

PRZEGLĄD TECHNICZNY

TYGODNIK POŚWIĘCONY SPRAWOM TECHNIKI I PRZEMYSŁU.

TREŚĆ:

Kilka uwag, dotyczących teorii prętów i ich układów, nap. Stanisław Bełzecki.
Pomiary elektryczne na odległość (dok), nap. Inż. J. Silberstein.
Zarys krytyczny własności technicznych czterech systemów towarowych hamulców automatycznych, nap. Inż. Aleksander Pawłowski.
Przeгляд pism technicznych.
Sprawozdania i Prace Polskiego Komitetu Energetycznego.

SOMMAIRE:

Considérations sur la théorie des barres et leurs systèmes (à suivre), par M. St. Bełzecki, Professeur à l'École Polytechnique de Varsovie.
Mesures électriques à distance (suite et fin), par M. J. Silberstein, Ingénieur-électricien.
Description critique des propriétés techniques des 4 systèmes de freins continus pour les trains de marchandises (à suivre), par M. A. Pawłowski, Ingénieur-mécanicien.
Revue documentaire.
Bulletin du Comité Polonais de l'Énergie.

Kilka uwag, dotyczących teorii prętów i ich układów.

Napisał Stanisław Bełzecki.

O granicach stosowalności wzorów:

$$N_B = \frac{M_x \cdot y}{I_x} \quad \text{i} \quad E I_x \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} + M_x = 0.$$

Powyższe wzory mogą być stosowane do tak zwanych prętów (tige, beam). Ibetson tak określa pręt: „The Central Axis of a Beam is a straight line, and — unless the contrary be expressly stated — the beam is to be supposed cylindrical or prismatic in form, the generators of the lateral surface being parallel to the Axis, and the plane ends of the beam being perpendicular to it and of dimensions comparable with its length”.

Określenie to jest dość ogólne, lecz ponieważ termin „comparable with its length” może być dowolnie tłumaczony, więc wzory wyżej przytoczone mogą być stosowane w granicach nieodpowiednich.

Termin pręt (tige, beam) będą stosować do takiego ciała pryzmatycznego lub cylindrycznego, zgodnie z określeniem Ibetsona, do którego ściśle można stosować wzory St. Venant'a.

Wzór $\frac{E I}{\rho} + M = 0$ jest ścisły nie tylko dla prętów, lecz i dla drutów (wire).

Przy takich stosunkach wymiarów poprzecznych pręta do jego długości, przy których mogą być ściśle stosowane wzory St. Venant'a, rzuty krzywizny odkształconego włókna na osie mogą być wyrażone zapomocą wzorów $E I_x \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} + M_x = 0$ lub

$$E I_y \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} + M_y = 0.$$

Zatem pręt będzie dobrze określony, jeśli ustalimy takie stosunki jego wymiarów poprzecznych

do długości, przy których ogólne wzory są zgodne ze wzorami St. Venant'a.

Zamiast metody całkowania, podanej w zesz. 2 t. II A. N. T., podaję inną metodę, znacznie prostszą i zupełnie decydującą w rozważanem zagadnieniu.

Równania równowagi ciała izotropowego nieważkiego są, jak wiadomo, następujące:

$$\left. \begin{aligned} (\lambda + \mu) \frac{\partial \theta}{\partial x} + \mu \Delta u &= 0 \\ (\lambda + \mu) \frac{\partial \theta}{\partial y} + \mu \Delta v &= 0 \\ (\lambda + \mu) \frac{\partial \theta}{\partial z} + \mu \Delta w &= 0 \end{aligned} \right\} \dots (a)$$

W równaniach tych λ i μ są to współczynniki Lamé'go¹⁾, θ — rozszerzalność przestrzenna, u, v, w — przesunięcia w kierunku osi x, y, z .

Biorąc pochodne tych równań, pierwszego względem x , drugiego względem y i trzeciego względem z , otrzymamy równania (b):

$$\left. \begin{aligned} (\lambda + \mu) \frac{\partial^2 \theta}{\partial x^2} + \mu \Delta \frac{\partial u}{\partial x} &= 0 \\ (\lambda + \mu) \frac{\partial^2 \theta}{\partial y^2} + \mu \Delta \frac{\partial v}{\partial y} &= 0 \\ (\lambda + \mu) \frac{\partial^2 \theta}{\partial z^2} + \mu \Delta \frac{\partial w}{\partial z} &= 0 \end{aligned} \right\} \dots (b)$$

¹⁾ $\lambda = \frac{\eta E}{(1 + \eta)(1 - 2\eta)}$; $\mu = \frac{E}{2(1 + \eta)}$; $\frac{\lambda}{\lambda + \mu} = 2\eta$; η — liczba Poisson'a; E — moduł Young'a.

