

PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

ORGAN STOWARZYSZENIA ELEKTROTECHNIKÓW POLSKICH

Pod nacelnym kierunkiem prof. M. POŻARYSKIEGO.

Rok X.

1 grudnia 1928 r.

Zeszyt 23.

Redaktor inż. WACŁAW PAWŁOWSKI

Warszawa, Czackiego 5, tel. 90-23.

METODA WAHADŁOWA W ZASTOSOWANIU DO POMIARU ZWISÓW

Inż. Witold Rosental.

Przy traktowaniu zagadnień mechanicznych, dotyczących elektrycznych przewodów napowietrznych lub w ogólności rozpiętych cięgien przyjęto, że dla uproszczenia wzorów i obliczeń oraz aby uniknąć posługiwania się tablicami funkcji hiperbolicznych, miejsce łańcuskowej zastępuje jej pierwsze przybliżenie — parabola.

Wzory przybliżone, otrzymywane w następstwie tej zamiany, dają wyniki tem dokładniejsze, im mniejsza jest rozpiętość zawieszenia oraz — większe napężenie materiału.

W odniesieniu do zagadnienia ruchu wahadłowego rozpiętego cięgna zaznaczyć należy, że wzór, wyrażający zależność zwisu od częstotliwości wahań cięgna, a stosowany obecnie w praktyce, wyprowadzony został z paraboli oraz w założeniu zawieszenia symetrycznego.

Zadaniem niniejszego studjum jest ogólne ujęcie ruchu wahadłowego rozpiętego cięgna, ściśle ustalenie stosunku, zachodzącego pomiędzy zwisem, a czynnikami charakteryzującymi ten ruch, oraz wykazanie stopnia dokładności używanego obecnie wzoru przybliżonego.

Cięgno rozpięte z końcami utwierdzonymi na nieruchomych punktach wsporczych przedstawia układ wahadłowy z osią wahań, przechodzącą przez punkty zamocowania.

W praktyce napowietrznych linii elektrycznych przypadkowi temu odpowiadają przewody, zawieszone na izolatorach stojących.

Cięgno, będąc wyprowadzone ze stanu spoczynku, przybiera regularny *ruch wahadłowy*, ilościowo odpowiadający jego własnym wahanom. Okazuje się, że ilość wahań w jednostkę czasu jest ściśle związana z mechaniczną charakterystyką zawieszenia i służyć może miarą zwisu oraz napężenia.

Czas półokresowego wahań daje znany w fizyce wzór, wyprowadzony dla wahadła fizycznego o niewielkiej obszerności wahań (wahańa izochroniczne):

$$t = \pi \sqrt{\frac{J}{g \cdot M}},$$

gdzie

J — moment bezwładności,
 M — moment statyczny wahadła względem osi wahań i
 g — przyspieszenie siły ciężkości.

Częstotliwość wahań, jako ilość półokresów na minutę —

$$n = \frac{60}{t} = \frac{60}{\pi} \sqrt{\frac{g \cdot M}{J}}. \quad (1)$$

Symetryczne zawieszenie cięgna.

W przypadku tym punkty wsporcze A i B położone są na jednym poziomie (rysunek 1), przyczem

$x_1 = -x_2 = \frac{a}{2}$ i $y_1 = y_2$, gdzie a oznacza rozpiętość zawieszenia.

Moment statyczny.

$$M = \int_{x_1}^{x_2} m ds \cdot (y_1 - y) = 2m \int_0^{\frac{a}{2}} (y_1 - y) ds;$$

$$y = h \operatorname{Cos} \operatorname{hyp} \frac{x}{h} \text{ i } y_1 = h \operatorname{Cos} \operatorname{hyp} \frac{a}{2h},$$

gdzie

m — masa jednostki długości cięgna i
 h — parametr łańcuskowej;

$$ds = \sqrt{dx^2 + dy^2} = dx \sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2} = dx \sqrt{1 + \operatorname{Sin}^2 \operatorname{hyp}^2 \frac{x}{h}} = dx \operatorname{Cos} \operatorname{hyp} \frac{x}{h}.$$

$$M = 2m \int_0^{\frac{a}{2}} (y_1 - y) ds =$$

$$= 2mh \left(\int_0^{\frac{a}{2}} \operatorname{Cos} \operatorname{hyp} \frac{a}{2h} \operatorname{Cos} \operatorname{hyp} \frac{x}{h} dx - \int_0^{\frac{a}{2}} \operatorname{Cos} \operatorname{hyp}^2 \frac{x}{h} dx \right);$$

$$\operatorname{Cos} \operatorname{hyp} \frac{a}{2h} \int_0^{\frac{a}{2}} \operatorname{Cos} \operatorname{hyp} \frac{x}{h} dx =$$

$$= \operatorname{Cos} \operatorname{hyp} \frac{a}{2h} \left| h \operatorname{Sin} \operatorname{hyp} \frac{x}{h} \right|_0^{\frac{a}{2}} = \frac{h}{2} \operatorname{Sin} \operatorname{hyp} \frac{a}{h},$$

$$\int_0^{\frac{a}{2}} \operatorname{Cos} \operatorname{hyp}^2 \frac{x}{h} dx = \int_0^{\frac{a}{2}} \left(\operatorname{Cos} \operatorname{hyp} \frac{2x}{h} + 1 \right) \frac{dx}{2} =$$

$$= \left| \frac{h}{4} \operatorname{Sin hyp} \frac{2x}{h} \right|_0^{\frac{a}{2}} + \left| \frac{x}{2} \right|_0^{\frac{a}{2}} = \frac{h}{4} \operatorname{Sin hyp} \frac{a}{h} + \frac{a}{4},$$

$$M = 2mh \left(\frac{h}{2} \operatorname{Sin hyp} \frac{a}{h} - \frac{h}{4} \operatorname{Sin hyp} \frac{a}{h} - \frac{a}{4} \right) = \\ = \frac{mh}{2} \left(h \operatorname{Sin hyp} \frac{a}{h} - a \right). \quad (2)$$

Po rozłożeniu na szeregi okaże się, że członów pierwsze dają zero, dla reszty członów otrzymamy

$$M = \frac{mh}{2} \left(\frac{a^{2n-1}}{h^{2(n-1)}} \frac{1}{1 \dots 2n-1} - a \right)_{n=2,3,4 \dots \infty} = \\ = ma \frac{2}{3} \frac{a^2}{8h} \left[1 + \frac{1}{20} \left(\frac{a}{h} \right)^2 + \frac{1}{840} \left(\frac{a}{h} \right)^4 + \dots \right]. \quad (2')$$

Moment bezwładności.

$$J = \int_{x_2}^{x_1} mds \cdot (y_1 - y)^2 = 2m \int_0^{\frac{a}{2}} (y_1 - y)^2 ds.$$

$$J = 2mh^2 \left(\int_0^{\frac{a}{2}} \operatorname{Cos hyp}^2 \frac{a}{2h} \operatorname{Cos hyp} \frac{x}{h} dx - \right. \\ \left. - 2 \int_0^{\frac{a}{2}} \operatorname{Cos hyp} \frac{a}{2h} \operatorname{Cos hyp}^2 \frac{x}{h} dx + \int_0^{\frac{a}{2}} \operatorname{Cos hyp}^3 \frac{x}{h} dx \right);$$

$$\operatorname{Cos hyp}^2 \frac{a}{2h} \int_0^{\frac{a}{2}} \operatorname{Cos hyp} \frac{x}{h} dx =$$

$$= \operatorname{Cos hyp}^2 \frac{a}{2h} \left| h \operatorname{Sin hyp} \frac{x}{h} \right|_0^{\frac{a}{2}} = h \operatorname{Cos hyp}^2 \frac{a}{2h} \operatorname{Sin hyp} \frac{a}{2h},$$

$$2 \operatorname{Cos hyp} \frac{a}{2h} \int_0^{\frac{a}{2}} \operatorname{Cos hyp}^2 \frac{x}{h} dx =$$

$$= 2 \operatorname{Cos hyp} \frac{a}{2h} \int_0^{\frac{a}{2}} \frac{1}{2} \operatorname{Cos hyp} \frac{2x}{h} dx +$$

$$+ 2 \operatorname{Cos hyp} \frac{a}{2h} \int_0^{\frac{a}{2}} \frac{1}{2} dx = \operatorname{Cos hyp} \frac{a}{2h} \left| \frac{h}{2} \operatorname{Sin hyp} \frac{2x}{h} \right|_0^{\frac{a}{2}} +$$

$$+ \operatorname{Cos hyp} \frac{a}{2h} \left| x \right|_0^{\frac{a}{2}} = \frac{h}{2} \operatorname{Cos hyp} \frac{a}{2h} \operatorname{Sin hyp} \frac{a}{h} + \\ + \frac{a}{2} \operatorname{Cos hyp} \frac{a}{2h},$$

$$\int_0^{\frac{a}{2}} \operatorname{Cos hyp}^3 \frac{x}{h} dx = \frac{1}{2} \int_0^{\frac{a}{2}} \operatorname{Cos hyp} \frac{x}{h} \operatorname{Cos hyp} \frac{2x}{h} dx +$$

$$+ \frac{1}{2} \int_0^{\frac{a}{2}} \operatorname{Cos hyp} \frac{x}{h} dx =$$

$$= \frac{1}{4} \int_0^{\frac{a}{2}} \left(\operatorname{Cos hyp} \frac{x}{h} + \operatorname{Cos hyp} \frac{3x}{h} \right) dx +$$

$$+ \frac{1}{2} \int_0^{\frac{a}{2}} \operatorname{Cos hyp} \frac{x}{h} dx =$$

$$= \frac{h}{12} \left| \operatorname{sin hyp} \frac{3x}{h} \right|_0^{\frac{a}{2}} + \frac{3}{4} h \left| \operatorname{Sin hyp} \frac{x}{h} \right|_0^{\frac{a}{2}} =$$

$$= \frac{h}{12} \operatorname{Sin hyp} \frac{3a}{2h} + \frac{3}{4} h \operatorname{Sin hyp} \frac{a}{2h}.$$

$$J = 2mh^2 \left(h \operatorname{Cos hyp}^2 \frac{a}{2h} \operatorname{Sin hyp} \frac{a}{2h} - \right.$$

$$- \frac{h}{2} \operatorname{Cos hyp} \frac{a}{2h} \operatorname{Sin hyp} \frac{a}{h} - \frac{a}{2} \operatorname{Cos hyp} \frac{a}{2h} +$$

$$+ \frac{h}{12} \operatorname{Sin hyp} \frac{3a}{2h} + \frac{3}{4} h \operatorname{Sin hyp} \frac{a}{2h} \Big) =$$

$$= mh^2 \left(\frac{3}{2} h \operatorname{Sin hyp} \frac{a}{2h} + \frac{h}{6} \operatorname{Sin hyp} \frac{3a}{2h} - \right.$$

$$\left. - a \operatorname{Cos hyp} \frac{a}{2h} \right). \quad (3)$$

Po rozłożeniu na szeregi okaże się, że członów pierwsze i członów drugie szeregów dają zero, dla reszty członów otrzymamy —

$$J = m \frac{a^{2n-1}}{h^{2(n-2)}} \frac{1}{2^{2(n-1)}} \frac{1}{1 \dots 2(n-1)!} \left(\frac{3}{4} \frac{1}{2n-1} + \right. \\ \left. + \frac{3^{2(n-1)}}{4(2n-1)} - 1 \right)_{n=3,4,5 \dots \infty} = ma \frac{8}{15} \frac{(a^2)^2}{8h} \left[1 + \right. \\ \left. + \frac{11}{168} \left(\frac{a}{h} \right)^2 + \frac{17}{8064} \left(\frac{a}{h} \right)^4 + \dots \right]. \quad (3')$$

Wstawimy do wzoru (1) w miejsce M i J otrzymane wyrażenia (2') i (3'). Po dokonaniu niezbędnych uproszczeń wzór ten przedstawi się następująco:

$$n = \frac{60}{\pi} \sqrt[4]{ \frac{5}{4} g \frac{1}{a^2} \frac{\left[1 + \frac{1}{20} \left(\frac{a}{h} \right)^2 + \frac{1}{840} \left(\frac{a}{h} \right)^4 + \dots \right]}{\left[1 + \frac{11}{168} \left(\frac{a}{h} \right)^2 + \frac{17}{8064} \left(\frac{a}{h} \right)^4 + \dots \right]} } \quad (4)$$

Zwis cięga w środku rozpiętości —

$$f = y_1 - h = h \operatorname{Cos hyp} \frac{h}{2h} - h = h \left(\operatorname{Cos hyp} \frac{a}{2h} - 1 \right).$$

Po rozłożeniu w szereg i skróceniu —

$$f = \frac{a^2}{8h} \left[1 + \frac{1}{48} \left(\frac{a}{h} \right)^2 + \frac{1}{5760} \left(\frac{a}{h} \right)^4 + \dots \right]. \quad (5)$$

W praktyce zamiast wzoru (5) posługują się pierwszym jego przybliżeniem

$$f_1 = \frac{a^2}{8h}.$$

Posiłkując się wzorem (5), w celu wyrugowa-

nia wyrażenia $\frac{a^2}{8h}$ z wzoru (4), w wyniku otrzymujemy:

$$f = \frac{5}{4} \frac{60^2}{\pi^2} g \frac{1}{n^2} \left[1 + \frac{1}{20} \left(\frac{a}{h}\right)^2 + \frac{1}{840} \left(\frac{a}{h}\right)^4 + \dots \right] \times$$

$$\times \left[1 + \frac{11}{168} \left(\frac{a}{h}\right)^2 + \frac{17}{8064} \left(\frac{a}{h}\right)^4 + \dots \right] = \left(\frac{668,7}{n}\right)^2 \cdot k, \quad (6)$$

$$K = \frac{\left[1 + \frac{1}{20} \left(\frac{a}{h}\right)^2 + \frac{1}{840} \left(\frac{a}{h}\right)^4 + \dots \right]}{\left[1 + \frac{11}{168} \left(\frac{a}{h}\right)^2 + \frac{17}{8064} \left(\frac{a}{h}\right)^4 + \dots \right]} \times$$

$$\times \left[1 + \frac{1}{48} \left(\frac{a}{h}\right)^2 + \frac{1}{5760} \left(\frac{a}{h}\right)^4 + \dots \right].$$

Z wzoru tego wynika, że zwis jest funkcją nie tylko częstotliwości wahań, lecz też rozpiętości, naprężenia oraz ciężaru właściwego. W pierwszym przybliżeniu $k_1 = 1$ i

$$f_1 = \left(\frac{668,7}{n}\right)^2 \text{ w centymetrach} \quad (7)$$

W tej przybliżonej postaci wzór (7) został wprowadzony do techniki przez Dreisbacha, który wyprowadził go zastępując łańcuszkową przez parabolę (E. T. Z 1909 r., str. 1218).

Ponieważ do wzoru tego nie wchodzi ani rozpiętość, ani masa ciężna, ani też naprężenie, — zwis przedstawia się, jako funkcja jedynej zmiennej niezależnej n — częstotliwości wahań.

Spółczynnik k , będąc funkcją stosunku $\frac{a}{h}$, w każ-

dym poszczególnym przypadku będzie miał inną wartość, zależną też od przyjętego stopnia przybliżenia. Szeregi, składające się na spółczynnik, posiadają bardzo szybko malejące człony, wobec czego wpływ członów wyższych, poczynając od trzeciego, jest naogół nieznaczny, a najczęściej znikomy. Ograniczając obliczenia spółczynnika do przybliżenia drugiego, otrzymamy:

$$k_2 = \frac{\left[1 + \frac{1}{20} \left(\frac{a}{h}\right)^2 \right] \left[1 + \frac{1}{48} \left(\frac{a}{h}\right)^2 \right]}{\left[1 + \frac{11}{168} \left(\frac{a}{h}\right)^2 \right]}$$

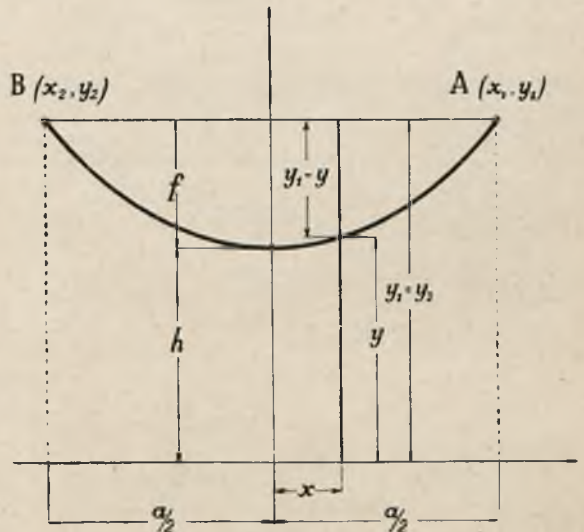
przyczem poprawka — $\Delta_2 = k_2 - 1$.

Przy rozpiętościach małych i średnich, tylko w szczególnie niekorzystnych, rzadko w praktyce linii napowietrznych spotykanych przypadkach obserwujemy — $\frac{a}{h} = 1$, spółczynnik poprawkowy wyniesie przytem $k_2 = 1,006$ oraz poprawka $\Delta_2 = +0,6\%$.

Przewód z twardej miedzi odpowiada tym warunkom dla dopuszczalnego naprężenia $p = 19 \text{ kg/mm}^2$ dopiero przy rozpiętości $a \approx 2000 \text{ m}$, zaś przy $a = 100 \text{ m}$ — dla $p \approx 0,9 \text{ kg/mm}^2$, a więc dla rozpiętości poniżej 100 m względnie naprężeń powyżej $0,9 \text{ kg/mm}^2$ dokładność będzie wyższa, nad-

to wraz ze zmniejszeniem stosunku $\frac{a}{h}$ poprawka maleje, czyli dokładność wzrasta.

Dotąd przypuszczaliśmy, że wahania są równoczesne. Tak jednak nie jest. Czas jednego



Rys. 1.

wahnięcia względnie ilość wahań w jednostce czasu jest funkcją amplitudy B (mierzonej po łuku) *)

$$n^1 = \frac{60}{\pi} \sqrt{\frac{g \cdot M}{J}} \times$$

$$\times \frac{1}{\left[1 + \left(\frac{1}{2}\right)^2 \sin^2 \frac{\beta}{2} + \left(\frac{1.3}{2.4}\right)^2 \sin^4 \frac{\beta}{2} + \dots \right]}$$

czyli

$$n = n^1 \left[1 + \left(\frac{1}{2}\right)^2 \sin^2 \frac{\beta}{2} + \left(\frac{1.3}{2.4}\right)^2 \sin^4 \frac{\beta}{2} + \dots \right] = n^1 \cdot r.$$

Stąd

$$f = \left(\frac{668,7}{n^1}\right)^2 k \frac{1}{r^2} = \left(\frac{668,7}{n^1}\right)^2 k^1 \quad i$$

$$k_2^1 = k_2 \frac{1}{\left(1 + \frac{1}{4} \sin^2 \frac{\beta}{2}\right)^2} \approx \frac{1 + \Delta_2}{1 + \frac{\beta^2}{8}} \approx 1 + \Delta_2^1,$$

$$\text{gdzie } \Delta_2^1 = \Delta_2 - \frac{\beta^2}{8}$$

Na rysunku 3 krzywa przedstawia poprawkę Δ_2 jako funkcję $\frac{a}{h}$. Możemy przyjąć, że przy pomiarach amplituda średnio wynosi około 6° , wówczas $\frac{\beta^2}{8} = 0,0014$ i na wykresie odpowiada prostej, równoległej do osi odciętych.

Prosta dzieli wykres na dwie części i ustala dla wypadkowej poprawki — Δ_2^1 dwie obszarności, Po stronie prawej obszarność — $\Delta_2^1 > 0$ i $k_2^1 > 1$, po stronie lewej — $\Delta_2^1 < 0$ i — $k_2^1 < 1$.

*) G. H. Niewęglowski. Kurs Mechaniki Rozumowej. Str. 384.

