

# PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

ORGAN STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH

pod naczelnym kierunkiem prof. M. POŻARYSKIEGO.

Rok XIII.

1 Czerwca 1931 r.

Zeszyt 11.

Redaktor inż. WACŁAW PAWŁOWSKI

Warszawa, Czackiego 5, tel. 690-23.

## BADANIA TRANSFORMATORÓW DZWONKOWYCH.

Prof. Dr. Inż. Jan Studniarski.

### I. Cel badań.

Badania niniejsze powstały w związku z opracowaniem projektu Stacji próbnej do badania transformatorów dzwonekowych dla firmy Heffner & Berger w Krakowie\*).

Przed przystąpieniem do opracowania tego projektu wykonano celem doboru odpowiednich przyrządów szeregi wstępnych, surowych pomiarów orientacyjnych, przy większej ilości transformatorów dzwonekowych, sprzedawanych na naszym rynku przez różne firmy zagraniczne, przeważnie niemieckie; pomiary te dały wyniki o tyle nieoczekiwane i zachęcające do dalszego opracowania, że z badanych wyrobów 80 do 90% nie odpowiadało obowiązującym przepisom, odnoszącym się do wytrzymałości na zwarcie. Dokładniejsze i bardziej wyczerpujące powtórzenie powyższych badań wydawało się poza bezpośrednim celem sprawdzenia samych pomiarów, jeszcze z innych względów wskazanem i pożądanem, mianowicie ze względu na możliwe wnioski, któreby wyprowadzić można dla krajowej fabrykacji transformatorów dzwonekowych, oraz dla opracowania odnośnych polskich przepisów bezpieczeństwa, których dla transformatorów dzwonekowych dotąd jeszcze nie posiadamy. Powody do szczegółowego powtórzenia powyższych badań były zatem ze względów gospodarczych i technicznych dostatecznie uzasadnione, jeżeli się uwzględni, że wyrób transformatorów dzwonekowych jest produkcją masową, którą się już nasz przemysł krajowy zainteresował, oraz że transformatoriki dzwonekowe, ze względu na ich wielkie rozpowszechnienie i sposób użycia, mogą być poważnym źródłem niebezpieczeństwa, nie mniejszem, niż lampy przenośne lub żelazka elektryczne, którym pod względem bezpieczeństwa poświęca się należyta uwagę.

### II. Przedmiot badań.

Do badań użyto 14 transformatorów różnych firm, mianowicie z firm zagranicznych: Siemens, AEG, Ganz, Elin, Belltra, Zschökel, Kremenetzky, Jeka, z firm krajowych zaś wyroby: Kontakt, Heffner i Berger, oraz Polton, ogółem wyroby 8 firm zagranicznych i 3 krajowych.

\*) Jan Studniarski: „Projekt Stacji próbnej do badania transformatorów dzwonekowych”. Przegląd Elektrotechniczny 1930, Nr. 10, str. (237—244).

Badania ograniczono do transformatorów dla napięcia 220 V, przyjmując założenie, że napięcie 110 V uważać można jako napięcie już zamierzające, oraz że badania 110 - woltowych transformatorów wobec 220 - woltowych nic zasadniczo nowego i godnego uwagi nie wykażą. Poza tym zakres badań ograniczono do typów najczęściej używanych i rozpowszechnionych t. j. do transformatorów dla nominalnego natężenia prądu do 1 A.

### III. Założenie badań — dane ogólne.

Pomiary wykonano w zasadzie zgodnie z założeniem, które przyjęto do zaprojektowania Stacji próbnej, a więc jako obowiązujące przyjęto przepisy niemieckie<sup>\*)</sup>, całkowity zaś zakres badań podzielono na 3 części<sup>\*\*)</sup>, mianowicie:

A. — Stwierdzenie pomiarowe danych, umieszczonych na tabliczce, co do napięcia pierwotnego, ilości okresów, prądu wtórnego, napięć wtórnych i zużycia energii przy biegu jałowym (§ 10 przepisów);

B. — Wykonanie próby na wytrzymałość zwarcia (§ 6);

C. — Wykonanie próby na wytrzymałość izolacji (§ 9);

Przed przystąpieniem do powyższych badań wykonano jako próbę wstępną pomiar izolacji induktorem o napięciu 1000 V, ażeby zgóry wyeliminować wszystkie transformatoriki, nie nadające się do dalszych prób.

Próby C na wytrzymałość izolacji uskutecznił w warsztatach firmy Heffner i Berger, badania zaś A i B nie wykonano, jak to pierwotnie zamierzano<sup>\*\*\*)</sup>, również w Stacji próbnej tejże firmy, lecz w Zakładzie Elektrotechniki Akademii Górniczej, użyto jednakże z niej szeregi specjalnych przyrządów precyzyjnych, sprawionych wyłącznie do powyższych celów, których Zakład Elektrotechniki Akademii Górniczej nie posiada, mianowicie: watomierz firmy Hartmann i Braun (pole I. poz. 8) do pomiaru mocy pierwotnej, amperomierz firmy Gossen (I. 9) do pomiaru prądu

\*) Vorschriften für den Anschluss von Fernmeldeanlagen an Niederspannungs - Starkstromanlagen durch Transformatoren gültig ab 1 Januar 1921. — Vorschriftenbuch des V. D. E. 17. Auflage 1930, S. 890.

\*\*) l. c. str. 237 — 238.

\*\*\*) l. c. str. 244.

pierwotnego, woltomierz tejże firmy (I. 11) do pomiaru napięcia wtórnego, amperomierz firmy Hartmann i Braun (I. 14) do pomiaru prądu wtórnego oraz dwa omiernice tejże firmy (II. 1—2) do pomiaru oporów i nagrzania obu uzwojeń transformatorów dzwonekowych\*).

Łącznia, którą do pomiarów A. i B. zastosowano, odpowiada w zasadzie łącom, które szczegółowo opisano w projekcie Stacji próbnej\*\*); pewne modyfikacje, wynikające głównie stąd, że wszystkie pomiary grupy A. i B., dla których w Stacji próbnej przewidziano 3 odrębne pola, skupiono w wykonaniu laboratoryjnym w jednej wspólnej łączni, nie mają istotnego znaczenia, wobec czego schematu połączeń tutaj nie podajemy.

Badania transformatorów podzielono na dwie grupy; do pierwszej grupy należały transformatorki dla nominalnego natężenia prądu 1 A, druga grupa obejmowała wszystkie inne transformatorki dla mniejszego natężenia prądu.

Badania i pomiary wykonali asystenci Zakładu Elektrotechniki Akademii Górniczej p. inż. Antoni Dziedzic i p. Tadeusz Zarański „słuchacz IV roku.

#### IV. Założenie badań — dane szczegółowe.

Przechodząc do szczegółów przeprowadzonych prób i pomiarów podajemy objaśnienia następujące:

Do pomiarów A:

a) Liczby, podane na tabliczce, uważać należy jako obowiązujące oczywiście tylko dla tych warunków ruchu, w jakich transformatorów dzwonekowych w praktycznym zastosowaniu rzeczywiście pracuje; odnosi się to przede wszystkim do napięcia i prądu wtórnego obwodu roboczego. Warunki ruchu transformatorów dzwonekowych odpowiadają warunkom pracy ciągłej z obciążeniem krótkotrwałym (DKB), t.j. według tekstu prawideł RET/1923, obowiązujących jeszcze dla Polski\*\*\*)— „pracy, przy której okres obciążenia jest krótszy, niż czas, niezbędny do osiągnięcia temperatury ustalonej, a pauza, podczas której uzwojenie wtórne jest odłączone, trwa tak długo, że temperatura spada do wartości, ustalonej dla stanu jałowego”, względnie według ostatniego tekstu prawideł niemieckich RET/1930\*\*\*\*) „pracy, dla której okres obciążenia jest tak krótki, że temperatura ustalona nie zostaje osiągnięta, a pauza w obciążeniu, podczas której transformatorów biegnie luzem, jest dostatecznie długa, tak że ochłodzenie do temperatury, ustalonej przy stanie jałowym, zostanie osiągnięte”.

\*) Podane oznaczenia aparatów odpowiadają oznaczeniom w rys. 2 i 3 projektu Stacji próbnej; Przegląd Elektrotechniczny, 1930, Nr. 10 str. 242 — 243.

\*\*\*) Przegląd Elektrotechniczny, 1930 r. Nr. 10.

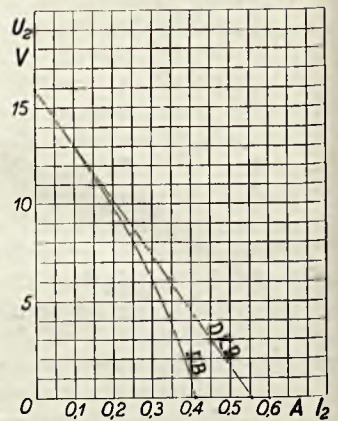
\*\*\*\*) Wydawnictwo Związku Elektryków Polskich: Przepisy i Normy Związku Elektryków Niemieckich. Warszawa, 1924. — Prawidła oceny i badania transformatorów RET 1923 — § 28 — str. 122.

\*\*\*\*\*) Regeln für die Bewertung und Prüfung von Transformatoren RET/1930 § 18, a. 3. Vorschriftenbuch des V.D.E. 17. Auflage, S. 343/344.

Pomiarów, odnoszących się do części A, nie ograniczono do pomiaru nominalnego prądu wtórnego  $J_{2n}$  i nominalnego napięcia  $U_{2n}$  w warunkach pracy DKB przy stałym napięciu pierwotnym  $U_1$  i stałej ilości okresów  $f$ , lecz zdjęto w tych warunkach dla każdego transformatora cały przebieg charakterystyki napięciowej  $U_2 = f(J_2)$ ; z charakterystyki tej można bowiem dokładniej wypośredkować wartość prądu nominalnego, odpowiadającego nominalnemu napięciu, charakterystyka daje pozatem całkowity pogląd na zmianę napięcia  $U_2$  w zależności od prądu  $J_2$  w obwodzie roboczym od biegu jałowego aż do zwarcia, w końcu z charakterystyki bezpośrednio odczytać można, czy transformator odpowiada § 8 przepisów, który warunkuje, że napięcie na zaciskach otwartego uzwojenia wtórnego  $U_{20}$  nie powinno przekraczać podwójnej wartości napięcia nominalnego  $U_{2n}$  i nie może być większe, niż 40 V. Ponieważ nominalne napięcie wtórne  $U_{2n}$  wynosi dla transformatorów dzwonekowych z reguły 8 V (podzielone odgałęzieniem na 3 + 5 V), napięcie  $U_{20}$  nie może przekraczać 16 V.

Z odczytem początkowego punktu charakterystyki napięciowej  $U_{20}$  dla  $J_2 = 0$  połączono pomiar mocy  $A_{10}$ , pobieranej przez transformator przy biegu jałowym, oraz przepisami nie przewidzianą próbę, której celem było stwierdzenie, czy 3-amperowy licznik rejestruje pracę  $L_{10}$ , pobieraną przez transformator przy biegu jałowym; próba ta jest o tyle uzasadniona, że przepisy nie podają dla mocy jałowej żadnej wartości, którejby nie wolno przekroczyć.

Zdjęcie charakterystyki dla warunków pracy DKB wymaga, że przed każdym odczytem temperatura obu uzwojeń transformatora ustalić się powinna na temperaturę, wypośredkowaną w stanie ustalonym dla biegu jałowego. Zaniedbanie tej okoliczności spowodować może w wyznaczeniu nominalnego prądu znaczne błędy, mianowicie w dolnej części charakterystyki, która dla transformatorów dzwonekowych szybko spada. Na rys. 1 przedstawiono dla jednego z badanych transformatorów charakterystyki, zdjęte dla pracy DKB i DB; różnica w natężeniu prądu nominalnego dla nominalnego napięcia 8 V wynosi



Rys. 1.

$U_1 = 220$   $U_{2n} = 8$  V  $f = 50$

— 9,1%, dla zwarcia — 25,5%.

b) Znaczne błędy w zdjęciu charakterystyki napięciowej powstać mogą wskutek indukcyjności obwodu roboczego; im większa indukcyjność, tem większy jest spadek charakterystyki, wobec czego dla nominalnego napięcia wynikałby prąd mniejszy od prądu nominalnego, podanego na tabliczce, który — ponieważ według § 10 prawideł RET/1923 i 1930 mocą nominalną jest moc pozorona — odpowiadać powinien obciążeniu bezindukcyjnemu. W danym przypadku użyto do obciążenia

opornicę suwakową; na podstawie osobnych pomiarów stwierdzono dla obwodu roboczego  $\cos \varphi = 0,987$ , a więc indukcyjność, której wpływ na przebieg charakterystyki można było pominąć.

c) Poważniejszym źródłem błędów okazał się woltomierz, użyty do pomiaru napięcia wtórnego  $U_2$ . Jak w opisie projektu Stacji próbnej (podano\*), przewidziano do tego celu — zamiast pierwotnie projektowanego wielokomórkowego, elektrostatycznego woltomierza firmy Hartmann i Braun z transformatorciem napięciowym o przekładni 150/15 V — przyrząd z cewką obrotową dla prądu zmiennego systemu Gossen — Westinghouse. Odnośnie do czułości przyrząd ten odpowiadał w zupełności wymaganiom, cechowanie prądem stałym, skuteczne przed rozpoczęciem badań, nie wykazało żadnych błędów, lecz po upływie kilku miesięcy, gdy w związku z ukończeniem badań cechowanie celem kontroli powtórzono, stwierdzono znaczne różnice; błędy wynosiły dla prądu stałego + 5 do + 6%, dla prądu zmiennego do - 5%. Przyczyn tychże dokładnie nie badano; stwierdzono niewątpliwie wpływ krzywej napięcia, pozatem okoliczności wskazywały na prawdopodobny wpływ temperatury\*\*). Wobec znacznych błędów, które w pomiarach powstać musiały, wszystkie charakterystyki zdjęto ponownie. Ponieważ innego przyrządu o wymaganej czułości nie było do dyspozycji, cechowano woltomierz każdego dnia przed rozpoczęciem pomiarów, a po ich ukończeniu wykonano dla kontroli w tych samych warunkach ponownie cechowanie; oba cechowania nie wykazywały żadnych różnic. Do cechowania użyto woltomierza klasy E firmy Hartmann & Braun dla 30 V i 12,5 A w ten sposób, że dla prądu  $J = 12,5 \text{ A} = \text{const.}$  (kontrolowano normalnym amperomierzem), w obwodzie, którego bezindukcyjność stwierdzono, odchylenie woltomierza  $\alpha$  zmieniało się proporcjonalnie do napięcia:

$$\alpha = c \cdot U.$$

Do pomiarów B:

a) Odnośnie do wykonania próby na wytrzymałość zwarcia § 6 przepisuje, że przy trwałym zwarciu zacisków wtórnych i przy nominalnym napięciu pierwotnym zwykła (przyrost) temperatury (nagrzanie), zależnie od jakości zastosowanej izolacji, nie powinna przekraczać pewnych wartości; ponieważ we wszystkich badanych transformatorach do izolacji obu uzwojeń zastosowany był lakier emaljowy, granica ta wynosiła we wszystkich przypadkach 120° C.

b) Do pomiarów zawieszano badany transformator w pozycji pionowej, ażeby warunki chłodzenia odpowiadały możliwie rzeczywistym warunkom praktycznego zastosowania; przypuszczenie, że nagrzanie w położeniu poziomym, może być większe, zostało potwierdzone pomiarem, wyko-

nanym przy jednym z transformatorów, dla którego okazało się, że nagrzanie w położeniu poziomym na desce było większe po stronie pierwotnej o + 9,6%, po stronie wtórnej o + 2,9%.

c) Przy zaprojektowaniu Stacji próbnej przyjęto, że dokładna i czuła regulacja napięcia pierwotnego (w Polu III. 1. c. str. 241) do wykonania próby na wytrzymałość zwarcia nie jest konieczna; okazało się jednakże, że wpływ nawet mniejszych zmian i wahań napięcia pierwotnego  $U_1$  na nagrzanie jest zbyt wielki, ażeby go można pominąć; próby wykonano przeto przy dokładnej regulacji  $U_1 = \text{const.}$ , a na podstawie tego doświadczenia wbudowano w Stacji próbnej dodatkowo odnośne opornice, dla których na tablicy w Polu III było już w projekcie przewidziane odpowiednie miejsce.

d) § 6 przepisów ustanawia, że nagrzanie stwierdzić należy z przyrostu oporu uzwojeń według „Prawideł oceny i badania transformatorów RET”. Do tego celu użyto 2 omomierzy firmy Hartmann i Braun, które sprawdzono mostem Wheatstone'a, mianowicie jeden z zakresem 100,1000 i 10 000 omów do pomiaru oporu uzwojenia pierwotnego, drugi z zakresem 1 i 10 omów do pomiaru oporu uzwojenia wtórnego. Omomierze miały w danym przypadku tę zaletę, że opór zmierzyc można było prawie momentalnie; jest to okoliczność o tyle dogodna, że nagrzanie transformatora, wobec jego małej masy, po przerwie dopływu prądu zmiennego bardzo szybko spada; przy zastosowaniu omomierza uniknąć przeto można żmudnego, ze znaczną stratą czasu połączonego wypośrodkowania początkowego maksymalnego oporu przez ekstrapolację z szeregu oporów, zmierzonych w pewnych odstępach czasu.

e) Nagrzanie kontynuowano z reguły do stanu ustalenia; w niektórych przypadkach krańcowe nagrzanie wypośrodkowano przez ekstrapolację, z której robiono użytek jednakże tylko w końcowym odcinku krzywej nagrzania, gdy takowe osiągnęło już ok. 80% ustalonej wartości krańcowej.

Do pomiarów C:

Dla próby na wytrzymałość izolacji § 9 przepisuje wykonanie tejże przy napięciu 1 000 V według prawideł RET (1923) t. j. przez jedną minutę, z tem, że napięcie do granicy 1 000 V powinno się zwiększać stopniowo. Według prawideł RET próba wykazać ma dostateczną izolacyjność między obu uzwojeniami oraz między nimi a szkieletem; próby wykonano stosownie do tego przepisu.

## V. Wyniki pomiarów.

Wyniki pomiarów zestawione są w Tabelach I i II oraz na rys. 2 i 3. Tabela I zawiera wyniki, dotyczące transformatorów, dla których wtórny prąd nominalny  $J_{2n}$  wynosi — według danych przytoczonych na tabliczkach — 1 A; dla tych transformatorów przedstawione są na rys. 2 odnośne charakterystyki napięciowe. W Tabeli II zestawiono wyniki dla transformatorów, dla których wtórny prąd nominalny, podany na tabliczce, wynosi 0,5 A, lub dla których prąd ten wogóle nie jest podany; odnośne charakterystyki podaje rys. 3. Do Tabeli I dołączono odpowiednie oznaczenia.

\*) Przegląd Elektrotechniczny, 1930, Nr. 10 — str. 240 — 241.

\*\*) Wyniki tych pomiarów, wykonanych w r. 1930, potwierdza komunikat firmy Weston: „Weston-Ventil-Instrumente”, podany w: „Mitteilungen aus dem Gebiete der Messtechnik”, herausgegeben von Dipl. Ing. D. Bercowitz, Berlin-Schöneberg, 1931. Nr. 55.

Tabela I.  
 $f = 50$   
 $U_1 = 220 \text{ V}$   
 $I_{2n} = 1 \text{ A}$

Nr.	Daty transformatorka podane na tabliczce	Typ	A. Pomiary ogólne						B. Wytrzymałość na zwarcie						C. Wytrzymałość izolacji	Cena zł.		
			Bieg jałowy		Obciążenie				Opory			Nagrzanie						
			$A_{10}$ W	$L_{10}$ KWh	$U_{20}$ V	$U_{2n}$ V	$I_{2n}$ A	$A_{2n}$ VA	$U_{20}$ $U_{2n}$	$T_z = T_{ch}$ °C	$R_{1z}$ $\Omega$	$R_{1c}$ $\Omega$	$R_{2z}$ $\Omega$	$R_{2c}$ $\Omega$	$t_1$ °C	$t_2$ °C		
1	200-250 V, $f=40-60$ 0,5 W 8 V 1 A VDEI	plaszcz	0,42	0	14,3	8	1,01	8,08	1,79	17,2	439	666	2,07	3,05	130	120		24
2	220 V $f=50$ 0,5 W 8 V 1 A VDE	rdzeń	0,53	0	13,7	8	1,02	8,16	1,71	23,0	454	656	1,70	2,36	115	100		20
3	220 V 40-60 0,5 W 8 V ca 1 A VDEI	plaszcz	0,53	0	11,4	8	0,53	4,24	1,43	18,0	924	1378	2,91	4,11	124	105	Wszystkie transformatorki próbę	15
4	200-250 V 1 A	"	0,56	0	10,1	8	0,42	3,36	1,25	18,0	950	1608	2,60	4,49	175	184		14
5	200-250 V 40-60 1 A	"	1,09	0	9,9	8	0,69	5,52	1,24	24,0	622	1108	1,32	2,10	202	154	wytrzymały	14
6	200-250 V 1 A	"	1,68	0	9,5	8	0,38	3,04	1,19	22,7	840	1362	2,27	3,69	157	159		10
7	150-250 V 1 A	"	0,69	0	11,7	8	0,52	4,16	1,46	17,2	530	761	5,55	9,93	110	199		11

Oznaczenia

$U_1$  = napięcie pierwotne  $f$  = ilość okresów

A. Pomiary ogólne

Bieg jałowy

Obciążenie

$A_{10}$  = moc pobrana.

$U_{2n}$  = wtórne napięcie nominalne.

$L_{10}$  = praca pobrana rejestrowana przez licznik.

$U_{20}$  = 8 V = const.

$U_{2n}$  = napięcie wtórne.

$I_{2n}$  = prąd wtórny przy napięciu nominalnym  $U_{2n}$  odczytany z charakterystyki  $U_2 = f(I_2)$

VDE = Znak Związku Elektrot. niem. ważny do 30 czerwca 1930 r.

VDEI = Znak obowiązujący od 1 lipca 1930 r.

$A_{2n} = U_{2n} \cdot I_{2n}$  = moc wtórna przy napięciu nominalnym  $U_{2n}$ .

