła, leżącego w płaszczyźnie pionowej, prostopadłej do kierunku linii. Środek tego koła leży w punkcie przebiecia tej płaszczyzny cięciwą, łączącą punkty zaczepienia przewodów (przy zastosowaniu izolatorów wiszących — punkty przymocowania łańcuchów izolatorowych do konstrukcji wsporczych). Łańcuchy izolatorów wahają się w obie strony o ten sam kąt co i przewód. Linia łącząca śro-

głym opadnięciem szadzi, zaś punkt VI (dla przewodów wysokiego napięcia) lub punkt VII (dla przewodów niskiego napięcia), przedstawiają najniższe położenie środka przekroju przewodu przy szadzi katastrofalnej czy też normalnej. Zakres wahań środka przekroju przewodu w kierunku pionowym ograniczony jest punktami V—VI (przy wysokim napięciu) lub V—VII (przy niskim napięciu).



Rys. 3.

Położenie środka łuków C_2 drugiego przewodu wyznaczyć należy w ten sposób, aby w żadnym wypadku odległość środka przekroju drugiego przewodu od granic pola wiatrowego I, II, III, IV oraz odcinka V, VI, lub V, VI nie była mniejsza od długości przeskoku iskrowego. Dla dwóch przewodów o różnych napięciach, miarodajna jest długość przeskoku iskrowego przewodu o wyższym napięciu.

Położenie środków łuków oraz odległość między nimi wskazuja: — dla pierwszego przewodu, gdzie znajdują się, a dla drugiego przewodu, gdzie powinny znajdować się punkty wsporcze tych przewodów. Sprawdzić jednak jeszcze należy, czy w najbliższym sąsiedztwie konstrukcji wsporzej odległość między dwoma przewodami nie jest mniejsza od długości przeskoku iskrowego. Przy izolatorach wiszących należy przy tym uwzględnić ruchomość łańcuchów pod wpływem sił zewnętrznych (§ 15).

Tablica VII.

Prze- krój nomi- nalny łinki	P a r c i e w i a t r u w					kg/m ³
	100	125	150	175	200	
Liczba drutów	$C = 2 \cdot 5 \sqrt{\frac{w \cdot d}{G}}$					250
mm ²	w — parcie wiatru w kg/m ² d — średnica linki w mm. G — ciężar linki w g/m					
Linka goła z normalnej miedzi twardej						
7	4.12	4.45	4.72	4.97	5.20	5.60
7	3.82	4.11	4.32	4.60	4.82	5.18
7	3.56	3.84	4.07	4.29	4.49	4.83
7	3.35	3.62	3.85	4.05	4.23	4.52
7	3.16	3.40	3.62	3.80	3.98	4.29
19	3.18	3.42	3.63	3.83	4.00	4.31
19	3.02	3.25	3.45	3.64	3.80	4.10
19	2.85	3.06	3.26	3.43	3.58	3.87
19	2.25	2.95	3.14	3.30	3.45	3.92
Linka goła z normalnego glinu.						
7	5.27	5.68	6.05	6.36	6.66	7.16
7	4.97	5.37	5.67	6.00	6.29	6.76
7	4.68	5.04	5.36	5.65	5.90	6.35
19	4.72	5.07	5.41	5.68	5.95	6.40
19	4.48	4.82	5.12	5.40	5.65	6.08
19	4.23	4.55	4.95	5.09	5.32	5.74
19	4.07	4.38	4.65	4.91	5.12	5.51
19	3.92	4.22	4.48	4.72	4.93	5.31
19	3.78	4.07	4.32	4.51	4.77	5.12

do temperatury — 5° i ograniczonego punktami I i II, których odległości od osi pionowej, przechodzącej przez punkt B równają się największemu wychyleniu 0 oraz łuku III—IV zatoczonego promieniem F_{-25} , odnoszącego się do temperatury — 25° i ograniczonego punktami III i IV, których odległości od osi pionowej równają się największemu wychyleniu 0 — 25.

Łącząc parami końce I—III i II—IV obu łuków, otrzymuje się zarys t. zw. pola wiatrowego I, II, III, IV, przy czym zakłada się, że wychylenie środka przekroju przewodu spowodowane parciem wiatru nie przekroczy nigdy granic tego pola.

Punkt V na osi pionowej przedstawia najwyższe położenie środka przekroju przewodu przy podskoku, spowodowanym na-

Tablica VIII.

Napięcie liniowe U	Najmniejsza odległość między częściami będącymi pod napięciem a urządzeniami wsporczymi	
	drewnianymi 3,5 + 0,6 U	z innych materiałów 5 + 0,7 U — 1000
kV	cm	
0,44	3,5	5,3
1	4,1	5,7
3	5,5	7,1
6	7,1	9,2
10	9,5	11,9
15	12,5	15,3
20	15,5	18,6
30	21,5	25,1
45	30,5	34,5
60	39,5	43,4
80	51,5	54,6
100	63,5	65,0
150	—	87,5
200	—	105,0

U w a g a: Tłustymi czcionkami wydrukowane są liczby dotyczące napięć szczególnie zaleconych i zgodnych z rozporządzeniem M. R. P. z dnia 26.V.1930 rok 5 (Dz U. R. P. z dn 18.VII.1930 r Nr. 45, poz. 834).

Przy zastosowaniu łańcuchów izolatorowych powinna być również zachowana odpowiednia odległość między częściami stojącymi pod niepełnym napięciem liniowym a konstrukcjami wsporczymi.

Przy zastosowaniu łańcuchów izolatorów wiszących, podane najmniejsze odległości powinny być zachowane przy największym wychyleniu łańcucha, spowodowanym parciem wiatru. W obliczeniach można przyjąć, że kąt wychylenia łańcucha równa się kątowi wychylenia przewodu.

Odległość między przewodami uziemionymi gołymi lub izolowanymi włączonymi w obwód prądu, a konstrukcją wsporczą powinna wynosić co najmniej 3,5 cm.