Symbolem Δ oznaczamy operację:

$$\frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}.$$

Symbolem zaś $\Delta\Delta$ — operację:

$$\frac{\partial^4}{\partial x^4} + \frac{\partial^4}{\partial y^4} + \frac{\partial^4}{\partial z^4} + 2 \left(\frac{\partial^4}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4}{\partial x^2 \partial z^2} + \frac{\partial^4}{\partial y^2 \partial z^2} \right).$$

Jeżeli pewna funkcja F jest skończoną i ciągłą wraz z jej pochodnymi i czyni zadość równaniu

$$\Delta F = 0 \quad (\text{Laplace'a}),$$

to nazywa się ją funkcją harmoniczną. Jeśli funkcja jest skończoną i ciągłą wraz ze swymi pochodnymi i czyni zadość równaniu

$$\Delta\Delta F = 0,$$

to nazywa się funkcją biharmoniczną²⁾.

Normalne naprężenia wyrażają się, jak wiadomo, za pomocą wzorów:

$$\left. \begin{aligned} N_1 &= \lambda \theta + 2 \mu \frac{\partial u}{\partial x} \\ N_2 &= \lambda \theta + 2 \mu \frac{\partial v}{\partial y} \\ N_3 &= \lambda \theta + 2 \mu \frac{\partial w}{\partial z} \end{aligned} \right\} \dots \dots (b_1)$$

w cieple zaś izotropowym

$$\Delta \theta = 0.$$

Wykonywając operacje Δ względem każdego z równań (b₁) i podstawiając do otrzymanych tą drogą wzorów, zamiast $\mu \Delta \frac{\partial u}{\partial x}$, $\mu \Delta \frac{\partial v}{\partial y}$ i $\mu \Delta \frac{\partial w}{\partial z}$ ich wartości ze wzorów (b), otrzymamy równania:

$$\left. \begin{aligned} \Delta N_1 &= -2(\lambda + \mu) \frac{\partial^2 \theta}{\partial x^2} \\ \Delta N_2 &= -2(\lambda + \mu) \frac{\partial^2 \theta}{\partial y^2} \\ \Delta N_3 &= -2(\lambda + \mu) \frac{\partial^2 \theta}{\partial z^2} \end{aligned} \right\} \dots \dots (b_2)$$

Z równań tych, mając na względzie, że $\Delta \theta = 0$, dochodzimy do równania:

$$\Delta N_1 + \Delta N_2 + \Delta N_3 = 0.$$

Biorąc pochodne drugiego równania grupy (a) względem z , trzeciego zaś względem y , po dodaniu wyników i uwzględnieniu, że $T_1 = \mu \left(\frac{\partial w}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial z} \right)$, $T_2 = \mu \left(\frac{\partial w}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial z} \right)$, $T_3 = \mu \left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \right)$, otrzymujemy równanie:

$$\Delta T_1 = -2(\lambda + \mu) \frac{\partial^2 \theta}{\partial y \partial z}.$$

²⁾ W teorii potencjału wymagania ciągłości pochodnych są ograniczone, lecz w naszym przypadku ograniczenia te nie są potrzebne. Patrz H. Poincaré: „La méthode de Neumann et le problème de Dirichlet”. Acta Math., 1895.

W sposób analogiczny otrzymamy:

$$\Delta T_2 = -2(\lambda + \mu) \frac{\partial^2 \theta}{\partial x \partial z},$$

$$\Delta T_3 = -2(\lambda + \mu) \frac{\partial^2 \theta}{\partial x \partial y}.$$

Z równań (a) mamy bezpośrednio:

$$\left. \begin{aligned} \Delta u &= -\frac{\lambda + \mu}{\mu} \frac{\partial \theta}{\partial x} \\ \Delta v &= -\frac{\lambda + \mu}{\mu} \frac{\partial \theta}{\partial y} \\ \Delta w &= -\frac{\lambda + \mu}{\mu} \frac{\partial \theta}{\partial z} \end{aligned} \right\} \dots \dots (c)$$

Ostatnie wzory zastosujemy do rozwiązywania zadania St. Venant'a.