B. Wytrzymałość na zwarcie

$T_z$  = temperatura uzwojeń zimnych na początku próby.

$T_{ch}$  = temperatura czynnika chłodzącego.

$R_{1z}$  = opór uzwojenia pierwotnego w stanie zimnym na początku próby.

$R_{1c}$  = opór uzwojenia pierwotnego w utraconym stanie nagrzania na końcu próby.

$R_{2z}$  i  $R_{2c}$  analogiczne oznaczenia dla uzwojenia wtórnego.

$t_1 = \frac{R_{1c} - R_{1z}}{R_{1z}}$  (235 +  $T_z$ ) nagrzanie (przyrost temperatury) uzwojenia pierwotnego.

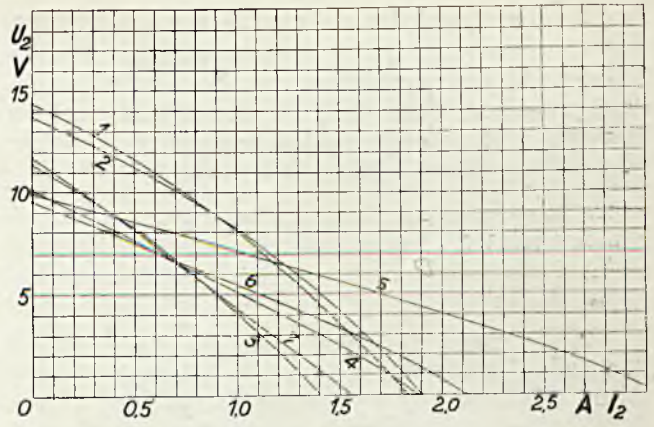
$t_2 = \frac{R_{2c} - R_{2z}}{R_{2z}}$  (235 +  $T_z$ ) nagrzanie uzwojenia wtórnego.

$T_z = T_{ch}$ .

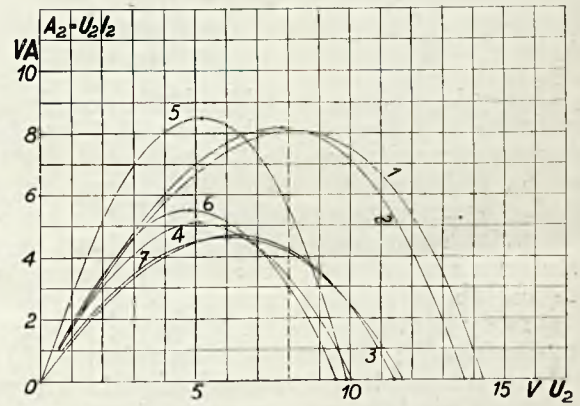
Tabela II.  
 $U_1 = 220 \text{ V}$ ,  $f = 50$   
 $I_{2n}$  do 0,5 A

Nr.	Daty transformatoraka podane na tabliczce	Typ	A. Pomiaru ogólne				B. Wytrzymałość na zwarcie						C. Wytrzymałość izolacji	Cena zł.		
			Bieg jałowy		Obciążenie		$T_z = T_{ch}$ °C	Opory			Nagrzanie					
	$A_{10}$ W	$L_{10}$ kW/h	$U_{20}$ V	$U_{2n}$ V	$I_{2n}$ A	$A_{2n}$ VA		$U_{2n}$ VA	$R_{12}$ Ω	$R_{1c}$ Ω	$R_{2z}$ Ω	$R_{2c}$ Ω	$t_1$ °C	$t_2$ °C		
11	220 V 8 V, f = 50, 0,5 A, 1 W VDE	plaszcz	1,08	14,7	8	0,70	5,60	1,84	502	741	7,00	12,90	122	215	10	
12	185-240 V 8 V	.	0,58	13,1	8	0,43	3,44	1,64	1330	1990	6,85	10,85	127	161	9	
13	220 V 8 V, 40-60 VDEI, 0,5 A, 0,5 W	.	0,86	10,2	8	0,42	3,36	1,28	960	1499	2,86	4,41	145	140	14	
14	220 V 8 V	.	0,66	8,9	8	0,22	1,76	1,11	738	1062	2,63	4,14	113	147	10	
15	200-230 V 8 V, 40-60 V, 0,5 A	rdzeń	0,45	8,5	8	0,10	0,80	1,06	1210	1757	3,06	4,49	110	119	10	
16	220 V 8 V, f = 50	plaszcz	0,65	15,9	8	0,28	2,24	1,99	534	650	25,5	37,2	55	115	10	
17	200-250 V 35-125 V, 0,5 W 8 V	rdzeń	0,34	10,8	8	0,30	2,40	1,35	1055	1215	2,55	2,92	37	36	9	

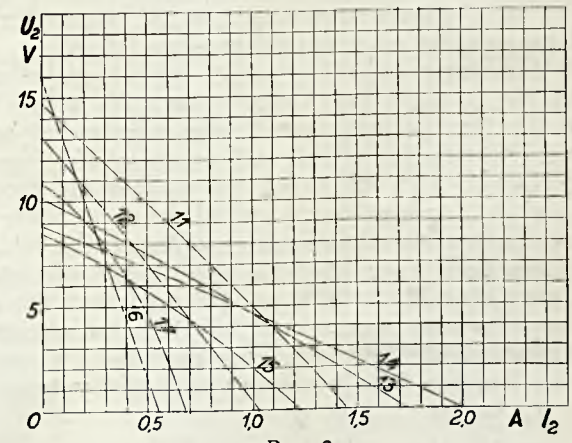
Oznaczenia: jak w Tabeli I.



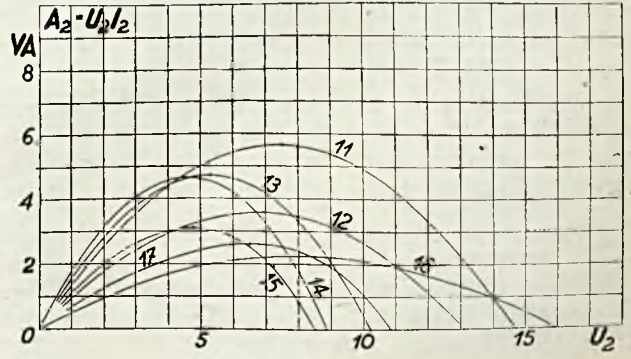
Rys. 2.  
 $U_1 = 220 \text{ V}$ ,  $f = 50$ ,  $U_{2n} = 8 \text{ V}$



Rys. 2a.  
 $U_1 = 220 \text{ V}$ ,  $f = 50$ ,  $U_{2n} = 8 \text{ V}$



Rys. 3.  
 $U_1 = 220 \text{ V}$ ,  $f = 50$ ,  $U_{2n} = 8 \text{ V}$



Rys. 3a.  
 $U_1 = 220 \text{ V}$ ,  $f = 50$ ,  $U_{2n} = 8 \text{ V}$

Z powyższych tabel i charakterystyk wynika:

1. Dane na tabliczkach wykazują znaczne braki; z 14 badanych transformatorów odpowiadają przepisom dane tylko w 5 przypadkach; na wszystkich transformatorach podane są tylko napięcia, pierwotne i wtórne; nie podano zaś:

prądu wtórnego $J_{2n}$	w 1 przypadku
mocy jałowej $A_{10}$	w 2 przypadkach
$A_{10}$ i okresów $f$	w 3 przypadkach
$J_{2n}$ , $A_{10}$ i $f$	w 3 przypadkach

2. Przepisy nie wymieniają dla mocy jałowej  $A_{10}$  żadnej maksymalnej granicy, chociaż podanie jej na tabliczce jest wymagane (§ 10). Moc ta podana była przy badaniach transformatorach w 6 wypadkach i wynosiła przy pierwotnym napięciu  $U_1 = 220$  V i  $f = 50$ :

$A_{10} = 0,5$ W	w 5 przypadkach
$A_{10} = 1, -$ W	w 1 przypadku

Liczyby te, podane na tabliczkach, zostały potwierdzone w 5 przypadkach, i to dla 2 transformatorów bez zastosowania 10% tolerancji, dozwolonej na podstawie § 69 RET/1930, przy Nr. 17 moc  $A_{10}$  wynosiła nawet tylko 0,34 W zamiast podanej na tabliczce mocy 0,5 W. Przy jednym transformatorze stwierdzono wobec mocy jałowej, podanej na tabliczce 0,5 W, znaczną różnicę rzeczywistej mocy jałowej, która na podstawie pomiarów wynosiła 0,86 W; różnica wynosiła zatem + 72%.

Przy innych transformatorach, dla których moc jałowa nie była podana na tabliczce, moc ta wahała się z uwzględnieniem 10% tolerancji w granicach od 0,40 do 1 W; w jednym tylko przypadku moc jałowa wynosiła 1,68 W. Naogół zatem przeważają wartości zbliżone do 0,5 W.

W żadnym przypadku, nawet przy transformatorze Nr. 6, dla którego moc jałowa  $A_{10}$  wynosiła 1,68 W, 3-amperowy licznik nie rejestrował pobieranej pracy  $L_{10}$ . Ponieważ przepisy dla transformatorów dzwonekowych nie podają dla mocy jałowej  $A_{10}$  żadnej maksymalnej granicy, oprzećby się można na odnośnych przepisach dla liczników, na podstawie których najmniejsze obciążenie, przy którym nastąpić powinien rozruch licznika, nie powinno przekraczać 1% obciążenia nominalnego); przy tem założeniu moc  $A_{10}$  w razie użycia licznika 3-amperowego wynosićby mogła:

$$\begin{aligned} \text{dla } 220 \text{ V} &= 6,60 \text{ W} \\ \text{dla } 110 \text{ V} &= 3,30 \text{ W}, \end{aligned}$$

a w razie zastosowania licznika dla najmniejszego normalnego prądu 1,5 A\*\*); przy napięciu 220 V = 3,30 W, przy napięciu 110 V = 1,65 W.

3. Nominalne napięcie wtórne  $U_{2n}$  podane na tabliczkach, wynosi 8 V; przyjęto, że okoliczność ta spełniona jest dla wszystkich transformatorów. Zamiast tego założenia możnaby analo-

giczne założenie przyjąć dla prądu wtórnego  $I_{2n}$  (por. p. 4); przeciwko temu założeniu przemawia jednakże okoliczność, że — w przeciwstawieniu do napięcia  $U_{2n}$  — prąd nominalny  $I_{2n}$  nie jest podany dla wszystkich transformatorów; pozatem uwzględnić trzeba, że nominalny prąd wtórny  $I_{2n}$  według przebiegu charakterystyk w rys. 2 i 3, osiągnięty zostaje przeważnie przy napięciach znacznie mniejszych niż 8 V, wobec czego w wielu przypadkach nie zostałyby spełnione warunki, że stosunek napięć  $U_{20} : U_{2n}$  nie powinien być większy, niż 2 (por. p. 5).

Drugie założenie byłoby zatem dla oceny transformatorów nieuzasadnione i niekorzystne.

4. Wśród 7 transformatorów, zestawionych w Tabeli I., dla których prąd wtórny podany na tabliczce, wynosi nominalnie 1 A, warunek ten jest spełniony tylko w 2 przypadkach, mianowicie dla transformatorów Nr. 1 i 2. Dla innych transformatorów różnice są bardzo znaczne; rzeczywisty prąd wtórny przy napięciu nominalnym  $U_{2n} = 8$  V waha się, jak to wynika z charakterystyk w rys. 2, w granicach 0,69 do 0,38 A.

Dla transformatorów, wymienionych w Tabeli II., podano jako prąd wtórny 0,5 A w 3 przypadkach; warunek ten spełniony jest tylko przy transformatorze Nr. 11, dla którego wynosi  $J_{2n} = 0,7$  A, natomiast dla innych dwóch transformatorów wynosi prąd wtórny 0,42 A, a dla transformatora Nr. 15 nawet tylko 0,1 A.

W 4 przypadkach nie podano na tabliczce nominalnego prądu wtórnego; prąd ten, jak to wynika z Tabeli II i rys. 3, waha się w granicach 0,43 do 0,22 A.

Uchybienia w danych, odnoszących się do prądu wtórnego, są przeto znaczne i liczne. Prąd wtórny podano bowiem na tabliczkach dla 10 transformatorów, gdy dane te zgodne są z rzeczywistością tylko w 3 przypadkach, czyli w 30%, dla 7 transformatorów zaś są różnice znaczne i wahają się w granicach 16 do 80%.

5. Ponieważ nominalne napięcie wtórne  $U_{2n}$  wynosi dla wszystkich transformatorów 8 V, a stosunek napięć  $U_{20} : U_{2n}$  w myśl § 8 nie może być większy, niż 2, napięcia na zaciskach otwartego uzwojenia wtórnego  $U_{20}$  nie powinno przekraczać 16 V. Warunek ten jest spełniony dla wszystkich transformatorów, chociaż stosunek napięć  $U_{20} : U_{2n}$  waha się w dalekich granicach od 1,06 do 1,99, jak i przebieg charakterystyk napięciowych, wykazuje dla poszczególnych transformatorów znaczne różnice.

U w a g a do p. 4. i 5. Do wartości nominalnych napięcia  $U_{2n}$  i prądu  $J_{2n}$  zauważyćby trzeba, że prąd nominalny  $J_{2n}$  i napięcie nominalne  $U_{2n}$  nie są — jakby się spodziewać należało — identyczne z wartościami, przy których moc osiąga swoją maksymalną wartość, czyli, że moc nominalna  $A_{2n} = U_{2n} \cdot J_{2n}$  nie pokrywa się z mocą maksymalną  $A_{2(max)}$ , co by odpowiadało racjonalnej konstrukcji transformatora. Ażeby otrzymać pogląd, w jakim stopniu w badanych transformatorach moc nominalna pokrywa się z mocą maksymalną, przedstawiono na rys. 2a i 3a dla poszczególnych transformatorów moc użyteczną  $A_2 = U_2 \cdot J_2$  w zależności od wtórnego napięcia  $U_2$ . Na podstawie tych wykresów otrzymuje się zestawienie

\*) Bestimmungen für die Beglaubigung von Elektrizitätszählern. (Erlassen von der Physikalisch - Technischen Reichsanstalt). Gültig ab 1 Januar 1921. Vorschriftenbuch des V.D.E. 17. Auflage. 1930. S. 1049.

\*\*) Regeln für Elektrizitätszähler RET/1927. Vorschriftenbuch des V.D.E. 17. Auflage. 1930. S. 585/586.

w Tabeli III przedstawiające, przy jakim napięciu  $U_2$  i prądzie  $J_2$  poszczególne transformatoriki osiągną swoją maksymalną moc  $A_{2(max)} = U_2 \cdot J_2$  w przeciwstawieniu do wartości nominalnych  $A_{2n} = U_{2n} \cdot J_{2n}$ .

Tabela III.

Nr.	$A_{2(max)} = U_2 \cdot J_2$	$A_{2n} = U_{2n} \cdot J_{2n}$	Różnica
1	8,10 = 8,2 × 0,99	8,08 = 8 × 1,01	— 0,25%
2	8,20 = 7,8 × 1,05	8,16 = 8 × 1,02	-- 0,50 „
3	4,70 = 6,4 × 0,73	4,24 = 8 × 0,53	— 9,8 „
4	5,10 = 5,1 × 1,00	3,36 = 8 × 0,42	— 34,1 „
5	8,50 = 5,2 × 1,63	5,52 = 8 × 0,69	— 35,1 „
6	5,50 = 4,8 × 1,14	3,04 = 8 × 0,38	— 44,8 „
7	4,63 = 6,1 × 0,76	4,16 = 8 × 0,52	— 10,1 „
11	5,65 = 7,5 × 0,75	5,60 = 8 × 0,70	— 0,9 „
12	3,57 = 7,0 × 0,51	3,44 = 8 × 0,43	— 3,6 „
13	4,70 = 5,3 × 0,89	3,36 = 8 × 0,42	— 28,5 „
14	4,65 = 4,5 × 1,03	1,76 = 8 × 0,22	— 62,2 „
15	3,08 = 4,8 × 0,64	0,80 = 8 × 0,10	— 74,1 „
16	2,24 = 8,0 × 0,28	2,24 = 8 × 0,28	0,0 „
17	2,60 = 6,5 × 0,40	2,40 = 8 × 0,30	— 7,7 „

Wartości mocy maksymalnej  $A_{2max}$  pokrywają się z mocą nominalną  $A_{2n}$  w granicach do 1% dla 4 transformatorów Nr. 1, 2, 11 i 16; dla trzech transformatorów różnica wynosi mniej, niż 10%, dla jednego ok. 10%; dla pozostałych 6 transformatorów różnice są znaczne i wahają się w granicach 28,5% do 74,1%.

6. Przy próbie wytrzymałości na zwarcie nagrzanie nie powinno przekraczać 120° C (§ 6).

Z transformatorów, zestawionych w Tabeli I, odpowiada temu przepisowi dokładnie tylko transformator Nr. 2; w przybliżeniu warunek ten spełniony jest dla transformatorów Nr. 1 i 3, dla transformatora Nr. 1 wynosi bowiem nagrzanie maksymalne 130° C po stronie pierwotnej, dla transformatora Nr. 3 zaś 124° C; różnice te usprawniłoby można niejednorodnością materiału. Dla 4 transformatorów nagrzanie przekracza znacznie granicę dozwoloną i dochodzi w transformatorze Nr. 7 do 199° C po stronie wtórnej, w transformatorze Nr. 5 do 202° C po stronie pierwotnej.

Z transformatorów, podanych w Tabeli II, odpowiadają § 6 przepisów 3 transformatoriki, mianowicie Nr. 15, 16 i 17; dla Nr. 17 wynosi nagrzanie tylko 37° C po stronie pierwotnej, 36° C po stronie wtórnej; uwzględnić jednakże trzeba dla tych transformatorów mały prąd  $J_{2n}$ , który dla Nr. 15 wynosi nawet tylko 0,1 A zamiast prądu 0,5 A, podanego na tabliczce. Dla transformatorów Nr. 11 — 14 nagrzanie przekracza znacznie dozwoloną granicę i waha się w granicach 140° do 215° C.

Wyniki przeto pod względem nagrzania są bardzo niekorzystne.

7. Próbę na wytrzymałość izolacji (§ 9) wytrzymały wszystkie transformatoriki.

VI. Pogląd na wyniki i wnioski.

Ażeby otrzymać ostateczny pogląd na wyniki przeprowadzonych badań, zestawiono w Tabeli IV

Tabela IV.

Nr.	Typ	Uchybienia							Uwagi	
		1 Tabliczka	2 $A_{10}$ $L_{10}$	3 $U_{2n}$	4 $I_{2n}$	5 $U_{20} : U_{2n}$	6 Zwarcie	7 Przebicie		
1	plaszcz						×		Znak VDE!	
2	rdzeń								VDE	
3	plaszcz				×		×		VDE! $I_{2n} = 0,53 A$ zam. 1 A	
4	"	×			×		×			
5	"	×			×		×		$t_1 = 202°$	
6	"	×			×		×			
7	"	×			×		×		$t_2 = 199°$	
11	"						×		Znak: VDE $t_2 = 215°$	
12	"	×					×			
13	"		×		×		×		Znak: VDE!	
14	"	×					×			
15	rdzeń	×			×				$I_{2n} = 0,10 A$	
16	plaszcz	×								
17	rdzeń	×								
Razem . . . . .		9	1	—	—	7	—	10	—	Ogółem = 27

uchybień, które dla poszczególnych transformatorów stwierdzono. Ogólna liczba ich wynosi 27, czyli wobec ilości uchybień możliwych  $14 \times 7 = 98$  wypada około 28%). Gdy się pominie tekst tabliczki oraz jedno uchybienie, odnoszące się do mocy jałowej, uchybienia — jak to widoczne jest z Tabeli IV — dotyczą wyłącznie nagrzania przy próbie na wytrzymałość zwarcia oraz natężenia prądu wtórnego; na próbę zwarcia przypada 10, na prąd wtórny 7 uchybień — nagrzanie dochodzi do  $215^{\circ} \text{C}$ , a skrajne różnice w prądzie wtórnym wynoszą 0,38 A zamiast 1 A (Tabela I) oraz 0,1 A zamiast 0,5 A (Tabela II).

Z Tabeli IV wynika w końcu, że z badanych transformatorów odpowiada przepisom — przy ścisłej interpretacji tychże — tylko jeden transformator Nr. 2, czyli warunki przepisów spełnione zostały tylko w 7%.

Jeżeli wobec tak niekorzystnego wyniku zastępuje się większą tolerancję w ten sposób, że pominie się zupełnie uchybienia, odnoszące się wyłącznie do tekstu tabliczki (Nr. 16 i 17), jako uchybienia więcej formalne, niż istotne, jeżeli się pozatem przy transformatorze Nr. 1 pominie niezbyt wielkie przekroczenie granicy nagrzania ( $t = 130^{\circ} \text{C}$ ), dające się usprawiedliwić niejednorodnością materiału, przyjąwszy można, że poza transformatorem Nr. 2 odpowiadają przepisom w przybliżeniu jeszcze transformator Nr. 1, 16 i 17, razem 4 transformatorzy, co odpowiadałoby ok. 29% \*\*).

Wynik ostateczny jest zatem nawet przy liberalnej interpretacji przepisów bardzo niekorzystny. Widoczne jest, że firmy nie poświęcają naogół fabrykacji transformatorów dzwonekowych zbyt wiele uwagi i trudu, przyczem jest godne uwagi, że z 5 transformatorów, zaopatrzonych znakiem Związku Elektrotechników Niemieckich „V.D.E.”, któryby miał świadczyć o prawidłowym i zgodnym z przepisami wykonaniu \*\*), 4 czyli 80%, względnie przy zastosowaniu powyższej tolerancji 3 transformatorzy czyli 60% przepisom nie odpowiadają.

Z doświadczeń i wyników, otrzymanych w związku z powyższymi pomiarami, wyprowadzićby można niektóre wnioski, odnoszące się do opracowania polskich przepisów dla transformatorów dzwonekowych. Ponieważ Prezydium PKE

wybrało już Komisję, która zająć się ma ich opracowaniem, sprawę tę tutaj pomijamy, natomiast zwracamy jeszcze ubocznie uwagę na kilka okoliczności, odnoszących się do wyrobu transformatorów dzwonekowych w kraju.