Celem uniknięcia ewentualnych zwarcń spowodowanych przez ptaki, można podane wyżej odległości odpowiednio zwiększyć.

5. Odległość między przewodem będącym pod napięciem i przewodem uziemionym lub też przewodem niewiązanym w obwód prądu (np. odbojowym, odciągowym, odciągowym) nie powinna być mniejsza od odległości między dwoma przewodami będącymi pod napięciem i należącymi do tej samej linii.

6. Dowolne odległości można stosować między:

- dwoma przewodami uziemionymi,
- dwoma przewodami niewłączonymi do obwodu prądu,
- dwoma przewodami, będącymi pod napięciem, między którymi niema jednak różnicy napięć i które mogą być tylko równocześnie załączone lub wyłączone.

7. Gdy na tych samych konstrukcjach wsporczych zawieszają się przewody o różnych zwisach, to korzystne jest jeśli przewód o większym zwisie znajduje się poniżej przewodu o mniejszym zwisie.

§ 15. Odległości między częściami będącymi pod napięciem a konstrukcją wsporczą.

Najmniejsza odległość między częściami będącymi pod napięciem i konstrukcją wsporczą powinna wynosić:

- dla przewodów niskiego napięcia (§ 2 p. 15):
dla konstrukcji wsporczej drewnianej — 3,5 cm,
dla konstrukcji wsporczej z innych materiałów — 5,0 cm;
- dla przewodów wysokiego napięcia (§ 2 p. 16):
dla konstrukcji wsporczej drewnianej, dla napięć poniżej 100 kV:

$$3,5 + 0,6 U \text{ cm,}$$

dla konstrukcji wsporczej z innych materiałów, oraz dla drzewa przy napięciach ponad 100 kV i do 220 kV:

$$5,0 + 0,7 U - \frac{U^2}{1000} \text{ cm,}$$

gdzie U oznacza napięcie liniowe w kV.

Dla ułatwienia służy tablica VIII.

Odległość między trzonem izolatora stojącego i dźwiganymi przezeń częściami, będącymi pod pełnym napięciem może być mniejsza od odległości wyżej podanych.

Za części będące pod całkowitym napięciem uważa się: goły przewód będący pod napięciem oraz wszystkie części metalowe, elektrycznie z nim połączone, ponadto główkę, szyjkę i górny kloz izolatora stojącego.

S Z K O L N I C T W O

Szkoły fabryczne niemieckiego wielkiego przemysłu elektrotechnicznego

Wrażenia ze szkół: AEG — w Berlinie
oraz SSW — w Siemensstadcie i Norymberdze *)

Inż. Włodzimierz Kotelewski
Wiceprzewodniczący Sekcji Szkolnictwa
Elektrotechnicznego S. E. P.

Uwagi ogólne

Przy swym różnorodnym zakresie produkcji niemiecki wielki przemysł elektrotechniczny wchłania rok rocznie liczne zastępy wykwalifikowanych robotników; ostatnio—na skutek wybitnej poprawy koniunktury—zapotrzebowanie na fachowców wzrosło niepomiernie. Najbardziej poszukiwani są tacy robotnicy, którzy — obok biegłości w swym fachu — posiadają duże **doświadczenie w zakresie nowoczesnej produkcji przemysłowej** i są dokładnie obeznani z metodami pracy w wielkim przemyśle. Muszą to być fachowcy nie tyle jednostronnie wyszkoleni, ile zdadni do szybkiego nastawienia na dowolną gałąź produkcji przemysłowej w zakresie swej specjalności.

Kilkudziesięcioletnie doświadczenie przemysłu niemieckiego wykazało, że najlepiej przygotować może tego rodzaju materiał ludzki planowo prowadzona szkoła **ściśle związana z produkcją i oparta o nowoczesny zakład przemysłowy**, zasobny w doświadczenie i środki materialne. Jest to t. zw. **szkoła fabryczna** (Werkschule) w połączeniu z warsztatami szkolnymi (Lehrwerkstätte**). Okazało się bowiem, że najlepsi nawet fachowcy, — lecz wyszkoleni wyłącznie pod kątem rzemiosła — nie nadają się w ogóle w wielu wypadkach do wielkiego przemysłu, gdyż nie czynią zadość stawianym przezeń, coraz to nowym wymaganiom.

Przyjrzyjmy się bliżej robotnikom, poszukiwanym dziś przez wielki niemiecki przemysł elektrotechniczny. W miarę ulepszenia środków i udoskonalania metod produkcji rośnie zapotrzebowanie na specjalnie wyszkolonych rzemieślników o wysokich kwalifikacjach zawodowych. Do wykonywania **prototypów**, do stałego udoskonalania wyrobów i metod produkcji, do montowania bardzo skomplikowanych aparatów i maszyn, do wyrobu nowoczesnych narzędzi we wszystkich niezliczonych dziś po prostu ich odmianach, a wreszcie do dozoru nad fabrykacją — potrzebni są **fachowi robotnicy** (Facharbeiter) o **wysokich kwalifikacjach zawodowych**. Są to: ślusarze maszynowi, ślusarze narzędziowi, mechanicy precyzyjni, nawijacze uniwersalni i in. Widzimy, że są to zawody przeważnie o charakterze mechanicznym. W stosunku do nich nowoczesna elektrotechnika i mechanika stawiają daleko idące wymagania pod względem usprawnień i umiejętności fachowych, pewności siebie, precyzji w pracy, roztropności, stałości i przy-

tomności umysłu. Szkolenie tych robotników w szkołach fabrycznych trwa z reguły **4 lata** i o nich przede wszystkim mowa będzie w dalszym ciągu referatu.

Obok tych sił rzemieślniczych o bardzo wysokich kwalifikacjach zawodowych wielki przemysł niemiecki wykazuje coraz większe zapotrzebowanie na t. zw. **robotników przyuczonych** (angelernte Arbeiter), — o znacznie już węższym zakresie specjalizacji. Należą tu robotnicy stanowiący fachową obsługę specjalnych maszyn, nieraz bardzo kosztownych, kapryśnych i skomplikowanych. Są to: tokarze, wiertacze, frezerzy, nawijacze i inn. Ich szkolenie praktyczne odbywa się w **specjalnych działach** warsztatów szkolnych szkół fabrycznych i trwa — zależnie od fachu — od 1 do 2 lat.