Punkt przecięcia prostej z krzywą daje $\Delta_2^1 = 0$ czyli oznacza zanik uchybienia metodycznego, a więc odpowiada najkorzystniejszym warunkom pomiaru.

Przytem współczynnik poprawkowy $k_2^1 = 1$, oraz zwis

$$f_2 = \left(\frac{668,7}{n^1} \right)^2.$$

Amplitudę najkorzystniejszego pomiaru otrzymamy z równania —

$$\Delta_2^1 = \Delta_2 - \frac{\beta_n^2}{8} = 0, \text{ stąd } \beta_n = \sqrt{8 \Delta_2}.$$

Na podanym wykresie warunek ten spełnia się przy $\frac{a}{h} \approx 0,5$, co dla miedzi twardej odpowiada

naprężeniu $p = 0,9 \text{ kg/mm}^2$ przy rozpiętości $a = 50 \text{ m}$

"	1,8	"	"	"	100	"
"	9,0	"	"	"	500	"
"	18,0	"	"	"	1000	"

Przykład 1.

$a = 100 \text{ m}$, $n = 60$ (półkresowych) na $1'$.

Z tabeli dla $n = 60$ otrzymamy zwis $f = 124 \text{ cm}$,

$$\frac{a}{h} = \frac{8f}{a} = \frac{8 \cdot 124}{100 \cdot 100} \approx 0,1.$$

Przy $\beta = 6^\circ$, $\Delta_2^1 = -0,0013$ czyli $0,13 \%$,

$$k_2^1 = 1 - 0,0013 = 0,9987,$$

$$f_1 = \left(\frac{668,7}{60} \right)^2 = 124,2 \text{ cm i } f_2 = 124,2 \cdot 0,9987 = 124 \text{ cm}.$$

Przykład 2.

$a = 500 \text{ m}$, z pomiaru prowizorycznego $f = 1250 \text{ cm}$,

$$\frac{a}{h} = \frac{8f}{a} = \frac{8 \cdot 1250}{100 \cdot 100} = 1,$$

amplituda najkorzystniejszego pomiaru — $\beta = \sqrt{8 \Delta_2}$,

$\Delta_2 = 0,006$ (z wykresu), $\beta = \sqrt{8 \cdot 0,006} = 0,22$ czyli 12° .

Z powyższego wynika:

1) że wzór odpowiadający przybliżeniu parabolicznemu daje wyniki o małym uchybieniu metodycznym ($k_1 = 1$)

$$f_1 = \left(\frac{668,7}{n} \right)^2,$$

w praktyce wzór ten stosuje się często w postaci nieco uproszczonej

$$f_1 = \left(\frac{669}{n} \right)^2;$$

2) oraz że w razie potrzeby większej dokładności należy wprowadzić współczynnik poprawkowy — k_2^1 , bądź pomiar wykonać w najkorzystniejszych warunkach — $\beta_n = \sqrt{8 \Delta_2}$, $k_2^1 = 1$;

$$f_2 = \left(\frac{668,7}{n^1} \right)^2 k_2^1; \quad k_2^1 = 1 + \Delta_2^1.$$

Dla całkowitego wyczerpania tematu należy jeszcze wskazać, że w dotychczasowych rozważaniach pominięto oddziaływanie środowiska. Oddziaływanie to naogół jest znikomo małe i składa się z oporu powietrza oraz obniżenia ciężaru ciała wahadła zgodnie z prawem Archimedesesa w powietrzu. Wpływ tych czynników posiada ten sam znak, co i poprawka na nierównoczesność wahań i wy-

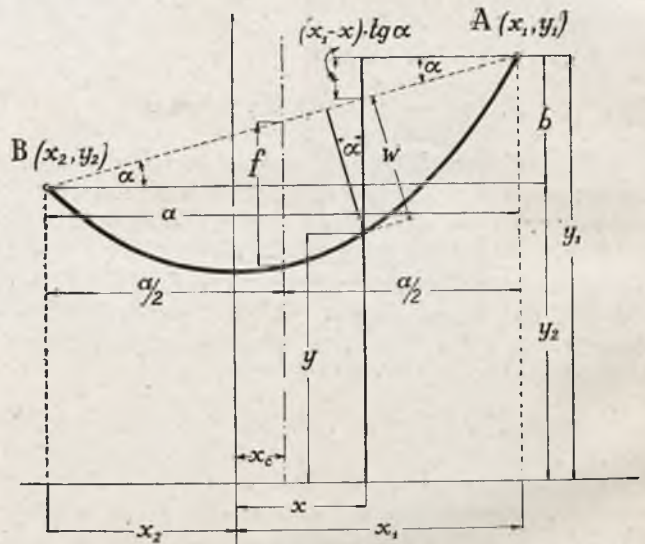
maża pewnego przesunięcia do góry prostej równoległej do osi odciętych na wykresie. Ponieważ pominięcie dalszych członów szeregów współczynnika poprawkowego obniżyło nieco krzywą, a natomiast przejście od $\sin \frac{\beta}{2}$ do łuku $\frac{\beta}{2}$ sprawiło, że

prosta wypadła nieco wyżej, możemy uważać wpływ środowiska w ustaleniu współczynnika poprawkowego za wyrównany.

Niesymetryczne zawieszenie ciężna.

W tym przypadku punkty wsporcze A i B położone są na różnych poziomach (rys. 2). Przyjmujemy, że punkt wsporczy A leży na poziomie wyższym, czyli że $|x_1| > |x_2|$, $x_1 > 0$ i $x_2 \leq 0$, nadto $\text{Cos hyp } \frac{x_1}{h} > \text{Cos hyp } \frac{x_2}{h}$, gdzie $x_1 - x_2 =$

$= a$ — rozpiętość zawieszania, przyczem b — różnica poziomów punktów zawieszania i α — kąt pochylenia linii, łączącej punkty wsporcze.



Rys. 2.

Moment statyczny.

$$M = \int_{x_2}^{x_1} m ds w =$$

$$= \int_{x_2}^{x_1} m ds \cdot [(y_1 - y) - (x_1 - x) \tan \alpha] \text{Cos } \alpha =$$

$$= \int_{x_2}^{x_1} (y_1 - y) \text{Cos } \alpha \cdot m ds +$$

$$+ \int_{x_2}^{x_1} (x - x_1) \text{Sin } \alpha \cdot m ds = I + II.$$

$$I = mh \text{Cos } \alpha \left(\int_{x_2}^{x_1} \text{Cos hyp } \frac{x_1}{h} ds - \int_{x_2}^{x_1} \text{Cos hyp }^2 \frac{x}{h} dx \right);$$

$$\int_{x_2}^{x_1} \text{Cos hyp} \frac{x_1}{h} \cdot ds = \text{Cos hyp} \frac{x_1}{h} \int_{x_2}^{x_1} ds = \\ = \text{Cos hyp} \frac{x_1}{h} \cdot L.$$

$$\text{Długość cięgna} - L = \left| h \cdot \text{Sin hyp} \frac{x}{h} \right|_{x_2}^{x_1} = \\ = h \left(\text{Sin hyp} \frac{x_1}{h} - \text{Sin hyp} \frac{x_2}{h} \right) = \\ = 2h \text{Sin hyp} \frac{x_1 - x_2}{2h} \text{Cos hyp} \frac{x_1 + x_2}{2h} = \\ = 2h \text{Sin hyp} \frac{a}{2h} \text{Cos hyp} \frac{x_c}{h},$$

$\frac{x_1 + x_2}{2} = x^c$ — odcięta środka rozpiętości, będąca miarą asymetrii układu.

$$\int_{x_2}^{x_1} \text{Cos hyp}^2 \frac{x}{h} dx = \left| \frac{h}{4} \text{Sin hyp} \frac{2x}{h} \right|_{x_2}^{x_1} + \left| \frac{x}{2} \right|_{x_2}^{x_1} = \\ = \frac{h}{2} \text{Sin hyp} \frac{a}{h} \text{Cos hyp} \frac{2x_c}{h} + \frac{a}{2}.$$

$$I = m \frac{h}{2} \text{Cos} \alpha \left[2 \text{Cos hyp} \frac{x_1}{h} L - \right. \\ \left. - h \text{Sin hyp} \frac{a}{h} \text{Cos hyp} \frac{2x_c}{h} - a \right].$$

$$II = m \sin \alpha \int_{x_2}^{x_1} (x - x_1) \text{Cos hyp} \frac{x}{h} dx,$$

$$\int_{x_2}^{x_1} (x - x_1) d \left(h \text{Sin hyp} \frac{x}{h} \right) = \left| (x - x_1) h \text{Sin hyp} \frac{x}{h} \right|_{x_2}^{x_1} -$$

$$- \int_{x_2}^{x_1} h \text{Sin hyp} \frac{x}{h} dx = (x_1 - x_2) h \text{Sin hyp} \frac{x_1}{h} -$$

$$- h^2 \left(\text{Cos hyp} \frac{x_1}{h} - \text{Cos hyp} \frac{x_2}{h} \right) = ah \text{Sin hyp} \frac{x_2}{h} - hb,$$

gdzie $b = h \left(\text{Cos hyp} \frac{x_1}{h} - \text{Cos hyp} \frac{x_2}{h} \right)$ — przedstawia różnicę poziomów punktów zawieszenia.

$$II = mh \text{Sin} \alpha \left[a \text{Sin hyp} \frac{x_2}{h} - b \right].$$

$$M = m \frac{h}{2} \text{Cos} \alpha \left[\left| 2 \text{Cos hyp} \frac{x_1}{h} L - \right. \right.$$

$$\left. - h \text{Sin hyp} \frac{a}{h} \text{Cos hyp} \frac{2x_c}{h} - a \right] +$$

$$\left. + 2 \text{tang} \alpha \left[a \text{Sin hyp} \frac{x_2}{h} - b \right] \right]. \quad (8)$$

Podstawiając w tym wzorze: $\alpha = 0$, $x_1 = -x_2 = \frac{a}{2}$, $x_c = 0$ i $b = 0$, łatwo sprawdzić, że człon II-gi całkiem przepada, oraz że człon I-szy da wzór (2) otrzymany bezpośrednio dla zawieszenia symetrycznego.

Moment bezwładności.

$$J = \int_{x_2}^{x_1} m ds w^2 =$$

$$= \int_{x_2}^{x_1} m ds \cdot \left[(y_1 - y) - (x_1 - x) \text{tang} \alpha \right]^2 \text{Cos}^2 \alpha =$$

$$= m \text{Cos}^2 \alpha \int_{x_2}^{x_1} (y_1 - y)^2 ds +$$

$$+ m \text{Sin} 2\alpha \int_{x_2}^{x_1} (y_1 - y)(x - x_1) ds +$$

$$+ m \text{Sin}^2 \alpha \int_{x_2}^{x_1} (x - x_1)^2 ds = I' + II' + III'.$$

$$I' = mh^2 \text{Cos}^2 \alpha \left[\text{Cos hyp}^2 \frac{x_1}{h} \int_{x_2}^{x_1} \text{Cos hyp} \frac{x}{h} dx - \right. \\ \left. - 2 \text{Cos hyp} \frac{x_1}{h} \int_{x_2}^{x_1} \text{Cos hyp}^2 \frac{x}{h} dx + \int_{x_2}^{x_1} \text{Cos hyp}^3 \frac{x}{h} dx \right];$$

$$\text{Cos hyp}^2 \frac{x_1}{h} \int_{x_2}^{x_1} \text{Cos hyp} \frac{x}{h} dx =$$

$$= \text{Cos hyp}^2 \frac{x_1}{h} \left| h \text{Sin hyp} \frac{x}{h} \right|_{x_2}^{x_1} = \text{Cos hyp}^2 \frac{x_1}{h} L,$$

$$\text{Cos hyp} \frac{x_1}{h} \int_{x_2}^{x_1} 2 \text{Cos hyp}^2 \frac{x}{h} dx =$$

$$= \text{Cos hyp} \frac{x_1}{h} \left(h \text{Sin hyp} \frac{a}{h} \text{Cos hyp} \frac{2x_c}{h} + a \right),$$

$$\int_{x_2}^{x_1} \text{Cos hyp}^3 \frac{x}{h} dx = \int_{x_2}^{x_1} \text{Cos hyp} \frac{x}{h} \left(\text{Cos hyp} \frac{2x}{h} + 1 \right) \frac{dx}{2} =$$

$$= \frac{1}{4} \int_{x_2}^{x_1} \left(\text{Cos hyp} \frac{3x}{h} + \text{Cos hyp} \frac{x}{h} \right) dx +$$

$$+ \frac{1}{2} \int_{x_2}^{x_1} \text{Cos hyp} \frac{x}{h} dx = \frac{1}{4} \int_{x_2}^{x_1} \text{Cos hyp} \frac{3x}{h} +$$

$$\begin{aligned}
 & + \frac{3}{4} \int_{x_2}^{x_1} \text{Cos hyp} \frac{x}{h} dx = \\
 & = \frac{h}{6} \text{Sin hyp} \frac{3}{2} \frac{a}{h} \text{Cos hyp}^3 \frac{x_c}{h} + \frac{3}{4} L, \\
 I' & = m h^2 \text{Cos}^2 \alpha \left[\text{Cos hyp} \frac{x_1}{h} \left(\text{Cos hyp} \frac{x_1}{h} L - \right. \right. \\
 & \quad \left. \left. - h \text{Sin hyp} \frac{a}{h} \text{Cos hyp} \frac{2x_c}{h} - a \right) + \right. \\
 & \quad \left. + \frac{h}{6} \text{Sin hyp} \frac{3}{2} \frac{a}{h} \text{Cos hyp}^3 \frac{x_c}{h} + \frac{3}{4} L \right]. \quad (9)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 II' & = m h \text{Sin} 2\alpha \left[\text{Cos hyp} \frac{x_1}{h} \int_{x_2}^{x_1} (x-x_1) \text{Cos hyp} \frac{x}{h} dx - \right. \\
 & \quad \left. - \int_{x_2}^{x_1} (x-x_1) \text{Cos hyp}^2 \frac{x}{h} dx \right];
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \text{Cos hyp} \frac{x_1}{h} \int_{x_2}^{x_1} (x-x_1) \text{Cos hyp} \frac{x}{h} dx = \\
 & = h \text{Cos hyp} \frac{x_1}{h} \left(a \text{Sin hyp} \frac{x_2}{h} - b \right),
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \int_{x_2}^{x_1} (x-x_1) \text{Cos hyp}^2 \frac{x}{h} dx = \\
 & = \frac{1}{2} \int_{x_2}^{x_1} (x-x_1) \left(\text{Ccs hyp} \frac{2x}{h} + 1 \right) dx = \\
 & = \frac{1}{2} \int_{x_2}^{x_1} (x-x_1) \text{Cos hyp} \frac{2x}{h} + \frac{1}{2} \int_{x_2}^{x_1} (x-x_1) dx =
 \end{aligned}$$

$$= \frac{1}{2} \left[\frac{h}{2} (x-x_1) \text{Sin hyp} \frac{2x}{h} - \frac{h^2}{4} \text{Cos hyp} \frac{2x}{h} \right]_{x_2}^{x_1} +$$

$$\begin{aligned}
 & + \left[\frac{h}{4} (x-x_1)^2 \right]_{x_2}^{x_1} = \frac{h}{4} \left[a \text{Sin hyp} \frac{2x_2}{h} - \right. \\
 & \quad \left. - h \text{Sin hyp} \frac{a}{h} \text{Sin hyp} \frac{2x_c}{h} - \frac{a^2}{h} \right].
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 II' & = m h^2 \text{Sin} 2\alpha \left[\text{Cos hyp} \frac{x_1}{h} \left(a \text{Sin hyp} \frac{x_2}{h} - b \right) - \right. \\
 & \quad \left. - \frac{1}{4} \left(a \text{Sin hyp} \frac{2x_2}{h} - h \text{Sin hyp} \frac{a}{h} \text{Sin hyp} \frac{2x_c}{h} - \frac{a^2}{h} \right) \right] \quad (10)
 \end{aligned}$$

$$III' = m \text{Sin}^2 \alpha \int_{x_2}^{x_1} (x-x_1)^2 \text{Cos hyp} \frac{x}{h} dx;$$

$$\int_{x_2}^{x_1} (x-x_1)^2 \text{Cos hyp} \frac{x}{h} dx = \left[h (x-x_1)^2 \text{Sin hyp} \frac{x}{h} \right]_{x_2}^{x_1} -$$

$$\begin{aligned}
 & - 2h \int_{x_2}^{x_1} (x-x_1) \text{Sin hyp} \frac{x}{h} dx = \\
 & = -h (x_1-x_2)^2 \text{Sin hyp} \frac{x_2}{h} -
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & - 2h \left[h (x-x_1) \text{Cos hyp} \frac{x}{h} \right]_{x_2}^{x_1} + 2h \int_{x_2}^{x_1} h \text{Cos hyp} \frac{x}{h} dx = \\
 & = -h a^2 \text{Sin hyp} \frac{x_2}{h} - 2h^2 (x_1-x_2) \text{Cos hyp} \frac{x_2}{h} + 2h^2 L
 \end{aligned}$$

$$III = m h^2 \text{Sin}^2 \alpha \left[2L - 2a \text{Cos hyp} \frac{x_2}{h} - \frac{a^2}{h} \text{Sin hyp} \frac{x_2}{h} \right] \quad (11)$$

Otrzymane ściśle wzory nie dają ogólnego rozwiązania dla f , jak to ma miejsce dla zawieszenia symetrycznego. Układanie tabel względnie budowanie wykresów na podstawie tych wzorów nie może mieć znaczenia praktycznego, ponieważ wymaga zmuśnych obliczeń oraz posługiwania się dokładnymi tablicami funkcji hyperbolicznych. Założenie pewnych dozwolonych przybliżeń również nie wprowadza do wzorów tak znacznych uproszczeń, któreby mogły usprawiedliwić obniżenie otrzymywanej dokładności wyniku. Zestawienie danych, otrzymywanych drogą empiryczną, wskazuje natomiast na przydatność mniej skomplikowanego i dogodniejszego w obliczeniach wzoru (6) zawieszenia symetrycznego, — do zastąpienia ścisłych wzorów (8, 9, 10 i 11), odnoszących się do zawieszenia niesymetrycznego. W celu sprawdzenia tych wskazań wybieramy drogę następującą: dla konkretnego przypadku zawieszenia niesymetrycznego obliczamy wartość n (ilość wahnień w jednostkę czasu) za pomocą wzorów (8, 9, 10 i 11) i wstawiając ją do wzoru (6), obliczamy zwis, który porównujemy ze zwisem, wynikającym z przyjętych założeń.