Zauważyć przedewszystkiem trzeba, że transformator Nr. 2, który jako jedyny odpowiada bez zastrzeżeń przepisom, jest wprawdzie wyrobem zagranicznym, lecz z trzech innych transformatorów, u których w przybliżeniu spełnione są warunki przepisów, dwa są pochodzenia krajowego. Wynik ten uważać można jako bardzo korzystny, jeżeli się uwzględni, że wśród 14 badanych transformatorów 11 było pochodzenia zagranicznego, 3 zaś tylko pochodzenia krajowego, oraz że wśród 4 wyróżnionych transformatorów cena krajowych wyrobów wynosi 9 do 10 zł., gdy cena najlepszego transformatora zagranicznego wynosi ok. 20 zł. W tej cenie możnaby niewątpliwie w kraju wyrabiać transformatorzy, któreby w zupełności odpowiadały przepisom; wyniki bowiem powyższych badań wykazały, że pod względem jakości konkurencja wyrobów zagranicznych nie wydaje się groźną, cenę 20 zł. uważać jednakże należy jako zbyt wysoką. Ponieważ 9 — 10 zł. wynoszą według stawek z lipca ub. r. koszty cła i transportu byłoby pożądane i wskazane, ażeby cena detaliczna krajowego transformatora dzwonekowego nie wynosiła więcej, niż ok. 10 — 12 zł.

Ażeby w tej cenie umożliwić w kraju wyrób transformatorów dzwonekowych, któreby odpowiadały przepisom bezpieczeństwa, zwrócićby należało uwagę na niektóre okoliczności, któreby się przyczynić mogły do obniżenia kosztów produkcji, mianowicie:

1. W wyrobie transformatorów dzwonekowych przeważa typ płaszczowy, gdy wszelkie rozważania wskazywałyby raczej na zastosowanie rdzenia jako typu pod każdym względem odpowiedniejszego, co potwierdzają poniekąd także wyniki powyższych badań; wyniki bowiem badań 14 transformatorów, z których 11 należało do typu płaszczowego, a 3 tylko wykonane były jako rdzeniowe, jest następujący:

	Odpowiadają przepisom			łącznie w %
	Ilość	w zupełności	w przybliżeniu	
płaszcz:	11	—	2	18%
rdzeń	3	1	1	67%

Wykonanie rdzeniowe wypadnie niewątpliwie taniej, a żadne względy techniczne nie przemawiają decydująco za wykonaniem typu płaszczowego.

2. W fabrykacji transformatorów dzwonekowych głównie rozpowszechniony jest typ dla prądu wtórnego 1 A. Prąd ten, podawany nominalnie na tabliczkach, a tylko w odosobnionych wypadkach zgodny z rzeczywistością, naogół nie tyle jest uzasadniony istotną potrzebą, jak raczej nieracjonalną konstrukcją dzwonek elektrycznych. Fabrykacji dzwonek poświęca się bowiem widocznie może jeszcze mniej uwagi, niż konstrukcji transformatorów, wskutek czego jest objawem zwykłym, że małe dzwoneki zużywają dużo prądu do 0,8 A, a wielkie dzwoneki tylko 0,15 A (przy 8 V). Najlepsze wyniki dałoby się oczywiście uzyskać przy scharmonizowaniu konstrukcji dzwoneka i transformatora; mimo wręcz przeciwnych wa-

) Uchybienia w danych tabliczki uważano bez względu na ich ilość jako jedno uchybienie.

\*\*) Dla transformatora Nr. 3 nagrzanie jest mniejsze, niż dla transformatora Nr. 1 i wynosi tylko  $124^{\circ} \text{C}$ ; mimo to nie można dla Nr. 3 zastosować tej samej tolerancji jak dla Nr. 1, gdyż nominalny prąd wtórny  $J_{2n}$  — zamiast podanej na tabliczce wartości ok. 1 A — wynosi tylko 0,53 A.

\*\*\*) Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker. — Vorschriftenbuch, 17. Auflage, 1930. — S. 1061 — 1083.

Okoliczność, że między 5 transformatorami zaopatrzonymi znakiem „VDE”, dwa z nich (Nr. 2 i 11) mają znak starszy, ważny formalnie do dnia 30.VI.30, nie ma istotnego znaczenia, ponieważ w przepisach od dnia ich ważności (1.I.1921) nie nastąpiły żadne zmiany.



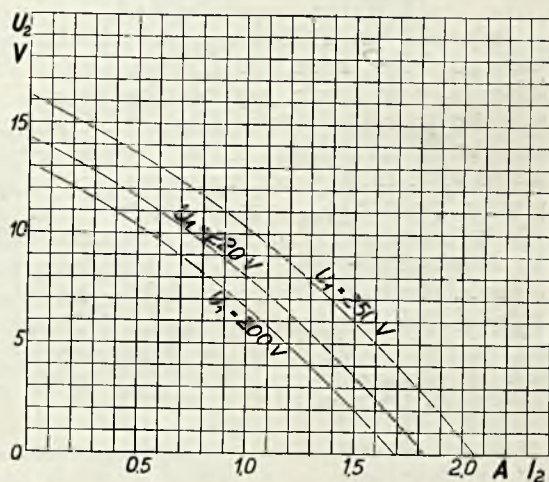
runków próby, wykonane z różnymi dzwonekami okazały, że nawet przy użyciu transformatorów, dla których stwierdzono prąd wtórny w granicach 0,3 do 0,1 A dzwonięcie było jeszcze dosłyszalne w miejscu odległym o 25 m, oddzielonym dwójgim zamkniętych drzwi; przysłać wprawdzie trzeba, że dzwoneki nie ulegały wówczas tak cenionemu przez monterów „trzepaniu”, które ma być niezawodnym świadectwem dobroci i skuteczności działania transformatora.

Przytoczone, chociaż pobieżnie tylko wykonane, próby wskazują już, że przy przybliżonym nawet doborze transformatora i dzwonka, transformator dla prądu 0,5 A uważać można dla zwykłych potrzeb i w normalnych warunkach jako zupełnie wystarczające i odpowiednie, zmniejszenie zaś nominalnego natężenia prądu z 1 A do 0,5 A przyczyni się do pewnego obniżenia kosztów produkcji.

3. Dla napięcia pierwotnego rozpowszechnione jest podawanie dalekich granic n.p. 200 do 250 V (Nr. 1), 185 do 240 V (Nr. 12) lub 150 do 250 V (Nr. 7). Ponieważ na podstawie objaśnienia do § 10 przepisy przewidują tylko dla mocy jałowej podanie tejże przy ściśle określonym napięciu n.p. „0,5 W przy 220 V”, należałoby wnioskować, że poza tym tak przy najniższym jak przy najwyższym napięciu transformator odpowiadać powinien warunkom przepisów; przy najniższym napięciu transformator powinien przeto dawać jeszcze nominalny prąd, podany na tabliczce, a przy najwyższym napięciu stosunek napięć  $U_{20} : U_{2n}$  oraz nagrzanie przy zwarcu nie powinny przekraczać dozwolonych granic. Transformator oczywiście warunków tych nie spełniają; na Rys. 4 przedstawione są charakterystyki, zdjęte dla transformatora Nr. 1, przy pierwotnym napięciu 200, 220 i 250 V; z wykresów tych wynika, że przy najniższym napięciu 200 V prąd wtórny wynosi 0,83 A zamiast 1,0 A; przy najwyższym zaś napięciu 250 V napięcie  $U_{20}$  przekracza już dozwoloną granicę 16 V, a nagrzanie przy zwarcu, które przy napięciu normalnym 220 V wynosi i tak już  $130^{\circ}\text{C}$  po stronie pierwotnej, staje się nadmiernie wielkie. Wyrób transformatora, któryby dla obu granic napięcia pierwotnego odpowiadał przepisom, jest

oczywiście możliwy, lecz przy znacznie zwiększonych kosztach produkcji, które nie byłyby uzasadnione żadną istotną praktyczną potrzebą.

Jeżeli zatem transformator dzwonekowie odpowiadać mają przepisom, nie tylko na tabliczce, lecz także w rzeczywistości, a dążyć się ma do ob-



Rys. 4.

$$U_{2n} = 8 \text{ V}$$

$$I_{2n} = 1 \text{ A}$$

$$f = 50$$

niżenia kosztów wyrobu i niskiej ceny sprzedaży, napięcie pierwotne powinno być określone dokładnie i jednoznacznie, jak to jest przyjęte dla normalnych maszyn i transformatorów. Wystarczy bowiem, gdy transformator dzwonekowie odpowiadać będą przepisom przynajmniej przy napięciu normalnym, działać będą i tak w dalekich granicach napięcia.

Z analogicznych powodów powinno się zarzuć podawanie ilości okresów w szerokich granicach jak 40—60 (Nr. 1, 3, 5, 13, 15) lub 35 — 125 (Nr. 17).

Powyższe uwagi, które ubocznie wiążą się z właściwym celem przeprowadzonych badań, nie wyczerpują oczywiście dróg i sposobów, któreby umożliwić mogły wyrób transformatorów dzwonekowych, odpowiadających przy umiarkowanej cenie przepisom bezpieczeństwa.

# PRÓBY ODBIORCZE TURBIN KAPLANA W ŻURZE.

Inż. Stanisław Gieszczykiewicz.

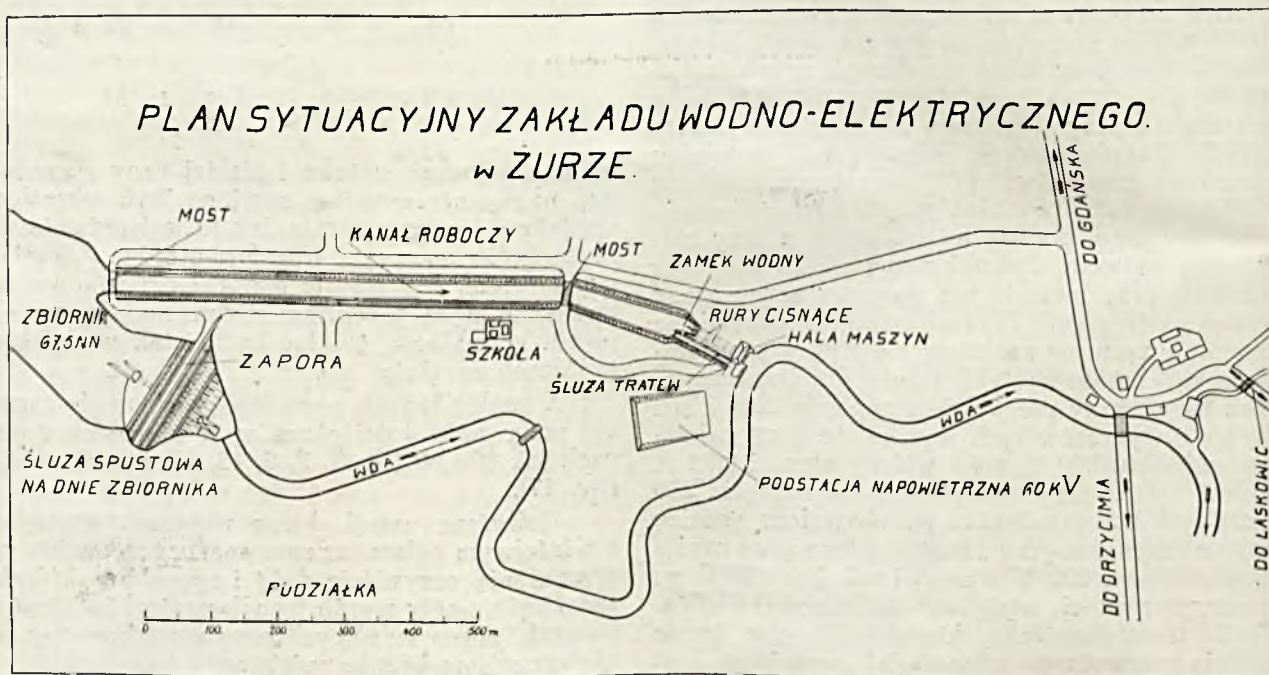
Pomorska Elektrownia Krajowa „Gródek”.

## 1) Wstęp i opis turbin.

W styczniu r. 1930 Pomorska Elektrownia Krajowa „Gródek” uruchomiła drugi Zakład wodno-elektryczny w Żurze, wyposażony w dwa zespoły z turbinami systemu Kaplana. Próby odbiorcze turbin przeprowadzono jednak dopiero z końcem roku 1930, przed upływem okresu gwarancyjnego, po blisko jednorocznym ruchu, aby w ciągu tego czasu mieć możliwość wykrycia błędów czy to konstrukcyjnych, czy też fabrykacyjnych.

Opis zakładu zamieszczony był w zeszytcie 4 „Przeglądu Elektrotechnicznego” z r. 1930, przeto ograniczamy się tutaj tylko do przytoczenia niektórych danych, ciekawych dla odbioru turbin oraz do pobieżnego ich opisu.

słabo obciążony i tylko w godzinach szczytowych przejmuje większe obciążenie, zakład zaś w Gródku pracuje ze stałym obciążeniem, przelewając równomiernie wodę. Współpracę tego rodzaju umożliwia zbiornik zakładu w Żurze o powierzchni 500 ha i zbiornik zakładu w Gródku o powierzchni 100 ha. Charakter szczytowy zakładu w Żurze zdradza na pierwszy rzut oka łączną moc maszyn, zainstalowanych w Żurze, w wysokości 12 000 KM (2 turbiny Kaplana), podczas gdy zakład w Gródku, dysponujący spadkiem netto 18 m przy zlewni 1835 km<sup>2</sup> i średniej wodzie 15,8 m<sup>3</sup>/sek, a zatem przy większym spadku i większej ilości wody ma łączną moc maszyn tylko 5570 KM (3 turbiny bliźniacze Francisa).



Rys. 1.

Plan sytuacyjny zakładu wodno-elektrycznego w Żurze.

Zakład w Żurze, zbudowany na Czarnej Wodzie (Wdzie), dopływie Wisły, 7 km powyżej zakładu wodno-elektrycznego w Gródku, wyzyskuje spadek 15,5 m brutto, ok. 15,2 m netto. Nominalny poziom górnego zwierciadła wody wynosi 67,5 m, poziom dolnego zwierciadła wody 52 m ponad 0 normalne. Zlewnia wynosi 1720 km<sup>2</sup>, średnia woda 14,8 m<sup>3</sup>/sek.

Plan sytuacyjny zakładu przedstawiony jest na rys. 1.

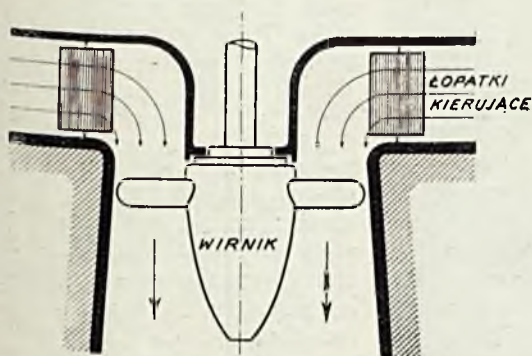
Zakład zaprojektowany, jako zakład szczytowy dla wyrównania dziennego, miał pracować z zakładem w Gródku w ten sposób, by przy odpowiednim zbyciu energii elektrycznej moc wyzyskać 100% przepływającej wody, a przytem miał umożliwić równomierny przepływ wody w Gródku. Innymi słowy, zakład w Żurze pracuje z reguły

Przy projektowaniu zakładu w Żurze wysuwała się na pierwszy plan sprawa wyboru systemu turbin. Zespoły turbinowe musiały umożliwić ekonomiczną pracę zakładu zarówno przy małym, jak i przy pełnym obciążeniu. Wchodziło więc w rachubę zastosowanie albo 2 turbin systemu Kaplana po 6000 KM każda, albo 3 turbin systemu Kaplana po 4000 KM, względnie 3 turbin Francisa 2 po 4800 KM i jednej 2400 KM. Zanim przedstawię pokrótce motywy, które zadecydowały o wyborze turbin Kaplana, niech mi wolno będzie scharakteryzować ten typ turbin.

Zasadniczymi cechami turbiny Kaplana jest:

a) Pozostawienie wolnej przestrzeni między łopatkami kierującymi a pracującymi (patrz rys. 2). Łopatki kierujące przejęte są z turbiny Francisa. Woda, przepływająca przez łopatki kierują-

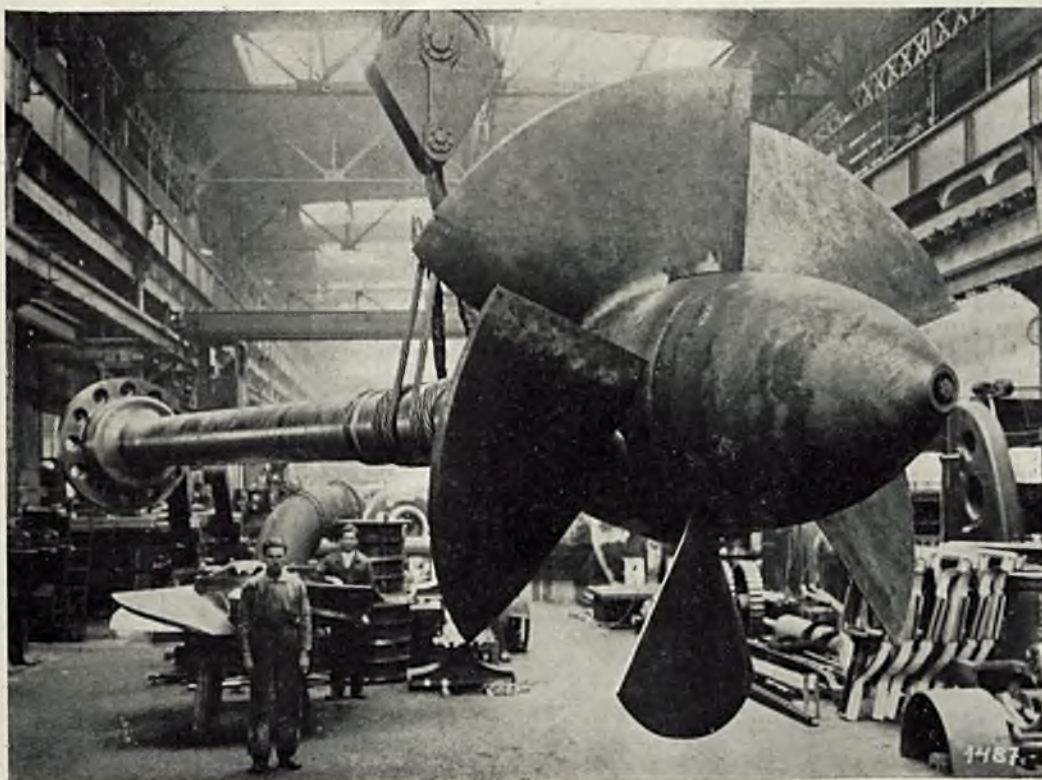
ce, zostaje skierowana osiowo i następnie przepływa przez koło robocze, przyczem pozostawiona jest znaczna wolna przestrzeń między kołem kierującym a wirnikiem.



Rys. 2.

Przepływ wody przez turbinę Kaplana.

b) Łopatki robocze nie posiadają zewnętrznego wienca i są bardzo krótkie, jak to widać na rys. 3, przedstawiającym wirnik turbiny w Żurze.



Rys. 3.

Wirnik turbiny Kaplana w Żurze 6000 KM,  $H = 15,2$  m,  $Q = 35,7$  m<sup>3</sup>/sek.,  $n = 250 \frac{1}{\text{min}}$

c) Łopatki robocze można przestawiać w czasie pracy tak, że zmienia się równocześnie kąt wlotu i wylotu wody z turbiny. Przy małym obciążeniu łopatki są zamknięte (patrz rys. 4), przy większym natomiast stopniowo się otwierają, aż do pełnego kąta otwarcia (patrz rys. 5).

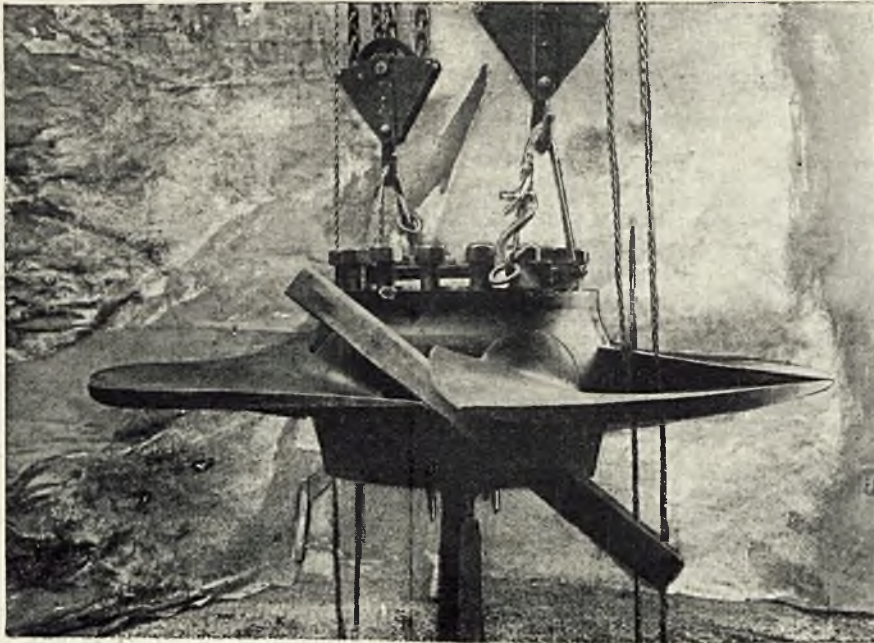
Te dane charakterystyczne zapewniają wyższą sprawność turbin Kaplana nad turbinami Francisa pod wieloma względami. Po pierwsze, zmniejszenie powierzchni, jak również ilości łopatek robo-

czych umożliwiło osiągnięcie wysokich współczynników sprawności oraz wyższych ilości obrotów charakterystycznych. O ile turbiny Francisa buduje się do ilości obrotów charakterystycznych 450, to przy turbinach Kaplana posunięto się do 1000, co daje łatwo zrozumiałe korzyści. Po drugie, przestawianie łopatek roboczych w czasie ruchu umożliwia osiągnięcie bardzo dobrego współczynnika sprawności nawet już przy małych obciążeniach, co w zakładzie szczytowym, jakim jest Żur, gra rolę pierwszorzędą. Po trzecie — przestawianie łopatek przy turbinach Kaplana umożliwia konstrukcję turbin, pozwalających na ok. 15% przeciążenia przy stosunkowo dobrym współczynniku sprawności. Przeciążenie turbin Francisa nie jest możliwe, gdyż z reguły wyzyskuje się je do możliwej granicy, a to w celu osiągnięcia dobrego współczynnika sprawności przy  $\frac{3}{4}$  obciążenia.