Niemiecki przemysł elektrotechniczny prowadzi także w swych warsztatach szkolnych i fabrykach **planowe szkolenie praktykantów wakacyjnych** z technicznych szkół średnich i akademickich oraz praktykantów — inżynierów i handlowców. Szkoły SSW przewidują w swym programie: 1 do 1½-roczną praktykę przed wstąpieniem na Politechnikę; albo znów 1 — 2-letnią praktykę po egzaminie dyplomowym lub też wreszcie 3-letnią praktykę dla inżynierów — przyszłych pedagogów. Uwzględnia się przytem specjalizację w mechanice precyzyjnej, teletechnice, technice prądów silnych oraz w budowie maszyn elektrycznych. Szkoły AEG przewidują dla swych praktykantów - inżynierów jeszcze bardziej zróżniczkowaną specjalizację. Plan szkolenia praktykantów jest w obu T-wach b. szczegółowo opracowany i ustala się dla każdego z kandydatów indywidualnie — w zależności od jego życzeń. Prowadzone są też praktyki wakacyjne dla nauczycieli szkół zawodowych (6 — 8 tygodni).

Do zakresu zorganizowanej działalności szkoleniowej elektrotechnicznego przemysłu niemieckiego należy doksztalcanie i przeszkalanie robotników, przodowników (Vorarbeiter), majstrów i inżynierów. Częste bowiem zmiany w charakterze i metodach produkcji, zwłaszcza związku z przechodzeniem na coraz to nowe surowce (w wyniku 4-letniego planu gospodarczego) wymagają dalekoidącego nieraz doksztalcania i przeszkalania. Wreszcie należy wspomnieć o szkoleniu i przeszkalaniu bezrobotnych wzgl. osób nie znajdujących w dotychczasowym swym fachu znośnych warunków egzystencji. Do tych celów służą osobne działy warsztatów w szkołach fabrycznych.

Uwagi historyczne

Szkoleniem narybku robotniczego interesował się niemiecki przemysł elektrotechniczny niemal od chwili swego powstania. Gdy w roku 1847 Werner v. Siemens założył pierwszy swój warsztat w Berlinie (na ul. Schönbergerstrasse) z załogą, składającą się z 3 osób, nie było w Niemczech ani mechaników precyzyjnych, ani ślusarzy maszynowych, których Siemens potrzebował do re-

*) Odczyt — zorganizowany przez Sekcję Szkolnictwa Elektrotechnicznego Stowarzyszenia Elektryków Polskich wspólnie z Komisją Metodycznego Szkolenia T. W. T. — wygłoszony w dn. 25 kwietnia b. r. w Warszawie.

) W niniejszym referacie pojęcia „szkoła fabryczna“ używać będę także do określenia **całości, a więc właściwej szkoły (Werkschule), w której udzielona jest nauka teoretyczna, wraz z warsztatami szkolnymi. Na ogół, szkoła ta mieści się we wspólnym gmachu z warsztatami szkolnymi.

alizacji i udoskonalania swych wynalazków. To też ci trzej pracownicy mogą być poniekąd uważani za pionierów w tej dziedzinie. W ciągu następnych kilkudziesięciu lat zakłady Siemens'a szybko się rozrastają i w r. 1893 powstają **warsztaty szkolne** przy ówczesnych fabrykach Siemens'a — w Berlinie (na ul. Markgrafenstrasse) i w Charlottenburgu (na ul. Franklinstrasse); w warsztatach tych, wyodrębnionych już z warsztatów fabrycznych, kształciło się wówczas pod kierunkiem majstra ok. 20 — 30 młodocianych. W r. 1897 utworzona zostaje szkoła przy fabryce SSW w Norymberdze. Po ześrodkowaniu wszystkich berlińskich fabryk Siemens'a w Siemensstadtzie utworzono tu w r. 1906 fabryczną szkołę zakładów Siemens & Halske, zaś w r. 1908 zostają otwarte centralne warsztaty szkolne dla mechaniki precyzyjnej. W międzyczasie szkoła uzyskuje pełne prawa miejskich szkół zawodowych.

Z czasem — w związku z rozszerzeniem i pogłębieniem akcji szkoleniowej — stało się konieczne rozszerzenie dotychczasowych szkół, a w wielu wypadkach przeniesienie ich do większych gmachów, bardziej obszernych i lepiej wyposażonych. W wielkich firmach elektrotechnicznych powstają specjalne **wydziały szkolne**, jak: „Abteilung Technische Ausbildung“ T-wa AEG oraz „Technisches Ausbildungswesen“ w zakładach Siemens'a. Wydziały te zajmują się nie tylko wyszkoleniem młodzieży na terenie szkół i warsztatów szkolnych, lecz kierują wyszkoleniem w fabrykach, udzielaniem nauki teoretycznej, szkoleniem praktykantów, inżynierów i handlowców, organizowaniem kursów dokształcających, słowem całością rozległej akcji szkoleniowej, jaką planowo prowadzi obecnie niemiecki przemysł elektrotechniczny.

Jeżeli chodzi o zakłady AEG, to posiadają one obecnie w Berlinie, gdzie znajduje się 10 największych fabryk T-wa, 3 szkoły fabryczne, a mianowicie: w Reinickendorf - Ost (na ul. Holländerstrasse 31—34) (rys. 1), przy fabryce kabli w Oberschöneweide (Kabelwerk Oberspree) oraz przy fabryce lokomotyw w Hennigsdorfie, — wszystkie zorganizowane jednakowo.