Założenia:

$a = 100$ m, $h = 1000$ m, co przy miedzi twardej odpowiada naprężeniu — $p = g \times h = 0,0089 \times 1000 = 8,9$ kg/mm², m — masa jednostki długości cięgna, $x_c = 200$ m,

ponieważ $x_1 - x_2 = 100$ i $x_1 + x_2 = 2x_c = 400$, $x_1 = 150$ m i $x_2 = 250$ m.

$$\begin{aligned}
 \text{Długość cięgna } L & = 2h \text{Sin hyp} \frac{a}{2h} \text{Cos hyp} \frac{x_c}{h} = \\
 & = 2 \cdot 1000 \cdot 0,050\,020\,836 \cdot 1,020\,066\,755 = \\
 & = 102,049\,183\,782 \text{ m},
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 b & = 2h \text{Sin hyp} \frac{a}{2h} \text{Sin hyp} \frac{x_c}{h} = 2 \cdot 1000 \times \\
 & \times 0,050\,020\,836 \cdot 0,201\,336 = 20,14199 \text{ m},
 \end{aligned}$$

$$\text{tang} \alpha = \frac{b}{a} = 0,201\,42$$

Moment statyczny (wzór 8)

$$\begin{aligned}
 M & = m \cdot 500 \cdot 0,980\,311 \left[(2 \cdot 1,031\,413\,103 \cdot 102,049\,184 - \right. \\
 & \quad \left. - 1000 \cdot 0,100\,166\,750 \cdot 1,081\,072 - 100) + \right. \\
 & \quad \left. + 2 \cdot 0,201\,420 (100 \cdot 0,150\,563 - 20,14199) \right] =
 \end{aligned}$$

$$= m \cdot 500 \cdot 0,980\,311 [2,222\,224 - 2,048\,714] = 85,05 \text{ m}$$

Moment bezwładności (wzory 9, 10 i 11) — $J = I' + II' + III'$.

$$\begin{aligned}
 I^1 &= m \cdot 1000^2 \cdot 0,980311^2 [1,031413103(1,031413103 \times \\
 &\quad \times 102,04918378 - 1000 \cdot 0,100166750 \times \\
 &\quad \times 1,08107237181 - 100) + \frac{1000}{6} \cdot 0,150563133 \times \\
 &\quad \times 1,1854652182 + \frac{3}{4} \cdot 102,04918378] = m \cdot 1000^2 \times \\
 &\quad \times 0,9610096 [-106,269215664 + 29,747892880 + \\
 &\quad + 76,536887836] = m \cdot 1000^2 \cdot 0,9610096 \times \\
 &\quad \times 0,015565052 = 14\,958,165\,m. \\
 II^1 &= m \cdot 1000^2 \cdot 0,3871326 [1,031413103(100 \times \\
 &\quad \times 0,150563133 - 20,1419903) - \\
 &\quad - \frac{1}{4} (100 \cdot 0,3045202934 - 1000 \cdot 0,100166750 \times \\
 &\quad \times 0,4107523258 - \frac{100^2}{1000})] = \\
 &= m \cdot 1000^2 \cdot 0,3871326 [-5,245433895 + \\
 &\quad + 5,172924048] = -m \cdot 1000^2 \cdot 0,3871326 \times \\
 &\quad \times 0,072509847 = -28\,070,929\,m. \\
 III^1 &= m \cdot 1000^2 \cdot 0,197454^2 [2 \cdot 102,04918378 - \\
 &\quad - 2 \cdot 100 \cdot 1,0112711096 - \frac{100^2}{1000} \cdot 0,150563133] = \\
 &= m \cdot 1000^2 \cdot 0,038988 [204,098367564 - \\
 &\quad - 203,759853245] = \\
 &= m \cdot 1000^2 \cdot 0,038988 \cdot 0,338514319 = 13\,197,996\,m. \\
 J &= I^1 + II^1 + III^1 = 14\,958,165\,m + 13\,197,996\,m - \\
 &\quad - 28\,070,929\,m = 85,232\,m.
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 n &= \frac{60}{\pi} \sqrt{g \cdot \frac{M}{J} \cos \alpha}; \quad n^2 = \\
 &= \frac{60^2}{\pi^2} \left(981 \cdot \frac{85,05}{85,232} \cdot 0,980311 \right) = 3\,500,317.
 \end{aligned}$$

Znając wartość n , zwis obliczymy według wzoru (6)

$$f = \left(\frac{668,7}{n} \right)^2 \cdot k = \frac{668,7^2}{3500,317} \cdot 1,000054 = 127,75\,cm,$$

przy $\frac{a}{h} = \frac{100}{1000} = 0,1$, $k = 1,000054$.

Według danych założenia zwis

$$\begin{aligned}
 f &= h \left(\cos \operatorname{hyp} \frac{a}{2h} - 1 \right) \cos \operatorname{hyp} \frac{x_c}{h} = \\
 &= 1000 (1,00125026 - 1) \cdot 1,020067 = 127,53\,cm.
 \end{aligned}$$

Obliczenie zwisu zawieszenia niesymetrycznego według wzoru (6) wyprowadzonego dla zawieszenia symetrycznego daje odchylenie

$$\frac{127,75 - 127,53}{127,53} \cdot 100 = 0,17\%$$

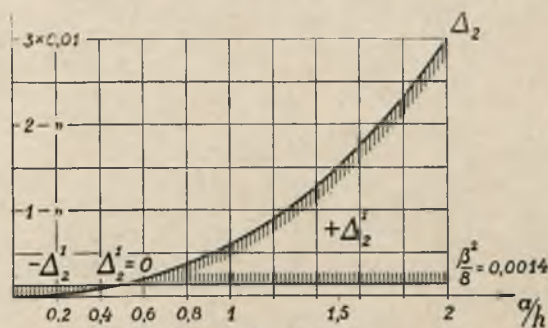
W praktyce napowietrznych linii elektrycznych, poza nielicznymi wyjątkami, różnice poziomów sąsiednich punktów zawieszenia nie przekraczają granicy, określonej przez $\tan \alpha = \frac{b}{a} = 0,25$.

Obliczenia, wykonywane w obszernej skali założeń dla parametru i rozpiętości, dają przy $\tan \alpha \ll 0,25$ wyniki odpowiedniej dla praktyki dokładności, jeżeli zamiast skomplikowanych wzorów na zawieszenia niesymetryczne użyjemy znacznie prostszego wzoru na zawieszenia symetryczne.

Stąd wynika, że w praktyce linii elektrycznych wzorowi (6) na zawieszenia symetryczne na-

dać można znaczenie ogólniejsze, rozciągając zakres jego zastosowania również na zawieszania niesymetryczne.

Pomiar zwisu metodą wahadłową wykonywują dwie osoby. Czynności mają przytem zazwyczaj przebieg następujący. Pomocnik, najczęściej robotnik, wchodzi na słup i w celu wprawienia przewodu w ruch ujmuje go w palce w odległości około 30 do 50 cm od miejsca zamocowania na izolatorze. Lekkim ciśnieniem bocznym przewód wyprowadza się ze stanu spoczynku. Przewodowi pozostawia się swobodę w wykonywaniu ruchu, — śledzi się go jednak i w takt wahań powtarza się nacisk. Czynności te wykonywać należy ostrożnie i cierpliwie, a w każdym razie — unikać gwałtownego oddziaływania na przewód, ponieważ pojawiające się przytem falowanie może niepotrzebnie przedłużyć okres rozruchu. Wahania powinny być zupełnie widoczne. Jednak z powiększeniem amplitudy nie należy iść dalej ponad 8° — 10° , jeżeli przestaje się tylko na liczbach otrzymywanych z tabeli. W przypadku zwisów większych pożądane jest, by amplituda odpowiadała najkorzystniejszemu warunkom pomiaru. Wszystkie części przewodu podczas ruchu ustalonego powinny się znajdować w jednej wspólnej płaszczyźnie. Po stwierdzeniu regularnego ruchu ustalonego rozpoczynają się właściwe czynności pomiarowe.



Rys. 3.

Robotnik na słupie liczy głośno następujące po sobie wahania. Prowadzący pomiar śledzi wskazówkę sekundomierza, notując numer wahańca na początku i końcu okresu pomiarowego. Przy zwisach małych liczy się zazwyczaj pełne wahańca, przy większych zwisach dogodniej bywa liczyć wahańca półokresowe. Posługiwać się należy sprawdzonym, dokładnym sekundomierzem. Długość okresu pomiarowego wynosi od jednej do kilku minut, a wybiera się zależnie od długości zwisu. Im większy jest zwis, tem dłużej należy prowadzić obserwacje dla osiągnięcia należytego stopnia dokładności pomiaru. Przy zawieszaniach niesymetrycznych rozruch odbywa się z niżej położonego punktu wsporczego.

Przystępując do pomiaru powinno się pamiętać, że wyprowadzone wzory dotyczą przewodów, zawieszonych na izolatorach stojących, względnie na innych stałych punktach wsporczych.

Metoda wahadłowa znajduje zastosowanie tak podczas budowy, jak i bieżącej kontroli, — przyczem w sieciach napięcia niskiego oraz prądów słabych, pomiary mogą być wykonywane podczas pracy sieci. Do zalet metody tej należą — prostota czynności pomiarowych, wysoka wartość techniczna oraz wygoda, wynikająca z tego, że jest

potrzebny jeden tylko mały przyrząd pomiarowy—miernik czasu, wreszcie możliwość posługiwania się nią przez zwyczajny personel montażowy względnie dozorczy. Stroną ujemną metody jest wrażliwość na wiatr względnie na inne zewnętrzne przy czyny, mogące powodować wahania wymuszone

Mając na względzie cele praktyczne, przytoczono poniżej tabele zwisów (pierwszego przybliżenia) oraz współczynnika poprawkowego, przy czym— n oznacza ilość wachnięć półokresowych na $1'$ (liczyć odchylenia przewodu w jedną i drugą stronę) f — zwis w centymetrach.

n	f	n	f	n	f	n	f	n	f
160	17,0	102	43,0	64,5	107,5	43	242	21,5	967,5
158	18,0	101	43,8	64	109	42,5	247,5	21	1014
156	18,4	100	44,7	63,5	111	42	253,5	20,5	1064
154	18,8	99	45,6	63	112,5	41,5	259,5	20	1118
152	19,3	98	46,6	62,5	114,5	41	266	19,75	1146
150	19,9	97	47,5	62	116,5	40,5	272,5	19,5	1176
148	20,4	96	48,5	61,5	118	40	279,5	19,25	1207
146	21,0	95	49,5	61	120	39,5	286,5	19	1239
144	21,6	94	50,6	60,5	122	39	294	18,75	1272
142	22,2	93	51,7	60	124	38,5	301,5	18,5	1307
140	22,8	92	52,8	59,5	126,5	38	309,5	18,25	1343
138	23,5	91	54,0	59	128,5	37,5	318	18	1380
136	24,2	90	55,2	58,5	130,5	37	326,5	17,75	1419
134	24,9	89	56,4	58	133	36,5	335,5	17,5	1460
132	25,7	88	57,7	57,5	135	36	345	17,25	1503
130	26,5	87	59,0	57	137,5	35,5	355	17	1547
129	26,9	86	60,4	56,5	140	35	365	16,75	1594
128	27,3	85	61,9	56	142,5	34,5	375,5	16,5	1642
127	27,8	84	63,4	55,5	145	34	387	16,25	1693
126	28,2	83	64,9	55	148	33,5	398,5	16	1747
125	28,6	82	66,5	54,5	150,5	33	410,5	15,75	1803
124	29,1	81	68,1	54	153,5	32,5	423,5	15,5	1861
123	29,6	80	69,9	53,5	156	32	436,5	15,25	1923
122	30,0	79	71,6	53	159	31,5	450,5	15	1987
121	30,5	78	73,5	52,5	162	31	465,5	14,75	2055
120	31,0	77	75,4	52	165,5	30,5	480,5	14,5	2127
119	31,6	76	77,4	51,5	168,5	30	497	14,25	2202
118	32,1	75	79,5	51	172	29,5	514	14	2281
117	32,7	74	81,6	50,5	175,5	29	531,5	13,75	2365
116	33,2	73	83,9	50	179	28,5	550,5	13,5	2454
115	33,8	72	86,2	49,5	182,5	28	570,5	13,25	2547
114	34,4	71	88,7	49	186	27,5	591,5	13	2646
113	35,0	70	91,2	48,5	190	27	613,5	12,75	2751
112	35,6	69,5	92,6	48	194	26,5	637	12,5	2862
111	36,3	69	93,9	47,5	198	26	661,5	12,25	2980
110	37,0	68,5	95,3	47	202,5	25,5	687,5	12	3105
109	37,6	68	96,7	46,5	207	25	715,5	11,75	3239
108	38,3	67,5	98,1	46	211,5	24,5	745	11,5	3381
107	39,0	67	99,6	45,5	216	24	776,5	11,25	3533
106	39,8	66,5	101,1	45	221	23,5	809,5	11	3696
105	40,6	66	102,5	44,5	226	23	845,5	10,75	3869
104	41,3	65,5	104	44	231	22,5	883,5	10,5	4056
103	42,1	65	106	43,5	236,5	22	924	10,25	4256
								10	4472

$\frac{a}{h}$	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1	1,5	2
Spółczynnik poprawkowy k_2	1,000 054	1,0 002	1,00 087	1,002	1,0 036	1,006	1,015	1,03
Poprawka Δ_2 w %	0,0 054	0,02	0,087	0,2	0,36	0,6	1,5	3

Amplituda najkorzystniejszego pomiaru — $\alpha_n = \sqrt{8 \cdot \Delta_2}$, $\Delta_2 = (k_2 - 1)$.

ROZRUCH SILNIKÓW KLATKOWYCH PRZY ZASTOSOWANIU SPRZĘGIEŁ CIERNYCH

Jan Gize, inżynier elektryk

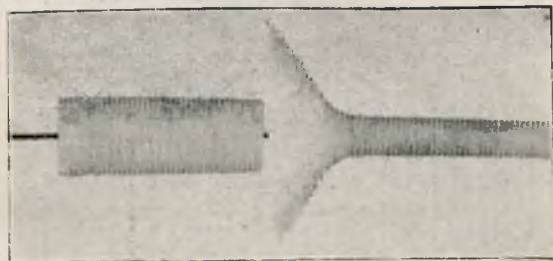
Prosty w zasadzie silnik indukcyjny przez dodanie urządzenia rozruchowego w postaci pierścieni ślizgowych, szczotek, zwieracza oraz rozrusznika staje się już całą instalacją, skomplikowaną w budowie, obsłudze i utrzymaniu. Nic więc dziwnego, że elektrotechnika od zarania istnienia silnika indukcyjnego uparcie zmagą się z zagadnieniem jego rozruchu przez włączanie bezpośrednie na sieć. W ostatnich latach znowu, między innymi, odżyła sprawa rozruchu silników klatkowych przy



Rys. 1.

zastosowaniu sprzęgieł ciernych. Sam bowiem przełącznik z gwiazdy w trójkąt pozwala zredukować podskoki prądu rozruchowego tylko w wypadkach rozruchu luzem lub przy nieznacznym obciążeniu (rys. 1). Przy zbyt pośpiesznym włączaniu, co zawsze prawie ma miejsce przy słabo wyszkolonej obsłudze, wpływ obecności przełącznika gwiazda / trójkąt znika zupełnie i podskoki prądu przy przełączaniu na trójkąt są znaczne (p. rys. 2).

Próby stosowania sprzęgieł ciernych do rozruchu silników klatkowych znane są oddawna. Właściwie już luźne koło pasowe, pozwalając na rozruch silnika luzem, a więc przy obniżonym napięciu, umożliwia obniżenie podskoków prądu; w połączeniu zatem czy to z przełącznikiem gwia-



Rys. 2.

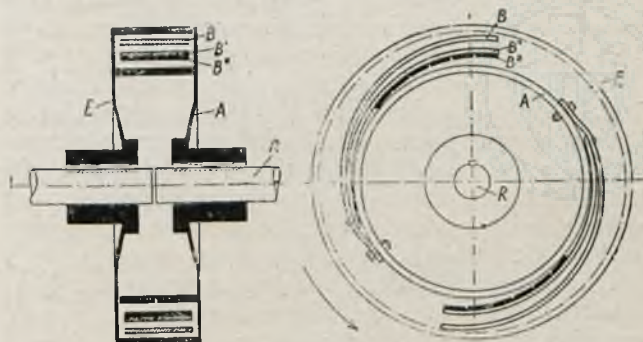
zda/trójkąt, czy też z transformatorem (zazwyczaj auto-) mogłoby być uważane za rozwiązanie sprawy rozruchu silników klatkowych. Przeciwnie stosowaniu jednak luźnych kół pasowych przemawia okoliczność, że zatrzymanie silnika bez uprzedniego przesunięcia pasa na luźne koło spowoduje duże trudności przy ponownym uruchomieniu silnika.

Dla wypadków napędu bezpośredniego (bez pasa) analogicznym rozwiązaniem jest sprzęgło

złączane ręcznie. Z powodu trudności przy obsłudze oraz komplikacji budowy i wysokiej ceny, rozwiązanie to nigdzie nie znalazło szerszego zastosowania.

Pozostaje zatem sprzęgło, włączane automatycznie, pod działaniem urządzenia odśrodkowego.

Możliwość stosowania takich sprzęgieł ciernych do rozruchu silników klatkowych była również studiowana od szeregu lat przez kilka firm niemieckich, do czego nakłaniały niezaprzeczone zalety tego systemu. Na czoło wysuwa się tu właściwość, iż metoda ta pozwala na rozruch przy wysokich wartościach momentu, aż do momentu maksymalnego. Prąd rozruchu właściwego jest przytem niski, osobiście przy konstrukcji, opracowanej przez inżyniera bawarskiego K. Obermosera (p. niżej). Użyliśmy tu powiedzenia „rozruch właściwy” — bowiem przy zastosowaniu sprzęgieł ciernych rozruch silnika rozpada się na dwa etapy: 1-o rozruch mas przed sprzęgłem, a więc masy



Rys. 3.

Schematyczny rysunek sprzęgła.

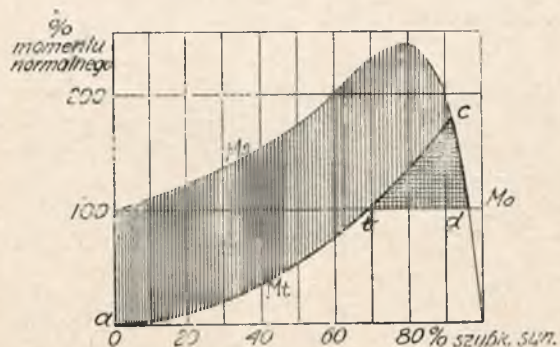
- R — wał wirnika,
- A — część napędzająca sprzęgła,
- E — część napędzana sprzęgła,
- B i B' — rzemienie,
- B'' — paski blachy (ciężarki).

wirnika i ciężarków urządzenia odśrodkowego, i 2-o rozruch mas za sprzęgłem, czyli rozruch właściwy.

Rozpatrzmy przebieg zjawisk przy rozruchu za pomocą zwykłego sprzęgła ciernego, jakie wskazane na rys. 3 (działanie sprzęgła dostatecznie wyjaśniają napisy na rysunku). Moment tarcia, wytwarzanego przez elementy cierne takiego sprzęgła, jest funkcją paraboliczną szybkości (jeżeli pominiemy zmienność współczynnika tarcia); na rys. 4 przedstawia go krzywa M_1 . Krzywa M_2 na tym samym rysunku przedstawia przebieg momentu silnika indukcyjnego zwartego, krzywa zaś M_3 — przebieg momentu obciążenia, pokonywanego przez silnik, — wszyskie w funkcji szybkości.

Po włączeniu silnika niesprężony z masami przyspieszanymi wirnik rusza sam, pociągając za sobą tylko ciężarki urządzenia odśrodkowego.

Z rosnącą szybkością zjawia się obciążenie wciąż wzrastającym momentem tarcia w urządzeniu odśrodkowym. Na przyspieszenie mas wirnika zostaje zatem różnica momentów M_s i M_t , wyrażana odcinkami rzędnych pola zakreskowanego. Aż do

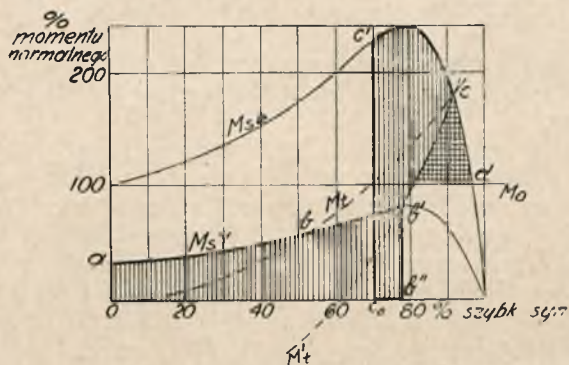


Rys. 4.

