

PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

ORGAN STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH

pod naczelnym kierunkiem prof. M. POŻARYSKIEGO.

Rok XIV.

1 Września 1932 r.

Zeszyt 17.

Redaktor inż. WACŁAW PAWŁOWSKI

Warszawa, Czackiego 5, tel. 690-23.

PRZEWODNOŚĆ ELEKTRYCZNA GRAFITU SPROSKOWANEGO.

Zdzisław Specht.

(Dokończenie).

7. Metoda pomiarów.

Ryschkewitsch używał do pomiarów oporu zwykłej metody mostkowej w układzie Wheatstone'a. Przy stosowaniu tej metody w pomiarze małych oporów, należy przestrzegać warunku, by opory przewodów łącznikowych były albo znikomo małe w porównaniu z oporami mierzonymi, albo by pozostawały w tym samym, co one stosunku.

Ponieważ opór sproszkowanego wysokoprocenowego grafitu jest stosunkowo mały, przeto nie było dla wyniku pomiarów obojętne, jak wielkie i w jakim stopniu zmienne w zależności od ciśnienia mogą być opory stykowe, istniejące zawsze na powierzchni zetknięcia górnego i dolnego tłoczka z proszkiem. Wiadomo jednak, że można usunąć wpływ oporów łącznikowych, a więc i oporów stykowych na powierzchni ściskających proszek tłoczków, na wyniki pomiarów, jeżeli się stosuje schemat połączeń podany przez Thomsona.

Przebieg pomiaru był następujący. Pod znanym ciśnieniem p_1 , formowano słupek o wysokości x_1 (ok. 1 cm) i mierzono jego opór całkowity r_1 . Następnie dosypywano proszku, używając tego samego ciśnienia, formowano słupek o wysokości x_2 . Jego opór całkowity był r_2 . W ten sposób powtarzano formowanie i pomiar kilkakrotnie, aż wysokość uformowanego proszku dochodziła mniej więcej do 7 cm.

To samo powtarzano następnie, stosując kolejno coraz to większe ciśnienia p_2, p_3, \dots, p_k ; najniższe wynosiło zwykle $15,33 \text{ kg/cm}^2$, najwyższe dochodziło do 234 kg/cm^2 .

Obliczenie oporu właściwego σ oparte jest na stwierdzonym przez Ryschkewitscha empirycznym związku, który mówi, że przy stałym ciśnieniu zmiana oporu (Δr) słupka, uformowanego z grafitu, jest proporcjonalna do zmiany jego wysokości (Δx). Innymi słowy, że

$$\frac{\Delta r}{\Delta x} = \text{const.},$$

przy $p = \text{const}$, lub krótko:

$$\left(\frac{\partial r}{\partial x}\right)_p = \text{const.}$$

W tych granicach ciśnienia, w których ta propor-

cjonalność zachodzi; można przeto określić opór właściwy proszku jako równy

$$\sigma = \left(\frac{\partial r}{\partial x}\right)_p \cdot a \text{ w (om.cm).}$$

(a — oznacza przekrój słupka w cm^2).

W ten sposób zdefiniowaną wielkość (σ) będzie można wyznaczyć z danych empirycznych, wyznaczonych którąkolwiek z wymienionych wyżej metod pomiaru. Ewentualne bowiem opory stykowe na powierzchni zetknięcia proszku z elektrodami, nie wywierają wpływu na jej wartość.

Należy jednak zauważyć, że dla wyniku pomiaru poszczególnych (r_i), odpowiadających różnym (x_i) (przy stałym p), nie będzie bynajmniej obojętne, jak wielkie są te opory stykowe i czy zostały wyeliminowane. To też może się zdarzyć, że—

jak to wynika z załączonych tablic I i II: — $\frac{\Delta r}{\Delta x} = \text{const}$, jakkolwiek wartości stosunków $\frac{r_i}{x_i}$ stanowią (odpowiednio do okoliczności) ciąg rosnący lub malejący.

Sposób użytkowania bezpośrednio zebranych danych eksperymentalnych objaśnimy dla przykładu na materiale liczbowym, dotyczącym suchego sproszkowanego grafitu sztucznego „Acheson” Nr. 2301, zawierającego 99% C.

W tablicy I zebrano wyniki pomiarów, wykonanych mostkiem Thomsona, dla grafitu achesońskiego. W tablicy II w ten sam sposób uzyskano wyniki pomiarów, wykonanych mostkiem Wheatstone'a. W kolumnach 5, 6 i 7 podano poszczególne wartości stosunku $\frac{\Delta r}{\Delta x}$, jego wartość średnią,

oraz obliczone stąd σ . Dla scharakteryzowania dokładności pomiarów, dołączono w kolumnie 8 wartości maksymalnych odchyżeń od średniej, wyrażone w procentach. Ryciny 4 i 5 zawierają wykresy, odpowiadające tym tablicom. Potwierdzają one liniowy charakter zależności r_i od x_i i uzasadniają możliwość obliczenia na tej podstawie oporu właściwego σ .

Analogiczne wykresy otrzymano dla wszystkich innych badanych grafitów.

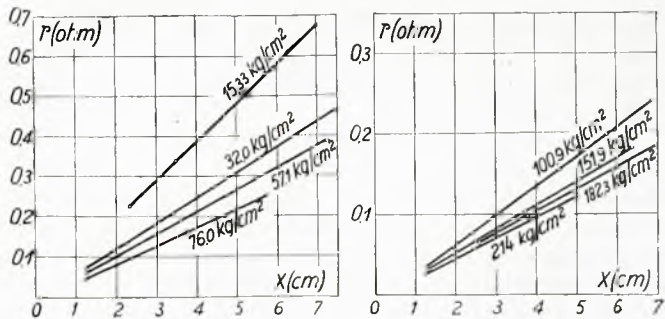
Ryciny 6 i 7 stosują się do różnicy wyników, jakich dostarczają pomiary wykonane w tych sa-

Tablica I.

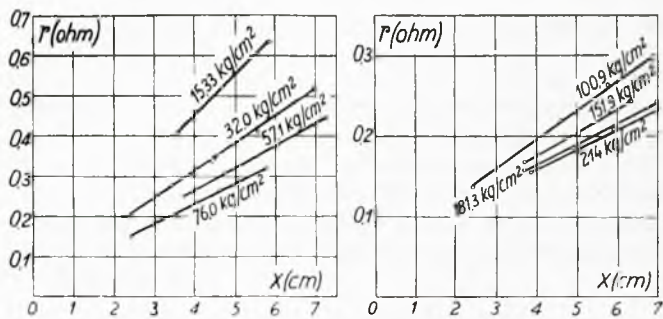
Ciśnienie P w kg/cm^2	Wysokość słupków x w cm	Opór całkowity r w om	Stosunek $\frac{r}{x}$	Wartość $\frac{\Delta r}{\Delta x} = \frac{r_n - r_{n-1}}{x_n - x_{n-1}}$	Średnia wartość $\frac{\Delta r}{\Delta x}$	Średnia wartość oporu σ w (om.cm)	Maksymalne odchylenie od średniej w procentach	Ciśnienie P w kg/cm^2	Wysokość słupków x w cm	Opór całkowity r w om	Stosunek $\frac{r}{x}$	Wartość $\frac{\Delta r}{\Delta x} = \frac{r_n - r_{n-1}}{x_n - x_{n-1}}$	Średnia wartość $\frac{\Delta r}{\Delta x}$	Średnia wartość oporu σ w (om.cm)	Maksymalne odchylenie od średniej w procentach
15,33	2,400	0,2141	0,0892	0,113	0,101	0,051	4%	100,9	1,292	0,0362	0,0280	0,0373	0,0369	0,0187	1%
	3,516	0,3403	0,0968	0,098	0,101	0,051	4%		2,407	0,0778	0,0323	0,0343	0,0364	0,0187	1%
	4,697	0,4556	0,0970	0,097	0,101	0,051	4%		4,573	0,1568	0,0343	0,0368	0,0368	0,0187	1%
	5,841	0,5668	0,0971	0,098	0,101	0,051	4%		5,767	0,2007	0,0348	0,0369	0,0369	0,0187	1%
	6,988	0,6793	0,0973	0,098	0,101	0,051	4%		6,885	0,2420	0,0352	0,0369	0,0369	0,0187	1%
	8,135	0,7928	0,0975	0,098	0,101	0,051	4%		8,032	0,2842	0,0356	0,0369	0,0369	0,0187	1%
32,0	1,239	0,0693	0,0550	0,0636	0,0638	0,0320	2%	151,9	1,255	0,0331	0,0264	0,0282	0,0293	0,0148	3%
	2,263	0,1332	0,0591	0,0659	0,0638	0,0320	2%		2,486	0,0678	0,0273	0,0293	0,0303	0,0148	3%
	3,413	0,2090	0,0612	0,0635	0,0638	0,0320	2%		3,716	0,1038	0,0279	0,0303	0,0303	0,0148	3%
	4,445	0,2745	0,0618	0,0632	0,0638	0,0320	2%		5,075	0,1450	0,0286	0,0293	0,0293	0,0148	3%
	5,562	0,3450	0,0621	0,0629	0,0638	0,0320	2%		6,374	0,1830	0,0289	0,0293	0,0293	0,0148	3%
	7,428	0,4625	0,0623	0,0629	0,0638	0,0320	2%		8,032	0,2210	0,0292	0,0293	0,0293	0,0148	3%
57,1	1,247	0,0601	0,0482	0,0538	0,0549	0,0275	2%	182,3	2,546	0,0645	0,0253	0,0269	0,0272	0,0136	2%
	3,623	0,1879	0,0518	0,0562	0,0549	0,0275	2%		3,737	0,0966	0,0258	0,0272	0,0272	0,0136	2%
	4,768	0,2522	0,0529	0,0561	0,0549	0,0275	2%		4,890	0,1270	0,0259	0,0278	0,0278	0,0136	2%
	6,048	0,3214	0,0531	0,0551	0,0549	0,0275	2%		5,934	0,1560	0,0263	0,0270	0,0270	0,0136	2%
	7,262	0,3889	0,0535	0,0551	0,0549	0,0275	2%		7,045	0,1861	0,0265	0,0270	0,0270	0,0136	2%
	8,486	0,4574	0,0537	0,0551	0,0549	0,0275	2%		8,156	0,2152	0,0266	0,0270	0,0270	0,0136	2%
76,0	1,236	0,0492	0,0398	0,0444	0,0447	0,0227	2%	214	1,246	0,0298	0,0239	0,0254	0,0255	0,0127	1%
	2,338	0,0981	0,0419	0,0455	0,0447	0,0227	2%		2,457	0,0605	0,0246	0,0255	0,0255	0,0127	1%
	4,597	0,2009	0,0437	0,0443	0,0447	0,0227	2%		3,830	0,0958	0,0250	0,0252	0,0252	0,0127	1%
	5,772	0,2529	0,0439	0,0443	0,0447	0,0227	2%		5,010	0,1256	0,0251	0,0257	0,0257	0,0127	1%
	6,957	0,3048	0,0441	0,0443	0,0447	0,0227	2%		6,191	0,1555	0,0252	0,0257	0,0257	0,0127	1%
	8,381	0,3567	0,0442	0,0443	0,0447	0,0227	2%		7,372	0,1854	0,0253	0,0257	0,0257	0,0127	1%

Tablica II.

Ciśnienie P w kg/cm^2	Wysokość słupków x w cm	Opór całkowity r w om	Stosunek $\frac{r}{x}$	Wartość $\frac{\Delta r}{\Delta x} = \frac{r_n - r_{n-1}}{x_n - x_{n-1}}$	Średnia wartość $\frac{\Delta r}{\Delta x}$	Średnia wartość oporu σ w (om.cm)	Maksymalne odchylenie od średniej w procentach	Ciśnienie P w kg/cm^2	Wysokość słupków x w cm	Opór całkowity r w om	Stosunek $\frac{r}{x}$	Wartość $\frac{\Delta r}{\Delta x} = \frac{r_n - r_{n-1}}{x_n - x_{n-1}}$	Średnia wartość $\frac{\Delta r}{\Delta x}$	Średnia wartość oporu σ w (om.cm)	Maksymalne odchylenie od średniej w procentach
15,33	3,516	0,410	0,116	0,096	0,098	0,049	8%	100,9	2,407	0,136	0,056	0,038	0,035	0,018	15%
	4,697	0,524	0,111	0,098	0,098	0,049	8%		4,573	0,220	0,048	0,037	0,038	0,018	15%
	5,841	0,637	0,109	0,102	0,098	0,049	8%		5,767	0,265	0,046	0,036	0,038	0,018	15%
	6,988	0,754	0,107	0,102	0,098	0,049	8%		6,885	0,297	0,043	0,034	0,038	0,018	15%
	8,135	0,871	0,105	0,102	0,098	0,049	8%		8,032	0,330	0,041	0,033	0,038	0,018	15%
	9,382	0,988	0,103	0,102	0,098	0,049	8%		8,933	0,363	0,040	0,032	0,038	0,018	15%
32,0	2,263	0,201	0,089	0,068	0,062	0,031	12%	151,9	3,716	0,170	0,046	0,022	0,027	0,014	16%
	3,413	0,279	0,082	0,054	0,062	0,031	12%		5,075	0,201	0,039	0,032	0,027	0,014	16%
	4,445	0,335	0,075	0,066	0,062	0,031	12%		6,374	0,243	0,038	0,032	0,027	0,014	16%
	5,562	0,409	0,073	0,066	0,062	0,031	12%		7,045	0,285	0,037	0,032	0,027	0,014	16%
	7,428	0,522	0,070	0,066	0,062	0,031	12%		8,156	0,327	0,036	0,032	0,027	0,014	16%
	8,486	0,635	0,068	0,066	0,062	0,031	12%		9,381	0,370	0,035	0,032	0,027	0,014	16%
57,1	3,623	0,254	0,070	0,052	0,054	0,027	4%	182,3	3,737	0,161	0,043	0,017	0,025	0,013	20%
	4,768	0,314	0,066	0,052	0,054	0,027	4%		4,890	0,182	0,037	0,033	0,025	0,013	20%
	6,048	0,381	0,063	0,056	0,054	0,027	4%		5,934	0,216	0,036	0,025	0,025	0,013	20%
	7,262	0,449	0,061	0,056	0,054	0,027	4%		7,045	0,244	0,034	0,025	0,025	0,013	20%
	8,486	0,517	0,059	0,056	0,054	0,027	4%		8,156	0,272	0,033	0,025	0,025	0,013	20%
	9,686	0,585	0,057	0,056	0,054	0,027	4%		9,381	0,301	0,032	0,025	0,025	0,013	20%
76,0	2,338	0,148	0,063	0,055	0,046	0,023	16%	214	3,830	0,158	0,041	0,021	0,024	0,012	12%
	4,597	0,272	0,059	0,038	0,046	0,023	16%		5,010	0,182	0,036	0,027	0,024	0,012	12%
	5,772	0,317	0,055	0,038	0,046	0,023	16%		6,191	0,207	0,033	0,027	0,024	0,012	12%
	6,957	0,367	0,052	0,038	0,046	0,023	16%		7,372	0,232	0,031	0,027	0,024	0,012	12%
	8,142	0,417	0,049	0,038	0,046	0,023	16%		8,593	0,257	0,029	0,027	0,024	0,012	12%
	9,327	0,467	0,047	0,038	0,046	0,023	16%		9,948	0,282	0,027	0,027	0,024	0,012	12%



Ryc. 4.



Ryc. 5.

mych warunkach obiema metodami. Proste dolne stosują się do pomiarów, wykonanych zapomocą mostku Thomsona, górne — do pomiarów, które wykonano przy pomocy mostku Wheatstone'a. Z danych, przytoczonych powyżej wynika, że wszystkie wartości, uzyskane mostkiem Wheatstone'a, są wyższe, niż wartości, jakich dostarcza mostek Thomsona. Różnica maleje nieznacznie w miarę wzrostu ciśnienia. Przy pomiarze stosunkowo małych oporów wysokoprocentowych grafitów różnica ta dochodzi niemal do 1/3 części wartości mierzonej, przekracza zatem granice wahań około średniej, która w pomiarach Ryschkewitscha wynosiła 10%, a w pomiarach opisanych w niniejszej pracy przeciętnie 7%.

Z tego względu odpowiedniejszą do pomiaru przewodności tych grafitów jest niewątpliwie metoda Thomsona. Tą metodą posługiwano się też przeważnie w niniejszej pracy.

8. Kontrola odtwarzalności wyniku pomiarów w rozmaitych warunkach.

Przed rozpoczęciem systematycznych pomiarów należało się upewnić, czy wyniki tą drogą uzyskane, są odtwarzalne. O zachowaniu się bowiem proszków w różnych warunkach fizycznych, wiemy dotychczas stosunkowo bardzo mało; o mechanizmie przewodzenia elektryczności przez substancję sproszkowaną, ściśniętą, lecz nie litą, — nie wiemy prawie nic. Wobec tego nieodzownym było przekonać się, jaki wpływ na wyniki pomiarów mogą mieć czynniki takie, jak:

- 1) czas trwania nacisku, wywieranego z zewnątrz,
- 2) wielkość przekroju słupka uformowanego ciśnieniem,
- 3) temperatura otoczenia,
- 4) stopień wilgotności proszku oraz

5) stopień ewentualnego zanieczyszczenia substancją sproszkowaną, lecz przewodzącą gorzej, niż proszek badany.

Ad 1) Odpowiedzi na pierwsze pytanie dostarczyły pomiary oporu, wykonane na słupku, sporządzonym z suchego grafitu achesońskiego (Nr. 2301, 99% C). Słupek o wysokości 1,274 cm pozostaje pod ciśnieniem 32 kg/cm² bez przerwy przez 32 godziny.

Opór początkowy	0,1036 om.
po 3 godzinach	0,1028 „
„ 7 „	0,1024 „
„ 27 „	0,1017 „
„ 32 „	0,1017 „

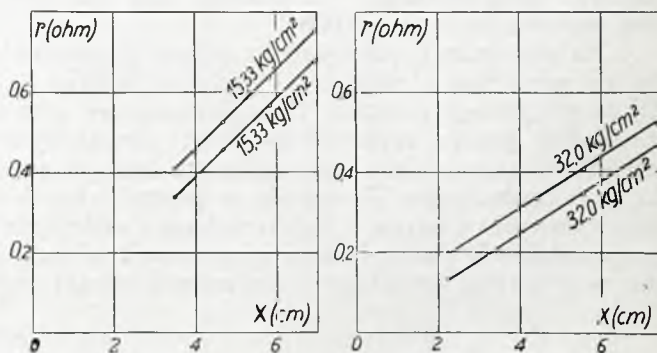
Wysokość słupka po 32 godzinach była jednak mniejsza i wynosiła 1,268 cm. Opór więc proszku ugniatanego stałym ciśnieniem przez czas dłuższy, zmniejszył się zrazu, lecz osiągnął w końcu (po mniej więcej 24 godz.) wartość niezmienną. Równocześnie jednak zmniejszyła się i wysokość słupka, tak że stosunek

$$\frac{r_p}{x_p} = 0,081, \quad \frac{r_k}{x_k} = 0,082$$

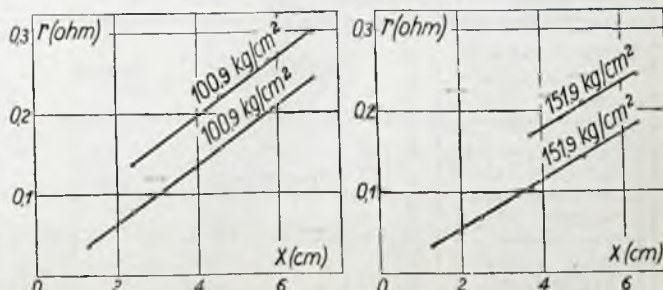
pozostał (w granicach dokładności pomiaru) ten sam.