Co do zakładów Siemens'a, to w r. 1932 szkoły obu firm — S & H oraz SSW — zostały połączone razem i umieszczone w nowym budynku (rys. 2). Pozatem, jak już wspomnieliśmy, zakłady SSW posiadają szkołę fabryczną w Norymberdze; szkoła ta mieści się w gmachu, który stanowił w swoim czasie pierwszy budynek fabryczny zakładów S. Schuckerta. Wreszcie Siemens &

Halske posiada warsztaty szkolne teletechniczne oraz dla mechaniki precyzyjnej w Monachium i w Wiedniu.

Ponieważ w szkołach fabrycznych AEG i SSW organizacja nauczania — w ogólnych, oczywiście, zarysach — jest podobna, przeto w dalszym ciągu działal-



Rys. 2.

Widok gmachu, w którym mieszczą się warsztaty szkolne oraz szkoła fabryczna SSW i S & H — w Siemensstadtzie.

ność tych szkół omawiać będziemy równolegle. Innego ujęcia tematu nie uważamy zresztą za możliwe — ze względu na ograniczone miejsce.

Przyjmowanie do szkół. Badania wstępne

Warunki przyjęcia do szkoły fabrycznej stanowią: ukończenie 14 rok życia, ukończenie 8-klasowej szkoły powszechnej oraz dodatni wynik badań wstępnych. Jakkolwiek nie ma zasadniczo ograniczeń co do pochodzenia kandydatów, to jednak w szkołach SSW np. pierwszeństwo mają synowie pracowników firmy. Kandydaci do szkoły poddawani są badaniom przydatności do zawodu (Berufseignungsprüfung), — celem stwierdzenia, w jakim stopniu chłopiec nadaje się na fachowego rzemieślnika.

Badania te prowadzone są w poszczególnych szkołach rozmaicie. W szkołach AEG np. kandydaci są dokładnie informowani o własnościach fizycznych i umysłowych, wymaganych w tym lub innym fachu, oraz o usprawieniach koniecznych do jego wykonywania. Duży nacisk kładzie się tu przy badaniach wstępnych na wyobraźnię przestrzenną, inteligencję techniczną, zdolność do skupienia się oraz sposób pracy (jej tempo, dokładność i staranność). Oprócz tego obowiązują normalne badania psychotechniczne w kierunku stwierdzenia zręczności, techniki ruchów, pamięci, wiadomości teoretycznych, szybkość reakcji, ogólnej inteligencji itd.

Szkoła SSW w Norymberdze kładzie bardzo duży nacisk na **ocenę indywidualności** kandydata, jako całości, uważając krótkotrwałe badanie za pomocą zwykłych tekstów za niewystarczające. Badania wstępne dzieli się tu na dwie części. Część pierwsza, która składa się z badania psychotechnicznego oraz egzaminu teoretycznego (sprawdzenie wiadomości nabytych w szkole), bezpowrotnie eliminuje wszystkich tych, którzy pod względem umysłowym nie nadają się do zawodu. Każdy z kandydatów, którzy przeszli zwycięsko przez pierwszą próbę, poddawany jest następnie specjalnemu **dwudniowemu badaniu indywidualnemu**, stanowiącemu



Rys. 1.

Widok warsztatów szkolnych AEG (Berlin - Reinickendorf).

część drugą egzaminów wstępnych. Konieczność takiego badania Szkoła uzasadnia tym, że wg. wieloletniego jej doświadczenia zdolni i zasobni w wiedzę uczniowie bardzo często nie osiągnęli w szkole zadowalających nawet wyników — jedynie — ze względu na niesprzyjający charakter i usposobienie. Na podstawie wykonania przez kandydata serii odpowiednio dobranych ćwiczeń zostaje oceniona jego zręczność w pracy oraz osobiste do niej nastawienie. Pięciu kandydatów poddawani są badaniom jednocześnie przez dwóch doświadczonych pedagogów, którzy przez całe te dwa dni dokładnie przyglądają się każdemu z chłopców, obserwując sposób wykonywania przez nich pracy, i wystawiają następnie odpowiednią ocenę. Długoletnie doświadczenie wykazuje, że ocena ta pokrywa się na ogół prawie — że całkowicie z tym, co wykazuje uczeń w szkole fabrycznej.

Następnie odbywa się szczegółowe badanie lekarskie celem stwierdzenia przydatności kandydata do zawodu pod względem fizycznym. W szkołach AEG obowiązuje poza tym dodatkowo egzamin z ćwiczeń cielesnych, przy czym chodzi m. in. o zbadanie osobistej odwagi kandydata itp.

Szkolenie robotników fachowych.

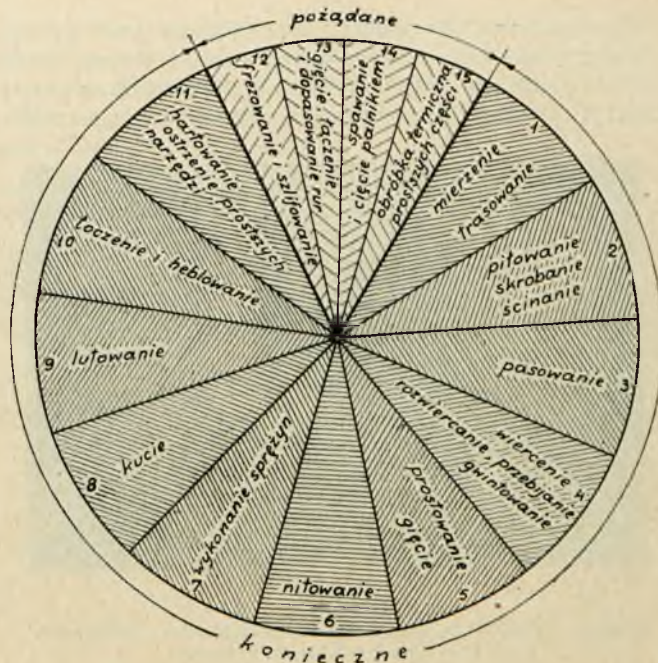
Grupa mechaniczna.

Uwagi ogólne.