Do wszystkich tych motywów, które przemawiają za wyborem turbin Kaplana, przyłączyło się i to, że podział łącznej mocy zakładu na większą ilość jednostek, komplikuje obsługę, daje mniejszą rezerwę chwilową, będącą w ruchu, oraz znacznie podraża koszt części elektrycznej, tak, że

biorąc całokształt zakładu, znacznie taniej wypada zastosowanie turbin Kaplana.

Trzeba jednak zaznaczyć, że turbiny Kaplana budowano doniedawna dla stosunkowo małych spadków, przeważnie poniżej 10 m. Przy wyższych spadkach trzeba się było liczyć poważnie z niebezpieczeństwem kawitacji. Zjawisko kawitacji polega na tym, że gdy na tylnej ścianie łopatki roboczej ciśnienie wody spadnie poniżej ciśnienia parowania wody przy danej temperaturze, wtedy wo-



Rys. 4.  
Wirnik turbiny Kaplana w Żurze z łopatkami zamkniętymi.

da oddziela się od łopatki, przestrzeń między łopatką a wodą wypełnia się parą wodną i powietrzem, wydzielonym z wody. Zjawisku temu towarzyszy silny trzask i uderzenia w czasie ruchu. Skutkami zjawiska jest zmniejszenie się współczynnika sprawności oraz szybka korozja koła pracującego. Przy dawnych typach turbin Francisa woda była kierowana łagodnie i ciśnienie w wirniku zmieniało się stopniowo, aż do najniższego ciśnienia przy wlocie do ssaka, tak że wystarczało dobrać odpowiednio wysokość ssania i szybkość wlotu do ssaka, by zabezpieczyć się przed niebezpieczeństwem kawitacji. Przy szybkoobrotowych turbinach Francisa przepływ wody przez wirnik nie był już tak prosty i było możliwe, że punkt najniższego ciśnienia znajdował się nie przy wlocie do ssaka, lecz przy którymś z punktów wirnika. Wypadek ten zachodzi z reguły przy turbinach Kaplana. Najniższe ciśnienie panuje zawsze w którymś z punktów na tylnej ścianie łopatek roboczych. Ciśnienie to spada szybko ze zwiększeniem charakterystycznej ilości obrotów, a pamiętać trzeba, że cały szereg względów wymaga posunięcia się z obrotami do możliwej granicy. Jak z powyższego widać, problem kawitacji jest znacznie bardziej skomplikowany przy turbinach Kaplana.

Zjawisko kawitacji wyjaśnione zostało dzięki doświadczeniom, przeprowadzonym w specjalnych laboratorjach kawitacyjnych, w których pracę modelu koła wirnikowego oraz zjawiska kawitacyjne można obserwować przy pomocy odpowiedniego oscyloskopu. Dotychczas traktuje się zjawisko kawitacji przy konstrukcji turbin głównie na podstawie przeprowadzonych doświadczeń. Niedokładność w wykonaniu, chropowatość łopatek może spowodować, względnie znacznie przyspieszyć kawitację. Dziś uważa się spadek 25 m jako spadek graniczny, przy którym można budować turbiny Kaplana, pewne pod względem kawitacyjnym. Przy wyższych spadkach umieszczenie wirnika na-

wet na poziomie dolnej wody nie zapobiegnie kawitacji. Jest to jasnym, gdy się zważy, że około 40% energii przy turbinach Kaplana wyzyskuje się w ssaku. Przy wyższych spadkach trzeba by ewentualnie umieścić wirnik poniżej poziomu dolnej wody, albo stosować 2 turbiny Kaplana w szereg, oba te sposoby nie zostały jednakże dotychczas zastosowane w praktyce. Powracając do turbin Kaplana w Żurze, zaznaczyć musimy, że spadek 15,2 m należy do najwyższych, na jakie zbudowano turbiny o tej mocy.<sup>1)</sup>

Dyrekcja Pomorskiej Elektrowni Krajowej „Gródek”, zając sobie sprawę ze wszystkich tych czynników, oddała zamówienie firmie J. M. Voith St. Pölten — Austria, jednej z najpoważniejszych firm w Europie, budujących turbiny Kaplana. W zamówieniu zażądano, by udowodniono na modelu wirni-

ka, na podstawie przeprowadzonych doświadczeń, że kształt łopatek daje zupełną gwarancję co do kawitacji, nawet przy najniższym poziomie dolnej wody. Próby te przeprowadziła firma Voith w swych laboratorjach w obecności Dyrektora Pomorskiej Elektrowni Krajowej „Gródek”, Inż. A. Hoffmanna, ku zupełnemu zadowoleniu „Gródka”. Prób odbiorczych dokonano, jak to już zaznaczono na wstępie, po blisko jednorocznym ruchu, aby w ciągu tego czasu mieć możliwość stwierdzenia niebezpieczeństwa kawitacji, o ileby takie istniało.

Zanim przejdziemy do opisu prób, przedstawimy pokrótce sposób regulacji turbin, bardziej skomplikowany, aniżeli przy turbinach Francisa, a to ze względu na ruchome łopatki robocze. Przesławianie łopatek kierujących odbywa się zupełnie identycznie, jak przy turbinach Francisa, dlatego też ograniczamy się tu jedynie do szczegółowszego opisu ustawiania łopatek roboczych.

Przy jednostkach większych i średnich odpowiednie nastawianie łopatek kierujących i roboczych skuteczniają serwo-motory olejowe. Dopyływ do serwomotoru sterowany jest przez regulator, ściśle od siebie uzależnione zapomocą mechanizmów odwodzących w ten sposób, że jednemu położeniu łopatek kierujących odpowiada jedno nastawienie łopatek roboczych, zapewniające najlepszy współczynnik sprawności. Olej pod ciśnieniem doprowadzony jest do serwomotoru ze zbiornika, wyposażonego w powietrzną tłoczącą. Zbiornik zasila pompa odśrodkowa, napędzana pasem z wału turbiny. Na rys. 6 widać schemat serwomo-

<sup>1)</sup> Obecnie znajduje się w budowie zakład wodno-elektryczny w Safe Harbour na Susquehanna River w Stanach Zjednoczonych, wyposażony w 6 turbin Kaplana po 42 500 KM każda, przy spadku 16,8 m.

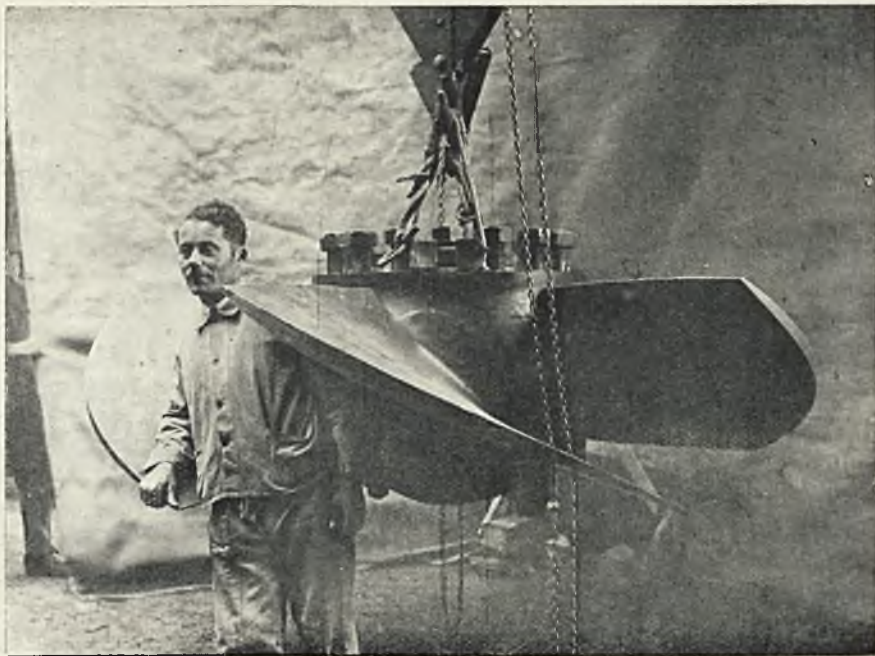
W zakładach J. M. Voith budują obecnie 2 turbiny po 12 150 KM przy spadku 19,6 m dla E. W. Mixnitz, Steveag, Graz. (Przyp. aut.).

toru do nastawiania łopatek roboczych. Tłok serwowatoru umieszczony jest w wydrążeniu wału turbiny. Na rys. 3 widoczne jest zgrubienie wału, wewnątrz którego mieści się tłok. Wał prądnicy sprzężony jest bezpośrednio za tem zgrubieniem z wałem turbiny. Zarówno wały turbiny, jak i prądnicy są przewiercone na całej długości (150  $\Phi$ ). Olej dostaje się do przestrzeni pod tłokiem zapomocą rury, połączonej na stałe z tłokiem, przechodzącej przez oba wały i służącej zarazem do przenoszenia ruchu odwodzącego na regulator. Do przestrzeni nad tłokiem doprowadza olej druga rura, koncentrycznie obejmująca rurę środkową. Obie rury uszczelnione są odpowiednio w górnej głowicy, jak to pokazano schematycznie na rysunku. Tłok serwowatoru przedstawia łopatki robocze o kącie, odpowiadający nastawieniu łopatek kierujących za pomocą dźwika i przenośni korbowej, pokazanej na rys. 6. Łopatki robocze umocowane są w głowicy wirnika w łożyskach. Głowica wypełniona jest wewnątrz olejem, znajdującym się pod ciśnieniem zarówno hydrostatycznym, jak i pochodzącym od siły odśrodkowej. Olej ten zapewnia zarówno dostateczne smarowanie mechanizmu, jak i zapobiega dostaniu się do głowicy wody i zanieczyszczeń. Przy gwałtownym obciążeniu najpierw zamykają się łopatki kierujące, następnie robocze. W zakładzie w Żurze sprawa regulacji komplikowała się jeszcze z tego powodu, że woda doprowadzona jest od zamku wodnego do turbin przy pomocy rurociągu o długości ok. 50 m, co naturalnie musiano uwzględnić przy wyznaczaniu  $G \cdot D^2$  prądnicy, przyrostu ilości obrotów, jak i wymiarów rurociągu.

## 2) Odbiór turbin.

Próby odbiorcze przeprowadzono według przepisu Związku Inżynierów Niemieckich<sup>2)</sup> zgodnie z porozumieniem „Gródka” z firmą J. M. Voith. Nominalne dane turbiny są następujące: Moc 6000 KM, spadek netto 15,2 m, ilość wody 35,7 m<sup>3</sup>/sek, ilość obrotów 250/min. Próby przeprowadzone w czasie od 19 do 24 grudnia 1930 r. miały za cel stwierdzenie, czy zostały dotrzymane gwarancje, co do mocy, współczynnika sprawności, jak i regulacji turbin. Cyfry gwarancyjne podano przy zestawianiu wyników prób.

Zespół obciążano przy pomocy oporu wodnego, na który pracowała prądnica. Opór wodny (patrz rys. 7 i 8) przekonstruowano bardzo starannie, gdyż ma on służyć nie tylko do celów prób odbiorczych, ale również i do zużycia energii przy przelewaniu wody jałowej. W naczyniu walcowym



Rys. 5.

Wirnik turbiny Kaplana w Żurze z łopatkami otwartymi.

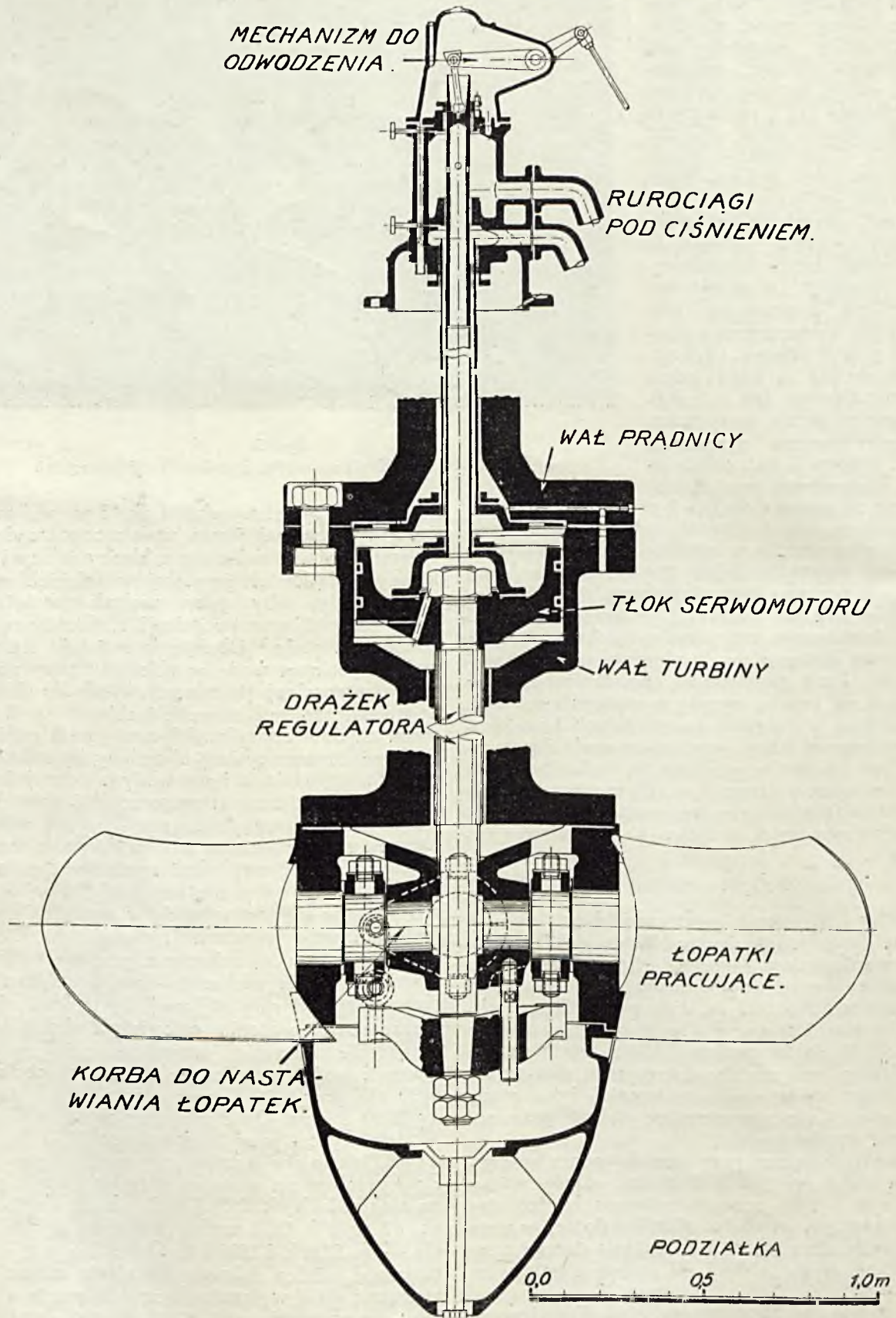
o średnicy 2 m i wysokości ok. 2 m, wykonanym z blachy spawanej 5 mm, umieszczono zawieszono na izolatorach 3 elektrody z blachy żelaznej. Elektrody mają kształt prostokątów, ściętych na dole w trójkąty, aby przy małych obciążeniach mieć możliwość lepszej regulacji. Elektrody są umocowane na stałe. Obciążenie reguluje się przez zmianę poziomu wody w zbiorniku przy pomocy rury opuszczalnej (teleskopu). Wodę do zbiornika doprowadzono ze ślimacznicy turbin w trzech miejscach na dole opornika. W czasie prób pobierano wodę ze ślimacznicy drugiej turbiny, by uniknąć potrzeby uwzględniania ilości wody, pobranej do tego celu przy przeliczaniu sprawności turbin. Wodę z opornika odprowadzano przy pomocy rury ruchomej, umieszczonej w środku opornika. Rurę tę można podnosić względnie opuszczać za pomocą przekładni linowej z nastawni, tak że w ten sposób reguluje się poziom wody w oporniku, a przez to zanurzenie elektrod i obciążenie. Zbiornik i rura ruchoma są uziemione, pomimo to jednak odizolowano dla większego bezpieczeństwa rurę opuszczalną od rury stalowej, by uniknąć niebezpieczeństwa porażenia człowieka, obsługującego urządzenie, w razie przerzucenia się napięcia. Opornik wodny przeliczony został na obciążenie 4400 kW przy 6000 V przy oporze właściwym wody 2000  $\Omega$  cm. Opór właściwy wody w Czarnej Wodzie wynosi przy temperaturze 20°C ok. 1850  $\Omega$  cm, jak to stwierdzono przy pomocy pomiarów. Przy przeliczaniu opornika przyjęto gęstość prądu na elektrodach ok. 0,04 A/cm<sup>2</sup>, odstęp elektrod — ok. 12 cm/kV; ilość wody, potrzebnej do chłodzenia — ok. 51/sek. i 1000 kW. Opornik w czasie prób pracował bardzo dobrze. Obciążenie można było utrzymać stale w granicach  $\pm 1\%$ , czego nie dałoby się osiągnąć przy pracy na sieć, zwłaszcza przy silnie wahającym się obciążeniu dźwigów w Gdyni.

<sup>2)</sup> Regeln für Abnahmeversuche an Wasserkraftmaschinen 1926 VDI. Verlag G. M. B. H. Berlin SW 19. (Przyp. aut.).

Spółczynnik sprawności turbin obliczono z wzoru:

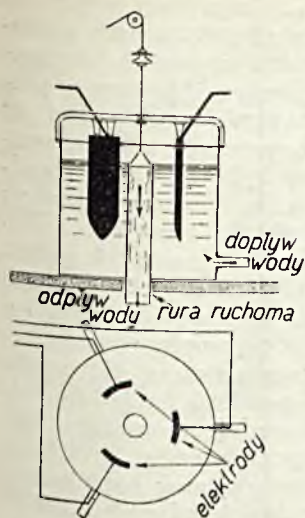
$$\eta = \frac{N}{N_i} \dots \dots \dots (1)$$

We wzorze tym  $N$  oznacza użyteczną moc turbiny, przyczem, według przepisów niemieckich, jako straty turbiny uwzględnia się tylko straty w elementach, niezbędnych do ruchu turbiny, a zatem



Rys. 6.

Serwomotor do nastawiania łopatek wirnika.



Rys. 7.  
Opór wodny.

Przy tem obliczeniu straty w łożysku stopowem, przypadające na prądnice, objęte są stratami prądnicy, reszta zaś strat w łożysku stopowem przyjęta jest jako straty turbiny.

Moc na zaciskach prądnicy zmierzono przy pomocy precyzyjnych transformatorów prądowych i napięciowych oraz watomierzy w układzie Arona. Punkt zerowy prądnicy był w czasie prób celowo nieuziemiony. Odczyty watomierzy robiono co pół minuty, poczem z odczytów wzięto do obliczenia średnią. Obciążenie było przy próbach bezindukcyjne ( $\cos \varphi = 1$ ).

Prądnica, sprzężona z turbiną, została dostarczona przez firmę Asea. Nominalne dane prądnicy są następujące: moc 440 kVA;  $\cos \varphi = 0,8$ ; napięcie 6000—6600 V; natężenie prądu 423—385 A; częstotliwość 50.

Straty prądnicy określono na podstawie pomiarów przy zaniku ruchu prądnicy w biegu jałowym oraz w zwarciu przy rozmaitych wzbudzeniach. Zasada pomiaru jest następująca: Jeżeli prądnica zwalnia, przyczem nie doprowadza się mocy z zewnątrz, to pierwsza pochodna energii kinetycznej względem czasu równa jest stratom prądnicy przy danej ilości obrotów. Przy bardzo ścisłych pomiarach względnie przy prądnicach o małym  $GD^2$  trzeba się posługiwać chronografem oraz dokładnymi metodami dla określenia pochodnej prędkości kątowej względem czasu.<sup>3)</sup> Przy prądnicach o dużym  $GD^2$ , co miało miejsce w naszym przypadku, wystarcza pomiar, wykonany tachometrem i stoperem. Pomiar odbywa się w ten sposób, że doprowadza się prądnice do ilości obrotów wyższej od synchronicznej, poczem dozwala się jej zwalniać bez doprowadzenia mocy z zewnątrz od ilości obrotów  $n_1$  do ilości obrotów  $n_2$  w biegu jałowym oraz zwarcia przy rozmaitych wzbudzeniach. Zmniejszenie energii kinetycznej jest zawsze to samo, gdyż we wszystkich wypadkach  $n_1$  i  $n_2$  było to samo, natomiast średnia moc,

straty w łożyskach turbiny oraz część strat, przypadająca na turbinę w łożyskach wspólnych turbiny i prądnicy. Moc, pobrana przez regulator turbiny, uważa się za moc użyteczną turbiny. W naszym przypadku moc użyteczną turbiny obliczono w sposób następujący: zmierzono moc na zaciskach prądnicy, do mocy tej dodano straty w prądnicie, określone na podstawie prób, dokonanych w zakładach „Asea”, jak opisano poniżej, oraz moc na pędzenie regulatora turbiny w wysokości 5 KM.

równa każdorazowym stratom, jest odwrotnie proporcjonalna do czasów zwalniania  $t_1, t_2, t_3$  i t. d. Jeżeli oznaczymy przez  $P_1, P_2, P_3$  straty prądnicy przy odpowiednich wzbudzeniach, to

$$P_2 = P_1 \frac{t_1}{t_2} \quad P_3 = P_1 \frac{t_1}{t_3} \text{ i t. d.}$$

Wystarczy zatem znać jedną moc  $P_1$ , by móc wyliczyć resztę. W czasie prób mierzono czas zwalniania prądnicy od ilości obrotów, odpowiadającej częstotliwości 55 do ilości obrotów, odpowiadającej 45 okr./sek. Gdy prądnica posiadała ilość obrotów synchroniczną, odczytywano prąd wzbudzenia, jak również napięcie przy biegu jałowym, względnie natężenie prądu przy zwarcia prądnicy. Wyniki prób przedstawiono na wykresie rys. 10, gdzie podane są krzywe następujące: charakterystyka biegu jałowego  $E_0 = f(i_m)$ ; charakterystyka zwarcia  $I = f(i_m)$ ; straty jałowe  $P_0 = f\left[\left(\frac{E}{6600}\right)^2 \cdot 100\right]$ , straty zwarcia  $P_k$ , powiększone o straty tarcia i wentylacji  $P_T$ , a więc:  $P_k + P_T = f\left[\left(\frac{I}{385}\right)^2 \cdot 100\right]$ ; przyczem te dwie ostatnie krzywe podano w zależności od kwadratów napięcia, względnie natężenia prądu, wy-



Rys. 8.  
Opór wodny.

rażonych w % kwadratów nominalnych wielkości. Prócz powyższych prób dokonano w Zakładach „Asea” prób na przebiegu prądnicy, na zmienność napięcia oraz próby na zwykłe obroty; pędzono mianowicie prądnice w ciągu 3 min. przy ilości obrotów  $550 \frac{1}{\text{min}}$ , to zn. przy ilości obrotów wyższej o 120% od nominalnej ilości obrotów  $250 \frac{1}{\text{min}}$ .