Taki sam wynik dały pomiary, wykonane z wyższym słupkiem grafitu ($x = 4,022$ cm). Ponieważ przy formowaniu słupków, grubości częściowych warstw nigdy nie dochodziły do tej wysokości, przeto nie należało się obawiać żadnego szkodliwego wpływu tego powolnego „osadzania się” proszku na odtwarzalność pomiaru wielkości $\frac{\Delta r}{\Delta x}$.

Ad 2) Badanie ewentualnego wpływu różnicy przekroju słupków przy zmianie przekroju słupka z $a = 0,290$ cm² na $a = 0,506$ cm² wykazało, że ta zmiana nie wpływa na średnią wartość σ . Różnice leżą w granicach maksymalnych odchyżeń od średniej.



Ryc. 6.



Ryc. 7.

Ad 3) Temperatura pokojowa wahała się podczas pomiaru w granicach 2 do 3 stopni C.

Przekonano się empirycznie, że — caeteris paribus — te wahania temperatury nie wywierają żadnego dostrzegalnego wpływu na średnią wartość przewodności.

Ad 4) Proszki są, jak wiadomo, naogół hygroskopijne. Można więc było przypuszczać, że adsorbcja pary wodnej wywierać będzie znaczny wpływ na przewodność. Co więcej, uzasadnioną była obawa, że nawet nieregularne zmiany wilgoci w powietrzu, które zachodzą z przyczyn od obserwatora niezależnych, w czasie trwania dłuższych seryj pomiarów, mogą się już ujawnić w wynikach liczbowych. Niedostrzeżono jednak żadnej różnicy pomiędzy oporem właściwym grafitu achesońskiego, który przechowywano w słoju bez żadnych specjalnych urządzeń zapobiegawczych adsorbcji pary wodnej przez proszek, a oporem grafitu, suszonego starannie w eksikatorze z kwasem siarkowym. Stosunkowo nieznaczne, bo zaledwie kilka procent wynoszące zwiększenie oporu właściwego okazywał proszek grafitowy, który przechowywano uprzednio przez dwa dni nad powierzchnią wody w naczyniu zamkniętym.

Ad 5) O wpływie, jaki na przewodność sproszkowanego grafitu wywiera domieszka innej substancji sproszkowanej, o gorszej przewodności, powrócimy w jednym z następných rozdziałów.

9. Przewodność grafitów wysokoprocetowych.

Oprócz grafitu „Acheson” Nr. 2301 99% C, zbadano dwa inne dotąd nie badane grafity wysokoprocetowe: hiszpański, drobnoziarnisty, zawierający 90—95% C, oraz cejloński, krystaliczny, płatkowy, 97—99% C. Opór tych grafitów mierzono metodą Thomsona. Grafit hiszpański wykazał znacznie gorszą przewodność od grafitu cejlońskiego. Tak np. przy ciśnieniu ca 182,3 kg/cm², dla grafitu hiszpańskiego $\sigma = 0,0263$, zaś dla grafitu cejlońskiego $\sigma = 0,0087$.

Należy jednak pamiętać tu o tem, iż wartość oporu właściwego zależy — caeteris paribus — także od postaci proszku. Duża stosunkowo przewodność grafitu cejlońskiego jest niewątpliwie częściowo przynajmniej spowodowana tem, że grafit tego pochodzenia występuje w postaci charakterystycznych blaszek. Powierzchnia zetknięcia poszczególnych ziaren jest tu więc naogół większa, niż w wypadku proszków o ziarenkach okrągłych.

Natomiast zarówno grafit achesoński i hiszpański, jakoteż badane przeze mnie grafity średnio i niskoprocetowe, były bezpostaciowe, jako drobno zmielone proszki.

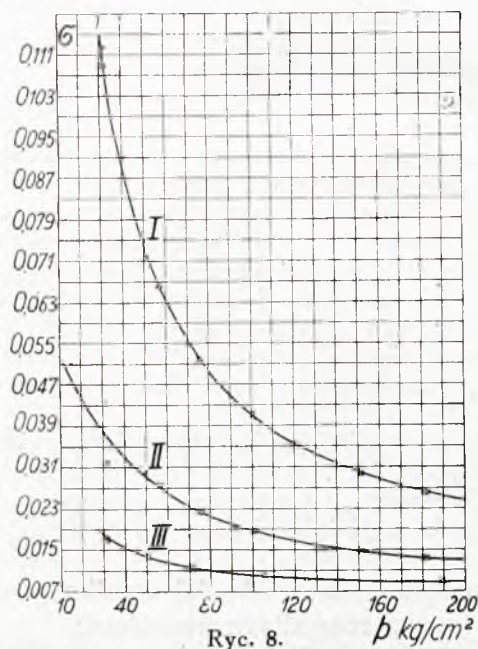
Mianowicie grafity: achesoński, koreański i styryjski przesiano przez sito Nr. 7 o oczkach kwadratowych, przyczem długość boku każdego z tych kwadracików wynosiła 0,10 mm. Grafit hiszpański przesiany był przez sito Nr. 6, dla którego długość boku kwadratowych oczek wynosiła 0,12 mm. Wreszcie grafit cejloński przesiany był przez sito Nr. 2, gdzie długość boku oczka wynosiła 1 mm.

10. Zależność oporu właściwego grafitów wysokoprocetowych od ciśnienia.

Jedyną właściwą kryterjum dla porównawczej oceny wyniku pomiarów oporu właściwego wysokowartościowych grafitów innego pochodzenia, niż te, które uprzednio zbadał Ryschkewitsch, stanowi empiryczny związek pomiędzy σ a p , wyrażony równaniem (1) w rozdziale 3, mianowicie

$$\sigma = \frac{a}{p} + b.$$

Jak widać z wykresów na ryc. 8, uzyskanych z tablicy III, zależność oporu właściwego σ od ci-



Ryc. 8.

Tablica III.

Grafity wysokoprocetowe	Ciśnienie p w kg/cm ²	15,33	32,0	50,6	57,1	71,4	76,0	100,9	105,3	122,6	125,2	151,9	182,3	189,4	214	234
Grafit hiszpański drobnoziarnisty 90—95% C	Wartość oporu właściwego σ w (om.cm)	0,22	0,109	—	0,0665	—	0,0520	0,0410	—	0,0352	—	0,0300	0,0263	—	—	—
Grafit achesoński sztuczny, drobnoziarnisty, Nr 2301 99% C		0,051	0,0320	—	0,0275	—	0,0227	0,0187	—	—	—	0,0148	0,0136	—	0,0127	—
Grafit cejloński krystaliczny, płatkowy 97—99% C		—	0,0175	0,0132	—	0,0114	—	—	0,0100	—	0,0096	—	—	0,0087	—	0,0084

śnienia p , wszystkich trzech obecnie zbadanych proszków grafitowych o wysokim procencie węgla, potwierdza najzupełniej obserwacje Ryschkewitscha. Jak wspomniano w rozdz. 3, rząd wielkości stałej b ma być według Ryschkewitscha charakterystyczny dla grafitu niezależnie od jego pochodzenia i formy sproszkowania. Z pomiarów, które Ryschkewitsch wykonał wynikało, że wartości tej stałej dla różnych grafitów wahają się około średniej 0,0075 (om.cm), przyczem odchylenia wynoszą parę procentów.

Krzywe na ryc. 8 powstały przez połączenie wyznaczonych empirycznie punktów (x) wykresu σ (p). Po wyrachowaniu metodą najmniejszych kwadratów stałych a i b we wzorze (1) zastosowano go do wyliczenia rzędnych punktów, które na wykresie oznaczone są znakiem (o). Użyte przytem stałe a różnią się od siebie bardzo znacznie ($a = 3,35$; $a = 1,15$ i $a = 0,31$); natomiast stałe b są wszędzie niemal te same ($b = 0,0079$; $b = 0,0074$ i $b = 0,0071$ (om.cm) i nader bliskie wartości średniej, wyznaczonej przez Ryschkewitscha.

11. Przewodność grafitów średnio- i niskoprocetowych.

Opisane w poprzednich rozdziałach pomiary oporu właściwego grafitów wysokoprocetowych, potwierdziły w zupełności spostrzeżenia Ryschkewicza oraz wykazały poprawność i praktyczną użyteczność stosowanej przezeń metody.

Jednym z zadań niniejszej pracy miała być próba ewentualnego zużytkowania tej metody do oznaczenia przewodności tych grafitów, którymi się Ryschkewitsch nie interesował, t. j. grafitów, zawierających obok węgla znaczniejszy procent domieszki gorzej przewodzącej.

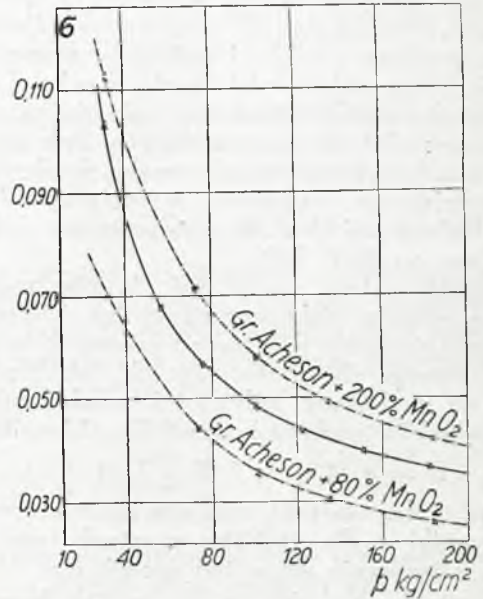
W tym celu zastosowano tę samą metodę badania do dwu gatunków grafitu pośledniejszego: do średnioprocetowego, bezpostaciowego grafitu koreańskiego, posiadającego 85% C, oraz do niskoprocetowego grafitu styryjskiego o zawartości okło 70% C. Opór właściwy grafitu koreańskiego mierzono metodą Thomsona. Do pomiaru oporu znacznie gorzej przewodzącego grafitu styryjskiego użyto metody Wheatstone'a.

Zależność σ od p przedstawiają wykresy na ryc. (9) i ryc. (10), uzyskane z tablicy IV. Krzywe te, wyciągnięte linią ciągłą, mają — jak widać — i tu ten sam charakter, co odpowiednie krzywe, odnoszące się do grafitów wysokoprocetowych. Algebraicznie zależność σ od p wyraża się równaniem

$$\sigma = \frac{a'}{p} + b'$$

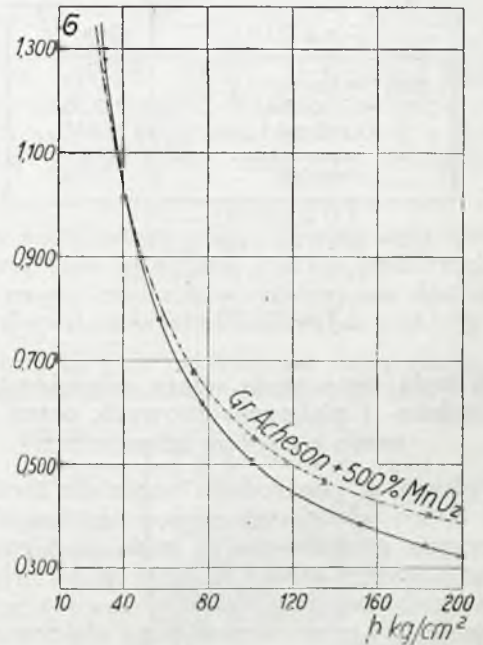
gdzie b' jest już jednak dla każdego grafitu inna

i różna od poprzednio znalezionej dla wszystkich wysokoprocetowych grafitów niemal jednakowej. Znalezione mianowicie dla grafitu koreańskiego: $b' = 0,023$; $a' = 2,56$ dla grafitu styryjskiego: $b' = 0,14$; $a' = 36,50$.



Ryc. 9.

Jak wiadomo (por. rozdz. 4) Ryschkewitsch przekonał się eksperymentalnie, że ten sam typ zależności σ od p wykazują mieszaniny czystego sproszkowanego grafitu ze źle przewodzącym proszkiem MnO_2 . Sporządzając takie mieszaniny, zło-



Ryc. 10.

Tablica IV.

Grafity średnio- i nisko procentowe	Ciśnienie p w kg/cm^2	15,33	32,0	57,1	76,0	100,9	122,6	151,9	182,3	200	214	227
Grafit koreański amorficzny drobno zmielony 85% C	Wartość oporu właściwego σ w (om.cm)	0,169	0,103	0,068	0,0565	0,0484	0,0437	0,0399	0,0367	—	0,0350	—
Grafit styryjski amorficzny drobno zmielony 70% C		2,1	1,28	0,78	0,62	0,51	—	0,383	0,343	0,325	—	0,302

zione z grafitów, które zbadał poprzednio i scharakteryzował zapomocą współczynników a i b , oraz MnO_2 w ilości 50, 100 czy 200%, mógł dla każdej z nich ustalić związki pomiędzy a i a' oraz b i b' .

Z tego faktu, potwierdzonego analogicznymi pomiarami, których wyniki omówimy w następnym rozdziale, skorzystano dla oceny przewodności badanych grafitów średnio i niskoprocentowych.

Nie ulega wątpliwości, że domieszka, jaką zawierają oba gatunki grafitów, składa się niemal wyłącznie z ciał źle przewodzących. Tak np. analiza używanego do opisanych wyżej pomiarów grafitu styryjskiego, wykonana w Instytucie Mineralogii i Petrografii U. J. K. wykazała, że obok 70% C zawiera on 23% SiO_2 .

Jeśliby zatem przypuścić, że oba przez nas zbadane grafity niskoprocentowe są istotnie mieszaninami grafitów wysokoprocentowych oraz substancyj równie źle przewodzących, jak MnO_2 , można na podstawie zależności pomiędzy σ i p , oraz związków podanych przez Ryschkewitscha

$$a' = a(1 + \alpha) \text{ i } b' = b(1 + \alpha)$$

obliczyć, jaką wartość miałyby charakterystyczne współczynniki a dla grafitów czystych tego pochodzenia. Otrzymuje się w ten sposób dla

czystego sproszkowanego grafitu koreańskiego $a = 0,85$

czystego sproszkowanego grafitu styryjskiego $a = 1,95$

Są to, jak widać z podanej tu tabeli porównawczej

Tablica V.

G r a f i t	stała: „a”
grafit achesoński . . .	1,15
• hiszpański . . .	3,35 ¹⁾
• cejloński . . .	0,31
• koreański . . .	0,85
• styryjski . . .	1,95

wielkości tego samego rzędu, co te, które znaleźliśmy poprzednio i które podaje w swej pracy Ryschkewitsch na podstawie pomiaru oporu właściwego grafitów odpowiednio oczyszczonych (l. c.).

12. Metoda oznaczania oporu właściwego grafitów średnio- i niskoprocentowych przez porównanie z oporem mieszanin.

Opisana w poprzednim rozdziale metoda pomiaru oporu właściwego niskoprocentowych sproszkowanych grafitów ma tę wadę, iż wymaga dodatkowej analizy każdej badanej próby grafitu, celem stwierdzenia, że domieszka zawiera wyłącznie substancje źle przewodzące prąd elektryczny. Jeśliby analiza wykazała obecność stosunkowo dobrze przewodzącego składnika, stosowanie tej metody byłoby już niedopuszczalne.

W praktyce, zwłaszcza dla celów technicznych, użyteczniejsza prawdopodobnie będzie metoda prostsza, polegająca na bezpośrednim porównaniu

¹⁾ W monografii p. t. „Graphit” z r. 1926 wspomina E. Ryschkewitsch o graficie hiszpańskim jako proszku bardzo słabo przewodzącym (str. 183), co w istocie odpowiada uzyskanej tu wysokiej wartości na stałą a .

oporu niskoprocentowego proszku grafitowego z oporem, jaki wykazuje łatwo dająca się sporządzić mieszanina grafitowa w odpowiednim składzie, poddana temu samemu ciśnieniu. Do sporządzania takich mieszanin nadaje się dobrze grafit „Acheson” Nr. 2301, 99% C, oraz MnO_2 .

Tablica VI.

Mieszaniny grafitu z d wutlenkiem manganu MnO_2	Ciśnienie p w kg/cm^2	32,0	73,3	101,6	135,0	184,3
		Wartość oporu właściwego σ w (om.cm)				
Grafit achesoński Nr 2301, 99% C + 80% MnO_2		0,070	0,044	0,0358	0,0303	0,0260
Grafit achesoński Nr 2301, 99% C + 200% MnO_2		0,112	0,0716	0,0580	0,0494	0,0423
Grafit achesoński Nr 2301, 99% C + 500% MnO_2		1,23	0,683	0,551	0,470	0,401

W tablicy VI zebrano dane podające zależność σ od p w mieszaninach, których jednym składnikiem jest grafit achesoński, drugim MnO_2 w ilościach odpowiadających 80%, 200% i 500%. Mieszanie odbywało się w ten sam sposób, jak opisuje Ryschkewitsch (l. c.).

• Odpowiednie równania krzywych $\sigma(p)$ są:

$$80\% MnO_2 \quad \sigma = \frac{2,20}{p} + 0,014$$

$$200\% MnO_2 \quad \sigma = \frac{3,55}{p} + 0,023$$

$$500\% MnO_2 \quad \sigma = \frac{33,4}{p} + 0,22.$$

Krzywa ciągła na ryc. (9) odnosi się do grafitu koreańskiego (85% C). Jej równanie ma postać

$$\sigma = \frac{2,56}{p} + 0,023.$$

Krzywa ciągła na ryc. (10) charakteryzuje zależność oporu σ od ciśnienia p w graficie styryjskim (70% C).

Jak widać z rycin (9) i (10), na których krzywe kreskowane podają zależność σ od p dla mieszanin, przewodność grafitu koreańskiego odpowiada mniej więcej przewodnictwu mieszaniny, która zawiera około 150% MnO_2 . Granice można oczywiście zacieśnić, dobierając odpowiedni skład mieszanin. Grafit styryjski, poddany ciśnieniu, zachowuje się pod względem oporu elektrycznego tak samo, jak mieszanina, złożona z grafitu achesońskiego czystego oraz MnO_2 w ilości dochodzącej do 500%.