Jak już zaznaczyliśmy, główny i najliczniejszy trzon robotników fachowych w przemyśle elektrotechnicznym stanowi grupa mechaniczna. Należą tu: ślusarze maszynowi (Maschinenschlosser), mechanicy precyzyjni (Feinmechaniker), ślusarze narzędziowi (Werkzeugmacher), ślusarze do przyrządów (Apparateschlosser), tokarze (Dreher), nastawiacze automatów (Automateneinrichter), ślusarze do robót blaszanych (Blechschlosser), spawacze i kowale. Dla każdego z tych fachów okres szkolenia trwa 4 pełne lata. Do grupy elektrycznej należą: monterzy-teletechnicy (Fernmeldemonteuere), nawijacze uniwersalni (Universalwickler) oraz instalatorzy. Szkolenie fachowców grupy elektrycznej omówimy osobno.

Wreszcie do robotników fachowych przemysłu elektrotechnicznego z 4-ro letnim okresem szkolenia należą: stolarze, formierze, malarze oraz specjaliści od robót szklarskich (Glassinstrumentenmacher). Ze względu na specjalny charakter ich szkolenia omawiać go nie będziemy.

Zarówno podział grupy mechanicznej na specjalności (fachy), jak i cele oraz wyniki nauczania każdej z nich, a także sposób zdawania egzaminów, są ściśle określone przez przepisy wydane przez Niemiecką Komisję dla Szkolnictwa Technicznego — t. zw. „DATSCH“ (Deutscher Ausschuss für Technisches Schulwesen), co czyni szkolenie fachowych robotników na terenie całej Rzeszy jednolitym. Tak np. przeznaczeniem ślusarza maszynowego wg. „DATSCH’a *) jest przygotowanie i wykańczanie części maszyn i aparatów oraz ich dopasowywanie; montaż, badanie i uruchamianie maszyn i aparatów, a także ich naprawa. Aby sprostać tak poważnym wymaganiom, uczeń w tym fachu winien gruntownie opanować w ciągu 4-ch lat umiejętności, pokazane schematycznie na rys. 3. Podobnie opracowane są przez „DATSCH“ inne fachy grupy mechanicznej, których — dla braku miejsca — omawiać tu nie będziemy.



Rys. 3.

Wykaz umiejętności — koniecznych i pożądanych dla fachu ślusarza maszynowego.

Przebieg wyszkolenia warsztatowego.

Przyjrzyjmy się bliżej przebiegowi wyszkolenia uczniów w grupie mechanicznej. Stosunek nauczania teoretycznego do zajęć warsztatowych na wszystkich kursach tej grupy jest następujący: 1 pełny dzień w tygodniu (8 godzin) — lekcje w klasach szkoły (teoria *) oraz 5 dni zajęć warsztatowych (praktyka). Jak widzimy, wyszkolenie warsztatowe posiada zdecydowaną przewagę nad teoretycznym i dlatego też od niego rozpoczynamy.

Bieg wyszkolenia warsztatowego śledzić będziemy — w ogólnych zarysach — wg. planów nauczania szkoły SSW w Norymberdze, przy czym zaznaczamy, że ewentualne różnice w stosunku do innych szkół zostaną w odpowiednich miejscach uwydatnione. Wyszkolenie warsztatowe składa się tu z dwóch zasadniczych okresów — po 2 lata każdy. W pierwszym okresie — podstawowym **) — uczeń na terenie warsztatów szkolnych opanowuje gruntownie ogólne zasady obróbki metali, jak: piłowanie, toczenie, wiercenie, frezowanie, szlifowanie, kucie, lutowanie, hartowanie, znczenie, pomiary itp. W drugim okresie szkolenia otrzymuje on wyszkolenie już w zakresie swej specjalności, a więc w budowie maszyn, budowie narzędzi, mechanice precyzyjnej, tokarstwie itd. — zależnie od fachu. Pierwszą połowę tego okresu uczeń spędza w warsztatach szkolnych, drugą zaś — w fabryce (w szkole SSW — Siemensstadt — uczeń przebywa w fabryce 2 ostatnie lata; w szkołach AEG — Berlin — 1½ roku w fabryce ***).

Pierwszy okres szkolenia.

W szkołach AEG — Berlin oraz SSW — Siemensstadt pierwsze 1/2 roku tego okresu stanowi t. zw. wyszkolenie podstawowe (Grundlehrgang) — wspólne

*) Niektóre szkoły, jak np. szkoła SSW w Norymberdze, dla uniknięcia przemęczenia ucznia, prowadzą nauczanie w klasie dwa razy tygodniowo — po 4 godziny.

**) Dwuletni ten okres obowiązuje także grupę elektryczną, a więc nawijaczy i instalatorów.

***) Dane te są jedynie orientacyjne; zależą one do pewnego stopnia od fachu itp.

*) Industrie — Facharbeiterprüfungen. Prüfungsauforderungen für Maschinenschlosser, bearbeitet vom Deutschen Ausschuss für Technisches Schulwesen E. V. (Stand v. 1 XII 1936). Verlag v. B. G. Teubner.

i obowiązkowe dla wszystkich bez wyjątku grup (a więc i elektrycznej) oraz fachów. Uczeń pracuje w tym okresie wyłącznie przy imadle (rys. 4) i nie ma żadnej styczności z obrabiarkami, przy czym wykonywane prace no-



Rys. 4.
Zajęcia praktyczne w pierwszym półroczu szkolnym (AEG — Berlin - Reinickendorf).

są charakter szkolny, ćwiczeniowy. Uczeń zapoznaje się z głównymi czynnościami, jak piłowanie, wiercenie, przebijanie, ścinanie itd. itd. Ćwiczenia w zakresie każdej z tych czynności prowadzone są tak długo, aż zostaną osiągnięte wyniki pod każdym względem zadowalające. Po tym okresie następuje we wspomnianych szkołach specjalizacja (podział na fazy), przy czym przy wyborze fachu z grupy mechanicznej decydujący głos ma kierownictwo szkoły. Wraz ze specjalizacją rozpoczynają się w warsztatach prace o charakterze produkcyjnym (rys. 5) — zamiast dotychczasowych — o charakterze ćwiczeniowym.