We wzorze (1)

$$N_i = \frac{\gamma Q H}{75} \text{ KM} = \frac{\gamma Q H}{102} \text{ kW} \quad (2)$$

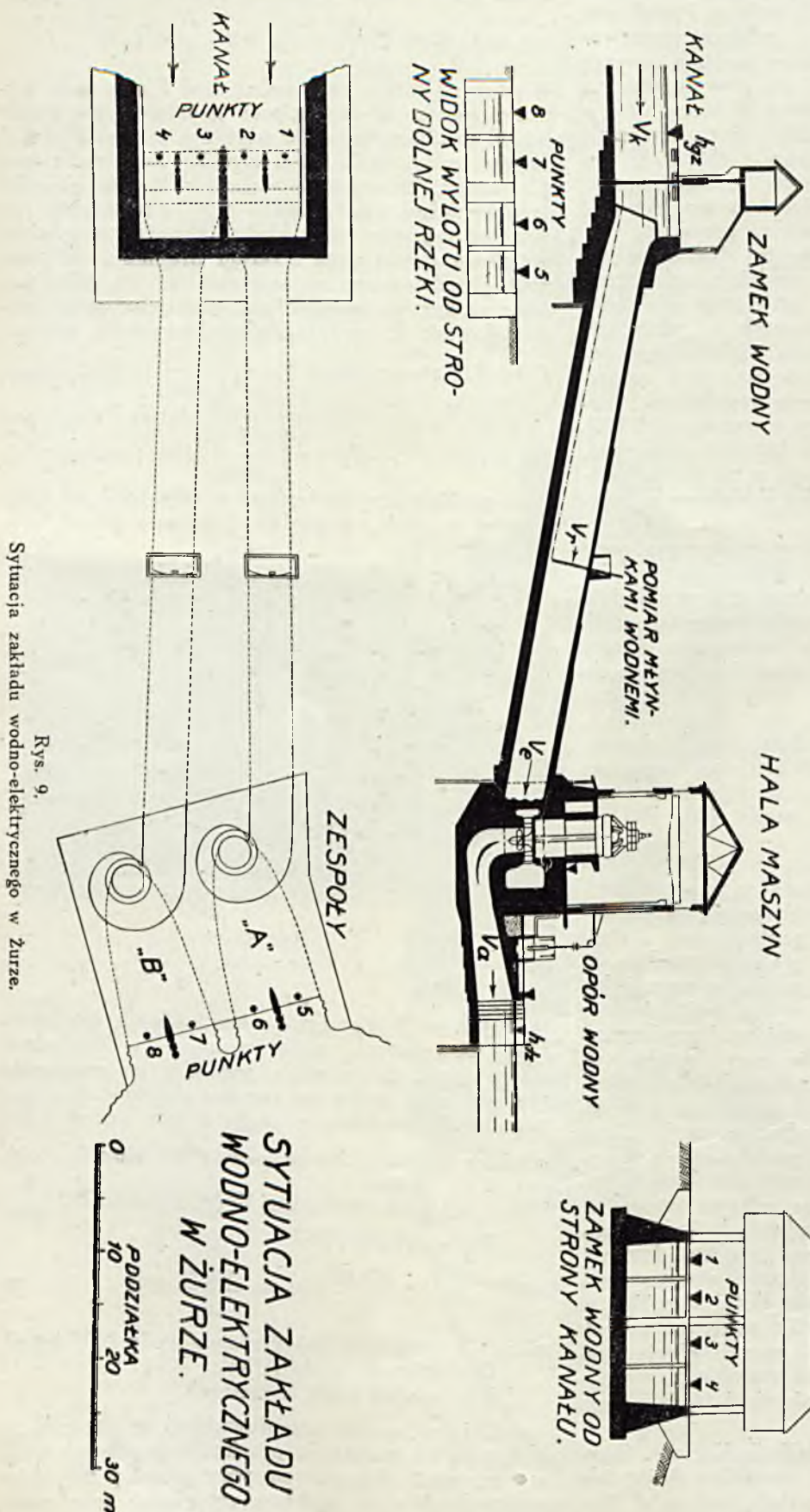
gdzie  $\gamma$  — oznacza ciężar właściwy wody 1000 kg/m<sup>3</sup>,  
Q — objętość wody m<sup>3</sup>/sek,  
H — spadek netto w metrach.

Objętość wody, przepływającej na sekundę Q, obliczono na podstawie pomiarów prędkości wody w rurociągu, dokonanych przy pomocy młynków wodnych. Miejsce pomiaru młynkami zaznaczono na planie sytuacyjnym, rys. 9. Na rys. 11 przedsta-

<sup>3)</sup> Patrz: O. E. Charlton and W. D. Ketchum: Determination of generator speed and retardation during loss measurements. Journal of the American Institute of Electrical Engineers June 1930 p. 428. (Przyp. aut.).

wiono przekrój rurociągu z zaznaczeniem punktów, w których mierzono prędkość wody. Przez otwór rurociągu wprowadzono do wnętrza rurę gazową 2", odpowiednio uszczelnioną, co schematycznie

zaznaczono na rysunku. Aby zapobiec wygięciom rury, połączono koniec rury z kratami przy pomocy liny stalowej, jak pokazano na rys. 9. Uszczelnienie rury pozwalało na przekręcanie rury w płaszczyźnie prostopadłej do



Rys. 9.  
Sytuacja zakładu wodno-elektrycznego w Żurze.

osi rurociągu tak, że możliwe było mierzenie prędkości w dowolnym punkcie przekroju rurociągu. Ponieważ jednak przy wstępnych pomiarach okazało się, że rozkład prędkości jest ogromnie równomierny, ograniczono się przede do pomiaru na jednej tylko średnicy rurociągu. Dla skrócenia czasu prób wykonano pomiar przy pomocy dwóch młynków, umieszczonych na rurze w odstępnie 1980 mm od siebie, tak że mierzono jednocześnie prędkości w punktach 1 i 7, 2 i 8, 3 i 9, 4 i 10, 5 i 11, 6 i 12 (p. rys. 11). Czas obrotów młynków mierzono przy pomocy stopperów w nastawni, dokąd doprowadzono kabelki sygnalizujące. Po pomiarze, wykonanym w jednym punkcie, przestawiono młynki w nowe położenie; pomiar prędkości w 12 punktach przy zastosowanym sposobie trwał ok. 1/2 godziny przy jednym obciążeniu. Ogółem wykonano 5 prób przy różnych obciążeniach.

Rozkład prędkości w rurociągu można przedstawić równaniem:

$$V = V_0 \left[ 1 - \left( \frac{r}{r_a} \right)^2 \right]^{\frac{1}{n}} \quad (3)$$

gdzie  $v_0$  — oznacza prędkość w środku rurociągu,

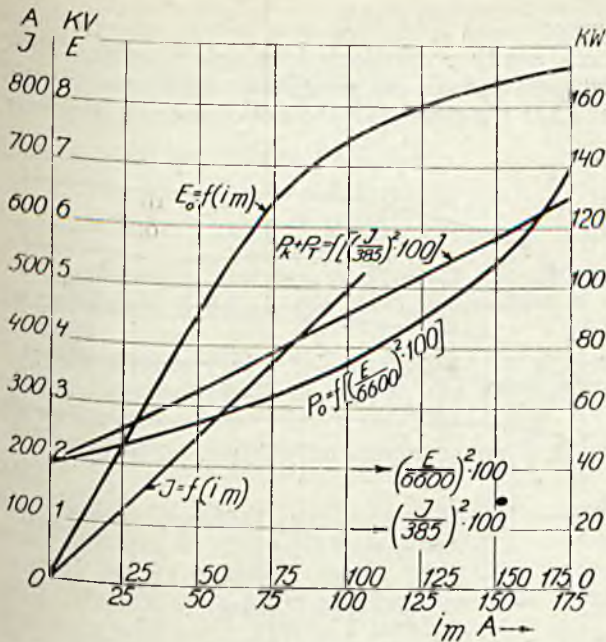
$v$  — prędkość w odstępnie  $r$  od środka rurociągu,

$r_a$  — promień rurociągu.

Wykładnik pierwiastkowy  $n$  we wzorze (3) podają różni autorowie w granicach od  $n = 4$  do  $n = 12$ . Według Dr. Ott'a<sup>1)</sup> lepiej określić roz-

<sup>1)</sup> Dr. Ing. L. A. Ott, Wassermessungen bei Wasserkraftanlagen — Wasserkraft-Jahrbuch 1924, str. 265. (Przyp. aut.)





Rys. 10.

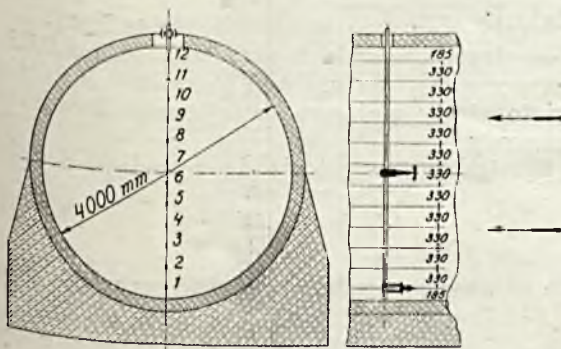
Krzywe charakterystyczne prądnicy A w Żurze.

kład prędkości zapomocą dwóch krzywych, jednej o wykładniku pierwiastkowym  $n$  w granicach 10 do 20 dla środka rurociągu, a drugiej — o wykładniku  $n$  w granicach 5 do 10 w pobliżu ściany rurociągu. Chcąc znaleźć wykładnik pierwiastkowy, najlepiej przedstawić prędkość  $v$  we współrzędnych logarytmicznych, w zależności od  $\left[1 - \left(\frac{r}{r_a}\right)^2\right]$

Otrzymujemy wtedy rozkład prędkości prostoliniowy, a odwrotność  $t_g$  kąta pochylenia prostych równa jest wykładnikowi pierwiastkowemu. Rys. 12 przedstawia wykres taki według pomiarów, wykonanych w Żurze, przyczem wzięto do wykresu średnią arytmetyczną prędkości, zmierzonych w punktach symetrycznych.

Jak widać z powyższego wykresu, o ile zadowolimy się przebiegiem prędkości przy pomocy jednej prostej, to otrzymujemy wykładniki pierwiastkowe bardzo wysokie:

- dla próby 1 . . . . .  $n = 40$
- " " 2 . . . . .  $n = 25$
- " " 3 . . . . .  $n = 14,5$
- " " 4 . . . . .  $n = 14,1$
- " " 5 . . . . .  $n = 12,7$



Rys. 11.

Przekrój rurociągu z zaznaczonymi punktami pomiarów prędkości wody.

przyczem wydaje się słusznem twierdzenie Ott'a, że zwłaszcza dla małych prędkości lepiej ustalać przebieg prędkości w rurociągu przy pomocy dwóch krzywych. Znajomość przebiegu prędkości ważna jest w naszym przypadku dla ekstrapolacji krzywych w pobliżu ścian rurociągu, gdzie dokonanie pomiaru nie jest możliwe.

Na podstawie pomiarów prędkości obliczamy ilość wody, przepływającej przez rurociąg na sekundę w sposób następujący. Jeżeli prędkość w pasku o promieniu  $r$  i szerokości  $dr$  wynosi  $v$ , to ilość wody  $dQ$ , płynącej przez ten pasek, wynosi:

$$dQ = v \cdot 2r\pi \cdot dr \dots (4)$$

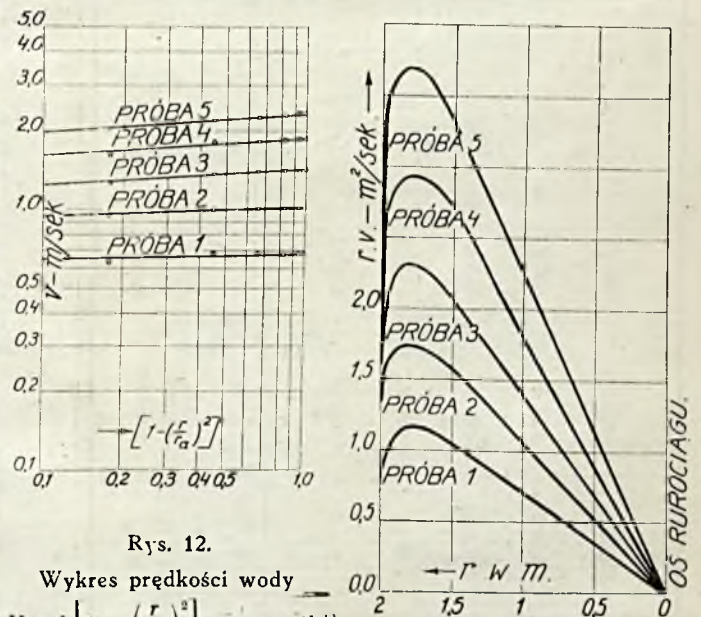
Ilość wody, płynącej przez cały przekrój rurociągu, wyniesie

$$Q = \int_0^{r_a} v \cdot 2r\pi \cdot dr = 2\pi \int_0^{r_a} rv \cdot dr \dots (5)$$

albo

$$Q = \int_0^{r_a} v \cdot 2r\pi \cdot dr = \pi \int_0^{r_a} v \cdot d(r^2) \dots (6)$$

Możemy zatem, chcąc obliczyć ilość wody, płynącej na sekundę, wykonać wykres  $(rv) = f(r)$  (patrz rys. 13) i przeprowadzić całkowanie przez



Rys. 12.

Wykres prędkości wody  $v = f\left[1 - \left(\frac{r}{r_a}\right)^2\right]$  we współrzędnych logarytmicznych

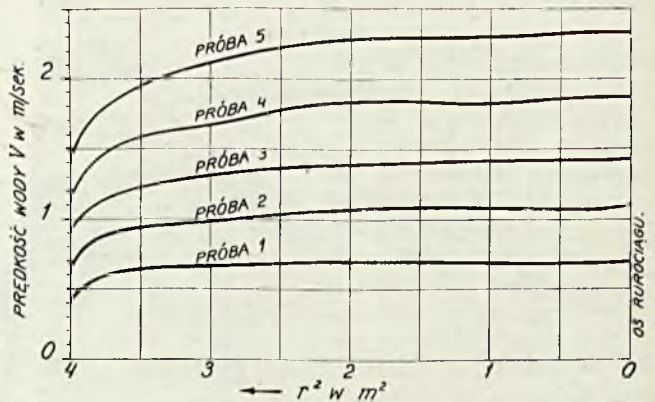
Rys. 13. Wykres  $(rv) = f(r)$ .

planimetrowanie powierzchni, a wynik pomnożyć przez współczynnik  $2\pi$  albo też można wykonać wykres  $v = f(r^2)$  (patrz rys. 14) i po przeprowadzeniu planimetrowania pomnożyć wyniki przez  $\pi$ . Przy obliczaniu ilości wody posługiwano się obu sposobami i otrzymano bardzo dobrą zgodność. Średnią z pomiarów podano w zestawieniu wyników w tabeli I.

$H$  we wzorze (2) oznacza spadek netto w m. Spadek ten określony jest ilością energii, jaką posiada jeden kg wody przy wlocie do turbiny, pomniejszoną o ilość energii, jaką posiada 1 kg wody przy wylocie z turbiny. Spadek netto można określić przez pomiar ciśnienia wody przy wlocie do turbiny, odniesiony do poziomu dolnej wody, przy

Próba	Moc na zaciskach prądnic	Straty prądnic	Moc regulatora	Moc użyt. na wale turbiny	Ilość wody Q	Prędkość średnia w rurociągu $V_r$	Spadek brutto $H_{br}$	Spadek netto H	$N_1 = \frac{Q \cdot H \cdot 1000}{102}$	$\eta$ prądnic	$\eta$ turbiny	Zredukowane na spadek netto $H = 14,7$ m	
	kW	kW	kW	kW	m <sup>3</sup> /sek.	m/sek.	m	m	kW	%	%	Q m <sup>3</sup> /sek.	N kW
1	936	76,8	3,7	1 016,5	8,345	0,665	14,862	14,851	1 215	92,43	83,66	8,302	1 001
2	1 593	83,2	3,7	1 674,9	12,925	1,03	14,712	14,687	1 861,1	95,03	90,26	12,928	1 682
3	2 117	90,0	3,7	2 210,7	16,935	1,35	14,539	14,493	2 406,2	95,92	91,87	17,054	2 258
4	2 692	101,4	3,7	2 797,1	21,935	1,75	14,190	14,114	3 035,2	96,37	92,15	22,385	2 973,3
5	3 373,5	115,7	3,7	3 492,9	27,42	2,18	14,149	14,026	3 770,5	96,69	92,64	28,064	3 747,9

równoczesnem uwzględnieniu różnic energii kinetycznej wody przy wlocie i wylocie z turbiny. Sposobu tego jednak nie mogliśmy zastosować w Żurze, gdyż nie przewidziano odpowiednich otworów,



Rys. 14. Wykres  $v = f(r^2)$ .

które umożliwiłyby przyłączenie manometru przy wlocie do turbiny. Spadek netto  $H$  określono zatem przez odjęcie od spadku brutto  $H_{br}$  strat ciśnienia

- a) na kratach  $\Delta h_1$ ,
- b) przy wlocie do rurociągu  $\Delta h_2$ ,
- c) strat tarcia w rurociągu  $\Delta h_3$

oraz przez uwzględnienie różnic energii kinetycznej wody, dopływającej do zamku wodnego i wody przy wylocie z turbiny.

$$H = H_{br} - \Delta h + \frac{V_k^2 - V_a^2}{2g} \dots (7)$$

Spadek brutto  $H_{br}$  określony jest różnicą poziomu górnego zwierciadła wody  $h_{gz}$  i dolnego zwierciadła wody  $h_{dz}$  (patrz rys. 9).

$$H_{br} = h_{gz} - h_{dz} \dots (8)$$

Poziomy wody górnej i dolnej przy próbach z zespołem A zmierzono, odczytując na podziאלce metrowej odległości zwierciadeł wody od punktów 1 i 2 oraz 5 i 6, pokazanych na rys. 9. Wysokości punktów 1, 2, 5, 6 zniwelowano przed i po pomiarach. Odczyty poziomów zwierciadeł robiono 3 razy w ciągu pomiaru prędkości w każdym z punktów przekroju rurociągu, poczem wzięto do obliczeń średnią arytmetyczną ze wszystkich odczytów.

Straty obliczono w sposób następujący:

a) straty na kratach przyjęto  $\Delta h_1 = 0,03$  m słupa wody (9), dla próby 5, przy innych próbach przyjęto straty mniejsze w stosunku kwadratów ilości wody,

b) straty przy wlocie do rurociągu przyjęto

$$\Delta h_2 = 0,2 \frac{V_r^2}{2g} \dots (10)$$

gdzie  $v_r$  oznacza średnią prędkość rurociągu m/sek

$$V_r = \frac{Q}{F} \dots (11)$$

- Q — ilość wody m<sup>3</sup>/sek.,
- F — przekrój rurociągu m<sup>2</sup>,
- g — przyspieszenie ziemskie 9,81 m/sek.<sup>2</sup>

Tabela I.

c) straty tarcia w rurociągu obliczono według wzoru

$$\Delta h_a = \lambda \frac{V_r^2}{2g} \frac{L}{D} \dots (12)$$

gdzie  $\lambda$  przyjęto według Lang'a<sup>5)</sup>

$$\lambda = a + \frac{0,0018}{V_r \cdot D} \dots (13)$$

Spółczynnik  $a$  w powyższym wzorze przyjęto na podstawie doświadczeń prof. Budau'a<sup>6)</sup>  $a = 0,038$ .

We wzorze (12) i (13)  $L$  oznacza długość rurociągu w m; długość ta wynosi dla zespołu  $a$  w Zurze 53 m.

$D$  oznacza średnicę rurociągu w m, u nas — 4 m.

Średnie prędkości  $v_k$  przy wlocie do zamku wodnego oraz  $v_a$  przy wylocie z turbiny we wzorze (7) (patrz również rys. 9) wyliczono z ilości wody  $Q$ , dzieląc ją przez przekrój wlotu do zamku wodnego względnie wylotu z turbiny.