Charakterystyka przewodności elektrycznej, uzyskana zapomocą tej metody porównawczej, jest oczywiście tylko przybliżona; wszelako przybliżenie to będzie zupełnie wystarczające dla celów praktycznych, gdzie idzie niejednokrotnie tylko o rozstrzygnięcie, czy dany gatunek niskoprocentowego grafitu posiada opór elektryczny odpowiedniego rzędu.

Obie opisane powyżej metody będzie można zastosować do zbadania grafitu polskiego, znalezionego w Czywczynie.

Autor wyraża uprzejme podziękowanie Panu Profesorowi D-rowsi Stanisławowi Lorii za wskazanie tematu niniejszej pracy oraz za życzliwe kierownictwo i pomoc w czasie jej wykonywania.

Lwów, Instytut Fizyki Eksperymentalnej U. J. K.

PRĄDY ZWARCIA W SIECIACH WYSOKIEGO NAPIĘCIA.

Inż. H. Tarnawski.

(Dokończenie).

Mechaniczne działanie prądu zwarcia.

Jeżeli przyjmiemy, że długość dwóch równoległych przewodników wynosić będzie 1 cm, a odległość pomiędzy nimi d cm, to przepływający przez nie prąd wywołuje siłę mechanicznego wzajemnego działania tych przewodników na siebie

$$P = 2,04 \cdot J_s^2 \cdot \frac{l}{d} \cdot 10^{-8} \text{ kg, } ^6)$$

gdzie J_s jest amplitudą uderzeniowego prądu zwarcia w amperach.

Przy projektowaniu urządzeń rozdzielczych, a w szczególności transformatorów prądowych, szyn rozdzielczych, zacisków, końcówek kablowych, należy zwrócić szczególną uwagę na tę siłę mechaniczną, ponieważ w wielu wypadkach dochodzi ona do dość znacznych wielkości, które decydują o sposobie umocowania tych części urządzeń.

Działanie ciepłne prądu zwarcia.

Przy sprawdzaniu, czy prąd zwarcia nie spowoduje nadmiernego nagrzewania różnych części obwodu, nie bierze się pod uwagę chłodzenie nagrzewanych części, gdyż proces trwa zbyt krótko.

Licząc się więc z przewodnością materiału i jego pojemnością cieplną, otrzymamy następujący wzór dla czasu, w ciągu którego dopuszczalny byłby ustalony prąd zwarcia:

$$t = \frac{C \cdot F^2 \cdot K}{J_d^2} \quad ^7)$$

gdzie

- t — czas w sekundach,
- C — dopuszczalne nagrzewanie się: dla gołego przewodnika = 300°C , dla kabla = 150°C ,
- F — przekrój przewodnika w mm^2 ,
- J_d — ustalony prąd zwarcia w amperach.
- K — współczynnik dla miedzi 172, dla glinu 74.

Spółczynnik ten zależy od przewodności właściwej danego materiału oraz jego pojemności cieplnej.

Jeżeli przyjmujemy w rachubę wpływ prądu przejściowego (uderzeniowego), to oczywiście nagrzewanie będzie w tym wypadku większe, a dopuszczalny czas t winien być zmniejszony, wobec czego należy posługiwać się wzorem

$$t = \frac{C \cdot F^2 \cdot K}{J_d^2 P} \quad ^7)$$

gdzie $P = 1-3$ w zależności od odległości miejsca zwarcia generatora oraz czasu trwania zwarcia.

Dla zwarcia przy samej wytwórni oraz przy trwaniu tego zwarcia do sekund

$$P = 3.$$

Przy powiększaniu odległości miejsca zwarcia od wytwórni oraz powiększaniu czasu trwania zwarcia współczynnik P odpowiednio zmniejsza się.

Przykład obliczenia prądu zwarcia.

Dla przykładu wykonam obliczenie prądów zwarcia dla Elektrowni Okręgu Warszawskiego. Przyjmuję stan urządzeń z końca 1932 roku.

W tym okresie zainstalowana moc turbozespołów będzie następująca:

I zespół o mocy	4 400 kVA	przy $\cos \varphi = 0,8$	t.j.	3 500 kW
II " " "	6 250 " " "	$\varphi = 0,8$	"	5 000 "
III " " "	11 400 " " "	$\varphi = 0,7$	"	8 000 "
IV " " "	21 450 " " "	$\varphi = 0,7$	"	15 000 "

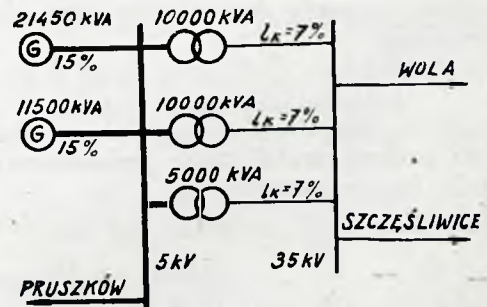
Razem zainstalowana moc turbozespołów wytwórni = 43 500 kVA, czyli 31 500 kW.

W chwili największego obciążenia zakładu wytwórczego czynne będą zespoły III i IV o mocy sumarycznej 32 850 kVA; w chwilach zaś najmniejszego obciążenia czynny będzie tylko zespół III, jakkolwiek obciążenie zakładu będzie znacznie mniejsze od mocy tego generatora 11 400 kVA. Część energii elektrycznej oddana będzie na sieć bezpośrednio z szyn zbiorczych 5 kV (napięcie nominalne generatorów), reszta zaś energii, przetworzona na napięcie 35 kV, przesyłana będzie do miejscowości dalszych. W chwili największego obciążenia czynne będą dwa generatory o mocy nominalnej 32 850 kVA oraz trzy transformatory o mocy

- I — 10 000 kVA
- II — 10 000 kVA
- III — 5 000 kVA

razem 25 000 kVA,

Transformatory te przetwarzają będą energię elektryczną z napięcia 5 kV na napięcie 35 kV (rys. 7).



Rys. 7.
Schemat połączeń.

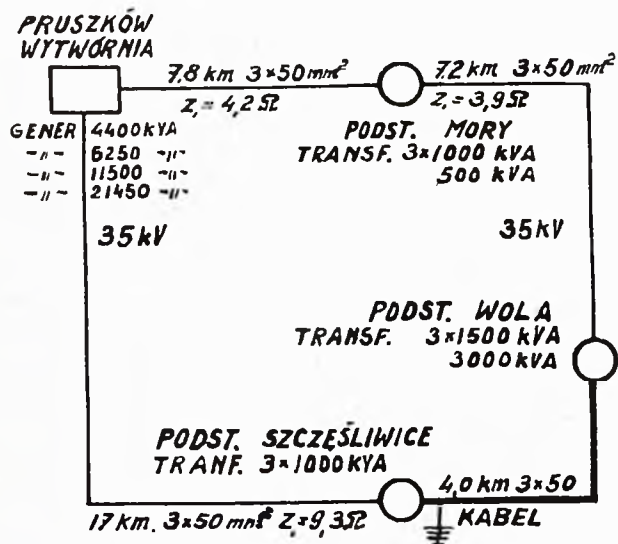
Obliczenie wykonamy dla dwóch przypadków:

- 1) zwarcia na napięciu 5 kV w bezpośrednim sąsiedztwie generatorów (wypadek najniekorzystniejszy),

⁶⁾ Johann Waltjen. Schaltungen für Drehstrom-Kraftwerke.

⁷⁾ M. Walter. Selektivschutzrichtungen für Hochspannungsanlagen.

2) zwarcia na przewodzie 35 kV w pobliżu podstacji Szczęśliwice, t. j. na linii przesyłowej obwodu zamkniętego Pruszków — Karolin — Wola — Szczęśliwice — Pruszków (rys. 8).



Rys. 8.

Z wytwórni w Pruszkowie wyprowadzone są 4 linie przesyłowe na 35 kV: Pruszków — Karolin (Mory), Pruszków — Szczęśliwice, Pruszków — Jeziorna, Pruszków — Żyrardów. Pierwsze dwie linie za pomocą kabla podziemnego o nap. 35 kV, ułożonego pomiędzy podstacjami Wola i Szczęśliwice, zamknięte są w pierścień, dwie ostatnie natomiast są liniami przesyłowymi otwartymi.

Obliczenie prądu zwarcia wykonam dla obwodu zamkniętego, jako więcej interesującego przypadku.

Zwarcie na szynach 5 kV w wytwórni.

Nominalny prąd obu generatorów, pracujących w chwili największego obciążenia

$$\text{pierwszego } J_{n1} = \frac{N}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{11400 \cdot 1000}{1,73 \cdot 5500} = 1200 \text{ A,}$$

$$\text{drugiego } J_{n2} = \frac{N}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{21450 \cdot 1000}{1,73 \cdot 5500} = 2230 \text{ A,}$$

gdzie U — napięcie generatorów przy obciążeniu maksymalnym.

Uderzeniowy prąd zwarcia.

Jak podano wyżej, opór indukcyjny rozproszenia X_s stojana wynosi:

$$\text{dla pierwszego generatora na fazę } X_{s1} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot J_{n1}} \cdot \frac{E_s}{100} = \frac{5500}{1,73 \cdot 1200} \cdot \frac{15}{100} = 0,4 \text{ oma}$$

gdzie $E_s = 15\%$,

dla drugiego generatora na fazę

$$X_{s2} = \frac{5500 \cdot 15}{1,73 \cdot 2230 \cdot 100} = 0,21 \text{ oma.}$$

Uderzeniowy prąd zwarcia wynosić będzie

$$J_s = K \cdot \frac{100}{E_s} \cdot J_n \cdot \sqrt{2}$$

$$K = 1,8; E_s = 15\%$$

dla I generatora

$$J_s = 1,8 \cdot \frac{100}{15} \cdot 1200 \cdot \sqrt{2} = 17 \cdot J_n \approx 20000 \text{ A,}$$

dla II generatora

$$J_s = 1,8 \cdot \frac{100}{10} \cdot 2230 \cdot \sqrt{2} = 17 \cdot J_n \approx 38000 \text{ A,}$$

i uderzeniowy prąd zwarcia na szynach zbiorczych 5 kV

$$20000 \text{ A} + 38000 \text{ A} = 58000 \text{ A.}$$

Uderzeniowy prąd na wspomnianej linii 35 kV zamkniętego obwodu przy podstacji w Szczęśliwicach otrzymamy z wzoru:

$$J_s = K \cdot \frac{100}{E_s \left(1 + \frac{X_n}{X_s}\right)} \cdot J_n \cdot \sqrt{2},$$

gdzie

X_s — dla pierwszego generatora = 0,4 oma,

„ drugiego generatora = 0,21 oma.

X_n — reaktancja obwodu zewnętrznego, obliczenie której podane będzie niżej, wynosi 0,96 oma.

Uderzeniowy prąd zwarcia przy podstacji w Szczęśliwicach przy pracy równoległej obu generatorów wynosić będzie:

$$J_s = K \cdot \frac{100}{E_s} \cdot \frac{J_n}{\left(1 + \frac{X_n}{X_s}\right)} \cdot \sqrt{2}.$$

Dla pierwszego generatora $J_{n1} = 1200 \text{ A}$, dla drugiego $J_{n2} = 2230 \text{ A}$ i uderzeniowy prąd zwarcia, spowodowany generatorem pierwszym wynosić będzie

$$J_{s1} = 1,8 \cdot \frac{100}{10} \cdot \frac{J_{n1}}{\left(1 + \frac{0,96}{0,45}\right)} \cdot \sqrt{2} = 12,7 \cdot J_{n1} = 12,7 \cdot 1200 = 15300 \text{ A,}$$

generatorem drugim —

$$J_{s2} = 1,8 \cdot \frac{100}{15} \cdot \frac{J_{n2}}{\left(1 + \frac{0,96}{0,21}\right)} \cdot \sqrt{2} = 11,0 \cdot J_{n2} = 11,0 \cdot 2230 = 24500 \text{ A.}$$

Całkowity prąd wyniesie:

$$J_s = 15300 \text{ A} + 24500 \text{ A} = 39750 \text{ A} = 11,5 \cdot J_n$$

$$J_n = J_{n1} + J_{n2} = 1200 + 2230 = 3430 \text{ A.}$$

Ustalony prąd zwarcia.

a) Opór indukcyjny generatorów.

Opór indukcyjny rozproszenia pierwszego generatora na fazę

$$X_{s1} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot J_{n1}} \cdot \frac{E_s}{100} = \frac{5500 \cdot 24}{1,73 \cdot 1200 \cdot 100} = 0,63 \text{ oma,}$$

dla drugiego generatora na fazę

$$X_{s2} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot J_{n2}} \cdot \frac{E_s}{100} = \frac{5500 \cdot 24}{1,73 \cdot 2230 \cdot 100} = 0,33 \text{ oma,}$$

gdzie $E_s = 24\%$.

Opór indukcyjny charakteryzujący wpływ reakcji stojana dla pierwszego generatora na fazę

$$X_{a1} = \frac{U}{1,73 \cdot J_{n1} \cdot m_d} - X_{s1} = \frac{5500}{1,73 \cdot 1200 \cdot 0,7} - 0,63 = 3,8 - 0,63 = 3,17 \text{ oma}$$

gdzie $m_d = 0,7$;

dla drugiego generatora:

$$X_{a2} = \frac{U}{1,73 \cdot J_{n1} \cdot m_d} - X_{s2} = \frac{5500}{1,73 \cdot 2230 \cdot 0,7} - 0,33 = 2,04 - 0,33 = 1,71 \text{ oma.}$$

b) Opór indukcyjny transformatorów.

W chwili obciążenia maksymalnego połączone są równolegle dwa transformatory o mocy 10 000 kVA i jeden o mocy 5000 kVA. Napięcie zwarcia każdego transformatora wynosi 7%.

Dla transformatora 10 000 kVA opór indukcyjny na fazę otrzymamy z wzoru

$$X_{T1} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot J_n} \cdot \frac{E}{100} = \frac{5500}{1,73 \cdot 1000} \cdot \frac{7}{100} = 2,22 \text{ oma}$$

gdzie

$$J_n = \frac{10000000}{1,73 \cdot 5500} \approx 1000 \text{ A}; E = 7,0\%$$

Dla transformatora 5000 kVA opór indukcyjny na fazę wyniesie

$$X_{T3} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot J_n} \cdot \frac{E}{100} = \frac{5500}{1,73 \cdot 500} \cdot \frac{7}{100} = 4,44 \text{ oma.}$$

Ponieważ transformatory połączone są równolegle, więc

$$\frac{1}{X_T} = \frac{1}{X_{T1}} + \frac{1}{X_{T2}} + \frac{1}{X_{T3}} = \frac{1}{2,22} + \frac{1}{2,22} + \frac{1}{4,44} = \frac{1}{1,11} + \frac{1}{4,44} = \frac{4,44 + 1,11}{4,44 \cdot 1,11} = \frac{5,55}{4,9}$$

Opór indukcyjny wszystkich transformatorów, połączonych równolegle

$$X_T = \frac{4,9}{5,55} = 0,89 \text{ oma.}$$

c) Opór indukcyjny przewodu.

Prąd zwarcia podaży od wytwórni przez obie równoległe gałęzie obwodu zamkniętego do miejsca zwarcia, a mianowicie: jedną drogą przez podstację Karolin i Wolę, drugą przez Szcześliwice. Całkowita długość pierwszego odcinka wynosi

$$7,8 + 7,2 + 4,0 = 19,0 \text{ km,}$$

z czego 4,0 km kablem podziemnym; długość drugiego odcinka — 17,0 km (rys. 8).

Reaktancja odcinka przewodu napowietrznego Pruszków — Szcześliwice dł. $l_1 = 17,0$ km stosownie do poprzedniego

$$X_1 = \omega \cdot L \cdot l_1 = 0,4 \cdot 17 = 6,8 \text{ oma,}$$

gdzie ωL dla normalnego przewodu = 0,4 oma.

Reaktancja odcinka przewodu napowietrznego Pruszków—Karolin—Wola długości $l_2 = 15,0$ km

$$X_2 = \omega \cdot L \cdot l_2 = 0,4 \cdot 15 = 6,0 \text{ oma.}$$

Reaktancja odcinka kablowego Wola — Szcześliwice długości $l_3 = 4,0$ km (rys. 5)

$$X_3 = L \omega \cdot l_3 = 0,13 \cdot 4,0 = 0,52 \text{ oma,}$$

gdzie $L \omega = 0,13$ omów.

Reaktancja sumaryczna pierwszej gałęzi wynosi:

$$X_2 + X_3 = 6,0 + 0,52 = 6,52 \text{ oma (Karolin—Wola)}$$

drugiej gałęzi $X_1 = 6,8$ (Szcześliwice).

Ponieważ obwody te są połączone równolegle, więc

$$\frac{1}{X'_p} = \frac{1}{X_1} + \frac{1}{X_2 + X_3} = \frac{X_1 + X_2 + X_3}{X_1 (X_2 + X_3)}$$

i całkowita reaktancja przewodu od wytwórni do miejsca zwarcia:

$$X'_p = \frac{X_1 (X_2 + X_3)}{X_1 + X_2 + X_3} = \frac{6,8 \cdot 6,52}{6,8 + 6,52} \text{ oma} = \frac{44,2}{13,32} = 3,35 \text{ oma}$$

Reaktancja przewodu, napięcie którego wynosi 35 kV, winna być odniesiona do napięcia, przy którym były obliczone reaktancje generatorów i transformatorów. t. j. do nominalnego napięcia 5 kV

$$X_p = X'_p \cdot \frac{5000^2}{35000^2} = 3,35 \cdot \frac{25}{1200} = 0,07 \text{ oma}$$

Wypadkowa reaktancja od zacisków maszyny do miejsca zwarcia, przeliczona na napięcie 5000 V, wyniesie

$$X_n = X_T + X_p = 0,89 + 0,07 = 0,96 \text{ oma.}$$

Ponieważ, jak już wspomniałem, najniebezpieczniejszym zwarcie dla naszych przewodów jest zwarcie dwubiegunowe, a zatem dla tego wypadku obliczę prąd zwarcia ustalony. Stosownie do poprzedniego otrzymamy go ze wzoru:

$$J''_d = \frac{U}{2 \cdot \left(\frac{X_a}{2} + X_s + X_n \right)} \cdot K_{a2}$$

Przedewszystkiem należy ustalić współczynnik zwarcia K_{a2} dla zwarcia dwubiegunowego.