Rys. 5.
Typowe prace uczniów (ślusarzy maszynowych) w pierwszym i drugim roku szkolnym (AEG).

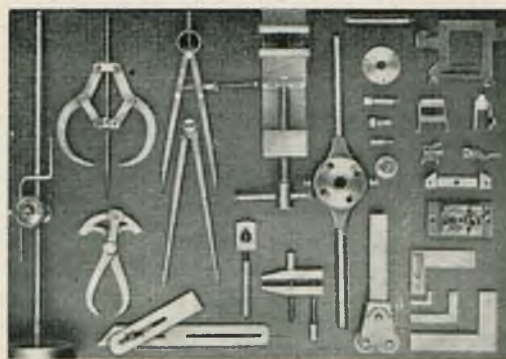
W szkole norymberskiej SSW uczeń spędza cały **pierwszy rok** w t. zw. oddziale początkowym (Anfangs-Abteilung). Tu opanowuje on przede wszystkim piłowanie (początkowo na oko); następnie wykonywa pilnikiem szereg robót, wymagających stale rosnącej dokładności. Przybywa następnie do tego wiercenie, rozwiercanie, przebijanie i ścinanie, a następnie: nacinanie gwintów, wykonywanie sprężyn, toczenie, nitowanie, frezowanie itd. *). Plan nauczania zawiera dalej wykonywanie najpo-

*) Kolejność, w jakiej podane są tu ważniejsze zresztą tylko czynności, nie jest tu bynajmniej przytoczona według jakiegoś ściśle logicznego planu.

spolitych narzędzi, jak ścinaki, wycinanki, śrubokręty skrobaki, punktaki, przebijaki, wiertła, młotki, klucze itd. oraz szereg prac z blachy.

Wszystkie te prace wykonywane są w ścisłej kolejności oraz według dokładnie opracowanego planu, przy czym zaledwie 3 z pośród nich noszą charakter czysto-dydaktyczny, nie posiadając praktycznej wartości. Prace z drugiego półrocza 1-go roku szkolenia widzimy na rys. 6.

Drugi rok uczniowie szkoły spędzają w trzech działach — po 4 miesiące w każdym, — przy budowie narzędzi, przy tokarniach oraz przy budowie maszyn — wszystko w warsztatach szkolnych. Przy wykonywaniu narzędzi uczeń zapoznaje się z robotami, wymagającymi coraz to większej dokładności wykonania; zaznajamia się gruntownie z pasowaniem oraz ze wszystkimi subtelnościami obróbki stali, które umożliwiają staranne wykonanie roboty. Plan szkolenia obejmuje tu długi wykaz robót, przy wykonywaniu których ogromny nacisk zostaje położony na dokładność wykonania. Przy pracy w dziale tokarni uczeń zapoznaje się z toczeniem



Rys. 6.
Typowe prace uczniów (mechaników precyzyjnych) wykonanych w drugim półroczu szkolnym (SSW).

najważniejszych kształtów z żeliwa i stali; pracuje on m. inn. na tokarce-zataczarce oraz na rewolwerówkach, na których musi np. wykonać kilkaset śrub, przy czym sam musi zamocować narzędzia i nastawić obrabiarkę. Wreszcie ostanie 4 miesiące drugiego roku (t. zw. budowa maszyn — Maschinenbau) poświęcone są pracy na shapingu, na heblarce, na szlifierce do wałków, szlifierce poziomej, frezarce poziomej, tokarce samoczynnej, tokarce-zataczarce oraz na szeregu innych, bardziej już specjalnych maszyn, które są do dyspozycji uczniów. Na tych maszynach uczniowie wykonywują głównie narzędzia, jak: dłutowniki, wycinaki do rowków klinowych, wiertła wpustowe, frezy do rowków, wiertła działowe, frezy walcowe oraz walcowo-czołowe, gwintowniki i noże. Uczeń zapoznaje się tu poza tym z pasowaniem, pomiarami i spawaniem.

Po dwóch latach następuje dla grupy mechanicznej specjalizacja. Jakkolwiek bieg nauczania w szkole norymberskiej różni się napozór od pozostałych omawianych tu szkół, to jednak — dzięki odpowiednim przesunięciom w planach nauczania oraz zgrupowaniu uczniów — istotnych różnic, z punktu widzenia wyników nauczania, niema.

Drugi okres szkolenia.

W szkole SSW — Norymberga drugi okres szkolenia warsztatowego (2 lata) przebiega w ten sposób, że

pierwszy rok podzieleni już wdg. specjalności *) uczniowie spędzają w warsztatach szkolnych, drugi zaś (ostatni) rok — w fabryce, gdzie pracują już samodzielnie, przechodząc przez przewidziane planem, najważniejsze dla ich fachu działy produkcji.

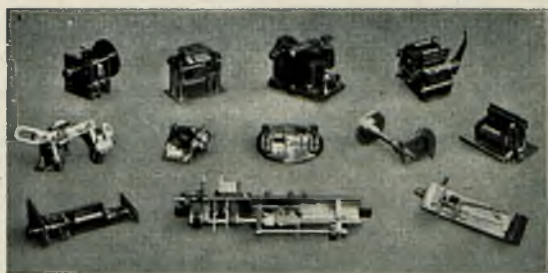
Na tym szczeblu szkolenia nie ma już tak dokładnego, w każdym drobiazgu przemyślanego planu kolejności prac warsztatowych, jak w pierwszych dwóch latach, — zaczynają się bowiem roboty o charakterze produkcyjnym (produktive Arbeiten), — w postaci zamówień regularnie otrzymywanych od fabryk koncernu. I tak ślusarze narzędziowi wykonywują w trzecim roku: ma-



Rys. 7.