Rozruch silnika za sprężem ciernym bez przełącznika.

p. b przyspieszenie otrzymują tylko masy przed sprężem, gdyż moment tarcia M_t wciąż jeszcze pozostaje niższym od momentu obciążenia M_0 . W p. b zaczyna się przewaga momentu tarcia nad momentem obciążenia, powodując przyspieszenie mas za sprężem. Wartości momentu przyspieszającego dla tych mas wyrażają odcinki rzędnych pola zakratkowanego (bcd). Jednocześnie trwa dalsze przyspieszanie masy wirnika aż do p. c, gdzie przestaje on już otrzymywać dalsze przyspieszenie, dopóty, aż masy za sprężem osiągną tę samą szybkość, jaką już posiada wirnik. Gdy to nastąpi, wtedy całość mas przyspieszanych (przed i za sprężem) otrzymuje dalsze przyspieszenie według zwykłej już krzywej momentu silnika indukcyjnego aż do p. d, gdy moment oporów równoważy już moment silnika. Z powyższego widać, że, tak jak powiedziano na wstępie, właściwy rozruch mas za sprężem odbywa się przy wysokim momencie i niskim stosunkowo prądzie — w p. c, przebieg bowiem bc może być nie brany pod uwagę, jako krótkotrwały.

W rozważaniu powyższym przyjęliśmy, że silnik został włączony wprost na sieć. Ze względu na zakłócenia w sieci włączanie takie nie zawsze byłoby dopuszczalne. Celem obniżenia początkowego uderzenia prądu stosuje się tu przełącznik



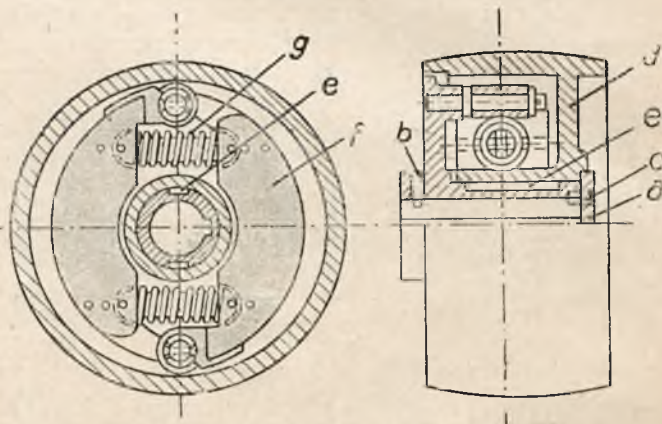
Rys. 5.

Rozruch silnika ze sprężem ciernym i przełącznikiem.

z gwiazdy na trójkąt. Rozruch silnika ze sprężem ciernym i przełącznikiem z gwiazdy na trójkąt rozpatrzony jest na rys. 5-ym.

Sprężę jednak typu, jaki pokazany jest na

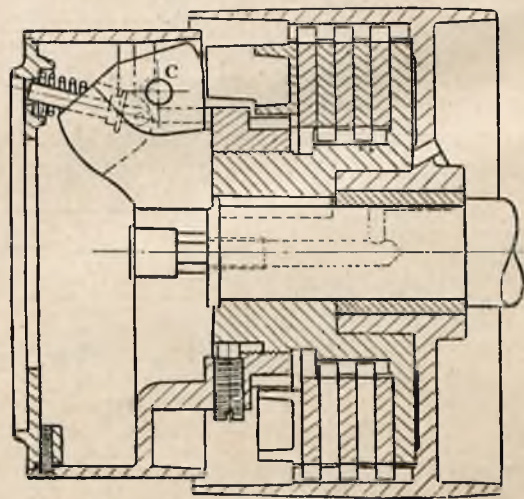
rys. 3, pozwalałoby nam osiągnąć na gwiazdzie za ledwie 50% szybkości synchronicznej (p. b) lub nawet mniej, gdyż podczas przełączania następuje jeszcze spadek szybkości. Prąd więc przy włączeniu na trójkąt byłby jeszcze znaczny (4-krotny, a nawet większy). Można cokolwiek poprawić te warunki, podwyższając szybkość końcową na połączeniu w gwiazdę, przez dodanie w urządzeniu odśrodkowym sprężyn, wytwarzających początkowy naciąg przeciwny sile odśrodkowej. Wówczas krzywa momentu tarcia przyjąłaby kształt M_t' . Sprężę tego typu podane jest na rys. 6-ym. I tu jednak, jak widzimy, przełączanie na trójkąt zachodzi przy znacznym prądzie (około maksymalnej wartości momentu).



Rys. 6.

Sprężę z naciągiem początkowym, przeciwnym sile odśrodkowej.

Sprężę, pokazane na rys. 7, pozwala już doprowadzić szybkość na gwiazdzie do 93% szybkości synchronicznej. Osiąga się to dzięki temu, że z trzech ciężarków jeden tylko jest wyregulowany



Rys. 7.

na mniejszy naciąg sprężyny, tak, iż wcześniej powoduje on sprężenie cierne aczkolwiek tylko częściowe; dwa pozostałe włączają się dopiero po przełączeniu na trójkąt. Regulacja ta jest jednak dość czuła i kapryśna, wobec czego działanie spręża nie jest pewne.

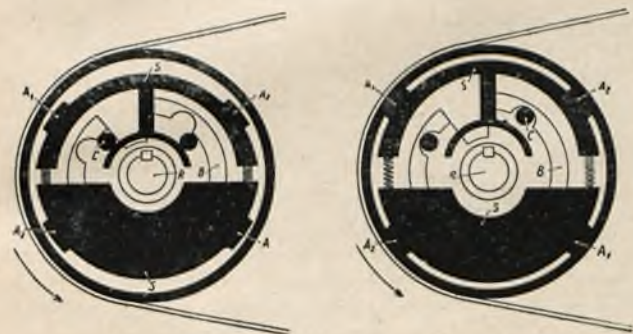
Idealnym byłoby dopiero takie rozwiązanie, przy którym rozruch i bieg na gwiazdzie odbywałyby się całkowicie bez sprężenia ciernego, a więc zupełnie luzem; sprężenie to natomiast zaczynało-

by występować od razu w całej pełni po przełączeniu na trójkąt. Zagadnienie skonstruowania takiego urządzenia postawił sobie wspomniany wyżej K. Obermoser. Siedmioletnie jego wysiłki nad rozwiązaniem tego zagadnienia zostały uwieńczone zupełnym powodzeniem.

Zasadę działania tego sprzęgła wyjaśnia schematyczny rysunek 8. Część B związana jest sztywno z wałem i przy ruszaniu pociąga za sobą ciężarki A. Powoduje to odrzucenie wałeczków C wstecz i zaryglowanie ciężarków A, tak, iż rozwijająca się szybkość nie może spowodować ich odśrodkowego przesunięcia. Stan taki trwa przez cały czas pracy na gwiazdzie. Po przełączeniu na trójkąt powstaje w obwodzie pierwotnym, jak przy każdym włączaniu, zakłócenie prądowe, którego

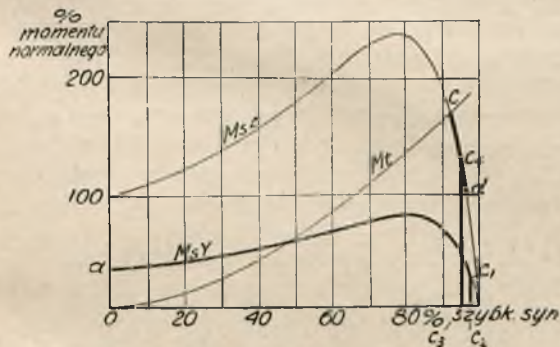
momencie i niskim stosunkowo prądzie. Gdy szybkość mas za sprzęgłem zrówna się z szybkością wirnika w p. c, wówczas całość mas podnosi jeszcze swą szybkość, powracając do p. d, gdzie moment wirnika równoważy moment obciążenia.

System ten zupełnie zatem wyklucza powstawanie jakichkolwiek większych zakłóceń w obwodzie i technicznie biorąc, może być uważany za



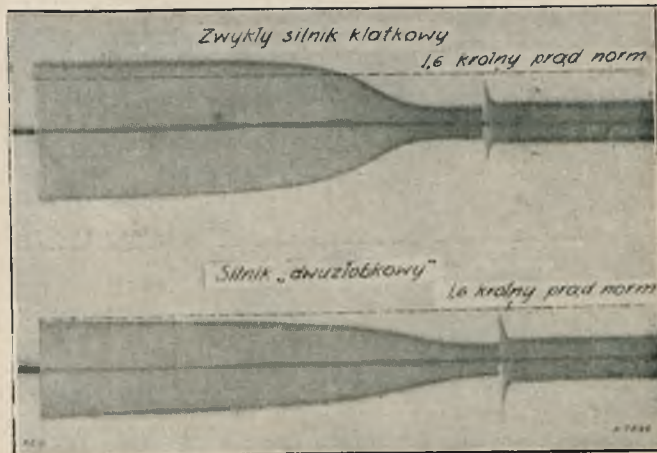
Rys. 8.
Sprzęgło K. Obermosera.

składowa stała wytwarza stały w przestrzeni (jednokierunkowy) strumień magnetyczny o przebiegu eksponencjalnym w czasie. Poruszający się z dużą szybkością w polu tego strumienia wirnik zostaje hamującym jego działaniem odrzucony przeciw biegowi, pociągając za sobą rolki C, tak, iż te ostatnie natrafiają na wycięcia cylindryczne w części B. Siła odśrodkowa odrzuca wówczas ciężarki A ku obwodowi koła i powoduje sprzężenie cierne z masami za sprzęgłem. Na wykresie momentów (rys. 9) przebieg ten zaznaczony jest linią c_1, c_2, c_3, c_4, c . Przy przełączaniu na trójkąt spadek



Rys. 9.

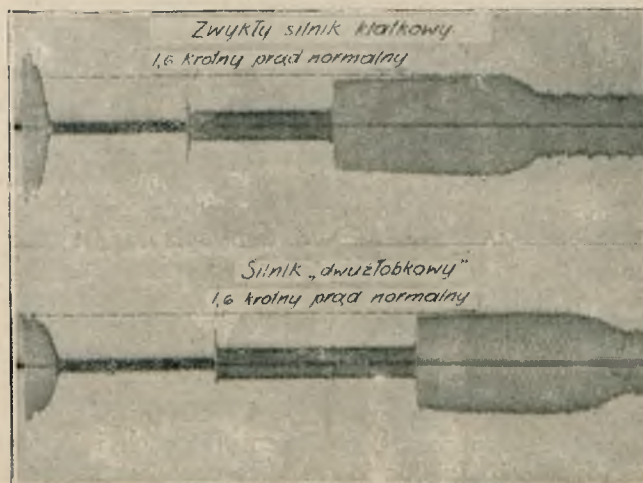
Rozruch silnika ze sprzęgłem Obermosera. szybkości c_2, c_3 jest niewielki, bowiem wirnik biegnie tu jeszcze zupełnie luzem. Sprężenie następuje dopiero po włączeniu prądu na trójkącie, w p. c_4 . Moment tarcia, jaki występuje wtedy, osiąga od razu wartość znacznie większą od momentu wirnika w p. c_4 , tak iż wirnik zostaje przyhamowany do p. c, gdy moment silnika staje się równym momentowi tarcia. Cały zatem prawie rozruch mas za sprzęgłem odbywa się w p. c, a więc przy dużym



Rys. 10.
Prąd rozruchu zwykłego silnika klatkowego oraz silnika dwuzłobkowego przy połowie obciążenia (z przełącznikiem gwiazda/trójkąt bez sprzęgła).

rozwiązanie sprawy rozruchu silników klatkowych o niewielkich mocach i przy dużych szybkościach (1500 i 1000 obr/min). Sprzęgło systemu Obermosera znane jest na rynku pod nazwą „Albo”. Cena jego jest jednak dość wysoka i przytem jak w każdym zresztą sprzęgle odśrodkowym, dla tej samej mocy wzrasta znacznie przy niższych obrotach. Moc bowiem, jaką można przesyłać za pomocą sprzęgła cierne, maleje wraz z trzecią potęgą obrotów, (moment sam już maleje z drugą potęgą obrotów, jako zależny od siły odśrodkowej).

Podajemy tu jeszcze kilka oscylogramów rozruchu silników klatkowego zwykłego i „dwuzłobkowego”, którego moment rozruchowy podwyższony jest w sposób taki, jak w silniku dwuklatkowym.



Rys. 11.
Prąd rozruchu zwykłego silnika klatkowego oraz silnika dwuzłobkowego przy pełnym obciążeniu przy zastosowaniu sprzęgła cierne „Albo” wraz z przełącznikiem gwiazda/trójkąt.

Oscylogramy te dowodzą, że gdy bez sprzęgła (rys. 10) znośne warunki rozruchu można osiągnąć zaledwie dla połowy obciążenia, to ze sprzęgłem (rys. 11) otrzymujemy je i przy pełnym obciążeniu. Ponadto widać, że przy sprzęgle czas trwania rozruchu na gwieździe jest bardzo krótki ponieważ silnik rusza tu luzem (sam wirnik). Po przełączeniu na trójkąt silnik biegnie jeszcze czas pewien luzem, zanim ciężarki zdołają wywołać sprzężenie cierne.

Przez połączenie silnika dwuklatkowego (wzgl.

dwuzłobkowego) z przełącznikiem gwiazda / trójkąt oraz ulepszonym sprzęgłem ciernym (zabezpieczającym rozruch luzem na gwieździe) próbują niemiecy rozwiązania sprawy rozruchu silników klatkowych i zmieszczenia prądu rozruchu w granicach przepisów niemieckich. Pomijając szereg nowych komplikacji, jakie wprowadza to rozwiązanie, należy zaznaczyć, że układ ten da się stosować do silników szybkobieżnych i przy niewielkich mocach.

W SPRAWIE ELEKTRYFIKACJI POLSKI

Kazimierz Gayczak, Inżynier-elektryk

W numerze 10-ym czasopisma „Technika Ciepła” p. inż. Jan Obrąpalski ogłosił pod tytułem „Kilka uwag w sprawie elektryfikacji Polski” bardzo interesujące cyfry, dotyczące obecnego stanu elektryfikacji wszystkich trzech zagłębi polskich, a więc zagłębia górnośląskiego, dąbrowskiego i krakowskiego, i wysnuł na podstawie tych cyfr wnioski co do możliwości przesyłania prądu elektrycznego z tych zagłębi do głównych ośrodków Państwa, to jest do Warszawy i do Łodzi. Autorowi należy się pełne uznanie za poruszenie tej sprawy, a miło mi wypowiedzieć to uznanie dlatego, że sam wygłosiłem o niej referat na pierwszym Zjeździe Elektrotechników Polskich w roku 1919, szkicując wtedy kierunek, w jakim powinny być przeprowadzone pertraktacje z poszczególnymi kopalniami, jako dostawcami, a elektrowniami, jako odbiorcami prądu. Pan inż. Obrąpalski potraktował całe zagadnienie cyfrowo, posługując się wzorami, opracowanymi przez profesora Klingenberga w jego ostatnim dziele o budowie wielkich elektrowni.

Sprawa przesyłania energii z elektrowni kopalnianych jest oczywiście dziś coraz więcej aktualna i można się odnosić do niej z pewnym optymizmem, skoro zajął się nią p. inż. Obrąpalski, znający wysmienicie sfery kopalniane. Niestety potraktował on ją z punktu widzenia interesów kopalni i z tego też powodu jego wywody wymagają pewnych poprawek. Przedtem jednak podam krótką treść dość obszernego artykułu.

Szanowny autor podkreśla słusznie, że przemysł węglowy jest największym wytwórcą i spożywcą energii elektrycznej, jak również jest on jednocześnie i największym odbiorcą przemysłu elektrycznego. Świadczą o tem cyfry, dotyczące mocy i spożycia energii elektrycznej, wynoszące w roku 1923 w trzech zagłębiach 266 698 kW wzgl. 551 690 050 kWh. Spółczynnik wyzyskania elektrowni wynosi zatem 0,236, co odpowiada 2060 godzinom rocznego wyzyskania elektrowni. Dalej autor wymienia moce zainstalowane w pompach, wyciągach, sprzężarkach wentylatorach i innych urządzeniach, dzieląc je na moce parowe i na moce elektryczne. Okazuje się, że w zagłębiu polskim jest zainstalowanych urządzeń z napędem elektrycznym o mocy 405 162 KM, a urządzeń z napędem mechanicznym o mocy 253 474 KM. Z tego zestawienia autor wyciąga słuszne wnioski co do

pojemności rynku elektrycznego w kopalnictwie węglowym i jest zdania, że urządzenia z napędem mechanicznym będą musiały być wkrótce zastąpione urządzeniami z napędem elektrycznym. Przemysł elektrotechniczny ma więc duże pole do działań akwizycyjnych, przyczem należy zwrócić uwagę, że dochodzi jeszcze wymiana silników zmieszanych których ilość autor określa na 1 do 2% rocznie. Zdaje mi się, że twierdzenie to jest trochę za ostrożne, gdyż wynikałoby z niego, że średni okres pracy silników elektrycznych wynosi od 50 do 100 lat. Przypuszczać raczej należy, że okres pracy nie jest dłuższy, niż 20 do 25 lat, i dlatego należy się liczyć z coroczną wymianą silników, których moc wyniesie 4 do 5% mocy obecnie zainstalowanej.

W dalszym ciągu p. inż. Obrąpalski podaje sposób pokrycia zapotrzebowania prądu przez kopalnie i charakter pracy elektrowni kopalnianych, z czego wyciąga wnioski, że już obecnie zcentralizowanie wytwarzania energii elektrycznej posunęło się dość daleko, ponieważ 55 kopalni brało prąd z zewnątrz a w tem 28 kopalni z elektrowni okręgowej w Chorzowie, oraz że 15 elektrowni kopalnianych pracowało lub mogło pracować równolegle z innymi elektrowniami.

W tem miejscu autor przechodzi do właściwego tematu swej pracy, który w następstwie rozwija szczegółowo, podając warunki, na podstawie których jest możliwe przesyłanie energii elektrycznej z Zagłębia do Łodzi i do Warszawy.

Moc, zainstalowana w elektrowniach kopalnianych o mocy powyżej 5000 kW wynosi według inż. Okrątańskiego 451 000 kW w generatorach, 398 000 kW w kotłach, 363 000 kW w urządzeniach wodnych gdy tymczasem suma wszystkich obciążeń szczytowych wynosi tylko 221 000 kW. Jeżeli się nie uwzględni urządzeń starszych, mniej zdalnych do normalnego i pewnego ruchu, cyfra powyższa obniży się i wyniesie 340 000 kW w generatorach a 300 000 kW w kotłach; urządzenia wodne są w dobrym stanie, gdyż w dotyczącej cyfrze autor żadnych skreśleń nie dokonał. Z cyfr tych wynika, że gdyby na terenie zagłębia węglowego wprowadzić wspólna gospodarke elektryczną można by bez wydatków inwestycyjnych zwolnić moc 80 000 kW. Przypuszczam, że autor nie uwzględnił przytem tego momentu, że cyfra 221 000 kW

obecnego obciążenia jest sumą wszystkich szczytów, i że w razie wspólnej gospodarki elektrycznej suma tych szczytów będzie mniejsza, to znaczy, że będzie można zwolnić moc większą, niż 80 000 kW.

Cyfry podane przedstawiają stan rzeczy z 1927 r. W obecnym roku 1928 dochodzi jeszcze budowa nowej elektrowni w Łaziskach Górnych o mocy 56 000 kW, której obciążenie wyniesie narazie prawdopodobnie 28 000 kW. Cyfry powyższe są szczegółowo zestawione w kilku tablicach, jak również przedstawiony jest rozwój mocy elektrowni od roku 1905 w sposób graficzny. Jak już wyżej wspominałem, materiał ten ma wysoką wartość praktyczną, gdyż znakomicie ułatwia dalsze prace nad powołaniem do życia zrzeczenia elektrowni kopalnianych. O obecnym stanie elektryfikacji wyraża się autor, że sytuacja dojrzała w zupełności do stworzenia linii dalekonośnej międzydzielnicowej, do podziału ról przy pokrywaniu obciążeń podstawowych i szczytów i do utrzymywania wspólnych rezerw, oraz zapowiada, że projekty te zapewne urzeczywistnią się w czasie od 2 do 3 lat.