Wzbudzenie V otrzymamy ze wzoru (stosownie do poprzedniego)

$$V = 1,08 + \left(4,45 \cdot \frac{E_s}{100} + \frac{1}{m_d} - 0,43 \right) \cdot F \cos \varphi$$

gdzie $E_s = 24\%$

$$m_d = 0,7$$

$F \cos \varphi$ dla $\cos \varphi = 0,7$ wynosić będzie 0,80

$$V = 1,08 + \left(4,45 \cdot 0,24 + \frac{1}{0,7} - 0,43 \right) \cdot 0,8 = 2,73$$

i obliczeniowa wielkość miejsca zwarcia dla pierwszego generatora

$$(a_2)_1 = \frac{X_{s1} + X_n}{X_{s1}} = \frac{0,63 + 0,96}{0,63} = 2,5,$$

dla drugiego generatora

$$(a_2)_2 = \frac{X_{s2} + X_n}{X_{s2}} = \frac{0,33 + 0,96}{0,33} = 3,9.$$

Stąd współczynnik zwarcia otrzymamy z rys. 6 dla wielkości $V = 2,73$ i $(a_2)_1$ oraz $V = 2,73$ i $(a_2)_2$

dla pierwszego generatora $K_{a2} = 2,35$

„ drugiego „ „ $K_{a2} = 2,08$

Ustalony dwubiegunowy prąd zwarcia pierwszego generatora wyniesie:

$$J_{d1}'' = \frac{U}{2 \cdot \left(\frac{X_{a1}}{2} + X_{s1} + X_n \right)} \cdot K_{a2} =$$

$$= \frac{5500}{2 \cdot \left(\frac{3,17}{2} + 0,63 + 0,96 \right)} \cdot 2,35 = 2030 \text{ A} = 1,69 J_{n1}.$$

Ustalony dwubiegunowy prąd zwarcia drugiego generatora:

$$J_{d2}'' = \frac{U}{2 \cdot \left(\frac{X_{a2}}{2} + X_{s2} + X_n \right)} \cdot K_{a2} =$$

$$= \frac{5500}{2 \cdot \left(\frac{1,71}{2} + 0,33 + 0,96 \right)} \cdot 2,08 = 2660 \text{ A} = 1,19 J_{n2}.$$

Całkowity prąd zwarcia w miejscu zwarcia przy podstacji Szczęśliwice przy pracy równoległej obu generatorów:

$$J_d'' = 2660 + 2030 = 4690 \text{ A} = 1,365 (J_{n1} + J_{n2}) =$$

$$= 1,365 \cdot 3430 \text{ A} \text{ (w odniesieniu do napięcia 5 kV)}.$$

Ustalony prąd zwarcia na szynach zbiorczych 5 kV wyltworni otrzymamy ze wzoru ogólnego przy przyjęciu

$$X_n = 0 \text{ i } a_2 = \frac{X_s}{X_s + X_n} = 1.$$

Dla $a_2 = 1$ z rys. 6 otrzymamy dla obu generatorów $K_{a2} = 2,9$. Ustalony prąd zwarcia na szynach od pierwszego generatora otrzymamy ze wzoru

$$J_{d1}'' = \frac{U}{2 \cdot \left(\frac{X_{a1}}{2} + X_{s1} \right)} \cdot K_{a2} = \frac{5500}{2 \cdot \left(\frac{3,17}{2} + 0,63 \right)} \cdot 2,9 =$$

$$= 3600 \text{ A} = 3,0 J_{n1}$$

od drugiego generatora:

$$J_{d2}'' = \frac{U}{2 \cdot \left(\frac{X_{a2}}{2} + X_{s2} \right)} \cdot K_{a2} = \frac{5500}{2 \cdot \left(\frac{1,71}{2} + 0,33 \right)} \cdot 2,9 =$$

$$= 6700 \text{ A} = 3,0 J_{n2}.$$

Całkowity prąd zwarcia na szynach 5 kV wyniesie:

$$J_d'' = 3,0 (J_{n1} + J_{n2}) = 3,0 \cdot 3430 = 10290 \text{ A}.$$

Ustalony prąd zwarcia przy samej wyltworni na jednej z odchodzących linii 35 kV otrzymamy przy przyjęciu reaktancji przewodu $X_p = 0$. W tym wypadku $X_n = X_T = 0,89 \text{ oma}$ i obliczenie wielkości miejsca zwarcia dla pierwszego generatora:

$$(a_2)_1 = \frac{X_s + X_n}{X_s} = \frac{0,63 + 0,89}{0,63} = 2,4$$

dla drugiego generatora

$$(a_2)_2 = \frac{0,33 + 0,89}{0,33} = 3,7.$$

Dla pierwszego wypadku stosownie do rys. 6 otrzymamy $K_{a2} = 2,35$.

Dla drugiego wypadku stosownie do rys. 6 otrzymamy $K_{a2} = 2,13$.

Ustalony prąd zwarcia spowodowany pierwszym generatorem

$$J_{d1}'' = \frac{U}{2 \cdot \left(\frac{X_{a1}}{2} + X_{s1} + X_n \right)} \cdot K_{a2} =$$

$$= \frac{5500}{2 \cdot \left(\frac{3,17}{2} + 0,63 + 0,89 \right)} \cdot 2,35 = 2080 \text{ A} = 1,73 J_{n1}$$

drugim generatorem

$$J_{d2}'' = \frac{U}{2 \cdot \left(\frac{X_{a2}}{2} + X_{s2} + X_n \right)} \cdot K_{a2} =$$

$$= \frac{5500}{2 \cdot \left(\frac{1,71}{2} + 0,33 + 0,89 \right)} \cdot 2,13 = 2820 \text{ A} = 1,26 J_{n2}.$$

Całkowity prąd zwarcia przy samej wyltworni na jednym z przewodów 35 kV

$$J_d'' = 2080 + 2820 = 4900 \text{ A} = 1,43 (J_{n1} + J_{n2}) =$$

$$= 1,43 (1200 + 2230)$$

w odniesieniu do napięcia 5 kV.

Z powyższych obliczeń wynika jasno, że wpływ reaktancji przewodów jest bardzo nieznaczny. W naszych przykładzie prąd zwarcia przy wyltworni okazał się prawie takiej samej wielkości, jak przy podstacji Szczęśliwice.

Z poprzednich obliczeń wynika jasno, że o wielkości prądu zwarcia decyduje przeważnie reaktancja generatorów i transformatorów, przedewszystkiem zaś generatorów.

Prąd zwarcia jest czynnikiem decydującym przy wyborze typu samoczynnego wyłącznika olejowego oraz jego mocy wyłączalnej. Jednak ani wielkość uderzeniowego prądu zwarcia, ani też ustalonego, nie może być zastosowana do określenia mocy wyłączalnej, ponieważ wielkość pierwsza stanowi prąd w chwili bezpośrednio po powstaniu zwarcia a druga daje wielkość prądu zwarcia po zakończeniu procesu wyrównawczego, który normalnie może trwać do 3 sekund. Dla wyłącznika olejowego, którego przekaźnik umieszczony jest bezpośrednio na fazie, własny czas działania wynosi 0,1 sek., natomiast dla wyłącznika, którego wyłączenie następuje za pomocą przekaźnika, uruchomianego prądem wtórnym transformatora prądowego, czas własny działania wynosi 0,25 sek. W danym wypadku mowa jest tylko o wyłącznikach typu drugiego. A więc najkrótszy okres czasu, po upływie którego wyłącznik olejowy może być wyłączony, jest 0,25 sek. Jest to pośredni moment pomiędzy chwilą, w której nastąpił uderzeniowy prąd zwarcia, a chwilą ustalenia się prądu zwarcia.

Na początku artykułu podana była tabelka, przedstawiająca zależność wielkości prądu zwarcia od czasu, jaki upłynął od pierwszej chwili zwarcia. Dla nowoczesnych turbogeneratorów wielokrotność prądu zwarcia na zaciskach maszyny zmniejsza się z 15 do 1,6 po upływie 2,5 sek. Dla 0,25 sek. wielkość wynosi 5,3, t. j. w tym momencie prąd zwarcia wynosi $5,3 \times$ prąd nominalny, czyli $J_k = 5,3 \cdot J_n$. Mnożnik $f_t = 5,3$ przyjmujemy dla obliczenia mocy wyłączalnej wyłączników olejowych znajdujących się w elektrowni. W razie zwarcia na szynach 35 kV w wyltworni lub też na odchodzącym przewodzie 35 kV w pobliżu wyltworni. stosownie do poprzedniego, nominalny prąd

po stronie 5 kV w chwilach największego obciążenia wynosić będzie $J_n J_n = + J_{n_2} = 1200 + 2230 = 3430$ A, co po stronie 35 kV daje $3430 \cdot \frac{5}{35} = 490$ A.

Moc wyłączalna wyłącznika olejowego na liniach odchodzących w elektrowni winna wynosić conajmniej

$$N_k = \frac{1,1 \cdot 0,85 E \cdot J_k \cdot \sqrt{3}^8}{1000} = \frac{1,1 \cdot 0,85 \cdot 35000 \cdot 5,3 \cdot 490 \cdot 1,73}{1000} = 157000 \text{ kVA}$$

gdzie

$$J_k = f_t \cdot J_n = 5,3 \cdot 490 \text{ A}; E = 35000 \text{ V.}$$

Ponieważ uderzeniowy prąd zwarcia przy podstacji szczęśliwickiej wynosi tylko 11,5 J_n w stosunku do 17,0 J_n na zaciskach maszyn, więc dla określenia mocy wyłączalnej wyłączników olejowych na podstacjach wystarczy w takim samym stosunku obniżyć moc wyłączalną wyłączników olejowych elektrowni. A zatem moc wyłączalna wyłączników olejowych na podstacjach winna wynosić conajmniej.

$$157000 \text{ kVA} \cdot \frac{11,5}{17,0} = 105000 \text{ kVA.}$$

Działanie cieplne prądu zwarcia.

Jeżeli zwarcie nastąpiło na jednym z przewodów odchodzących na 35 kV tuż przy samej wytwórni, to ustalony prąd zwarcia wynosić będzie, stosownie do poprzedniego, $J_d = 1,43 J_n = 1,43 \cdot 490 = 700$ A i dopuszczalny czas działania prądu otrzymamy ze wzoru

$$t = \frac{C \cdot F^2 \cdot K}{J_d^2 \cdot P}$$

Ponieważ dla gołego przewodu miedzianego o przekroju $F = 50 \text{ mm}^2$, $C = 300^\circ\text{C}$, $K = 172$, otrzymujemy dla zwarcia przy samej wytwórni

$$t = \frac{300 \cdot 50^2 \cdot 172}{700^2 \cdot 3} \cong 87 \text{ sek.}$$

a więc żadne niebezpieczeństwo przewodnikowi nie grozi, ponieważ znacznie wcześniej będzie on wyłączony przez automaty.

^{*)} Johann Waltjen. Schaltungen für Drehstrom-Kraftwerke.

Jeżeli natomiast zwarcie nastąpi na jednym z kabli odchodzących na 5 kV (o przekroju $F = 50 \text{ mm}^2$) tuż przy elektrowni, to stosownie do poprzedniego

$$J_d = 3,0 J_n = 10290 \text{ A.}$$

a wtedy

$$t = \frac{C \cdot F^2 \cdot K}{J_d^2 \cdot P}$$

i przy $C = 150^\circ\text{C}$ (Kabel)

$$K = 172$$

$$P = 3$$

$$F = 50 \text{ mm}^2$$

$$t = \frac{150 \cdot 50^2 \cdot 172}{10290^2 \cdot 3} = 0,215 \text{ sek.}$$

Ponieważ czas ten jest mniejszy nawet od czasu własnego działania samoczynnego wyłącznika olejowego, więc nie ulega wątpliwości, że kabel ten w razie zwarcia ulegnie uszkodzeniu. Dla uniknięcia tego konieczne jest zastosowanie na każdym kablu odchodzącym cewek dławikowych, które powiększałyby opór indukcyjny obwodu, zmniejszając w ten sposób wielkość prądu zwarcia. W danym wypadku reaktancja takiej cewki powinna wynosić około 1,0 oma, co da się osiągnąć przy indukcyjnym spadku napięcia w tej cewce w wysokości ok. 4%. Dane te otrzymane zostały na podstawie wzorów w rozdziale o reaktancji transformatorów i cewek dławikowych.

Działanie mechaniczne prądu zwarcia.

Obliczenie przeprowadzimy tylko dla szyn wytwórni 5 kV, ponieważ szyny na 35 kV podlegają działaniu znacznie mniejszych prądów. Stosownie do poprzedniego siłę działania P otrzymamy z wzoru

$$P = 2,04 \cdot \frac{1}{d} \cdot J_s^2 \cdot 10^{-8} \text{ kg,}$$

gdzie

$J_s = 17,0 J_n = 58000$ A; i przy $d = 25$ cm na każdy cm bieżący otrzymamy siłę

$$P = \frac{2,04 \cdot 58000^2 \cdot 10^{-8}}{25} = 2,75 \text{ kg,}$$

a więc odstęp pomiędzy izolatorami wsporczeni, podtrzymującymi szyny, wynosić powinien najwyżej 50 cm, wtedy siła działania na każdy izolator wypadnie

$$2,75 \text{ kg} \times 50 \text{ cm} = 137,5 \text{ kg.}$$

PNE — 53

Projekt

POMIAR WYSOKIEGO NAPIĘCIA ISKIERNIKIEM KULOWYM.

I. Iskiernik pomiarowy.

§ 1. *Zasada działania.* Jeżeli do iskiernika kulowego, umieszczonego w powietrzu, zostanie przyłożone napięcie (stałe lub zmienne) i będzie zwolna podnoszone, lub jeżeli kule będą powoli zbliżane, to przy pewnej wartości napięcia nastąpi wyładowanie elektryczne między kulami. Wyładowanie to będzie wyładowaniem zupełnym (iskrowem lub łukowem) dla odstępów kul, określonych w niniejszych wskazówkach. Łuk powstanie wtedy, gdy źródło napięcia posiada dostateczną moc, w przeciwnym razie powstanie iskra.

Dla danego odstępów kul powstanie pierwszego wyładowania zależy od największej chwilowej wartości napięcia, przy stosowaniu więc iskiernika do pomiaru wysokiego napięcia zmiennego mierzymy *wartość maksymalną* tego napięcia.

Zależność napięcia, przy którym występuje pierwsze wyładowanie, (to jest *napięcia przesko-ku*) od odstępów kul (to jest *przerwy iskrowej*), jest w warunkach, określonych przez niniejsze wskazówki, wyznaczona dostatecznie dokładnie. Dlatego iskiernik kulowy nadaje się do pomiaru wartości maksymalnej wysokiego napięcia z dokładnością wystarczającą dla celów technicznych.

Wartość skuteczną zmiennego napięcia możemy określić dzieląc wartość maksymalną, zmierzoną iskiernikiem, przez współczynnik amplitudy t. j. w przypadku napięcia o przebiegu dokładnie sinusoidalnym przez $\sqrt{2} = 1,41\dots$

§ 2. Zakres stosowania iskierników do celów pomiarowych. Granice napięć, jakie można mierzyć przy pomocy danych kul podają tablice I i II.

Tablica I.

Zakres stosowania przy napięciu stałym, tętniącym i zmiennym o częstotliwości technicznej.

Układ	Ś r e d n i c e k u l					
	62.5 mm	125 mm	250 mm	500 mm	750 mm	1000 mm
Napięcie w kV (wartości maksymalne)						
symetryczny	14—130	35—240	70—455	140—865	190—1265	270—1660
z jedną kulą uziemioną	14—120	35—215	70—405	140—770	190—1125	270—1480

Tablica II.

Zakres stosowania przy falach uskokowych.

Ś r e d n i c e k u l					
62,5 mm	125 mm	250 mm	500 mm	750 mm	1000 mm
Napięcie w kV (wartości maksymalne)					
14—62,5	35—125	70—250	140—500	190—750	270—1000

§ 3. Budowa. Iskiernik pomiarowy normalny składa się z dwóch kul metalowych, izolowanych od siebie, umieszczonych w powietrzu w odstępnie dającym się łatwo zmieniać i dokładnie mierzyć. Normalna średnica kul iskiernika wynosi 62,5, 125, 250, 500, 750 i 1 000 mm.

Kule mają być wykonane z miedzi lub jej stopów w sposób dowolny (toczone, wytłaczane) lecz możliwie dokładny; muszą być dobrze wypolerowane, lecz nie niklowane lub t. p. Średnica nie może różnić się więcej, niż o 0,5% od normalnej dla kul toczonech, a o 1% dla kul wykonanych w inny sposób; krzywizna, mierzona przy pomocy sferometru — więcej, niż o 1% od idealnej kuli danej średnicy; szczególnie tyczy się to strony przerwy iskrowej. Przy kulach, złożonych z dwóch czasz, szwy i wogóle wszelkie nieuniknione nierówności (np. w wierzchołku czaszy) należy umieszczać możliwie zdala od przerwy iskrowej.

Pręty, na których kule są osadzone, mają mieć średnicę równą 1/10 do 1/5 średnicy kuli i łączyć się z kulami ze strony średnicowo przeciwległej przerwie iskrowej możliwie bez pomocy wystających kołnierzy lub t. p. Uchwytu, trzymającego powyższy pręt, nie można umieszczać bliżej, niż w odległości dwóch średnic od przerwy iskrowej; ma on być możliwie mały i bez ostrych krawędzi.

§ 4. Ustawienie. Pomieszczenie, w którym ustawiono iskiernik, ma być możliwie wolne od kurzu i dymu (np. z papierosów). Iskiernik należy umieszczać w miejscu praktycznie wolnym od obcych pól elektrostatycznych i elektromagnetycznych, a wszystkie części obwodu prowadzić zdala od przerwy iskrowej; szczególnie tyczy się to przewodników o dużej powierzchni, jak np. oporniki. Wogóle wszystkie ciała obce, zarówno przewodniki, jak izolatory, nie mogą się znajdować w mniejszej odległości od przerwy iskrowej, niż 2 średnice

kul; przedmioty o ostrych krawędziach należy odsunąć dalej.

Przewody i objekty świecące (na których występują wyładowania pod postacią ulotu), mają być oddalone od przerwy iskrowej na odległość 5 średnic kul, conajmniej jednak 1,5 m. Aby przekonać się, czy warunek ten jest spełniony, należy sprawdzić w ciemności, czy światlenia w obszarze wyżej wymienianym rzeczywiście nie występują.

Ponadto przy iskierniku z jedną kulą uziemioną ani przedmiot uziemiony, ani też część obwodu wysokiego napięcia (z wyjątkiem okuc, trzymających pręty na których są osadzone kule) nie może się znajdować w obszarze umyślonego walca, o osi wspólnej z osią kul i o promieniu 5 średnic kul (minimum 1 metr). Podstawy tego walca należy sobie wyobrazić w odległości 4 średnic kul od przerwy iskrowej dla kul o średnicy 75 cm i 100 cm, w odległości 5 średnic — dla innych kul.

Kule iskiernika można umieszczać względem siebie w położeniu zarówno poziomym jak pionowym. Ostatni układ nadaje się szczególnie, gdy jedna z kul ma być uziemiona; uziemia się wtedy dolną kulę.

§ 5. Połączenie przy pomiarze napięcia o częstotliwości technicznej i napięcia stałego. Iskiernik może być użyty albo w układzie symetrycznym (obie kule izolowane, środek uzwojenia wysokiego napięcia transformatora uziemiony), albo w niesymetrycznym (jedna z kul, a więc i odpowiedni biegun transformatora uziemione).

Iskiernik łączy się równolegle do badanego przedmiotu (np. izolatora) przez oporniki bezindukcyjne o ogólnej oporności rzędu 1 oma na jeden wolt nominalnego napięcia transformatora¹⁾.