Na podstawie tych danych obliczono współczynniki sprawności. Następnie przeliczono ilość wody  $Q$  jak i moc turbiny  $N$  na nominalny spadek netto  $H = 14,7$  m; dla tego spadku podane były gwarancje. Przeliczenie wykonano przy pomocy wzorów

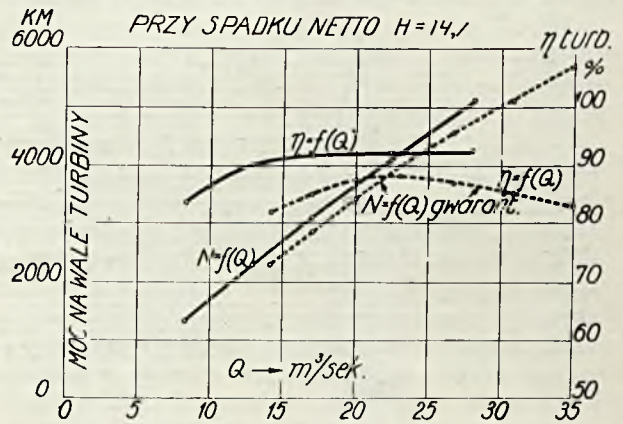
$$Q_n = Q_x \left( \frac{H_n}{H_x} \right)^{\frac{1}{2}} \dots (14)$$

$$N_n = N_x \left( \frac{H_n}{H_x} \right)^{\frac{3}{2}} \dots (15)$$

Przy przeliczeniach przyjmuje się zgodnie z przepisami, że współczynnik sprawności jest niezależny od spadku.

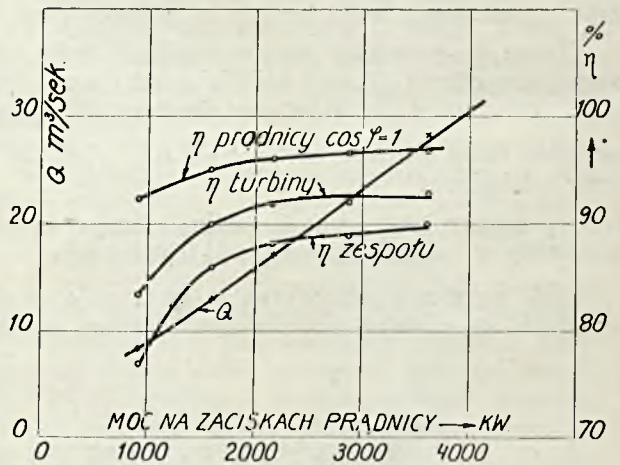
Wyniki pomiarów zestawiono w tabeli I oraz w wykresach rys. 15 i rys. 16. Jak z powyższego zestawienia widać, gwarancje co do sprawności i mocy turbin są dotrzymane, gdyż wielkości te są wyższe od gwarantowanych. Maksymalny współczynnik sprawności wynosi ok. 92,5%. Przy próbie I przy mocy na wale turbiny 1361 KM, a zatem

przy 22,5% obciążenia osiągamy współczynnik sprawności 83,7%, bardzo wysoki, nie spotykany przy



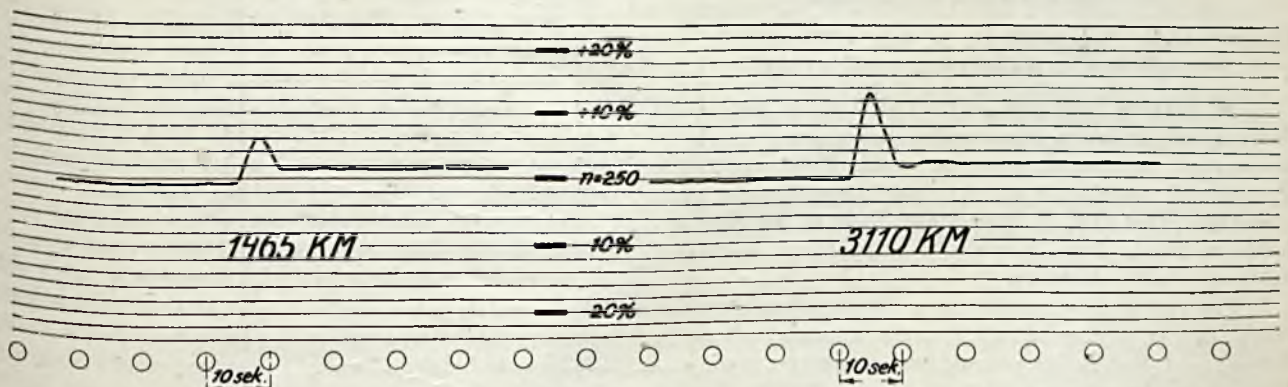
Rys. 15.

Wykres mocy na wale turbiny  $N$  oraz sprawności turbiny  $\eta$  w zależności od ilości wody  $Q$  przy spadku netto  $H = 14,7$  m.



Rys. 16.

Wykresy wody  $Q$ , sprawności  $\eta$  turbiny, prądnicy (przy  $\cos \varphi = 1$ ;  $E = 6000$  V), oraz zespołu w zależności od mocy na zaciskach prądnicy.



Rys. 17.

Tachogramy, zdjęte przy odciążeniu zespołu.

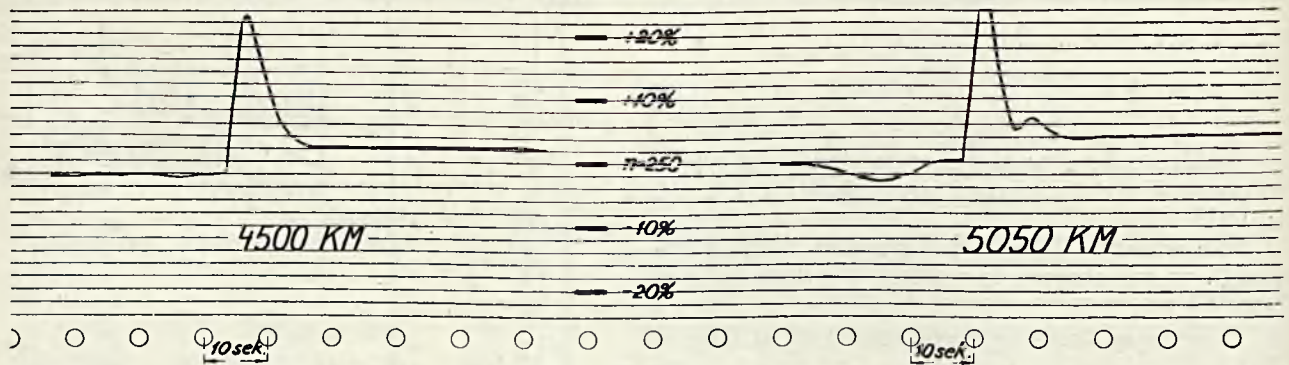
<sup>5)</sup> Hütte 25. Auflage I. Band. Seite 352.

<sup>6)</sup> Prof. Ing. A. Budau: Versuche über Druckverluste in Eisenbetonrohrleitungen. Zeitschrift des Oesterreichischen Ingenieur u. Architekten Vereines 1914 Nr. 8.

turbinach innego typu. Prócz powyższych prób zmierzono również maksymalną moc przy pełnym otwarciu łopatek. Moc ta, zmierzona na wale turbiny, była wyższa o 15% od gwarantowanej.

Wykresy rys. 17 i rys. 18 przedstawiają tachogramy, zdjęte przy próbach regulacyjnych. Próby te przeprowadzono w ten sposób, że po ob-

trzona jest w regulator bezpieczeństwa, który działa przy przekroczeniu nominalnej ilości obrotów o 16,5%. Przy próbach regulacyjnych regula-



Rys. 18.

Tachogramy, zdjęte przy odciążeniu zespołu.

ciążeniu turbiny do mocy podanej na tachogramie, wyłączano obciążenie przy pomocy wyłącznika olejowego. Zmianę ilości obrotów wykreślał tachograf, napędzany z wału turbiny za pomocą pasa.

Dane gwarancyjne co do regulacji były następujące: Przy  $GD^2 = 140\ 000\ \text{kg m}^2$  i przy długości rurociągu  $L = 50\ \text{m}$  oraz średnicy  $D = 4\ \text{m}$

przyrost ilości obrotów ma wynosić 8% 13% 30%  
przy odciążeniu  $\frac{1}{4}$   $\frac{1}{2}$   $\frac{3}{4}$

$GD^2$  prądnicy „A” wynosi według pomiarów, do konanych w zakładach Asea, 141 000  $\text{kg m}^2$ .

Jak wynika z tachogramów, gwarancje co do regulacji są również dotrzymane. Turbina zaopa-

tor bezpieczeństwa był wyłączony. Jak widać z tachogramu rys. 18, przy odciążeniu 5050 KM tachograf wybił poza skalę. Odczyt na tachometrze, zrobiony przy tym odciążeniu, wykazał przyrost ilości obrotów 23,2%; odczyt ten jednak jest niedokładny ze względu na dużą bezwładność tachometru.

Rewizja wirnika turbiny, dokonana po pomiarach, nie wykazała żadnych śladów korozji.

Spełniając miły obowiązek, wyrażam podziękowanie Panu Dyrektorowi Inż. A. Hoffmannowi za udzielenie zezwolenia na opublikowanie tego artykułu, jak również firmie J. M. Voith — za użyczenie rysunków konstrukcyjnych oraz niektórych fotografii.

## Z DZIEDZINY ELEKTRYFIKACJI.

**Sprawozdanie z podróży podkomisji technicznej Rady Kolejowej w sprawie wyrobu rodzaju prądu i napięcia dla elektryfikacji węzła kol. warszawskiego.**

(Sprawozdanie z odczytu prof. St. Odr. - Wysockiego dnia 19.V. r. b. w Warsz. Oddz. Stow. El. P.).

W związku z decyzją elektryfikacji węzła kolejowego Warszawskiego, którą Ministerstwo Komunikacji uznało za konieczność techniczną, polecone zostało Kolejowej Radzie Technicznej rozpatrzenie projektu elektryfikacji węzła, opracowanego przez prof. R. Podoskiego. Rada w tym celu wyłoniła ze swego grona Komisję, w skład której weszli tak kolejowcy, jak i elektrycy.

Pierwsze pytanie zasadnicze, z jakim zetknęła się Komisja, był to wybór rodzaju i napięcia prądu roboczego. Projekt prof. Podoskiego przewidywał stosowanie prądu stałego o napięciu roboczym 3 000 V. Zdania członków Komisji w tej sprawie były podzielone: część Komisji skłaniała się ku prądowi stałemu, część ku jednofazowemu o małej częstotliwości. Już pierwsze posiedzenia wykazały, iż dyskusja nie może doprowadzić do uzgodnienia poglądów Komisji, gdyż tak prąd stały jak i zmienny przedstawiają szereg swoistych wad i zalet. Na wniosek prof. Wysockiego postanowiono wyłonić podkomisję, której zadaniem byłoby zwie-

dzenie istniejących urządzeń trakcyjnych, w celu ustalenia najbardziej odpowiedniego dla naszych warunków prądu i napięcia.

P. Minister Komunikacji zgodził się na wydelegowanie podkomisji, złożonej z 5 członków, w celu zwiedzenia urządzeń kolejowych w Szwecji, Francji, Italji i Szwajcarii. Podróż podkomisji trwała 1 miesiąc, przyczem zwiedzono dodatkowo również Austriackie urządzenia kolejowe. Skład podkomisji był następujący: prof. Sokolnicki, prof. Wysocki, prof. Podoski, inż. Madeyski oraz inż. Jasilkowski.

Podkomisja uznała od razu za celowe zwrócenie szczególnie baczonej uwagi na zastosowanie prądu stałego 3000 V, wychodząc z założenia, iż tak prąd jednofazowy, jak i stały 1500 V, zostały już w wielkiej ilości przedsiębiorstw dostatecznie wypróbowane, podczas gdy system prądu stałego 3000 V mało był dotąd znany i wzbudzać mógł pewne wątpliwości.

Podróż swą rozpoczęła podkomisja od Szwecji, w której istnieją dwie większe elektryczne linje kolejowe, zelektryfikowane stosunkowo niedawno. Urządzenia tych linii stoją dzięki temu na wysokim poziomie i przewyższają podobne instalacje Niemiec, Szwajcarii i Austrii.

W konferencji, jaką odbyto z dyrektorem elektryfikacji kolejowej, entuzjastycznym zwolennikiem systemu prądu

jednofazowego, stwierdzono zasadniczą różnicę pomiędzy metodami szwedzkimi a systemem, jaki z konieczności stosowany być musi w warunkach polskich. Chodzi o to, iż Szwecja, kraj zamożny, nie liczy się zupełnie z kosztami, kalkulując np. wszystkie swoje linie telefoniczne, niezależnie od tego czy pobliskie linie kolejowe mają być zelektryfikowane, czy nie. To samo dotyczy taboru, który Szwedzi zmienili całkowicie na zelektryfikowanych linjach.

Linja, położona bardziej na północ, zasilana jest z elektrowni własnej. Kolej południowa korzysta z sieci okręgowych za pośrednictwem podstacji przetwornicowych, przytem stosowane są silniki synchroniczne dla poprawienia  $\cos \varphi$  sieci zasilającej. Elektryfikacja obu linii przeprowadzona nadzwyczaj starannie. Jako przykład można podać, iż szyny nie są przewodem powrotnym, gdyż do tego celu przeznaczony jest oddzielny napowietrzny przewód miedziany. Aby resztki prądu usunąć z szyn, stosowane są dodatkowo transformatory ssące. Wszystkie linie prądów słabych są oczywiście skablowane.

Oprócz kolei podkomisja zwiedziła fabrykę firmy Asea, gdzie odbyła się dłuższa konferencja. Exposé dyrektora działu kolejowego firmy streścić można w taki sposób: Wszystkie trzy systemy trakcji — prąd stały 1500 V, prąd stały 3000 V i prąd jednofazowy, są z punktu widzenia technicznego zupełnie równorzędne. Co do kosztów, to doprowadzenie energii kosztuje najtaniej przy prądzie jednofazowym, nieco drożej przy stałym 3000 V, a najdrożej przy stałym 1500 V. Sprawa przedstawia się odwrotnie dla taboru. W wyniku otrzymuje się zasadę: gdy ruch gęsty, stosować należy prąd stały, gdy rzadki — zmienny.

Następny etap podróży — Francja, rozpoczął się w Paryżu szeregiem konferencji z dyrekcjami przedsiębiorstw kolejowych i fabryk elektrotechnicznych. Koleje francuskie należą w większości do towarzystw prywatnych, z których każde posiada na elektryfikację swój własny punkt widzenia, co utrudnia niezmiernie ustalenie wspólnego planu elektryfikacyjnego dla całego kraju.

Podkomisja zajęła się głównie elektryfikacją linii Tow. „Paris — Orléans” i „Midi”. Konferencje z dyrekcjami tych towarzystw wykazały, iż oba uważają stosowanie przyjętego dla całej Francji prądu stałego 1500 V za dogodny, rozpatrując sprawę z ich własnego punktu widzenia. W konferencji, odbytej w Zarządzie wielkiego koncernu elektrotechnicznego „Alsthom”, wziął również udział najwybitniejszy fachowiec francuski w dziedzinie trakcji elektrycznej, inż. Parodi. Na konferencji tej podkreślono jednomyślnie, iż wszelkie obawy w związku ze stosowaniem prądu stałego 3000 V uważać należy za ponne, czego dowodem fakt, iż Francja elektryfikuje wszystkie swoje linie kolonialne (Marokko, Algier) na prąd stały 3000 V. Inżynierowie „Alsthoma” stwierdzili, iż gwarantują dla polskich warunków zupełne usunięcie wszelkich wpływów na linje prądu słabego w razie elektryfikacji kolei prądem stałym, o ile zastosowane zostaną prostowniki rtęciowe z odpowiednimi filtrami.

Na kolei „Paris—Orléans” podkomisja zwiedziła w okolicach Paryża zajezdnie, warsztaty oraz same elektrowozy, stwierdzając, iż sprawa elektryfikacji prądem stałym została tu rozwiązana bez zarzutu. Podkreślić należy, iż w wielu miejscach linje napowietrzne prądu słabego biegną w odległości 3 — 4 metrów od toru kolejowego.

Na południu Francji prócz urządzeń kolei „Midi” zwiedzono również w Tarbes wielką fabrykę lokomotyw elektrycznych „Constructions Electriques de France”. Fabryka pracuje na całkowitą wydajność, wyrabiając 6 lokomotyw miesięcznie. Są to wyłącznie lokomotywy prądu stałego 3000 V, przeznaczone dla kolonii francuskich.

Zwiedzanie kolei włoskich rozpoczęto od Rzymu, siedziby centralnych władz kolejowych. Ministerstwo komunikacji przyjęło podkomisję bardzo życzliwie, delegując do jej dyspozycji na cały czas pobytu w Italji wybitnego konstruktora lokomotyw elektrycznych, inż. Bianchi. Podkreślić należy niezwykle uprzejme przyjęcie, jakie spotkało podkomisję w Italji, które porównane być może jedynie z przyjęciem, jakie spotkało podkomisję w Szwecji.

Na konferencji w Głównej dyrekcji kolejowej wyjaśniono względy, które skłoniły rząd włoski do wydania polecenia stosowania dla elektryfikacji kolejowej wyłącznie prądu stałego o napięciu 3000 V. Główną przyczyną było istnienie na terenie państwa szeregu linii wysokiego napięcia o rozmaitych napięciach i częstotliwościach, z których należało czerpać energię dla zasilania linii kolejowych. Dzięki postępowi w budowie prostowników rtęciowych sprawa ta była najprostszą przy zastosowaniu prądu stałego. Praca prostowników jest ekonomiczniejszą przy wyższym napięciu. Również niższe są koszty budowy sieci w razie stosowania wysokiego napięcia. W chwili obecnej nie buduje się w Italji innych linii kolejowych nawet dojazdowych, niż prądu stałego 3000 V, podczas gdy system trójfazowy, stosowany do niedawna, skazany jest na powolną zagładę.

Z Rzymu podkomisja udała się do miejscowości Foggia dla zwiedzenia kolei Benevento — Foggia — Neapol, zelektryfikowanej prądem stałym 3000 V. Zwiedzono warsztaty i lokomotywy, poatem podkomisja miała możność oglądać rozebrany silnik trakcyjny, którego kumulator po kilkoletniej nieprzerwanej pracy przedstawiał się idealnie.

Linja Benevento - Foggia zasilana jest częściowo przez podstacje prostownikowe, częściowo przez przetwornicowe, to też nie badano zupełnie wpływu jej na linje prądu słabego ze względu na różnorodność podstacji.

W dalszym ciągu podróży zwiedzono dwie koleje dojazdowe we Włoszech Północnych: „Torino - Lanzo” oraz „Nord - Milano”. Są to linje stosunkowo niewielkie, zelektryfikowane prądem stałym o napięciu 4000 V i 3000 V. W obu uderza zadziwiająca prostota rozwiązań, dochodząca wprost do prymitywności, mimo stosowania wysokiego napięcia. Pomimo to obie koleje pracują bez zarzutu, a ilość uszkodzeń jest minimalna. Tutaj spotkano się poraz pierwszy z ogrzewaniem elektrycznym przy prądzie stałym wysokiego napięcia. Sprawa rozwiązana została w sposób zupełnie prosty — do ogrzewania stosowane jest z powodzeniem pełne napięcie robocze, przyczem przewody wysokiego napięcia biegną wzdłuż całego pociągu.

Na kolei Nord - Milano zwiedzono poatem wielką nowoczesną podstację prostownikową. Stwierdzono tam na zasadzie przeprowadzonych bezpośrednio rozmów telefonicznych, iż mimo braku filtrów na prostownikach, porozumienie telefoniczne nie było przez wpływy trakcyjne utrudnione.

Podkreślić należy, iż w Italji inicjatywa konstrukcyjna w dziedzinie budowy urządzeń elektryfikacyjnych, głównie elektrowozów, wychodzi od kolei, a nie tak, jak to się zwykle dzieje, od firm, budujących lokomotywy. Przyczynia się to w znacznej mierze do ujednostajnienia konstrukcji, wymaga jednak ogromnej pracy normalizacyjnej, na którą niewiele dyrekcji kolejowych mogłoby sobie pozwolić. Uprzejmość włoskich kolei posunięta była tak daleko, iż podkomisji zostały udzielone rysunki konstrukcyjne znormalizowanych typów elektrowozów, projektu inż. Bianchi.

Na północy, w okręgu przemysłowym, zwiedzono poatem trzy większe fabryki, dostawiające tabor dla kolei włoskich: Technomasio - Italiano B.B.C., Breda, oraz A.E.G. Tutaj komisja spotkała się z ciekawą nowością w dziedzinie kolejnictwa elektrycznego: ruchomą podstacją prostow-

nikową o mocy 2000 kW, pozwalającą na skasowanie rezerw na podstacjach na linii przez zastąpienie ich przez jedną podstację ruchomą.

W Szwajcarii zwiedzono tylko pobieżnie urządzenia kolejowe zgodnie z zasadą zwrócenia szczególnej uwagi jedynie na prąd stały wysokiego napięcia. Urządzenia Szwajcarskie są zresztą, w porównaniu np. z urządzeniami kolei szwedzkich już nieco przestarzałe.

Daleko ciekawsze były konferencje, odbyte z dyrekcjami firm Brown - Boveri i Oerlikon. Obie dały wynik identyczny; firmy przez usta swych specjalistów wypowiedziały się za stosowaniem w polskich warunkach prądu stałego o napięciu 3000 V.

W wyniku tych konferencji nastąpiło ostateczne uzgodnienie poglądów podkomisji na sprawę stosowania prądu stałego o napięciu 3000 V. Stwierdzono, iż wszelkie obawy z punktu widzenia technicznego są nieuzasadnione, a system ten pracuje równie pewnie jak oba pozostałe.

### WNIOSKI DELEGACJI.

(Wyciąg ze sprawozdania delegacji).

Na podstawie obejrzanych przez siebie urządzeń kolejowych, zebranych danych i informacji oraz zdania najwybitniejszych fachowców, delegacja doszła do przekonania, że urządzenia prądu stałego na napięcie 3000 V są dziś tak daleko udoskonalone, że zastosowanie tego napięcia nie budzi pod względem bezpieczeństwa i pewności ruchu żadnych wątpliwości.