Następnie autor zajmuje się odbiorcami prądu, a więc Warszawą i Łodzią, i podaje, że w tymże samym czasie, t. j. za 2 do 3 lat wyniesie normalne zapotrzebowanie mocy podstawowej 18 000 kW, w Warszawie jak i Łodzi, a więc razem 36 000

kW, a po doliczeniu do tego zapotrzebowania mocy tramwajowej, zapotrzebowanie mocy podstawowej wyniesie okragło 40 000 kW, oraz że moc szczytowa wyniesie w Warszawie 25 000 kW, a w Łodzi 16 000 kW. Autor proponuje, aby pokrycie zapotrzebowania podstawowego nastąpiło bezpośrednio z Zagłębia za pomocą linii dalekonośnej i oblicza, że ta moc podstawowa wyzyskana będzie przez 5500 godzin rocznie, że zatem zużycie energii wyniesie 220 000 000 kWh rocznie.

Przechodząc dalej do obliczenia kosztów produkcji prądu o charakterze mocy podstawowej, p. inż. Obrąpalski posługuje się metodą prof. Klingenberga i oznajmia, że pomiędzy kosztem 1 kWh, wytworzonej w dużej elektrowni w Warszawie i w dużej elektrowni na kopalni, istnieje różnica ok. 1,5 gr. przy cenie mialu 11 złt, i ok. 2,0 gr. przy cenie mialu 5 złt, oraz, że pomiędzy kosztem i kWh, wytwarzanej na kopalniach w elektrowni dużej i małej, istnieje różnica ok. 1,5 gr. Porównanie to ma oczywiście zasadnicze znaczenie, ponieważ na różnicy kosztów oparta jest rentowność linii przesyłowej z Zagłębia do Warszawy. Przeprowadziłem z tego powodu ściślejsze obliczenie, posługując się wzorami i cyframi inż. Obrąpalskiego i podaje poniżej w tabeli dokładne obliczenie kosztu 1 kWh w różnych wypadkach.

Nr.	Polozenie elektr.	Moc użytkowa elektrowni	Koszt 1 kW mocy	Spółcz. wyzysk.	Ilość godz. wyzyskania	Wart. cieplna mialu	Popr. sprawności kotłów	Spółczyn. wyzyskania godz. masz	Cena za 1000 kcal.	Koszt 1 kWh
		kW	zł.	n	h	kcal	k	f	gr	gr.
1	Warsz.	20 000	650	0,628	5 500	6 000	1,00	0,7	0,462	4,70
2	Warsz.	20 000	650	0,628	5 500	5 000	1,02	0,7	0,42	4,54
3	Zagłęb.	6 000	900	0,628	5 500	6 000	1,00	0,7	0,184	4,60
4	Zagłęb.	6 000	900	0,628	5 500	5 000	1,02	0,7	0,1	4,08
5	Zagłęb.	20 000	650	0,628	5 500	6 000	1,00	0,7	0,184	3,37
6	Zagłęb.	20 000	650	0,628	5 500	5 000	1,02	0,7	0,1	2,97
7	Zagłęb.	20 000	650	0,685	6 000	6 000	1,00	0,7	0,184	3,14
8	Zagłęb.	20 000	650	0,685	6 000	5 000	1,02	0,7	0,1	2,76

Różnica między kosztem 1 kWh, wytworzonej w Warszawie a kosztem w Zagłębiu, ma służyć na pokrycie kosztu transportu energii. Według mego obliczenia różnica między kosztem 1 kWh, wyprodukowanej w elektrowni w Warszawie (1 lub 2), i kosztem 1 kWh, wyprodukowanej na kopalni (3 lub 4) wynosi 0,10 gr. lub 0,46 gr. Takie porównanie odpowiada dzisiejszemu stanowi rzeczy, to znaczy, że cena prądu, wytwarzanego w kilkunastu małych elektrowniach kopalnianych, które muszą być jeszcze złączone w kooperatywę wytwórczą, musi konkurować z ceną prądu, wytwarzanego w Warszawie lub w Łodzi w dużej elektrowni. Widzimy zatem, że różnica jest prawie żadna i na niej nie można opierać nadziei co do rychłej budowy linii przesyłowej. Gdyby natomiast wybudowano nową dużą elektrownię w Zagłębiu, wtedy koszt 1 kWh spadnie, a różnica wyniesie 1,33 lub 1,57 gr. Widzimy jednak, że różnica jest mniejsza od różnicy, podanej przez inż. Obrąpalskiego, a opiera się ona na założeniu bądź co bądź niezgodnym z ideą wyzyskania „istniejących” na kopalniach rezerw maszynowych.

W dalszym obliczeniu kosztów linii przesyłowej, łączącej Zagłębie z Warszawą przez Łódź, autor przyjął założenie niezgodne z cyframi poprzednimi. Obniżył on bowiem przenoszoną moc z 40 000 na 30 000 kW bez podania motywów, i zmienił ceny za kWh loko kopalnia na 3 gr., a loko Warszawa na 5 do 6 gr., czyli przeznaczył na koszty transportu 2 do 3 groszy, zamiast oprzeć się na różnicy, wynoszącej 1,3 do 1,5 gr., a wynikającej ze ściśłego obliczenia według stosowanych przez niego wzorów.

Przechodząc wreszcie do kalkulacji rzeczywistych kosztów transportu, autor ustala koszty kapitału na 12%, gdy tymczasem sam poprzednio wskazuje, słusznie zresztą, że same odsetki wynoszą 8%, podatki 3%, co razem stanowi 11%. Jeżeli się do tego jeszcze doda pewien odsetek na amortyzację na naprawy i na obsługę, co razem stanowić musi co najmniej 5%, należy przyjąć, że koszty stałe wyniosą minimalnie 16% kosztów instalacji. Rentowność zatem będzie miała miejsce wtedy, gdy otrzymane wynagrodzenie za transport pokryje wszystkie wydatki z tym transportem

związane. Jeżeli przejdziemy do przykładu szanownego autora, t. j. do mocy 30 000 kW, i przyjmujemy 2 gr. jako wynagrodzenie za transport, to opierając się na wzorze, podanym przez autora, dojdziemy do wniosku, że linja przesyłowa nie może kosztować więcej, niż 15,9 milj. złotych. Jeżeli natomiast oprzemy się na 40 000 kW i na stawkach za transport, wynoszących 1,3 gr. wzgl. 1,5 gr., wynikających z obliczenia szczegółowego, wtedy linja przesyłowa nie może kosztować więcej, niż 11,7 milj. wzgl. 14,4 milj. zł.

Autor twierdzi dalej, że koszty linii przesyłowej mogą wynieść 21 milj. zł. przy wynagrodzeniu za transport w wysokości 2 gr. za kWh, a 35 milj. zł. przy wynagrodzeniu za transport w wysokości 3 gr. za kWh. Ponieważ wydaje mi się bardzo wątpliwym, czy będzie można osiągnąć 3 gr. za transport energii, i ponieważ budowa linii z Zagłębia do Łodzi i do Warszawy musi kosztować więcej, niż 20 milj. złotych, przeto zachodzi pytanie, czy linja taka będzie rentowna. Sz. autor głosi sam zasadę, że odbiorca powinien dostać prąd od dostawcy taniej, niż go sam może wyprodukować. Zasada jest słuszna i w zasadzie tej tkwi cała trudność poruszanej sprawy. Trudność ta zwiększa się jeszcze i z tego powodu, że zasilanie obszarów miejskich, jakimi są Warszawa i Łódź, zależy równocześnie od rozważań nie tylko natury ściśle gospodarczej. Sprawa ta nie jest zagadnieniem tylko matematycznym, lecz zależy od całego szeregu okoliczności, które mniej lub więcej ściśle rozwiązane, będą stanowić o tem, czy przeniesienie energii da się obecnie a więc w czasie od 2 do 3 lat, jak to autor przepowiada, przeprowadzić.

Gdy poruszyłem sprawę przesyłania energii do Warszawy i Łodzi na Pierwszym Zjeździe Elektrotechników Polskich w r. 1919, zwróciłem uwagę, że projekt ten zasługuje na to, aby go szczegółowo opracować, i aby go szczerze poprzeć, byłem jednak świadom tego, że wykonanie takiego projektu musi napotkać na trudności pod wielu względami. Do nich należy, bynajmniej nie w ostatnim rzędzie, uszanowanie istniejących i nabytych praw.

Muszę również przypomnieć Sz. autorowi myśli prof. Klingenberga, zawarte we wstępie do II wydania dzieła o budowie wielkich elektrowni. Prof. Klingenberg pisze, że, propagując w latach 1911 do 1914 ideę prowadzenia gospodarki elektrycznej na wielką skalę, projektował wybudowanie w Niemczech około 30 dużych elektrowni, mających zastąpić setki małych elektrowni, rozsianych po całym państwie. Prof. Klingenberg zdawał sobie sprawę z tego, że tak gigantyczne dzieło, mimo jego cyfrowej rentowności, nie może być dokonane inaczej, jak tylko przy pomocy Państwa. Przyznaje się do tego, że był wtedy zwolennikiem tej pomocy państwowej, choć zdawał sobie sprawę z tego, że kooperacja z Państwem, a zwłaszcza spowodowana tem centralizacja wpływów władz rządowych na przedsiębiorstwo o charakterze nie tylko społecznym, lecz w pierwszym rzędzie przemysłowym, nie jest z reguły korzystna. Jakkolwiek poruszona przez prof. Klingenberga idea jest podobno dziś jeszcze realna, prof. Klingenberg wygłasza w swem

dziele zdanie, że nie da się ona urzeczywistnić z powodu przesunięć natury gospodarczej, które miały miejsce od tego czasu. I on zaleca ostatecznie posunięcia powolne i uważa, że są one lepszą podstawą każdej polityki elektryfikacyjnej, aniżeli posunięcia gwałtowane. Tylko tam widzi sukces, gdzie małe i nieekonomicznie prowadzone elektrownie dadzą się przyłączyć do zakładów większych bez przymusu.

Nie można stwierdzić, aby zakłady elektryczne w Warszawie lub w Łodzi pracowały gorzej, niż zakłady kopalniane; dlatego też sądzę, że i u nas nie może być mowy o tego rodzaju wielkich projektach i o zmuszaniu istniejących, dobrze prowadzonych elektrowni, do poboru prądu z zakładów kopalnianych. Z tego też wnoszę, że projekt p. inż. Obrapalskiego jest bardzo ładną pracą teoretyczną, której studjowanie i popieranie sam proponowałem mniej więcej przed 9 laty, lecz zrealizowanie której przesunąłem na czasy późniejsze. Jestem zdanie, że należy i u nas w Polsce robić posunięcia powolne, przyczem należy uwzględnić nasze małe zapotrzebowanie energii elektrycznej. To co dziś będzie dobre dla Niemiec, dla nas prawdopodobnie będzie również dobre, lecz za lat kilkanaście. Według mego zdania winniśmy się starać przeprowadzić elektryfikację własnymi skromnymi środkami i budować ją powoli, gdyż wszelkie zbyt szybko wprowadzone w życie idee wielkie wstrzymują zdrowy rozwój gospodarczy, wywołując nieziszczalne nadzieje. Przechodząc jeszcze do przeniesienia energii do Warszawy i Łodzi, sz. autor nie wspomina nic o tem, że przy dostarczaniu mocy podstawowej nawet po cenach własnych kosztów należy uwzględnić, że wytwarzanie mocy szczytowej będzie wówczas droższe, i że ta różnica musi być również przez dostawcę prądu wyrównana.

Inż. Obrapalski obiecuje, że połączenie Zagłębia z Warszawą nastąpi za 2 do 3 lat; tymczasem jeszcze nie słyszemy o realizacji pierwszego etapu tego dzieła, to jest o realizacji współpracy między kopalniami samymi. Zaczątek kooperacji jest wprawdzie dokonany tak w zagłębiu Górnośląskim jak i w zagłębiu Dąbrowskim. Do podporządkowania jednak wszystkich kopalń jednej dyrektywie kooperatywnej wydaje się być jeszcze dość daleko. Powinno się wydawać, że rola elektrowni okręgowych może w tym wypadku okazać się bardzo ważną i wydajną. Sam autor wspomina, że z elektrowni okręgowej w Chorzowie korzysta obecnie już 28 kopalń i że 15 elektrowni pracować mogło równolegle. Nasuwa się zatem sama przez się myśl, że należałoby uważać elektrownię okręgową jako ogniwo, łączące te kopalnie, które mają wolne moce. W ten sposób należy w pierwszym etapie skoncentrować w elektrowni okręgowej tę łączną moc kopalnianą, która ma być przesłana w głąb kraju. Tymczasem spotykamy się z potępieniem tej akcji przez sz. autora. Wspomina on bowiem, że droga, po której obecnie kroczą kopalnie, jest błędna. O tranzakcjach, które doszły do skutku po cenach 2,5 do 3 groszy za sprzedaż przez elektrownie kopalniane większych ilości energii przy wyzyskaniu 6000 godzin rocznie, wyraża się, że osiągnięto je tylko drogą sztucznej kalkulacji, obniżając nadmiernie cenę mialu, który wskutek złej konjunktury nie znajduje chwilowo kupców i spala się na

zwałach, przyczem nie policzono kosztów amortyzacji starych urządzeń. Wydaje mi się, że krytyka ta jest przesadzona. Z obliczeń autora wynika, że budując nową elektrownię, można sprzedawać prąd loko elektrownia kopalniana po 2,97 wzgl. 3,37 gr. (wypadki 5 i 6 tabeli), zależnie od tego, czy nowa elektrownia powstanie w zagłębiu Dąbrowskiem, czy w zagłębiu Górnosląskim. Ceny te wynikają z jego własnych cyfr, a opierają się na wyzyskaniu 5500 godzin rocznie. Jeżeli tranzakcje doszły do skutku przy wyzyskaniu 6000 godzin, to ceny obniżą się do 2,76 gr. wzgl. 3,14 gr. za kWh i odpowiadają prawie w zupełności cenom dokonanych transakcyj. Wydaje się zatem niezrozumiałem, że sz. autor krytykuje te transakcje. Jeżeli zawarte transakcje dotyczą już istniejących elektrowni, to nie ulega chyba wątpliwości, że umowy te spowodują dodatnie wykorzystanie istniejących urządzeń prądowców. Nie może wobec tego być mowy o kalkulacji sztucznej, którą autor zarzuca doszłym do skutku transakcjom. Sam autor daje dowody, że umowne ceny za prąd są niezłe, ponieważ wprowadza do swoich obliczeń ceny węgla wynoszące 11 wzgl. 5 zł. za tonnę, a więc ceny dobre. Niesprawiedliwy jest również zarzut, że w cenie prądu, dostarczanego z elektrowni istniejących, nie liczy się kosztów amortyzacji starych urządzeń. Sz. autor nie zaprzeczy, że obecne urządzenia w elektrowniach kopalnianych nie są wiele gorsze od tych, na których opierał rozumowanie w swojej cennej pracy. Spożycie pary w ilości 6,5 kg. netto na kWh jest bodaj wyższe, niż to, które w całym szeregu elektrowni kopalnianych istnieje. Nie zaprzeczy też sz. autor, że do obliczenia spożycia ciepła przy wzmożonej produkcji w obecnych elektrowniach kopalnianych można bez zmiany zastosować jego własną formułę. W tych warunkach spożycie ciepła wynosi 6500 kcal na kWh, których koszt, według danych autora wynosi przy użyciu mialu o 6000 kcal. $0,184 \times 6500 : 1000 = 1,2$ gr., a przy użyciu mialu o 5000 kcal. $0,1 \times 6500 : 1000 = 0,65$ gr.

Jeżeli zatem kopalnia sprzeda np. 12 000 000 kWh przy obciążeniu 2000 kW i zyska po zapłaceniu paliwa na każdej kWh 2,5 — 1,2 grosze = 1,3 gr. wzgl. $2,5 - 0,65 = 1,85$ gr. czyli ogółem od 156 000 do 222 000 zł. rocznie, to czyż można mówić, że kopalnia nie otrzyma zwrotu kosztów amortyzacji starszych urządzeń, i że nie pokryje obsługi i t. d. Autor idzie nawet tak daleko, że nazywa sprzedaż tę „wyprzedają posezonową”. Czy rzeczywiście tego rodzaju ostra krytyka jest uzasadniona?

Autor obawia się, że doszłe do skutku transakcje muszą z czasem doprowadzić do likwidacji małych elektrowni lokalnych, gdy rzekome uchybienia kalkulacyjne dadzą się w znaki wyraźnie i boleśnie przy lepszych cokolwiek koniunkturach. Przypuszczam, że zdania tego nikt nie podzieli, i że odwrotnie, transakcje dokonane przyczynią się raczej do wzmocnienia finansowego kopalń i do uzyskania koniunktury, której prawdopodobnie nie osiągnęłyby nigdy w inny sposób.

Z pracy autora wynika wniosek, że kopalnie nie powinny dokonywać rozpoczętych pertraktacji o sprzedaż prądu elektrowniom okręgowym, lecz

powinny czekać 2 do 3 lat na połączenie z Warszawą i Łodzią. Gdyby taki wniosek został przez kopalnie zaakceptowany, widziałbym w tem ujemną stronę pracy autora. Kopalnie nie doceniłyby wtedy należycie dalszych korzyści, wynikających z połączenia kopalń z elektrowniami okręgowymi.

Poza korzyściami natury finansowej, o których mówiłem poprzednio, kopalnie uruchamiają swoje własne rezerwy maszynowe, uzyskując w ten sposób rezerwę momentalną. Obowiązek dostawy prądu do elektrowni okręgowej może być bowiem tylko względny; kopalnie nie mogą zobowiązać się dostarczania prądu bez przerwy i muszą zachować sobie możliwość zatrzymania dostawy w każdej chwili. Wobec tego elektrownia okręgowa obowiązana będzie utrzymywać swoje maszyny w ciągłym pogotowiu. Tak ją pojmuję kooperację elektrowni kopalnianych z elektrowniami okręgowymi. W tym stanie rzeczy pewność ruchu każdej kopalni zostaje niewątpliwie zwiększona, co powinno również znaleźć ekwiwalent w cenie prądu.

Dalej zwracam uwagę, że obecne transakcje sprzedaży prądu nie zostały prawdopodobnie dokonane jedynie dla poparcia idei elektryfikacyjnej. Przypominam, że istnieje obecnie konwencja węglowa, która ustaliła wielkość wysyłki wagonowej dla wszystkich kopalń. Przekroczenie tej skontyngentowanej ilości ma poważne konsekwencje i jest obstarowane dotkliwymi sankcjami. O przekroczeniu zatem tych skontyngentowanych ilości nie może być mowy. Natomiast nie podlega kontroli wysyłka, dokonana innemi sposobami, a więc np. kolejkami dojazdowymi, furmankami i za pomocą przeniesienia elektrycznego. Do wysyłki za pomocą prądu elektrycznego nadaje się w pierwszym rzędzie mial, który, mając na rynku ceny niższe, może być z korzyścią dla kopalni spalany na miejscu a nie zajmuje miejsca w wagonach kolejowych, które mogą być zajęte przez gatunki grubsze i droższe. Jako ilustrację tego, jakie doniosłe znaczenie ma ten sposób wysyłki dla kopalń, może posłużyć fakt, że obecnie wiele kopalń są raczej skłonne wyrzucić mial na zwał, gdzie z czasem ulega zniszczeniu, aniżeli go wysyłać wagonowo. Nie może być zatem mowy o tem, że obecnie nie ma koniunktury na mial. Koniunktura obecna nie jest gorszą od koniunktury dawniejszej i nie można też z tego powodu wyciągać wniosków, że gdy się koniunktura dla mialu poprawi, nastąpi wtedy otrzeźwienie co do zawartych ostatnio transakcji sprzedaży prądu. Dowód obecnej dobrej koniunktury daje sam autor, wskazując graficznie, że obecny stosunek ceny mialu do ceny węgla grubego nie jest gorszy, niż w latach od r. 1900 do 1916 i od 1925 do dnia dzisiejszego. Koniunktura dla mialu w latach między 1917 a 1924 była raczej zjawiskiem niezdrowym, ponieważ była prawdopodobnie spowodowana spadkiem waluty.