U w a g a: Przepis ten nie dotyczy oporników, włączonych w obwód wysokiego napięcia (z pominięciem obwodu utworzonego przez iskiernik i przedmiot badany) w celu zmniejszenia prądu zwarcia w chwili przeskoku i zabezpieczenia uzwojeń transformatora od przepięć.

Przy układzie symetrycznym, pół oporności umieszcza się w jednym, a pół w drugim doprowadzeniu do iskiernika; przy układzie niesymetrycznym opornik o całkowitej oporności przepisanej umieszcza się w doprowadzeniu nieuziemionem.

U w a g a: Zaleca się używać oporników płynowych lub metalowych.

§ 6. Połączenie przy pomiarze napięcia fal uskokowych. Przy falach uskokowych nie daje się oporników, iskiernik zaś umieszcza się możliwie blisko przedmiotu badanego.

II. Pomiar napięcia zmiennego i tętniącego o częstotliwości technicznej oraz napięcia stałego.

§ 7. Regulowanie napięcia. Napięcie należy regulować w sposób ciągły. O ile większa dokładność nie jest wymagana, dopuszcza się regulowanie stopniowe, lecz stopnie mają być możliwie drobne.

U w a g a 1: Przy stopniach nieprzekraczających ½% mierzonego napięcia wyniki otrzymane mogą być obarczone błędem do 2%; przy stopniach 1% — błąd do 5%.

U w a g a 2: O ile chodzi o uzyskanie sinusoidalnego kształtu krzywej wysokiego napięcia, do regulowania napię-

¹⁾ Oporniki mają na celu tłumienie przepięć, jakie przeskoki na kulach wywołuje na obiekcie badanym.

cia po stronie pierwotnej transformatora najlepiej używać prądnic o praktycznie sinusoidalnym przebiegu napięcia, ze wzбудzeniem regulowanym w sposób ciągły. Regulowanie napięcia przy pomocy dławików lub oporników, połączonych szeregowo z uzwojeniem pierwotnym transformatora, może wywołać odkształcenie krzywej wysokiego napięcia.

§ 8. *Określenie przekładni transformatora.* Przy pomocy iskiernika nie możemy wprost wyznaczyć napięcia przeskoku na obiekcie badanym, np. izolatorze. W takim przypadku określamy przekładnię transformatora probierczego dla pewnego napięcia U_1 , ok. 20% niższego od napięcia wymagane go przy próbie (np. napięcia przeskoku); czyni się to jednym ze sposobów niżej podanych (§ 9), notując wskazania u_1 woltomierza po stronie pierwotnej transformatora. Przekładnia będzie określona stosunkiem $\vartheta = \frac{U_1}{u_1}$. Należy przytem uważać,

aby na przedmiocie badanym nie powstawały wyładowania ślizgowe¹⁾; w razie zjawienia się ich należy ustalać przekładnię przy napięciu odpowiednio niższym. Następnie kule rozsuwa się na odległość, odpowiadającą napięciu, ok. 15% wyższemu od przewidywanego napięcia wyładowania zupełnego na obiekcie badanym, nie zmieniając niczego pozatem w obwodzie, a napięcie pierwotne podnosi się do wysokości $u_2 = \frac{U_2}{\vartheta}$ gdzie U_2 jest napięciem żądanem.

Przekładnię możemy określać również przy napięciu, które chcemy mierzyć, o ile przy tem napięciu nie grozi wystąpienie przeskoku, przebicia, lub wyładowań ślizgowych na obiektach włączonych w obwód wysokiego napięcia.

§ 9. *Sposób pomiaru.* Przed pomiarem należy kule przetrzeć z kurzu i wywołać kilka przeskoków iskry w celu usunięcia cząstek kurzu z otoczenia. Częste polerowanie, nawet po wielu przeskokach, nie jest konieczne. Zaleca się, szczególnie przy niższych napięciach (mniej więcej do 40 kV), sztuczne zjonizowanie powietrza między kulami, np. przez naświetlanie promieniami nadfioletowymi (lampa łukowa lub rtęciowa, preparaty promieniotwórcze). Jeśli nie stosuje się naświetlania przerwy iskrowej zaleca się umieścić w odstępnie 5 średnic, nie bliżej jednak niż 1,5 m od przerwy iskrowej goły świetlący drut.

Pomiar może być wykonywany w sposób dwójaki:

- a) utrzymując stały odstęp kul, podnosi się zwolna napięcie aż do uzyskania przeskoku;
- b) utrzymując stałe napięcie, zbliża się zwolna kule.

a. *Staly odstęp kul.* Posługując się tablicami lub wykresami według § 10 oraz uwzględniając poprawki § 11, nastawia się kule na odległość, odpowiadającą żądanemu napięciu. Napięcie przyłożone podnosi się zwolna i możliwie jednostajnie w ten sposób, by od mniej więcej 80% przewidywanego napięcia przeskoku do chwili nastąpienia przeskoku, upłynęło ok. pół minuty. (Tyczy się to szczególnie napięć poniżej 40 kV przy braku

sztucznego zjonizowania powietrza między kulami). W chwili przeskoku notuje się odchylenie woltomierza (u_1), skąd określa się przekładnię transformatora według wzoru z § 8.

b. *Stale napięcie.* W tym przypadku kule należy zbliżać powoli, począwszy od odległości ok. 10% większej od przypuszczalnej długości przeskoku; przy odstępach większych od 50 mm nie szybciej niż 1 mm na sekundę, przy mniejszych — wolniej. Zmierzywszy odstęp, przy którym nastąpił przeskok, określa się napięcie szukane z tablic, względnie z wykresów (§ 10), z uwzględnieniem poprawek (§ 11).

III. Tablice liczbowe.

§ 10. *Wartość maksymalną* napięcia przeskoku dla kul w powietrzu przy 20° C, 760 mm Hg podaje tablica III.

U w a g a 1. Chcąc otrzymać *wartość skuteczną*, należy maksymalną podzielić przez współczynnik amplitudy, t. j. w przypadku sinusoidy przez $\sqrt{2} = 1,41...$

Jeśli wymagana jest duża dokładność, należy stosować odstęp kul nie większy, niż 1,5 promienia kul dla układu symetrycznego i nie większy niż 1 promień dla układu niesymetrycznego. Liczby określające napięcie przeskoku dla tych odległości są otoczone w tabeli II czarną obwódką.

U w a g a 2. Do pomiaru zaleca się wykonanie wykresów podług danych z tablicy III.

Tablica III.

Napięcie przeskoku w zależności od odstępu kul.

a	D = 62,5 mm (średnica kuli)		D = 125 mm		D = 250 mm	
	jednakula uziemiona	układ symetryczny	jednakula uziemiona	układ symetryczny	jednakula uziemiona	układ symetryczny
mm	U_{max} kV	U_{max} kV	U_{max} kV	U_{max} kV	U_{max} kV	U_{max} kV
5	17,46	17,38	—	—	—	—
6	20,53	20,35	—	—	—	—
7	23,58	23,30	—	—	—	—
8	26,35	25,98	—	—	—	—
9	29,25	28,90	—	—	—	—
10	32,00	31,70	32,07	32,00	—	—
11	34,75	34,50	—	—	—	—
12	37,56	37,26	—	—	—	—
13	40,29	40,00	—	—	—	—
14	43,04	42,74	—	—	—	—
15	45,72	45,44	46,62	46,23	—	—
16	48,45	48,12	—	—	—	—
17	51,10	50,77	—	—	—	—
18	53,60	53,25	—	—	—	—
19	56,11	55,80	—	—	—	—
20	58,64	58,38	59,96	59,37	—	—
25	69,92	70,10	73,40	72,58	73,80	73,45
30	79,70	80,85	86,22	85,40	87,18	86,70
40	95,60	99,45	110,1	109,4	113,8	112,5
50	107,3	115,2	130,8	131,2	139,3	137,7
60	116,2	128,2	148,5	150,9	163,6	161,8
70	123,2	138,9	164,0	168,6	187,1	184,7
80	—	—	177,2	184,9	208,2	206,7
90	—	—	188,0	200,0	228,9	227,7
100	—	—	197,7	213,6	247,2	248,0
120	—	—	213,6	237,0	281,0	284,8
140	—	—	225,0	257,0	309,6	317,7
150	—	—	—	—	322,3	333,7
160	—	—	—	—	333,4	348,8
180	—	—	—	—	353,7	377,5
200	—	—	—	—	370,4	401,8
250	—	—	—	—	405,2	455,4

¹⁾ W postaci isker przy powierzchni dielektryku, wybiegających z jednej elektrody wysokiego napięcia, a nie dochodzących do drugiej.

a	D = 500 mm (średnica kuli)		D = 750 mm		D = 1000 mm	
	Od- stęp kul	jedna ku- ła uzie- miona	układ syme- tryczny	jedna ku- ła uzie- miona	układ syme- tryczny	jedna ku- ła uzie- miona
mm	U_{\max} kV	U_{\max} kV	U_{\max} kV	U_{\max} kV	U_{\max} kV	U_{\max} kV
50	140,7	139,7	—	—	—	—
60	166,3	164,8	—	—	—	—
70	192,0	190,5	193,7	192,4	—	—
80	217,2	215,1	219,2	217,3	—	—
90	242,3	239,0	244,7	242,3	—	—
100	265,8	263,4	270,0	267,2	272,0	270,4
120	312,3	309,4	319,5	315,8	322,0	319,6
140	357,0	352,8	368,0	363,2	371,6	369,0
150	377,4	374,0	391,5	387,0	395,8	393,0
160	397,6	394,0	414,7	409,0	420,0	416,0
180	436,0	433,8	459,0	454,3	468,0	463,0
200	471,7	471,5	503,0	496,5	514,3	509,2
250	549,6	558,5	603,2	598,0	626,0	618,7
300	612,0	634,5	693,0	692,3	729,2	722,4
350	664,2	703,7	771,0	778,3	825,0	819,2
400	706,0	765,0	840,0	857,0	912,3	909,0
500	769,0	865,7	950,0	998,0	1060	1075
600	—	—	1031	1120	1181	1221
700	—	—	1098	1220	1277	1350
800	—	—	1151	1307	1355	1467
900	—	—	—	—	1423	1570
1000	—	—	—	—	1478	1659

§ 11. *Poprawki.* Napięcie przeskoku zmienia się w przybliżeniu wprost proporcjonalnie do gęstości względnej powietrza, t. j. wprost proporcjonalnie do prężności i odwrotnie do temperatury bezwzględnej; od wilgotności, w granicach praktycznych, nie zależy. Wobec tego, jeżeli pomiar wykonywa się w innych warunkach niż te, dla których są podane wartości w § 10, należy uwzględnić współczynnik poprawki (gęstość powietrza)

$$\delta = \frac{b}{760} \cdot \frac{273 + 20}{273 + t} = 0,3855 \frac{b}{273 + t}$$

gdzie b oznacza stan barometru w mm słupa rtęci, a t — temperaturę w stopniach C. Wartości współczynnika δ w granicach zwykle spotykanych podaje tablica IV.

Tablica IV.
Gęstość względna powietrza.

Temp. °C	Prężność w mm Hg							
	730	735	740	745	750	755	760	765
-3	1,043	1,049	1,057	1,064	1,071	1,078	1,085	1,092
-1	1,034	1,042	1,049	1,056	1,063	1,070	1,077	1,084
+1	1,026	1,034	1,041	1,048	1,055	1,062	1,069	1,076
3	1,019	1,026	1,034	1,041	1,047	1,054	1,062	1,069
5	1,011	1,019	1,026	1,033	1,040	1,047	1,054	1,061
7	1,004	1,011	1,019	1,026	1,033	1,039	1,046	1,053
9	0,997	1,004	1,011	1,018	1,025	1,032	1,039	1,046
11	0,991	0,997	1,004	1,011	1,018	1,025	1,032	1,038
13	0,984	0,991	0,997	1,004	1,011	1,018	1,024	1,031
15	0,977	0,984	0,991	0,997	1,004	1,011	1,017	1,024
17	0,970	0,977	0,984	0,990	0,997	1,004	1,010	1,017
19	0,964	0,970	0,977	0,984	0,990	0,997	1,003	1,010
21	0,957	0,964	0,970	0,977	0,984	0,990	0,997	1,003
23	0,951	0,957	0,964	0,970	0,977	0,983	0,990	0,996
25	0,944	0,951	0,957	0,964	0,970	0,977	0,983	0,990
27	0,938	0,944	0,951	0,957	0,964	0,970	0,977	0,983
29	0,932	0,938	0,944	0,951	0,957	0,964	0,970	0,977

a) Pomiar przy stałym odstępie kul. Wartość napięcia, które pragnie się uzyskać, dzieli się przez współczynnik δ i dla otrzymanej wartości znajduje się z tablicy lub wykresu odstęp, na który kule należy nastawić.

b) Pomiar przy stałym napięciu. Zmierzywszy otrzymany odstęp kul, znajduje się z krzywej lub tablicy III (§ 10), tę wartość napięcia przeskoku, jaka byłaby przy $\delta = 1$; pomnożywszy ją przez współczynnik δ , otrzyma się rzeczywistą wartość napięcia.

O ile wymagana jest większa dokładność oraz wogóle dla wartości δ znacznie różniących się od jedności (praktycznie poczynając od różnicy $\pm 0,05$), poprawka powyższa nie daje wystarczającej dokładności. należy wtedy zamiast δ stosować inną poprawkę (współczynnik δ'), uwzględniając i średnicę kuli.

Poprawkę tą oblicza się z następującego wzoru:

$$\delta' = \delta \frac{1 + \frac{0,757}{\sqrt{\delta D}}}{1 + \frac{0,757}{\sqrt{D}}}$$

gdzie D jest średnicą kuli w cm, a δ — poprawką z Tablicy IV-tej.

PRZYKŁAD.

Chcemy określić przekładnię transformatora przy napięciu wtórnym 130 kV (wartość skuteczna), to jest 183,8 kV (wartość maksymalna), o ile krzywa napięcia jest praktycznie sinusoidą.

Jeden biegun transformatora uziemiony.

Ciśnienie powietrza: $b = 724,5$ mm Hg.

Temperatura powietrza: $t = 28^\circ$ C.

Gęstość powietrza: $\delta = 0,3855 \frac{724,5}{301} = 0,928$.

Z tablicy III widzimy, że gdy gęstość powietrza $\delta = 1$, napięcie 183,8 kV możemy zmierzyć iskiernikami o średnicach kul 125 mm, i 250 i 500 mm. Iskiernika 125 mm można użyć, gdy wymagana jest mniejsza dokładność. W danym przypadku dokładność ma być większa, trzeba więc posługiwać się iskiernikiem 250 lub 500 mm.

Przypuśćmy, że rozporządzamy iskiernikiem o średnicy kul 250 mm.

$$\delta' = 0,928 \frac{1 + \frac{0,757}{\sqrt{25 \cdot 0,928}}}{1 + \frac{0,757}{\sqrt{25}}} = 0,932$$

Odległość, jaką należy ustalić między kulami ma odpowiadać (§ 11a) napięciu $\frac{183,8}{0,932} = 197,2$ kV. Ponieważ w tablicy

III nie ma tej wartości napięcia, znajdujemy ją z wykresu (§ 10, uwaga 2). Wynosi ona $a = 74,8$ mm. Po ustawieniu kul iskiernika na odległość $a = 74,8$ mm podnosimy napięcie aż do przeskoku, odczytując woltomierz włączony po stronie pierwotnej transformatora i wskazujący wartość skuteczną. Niech wskazanie woltomierza w chwili przeskoku, przeciętne z kilku pomiarów wynosi 148,3 V, wtedy przekładnia transformatora

$$\Phi = \frac{130\,000}{148,3} = 876 \frac{V_{sk}}{V_{sk}}$$

POLSKA BIBLIOGRAFJA ELEKTROTECHNICZNA ZA ROK 1931

zestawił
Inż. Tadeusz Żerański.
(Ciąg dalszy *)

SKOROWIDZ RZECZOWY.