Niektóre typowe prace wykonane przez uczniów—ślusarzy maszynowych (SSW).

tryce, narzędzia do gięcia, formy do wytłaczania, narzędzia montażowe, przyrządy pomiarowe itp. Tokarze obrabiają odlewy do maszyn elektrycznych, wały, śruby, pierścienie, nakrętki, różne części do obrabiarek itd. Ślusarze maszynowi budują nawijarki, mniejsze wiertarki, prasy, napędy do przełączników transformatorowych itd. (rys. 7). Wreszcie mechanicy precyzyjni wykonywują części do liczników, do aparatów elektrycznych i reflektorów, różne przyrządy elektryczne itp. (rys. 8).



Rys. 8.

Prace uczniów — mechaników precyzyjnych w 3 i 4 roku szkolnym (SSW).

Ostatni rok uczeń spędza w szeregu oddziałów fabrycznych norymberskich zakładów SSW. Jego przydział do tych lub innych oddziałów fabryki zależy poniekąd od chwilowego zapotrzebowania na fachowców. Przebieg wykształcenia ślusarza maszynowego w szkole norymberskiej SSW pokazany jest na schemacie (rys. 9). Podczas przebywania w fabryce uczniowie uczęszczają dwa razy w tygodniu na lekcje (po 4 godz.) do szkoły fabrycznej.

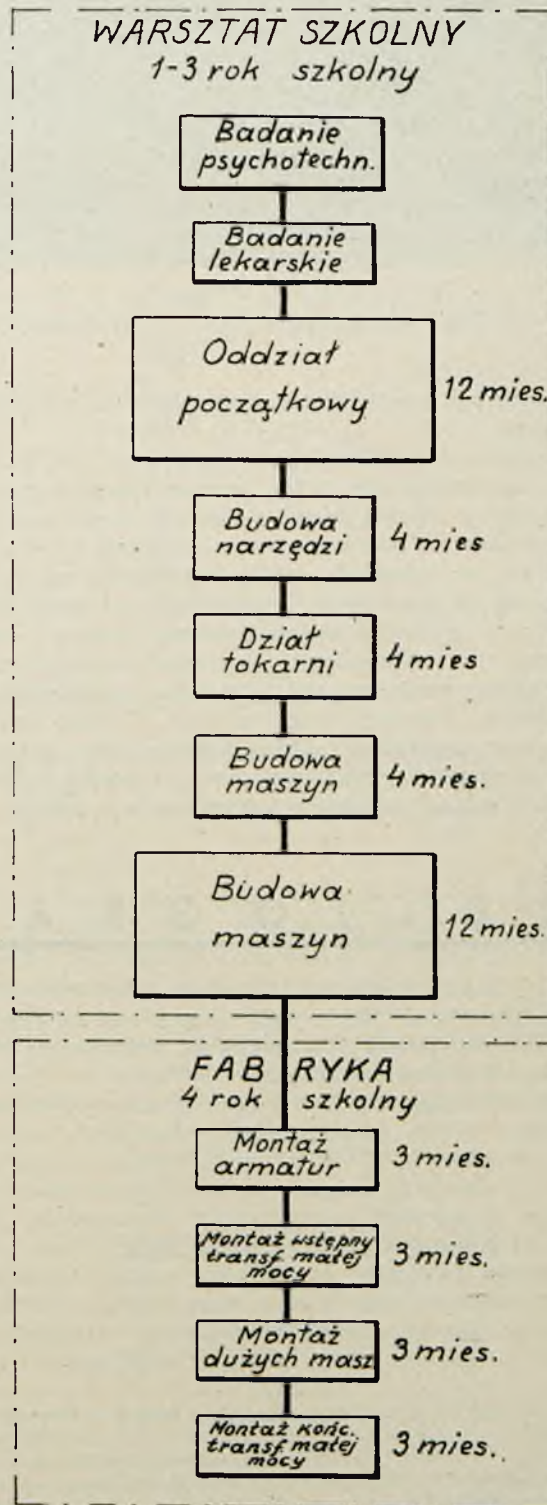
W szkole SSW — Siemensstadt uczeń, jak już zaznaczyliśmy, przebywa w warsztatach fabrycznych 2 pełne lata, przy czym podlega w dalszym ciągu kierownictwu

*) Ze względu na zakres produkcji fabryk SSW w Norymberdze Szkoła tamtejsza uwzględnia — z pośród interesujących nas fachów w grupie mechanicznej — specjalizację na: ślusarzy narzędziowych, tokarzy, ślusarzy maszynowych oraz mechaników precyzyjnych.

szkoły. Dla osiągnięcia możliwie wszechstronnego wykształcenia uczniowie przenoszeni są co 1/2 roku do coraz to innych oddziałów. Jednocześnie uczęszczają oni jeden raz w tygodniu do szkoły na lekcje w liczbie godzin przewidzianych planem nauki.

Wyniki nauczania warsztatowego.
Egzamin końcowy.

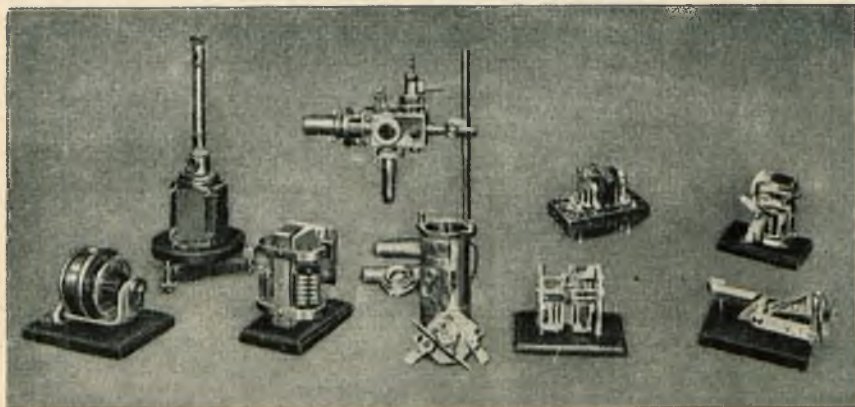
Po 4-ach latach uczeń szkoły fabrycznej przystępuje do egzaminu czeladniczego przed komisją, w skład której wchodzi przedstawiciele Związku Przemysłowców Metalowych oraz Izby Handlowej. Złożenie egzaminu po-



Schemat przebiegu wykształcenia ślusarza maszynowego (SSW—Norymberga).

ciąga za sobą uzyskanie świadectwa czeladniczego, uprawniającego — po uczynieniu zadość odpowiednim wymaganiom — do składania egzaminu na majstra.