Pod względem technicznym należy uważać stosowane obecnie systemy prądu jednofazowego, stałego 3000 V oraz stałego 1500 V za zupełnie równoważne. Co do kosztów eksploatacyjnych, a głównie kosztów utrzymania taboru i urządzeń, to różnorodność warunków, w jakich pracują

W drodze powrotnej zwiedzono w Austrii urządzenia elektryfikacyjne na niektórych liniach państwowych, oraz odbyto w Wiedniu dłuższe konferencje z przedstawicielami firmy Elin i Siemens - Schuckert.

W wyniku podróży członkowie podkomisji mieli możliwość wyrobienia sobie zdania co do wartości poszczególnych rodzajów prądu dla elektryfikacji kolei. Celowości zaś podróży dowodzi fakt, iż poglądy wszystkich członków podkomisji są w chwili obecnej jednomyślne.

Na zakończenie odczytu, prof. Wysocki wyświetlił szereg zdjęć z podróży, ilustrujących zwiedzone urządzenia. W ożywionej dyskusji, która się po skończeniu odczytu wywiązała, zabierał głos szereg mówców, prosząc przeważnie o wyjaśnienia tych lub innych szczegółów, dotyczących zwiedzonych urządzeń.

poszczególne koleje nie pozwala, pomimo bogatych zebranych materiałów, na stwierdzenie, czy koszty te są mniejsze przy jednym z tych systemów, niż przy innym. Odnosi się jednak wrażenie, że koszty te mało się między sobą różnią.

Ogólne warunki projektowanej elektryfikacji węzła Warszawskiego, zwłaszcza przy uwzględnieniu dostawy prądu, wskazują na to, że system prądu stałego 3000 V, obrany dla opracowania projektu głównego, zdaje się być najodpowiedniejszym.

Ostateczne wypowiedzenie się jednak co do najodpowiedniejszego systemu elektryfikacji i wysokości napięcia możliwe będzie dopiero po zestawieniu otrzymanych ofert i porównaniu tak kosztów zakładowych taboru i linii, jak zapotrzebowania energii elektrycznej i kosztów energii elektrycznej przy każdym z rozpatrywanych systemów.

## Z Ż Y C I A O R G A N I Z A C Y J .

### STOWARZYSZENIE ELEKTRYKÓW POLSKICH.

#### ODDZIAŁ BYDGOSKI

##### Sprawozdanie

z Roczego Walnego Wyborczego i Sprawozdawczego Zebrania SEP-u Oddziału Bydgoskiego dnia 29-go kwietnia 1931 r.

Obecni byli pp. koledzy: Bładowski, Ciszewski, Karśnicki, Kluck, Lechowski, Malenda, Pietrzonka, Tymowski i zaproszeni goście pp. inżynierowie: Kędziera, Krause, Sercarz, Walzer oraz technik p. Kowalski.

Posiedzenie otworzył prezes Oddziału kol. Karśnicki i zaproponował przewodnictwo Zebrania kol. Lechowskiemu, który to przyjął. Protokół prowadził kol. Kluck.

Prezes kol. Karśnicki odczytał sprawozdanie z działalności Zarządu za rok 1930-ty.

Podczas dyskusji nad sprawozdaniem została poruszona kwestja ożywienia działalności Oddziału i ewentualne porozumienie się w tym celu z miejscowym Stow. Techn. Polskich.

Ustępujący prezes kol. Kraśnicki wskazał na trudności organizowania odczytów, podkreślił zarazem jednak, że obecnie otwiera się nowe pole dla pracy Oddziału, a mianowicie współdziałanie w pracach PKE. Komisji Materiałów In-

stalacyjnych, której przewodnictwo objął kol. Ciszewski. Na terenie Oddziału winna pracować jedna lub więcej podkomisji i w ten sposób członkowie Oddziału dadzą się, być może, wciągnąć do pracy.

Sprawa porozumienia się z tutejszym Stow. Techników Polskich została ujęta w ten sposób, że Oddział SEP-u zachowując absolutną samodzielność, będzie się starał, aby odczyty SEP-u były wygłaszane w dni zebrań Stow. Techników Polskich, aby zainteresować szersze koła i mieć możliwość w ten sposób przyciągnąć większą ilość członków do SEP-u. Ścisłejsze omówienie tej sprawy pozostawiono nowemu Zarządowi. Wreszcie poruszono sprawę ewentualnych wycieczek, czem również ma się zająć nowy Zarząd.

Sprawozdanie, bilans rachunku strat i zysków za rok 1930-ty oraz budżet za rok 1931-ty i protokół Komisji Rewizyjnej został bez poprawy przez Zebranie przyjęty.

W y b o r y :

Do Zarządu przez aklamację zostali wybrani:

Prezes — kol. L e c h o w s k i Stanisław,

Wice-prezes — kol. T y m o w s k i Jan,

Sekretarz — kol. B ł a d o w s k i Stanisław,

Skarbnik — kol. M a l e n d a Florjan,

Do Komisji Rewizyjnej — koledzy: Siemiradzki, Zięta i Pietzonka.

Ponieważ wolnych wniosków nie zgłoszono, przewodniczący kol. Lechowski Zebranie zamknął.

Protokulant: Przewodniczący Zebrania:

(—) K. Kluck

(—) St. Lechowski

### ODDZIAŁ LWOWSKI SEP.

#### Protokół

zebrania odczytowego członków Polskiego Towarzystwa Politechnicznego i Oddziału Lwowskiego Stowarzyszenia Elektryków Polskich, odbytego dnia 29 kwietnia 1931 r. w sali Polskiego Towarzystwa Politechnicznego przy ul. Zimorowicza 9.

Zebranie zajął wiceprezes P. T. P. Dr. Inż. Otto Nadolski o godzinie 18.45, zapraszając prof. Dr. Włodzimierza Krukowskiego do wygłoszenia odczytu:

„Taryfy elektryczne i liczniki do taryf specjalnych ze szczególnem uwzględnieniem drobnych odbiorców”.

Prelegent zaznaczył na wstępie, że poruszając ciekawy temat, jakim są taryfy elektryczne i stosowane przy nich liczniki, uwzględni przede wszystkim drobnych odbiorców, odkładając omówienie taryf dla dużych odbiorców do następnego odczytu.

Następnie omówił najczęściej stosowane typy taryf, a mianowicie:

1) taryfę ryczałtową, która jest niesprawiedliwa tak dla elektrowni jak i dla odbiorcy i stosowana być nie powinna nawet przy użyciu ograniczników;

2) taryfę normalną, zależną od ilości zużytych i wskazanych przez licznik kWh, która jest obecnie najczęściej stosowana i jest sprawiedliwa dla elektrowni i odbiorcy, staje się jednak sztywną i mało zachęcającą dla odbiorcy, posiadającego większe zużycie energii elektrycznej;

3) taryfę podwójną, która rozdziela energię zużywaną w dwu różnych porach doby celem obliczenia po niższej cenie kWh, pobieranych w porach dla elektrowni dogodnych;

4) taryfę potrójną, która jest podobna do poprzedniej, z tą różnicą, że dla 24 godzin stosuje się trzy taryfy; najdroższa taryfa przypada w porze szczytu wieczornego;

5) taryfę maksymalną, w której uwzględnia się całkowitą ilość pobieranych kWh i maksymalne obciążenie, jakie zajdzie w ciągu roku, trwające jednak najmniej przez kwadrans. Za każdą kWh liczy się b. małą stawkę np. 10 gr. i za każdy kW maksymalnego obciążenia w ciągu roku umówiony ryczałt, z czego otrzymuje się średnią stawkę za kWh. Taryfa ta jest bardzo korzystna dla odbiorców o dużym czasie używania;

6) taryfę szczytową, w której licznik rejestruje tylko energię pobieraną po przekroczeniu pewnego maks. kW umówionego i stale opłacanego przez odbiorcę;

7) taryfę kombinowaną z taryfy normalnej kWh i taryfy szczytowej, wymagającą dwóch liczników i odpowiedniego przekaznika, który przełącza licznik normalny kWh na licznik kWh szczytowy przy przekroczeniu pewnej ilości kWh;

8) taryfę rabatową, przyczem stosuje się liczniki wtórne dla obciążenia, specjalnie pobieranego do ogrzewania. Liczniki te są przenośne, dołączane gdziekolwiek poza licznikiem normalnym stale zmontowanym. Rozruch tych liczników następuje dopiero po przekroczeniu pewnego określonego obciążenia;

9) taryfę z licznikami automatami, w której stosuje się taryfę normalną z tą różnicą, że odbiorca może pobierać energię elektryczną dopiero po wrzuceniu odpowiedniej monety równoważnej ilości mających się odebrać kWh, względnie z odpowiednią dopłatą ryczałtową. Charaktery-

stycznym jest, że elektrownie, które wprowadziły tę taryfę, uzyskały u odnośnych odbiorców zwiększone zużycie o 50%;

10) taryfę z zasadniczym ryczałtem od żarówki lub od ilości pokoiów, względnie od m<sup>2</sup> powierzchni oświetlanej i opłaty za zużyte kWh.

Odczyt ilustrowany był licznami i doskonałymi przezroczami, przedstawiającymi poszczególne typy liczników pod względem ich rozwoju historycznego, mechanizmu wewnętrznego, układów połączeń i rodzaju zastosowania.

Pierwszy odczyt z tego działu elektrotechniki wywołał ogólne zainteresowanie, którego wyrazem była gorąca dyskusja i podziękowanie dla prelegenta wyrażone imieniem licznego audytorjum przez przewodniczącego.

Sekretarz:

Prezes:

Inż. Lis Bronisław wł. r.

Inż. Knaus Konrad wł. r.

### ZARZĄD GŁÓWNY

#### Przyjęci na członków zbiorowych:

Elektrownia Warszawska (Francuska S-ka Akc. „Compagnie d'Electricité de Varsovie”.

Na Walnem Zgromadzeniu reprezentować będą pp.: Dyr. Edward Opęchowski i inż. Mateusz Natcholiński.

#### Zgłoszenia członków zwyczajnych p. p.:

Dzikowski Ryszard, Kowel, Listopadowa 62.  
Leonhard Bolesław, Radzionków, ul. Marjarka 3, Górny Śląsk.

Ks. Sapieha Paweł, Tarnowskie Góry, Karłowiczowice.

### ODDZIAŁ KRAKOWSKI.

#### Zgłoszenie na członka zwyczajnego:

p. Jankiewicz Zygmunt, Dyrekcja Robót Publicznych w Krakowie.

### ODDZIAŁ LWOWSKI.

#### Przyjęci na członków zwyczajnych p. p.:

Porębski Gustaw, Lwów, ul. Orzeszkowej Nr. 11.  
Komorowski Bronisław Kazimierz, Stanisławów, ul. Dekerta, Elektr. Miejska.

Blaustein Feliks, Stanisławów, ul. Sapieżyńska Nr. 9.

#### Zgłoszenia na członków zwyczajnych p. p.:

Błocki Feliks, Lwów, ul. Kochanowskiego 48.  
Czuj Juliusz, Lwów, ul. Kopernika 9.

Kulbinger Bernard, Lwów, ul. Sykstuska 14.

### ODDZIAŁ POZNANSKI.

#### Przyjęci na członków zwyczajnych

Twardokens Roman, Poznań, Polskie Zakłady Rentgeno-techniczne.

### ODDZIAŁ WARSZAWSKI.

#### Zgłoszeni na członków zwyczajnych p. p.:

Kłosiński Stefan, Milanówek, willa „Zosinka”.  
Krüger Ferdynand, Gdańsk—Oliwa, Bülowstrasse 1.

prof. Trechciński Roman, Warszawa, ul. Koszykowa 75 m. 4.

#### Przyjęci na członków zwyczajnych p. p.:

Gac Adam, Pułk Radjotechniczny w Warszawie (Seksja Radjotechniczna).

Hattowski Czesław, Praga, 11-go Listopada Nr. 13.

Majewski Bronisław, Białystok, Podleśna 3.  
Więckowski Leszek, Warszawa, Nowogrodzka 26 m. 8.

Silberstein Józef, Warszawa, Złota 48 m. 50.

Zieliński Józef, Warszawa, Marszałkowska 17 m. 6.

Gołębiowski Stanisław, Warszawa, Nowowieska 27 m. 4.

## ODDZIAŁ ZAGŁĘBIA WĘGLOWEGO.

## Przyjęci na członków zwyczajnych p. p.:

Pęcherski Kazimierz, Sosnowiec, Kopalnia „Czeladź”.

Marcinek Józef, Katowice, ul. Powstańców Nr. 1 m. 50.

Jaroszyński Wacław, Katowice, ul. Marszałka Piłsudskiego 67, II p.

## Zgłoszenia na członków zwyczajnych:

Pietranek Bonifacy, Będzin, ul. Piłsudskiego.

Robakowski Stefan, Sosnowiec, „Tow. Sosnowieckie Fabryk Rur i Żelaza”.

Sachse Józef, Sosnowiec, ul. 3-go Maja Nr. 33.

## POŚREDNICTWO PRACY.

W Szefostwie Budownictwa, Warszawa, Przejazd Nr. 15 wakuje stanowisko inżyniera-elektryka.

Wymagane warunki:

1) Wiek do lat 40.  
2) Wykształcenie — ukończony wydział elektryczny względnie elektro-mechaniczny wyższego zakładu naukowego.

3) Praktyka — kilkuletnia w dużych przedsiębiorstwach elektrycznych, w charakterze projektanta i kierownika większych montażów oświetlenia i urządzeń przenoszenia siły.

Bliższych informacji udziela biuro Stowarzyszenia Elektryków Polskich.

## Z RUCHU I WYTWÓRNI

## Uwagi, dotyczące projektowania urządzeń światła i siły w fabrykach.

W zależności od celu, do jakiego służy instalacja elektryczna, musi ona posiadać cały szereg odrębnych własności, często nawet musi być podporządkowana rozmaitym, specjalnie temu celowi odpowiadającym przepisom. Tak np. istnieją specjalne przepisy dla instytucji elektrycznych w teatrach, w tramwajach, w kopalniach i t. p. Również i fabryki, t. j. większe lub mniejsze skupienia ludzkie, przeznaczone do pracy przemysłowej, wymagają specjalnego dostosowania instalacji elektrycznych do szczególnych warunków tej pracy. Nie roszcząc zupełnie pretensji do wyczerpania lub nawet do ścisłego przedstawienia tego szerokiego tematu, omówimy tu pobieżnie parę wytycznych cech tego rodzaju instalacji.

## I

Przy projektowaniu urządzeń elektrycznych światła i siły w obiektach fabrycznych zaczynamy nasze rozważania przeważnie od szeregu źródeł energii elektrycznej, rozmieszczonych w zależności od bardzo wielu najrozmaitszych czynników w poszczególnych miejscach tego obiektu, przy czym oczywiście jest najwygodniej, jeżeli każde źródło znajduje się w energetycznym środku ciężkości obszaru, który ma być przez nie zasilany. Jako „źródła” rozumiemy punkty zasilania fabrycznej sieci rozdzielczej przez dopływ energii z sieci rozdzielczej, przez dopływ energii z sieci obcej, przez własne generatory lub też, co się spotyka najczęściej, przez transformatory, przetwarzające prąd własny lub obcy na napięcie sieci fabrycznej. W bliskości tych „źródeł”, stanowiących miejsca skoncentrowania energii, zasilającej cały poszczególny obszar, znajduje się przeważnie tablica rozdzielcza, skupiająca w sobie wszystkie przewody, obsługujące ten obszar.

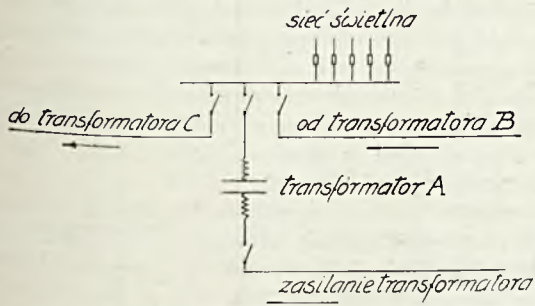
Zjawiskiem bardzo rozpowszechnionem — szczególnie w instalacjach fabrycznych — jest to, że z przewodów, służących dla dopływu prądu do silników, zasilają się obwody świetlne, transformatoriki dzwonne, sygnalizację i t. p. Otóż jest rzeczą bardzo ważną, aby już na tablicy rozdzielczej każdego „źródła” dokładnie rozgraniczone zostały poszczególne przewody, służące do rozmaitych celów, a więc przewody do silników elektrycznych, do światła, do sygnalizacji, do celów chemicznych i t. p. Ścisłe przeprowadzenie takiego rozgraniczenia i bezwzględne utrzymywanie tego systemu przy wszelkich tak często w fabrykach zda-

rzających się przeróbkach instalacyjnych jest wprawdzie dość często trudne i kosztowne, jednak z wielu niżej przytoczonych motywów b. ważne, i winno być przestrzegane we wszystkich normalnych przypadkach. System ten najbardziej odpowiada wymaganiu co do prostoty instalacji elektrycznej; im jest ona przejrzystsza, tem łatwiej personel obsługujący zapamiętać może wszystkie jej szczegóły, tem łatwiejsza jest sama obsługa i mniejsza ilość pomyłek; największe znaczenie jednak ma ona w razie nieprzewidzianych wypadków, przerw w obiegu prądu i t. p., kiedy tak wiele zależy od możliwości szybkiej orientacji. Poza to rozgraniczenie poszczególnych kategorii przewodów umożliwia dokładne obliczenie, ile energii zużywają poszczególne rodzaje odbiorników elektrycznych. Osiąga się to przez ustawienie liczników, co przy tym systemie nie przedstawia żadnych trudności. W ten sposób umożliwiona jest dokładna kalkulacja produkcji fabrycznej, co znowu ma doniosły wpływ na finansową politykę zakładu. Ustawienie liczników jest często koniecznością ze względu na rozmaite taryfy (np. dla światła i siły); a nawet wówczas, gdy w chwili projektowania instalacji elektrycznej względem ten nie istnieje, zawsze jest możliwe, że (bądź z powodu wypadku lub zmian ogólnych zasilania, przeciążenia własnej centrali, przebudowy i t. p.) w przyszłości sprawa ta stanie się aktualną. Jednakże jedną z najważniejszych przesłanek, wiodących nas do konieczności tego rozgraniczenia, jest sprawa bezpieczeństwa pracowników. Przerwa w dopływie prądu jest w zakładzie fabrycznym zawsze szkodliwa dla ciągłości pracy i znaczne powoduje często koszty i straty; szczególnie jednak jest niebezpieczne, gdy w pomieszczeniach, w których pracują ludzie przy maszynach, gaśnie (w porze wieczornej) światło elektryczne. Łatwo wówczas powstają warunki, zagrożające życiu poszczególnych pracowników, a nawet mogące wywołać ogólną panikę (lub pożar). To też już przy projektowaniu instalacji elektrycznej należy mieć na uwadze, aby tego rodzaju niebezpieczeństwo zostało sprowadzone do minimum. \*) Nieco niżej ustalone zostaną wymagania, którym z wymienionych względów odpowiadać musi instalacja świetlna. Przy projektowaniu węzła przy tablicy rozdzielczej należy zważyć, że stosunkowo największe

\*) W zeszytach 4 „Przeglądu Elektrotechnicznego” (str. 124) z bieżącego roku podane jest m. in. połączenie zabezpieczające, za pomocą którego osiągnąć można, że silniki zostają automatycznie wyłączane przez zgaszenie światła.



bezpieczeństwo osiągnięte zostanie przez możliwie jaknajwiększe uniezależnienie sieci przewodów świetlnych od innych przewodów fabrycznych. Uniezależnienie to jest często stosowane tak daleko, że sieć świetlna bywa zasilana z zupełnie odrębnego transformatora. Ale nawet i w tym przypadku jest pożądane, aby była przewidziana ewentualność raptownej przerwy w pracy tego transformatora i możliwość szybkiego zapobieżenia brakowi światła w salach fabrycznych przez zasilanie sieci świetlnej jeszcze i z innego źródła (p. rys. 1).



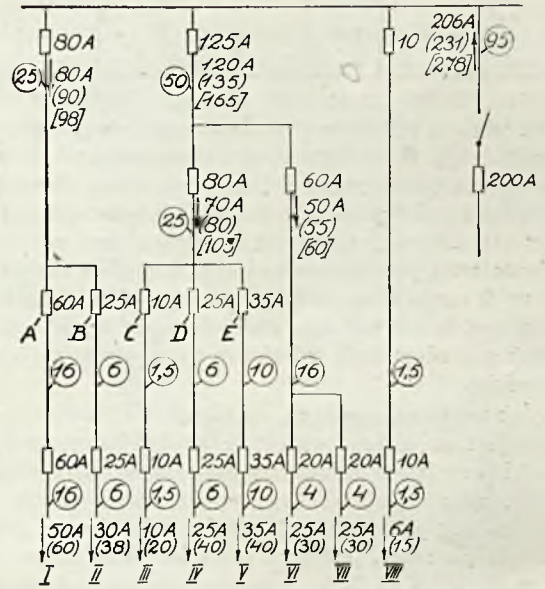
Rys. 1.

Podobne zabezpieczenie dopływu prądu może być zastosowane również i przy szczególnie ważnych silnikach, których dłuższy postój może przyprawić zakład fabryczny o dotkliwe straty.