- Akumulatory. 156.
Anteny. 126, 296.
Aparaty telefoniczne i telegraficzne. Urządzenia stacyjne. 154, 168, 209, 218, 247, 273.
Automatyka telefoniczna. 115, 117, 120, 121, 273.
Centrale telefoniczne. 120, 143, 175, 176, 178, 184, 210, 273.
Ciężna. 3, 102, 103.
Dielektryki. 2, 24, 165.
Elektrochemja. 29, 70, 94, 95, 101, 110, 142, 166, 170, 179, 183, 186, 200, 201, 314, 319.
Elektrotechnika ogólna. 15, 46.
Elektrownie i podstacje. 44, 63, 64, 65, 67, 80, 81, 85, 86, 87, 152, 161, 182, 187, 256, 294, 317.
Elektryczność. 4, 12, 61.
Elektryfikacja. 5, 58, 59, 60, 100, 109, 131, 153, 157, 167, 235, 236, 246, 255, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 275, 293.
Fale krótkie. 82, 281, 296.
Falomierze. 147.
Filtry. 269.
Generatory lampowe. 145, 146, 280.
Gospodarcze sprawy. Przemysł i handel. 65, 67, 83, 96, 114, 202, 215, 220, 239, 277, 278, 294, 300, 318.
Gospodarka elektryczna. 85, 86, 87, 100, 172, 182, 202, 204, 254, 277, 282, 318.
Gospodarka energetyczna. 98, 105, 112, 132, 153, 187, 215, 235, 236, 246, 255, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 275, 293.
Instytucje, stowarzyszenia i organizacje. 6, 7, 45, 62, 76, 83, 286, 292.
Kable. 2, 92, 93, 113, 122, 219, 270, 276, 283, 311.
Lampy katodowe. 116, 150, 180, 189, 191, 192, 195, 230.
Magnetyzm. 4, 12, 61, 292.
Maszyny elektryczne (p. także silniki). 37, 268.
Materiały izolacyjne. 19, 21, 25, 35, 111, 213.
Metalurgia. 309.
Miernictwo elektrotechniczne. 1, 8, 10, 11, 22, 48, 66, 75, 89, 101, 124, 125, 140, 147, 148, 149, 218, 219, 242, 248, 265, 295, 307, 310.
Niklowanie. 179.
Odbiór radjofoniczny. 23, 30, 126, 189, 190, 191, 193, 194, 214, 228, 229, 257, 258, 288, 290.
Olej izolacyjny. 19, 25, 35, 67, 213.
Organizacja służby pocztowo-telegraficznej i telefonicznej. 34, 38, 56.
Oświetlenie elektryczne. 6, 7, 27, 40, 41, 79, 159, 171, 173, 185, 199, 203, 221, 224, 225, 226, 227, 237, 238, 239, 240, 241, 303, 308, 316.
Prostowniki. 44, 245.
Przepisy i normy. 2, 21, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 77, 78, 122, 265.
Przewody elektryczne. 2, 3, 92, 93, 102, 103, 104, 174, 270, 276, 311.
Racjonalizacja w przemyśle; organizacja pracy. 69, 114, 158, 255, 299.
Radjostacje. 31, 82, 126, 164, 198, 231, 288.
Radjotechnika. 18, 20, 23, 30, 31, 82, 106, 116, 126, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 164, 180, 181, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 197, 198, 214, 228, 229, 230, 231, 257, 258, 267, 269, 270, 271, 280, 281, 286, 287, 288, 290, 296, 297.
Radjotelegrafia. 126, 231, 287.
Różne. 39, 50, 62, 67, 68, 72, 83, 84, 91, 98, 107, 132, 217, 222, 223, 249, 253, 274, 282, 304, 308.
Sieci elektryczne. 5, 57, 109, 141, 174, 204.
Sieci teletechniczne. 113, 115, 121, 141, 218, 248, 283, 311.
Silniki elektryczne. 58, 71, 144, 151, 155, 234, 266, 284, 302, 305.
Słownictwo. 279.
Spawanie elektryczne. 90, 118, 119, 169, 306.
Stabilizatory częstotliwości. 280.
Statystyka. 63, 64, 85, 291, 301.
Sygnalizacja elektryczna. 69, 114, 129, 158, 208, 211, 252, 299.
Szkolnictwo. Podręczniki szkolne. 4, 8, 12, 15, 18, 20, 37, 45, 46, 47, 61, 70, 82.
Taryfy. 65, 86, 87, 182, 315.
Telefon. 56, 74, 113, 115, 117, 120, 121, 133, 140, 141, 143, 154, 168, 175, 176, 178, 184, 205, 210, 218, 219, 247, 248, 273, 283, 301, 311.
Telegraf. 34, 56, 95, 175, 177, 209, 248, 272.
Teletechnika. 34, 38, 56, 73, 74, 95, 113, 115, 117, 120, 121, 133, 140, 141, 143, 148, 154, 168, 175, 176, 177, 178, 184, 205, 209, 210, 218, 219, 247, 248, 272, 273, 279, 283, 301, 310, 311.
Telewizja. 99, 163.
Teoretyczne zagadnienia i badania. 3, 4, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 22, 24, 26, 29, 32, 33, 42, 43, 47, 48, 49, 88, 102, 123, 124, 125, 127, 128, 133, 134, 135, 137, 138, 139, 142, 150, 165, 170, 186, 200, 201, 216, 242, 243, 250, 272, 281, 289, 296, 297, 298, 312, 313, 314, 319.
Trakcja elektryczna. 62, 84, 144, 157, 232, 233, 234.
Transformatory. 66, 75, 212, 295, 307.
Ustawodawstwo. Uprawnienia. 80, 81, 300.
Urządzenia elektryczne. 51, 52, 53, 54, 55, 57, 161, 173, 265, 303.
Wylądowania atmosferyczne. Piorunochrony. 77.
Wypadki elektryczne. 62, 78.
Wysokie napięcia. 5, 8, 11, 22, 125.
Wystawy, targi, konkursy. 278.
Zagadnienia techniczne. 132, 179, 249.
Zakłady o sile wodnej. 105, 153, 187, 235, 236, 246, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 317.
Zastosowania elektryczności. 50, 58, 69, 71, 84, 90, 91, 100, 107, 118, 119, 129, 130, 131, 151, 158, 160, 169, 179, 208, 211, 222, 223, 249, 251, 252, 274, 284, 299, 302, 306, 308.
Zjazdy, kongresy, konferencje. 76, 253.
Żarówki. 96, 97, 203, 238, 239.
Życiorysy. 36, 108, 136, 206, 207, 238.

*) Patrz „Przeł. Elektr. Nr. 12 — 15.

Z DZIEDZINY ELEKTRYFIKACJI.

Niektóre dane o elektryfikacji w Z. S. R. R.

Trudności przy realizowaniu planu elektryfikacji. Wśród szeregu zagadnień, związanych z wykonaniem pięcioletniego planu gospodarczego, naczelnie miejsce zajmuje, jak wiadomo, zagadnienie elektryfikacji. Dlatego też wszelkie bolączki w tej dziedzinie znajdują żywy odgłos na łamach prasy sowieckiej, jak codziennej, tak i technicznej. Z pośród szeregu trudności, stających na przeszkodzie szybkiej realizacji planu elektryfikacji, zaznaczyć należy przedewszystkiem zupełny brak programu naukowo - badawczej pracy w zakładach doświadczalnych, a zwłaszcza w dziedzinie wysokich napięć; szereg badań o wielkiej doniosłości odbywa się na przyrządach bądź przestarzałych, bądź nie nadających się wogóle do użytku; odczuwa się przytem brak szeregu niezbędnych aparatów¹⁾. Badania te mają duże znaczenie dla postępów elektryfikacji w Z. S. R. R., głównie ze względu na szereg nowopowstających gałęzi przemysłu elektrotechnicznego i brak doświadczenia w wielu dziedzinach. Prasa sowiecka podnosi alarm z powodu zbyt luźnej łączności między poszczególnymi zakładami naukowo - badawczymi oraz braku jakiegokolwiek wymiany osiągniętych przez poszczególne zakłady wyników. Jednocześnie coraz częstsze stają się narzekania na zaniedbania w dziedzinie opracowania planów elektryfikacji ze strony odpowiednich władz prowincjonalnych (Syberji, Uralu, Północnego Kraju i inn.), bądź też na zgłaszanie przez powyższe planów mało realnych, ze względu zaś na zamierzone terminy wykonania — wręcz fantastycznych²⁾. Dużo miejsca poświęca się dyskusjom nad niską jakością wyrabianych w kraju artykułów elektrotechnicznych, nad zarządzeniem coraz dotkliwiej odczuwanemu brakowi fachowców elektryków i t. d.

Linje wysokiego napięcia. Po wybudowaniu i uruchomieniu szeregu linii napowietrznych o napięciu 110 kV przystąpiono do budowy linii Świr — Leningrad (220kV) oraz szeregu linii Dnieprostroju (160 kV). Jednocześnie — ze względu na przewidywane w przyszłości połączenie wszystkich najważniejszych ośrodków przemysłowych Rosji jedną ogólnopaństwową siecią o b. wysokim napięciu — przystąpiono do studjów nad szeregiem zagadnień związanych z budową linii napowietrznej na napięcie 500 kV. W związku z powyższym ma być wybudowany w najbliższym czasie w instytucie fizyczno - technologicznym w Leningradzie odcinek doświadczalnej linii napowietrznej na napięcie 500 kV o długości 1,5 km. Specjaliści sowieccy z prof. Winogradowem na czele nie sądzą jednakże, by przekroczone zostało w praktyce — w najbliższej przynajmniej przyszłości — napięcie 380 kV. Zasługuje na uwagę fakt, że na odbytej wiosną ub. roku pierwszej wszechzwiązkowej konferencji wielkich sieci wysunięte zostało hasło zamiany prądu zmiennego na prąd stały przy przesyłaniu energii na duże odległości. Sprawa ta, która posiadałaby w Z. S. R. R. pewne widoki na realizację, o ile zostałyby pomyślnie zakończone prowadzone tam prace nad skonstruowaniem tak zw. przetwornic jonowych oraz elektronowych (związanych z zagadnieniem przetwarzania prądu stałego na prąd zmienny o b. wysokim napięciu), — spotkała się naogół z uznaniem. Jednocześnie lansowane były projekty rozwiązania planu wielkiej ogólnozwiązkowej

sieci wysokiego napięcia przy pomocy kabla ziemnego o napięciu 400 kV, a to w związku z nowootrzymanymi w laboratorjach prof. Joffe materiałami izolacyjnymi, które — rzekomo — wytrzymują naprężenia rzędu 1 miliona V/cm. Nie od rzeczy będzie przy tej okazji zauważyć, że w jednej z wytwórni wykonano już kabel na napięcie robocze 120 kV.

Elektryfikacja kolei. Sprawie elektryfikacji kolei udzielano dotychczas stosunkowo mało uwagi, to też długość zelektryfikowanych linii wynosiła na jesieni ub. roku zaledwie ok. 83 km. Wobec tego, że plan pięcioletni wykonano w tej dziedzinie w wysokości ok. 25%, zaczęto ostatnio coraz więcej się interesować sprawą elektryfikacji kolei, zwłaszcza, że plan przewiduje zelektryfikowanie do roku 1934 ok. 3 700 km linii kolejowych; sądząc jednakże z dotychczas osiągniętych rezultatów oraz z powodu kompletnego braku doświadczenia techników sowieckich w dziedzinie trakcji elektrycznej wykonanie powyższego programu w przewidzianym terminie jest mało prawdopodobne. W związku z elektryfikacją kolei toczą się obecnie ożywione dyskusje nad kwestją wyboru systemu prądu, nad typem elektrowozu i t. d. Jak dotychczas — większość skłania się ku prądowi stałemu o napięciu 3 000 V z tem, aby ewentualnie przejść w przyszłości do systemu prądu zmiennego, najbardziej nadającego się ze względu na całokształt gospodarki elektrycznej; nie jest wykluczonem, że byłby to system prądu jednofazowego o częstotliwości 50 okr./sek, a to ze względu na możliwość ewentualnego zasilania energią elektryczną rolnictwa oraz położonych w pobliżu podstacji trakcyjnych zakładów przemysłowych. Elektrowozy, silniki trakcyjne oraz prostowniki rtęciowe dla elektryfikacji kolei prądem stałym wykonane zostałyby w kraju przy ścisłej współpracy firm General Electric Co oraz Metropolitan Vickers Electrical Co, z którymi wytwórnie sowieckie posiadają odpowiednie umowy.

Elektrownie. Ogólna moc wybudowanych w ciągu dziesięciolecia 1921 — 1931 na terenie Z. S. R. R. elektrowni wynosiła ok. 1,550 tysięcy kW. Na rok 1932 zaprojektowano budowę dwustu elektrowni komunalnych (nie licząc przemysłowych) o łącznej mocy przeszło 300 tys. kW.

Pośród elektrowni oddanych do użytku w roku 1931 zasługuje na uwagę uruchomiona w maju ub. roku na Krymie pod Sebastopolem największa na świecie elektrownia napędzana tak zw. „błękitnym węglem” t. j. przy pomocy wiatru. Maksymalna moc silnika napędowego wynosi 150 KM i jest osiągalna przy szybkości wiatru wynoszącej 10 m/sek; średnica skrzydeł wiatrowych silnika wynosi 30 m; ciężar koła wiatrowego 17 ton. Silnik napędza prądnice asynchroniczną o napięciu 220 V; elektrownia jest całkowicie zautomatyzowana.

Przemysł elektrotechniczny. Wytwórczość przemysłu elektrotechnicznego osiągnęła za rok 1931 sumę okrażli 1 miljarda rubli; w roku bieżącym wyniesie ona według obliczeń głównej komisji elektryfikacyjnej ok. 1 854 milionów rubli. Naogół biorąc wzrost przemysłu elektrotechnicznego postępuje stosunkowo szybko naprzód: w roku ubiegłym Z. S. R. R. zajął pod względem produkcji artykułów elektrotechnicznych czwarte miejsce, ustępując Stanom Zjednoczonym A. P., Niemcom i Anglii. O ile podana wyżej cyfra zostanie w roku bieżącym rzeczywiście osiągnięta, — Rosja wysunęłaby się na drugie miejsce, wyprzedzając Niemcy i Anglię.

¹⁾ „Elektriczestwo” Nr. 12, 1931 r., str. 599.

²⁾ „Elektriczestwo” Nr. 21, 1931 r., str. 1182.

Ponieważ zapotrzebowanie na maszyny i aparaty elektrotechniczne szybko wzrasta, zdecydowano się przystąpić do budowy kilku nowych zakładów, wyrabiających maszyny elektryczne i aparaturę. Między innymi opracowany został projekt budowy tak zw. „uralskiego kombinatu”; jest to grupa zakładów przemysłowych, których produkcję obliczono na 2 miljardy rubli rocznie. Zakłady będą wyrabiać turbogeneratory (o łącznej mocy ok. 2,5 milionów kW rocznie), transformatory, aparaty elektryczne oraz kable. Obok maszyn seryjnych mają być wypuszczane także jednostki anormalne, jak turbozespoły o mocy do 160 MW, generatory dla stacji hydroelektrycznych o mocy do 130 MW i t. d. Koszta budowy „kombinatu” wynieść mają wraz z kosztami budowy domów mieszkalnych dla personelu technicznego i robotników ok. 700 milionów rubli. Jakkolwiek do zrealizowania powyższego projektu jest jeszcze b. daleko, to jednak wspominamy o nim ze względu na to, że stanowi on doskonałą ilustrację wytężonej bądź co bądź propagandy, jaką prowadzą władze sowieckie w kierunku powszechnej elektryfikacji kraju.

W dziedzinie budowy turbogeneratorów technika sowiecka osiągnęła w ostatnich latach poważne sukcesy, — zarówno pod względem wyzyskania materiału (zużycie miedzi i żelaza w kg na jednostkę mocy), jak i pod względem mocy zbudowanych jednostek. W roku 1930 zakłady „Elektrosiła” zbudowały pierwszy turbogenerator o mocy 24 000 kVA; w końcu roku 1931 zakłady te wykonały podobną jednostkę o mocy 50 000 kVA, która obecnie pracuje w elektrowni Kaszira.

Jednocześnie wytwórnie sowieckie wykonały szereg generatorów wielkiej mocy przeznaczonych do napędu przez turbiny wodne; jednostki te zostały zainstalowane w zakładach o sile wodnej w Ziemo - Awczalsku oraz w zakładzie wodnym na rzece Wolchow. Obecnie wykonany został pierwszy generator o mocy 62 000 kVA przeznaczony dla znanych zakładów Dnieprostroju.*)

Co się tyczy powyższych wyników, to jakkolwiek niewątpliwie przyznać należy duży sukces wytwórni sowieckich, którym udało się wykonać i zmontować tak wielkie jednostki, to jednak przed wydaniem sądu o jakości produkcji sowieckich generatorów wielkiej mocy należałoby zacząć na wyniki pracy tych jednostek. Powszechnie bowiem wiadomo, jakie trudności częstokroć następują — zarówno przy uruchomieniu, jak i w eksploatacji — nawet jednostki wykonane przez mające ogromne doświadczenie

w budowie generatorów zakłady o światowej sławie. Zarówno do wyszukania przyczyn powstających przytem wszelkiego rodzaju zjawisk, jak i do ich usunięcia, konieczną jest współpraca wybitnych specjalistów, ludzi, których jak w Europie, tak i w Ameryce policzyć można niemal na palcach. Zbytнім optymizmem byłoby przypuszczać, że trudności tych unikną technicy sowieccy, ale czy dadzą oni sobie z nimi radę?...

W zakresie budowy transformatorów wykonywane są obecnie w Z. S. R. R. przez wytwórnię Elektrozawod oraz przez zakłady elektro - mechaniczne w Charkowie jednostki o mocy do 20 000 kVA przy górnym napięciu do 115 kV. Jednocześnie prowadzone są prace badawcze nad przygotowaniem budowy transformatorów wielkiej mocy przy jednoczesnym przejściu na materiały izolacyjne wyrobu sowieckiego (dotychczas stosowane są do budowy transformatorów materiały izolacyjne pochodzenia zagranicznego).

Ze względu na duże zapotrzebowanie na aparaty rentgenowskie przystąpiono w roku 1929 do budowy powyższych w kraju. Obecnie aparaturę rentgenowską wyrabiają dwie fabryki; mimo wielkich wysiłków w kierunku ulepszenia aparatów tych, są one z punktu widzenia konstrukcyjnego naogół przestarzałe, zwłaszcza w porównaniu z niemieckimi, przy czem najwięcej usterek i braków wykazują wyłączniki, oporniki i przełączniki.

Zakłady „Elektropribor” w Leningradzie — jedyna w Z. S. R. R. fabryka wyrabiająca liczniki trójfazowe — wypuściły w kwietniu ub. r. pierwszą partję 3-fazowych liczników w ilości 73 sztuk. Jednocześnie zakłady „Swietłana” wypuściły pierwszą lampę kwarcową; lampy kwarcowe przywożone były dotychczas wyłącznie z zagranicy.

Zastosowania elektryczności. Z prowadzonych obecnie w Z. S. R. R. licznych doświadczeń nad zastosowaniem elektryczności w różnych dziedzinach na uwagę zasługują doświadczenia dokonywane pod kierownictwem prof. Maksimowa w zakładzie kultury roślin. Mają one na celu sztuczne przedłużanie okresu wegetacyjnego jarzyn drogą naświetlania powyższych specjalnymi lampami przy jednoczesnym ogrzewaniu ziemi prądami wysokiej częstotliwości. Dotychczas osiągnięte wyniki pozwalają — rzekomo — przypuszczać, że uda się otrzymać w północnych obszarach Rosji po dwa plony jarzyn w ciągu roku.

Zaznaczamy, że podane wyżej wiadomości i dane liczbowe podane zostały na odpowiedzialność czołowego organu elektrotechnicznej prasy sowieckiej dwutygodnika „Elektriczestwo” (Moskwa).

*) „Elektriczestwo” Nr. 7/1932 r., str. 387.

(n.)

Z ŻYCIA ORGANIZACYJ.

STOWARZYSZENIE ELEKTRYKÓW POLSKICH.

ODDZIAŁ LWOWSKI.

Protokół

zebrania odczytowego Oddziału Lwowskiego S. E. P. odbytego dnia 23 maja 1932 w sali Polskiego Towarzystwa Politechnicznego przy ul. Zimorowicza 9.

Zebranie zagaja o godz. 18.15 wiceprezes Oddziału Inż. M. Altenberg, zapraszając Kol. Inż. Łukasza Dorosza do wygłoszenia odczytu p. t.:

„Wzmocniacze telefoniczne”.

Odczyt Inż. Łukasza Dorosza w streszczeniu:

Pierwsze próby komunikacji telefonicznej, uskutecznione na zwykłych linjach telegraficznych, nie przekraczały kilkunastu kilometrów odległości. Prace teoretyczne i praktyczne nad sposobem rozchodzenia się prądów telefonicznych wzdłuż przewodów, z uwzględnieniem własności charakterystycznych linii, jak oporu, indukcyjności, pojemności i upływu, doprowadziły do takiego stanu, że dzisiaj posiadamy połączenia telefoniczne poprzez tysiące kilometrów, a wynalazek lamp katodowych i użycie ich jako wzmacniaczy telefonicznych umożliwiły prowadzenie rozmów telefonicznych pomiędzy najbardziej odległymi punktami ziemi.

Następnie przedstawił prelegent działanie amplifikacyjne lamp katodowych trójelektrodowych i opisał budowę na tej zasadzie wzmacniacze telefoniczne, z uwzględnieniem wszystkich urządzeń dodatkowych, jak sztuczne linie, usuwacze echa elektrycznego czyli t. zw. tamy echow e oraz układy, do wyrównywania nierównomiernego tłumienia i wyrównywania faz.

Zebranie odbyło się przy licznych współudziale członków i gości zaproszonych.