Należy jeszcze dalej podkreślić, że poza uzyskaniem znacznie większego bezpieczeństwa ruchu przez to, że kopalnie uruchomią własne maszyny rezerwowe i osiągną t. zw. rezerwę momentalną, — uzyskują dalszą rezerwę przez przyłączenie się do ogólnej sieci kopalnianej, łączącej wszystkie kopalnie ze sobą i z elektrownią okręgową, która musi posiadać silne rezerwy maszynowe niewyzyska-

ne. Przypuszczać należy, że w dokonanych obecnie transakcjach kopalnie zażądały, aby elektrownie okręgowe oddały im pewne ilości mocy do dyspozycji z własnych rezerw, co niewątpliwie potęguje jeszcze dalej pewność ruchu.

Jakkolwiek przykładami niczego udowodnić nie można, niech mi jednak będzie wolno przypomnieć katastrofy, które zdarzyły się przed kilkoma laty w kop. Tow. Renard i w kop. Warszawskiego Tow., i które dają obraz, w jakim położeniu, w razie trudnych warunków, znajdują się kopalnie, pozostawione same sobie, mimo to że posiadają silne rezerwy maszynowe.

Godne przypomnienia jest również i to, że kopalnie, zwiększając prawie w dwójnasób swoją produkcję prądu w warunkach najbardziej korzystnych dla siebie, obniżają jednocześnie własne koszty produkcji z powodu lepszego wyzyskania istniejących urządzeń, a pozatem przyłączone do wielkiej sieci kopalnianej mogą osiągnąć korzyści o znaczeniu socjalnym.

Nie poddawajmy się zatem złudzeniom, i nie snujmy nici marzeń, lecz opierajmy nasze prace na gruncie mocnym i realnym. O przesyłaniu energii do Łodzi i Warszawy na razie nie może być mowy. Spodziewana ilość przesyłanej energii jest jeszcze za mała, wskutek czego budowa przewodów się nie opłaca. Starajmy się przedewszystkiem utworzyć zrzeszenie spółdzielcze kopalń i wybudujmy w pierwszym etapie sieć kopalnianą, łączącą wszystkie elektrownie kopalniane w celu wyko-

rzystania rezerw i podniesienia bezpieczeństwa ruchu. Szukajmy w następstwie zbytu miejscowego i to zbytu w małych ilościach, ponieważ wtedy będzie można uzyskać wyższe ceny. Starajmy się skłonić kopalnie, aby oparły się narazie na istniejących miejscowych zakładach rozdzielczych, jakimi są elektrownie okręgowe, a jest ich przecież kilka; ta droga jest bowiem najmniej uciążliwa i może być tak wyzyskana, że nie narazi kopalń na żadne wydatki inwestycyjne. Niechaj jednak kopalnie pamiętają, że każdy wysiłek musi być wynagrodzony. Jeżeli kopalnie przesuną ciężary finansowe na elektrownie okręgowe, cena prądu loco kopalnia musi być zmniejszona o wydatek roczny, spowodowany budową sieci kopalnianej i jej eksploatacją.

Kończąc moje wywody, oświadczam raz jeszcze, że praca p. inż. Obrąpalskiego należy do rzędu prac bardzo poważnych, i że będzie prawdopodobnie początkiem dalszej dyskusji, która z biegiem czasu doprowadzi do realizacji projektu przesyłania energii zakładów kopalnianych do Łodzi i do Warszawy. Sprawa ta jednak wymaga jeszcze dalszego opracowania, i to nie tyle pod względem finansowym, ile znacznie więcej pod względem przyswojenia sobie idei, że, wstępując do kooperatywy elektrycznej, kopalnie nie mogą szukać zarobków, które należą się instytucjom rozdzielczym, lecz powinny widzieć swoje korzyści w dobrej cenie sprzedanego węgla i w uzyskaniu znacznie większej pewności ruchu eksploatowanych kopalń.

WIADOMOŚCI TECHNICZNE.

Aparat przeciwpożarowy seleno-elektryczny.

— H. B. Poynder podaje w *Journal of the Inst. of El. Eng.* opis przekaźnika pożarowego seleno-elektrycznego, opartego na następującej zasadzie.

Dwie rurki szklane, jedna — zamknięta, zawierająca powietrze czyste, druga przepuszczająca powietrze, czerpane z chronionego pomieszczenia, umocowane są pod kątem, w którego wierzchołku znajduje się lampa elektryczna. Promienie tej lampy, biegnąc wzdłuż osi rurek, oświetlają dwie komórki selenowe, umieszczone w zewnętrznych końcach rurek. Komórki te tworzą dwie gałęzie mostku Wheatstone'a, z załączonym galwanometrem i przekaźnikiem. Gdy w obu rurkach powietrze jest jednakowo czyste, opory komórek selenowych są jednakowe i galwanometr pozostaje na zerze. W razie pożaru powietrze, czerpane z pomieszczenia chronionego, posiada pewną zawartość dymu. Naświetlenie jednej z komórek staje się słabsze, równowaga jest naruszona i galwanometr daje odchylenie, powodując włączenie odpowiedniego przekaźnika.

Zdaniem autora, przyrząd taki ma działać sprawniej, a zwłaszcza szybciej, od stosowanych dotąd przekaźników cieplnych.

(*RGE. Nr. 13, tom XXIV.*)

Wpływ struktury geologicznej podłoża na uderzenia piorunu.

Dowodem dążenia do częściowego wyjaśnienia niezrozumiałych często zjawisk wyładowań atmosferycznych jest komunikat pod tym tytułem p.p. Dauziera i Bougeta we Francuskiej Akademji Nauk.

Autorzy stwierdzają, iż:

1-o. Piorun uderza zwykle w pewne określone punkty, które nie zawsze bywają najwyższymi punktami danej okolicy.

2-o. Położenie miejscowości, w które częściej, niż w inne uderza piorun, zależy jest od struktury geologicznej podłoża danej okolicy. Tereny na podłożu wapiennem nie są zwykle narażone na uderzenia piorunu, podczas gdy miejsca z podłożem krzemowem (granity i t. p.), oraz metalicznym lub zawierającym domieszki metalu, są częściej od innych nawiedzane przez wyładowania atmosferyczne.

3-o. Piorun uderza szczególnie często w miejscowości, położone na linii styku podłoży o rozmaitej strukturze geologicznej, gdyż tam wskutek erozji, przewodność gruntu jest większa. Ponieważ te linie styku znajdują się prawie zawsze w okolicach górzystych, to jest przyczyną, dla której wyładowania atmosferyczne są w górach tak częste, a pewne ich punkty (niekiedy szczyty) są specjalnie często na uderzenia piorunów narażone.

P.p. Dauziera i Bouget przeprowadzili przed paru laty specjalną ankietę w tej sprawie i właśnie wyniki jej skłoniły ich do wypowiedzenia podanych wyżej twierdzeń. Można przytoczyć dwa charakterystyczne przykłady:

W pierwszym — pożar, spowodowany uderzeniem pioruna, zniszczył częściowo elektrownię wodną w St. - Georges nad rzeką Ande mimo to iż elektrownia ta położona jest w dolinie, otoczonej wysokimi górami, które łącznie z rzeką powinny były chronić ją od podobnych wypadków. Przeprowadzone dochodzenie wykazało, iż tak sama elektrownia jak i odchodzące z niej linie, ulegały już po

przednio wielokrotnie wypadkom, spowodowanym wyładowaniami elektrycznymi. Badania geologiczne wykazały, iż elektrownia zbudowana była ściśle na linii zetknięcia pokładów wapiennych i czarnego łupku, schodzących się nad rzeką.

W drugim wypadku sieć napowietrzna zelektryfikowanej linii kolejowej, biegnącej z Tarbes do Toulouzy, została w ciągu ostatnich dwóch lat czterokrotnie przerywana przez uderzające w nią pioruny, stale w tym samym prawie punkcie. Punkt ten, również położony w dolinie, zdawał się być mniej od innych narażony na wyładowania, stwierdzono jednak, iż w tym właśnie miejscu linia kolejowa przecina niewielki wyprysk pokładu margla, otoczonego ze wszystkich stron pokładami glinkowemi.

W obu wypadkach stwierdzono dodatkowo, iż jonizacja powietrza w badanych punktach jest zwykle większa, niż w ich bezpośredniej okolicy.

W rezultacie autorzy komunikatu proponują, by tak przy projektowaniu elektrowni, jak i innych urządzeń elektrycznych, brano była pod uwagę geologiczna struktura podłoża, co w znacznej mierze zabezpieczy projektowane instalacje od wypadków, powodownych uderzeniem pioruna.

(*L'Industrie Electrique* Nr. 870).

Automatyczne podstacje przetwornic w kolejnictwie elektrycznym. Coraz bardziej rozpowszechniające się w kolejnictwie automatyczne podstacje prostowników rtęciowych, skłoniły zwolenników przetwornic do zajęcia się sprawą automatyzacji podstacji przetwornic jedno- i dwutwornikowych.

P. H. B. Poynder, opisuje w *Journal of the Institution of Electrical Engineers* tego rodzaju podstacje, przyczem zaznacza, iż koniecznym jest rozwiązanie następujących zagadnień: 1. Zmniejszenie zużycia szczotek oraz zanieczyszczeń komutatora. 2. Zastosowanie łożysk kulkowych lub rolkowych, nie wymagających obsługi. 3. Zastosowanie urządzeń, pozwalających na automatyczne włączenie maszyn po zwarciach na sieci, oraz odpowiednie zabezpieczenia przeciwwarciowe. Autor podkreśla szczególną wagę zabezpieczeń przeciw nadmiernemu nagrzewaniu się maszyn, oraz odpowiedniej ich wentylacji. Ilość powietrza chłodzącego winna wynosić 4 — 5,5 m³ na 1 kW strat w maszynie, przyczem prędkość przepływu nie powinna być mniejsza od 15 — 18 m/sek, aby powietrze to mogło w razie potrzeby spowodować zdmuchnięcie powstającego łuku. Prąd do obwodów pomocniczych winien być czerpany z baterji akumulatorów, ładowanej automatycznie; ten system działa najpewniej. Specjalną uwagę zwraca p. Poynder na zabezpieczenia przeciwpożarowe, zalecając stosowanie przekładników selenoelektrycznych lub fotoelektrycznych, działających na umieszczone w budynku gaśnice automatyczne.

(*RGE. Nr. 13, tom XXIV.*)

Taryfy złożone.

W artykule, poświęconym sprawie taryf złożonych (*Mehrfachtarifen*), specjalistka od spraw licznikowych i taryfowych p. R. Krutina, przeprowadza klasyfikację taryf, zaznaczając trudności, wynikające ze zbyt szerokiego lub niewłaściwego ich stosowania. Taryfy, wogóle, rozróżniają:

- 1) zastosowanie zużywanego energii,
- 2) czas, w którym energia jest zużywana,
- 3) oba te czynniki jednocześnie.

Dla taryf grupy pierwszej energia mierzy się bądź przy pomocy kilku liczników, bądź też przy pomocy jednego o kilku zaczepach (*Anzapfzähler*). Liczniki tego drugiego typu odznaczają się tem, że prąd dla światła przechodzi przez wszystkie zwoje cewki prądowej, podczas gdy prąd dla siły czy też prąd grzejny — tylko przez część tych zwo-

jów. Wspólny mechanizm licznikowy wykazuje wówczas pewien złożony wyraz zużycia, nie zaś istotne zużycie w kilowatogodzinach; wyraz ten jest obliczany według taryfy prądu na światło.

Przy uwzględnianiu czasu zużycia p. Krutina uważa stosowanie liczników dwu lub trój taryfowych wraz z urządzeniem do włączania mechanizmu licznikowego za pomocą zegara za bardziej celowe, aniżeli — liczników z opłatą cząstkową (*Teiltarifzähler*). Pod tem ostatniem mianem rozumiane są liczniki, które — zależnie od nastawienia np. na 100 sek. — działają w godzinach normalnych tylko przez pewien ściśle określony przeciąg czasu, a więc np. tylko 10, 20, czy 50 sekund i dopiero w godzinach najwyższej stawki taryfowej (godziny obciążenia szczytowego) rejestrują energję bez przerwy. Przerwy w działaniu licznika można spowodować bądź przez odłączenie napięcia, bądź też zapomocą przełączenia wirnika licznika na inny mechanizm licznikowy; czynności te wykonuje mechanizm zegarowy. Odłączenie napięcia powoduje w wyniku bieg tarczy obrotowej licznika naprzód lub wtył aż do jej zahamowania; może to, szczególnie przy małych obciążeniach, spowodować względnie wysoki odsetek błędów we wskazaniach. Ponieważ prócz tego licznik taki nie rejestruje bezpośrednio rzeczywistych kilowatogodzin, lecz podaje tylko pewną złożoną wielkość z nich utworzoną, co uniemożliwia kontrolę gospodarczą, za lepszy należy uważać system o dwóch mechanizmach licznikowych. Złożone wskazanie licznika jest obliczane według najwyższej stawki taryfowej (taryfa na światło). Pomimo najdokładniejszej pracy mechanizmu licznika cząstkowego stopień jego dokładności jest rzeczą całkowicie zależną od równomierności obciążenia; ogólnie biorąc, szczyty obciążenia nie będą się w nim wyrównywały z czasowemi minimalnemi obciążeniami instalacji.

W taryfach, uzależniających opłatę za prąd od pory dnia, rodzaj zużycia jest również w pewnym stopniu uwzględniony, ponieważ w tym czasie, kiedy obowiązuje taryfa maksymalna, naogół odbiorcy używają prądu przeważnie do światła. Z punktu widzenia kosztów własnych różniczkowanie cen w zależności od rodzaju zużycia jest wogóle usprawiedliwione jedynie tylko niejednakowym kosztem wytwarzania w różnych godzinach. Aczkolwiek licznik cząstkowo-taryfowy umożliwia prawie nieograniczony podział dnia na strefy taryfowe o różnych cenach za energję jedynie tylko zapomocą odpowiedniego nastawienia przełącznika zegarowego, zaś licznik wielotaryfowy z przełączaniem mechanizmu licznikowego jest droższy wskutek dodatkowego mechanizmu (ilość tych mechanizmów jest wogóle ściśle ograniczona), to jednak licznik cząstkowo-taryfowy ma wartość mniejszą od licznika wielotaryfowego.

Oddając pierwszeństwo licznikom z przełączaniem mechanizmu zegarowego, należy pamiętać, że ilość stopni taryfowych musi być ograniczona. Autor dowodzi, że trzy takie stopnie, odpowiadające obciążeniu szczytowemu (szczyt oświetleniowy), głównej porze roboczej dnia i porze nocnej, wraz z przerwą obiadową, z punktu widzenia polityki taryfowej, zupełnie zaspakajają wymagania racjonalnej sprzedaży prądu. Tam, gdzie nie chodzi o zakłady z wyraznym szczytem oświetleniowym, może być uważana za wystarczającą taryfa dwuczłonowa. Dodać należy, iż uwagi powyższe nie przesądzają sprawy rabatów od ilości godzin rocznego użytkowania, która, czy to w postaci opłaty stałej od mocy, czy też odpowiedniego stopniowania cen przeciętnych, winna być bezwarunkowo uwzględniana również i przy drobnych odbiorcach.

(*Z materiałów Minist. R. P.—E. T. Z., 1928, Nr. 2, str. 61. — Bulletin S. E. V. T. 16, str. 451*).

Centralny Urząd elektryczny w Belgji. — W oficjalnym belgijskim „Mon'teur Belge” opublikowano zarządzenie, w myśl którego przy ministerstwie robót publicznych utworzony zostaje urząd centralny do spraw elektrycznych (Office Centrale d'électricité et d'électromécanique, Centrale Dienst voor electriciteit en electro - mechanick). Istniejące obecnie urzędy tego działu, znajdujące się przy ministerstwach kolei żelaznych, żeglugi, poczt i t. d., zostaną połączone z nowoutworzonym urzędem. Przejmie on kierownictwo urządzeniami elektrycznymi poszczególnych instytucji państwowych i dozór nad rozdziałem energii elektrycznej, pilnując przestrzegania odpowiednich ustaw, zachowania praw, przysługujących poszczególnym osobom, i taryf, wyznaczonych dla przedsiębiorstw elektrycznych, urząd będzie zawierał odpowiednie umowy, kontrolował i dokonywał prób materiałów i przyrządów, dozorował sprawy, dotyczące oświetlenia portów, sygnalizacji na drogach morskich i t. p.

(Z materiałów Minist. R. P. — „Die Wasserwirtschaft”, r. 1928 Nr. 11, str. 194).

Kto ma ponosić koszt przeniesienia urządzeń konesjonarjusza? — W artykule pod tym tytułem, p. Ch. Blaevoet rozpatruje z punktu widzenia ustawodawstwa francuskiego i francuskiej praktyki sądowej zagadnienie obowiązku ustępowania urządzeń koncesyjnych, znajdujących się na terenie publicznym, osobom innym. Przedewszystkiem autor zastanawia się nad pytaniem, kto ma prawo wymagać przeniesienia pewnych istniejących urządzeń na inne miejsce, i uważa, iż ma to prawo Służba kontroli urządzeń elektrycznych (Service de controle des distributeurs électriques). Przechodząc następnie do warunków, w jakich przeniesienie urządzenia istniejącego może być wymagane, autor rozróżnia wypadki, gdy takie przeniesienie musi być wykonane ze względu na: 1) interes publiczny i 2) interes prywatny. Do pierwszej kategorii należą te przypadki, gdy przeniesienia wymagają: 1) względy bezpieczeństwa publicznego oraz 2) ułatwienie lub umożliwienie budowy urządzeń koncesyjnych, państwowych lub też gminnych. Do drugiej kategorii należą przypadki specjalne, gdy chodzi np. o umożliwienie korzystania z dostępu do nieruchomości wskutek przeniesienia miejsc wejścia, gdy drogę zagradza jakieś urządzenie elektryczne i t. p.

Następnie autor zastanawia się nad pytaniem, kto ma ponosić koszt przenoszenia urządzeń. Za podstawę przy decydowaniu tej sprawy należy, zdaniem jego, brać: a) brzmienie aktów umów, na zasadzie których dane urządzenia zostały wykonane, a w braku wyraźnych wskazówek w tych aktach co do intencji stron przy podpisywaniu aktu, b) przepisy,

w myśl których akty tego rodzaju są układane. Wychodząc z odpowiednich przepisów ustawodawstwa francuskiego, autor analizuje poszczególne postanowienia ustaw i aktów koncesyjnych, wykazując pewne niezgodności pomiędzy poszczególnymi zarządzeniami, — wreszcie podaje własną interpretację niektórych przepisów.

Dalej autor przytacza, co należy uwzględnić przy ustalaniu wysokości odszkodowania, przyznanego w związku z przenoszeniem urządzeń, a w końcu przechodzi do sprawy kompetencji i wskazuje instytucje, powołane do rozstrzygnięcia powstających w tych razach kwestji spornych.

(Z materiałów Minist. R. P. — R. G. E. T. XXIII, Nr. 6, str. 289).

Przewody elektryczne a płatowce.

Mało było dotychczas trudności i ograniczeń przy budowie linii przewodów napowietrznych — skarżą się elektrycy angielscy: zjawili się nowi przeciwnicy — sfery lotnicze, upatrujące w przewodach elektrycznych niebezpieczeństwo dla ruchu, a w szczególności dla lądowania płatowców. Jak słusznie podnosi „The Electrician”, skąd czerpiemy tę informację, na przewody telefoniczne i telegraficzne lotnicy nie skarżą się, choć przecież linie te ciągną się przez pola i lasy, góry i doliny, dając nie mniej niż przewody przesyłowe powodów do cbaw. Z drugiej strony jednakże — w odpowiedzi na te pretensje — należy podnieść głos przeciwko wszelkim wogóle lotom na małej wysokości. Za minimalną wysokość, na jakiej wolno byłoby latać samolotom, sfery te proponują przyjąć — 100 stóp ang. (30,5 m.). Przy tych obszarach wolnych przestrzeni, które stoją otworem przed lotnikiem, dziwnym wydaje się taki spór.