Jeżeli chodzi o realne **wyniki nauczania**, to wskaźnikiem osiągniętych przez ucznia usprawnień jest t. zw. robota czeladnicza (Gesellenstück), do wykonania



Rys. 10.
Prace czeladnicze uczniów — mechaników precyzyjnych (SSW).

której uczeń z fabryki wraca z powrotem do warsztatów szkolnych.

Zgodnie z wspomnianymi przepisami „DATSCH” a robota czeladnicza dla fachu ślusarza maszynowego — przeważnie w postaci bardziej złożonej części maszyny lub aparatu — obejmować ma dziedzinę fachu ucznia. Przy wykonywaniu roboty czeladniczej nie należy posługiwać się specjalnymi narzędziami, ani obrabiarkami, — przy czym robota nie powinna zawierać części uprzednio już wykonanych lub przygotowanych przez kogo innego. Praca ma być wykonana z zachowaniem przepisanych tolerancji wzgl. pasowań. W razie wątpliwości co do umiejętności ucznia, komisja może zarządzić wykonanie przezeń dodatkowej pracy, — której ukończenie nie powinno jednak wykraczać poza 8 godzin roboczych.

Przy wydawaniu tematu pracy czeladniczej brano się pod uwagę uzdolnienia ucznia; najzdolniejsi otrzymują rzeczy bardziej trudne, mniej zdolni — łatwiejsze. W zakres pracy wchodzi m. inn. także samodzielne wykonanie (na podstawie otrzymanego luźnego szkicu) dokładnych rysunków warsztatowych oraz sporządzenie dokładnego planu obróbki. Robota musi być wykonana na terenie warsztatów szkolnych, całkowicie samodzielnie, — w przeciągu mniej-więcej 120 godzin roboczych. Oprócz tego odbywa się egzamin teoretyczny, o którym mowa będzie przy omawianiu nauczania teoretycznego.

Zachowując całą obiektywność, należy stwierdzić, że roboty czeladnicze w omawianych szkołach stoją na bardzo wysokim poziomie, zwłaszcza jeżeli uprzytomimy sobie, że są dziełem rąk rzemieślników przeważnie 19-letnich (rys. 10 i 11). Podczas zwiedzania warsztatów szkolnych AEG w Berlinie — Reinickendorf miałem, m. inn. możliwość obserwowania ucznia — me-



Rys. 11.
Przykłady prac czeladniczych uczniów szkół AEG.
a — ślusarzy maszynowych; b — ślusarzy narzędziowych; c — tokarzy.

chanika precyzyjnego, który wykonywał, jako pracę czeladniczą — mikroskop, jakiego nie powstydziłaby się żadna z przodujących w tej dziedzinie firm europejskich.
(Dokończenie nastąpi).

B I B L I O G R A F I A

Szylejko Kazimierz. Trzydziestopięciolecie Elektrowni Miejskiej w Wilnie 1903 — 1938, str. 24, rys. 16. Wilno 1938. Nakładem Stowarzyszenia Samopomocy Pracowników Elektrowni Miejskiej.

Dnia 12 lutego r. b. Elektrownia Miejska w Wilnie — największy w tym mieście zakład przemysłowy użyteczności publicznej — obchodził 35-tą rocznicę swego istnienia. Z okazji tej rocznicy wydana została omawiana broszura, zawierająca zarys dziejów Elektrowni — od chwili jej powstania aż do bieżącego roku. W roku 1903 Elektrownia posiadała 2 prądnice prądu stałego po 250 kW każda napędzane za pomocą maszyn parowych oraz, jako rezerwę, baterię akumulatorów o pojemności 1730 Ah. Dziś moc zainstalowanych w Elektrowni ma-

szyn wyraża się pokaźną liczbą 8 500 kW — w postaci nowoczesnych turbogeneratorów prądu trójfazowego. Liczba podstacji transformatorowych na terenie sieci miejskiej wynosi 30. Liczba abonentów (na 1.1.1938 r.) — ok. 25.800. Średnia cena za sprzedaną kilowatogodzinę wynosi 31 gr. Roczna produkcja energii elektrycznej wynosi obecnie ok. 12.000.000 kWh; budżet Elektrowni na rok 1938/39 wyraża się liczbą ok. 4.000.000 zł.

Bieżący rok należy uważać za przełomowy w dziejach Elektrowni, która szykuje się do przekształcenia się na elektrownię okręgową celem zasilania — wspólnie z mającą wkrótce powstać elektrownią wodną — całego powiatu wileńsko-trockiego.

K.

PRZEDPŁATA:
kwartalnie zł. 9.—
rocznie zł. 36.—
zagranicą + 50%
za zmianę adresu
(znaczkami pocztowymi) gr. 50

Biuro Redakcji i Administracji: Warszawa, Królewska 15, II piętro
telefon № 690-23 i 648-65.

Administracja otwarta codz. od godz. 8 do 15, w soboty od 8 do 13
Redaktor przyjmuje we środy od godziny 19 - ej do 20 - ej
Konto czekowe w P. K. O. Nr. 363

Cennik ogłoszeń
przesyła administracja
na żądanie.
Telefon działu ogłoszeń 648-65.

Wydawca: Wydawnictwo Czasopisma „Przegląd Elektrotechniczny”, Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością.

S. A. Z. G. „Drukarnia Polska“, Warszawa, Szpitalna 12. Tel. 5.87.98 w dzierżawie Sp. Wydawniczej Czasopism Sp. z o. o.