Po krótkiej dyskusji wiceprezes podziękował prelegentowi za wygłoszenie interesującego odczytu i zamknął posiedzenie.

Z ODDZIAŁU POZNANSKIEGO.

W dniu 18 czerwca b. r., odbyło się perjodyczne zebranie odczytowe Oddziału, na którym Inż. Chierer wygłosił referat na temat: „Produkcji, oceny i dobroci racjonalnej gospodarki olejami izolacyjnymi”.

W nader szczegółowo opracowanym referacie poruszył prelegent wszelkie zagadnienia dotyczące olejów izolacyjnych i na podstawie szczegółowych zestawień udowodnił, że krajowa produkcja olejów izolacyjnych nietylko nie ustępuje jakościowo olejom zagranicznym, lecz przeciwnie te ostatnie przewyższa.

Po referacie wywiązała się ożywiona dyskusja, w której poza członkami wziął udział również p. dr. Namysłowski z Elektrowni Okręgowej „Gródek”, który na podstawie osobistych badań olejów izolacyjnych potwierdził wywody prelegenta, niemniej wskazał na panującą rozbieżność w ocenie olejów, a przede wszystkim w ustalaniu jego punktu krzepnięcia.

W związku z powyższym, zebranie uchwaliło rezolucję treści następującej: Zważywszy, że krajowa produkcja olejów izolacyjnych jest na najlepszej drodze do osiągnięcia wszelkich cech wartościowych najbardziej używanych olejów izolacyjnych pochodzenia zagranicznego, przeciwnie, że oleje krajowe mogą być produkowane nawet w znacznie lepszej jakości, zebrani uchwalają zwrócić się do Polskiego Komitetu Normalizacyjnego o najszybsze ustalenie norm dla olejów izolacyjnych, wypowiadają się za równomiernością produkcji w poszczególnych rafineriach, za jednolitością jakościową i rodzajową, przyczem stoją na stanowisku, by jednolity punkt krzepnięcia utrzymany został w granicach — 35° C. do 40° C. i to zarówno dla aparatów wewnętrznych jak i zewnętrznych.

Powyższe zebranie zaszczytliwą obecnością między innymi również reprezentanci przemysłu naftowego.

O godz. 23.00 Prezes zamknął zebranie, dziękując prelegentowi za jego trud w opracowaniu tak wysoce interesującego referatu.

ODDZIAŁ WARSZAWSKI.

Protokół

Zebrania Odczytowego Oddziału z dnia 7 czerwca 1932 r.
Obecnych: 43.

Kol. inż. J. Skowroński wygłosił odczyt na te-

mat „Opady deszczowe w Polsce z punktu widzenia izolacji linii”.

Prelegent podał do wiadomości wyniki swoich badań, prowadzonych od 1930 roku w Zakładzie Wysokich Napięć Politechniki Warszawskiej przy współudziale Państwowego Instytutu Meteorologicznego oraz Centralnego Biura Hydrograficznego Min. Rob. Publ., badań dotyczących oporności elektrycznej i największych natężeń deszczu dla różnych okolic Polski. Podane były również analogiczne wyniki badań międzynarodowych.

Prelegent zobrazował metody, drogą których zostały przeprowadzone badania, oraz przedstawił i zanalizował osiągnięte wyniki.

Odczyt będzie drukowany w „Przeglądzie Elektrotechnicznym”.

W dyskusji zabrał głos prof. Drewnowski, zaznaczając, że byłoby pożądane uzyskanie od eksploatatorów krajowych linii elektrycznych danych dotyczących obserwacji pracy linii przechodzących przez różne okolice kraju, celem rozszerzenia zakresu badań Prelegenta. Pożądaniem byłoby również aby osiągnięte wyniki były przedmiotem referatu polskiego na najbliższej sesji Międzynarodowej Konferencji Wielkich Sieci Wysokiego Napięcia.

Prof. Drewnowski zaznaczył, że szczególnie ważną rzeczą jest badanie stanu izolacji w trakcie przebiegu naturalnego deszczu. Zakład Wysokich Napięć Politechniki Warszawskiej opracowuje przyrząd, który pozwoli przeprowadzanie takich badań.

Kol. Jan Podoski zakomunikował o swojej obserwacji pracy 60 kV linii dalekoosnej w nadmorskim okręgu francuskiego Marokka. Musiały tam być zastosowane olejowe izolatory wiszące, gdyż inaczej linja nie mogła pracować z powodu nadmiernych osadów słonych. Deszcze, zresztą rzadkie, zmywając linję, wpływają na stan izolacji raczej dodatnio.

Kol. Jakubowski zapytuje dlaczego w przepisach polskich zostało ustalone, że natężenie deszczu ma wynosić ponad 3 mm.

Prof. Drewnowski wyjaśnia, że norma ta została wypośredkowana z przepisów innych krajów, a znajduje swoje uzasadnienie w tem, że przy takim natężeniu deszczu warunki pracy izolatora ustalają się, dokładność pomiaru jest większa, a zatem osiągnięte wyniki gwarantują większą ścisłość.

Wreszcie kol. Prelegent zaznacza, że niebezpieczeństwo przeskoku lub nadmiernego upływu w razie istnienia osadów może być spowodowane nie tyle przez deszcz, ile przez zmianę stanu wilgotności powietrza. Jeśli chodzi o wspomniane wyżej izolatory olejowe, to konstrukcja ich wogóle pozostawia wiele do życzenia, gdyż napięcie ich przebicia jest mniejsze od napięcia przeskoku. Co się zaś tyczy bezpośrednich pomiarów oporności wody w czasie naturalnego deszczu, to są one bardzo wskazane ze względu na zmianę tej oporności wraz z temperaturą oraz zmienną zawartością w wodzie kwasu węglowego.

BIBLIOGRAFJA.

Inż. E. T. Geisner, Profesor Politechniki Lwowskiej. **Podstawy osiągnięcia dochodowości w małych przedsiębiorstwach przemysłu metalowego i pokrewnych.** Warszawa, 1932. Nakładem Instytutu Przemysłowo-Rzemieślniczego przy Muzeum Przemysłu i Rolnictwa w Warszawie.

Podręcznik składa się z trzech działów, poświęconych wiadomościom wstępnym, prowadzeniu warsztatu i wreszcie kalkulacji małego przedsiębiorstwa — i uzupełnionych kilkunastu bardzo celowo dobrane tabelami oraz starannie opracowanymi wzorami druków i schematów pomocniczych. Autor, znany — w najlepszym tego słowa znaczeniu — popularyzator umiejętności technicznych, daje na przeszło 200 stronach tekstu zwięzły, systematyczny i scharmonizowany wykład organizacji pracy i rachunkowości małego zakładu wytwórczego, unikając z jednej strony zbędnego pseudo-naukowego balastu, z drugiej zaś — niebezpiecznych uogólnień.

Pomimo to, a może właśnie dzięki temu, podręcznik ten, poświęcony przede wszystkim potrzebom przemysłu metalowego, może znaleźć zastosowanie i na wielu innych działach przemysłu i nie tylko przytem w małych placówkach wytwórczości rzemieślniczej, dla których przede wszystkim jest przeznaczony, ale i w wielu większych zakładach przemysłowych, rzekomo „naukowo” zorganizowanych.

Sprawia to cechujący Autora realizm i t. zw. common sense, który decyduje o syntetycznym ujmowaniu treści i o unikaniu tych licznych quasi - praktycznych nadbudówek i upiększeń, które usuwają na dalszy plan istotną treść wykładu.

Podręcznik ten, stanowiący bodaj pierwszą w naszej literaturze technicznej udaną próbę naukowego opracowania tego zagadnienia w popularnej — a nie zwulgaryzowa-

nej — formie, powinien znaleźć jaknajszersze rozpowszechnienie przede wszystkim wśród wychowawców naszych technicznych szkół zawodowych, a pozatem wszędzie tam, gdzie o powodzeniu decyduje nie tyle rutyna, ile dokładna znajomość i umiejętność wyzyskania licznych składników, stanowiących o kosztach produkcji. *J. Komarnicki, inż.*

Prof. A l e k s a n d e r R o t h e r t, **Organizacja Gospodarki Materiałowej w Przemśle i Handlu.** Str. 84, cena zł. 4.50. Skład główny: Instytut Naukowej Organizacji, Warszawa, Mokotowska 51/53.

Aktualne zagadnienie prawidłowej organizacji gospodarki materiałowej doczekało się opracowania przez powołane pióro prof. Aleksandra Rotherta, jednego z wybitnych pionierów racjonalizacji przemysłu w Europie.

Prof. Rothert z właściwą sobie zwięzłością, podaje swe cenne doświadczenia na temat techniki gospodarki materiałowej, uwzględniając w poszczególnych działach kwestję właściwego sposobu zamówienia i odbioru materiałów. Dalej spotykamy uwagi autora w przedmiocie organizacji i czynności składu i znaczenia normalizacji dla gospodarki materiałowej. Osobny rozdział poświęcony jest trafnym uwagom o urządzeniu składów, przy czem doceniona jest rola wykazu składowych.

Autor zwraca uwagę czytelnika na ważność postulatu szybkiego przebiegu materiałów, gdyż umożliwia to ograniczenie ich ilości, a przeto redukuje sumę unieruchomionego w materiałach kapitału.

Książka treściwa, zwięzła, pełna praktycznych wskazań, wypełnia lukę w naszym piśmiennictwie fachowym na temat organizacji gospodarki materiałowej w przemyśle i handlu.

Z RUCHU I WYTWÓRNI

W sprawie określenia przekroju przewodów łączących rozrusznik z wirnikiem silnika indukcyjnego.

Nawiązując do zamieszczonej w dziale „Z ruchu i wytwórni” w numerze 6 b. r. wzmianki p. B. Gimbuta, pragnąłbym zaznaczyć co następuje.

Jakkolwiek dobór odpowiedniego przekroju przewodnika do połączenia rozrusznika z wirnikiem silnika asynchronicznego nie nastrocza — rzecz prosta — większych trudności, to jednak sprawa ta o tyle jest ważna, że użycie przewodów o nieodpowiednim przekroju pociągnąć może niekiedy za sobą skutki bardziej przykre od nieznacznego szarpnięcia przy zwieraniu pierścieni, o którym autor wspomina, i o tyle gorsze, że uniemożliwiają one wogóle uruchomienie silnika. Na dowód powyższego pozwolę sobie przytoczyć następujący wypadek z praktyki.

Dostarczony przez jedną z wytwórni dla pewnej huty trójfazowy silnik asynchroniczny o mocy ok. 10 kW przeznaczony był do napędu jednego z urządzeń hutniczych. Silnik został zmontowany i połączony z rozrusznikiem przez elektromontera huty i zdawało się, że wszystko jest w porządku; z chwilą jednak, gdy przystąpiono do uruchomienia silnika, okazało się, że po zwarceniu ostatniego stopnia rozrusznika, t. j. z chwilą, gdy w obwodzie wirnika znajdowały się jedynie łączące końce jego faz z rozrusznikiem przewody, przy zwarceniu pierścieni nastąpiło tak

silne uderzenie prądu, że nastawiony najzupełniej prawidłowo wyłącznik automatyczny został wyłączony.

Próby powtarzano kilkakrotnie i za każdym razem zjawisko powtarzało się w sposób co do przebiegu zupełnie identyczny. Kierownikowi działu elektrycznego huty, skądinąd b. doświadczonemu elektrykowi, — sprawa ta wydała się na tyle niezwykłą, że zażądał on od wytwórni, która dostarczyła silnik, przyjazdu inżyniera celem zbadania silnika.

Po zbadaniu sprawy na miejscu okazało się, że jedyną przyczyną wyłączania silnika był zbyt mały przekrój łączących rozrusznik z wirnikiem silnika przewodów: oporność przewodów tych była prawdopodobnie znacznie większa od oporności odpowiednich faz wirnika, skutkiem czego stosunek wierzchołkowej wartości prądu, jaki popłynął po zwarceniu pierścieni do prądu nominalnego wypadł b. znochny.

Po dokonaniu wymiany przewodników na grubsze zjawiska uderzeń prądu natychmiast ustały, silnik został uruchomiony i odtąd pracował bez zarzutu.

Dodać należy, że możnaby oczywiście w opisanym wypadku tak „podregulować” cewki nadmiarowe wyłącznika automatycznego, że ten ostatni przestałby wyłączać, nie było to jednak — rzecz jasna — rozwiązaniem zagadnienia.

R.

Gwarancje.

Tytułem niniejszego artykułu mogło również być pytanie: „Jeden generalny dostawca, czy kilku specjalistów”. Myślą przewodnią bowiem jest twierdzenie, że w 90 na 100 wypadków skomplikowane urządzenia należy zamawiać bezpośrednio u kilku dostawców-specjalistów. W dobie obecnej generalny dostawca — to przeżytek.

Każdy odbiorca ma słuszne prawo do gwarancji nie-nagannego funkcjonowania zamówionych maszyn i aparatów. Laik, o ile nie wie o istnieniu technicznych doradców, musi oddać się w ręce generalnego dostawcy, gdyż ten ostatni bierze odpowiedzialność za całość.

Kiedy jednak czyni to samo fabryka, duże przedsiębiorstwo przemysłowe lub instytucja rządowa, względnie samorządowa, — można wytłómaczyć to sobie tylko biurokratyzmem albo chęcią przesunięcia całej roboty na osoby trzecie, na generalnego dostawcę.

Nie ulega kwestji, że całkowite urządzenie, składające się z rozmaitych części, wyrabianych przez różne wytwórnie, musi być dobrze dostrojone. Do tego jednak instytucje mają swych inżynierów-specjalistów w różnych dziedzinach. Jeżeli zaś komplet ten nie jest całkowity, zaprojektowanie, zamówienie i techniczny odbiór winien uskutecznić doradca-specjalista.

Tychczas cóż widzimy. — Instytucje, zarówno jak i niektóre prywatne przedsiębiorstwa, bardzo często poszukują generalnego dostawcy. W rezultacie dostawca wentylatora czy pompy musi dać i silnik elektryczny i pełną do niego aparaturę; powierza się w jedne ręce instalację niskiego i wysokiego napięcia z transformatorami, aparaturą, silnikami elektrycznymi, generatorami, silnikami ropowymi i t. p. Odbiorca o przestarzałym poglądzie uważa, że cała robota musi być oddana w jedne ręce, żeby w następstwie jedna osoba pewna odpowiadała za funkcjonowanie całości i żeby poszczególni dostawcy nie mogli zwać winy jeden na drugiego.

Rzeczywiście odbiorca ma wtedy do czynienia z jednym dostawcą, lecz w razie reklamacyj czeka znacznie dłużej na naprawę, gdyż pretensje jego idą przez dostawcę do producentów, a to, przy większych odległościach (odbiorca — w jednym mieście, dostawca — w drugim, producent — w trzecim), wymaga czasu na skomunikowanie się, uzgodnienie odpowiedzialności i t. p. jeżeli zaś subdostawcy zwalają winę jeden na drugiego, sytuacja dla odbiorcy jest o tyle tylko korzystniejszą, że nie on z nimi pertraktuje, lecz dostawca generalny. Czasem jednak sprawa komplikuje się jeszcze i przez to, że subdostawcy znajdują winę odbiorcy, przedstawiają ją generalnemu dostawcy, ten zwraca się do odbiorcy, a w rezultacie wszystko się wikła. W dodatku odpowiedzialność generalnego dostawcy jest tylko prawną, a w gruncie rzeczy problematyczną, gdyż faktyczną odpowiedzialność za wyroby ponosi wytwórnia.

Ilość wyszczególnionych ujemnych stron oddawania całości zamówienia jednemu dostawcy potęguje się jeszcze przez większy koszt. Generalny dostawca musi dodać do cen, jakie płaci subdostawcom, swoje wydatki, a więc podatek obrotowy i dochodowy, koszt stempla na rachunku, opłatę porta, personelu, który zajmuje się zamówieniami u subdostawców i t. p., a następnie jakiś godziwy zarobek.

Trudno sobie wyobrazić to, jako liczbę mniejszą od 10–15%. Kiedy więc obiekt wynosi kilkaset tysięcy złotych, z których trzy czwarte są to maszyny i aparaty, wzięte od subdostawców, wtedy te 10 czy 15% stanowią sumę nie do pogardzenia. Jeżeli nawet podział zamówienia wymaga fachowego doradcy, oszczędność będzie znaczna, nie mówiąc już o korzyściach natury technicznej.

Posiadanie gwarancji od generalnego dostawcy miało raczej bytu w tych czasach, kiedy zróżniczkowanie odpowiedzialności za rozmaite części dostawy było niezmiernie trudne, ale w wielu wypadkach wręcz niemożliwe. Dziś, w dobie specjalizacji, posiadamy przyrządy pomiarowe, które pozwalają na takie dokładne określenie miejsca uszkodzeń mocy i sprawności dostarczonych maszyn, jakiego nie mogli sobie nawet wyobrazić nasi poprzednicy. Te przyrządy, nowe metody i doświadczenie lat ubiegłych, dają nam możliwość stwierdzenia bez wahań, czy wina leży po stronie pompy, lub wentylatora, czy też silnika elektrycznego, względnie skrzynki przyłączeniowej; czy silnik ropowy ma niedostateczną sprawność, czy też wina leży po stronie generatora, transformatorów i t. p. Nie może być dwóch zdań, czy straty mamy w sieci, czy w transformatorach, w czasach, kiedy spornymi mogą być tylko małe odsetki pomiarowe; możemy się spierać o to, czy transformator będzie miał straty 2%, czy też 2,%, lecz nie o to, czy sprawność jego będzie 98%, czy też 96%, gdyż przy dwukrotnie większych stratach musiałby się spalić. Kiedy spali się silnik elektryczny, zaopatrzony w automat nadmiarowy, który nie wyłączył przy przeciążeniu, czyż będziemy wahać się w stwierdzeniu winy automatu, nie zaś silnika?

W tych warunkach żądanie generalnej gwarancji tylko dla zadośćuczynienia prawnemu punktowi widzenia traci wszelką rację bytu, gmatwa sprawę, kosztuje bardzo drogo, zabiera wiele czasu przy reklamacjach i w praktyce odbiorcą, w razie wypadku, najczęściej kieruje się, pomijając generalnego dostawcę, bezpośrednio do wytwórni. Odbiorca winien zdawać sobie sprawę, że odpowiedzialność wytwórni przed nim jest daleko większa i rzeczywistsza, niż przed generalnym dostawcą. Odbiorca może wywierać na wytwórnię nacisk skuteczniejszy, niż generalny dostawca, nawet gdy wytwórnia jest subdostawcą. Odbiorca-konsument jest dla wytwórni wyższą instancją, niż odsprzedający dostawca generalny. Czyż nie wynika z tego najwyraźniej, że ten prawnie odpowiedzialny za całość generalny dostawca jest w gruncie rzeczy zbędną i nawet szkodliwą, dodatkową instancją?

Dążeniem odbiorców-konsumentów powinien być bezpośredni kontakt z wytwórniami potrzebnych maszyn i aparatów. Bezpośredni stosunek ze specjalnymi wytwórniami pozwoli na daleko lepszy dobór niektórych maszyn, niż przez dostawcę generalnego.