(The Electrician, T. C, Nr. 2612, str. 718)

Elektryfikacja wsi francuskiej. — Czynniki państwowe we Francji, w zrozumieniu doniosłości elektryfikacji wsi, przyczyniają się w bardzo znacznej mierze do wzmoczenia i rozwoju tego ruchu. I tak, specjalny urząd (Service du génie rural) opracowuje zainteresowanym gminom projekty elektryfikacyjne. Państwo udziela pożyczek dwuprocentowych 25-letnich. W wielu miejscowościach sprawa elektryfikacji traktowana jest łącznie ze sprawą nawodnienia lub odwodnienia, regulacji rzecz i jezior. Ciekawe jest również innemi, iż w projekcie odwodnienia błotnistych okolic departamentów wschodnich, autorzy projektu powołują się na polski projekt osuszenia błot pińskich.

W dniu 1 stycznia 1927 r. na 37 981 gmin we Francji, zelektryfikowanych było 19 871 gmin, czyli 52%. W niektórych departamentach liczba ta dochodzi do 90%.

(L'Industrie Electrique Nr. 871.)

Z POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ

DOKTORATY.

W dniu 18 listopada r. b. odbyła się uroczysta promocja pierwszych dwóch doktorów zwyczajnych Wydziału elektrycznego: inż. elektryka Janusza Groszkowskiego i inż. mechanika Józefa Rolińskiego. Rada Wydziału elektrycznego Politechniki Warszawskiej na podstawie protokółów Komisji, wybranej dla przeprowadzenia egzaminów doktorskich, oraz oceny prac na posiedzeniu w dniu 4 czerwca r. b. przyznała p.p. inż. Groszkowskiemu i inż. Rolińskiemu tytuły doktorskie z odznaczeniem.

Inż. Janusz Groszkowski urodził się w roku 1898, w Warszawie.

W r. 1907 wstąpił do Szkoły Handlowej Zgromadzenia Kupców m. Warszawy, którą ukończył z wynikiem bardzo dobrym w roku 1915.

W tymże roku zapisał się jako student na Wydział elektro-mechaniczny nowoutworzonej Politechniki Warszawskiej. — Studja na Politechnice Warszawskiej ukończył w roku 1922, otrzymując dyplom inżyniera-elektryka po wykonaniu pracy dyplomowej z dziedziny badania lamp katodowych.

W czasie studjów zimę roku 1919/20 spędził we Francji, gdzie ukończył specjalny kurs radjotechniczny, po-
tatem od r. 1916 do r. 1918 pełnił obowiązki asystenta przy
Katedrze pomiarów elektrycznych w Politechnice Wars-
zawskiej oraz w Labora-



torjum fizycznym Wol-
nej Wszechnicy, a od
r. 1920 do dziś dnia
prowadzi Laborator-
jum radjotechniczne
na Politechnice War-
szawskiej z początku
jako asystent, a obec-
nie jako samodzielny
kierownik.

W roku 1918 P.
G r o s z k o w s k i
wstąpił do wojska,
gdzie służy dotych-
czas. W wojsku pełni
obowiązki różne:
jako instruktor, wy-
kładowca i kierownik
laboratoryjów radjo-
technicznych.

W roku akademickim 1922/23 został powołany na wy-
kładającego Lampy katodowe, a potem radjotechnikę na
Politechniki Warszawskiej.

Z delegacji wojska i Politechniki wielokrotnie badał
przemysł i szkolnictwo radjotechniczne zagranicą: we Fran-
cji, Anglii i Niemczech.

W roku 1925 inż. Janusz Groszkowski wydał
drukami książkę pod tytułem: „Lampy katodowe oraz ich
zastosowanie w radjotechnice”, która po przetłumaczeniu
i wydaniu w języku francuskim nabrała rozgłosu w całej
Europie i zalicza się obecnie do rzędu dzieł klasycznych
w tej dziedzinie.

Pozatem P. Groszkowski drukuje w pismach kra-
jowych i zagranicznych szereg artykułów, omawiających
różne przyczynki z dziedziny radjotechniki, a w roku bie-
żącym składa Wydziałowi elektrycznemu Politechniki War-
szawskiej rozprawę na stopień doktora pod tytułem: „Me-
toda kompensacyjna kontroli stałości fali”. W pracy tej
Janusz Groszkowski opisuje i szczegółowo analizuje
własności i działanie przyrządu własnego pomysłu, służące-
go dla tak ważnej obecnie sprawy dokładnego kontrolowa-
nia zmian, zachodzących w długości fal nadawczych stacji
radjowych. Przyrząd ten został wykonany pod kierunkiem
p. inż. Groszkowskiego w warsztatach wojskowych,
a podany szczegółowym próbom wykazał własności, które
w zupełności potwierdziły wyniki rozumowań teoretycz-
nych.

Inż. Józef Roliński urodził się w roku 1889 w Bia-
łymstoku i tamże ukończył rządową szkołę realną. W roku
1907 wstąpił na Wydział mechaniczny Instytutu Technolo-
gicznego w Tomsku, gdzie uzyskał w roku 1915 dyplom in-
żyniera-mechanika I stopnia. Od roku 1915 do 1919 praco-

wał w rosyjskich Zakładach górniczych w Złatouście na
Uralu jako konstruktor i następnie jako kierownik Wydziału
kowsko-kotlarskiego. Wykonał tam projekt wielkiego
pieca, kierował jego budową, oraz budową konstrukcyj żel-
eznych gmachu wielkiej walcowni. Pozatem prowadził
w tym czasie wykłady z silników spalinowych i turbin pa-
rowych w zlatoustowskiej szkole technicznej i piastował
urząd prezesa Kursów politechnicznych w Złatouście.
W roku 1919 wstąpił jako ochotnik do Wojska Polskiego,
utworzonego na Syberji. W roku 1920 ukończył Szkołę
Oficerską i po kapitulacji V Syberyjskiej dywizji był wzię-
ty do niewoli bolszewickiej, w której pozostawał do jesieni
1921 r. Po powrocie do kraju był w ciągu roku dowódcą
Szkoły maszynistów i mechaników w bataljonie mostowym
W. P. W tym czasie został odznaczony krzyżem walecznych
za udział w syberyjskiej kampanji antibolszewickiej. W la-
tach 1922 — 1925 pełnił obowiązki nauczyciela fizyki i ma-
tematyki w państwowym gimnazjum męskim im. Króla
Zygmunta Augusta, oraz w państwowym Seminarjum nau-
czycielskim w Białymstoku i uzyskał dyplom nauczyciel-
ski Rzeczypospolitej Polskiej. Od roku 1925 do chwili obec-
nej jest adjunktem Zakładu fizycznego I Politechniki War-
szawskiej. W praco-

wni tego zakładu wy-
konał pracę badawczą
nad asocjacją w cie-
kłych dielektrykach.
Praca ta dała nastę-
pujące ważne wyniki:
przedewszystkiem oka-
zało się, że asocjacja
występuje jedynie po-
między molekułami
cieczy dipolowych,
przyczem stopień aso-
cjacji rośnie wraz z
wzrostem koncentracji
i z wielkością momen-
tu elektrycznego dipo-
lu; wreszcie po raz
pierwszy została stwier-
dzona asocjacja mie-
szana pomiędzy mole-
kułami dwóch różnych
cieczy dipolowych. Omawianą pracę
pan Roliński przedstawił Wydziałowi elektrycznemu Poli-
techniki Warszawskiej jako rozprawę doktorską.



NOWA KATEDRA.

W październiku r. b. M. W. Rel. i Ośw. Publ.
ctworzyło kredyty na Katedrę Radjotechniki dla
Wydziału elektrycznego Politechniki Warszaw-
skiej.

Obecnie jest aktualną sprawą obsadzenia tej
katedry, co ma być zdecydowane jeszcze w bie-
żącym roku akademickim. Kandydatury rozważa
Komisja, wybrana z pośród członków Rady Wy-
działu. Zainteresowani w tej sprawie mogą zasię-
gać bliższych informacji w godzinach urzędowych
u p. Dziekana Wydziału elektrycznego.

Polski Komitet Elektrotechniczny.

P K E 33.

PROJEKT*)

PPNE

21 1928

NORMY NA ŻARÓWKI

I. Uwagi i wymagania ogólne.

§ 1. Określenie pojęć. a) *Nominalnym napięciem* nazywa się napięcie, na które żarówka jest przeznaczona. Za nominalne uważa się napięcie, wskazane na trzonku lub bańce żarówki (§ 4).

b) *Nominalnym poborem mocy* nazywa się pobór mocy, na który żarówkę obliczano przy jej budowie, jako na pobór początkowy (§ 1, g), w przypuszczeniu, że żarówka będzie się paliła pod nominalnym napięciem (§ 1, a). Za nominalny uważa się pobór mocy, wskazany na trzonku lub bańce żarówki (§ 4).

c) *Rzeczywistym poborem mocy* nazywa się moc, którą żarówka rzeczywiście pobiera pod nominalnym napięciem (§ 1, a).

d) *Rzeczywistym strumieniem świetlnym* nazywa się całooprzeźrzysty strumień świetlny, który żarówka rzeczywiście wytwarza pod nominalnym napięciem (§ 1, a).

e) *Rzeczywistą sprawnością żarówki* nazywa się iloraz, otrzymany z podziału rzeczywistego strumienia świetlnego przez rzeczywisty pobór mocy (§ 1, d, c).

f) *Normalną sprawnością żarówki* nazywa się wartość, którą przy współczesnym stanie techniki, tudzież przy obranej w przepisach normalnej trwałości (§ 1, j, § 26) winnaby mieć rzeczywista sprawność (§ 1, e) żarówki przedniego gatunku i którą ustalono w niniejszych przepisach (§ 20).

g) *Początkowymi wielkościami, jako to początkowym rzeczywistym poborem mocy* (§ 1, c), *początkowym rzeczywistym strumieniem świetlnym* (§ 1, d), *początkową rzeczywistą sprawnością oraz początkową normalną sprawnością żarówki* (§ 1, e, f,) nazywają się wielkości, dotyczące żarówek nowych, lecz „dojrzałych“, to znaczy takich, które po ich wykonaniu paliły się pod nominalnym napięciem (§ 1, a) w ciągu 3 godzin.

h) *Rzeczywistą trwałością żarówki* nazywa się okres czasu, w ciągu którego żarówka paliła się pod stałym napięciem, praktycznie równym nominalnemu (§ 25), aż do przepalenia się drucika żarowego.

U w a g a.

1. Jako przepalenie się drucika rozumieć należy pierwsze zerwanie się drucika pod wpływem działania prądu. Jeżeli zerwane końce drucika spoją się, to czasu palenia żarówki w takim stanie nie można brać w rachubę przy oznaczeniu rzeczywistej trwałości żarówki.

2. Żarówka, której rzeczywisty strumień świetlny spadł poniżej 60% swej wartości początkowej, uważa się za żarówkę z zupełnie przepalonym drucikiem.

i) *Rzeczywistą średnią trwałością grupy żarówek* nazywa się średnia arytmetyczna rzeczywistych trwałości (§ 1, h) wszystkich żarówek danej grupy.

j) *Normalną trwałością żarówki* nazywa się wartość, którą dla rzeczywistej trwałości (§ 1, h) ustalają przepisy (§ 26) i na którą żarówka winna być obliczana przy budowie.

k) *Typ żarówki* określa się przez dwie wielkości: nominalne napięcie i nominalny pobór mocy (§ 1, a, b). Żarówkami tego samego typu nazywają się żarówki o jednakowym nominalnym napięciu i jednakowym nominalnym poborze mocy.

l) *Partją żarówek* nazywa się ogół podlegających badaniu żarówek tego samego typu (§ 1, k i tej samej konstrukcji (por. § 12, a).

§ 2. Jednostki strumienia świetlnego i sprawności. Za jednostkę strumienia świetlnego uważa się lumen międzynarodowy, czyli strumień punktu świetlnego o jednostajnej światłości jednej świecy międzynarodowej (PPNE-3), zawarty w kącie bryłowym równym 1 (w jednym steradianie). Lumen międzynarodowy jest równy 1,11 lumena hefnerowskiego. Sprawność mierzy się w lumenach międzynarodowych na wat.

§ 3. Zakres ważności przepisów. Przepisy niniejsze mają zastosowanie jedynie w następujących przypadkach:

a) do żarówek zupełnie nowych;
b) do żarówek z bańką ze szkła przezroczystego (a więc przepisy nie stosują się do lamp z bańką ze szkła matowego, mlecznego, barwnego i t. p.);

c) do żarówek z drucikiem wolframowym;
d) do żarówek zwykłych wymiarów (a więc przepisy nie stosują się do lamp miniaturowych, kieszonkowych, kandelabrowych, choinkowych, samochodowych i t. p.);

e) do partji (§ 1, l), wynoszących co najmniej 100 sztuk dla żarówki do 100 W łącznie, lub co najmniej 25 sztuk dla żarówek o większym poborze mocy.

§ 4. Napisy na żarówkach. Każda żarówka powinna posiadać na trzonku lub bańce następujące napisy:

a) nominalne napięcie w woltach,
b) nominalny pobór mocy w watach,
c) nazwę lub godło firmy, która wykonała żarówkę.

W dwu pierwszych napisach należy zachowywać znakownictwo, zgodne z przepisami polskimi (PPNE-1), np. 110V 40W. Jeżeli te dwa napisy mieszczą się obok siebie, i napięcie figuruje na pierwszym miejscu, a pobór mocy na drugim, to znaki V i W można opuszczać, np. 110—40.

Napisy powinny być wyraźne i wykonane w sposób trwały bezpośrednio na materiale trzonka lub bańki, a nie na naklejonych etykietkach.

*) Uwagi należy nadsyłać do Biura PKE (Warszawa, Politechnika) przed 1 lutego 1929 r.

Wielkości fotometryczne można podawać na żarówkach z zachowaniem jednak § 2 niniejszych przepisów i PPNE-3.

Nie wolno umieszczać na żarówkach danych cyfrowych, które mogą być dwuznacznie lub błędnie rozumiane.

§ 5. **Probiernie.**—P. K. E. prowadzi rejestrację probierni, nadających się do badania żarówek według niniejszych przepisów.

II. Nominalne napięcia i pobory mocy.

§ 6. **Nominalne napięcia.** Do normalnej fabrykacji żarówek ustala się następujące nominalne napięcia: 110, 127 i 220 woltów. Czasowo do nominalnych zalicza się również dwa dodatkowe napięcia: 120 i 240 woltów.

§ 7. **Nominalne pobory mocy.** Ustala się następujące nominalne pobory mocy dla żarówek: 15, 25, 40, 60, 100, 150, 200, 300, 500, 750, 1000 i 1500 watów.

III. Badanie żarówek pod względem fizyczno-konstrukcyjnym.

§ 8. **Liczba żarówek, poddawanych badaniu.** Badaniu poddaje się nie mniej niż 5% żarówek całej partji, jeżeli partja nie przekracza 10 000 sztuk. Przy większych partjach bierze się do badania 500 sztuk z pierwszych 10 000 żarówek i dodatkowo 3% pozostałej ilości żarówek. Liczba żarówek, poddawanych badaniu, ma być podzielna przez 5 i wynosić najmniej 10 sztuk.

§ 9. **Sposób wyboru żarówek do badania.** Żarówki do badania należy brać nie z jednego opakowania, lecz z możliwie dużej ilości opakowań i, o ile możliwości, równomiernie z całej partji. W tym celu partję dzieli się na tyle mniej więcej równych części (działów), ile żarówek w danej partji ma podlegać badaniu na trwałość (§ 23), i z każdego działu wybiera się możliwie jednakową liczbę żarówek.

§ 10. **Znaczenie żarówek.** Wybrane żarówki każdego działu zaopatruje się w osobny znak celem łatwiejszego wyboru żarówek do badania na trwałość (§ 24). Ten sam znak robi się na opakowaniach danego działu, co ułatwia w następstwie dobieranie żarówek zastępczych na przypadek uszkodzenia lub odrzucenia niektórych żarówek podczas badania wskutek przyczyn ubocznych, a nie wskutek defektów w samych żarówkach, np. na przypadek stłuczenia żarówki wskutek nieostrożnego obchodzenia się z nią.

§ 11. **Stan żarówek, poddawanych badaniu.** Badaniu pod względem fizyczno-konstrukcyjnym można poddawać żarówki w stanie jeszcze „nieodjrzałym” (§ 1, g).

§ 12. **Wymagania pod względem fizyczno-konstrukcyjnym.** Żarówki powinny odpowiadać następującym wymaganiom:

a) bańki mają być jednakowego i symetrycznego kształtu i jednakowych wymiarów, czyste, przezroczyste, ze szkła bezbarwnego, bez plam, skaz i smug;

b) oba styki trzonka (łuska i stopa) mają być wykonane z mosiądzu, izolacja trzonek żarówki jak i spoiwo winny być odporne na wilgoć; trzonek powinien być osadzony mocno i symetrycznie względem osi bańki, wymiary trzonka powinny być zgodne z obowiązującymi normami polskimi (por. PPNE-7);

c) elektrody powinny być połączone w sposób staranny i pewny zarówno z drucikiem żarowym, jak i ze stykami trzonka; w miejscu połączenia elektrod ze stykami trzonka nie powinno być nadmiaru lutowia, utrudniającego dobry kontakt ze stykami oprawki; obecność lutowia w korbach styku gwintowego jest niedopuszczalna.

§ 13. **Kwalifikacja partji.** Całą partję odrzuca się, jeżeli więcej niż 10% poddanych badaniu żarówek nie odpowiada wymaganiom, ustalonym w § 12.

IV. Badanie początkowego stanu żarówek pod względem energetyczno-fotometrycznym

§ 14. **Zależność od wyników badania pod względem fizyczno-konstrukcyjnym.** Początkowy stan żarówek bada się pod względem energetyczno-fotometrycznym tylko wtedy, gdy partja nie ulega odrzuceniu na podstawie § 13.

§ 15. **Liczba żarówek, poddawanych badaniu i sposób ich wyboru.** Do badania początkowego stanu żarówek pod względem energetyczno-fotometrycznym bierze się taką samą liczbę żarówek, jak do badania pod względem fizyczno-konstrukcyjnym, i wyboru dokonywa się w ten sam sposób (§ 8, 9, 10).

§ 16. **Stan żarówek poddawanych badaniu.** Przed poddaniem żarówek badaniu pod względem energetyczno-fotometrycznym należy je doprowadzić do stanu „dojrzałości” (§ 1, g).

§ 17. **Istota badania.** Badanie początkowego stanu żarówki pod względem energetyczno-fotometrycznym polega na wyznaczeniu dwu wielkości: początkowego rzeczywistego poboru mocy (§ 1, c, g) i początkowego rzeczywistego strumienia świetlnego (§ 1, d, g), oraz na obliczeniu początkowej rzeczywistej sprawności (§ 1, g).

§ 18. **Wymagania co do poboru mocy.** Początkowy rzeczywisty pobór mocy nie powinien odchyłać się od nominalnego poboru mocy (§ 1, b, § 7) więcej niż o + 10%.

§ 19. **Wymagania co do sprawności.** Początkowa rzeczywista sprawność żarówki (§ 1, e, g) nie powinna odchyłać się od początkowej normalnej sprawności (§ 1, f, g), ustalonej dla danego typu żarówek w poz. 3 tablicy I, więcej niż o 10% w dół.

§ 20. Tablica I.