II

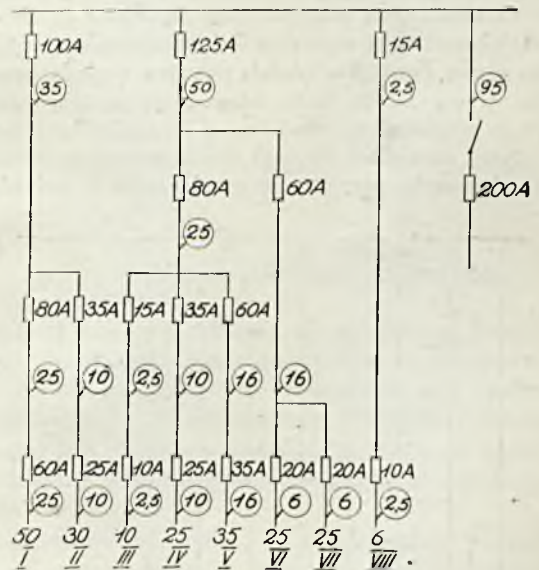
Przy projektowaniu przewodów do silników istnieją dwie krańcowe możliwości. Pierwsza z nich — to przeprowadzenie oddzielnych linii od tablicy rozdzielczej do każdego zasilanego przez odpowiednie „źródło” silnika; drugą możliwość stanowi zaprojektowanie jednego jedyne przewodu, który, zaczynając się na tablicy rozdzielczej, obiega bądź bezpośrednio, bądź rozdzielając się na cały szereg rozgałęzień poprzez wszystkie miejsca, w których znajdują się zasilane przezeń silniki. Jeden i drugi sposób posiada swoje zalety i wady, to też w praktyce stosowany zwykle bywa kompromis, skłaniający się w większym lub w mniejszym stopniu w jednym lub w drugim kierunku. Przewodzenie od źródła prądu tylko jednej (albo małej ilości) przewodów zbiorowych wymaga małych tablic rozdzielczych (bo zawierają one niewielką ilość wyłączników i bezpieczników), pozatem daje stosunkowo dobre wyzyskanie przekroju przewodu, wskutek czego instalacja jest tania. Z drugiej strony, przy prowadzeniu niezależnych linii do każdego silnika otrzymujemy wielką tablicę rozdzielczą, stosunkowo gorsze wyzyskanie przewodów i instalację drogą; pomimo to instalacja tego rodzaju jest przeważnie bardziej przejrzysta i uzyskujemy przy tym sposobie większą wzajemną niezależność ruchu poszczególnych silników. Udowodnimy to na przykładzie (p. rys. 2, 3 i 4), w którym 8 silników zasilanych jest z tablicy rozdzielczej bądź przez 3 przewody zbiorowe, bądź przez 8 przewodów poszczególnych, przy czym wszystkie przewody zaopatrzone są w bezpieczniki. (Zupełnie podobne wyniki otrzymamy i wówczas, gdy przewody i silniki są zabezpieczone zapomocą wyłączników maksymalnych; pociąga to za sobą tylko pewne zmiany liczbowe). Liczby przy numerze porządkowym silnika oznaczają natężenia prądu przy pełnym obciążeniu silnika, liczby w nawiasach okrągłych — przyjęte natężenia prądu podczas rozruchu silnika (względnie, przy większej ilości silników; natężenie prądu, osiągnięte przy rozruchu jednego — największego — silnika i normalnym obciążeniu wszystkich innych). Liczby w kwadratowych nawiasach oznaczają najwyższy prąd, jaki mógłby powstać, gdyby wszystkie silniki uruchamiane były jednocześnie.

Odpowiednio do poczynionych założeń ustalone zostały na rys. 2 wielkości bezpieczników. Na rys. 3 przedstawiona jest ta sama konfiguracja przewodów, przy czym jednak założono, że dostęp do bezpieczników A, B, C, D, E nie jest ze względu lokalnych dogodny, pozatem cała sieć zaprojektowana jest oficjnie.



Rys. 2.

W szeregu kolejnych wartości normalnych bezpieczników: 6, 10, 15, 20, 25, 35, 60, 80, 100, 125, 160, 200... A nazwijmy „rozpiętością wzajemną” dwóch bezpieczników ilość stopni, znajdującą się pomiędzy nimi (tak np. „rozpiętość wzajemna” pomiędzy bezpiecznikami 20 A i 60 A wynosi 3 i t. d.). Zestawmy teraz wartości tych „rozpiętości wzajemnych” dla sieci, przedstawionych na rys. 2, 3 i 4 pomiędzy



Rys. 3.

bezpiecznikami, chroniącymi bezpośrednio silniki, i bezpiecznikami, następującymi za temi ostatnimi w kierunku do źródła prądu i znajdującymi się bezpośrednio poza rozgałęzieniem. (Np. dla rys. 3 i silnika II ta rozpiętość wynosi — bezpieczniki 35 A i 100 A — 3). W ten sposób otrzymamy następującą tablicę:

Silnik	Rys. 2	Rys. 3	Rys. 4
I	1	2	4
II	3	4	6
III	6	6	9
IV	3	3	6
V	2	2	5
VI	3	3	7
VII	3	3	7
VIII	10	10	9

Im wyższą liczbę znajdujemy dla poszczególnego silnika, tem większa jest gwarancja, że w razie jakiegos zakłócenia normalnego ruchu tego silnika, wyrażającego się przez nadmierne natężenie prądu w jego przewodzie, nie zostanie jednocześnie zakłócony ruch innych silników, czerpiących prąd z tego samego rozgałęzienia. Jak widzimy, największe bezpieczeństwo przedstawia pod tym względem sieć rys. 4. Sieć rys. 2 zawiera wprawdzie częściowo takie same liczby jak sieć rys. 3, jest jednakże mniej dogodna, niż ta ostatnia, z innych powodów (dwa jednakowe bezpieczniki na jednym przewodzie).

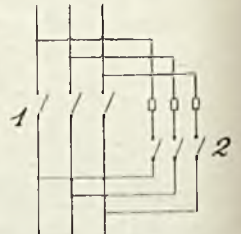
Jak wiadomo, podstawą dla określenia przekroju przewodów jest największe natężenie prądu, który przez ten przewód przepływać może przy normalnym ruchu silnika, i wielkość odpowiednio do tego prądu zastosowanego bezpiecznika. Dla poszczególnego silnika największym prądem w powyższym sensie jest prąd rozruchu. Jeżeli jeden przewód zasila kilka silników, wówczas jako największe natężenie prądu przyjmuje się natężenie rozruchu największego silnika więcej suma natężeń prądu wszystkich silników pozostałych, jednakże założenie to można zrobić tylko wtedy, jeśli się ma do rozporządzenia sumienną obsługą oraz jeżeli wszystkie silniki znajdują się w jednym wspólnym pomieszczeniu. W przeciwnym przypadku musimy jako największe natężenie przyjąć sumę natężeń prądów rozruchu.

Natężenie prądu silników krótkozwartych jest przy użyciu przełącznika z gwiazdy na trójkąt tylko niewiele większe od natężenia prądu rozruchu silników pierścieniowych, natomiast przy bezpośrednim włączeniu do sieci silnika krótkozwartego wynosi wielokrotność normalnego natężenia prądu. Pomimo to istnieją poważne względy, przemawiające w warunkach ruchu fabrycznego za tym ostatnim sposobem uruchamiania silników, o ile chodzi o jednostki stosunkowo niewielkie. Moment obrotu, rozwijany przez silnik krótkozwarty przy użyciu przełącznika z gwiazdy na



Rys. 4.

trójkąt, wynosi w pierwszej chwili tylko  $\frac{1}{3}$  nominalnego momentu obrotu i w wielu przypadkach nie jest w stanie dać napędzanej maszynie dostatecznego przyspieszenia i rozpedzić ją. (W tym przypadku otrzymujemy podczas przełączania z gwiazdy na trójkąt raptowny wzrost natężenia prądu — tak wielki, jak przy bezpośrednim włączeniu). Konieczne jest wówczas stosowanie silników zbyt wielkich, które pracują nieekonomicznie podczas normalnego ruchu i są drogie. Najważniejszym jest jednak wzgląd na to, że znajdujące się w obecnej chwili na rynku przełączniki z gwiazdy na trójkąt są bardzo niedoskonałe i stanowią, jak tego dowodzi praktyka, przy ich dłuższym użyciu w ruchu fabrycznym bezsprzecznie jeden z najszabszych punktów instalacji. Ustalenie obu położen przełącznika jest przeważnie niezbyt precyzyjne; jednym z najczęściej spotykanych zakłóceń ruchu jest to, że jeden ze sprzężujących zacisków, znajdujących się w przełączniku, wskutek różnorodnych przyczyn odgina się, przestaje kontaktować i silnik pracuje tylko na 2 fazach. Z tych powodów na zasadzie wieloletniego doświadczenia i wielu dokonanych prób i pomiarów, autor stosuje przeważnie bezpośrednie włączanie do sieci niezbyt wielkich silników krótkozwartych zapomocą 2 wyłączników (rys. 5), z których wyłącznik 1 służy tylko do pierwszego uruchomienia silnika, zaś wyłącznik 2 do stałego ruchu (wyłącznik 1 jest wówczas wyłączony). W ten sposób można zastosować bezpieczniki, odpowiadające pod względem wielkości tylko natężeniu prądu normalnego i unika się szkodliwego używania zbyt wielkich bezpieczników, które nie chronią silnika w dostatecznym stopniu. (Znane są np. przypadki, że przy normalnym przełączniku z gwiazdy na trójkąt zmuszonym się jest zastosować tak wielkie bezpieczniki, że nie przerywają one obwodu prądu silnika nawet wówczas, gdy silnik pracuje przez czas dłuższy pod obciążeniem na 2 fazy). Raptowny wzrost natężenia prądu przy uruchamianiu silnika trwa tak krótko, że bojaźliwość w stosunku do tego zjawiska jest nieuzasadniona (najlepiej dowodzi tego praktyka amerykańska, nie wahająca się przed bezpośrednim włączaniem nawet dużych silników krótkozwartych); chwilowe spadki napięcia również nie mają praktycznego znaczenia. Wobec tego zastosowanie nawet ulepszonych konstrukcji przełącznika z gwiazdy na trójkąt ogranicza się do tych przypadków, gdy silnik w dłuższych okresach czasu pracuje z małym obciążeniem; korzystne jest wówczas pozostawienie go w tych okresach na stałe w połączeniu na gwiazdę, co wydatnie zwiększa współczynnik wydajności i  $\cos \varphi$  silnika. Użycie 2 niezależnych od siebie wyłączników jak na rys. 5 nadaje instalacji charakter niekompletnego prowizorium, to też zdaniem autora byłoby korzystne, gdyby nasze wytwórnie aparatów elektrotechnicznych zbudowały odpowiednią skrzynkę przyłączoną, umożliwiającą łatwe i dogodne przyłączanie silników na zasadzie podanego schematu.



Rys. 5.

Uruchamianie bezpośrednie silników krótkozwartych jest utrudnione w tych przypadkach, gdy sieć fabryczna jest zasilana prądem z elektrowni miejskich, które zapomocą dość ostrych przepisów usiłują przeciwdziałać temu. Widzimy wszakże na przykładzie krajów zachodnich, że istnieje tendencja łagodzenia tych przepisów, wobec czego należy przypuszczać, że z tych samych powodów i pod wpływem opinii kół fachowych i u nas elektrownie miejskie skasują zbyt daleko sięgające obostrzenia.

(D. n.) B. Konorski.

## Lampy wieloprzegubowe.

Fabryka Żyrandoli Elektrycznych A. Marciniak Spółka Akcyjna w Warszawie, rozpoczęła pierwszą w kraju masowy wyrób lamp wieloprzegubowych wg. własnego patentu.

Typ lampy wieloprzegubowej znalazł szerokie zastosowanie do celowego oświetlenia stołów pracy, gdzie chodzi o uzyskanie dużej jasności przy użyciu słabej żarówki oraz o uniknięcie rażenia wzroku. Ponadto lampy te zapewniają oświetlenie równomierne dzięki odpowiedniemu kształtowi reflektorów. Nadają się one szczególnie do oświetlenia stołów rysunkowych i warsztatowych w pracowniach rytowniczych, zegarmistrzowskich i t. p. mechaniczno-precyzyjnych.

Lampy wieloprzegubowe, wyrabiane przez fabrykę A. Marciniak S. A. w kilku odmianach, mają jeden wspólny, opatentowany element konstrukcyjny, a mianowicie: przegub cierny, pojedynczy i podwójny. (Urząd Patentowy R. P. Świadectwo Ochronne Nr. 1862). Budowa przegubu ciernego polega na tym, że między równoległymi tarczami metalowymi są umieszczone tarcze z fibry o dużym spólczynniku tarcia. Powierzchnie trące są dociskane za pomocą silnych sprężyn stalowych. Sprężyny te są skonstruowane w ten sposób, że w razie wytarcia się przegubu po dłuższym cza-



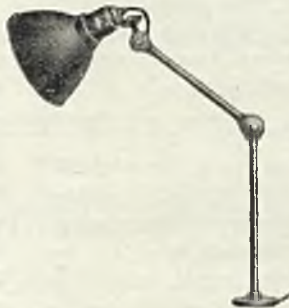
Rys. 1.

się używania można je przez odpowiednie dokręcenie silniej napiąć i spowodować na nowo poprawne działanie przegubów.

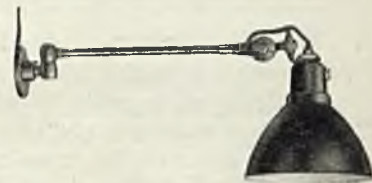
Ten szczegół konstrukcyjny stanowi szczegół charakterystyczny lamp firmy A. Marciniak S. A., zagraniczne bowiem lampy mają przeważnie przeguby, które po pewnym czasie wycierają się, wskutek czego ramiona na mocy własnego ciężaru opadają.

Zaletę lamp wieloprzegubowych stanowi dalej ich poręczność. Jeden ruch ręki wystarcza, by lampy ustawić w żądanym położeniu.

Rys. 1 przedstawia lampę wieloprzegubową, używaną głównie jako lampę rysunkową, z reflektorem metalowym, parabolicznym, z 3-ma przegubami: podwójny przegub cierny przy reflektorze, pozwalający na obrót reflektora w 2-ch płaszczyznach prostopadłych do siebie, pojedynczych przegub cierny w pośrodku ramion i przegub kulowy u dołu. Kon-



Rys. 2.



Rys. 3.

strukcja przegubu kulowego jest również tego rodzaju, że w razie obluźnienia się można wywołać tarcie przez napięcie odpowiedniej sprężynki. Lampę można przykręcić do deski poziomej lub pionowej przy pomocy silnego uchwytu szczękowego, który w tym celu daje się wkręcić w nasadę lampy w dwóch położeniach, różniących się o 90°. Lampa przedstawiona na rys. 1 pozwala oświetlić zupełnie równomiernie deskę rysunkową o wymiarze 200×120 cm.

Rys. 2 — taka sama lampa, lecz bez przegubu kulowego.

Na rys. 3 uwidoczniiony jest kinkiet ścienny wieloprzegubowy.

## PRZEMYSŁ I HANDE L.

**Prace nad nową taryfą celną.** Interwencja władz administracyjnych celem obniżenia cen produktów przemysłowych została zakończona. Obecnie jesteśmy świadkami nowej akcji rządowej, zdążającej do szybkiego zakończenia prac nad nową taryfą celną.

Zarys układu nomenklatury przyszłej taryfy celnej został dostosowany do projektu Ligi Narodów, odpowiednio zmodyfikowany i dostosowany do warunków naszego życia gospodarczego.

Przemysł elektryfikacyjny głównie jest zainteresowany działami przemysłu metalowego:

- dział XIII — Metale i wyroby z nich,
- „ XIV — Maszyny i aparaty, sprzęt elektrotechniczny,
- „ XV — Środki transportowe,
- „ XVI — Waży, narzędzia, instrumenty, aparaty precyzyjne, naukowe, optyczne, maszyny pisarskie, zegary, instrumenty muzyczne.

Działy te zostały opracowane przez specjalną komisję metalowo - mechaniczną przy współpracy 13 podkomisji. Komisja prace swe zakończyła w grudniu 1930 roku i całkowicie materiał przekazała Ministerstwu Przemysłu i Handlu.

Naogół stawki celne w projekcie nowej taryfy zostały podwyższone od 50% do 100%; narazie są to propozycje sfer gospodarczych.

Ministerstwo Przemysłu i Handlu powołało do życia Komisję Międzyministerjalną, mającą na celu rozpatrzenie zaprojektowanej nomenklatury i stawek oraz powzięcie odpowiednich uchwał. Część I i II nowej taryfy zostały już przejrane przez Komisję Międzyministerjalną i odesłane do izb przemysłowo - handlowych dla wypowiedzenia opinii. Ostatnia część nowej taryfy celnej, mianowicie działy przemysłu metalowego są obecnie dyskutowane i przypuszczają należy, że do lipca roku bieżącego prace nad nimi zostaną ukończone.

## K R O N I K A.

**Gniewkowo.** W dniu 15.4.31 odbył się oficjalny odbiór techniczny nowoustawionego zespołu maszyn w elektrowni Miejskiej.

Nowozmontowany agregat składa się z silnika dyzlowskiego o mocy 200 KM, sprzężonego z prądnicą prądu stałego o mocy 135 kW, przy napięciu na zaciskach  $2 \times 235$  woltów i 310 obr/min.

Na pochwałę tego zaledwie 3 tysiące ludności liczącego miasta należy podkreślić, że zarówno maszyny jak i tablice rozdzielczą zamówiono w fabrykach krajowych mimo ostrej konkurencji firm zagranicznych.

Zaznaczyć trzeba jeszcze, iż 3 małe zespoły, nabyte dawniej, są pochodzenia zagranicznego, nie mało tedy hartu i patriotyzmu muszą posiadać ojcowie miasta Gniewkowa, aby zerwać z pewnego rodzaju tradycją, jaką były dostawy zagraniczne.

**Kraków.** Dostawa prądu do Krakowa z Jaworznickich kopalni następcza narazie szereg nieporozumień w postaci długotrwałych przerw prądu. W ostatnim miesiącu nastąpiły kilkakrotne przerwy prądu, spowodowane defektami turbin w Jaworznie, co dało sposobność prasie miejscowej wznowić dyskusję na temat „błędów polityki elektryfikacyjnej, popełnianych przez prezydium miasta” i „famiłjnych” umów, zawieranych przez Kraków z Jaworzniem.

**Lwów.** W dniu 12 maja b. r. odbyło się we Lwowie dochodzenie wojewódzkie dla zbadania podania o udzielenie uprawnienia elektrycznego „Okręgowemu Zakładowi Elektryfikacyjnemu” we Lwowie na elektryfikację dziesięciu powiatów w województwie lwowskim i tarnopolskim\*). Cały szereg gmin a nawet niektóre powiaty uważały za swój obowiązek wystąpić z zastrzeżeniami, zresztą w większości wypadków opartymi na nieporozumieniu, prosząc we wnioskach końcowych o wyłączenie swego terytorjum z przyszłego uprawnienia.

Do ciekawych należało wystąpienie reprezentanta województwa tarnopolskiego, inżyniera tamtejszej Dyrekcji Robót Publicznych, który wyraźnie podkreślając oficjalny charakter swego przemówienia, również oświadczył się za wyłączeniem kilku gmin z uprawnienia rzekomo w obronie interesów publicznych, a faktycznie tylko na podstawie mylnie interpretowanej ustawy elektrycznej.

Przewodniczący dochodzenia i referent elektryczny Dyrekcji Robót Publicznych z przykrością stwierdzili, że zachodzi tu jakieś nieporozumienie. Dla oddania wiernego obrazu przebiegu dochodzenia trzeba dodać, że niektóre gminy oświadczyły się bez zastrzeżeń za udzieleniem uprawnienia, a nawet prosiły o przyśpieszenie robót, któreby im umożliwiły szybsze korzystanie z dobrodziejstw prądu elektrycznego.

\*) Patrz Przegl. Elektrot. 1931, zesz. 7, str. 224.

**Poznań.** Tegoroczne targi poznańskie jubileuszowe, podobnie jak zeszłoroczne, miały zupełnie odmienny charakter, niż dawnych lat. Zmiana polega na tem, że wystawiają przedewszystkiem ci, którzy spodziewają się znaleźć na targach bezpośredniego nabywcę i to częstokroć nie pośrednika, a wprost odbiorcę. To też charakterystyczną jest rzeczą, że np. ciężki przemysł, który dawniej występował okazale, w ub. roku wystąpił zupełnie skromnie, a w obecnym nie było go na targach zupełnie. Mniej więcej to samo można powiedzieć o przemyśle metalowym średnim, który w bieżącym roku wystąpił bardzo skromnie.

Oblicie obesłane zostały działy: 1) samochodowy, 2) meblowy, 3) fortepianowy, 4) dywanów i kilimów, 5) porcelana do domowego użytku zarówno kuchenna jak i ozdobna (majoliki) i 6) urządzenia drukarskie.

Inne działy wystąpiły przeważnie w swych gałęziach lżejszych, również obliczonych na bezpośredniego odbiorcę, a charakterystycznym przykładem tego jest właśnie dział elektrotechniczny, który nas specjalnie interesuje. Na 25 stoisk, w tem 5 zagranicznych, maszyny, a więc: generatory, prądnice, silniki, transformatory były reprezentowane przez małą fabryczkę silników trójfazowych z Bielska, która wystawiła silniki 2, 3 i 4 KM. Jako kontrast do maszyn należy podkreślić, że naprz. armatury lampowe, żyrandolowe i abażury wystąpiły aż na 5 stoiskach. Tak samo dział baterji akumulatorowych większych jak i małych do lampek kierunkowych znalazł się prawie całkowicie na targach, bo również osiągnęły 5 stoisk, podobnie jak radioaparaty wystąpiły pod 5 firmami. Pozostałe stoiska reprezentowały szczotki do maszyn: węglowe i metalowe, wentylatory i oporniki, małe prostowniczk i wytwarzacze ozonu, aparaty do masażu i gotowania elektrycznego, i wreszcie drobny materiał instalacyjny. Charakterystyczną jest rzeczą, że przemysł skartelizowany, a więc „Centrorur”, „Centroprewód” i kartel żarówkowy nie wystąpił zupełnie.

**Raczk.** Osada miejska Raczki i wieś Małe Raczki w województwie Białostockim uzyskały uprawnienie rządowe na zakład elektryczny. Uprawnienie zostało udzielone firmie „Sz. Berman i J. Korabelnik” na prawo wytwarzania i rozdzielania energii, maksymalne opłaty mają wynosić na niskim napięciu 100 groszy za kilowatogodzinę dla światła i 50 groszy dla siły przy cenie węgla złotych 37.70 za tonnę, a okres trwania uprawnienia — lat 20, poczynając od dnia 5 marca 1931 roku.

**Żywiec.** Magistrat miasta wystąpił do Ministerstwa Robót Publicznych z podaniem o rozszerzenie posiadanego już uprawnienia rządowego na obszary gmin Zabłocie i Sporysz, powiatu żywieckiego w województwie krakowskim. Nowy zakład elektryczny ma służyć jedynie do przetwarzania i rozdzielania energii elektrycznej, gdyż wytwarzanie odbywałoby się w żywieckim zakładzie elektrycznym.