Inżynier, z tej lub innej dziedziny techniki, nie będzie się obawiał podziału zamówienia pomiędzy poszczególne wytwórnie (czynią to przecież generalni dostawcy wzajemnie za otrzymaną nadwyżkę cen). Dążenie do scentralizowania zamówień pochodzi od urzędników, niefachowców, i wywołane jest iluzorycznymi prawnymi przesłankami, nie mającymi nic wspólnego ani z techniką, ani z gospodarnością.

K. Rychard, inż. el.

N. JACOBSENS ELEKTRISKE VERKSTED A/S

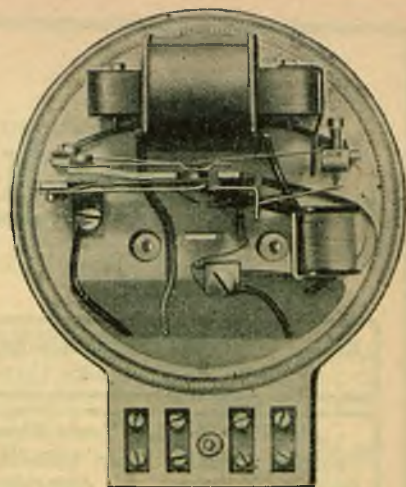
OSLO, ROK ZAŁOŻENIA 1891

**OGRANICZNIKI PRĄDU
ŁATWA REGULACJA
DUŻY ZAKRES MOCY**

**Najlepsze i najtrwalsze.
Wprowadzone w całym świecie.**

Chętnie udzielamy odpowiedzi na wszelkie zapytania w sprawach taryfy etc
Nasz Inżynier taryfowy jest zawsze do Waszej dyspozycji.

Przedstawicielstwo: Polsko-Norweski Dom Handlowy C. F. Berg
Warszawa, Wierzbowa 8
Telefon 225-08



Nowość w technice oświetlenia!

Lampa
do
opuszczania

zapewniająca
OŚWIETLENIE:

silne
nierzące
ekonomiczne
higieniczne

Wykonanie solidne.

Wygląd estetyczny.

Cena
zł. 32.50.



3901



3902

A. MARCINIAK S. A.

Warszawa, Wronia 23.

SPRZEDAŻ DETALICZNA: ŻŁOTA 49.

LANDIS & GYR S. A.

Zoug, (Szwajcaria)



**Stosujcie
LICZNIKI
DWUTARYFOWE**

powiększając przez to
zbyt energii elektrycznej
i dając konsumentowi
możność korzystania
z taniego prądu

ŻĄDAJCIE PROSPEKTÓW!

GEN. PRZEDSTAWICIELSTWO

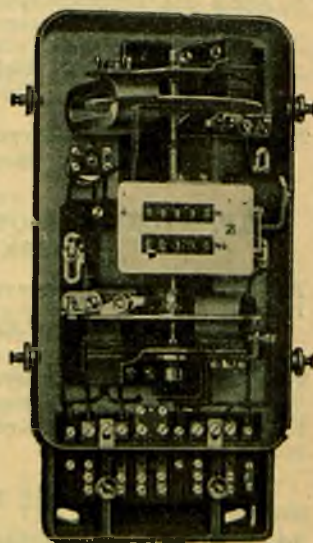
Biuro techniczne

REGIELSKI I IWANICKI

inżynierowie

WARSZAWA

Tel. 906-41 Górnośląska 16



Przyjaciół

NASZEGO PISMA

PROSIMY O POWOŁYWANIE SIĘ PRZY ZAKUPACH
I WSZELKICH ZAPYTANIACH

na OGŁOSZENIA

w „PRZEGLĄDZIE ELEKTROTECHNICZNYM”

Wykaz źródeł zakupu

AKUMULATORY.

EKA — Fabryka Akumulatorów, Spółka z ogr. odp.
Lwów, ul. Kopernika 18, tel. 54-17, 29-18.

„PETEA” Polskie Tow. Akumulatorowe S. A.
Fabryka i biura: Biała k/Bielska, tel. Bielsko 20-43
Zarząd: Warszawa, Al. Jerozolimskie 45, tel. 996-68.

Z. A. T.
Zakłady akumulatorowe syst. „TUDOR”, Sp. Akc.
Warszawa, Złota Nr. 35, tel. 404-94, 617-45, 329-46
i 721-74.
Oddziały: Bydgoszcz, ul. Śląska 13, tel. 13-77.
Katowice, Ś-go Pawła 6, tel. 26-50.
Lwów, Nabelaka 21, tel. 52-35.
Poznań, ul. Mostowa 4 tel. 11-67.

APARATY ELEKTRYCZNE.

AEG Powszechne Towarzystwo Elektryczne
Fabryka Aparatów Elektrycznych, Łagiewniki, Górny Śląsk
Adres dla korespondencji: Katowice — Marjačka 23
Warszawa — Krak. - Przedm. 16/18.

„Bezet” Sp. Akc. (patrz niżej dział: „Maszyny elektr.”).
„Era”, Polskie Zakłady Elektrotechniczne, S. A.
Zarząd i Fabryka Włochy pod Warszawą,
tel. 239-50 i 430-95.

Fabryka Aparatów Elektrycznych S. Kleiman i S-owie,
Warszawa, Okopowa 19, tel. 734-26 i 683-77.

ARMATURY KABLOWE (KOŃCÓWKI, ZŁĄCZA I MASA KABLOWA).

AEG Powszechne Towarzystwo Elektryczne
Fabryka Aparatów Elektrycznych, Łagiewniki, Górny Śląsk
Adres dla korespondencji: Katowice — Marjačka 23
Warszawa — Krak. - Przedm. 16/18.

Fabryka Aparatów Elektrycznych S. Kleiman i S-owie,
Warszawa, Okopowa 19, tel. 734-26 i 683-77.

Fabryka Kabli, Sp. Akc. Kraków — Płaszów, tel. 15 270.

BIURA I ZAKŁADY ELEKTROTECHNICZNE

inż. J. BOYE i S-ka, Zakłady Elektrotechniczne,
Sp. z ogr. odp., Warszawa, Chłodna 19, tel. 698-86.
Szenwic i Platek — Warszawa, Zielna 3. Tel. 785-77.

BUDOWA ELEKTROWNI.

Powszechne Towarzystwo Elektryczne AEG Sp. z o. o.
Fabryka Aparatów Elektrycznych, Łagiewniki, Górny Śląsk
Oddziały: Warszawa, Krak. Przedm. 16/18. Katowice,
Marjačka 23. Kraków, Basztowa 10. Łódź Piotrkowska
165. Poznań, Matejki 5. Sosnowiec, Warszawska 6.
Lwów, Kopernika 9/II. Gdynia, Ś-to Jańska r. Der-
dowskiego.

CHŁODNIE KOMINOWE I TĘŻNIOWE.

Balcke i S-ka, Budowa Kondensacji i Chłodnicz Komino-
wych, Sp. z ogr. por. Katowice, 3-go maja 25, tel. 8-64.
Adam Słucki i Synowie, Inżynierowie, Warszawa,
ul. Królewska 27, tel. 741-38.

DRUT MIEDZIANY I KRZEMO - BRONZOWY.

Fabryka Kabli, Sp. Akc. Kraków — Płaszów, tel. 15 270.

ELEKTROWIERTARKI I SZLIFIERKI.

„DEA” Antoni Dąbrowski (wytwórnia krajowa).
Warszawa, ul. Tamka 45-a, tel. 725.21.

GRZEJNIKI (APARATY NAGRZEWAJNE).

AEG Powszechne Towarzystwo Elektryczne
Fabryka Aparatów Elektrycznych, Łagiewniki, Górny Śląsk
Adres dla korespondencji: Katowice — Marjačka 23
Warszawa — Krak. - Przedm. 16/18.

Bracia Borkowscy Zakł. Elektr. Sp. Akc. (fabr.)
Warszawa, Jerozolimska 6, tel. 642-79.

„Kontakt” Tow. Elektryczne, Sp. z o. o. (Fabryka) Lwów
telef. 580, 4213, 8021.

„Zakł. Elektr. Elektrotermja” — Nowy Świat 61, tel.
747-08.

IMPREGNACJA DRZEWA.

Polska Kobra, Impregnacja Drzewa, Sp. z o. o.
Warszawa, Marszałkowska 94, tel. 9-94-94.

IZOLATORY.

AEG Powszechne Towarzystwo Elektryczne
Fabryka Aparatów Elektrycznych, Łagiewniki, Górny Śląsk
Adres dla korespondencji: Katowice — Marjačka 23
Warszawa — Krak. - Przedm. 16/18.

„Norden” Polsko-Duńskie Towarzystwo Izolatorów
Warszawa, Okopowa 19, tel. 683-77 i 734-26

KABLE.

Fabryka Kabli, Sp. Akc. Kraków — Płaszów, tel. 15 270.

„Kabel Polski” Bydgoszcz, Fordońska 106, tel. 1007.

KABLOWE KOŃCÓWKI, ZŁĄCZA I MASA KABLOWA

Fabryka Aparatów Elektrycznych S. Kleiman i S-owie,
Warszawa, Okopowa 19, tel. 734-26 i 683-77.

Fabryka Kabli S. A. Kraków, skrytka 273, tel. 15 270.

KWAS SIARKOWY DO AKUMULATORÓW.

„PETEA” Polskie Tow. Akumulatorowe S. A.
Fabryka i biura: Biała k/Bielska, tel. Bielsko 20-43
Zarząd: Warszawa, Al. Jerozolimskie 45, tel. 996-68.

Z. A. T.
Zakłady akumulatorowe syst. „TUDOR”, Sp. Akc.
Warszawa, Złota Nr. 35, tel. 404-94, 617-45, 329-46
i 721-74.
Oddziały: Bydgoszcz, ul. Śląska 13, tel. 13-77.
Katowice, Ś-go Pawła 6, tel. 26-50.
Lwów, Nabelaka 21, tel. 52-35.
Poznań, ul. Mostowa 4, tel. 11-67.

LAMPY.

Bracia Borkowscy, Zakł. Elektr. Sp. Akc. (fabr.)
Warszawa, Jerozolimska 6, tel. 642-79

A. Marciniak, S. A. (fabr.) Warszawa.
Zarząd i fabryka, ul. Wronia 23, tel. 795-08 i 792-02.
Wzorownia, ul. Złota 49, tel. 260-06 i 260-76.

Nowik i Serejski, (fabr.) — Warszawa, Elektoralna 20,
tel. 670-89.

LICZNIKI ENERGJI ELEKTRYCZNEJ.

„Kontakt“ Tow. Elektryczne, Sp. z o. o. (Fabryka) Lwów
telef. 580, 4213, 8021.

ŁOŻYSKA KULKOWE.

„Autotechnika“, Kraków, Bracka 5, tel. 143-43.

MASY IZOLACYJNE.

A. Willenz i S-ka, Spółka z ogr. odp. Fabryka Chemiczna, Dziedzice, Śląsk.

MASY IZOLACYJNE DO WYLEWANIA ARMATUR KABLOWYCH, OGNIW AKUMULATOROWYCH, BATERYJ i t. p.

Fabryka Kabli, Sp. Akc. Kraków — Płaszów, tel. 15-270.

MASZYNY ELEKTRYCZNE (SILNIKI, PRĄDNICE, PRZETWORNICZNE).

AEG Powszechne Towarzystwo Elektryczne
Fabryka Aparatów Elektrycznych, Łagiewniki, Górny Śląsk
Adres dla korespondencji: Katowice — Marjańska 23
Warszawa — Krak. - Przedm. 16/18.

Tow. Elektryczne „BEZET“ Sp. Akc. w Warszawie
Fabryka własna maszyn elektrycznych
Generalne Przedstawicielstwo na Polskę i W.M. Gdańsk
Ateliers de Constr. Electriques de Charleroi (ACEC)
Skierniewicka 7, tel. 274-49, 637-40, 637-41.

„Era“, Polskie Zakłady Elektrotechniczne, S. A.
Zarząd i Fabryka Włochy pod Warszawą,
tel. 239-50 i 430-95.

Georg Schwabe. Najstarsza w Kraju Fabryka Silników.
Bielsko-Śląsk, telef. Bielsko 2828.

MATERJAŁY INSTALACYJNE.

Bracia Borkowscy, Zakł. Elektr., Sp. Akc. (fabr.),
Warszawa, Jerozolimska 6, telef. 642-79.

„Kontakt“ Tow. Elektryczne, Sp. z o. o. (Fabryka) Lwów,
telef. 580, 4213, 8021.

MATERJAŁY PRASOWANE DLA CELÓW ELEKTRO- I RADJOTECHNICZNYCH.

Fabryka Kabli, Sp. Akc. Kraków — Płaszów, tel. 15-270.
Makowski i Zauder, Sp. z ogr. odp.
Fabryka, Łódź, ul. Karola 5, tel. 182-94.

MIEDZ ELEKTROLITYCZNA.

„Woltar“ Sp. Akc. — Warszawa, Królewska 27.
Tel. 277-89, 720-35 i 777-68.

NAPRAWA I PRZEWIJANIE MASZYN ELEKTRYCZNYCH.

AEG Powszechne Towarzystwo Elektryczne
Fabryka Aparatów Elektrycznych, Łagiewniki, Górny Śląsk
Adres dla korespondencji: Katowice — Marjańska 23
Warszawa — Krak. - Przedm. 16/18.

Inż. J. BOYE i S-ka, Zakłady Elektrotechniczne,
Sp. z ogr. odp., Warszawa, Chłodna 19, tel. 698-86.

„Wysokoprąd“ Sp. z ogr. odp.
Hajduki Wielkie, ul. Francuska.

OGRANICZNIKI PRĄDU.

N. Jacobsens Elektriske Verksted A/S.
Przedstaw.: „Polsko-Norweski D/H. Chr. F. Berg
Sp. z o. o., Warszawa, Wierzbowa 8, tel. 225-08.

Makowski i Zauder, Sp. z ogr. odp.
Fabryka, Łódź, ul. Karola 5, tel. 182-94.

OPORNIKI

Fabryka Aparatów Elektrycznych S. Kleiman i S-owie,
Warszawa, Okopowa 19, tel. 734-26 i 683-77.

OPORNIKI PRECYZYJNE.

J. Zubko, inż. Brwinów.

OPORNIKI SUWAKOWE

Inż. Edmund Romer, Zakład Pomocy Naukowych,
Lwów 14, tel. 78-37.

OGRZEWACZE ELEKTRYCZNE.

Bracia Borkowscy, Zakł. Elektr. Sp. Akc. (fabr.)
Warszawa, Jerozolimska 6, tel. 642-79.

„Zakł. Elektr. Elektrotermja“ — Nowy Świat 61, tel.
747-08.

OLEJE TURBINOWE, TRANSFORMATOROWE I WYŁĄCZNIKOWE.

„KARPATY“
Sprzedaż Produktów Naftowych
Sp. z ogr. por.
Centrala Lwów, ul. Batorego 26.

PALENISKA NA MIAŁ WĘGLOWY.

Adam Słucki i Synowie, Inżynierowie, Warszawa,
ul. Królewska 27, tel. 741-38.

PASY PĘDNE.

WINNER I. P. Inż. Warszawa Marszałkowska 12.
tel. 8-10-77.

PATENTY.

Czempiński i Skrzypkowski, inżynierowie
Warszawa, Krucza 43, tel. 8-25-70.
Adres telegr.: „Warszawa — Prawo”.

PIECE OPOROWE I INDUKCYJNE.

J. Zubko, inż. Brwinów.

PIROMETRY.

J. Zubko, inż. Brwinów.

PRZEWODNIKI.

„CENTROPRZEWÓD”
Warszawa, Marszałkowska 87. Tel. 9-42-87, 9-42-85.

Fabryka Kabli, Sp. Akc. Kraków — Płaszów, tel. 15 270.
„Kabel Polski” Bydgoszcz, Fordońska 106, tel. 1007.

PRYZRĄDY POMIAROWE ELEKTROTECHNICZNE.

„Era”, Polskie Zakłady Elektrotechniczne, S. A.
Zarząd i Fabryka Włochy pod Warszawą,
tel. 239-50 i 430-95.

„Elektroprodukt” — Warszawa, Nowy Świat 5, tel. 9-68-86.

„POLAM” — Warszawa Hoża 36, tel. 9-27-64.

RADJOAPARATY I CZĘŚCI SKŁADOWE.

„Kontakt” Tow. Elektryczne, Sp. z o. o. (Fabryka) Lwów
telef. 580, 4213, 8021.

„Natawis”, Warszawa, Królewska 25, tel. 508-46.
„ Łódź, Piotrkowska Nr. 152, tel. 42-20
„ Kraków, Starowiślna Nr. 17, tel. 10-64.

RURY IZOLACYJNE I PRZYBORY DO RUR.

Centralne Biuro Sprzedaży Rur Izolacyjnych
Warszawa, ul. Moniuszki 9, tel. 419-15 i 682-47.

SILNIKI ELEKTRYCZNE.

(patrz dział „Maszyny elektr.”).

TRANSFORMATORY.

„Wysokoprąd” Sp. z ogr. odp.
Hajduki Wielkie, ul. Francuska.

URZĄDZENIA DO OCZYSZCZANIA WODY. ZASILAJĄCEJ KOTŁY.

Balcke i S-ka, Budowa Kondensacji i Chłodnic Komino-
wych, Sp. z ogr. por. Katowice, 3-go maja 25, tel. 8-64.

WENTYLATORY.

„Era”, Polskie Zakłady Elektrotechniczne, S. A.
Zarząd i Fabryka Włochy pod Warszawą,
tel. 239-50 i 430-95.

FEILCHENFELD ADAM, inż.
Warszawa, Zielna 11, tel. 727-01.

Ercole Marelli et Co, S. A., Milano
Jeneralne zastępstwo na Polskę:

„Woltar” Sp. Akc. — Warszawa, Królewska 27.
Tel. 277-89, 720-35 i 777-68.

ŻYRANDOLE.

Bracia Borkowscy, Zakł. Elektr. Sp. Akc. (fabr.)
Warszawa, Jerozolimska 6, tel. 642-79.

A. Marciniak, S. A. (fabr.) Warszawa.
Zarząd i fabryka, ul. Wronia 23, tel. 795-08 i 792-02.
Wzorownia, ul. Złota 49, tel. 260-06 i 260-76.

Nowik i Serejski, (fabr.) — Warszawa, Elektoralna 20,
telefon 670-89.

Czempiński i Skrzypkowski

inżynierowie

RZECZNICZY PATENTOWI

WARSZAWA, Krucza 43, telefon 8-25-70.

Adres telegraficzny — „Warszawa Prawo”

PATENTY NA WYNAŁAZKI

we wszystkich krajach

REJESTRACJA

modeli i wzorów oraz znaków towarowych.

Kupimy

tablicę rozdzielczą i uży-
wane aparaty do instalacji
500 wolt prąd stały

Młyny i Tartaki S. A.

w Przechowie, powiat Świecie