Typ żarówki		Początkowa normalna sprawność (lum/W).
Nominalne napięcie (V).	Nominalny pobór mocy (W)	
1.	2.	3.
110, (120), 127.	15	8,6
	25	9,4
	40	10,0
	60	11,2
	100	12,8
	150	14,0
	200	14,7
	300	15,5
	500	16,4
	750	17,0
	1000	17,4
	1500	17,8

Typ żarówki		Początkowa normalna sprawność (lum/W).
Nominalne napięcie (V).	Nominalny pobór mocy (W).	
1.	2.	3.
220, (240)	15	7,4
	25	8,1
	40	8,3
	60	9,2
	100	10,7
	150	12,0
	200	12,8
	300	13,8
	500	14,7
	750	15,3
	1000	15,8
	1500	16,4

§ 21. Kwalifikacja partji. Całą partję odrzuca się, jeżeli więcej niż 20% poddanych badaniu żarówek nie odpowiada choć jednemu z dwu wymagań, ustalonych w §§ 18 i 19, (żarówka, nie odpowiadająca obu wymaganiom, liczy się tylko jeden raz).

V. Badanie żarówek na trwałość.

§ 22. Zależność od wyników innych badań. Badaniu na trwałość poddaje się żarówki tylko wtedy, gdy partja nie ulega odrzuceniu na podstawie §§ 13 lub 21.

§ 23. Liczba żarówek, poddawanych badaniu. Jeżeli partja liczy mniej niż 200 sztuk, to badaniu poddaje się najmniej 5 żarówek. Jeżeli partja liczy od 200 do 1000 sztuk włącznie, to badaniu poddaje się najmniej 6 sztuk z pierwszych 200 sztuk i najmniej po jednej sztuce dodatkowej z każdego następnego 200 sztuk. Jeżeli partja przekracza 1000 sztuk, to badaniu poddaje się najmniej 10 sztuk z pierwszego tysiąca i najmniej po jednej sztuce dodatkowej z każdego następnego półtysiąca.

§ 24. Sposób wyboru żarówek do badania. Do badania na trwałość wybiera się żarówki z pośród tych, których stan początkowy pod względem energetyczno-fotometrycznym już zbadano, i, mianowicie, wybiera się po jednej żarówce z każdego działu (§ 9). Należy obliczyć średnią arytmetyczną wartość początkowych rzeczywistych sprawności wszystkich żarówek, pochodzących z jednego działu, i wziąć do badania z każdego działu tę żarówkę, której początkowa rzeczywista sprawność najmniej odbiega od otrzymanej średniej arytmetycznej wartości.

§ 25. Istota badania. Badanie żarówek na trwałość polega na określeniu jej rzeczywistej trwałości (§ 1, h). Napięcie uważa się za praktycznie równe nominalnemu, jeżeli podczas badania chwilowe wahania napięcia nie przekraczają $\pm 2\%$, a średnie napięcie nie odchyli się od nominalnego więcej niż o $\pm 1/4\%$.

§ 26. Normalna trwałość żarówki. Normalna trwałość żarówki (§ 1, j) wszelkiego typu ustala się na 1000 godzin.

§ 27. Kwalifikacja partji. Partję odrzuca się, jeżeli rzeczywista średnia trwałość (§ 1, i) wszystkich żarówek, poddanych badaniu na trwałość, odchyli się od normalnej trwałości (§ 26) w dół więcej, niż o procent, wskazany w poz. 2 tablicy II (§ 28), innymi słowy jeżeli rzeczywista średnia trwałość jest mniejsza od minimalnej wartości, podanej w poz. 3 tejże tablicy. Żarówki, których drucik zerwał się wskutek wypadku przed ukończeniem badania, nie mogą być uwzględniane przy obliczeniu rzeczywistej średniej trwałości.

Uwaga. Badanie żarówek na trwałość można przerywać z chwilą, kiedy rzeczywista średnia trwałość przekroczyła wartość, podaną w poz. 3 tablicy II (§ 28).

§ 28. Tablica II.

Liczba żarówek, poddanych badaniu na trwałość.	Największe dopuszczalne odchylenie w dół rzeczywistej średniej trwałości od normalnej (%/0)	Najmniejsza dopuszczalna wartość rzeczywistej średniej trwałości. (godzin)
1	2	3
5	25	750
6	23	770
7	21	790
8	20	800
9	19	810
10	18	820
11	17	830
12—13	16	840
14—15	15	850
16—17	14	860
18—19	13	870
20—24	12	880
25—29	11	890
30—34	10	900
35—44	9	910
45—54	8	920
55—99	7	930
100 i więcej	6	940

STOWARZYSZENIE ELEKTROTECHNIKÓW POLSKICH

OD SKARBNIKA STOWARZYSZENIA ELEKTROTECHNIKÓW POLSKICH

Zadłużenie Kół w kasie Stowarzyszenia w dn. 20.11. 1928 r.:

1) Koła: Warszawskie, Lwowskie, Toruńskie, Radomskie i Sosnowieckie uregulowały swoje należności we właściwym czasie.

2) Koło Łódzkie winno zł. 300.—

2) Koło Poznańskie (reszta III kw. i kw. IV „ 540.—

4) Koło Krakowskie „ 290.—

5) Koło Bydgoskie „ 130.—

Skarbnik Stowarzyszenia Elektrotechników Polskich przypomina, że — zgodnie z uchwałą Rady Delegatów z dn. 7 czerwca 1925 r. — Koła mają obowiązek wpłacać składki podług swoich obowiązujących list w pierwszym miesiącu każdego kwartału zgóry.

Z ŻYCIA ORGANIZACJI

ZJAZD HYDROTECHNICZNY.

W dniach 3—5 stycznia 1929 r. odbędzie się w Warszawie w gmachu Politechniki I Polski Zjazd Hydrotechniczny, poświęcony zagadnieniom gospodarki wodnej.

Na Zjazd zgłoszone zostały referaty z zakresu hydrologji, komunikacji wodnych, morskich i śródlądowych, regulacji rzek i meljoracji podstawowych oraz wyzyskania sił wodnych, w szczególności przez pp: Inż. A. Borna, Inż. B. Eosiackiego, inż. W. Byszewskiego, inż. A. Choroszewskiego, inż. J. Decyusza, inż. H. Herbicha, inż. H. Jensza, J. Klejnota, inż. W. Kollisa, inż. A. Konopkę, inż. A. Kornellę, prof. d-ra inż. J. Łopuszańskiego, inż. K. Maćkowskiego, inż. R. Maryniarczyka, prof. d-ra inż. M. Matakiewicza, inż. S. Moora, inż. I. Olszewskiego, prof. d-ra inż. Pomianowskiego, inż. M. Prokopowicza, inż. W. Rosentala, prof. d-ra inż. A. Rożańskiego, inż. A. Rundo, prof. inż. M. Rybczyńskiego, inż. S. Siebauera, inż. K. Siwickiego, inż. J. Skalkę, inż. S. Szachtmajera, inż. T. Tillingera, inż. S. Turczynowicza, inż. D. Twardowskiego, inż. S. Tychoniewicza, inż. T. Wendę, inż. S. Wisłockiego, inż. M. Wojtkiewicza, inż. T. Zubrzyckiego.

W Zjeździe mogą brać udział technicy polscy, pracujący na polu hydrotechniki, przedstawiciele urzędów, samorządu, instytucji, zrzeszeń i organizacji oraz osoby, interesujące się temi zagadnieniami z dziedziny gospodarki wodnej, które zakreślone zostały w programie Zjazdu.

Wysokość składki zjazdowej, łącznie z drukami, wynosi od osoby fizycznej 12 Zł., od osoby prawnej (urzędy, instytucje, zrzeszenia) 25 Zł. Członkowie rodziny uczestnika Zjazdu osobnej składki nie opłacają.

Zgłoszenia uczestnictwa należy przesłać pod adresem:

Komitet organizacyjny I Polskiego Zjazdu Hydrotechnicznego, Warszawa, Jasna 10, Dyrekcja Dróg Wodnych (Skrzynka pocztowa).

Termin nadsyłania zgłoszeń uczestnictwa, po którym Komitet nie odpowiada za terminowe dostarczenie zawczasu przed Zjazdem wydrukowanych referatów, upływa w dniu 10 grudnia 1928 r.

Komitet organizacyjny Zjazdu: Prezes prof. inż. M. Rybczyński. Wiceprezesi: inż. T. Nosowicz i inż. M. Prokopowicz. Członkowie: inż. P. Bomas, inż. J. Decyusz, E. Krzyżanowski, inż. R. Piętkowski, inż. K. Rodowicz, inż. E. Romański, inż. A. Rundo, inż. T. Tillinger, inż. S. Turczynowicz, inż. S. Wawrzkowicz i inż. J. Zaczek.

ZJAZD B. WAWELBERCZYKÓW.

Koło b. wychowanców b. Szkoły Mech. Tech. H. Wawelberga i S. Rotwanda przy Stowarzyszeniu Techników w Warszawie organizuje w maju 1929 r. zjazd koleżeński. Będzie to właściwie pierwszy zjazd w okresie powojennym, gdyż poprzedni odbył się w maju 1920 r., w czasie wojny, wskutek czego wielu wychowanców Szkoły, znajdujących się w armji, nie mogło w nim wziąć udziału. Komitet Organizacyjny zjazdu prosi wszystkich b. wychowanców o nadsyłanie do Zarządu Koła swych adresów, a także o zgłaszanie referatów i prac, które następnie będą wydrukowane w Księdze pamiątkowej, wydanej z okazji zjazdu. Uczestnicy zjazdu z poza Warszawy będą mieli zapewnione różne ułatwienia, jak np. zniżki kolejowe i t. p. Program zjazdu będzie ogłoszony w swoim czasie. Blizszych informacji udziela Zarząd Koła WawelberczykóW (Stowarzyszenie Techników w Warszawie, Czackiego 5).

PRZEMYSŁ I HANDEL.

Łódź. Na posiedzeniu Magistratu postanowiono, na wniosek Wydziału przedsiębiorstw miejskich, przystąpić w charakterze udziałowca-założyciela do nowoorganizującego się Związku międzykomunalnego elektryfikacji okręgu Łódzkiego, obejmującego powiaty: brzeziński, łaski, łęczycki, piotrkowski, sieradzki i m. Łódź.

Jednocześnie Magistrat wystąpi do Rady Miejskiej z wnioskiem o wyasygnowanie odpowiednich sum na udział w funduszu organizacyjnym związku.

Międzykomunalny związek elektryfikacyjny, po uzyskaniu odpowiedniego uprawnienia rządowego, zaopatrywać ma w prąd teren wyżej wymienionych powiatów oraz miasto Łódź, o ile warunki dostawy prądu nie będą sprzeczne z warunkami uprawnienia rządowego, udzielonego Łódzkiemu Towarzystwu Elektrycznemu.

Uchwała Magistratu w sprawie przystąpienia do Międzykomunalnego Związku elektryfikacji podlega zatwierdzeniu Rady Miejskiej, która rozpatrzy ją na jednym z najbliższych posiedzeń.

— W magistracie odbyło się posiedzenie organizacyjne spółki akcyjnej budowy kolejki elektrycznej Łódź — Tomaszów, której inicjatorem i głównym udziałowcem jest magistrat.

Wybrano ściślejszy komitet organizacyjny, który pra-

ce swą tak chce poprowadzić, by na wiosnę zacząć budowę.

Ostrów. Dnia 6 ub. m. odbyło się w Ostrowie zebranie przedstawicieli powiatów i miast z południowej części województwa poznańskiego. Na zebraniu tem po dłuższej dyskusji jednogłośnie uchwalono przystąpić natychmiast do prac przygotowawczych, mających na celu zelektryfikowanie południowej połaci województwa poznańskiego. W tym celu wyloniono z zebrania Komitet organizacyjny, złożony z pięciu przedstawicieli powiatów i czterech przedstawicieli miast, któremu polecono kontynuowanie pracy nad wykonaniem planu elektryfikacji kraju.

Wspomniany Komitet organizacyjny ukonstytuował się w składzie następującym:

przewodniczący komitetu p. Feliks Kasprzak, starosta pow. kępińskiego; zastępca przewodniczącego p. Jondro, zastępca burmistrza miasta Ostrowa; sekretarz p. Wąs Henryk, starosta powiatu odolanowskiego. Poza tem wchodzi w skład Komitetu Organizacyjnego pp. starostowie powiatów: jarocińskiego, ostrzeszowskiego, pleszewskiego, krotoszyńskiego, gostyńskiego i koźmińskiego.

Komitet po gruntownym przedyskutowaniu materiału, jaki miał do dyspozycji, powziął jednomyślnie uchwałę, że należy natychmiast zorganizować stałe Biuro studjów, któreby po gruntownym zapoznaniu się z warunkami, potrze-

bami i życzeniami ludności poszczególnych samorządów, mających w przyszłości wejść w skład zamierzonego Związku międzykomunalnego, zebrało potrzebne dane i sporządziło szczegółowe plany techniczne i kosztorysy. Materiał ten umożliwi bowiem poszczególnym samorządom decyzję w sprawie przystąpienia do przyszłego Związku międzykomunalnego.

Koszty, związane z prowadzeniem biura i zebraniem potrzebnych danych obliczono w przybliżeniu na 15 tysięcy zł. Celem przyspieszenia prac organizacyjnych postanowiono zwrócić się do poszczególnych samorządów powiatowych i do miasta Ostrowa, by w najkrótszym czasie zadeklarowały gotowość zaliczkowania kosztów zorganizowania i prowadzenia „Biura studjów”, które w razie utworzenia Międzykomunalnego Związku Elektryfikacyjnego obciążą ten Związek. Tak więc sprawa elektryfikacji południowych powiatów woj. poznańskiego weszła na właściwe i realne tory.

Płock. Jak wiadomo na budowę elektrowni miejskiej preliminowano w budżecie 2 293 006 zł. Ogólny jednak koszt budowy przekroczy 2 500 000 zł., a to z tego względu, że w kosztorysie budowy nie uwzględniono wydatków na sieć kablową, które wyniosą około 200 000 zł. oraz kosztów słupów żelaznych pod latarnie miejskie 60 000 złotych.

Pomorze Nr. 267 „Monitora Polskiego” przynosi obwieszczenie Minist. robót publicznych, nadające związkowi elektryfikacyjnemu Chełmno — Świecie — Toruń uprawnienie rządowe na zakład elektryczny (chodzi o istniejący już zakład w Gródku).

Na mocy tego uprawnienia związek ma prawo wytwarzać i przysyłać energię elektryczną na terenie pow. toruńskiego, świeckiego i chełmińskiego z wyłączeniem niektórych miejscowości pow. toruńskiego jak: Brzoza, Brzezinka, Górsk, Grabowice, Grębocin, Kaszczorek i wiele in. i obszarów dworskich: Bielawy, Czerniewice, Grabie, Karczemka, Przysiek, i w. in.

Uprawnienie udzielone zostało na l. 37 licząc od 1-go października 1927 r., t. j. do 30-go września 1964 r. Przez cały ten przeciąg czasu nikt inny, oprócz elektrowni w Gródku nie ma prawa na tym terenie wytwarzać i rozdzielać do celu zawodowego zbytu energię elektryczną.

Na zaopatrywanie w energię elektryczną wymienionych miejscowości, wyłączonych z uprawnienia na powiaty Toruń — Chełmno — Świecie — posiada dawniej już przyznane uprawnienie elektrownia miejska w Toruniu.

— Po ukończeniu w powiecie wielkiej elektrowni w Gródku w r. 1924 rozpoczęła się najprzód elektryfikacja miasta Świecia z tejże elektrowni, a w r. 1928 wybudował Zw. Elektryfikacyjny Świecie - Chełmno - Toruń sieć wysokiego napięcia do Nowego. Sieć wysokiego napięcia w powiecie wynosi obecnie około 55 km. Związek początkowo wykonał elektryfikację z funduszy poszczególnych powiatów, a w roku 1928 na podstawie pożyczki z Banku Gospodarstwa Krajowego. Ponieważ pożyczka na budowę sieci gminnych nie wystarcza, powiat świecki dla przyspieszenia elektryfikacji tworzy poza Związkiem własny fundusz elektryfikacyjny w sumie około 200 tysięcy zł, zapomocą którego w r. 1929 zelektryzowanych zostanie kilkanaście gmin, a w latach późniejszych dalsze gminy.

Warszawa. Olbrzymi wzrost ruchu w tramwajach miejskich (w porównaniu z październikiem r. z. w roku bieżącego wzrost wynosi 4 miliony pasażerów) spowodował nadmier-

ne obciążenie elektrowni tramwajowej. Przy dalszym rozszerzeniu linii tramwajowych (do Wawra, Młocin, Ząbek, Włoch i t. d.) zasilanie prądem odbywać się będzie mogło tylko za pomocą podstacji. Zmusza to dyrekcję tramwajów do budowy jednej podstacji elektrycznej przy remizie tramwajowej na Pradze, oraz do zawarcia umowy z elektrownią warszawska względnie pruszkowską na dostawę prądu wysokiego napięcia.

Magistrat upoważnił już dyrekcję do zaczerpnięcia z bieżących wpływów sumy 800 000 zł. na zbudowanie podstacji na Pradze i na zawarcie stosownej umowy na dostawę prądu.

— Na posiedzeniu zarządu tramwajów miejskich zastanawiano się nad kwestją rozwoju frekwencji tramwajowej w stolicy.

Październik wykazał wzrost liczby pasażerów o 20% wobec roku ubiegłego. Nie ulega wątpliwości, że liczba pasażerów będzie stale wzrastała, gdyż miasto się rozrasta i ruch przybiera większe rozmiary. W niedalekiej przyszłości stać się może faktem, że dzisiejsze rozmiary przedsiębiorstwa nie będą mogły podołać wymaganiom miasta.

Przedewszystkiem wysuwa się konieczność powiększenia taboru. W grudniu mają nadejść 24 wagony, wykończone w fabrykach krajowych, w tej liczbie 10 motorowych i 14 przyczepnych. Będzie to bardzo małym dodatkiem dla ruchu, który wymaga co najmniej 100 nowych wagonów. Poza tem w styczniu nadejdzie kilka wagonów. Prócz tego będzie powiększona liczba autobusów linii A, ogromnie obciążonej i ruchliwej. Poza tem wysuwa się konieczność wprowadzenia innych linii. Do tego dochodzi sprawa rozbudowy remiz tramwajowych i powiększenia wydajności elektrowni.

Słowem, program tramwajowy, obliczony na lat dziesięć, wymaga szybkiej realizacji i samo życie dyktuje obecnie zarządowi miasta w jakim kierunku ma działać. Sprawa tramwajowa omówiona będzie na specjalnem posiedzeniu magistratu.

— Wobec spadku wartości złotego, elektrownia warszawska, opierając się na § 7 umowy z d. 4 grudnia 1925 r., podwyższyła od dnia 1 stycznia 1927 r. ceny prądu do napędu pomp rzecznych i stacji filtrów o 30 proc. i liczy wobec tego zagwarantowane 2 000 000 kWh po 15.60 gr. za kWh, za następne pół miliona kWh po 12.35 gr., następne znów pół miliona kWh po 11.05 gr., za ilości zaś ponad 3 miliony kWh po 10.40 gr.

Zwyżka ta podniosła koszt eksploatacji, to też sprawa obniżenia ceny prądu, zwłaszcza wobec ustawienia w r. 1928 na stacji filtrów trzech pomp, wzamian starych maszyn parowych, ma dla miasta większe jeszcze znaczenie.

Sprawę tę rozpatrywała specjalna komisja, która opracowała projekt nowej umowy z elektrownią, przewidujący następujące ceny w złotych obiegowych: za gwarantowane 6 000 000 kWh po 10.5 gr. za kWh, następny milion po 8 gr., następny milion po 7 gr., a ilość bez ograniczenia po 5 gr.

Elektrownia warszawska zawiadomiła dyrekcję wodociągów, iż nie zgadza się na zmniejszenie ceny prądu, motywując to tem, iż energia elektryczna dostarczana jest nie tylko po cenach niższych od ogólnej taryfy, lecz wynoszącej zaledwie 76 proc. cen według obowiązującej umowy z dnia 4 grudnia 1925 r.

O ile elektrownia nie zgodzi się na propozycje miejskie, nie jest wyłączone, że wodociągom opłaci się wybudować własną elektrownię.