St. Venant zakłada: $N_1 = N_2 = T_3 = 0$, przeto z równań (b₂) mamy, że

$$\frac{\partial^2 \theta}{\partial x^2} = \frac{\partial^2 \theta}{\partial y^2} = 0, \text{ a ponieważ } \Delta \theta = 0,$$

$$\text{to i } \frac{\partial^2 \theta}{\partial z^2} = 0; \frac{\partial^2 \theta}{\partial x \partial y} = 0, \text{ a zatem}$$

$$\theta = k [A_0 + A_1 x + A_2 y + (B_0 + B_1 x + B_2 y)z],$$

$k = \frac{\mu}{\lambda + \mu}$ i, mając na względzie (b₁), otrzymujemy

$$\lambda \theta = -2 \mu \frac{\partial u}{\partial x},$$

$$\lambda \theta = -2 \mu \frac{\partial v}{\partial y}.$$

Skąd:

$$\lambda \theta = -\mu \left(\theta - \frac{\partial w}{\partial z} \right); \quad \theta = \frac{\mu}{\lambda + \mu} \frac{\partial w}{\partial z}.$$

$$2 \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial w}{\partial z} = \frac{\mu}{\lambda + \mu} \frac{\partial w}{\partial z}$$

$$\frac{\partial u}{\partial x} = \frac{\partial w}{\partial z} \cdot \frac{1}{2} \left(\frac{\mu}{\lambda + \mu} - 1 \right) =$$

$$= -\frac{\partial w}{\partial z} \cdot \frac{\lambda}{2(\lambda + \mu)} = -\frac{\partial w}{\partial z} \cdot \eta,$$

$$\frac{\partial u}{\partial x} = \frac{\partial v}{\partial y} = -\eta \cdot \frac{\partial w}{\partial z} \quad (\eta - \text{liczba Poisson'a}).$$

$$w = (A_0 + A_1 x + A_2 y) z +$$

$$+ (B_0 + B_1 x + B_2 y) \frac{z^2}{2} + f(x, y).$$

Ze wzorów (c)

$$\Delta w = -\frac{\lambda + \mu}{\mu} \frac{\partial \theta}{\partial z} = -(B_0 + B_1 x + B_2 y),$$

$$w = (A_0 + A_1 x + A_2 y) z + (B_0 + B_1 x +$$

$$+ B_2 y) \frac{z^2}{2} - \frac{B_0}{2} (x^2 + y^2) - B_1 x y^2 - B_2 y x^2 + \Omega(x, y),$$

$$\Delta \Omega(x, y) = 0.$$

Równanie $\Delta w = -\frac{\lambda + \mu}{\mu} \frac{\partial \theta}{\partial z}$ posłużyło nam do

określenia dowolnej funkcji $f(x, y)$, która w danym przypadku jest równa

$$f(x, y) = -\frac{B_0}{2}(x^2 + y^2) - B_1 x y^2 - B_2 y x^2 + \Omega(x, y),$$

a w czyni zadość równaniu

$$\Delta w = 0.$$

Ponieważ $\frac{\partial u}{\partial x} = \frac{\partial v}{\partial y} = -\gamma_1 \frac{\partial w}{\partial z}$, to przesunięcia

czynią zadość równaniom $\Delta u = \Delta w = 0$, a zatem $\Delta N_3 = \Delta T_1 = \Delta T_2 = 0$.

W ogólnym przypadku u, v, w, N_i i T_i ($i=1, 2, 3$) czynią zadość równaniom $\Delta \Delta u = \Delta \Delta v = \Delta \Delta w = \Delta \Delta N_i = \Delta \Delta T_i = 0$.

Zadanie St. Venant'a, wskutek założenia, że $N_1 = N_2 = T_3 = 0$, zniżyło rzędy równań, określających wielkości u, v, w , kosztem takiego stosunku między wymiarami ciała, przy którym to stosunku ciało określone jest jako pręt (tige, beam).

Metoda całkowania.

Funkcja

$$\begin{aligned} 0 &= \sum \sum \left(A \cdot e^{y \sqrt{m^2 + n^2}} + \right. \\ &+ \left. B e^{-y \sqrt{m^2 + n^2}} \right) \cos(m x) \cos(n z) = \\ &= \sum \sum (Y) \cos(m x) \cdot \cos(n z) \end{aligned}$$

czyni zadość równaniu

$$\Delta \theta = 0.$$

Ta lub inna postać funkcji (szeregu) zależy od warunków granicznych (warunków zamocowania końców) i od warunków na powierzchni (obciążenia).

W danym szczególnym przypadku θ obrane jest jako funkcja parzystą x i z .

Przy tak obranej funkcji θ , na mocy równań (c), powinno być:

$$(d) \left\{ \begin{aligned} \Delta u &= \sum \sum m \frac{\lambda + \mu}{\mu} (Y) \sin(m x) \cdot \cos(n z) \\ \Delta v &= \sum \sum -\sqrt{m^2 + n^2} \cdot \frac{\lambda + \mu}{\mu} \left(A \cdot e^{y \sqrt{m^2 + n^2}} - \right. \\ &\quad \left. - B \cdot e^{-y \sqrt{m^2 + n^2}} \right) \sin(m x) \cos(n z) \\ \Delta w &= \sum \sum m \cdot \frac{\lambda + \mu}{\mu} (Y) \cos(m x) \sin(n z), \end{aligned} \right.$$

a ponieważ funkcje u, v, w są biharmoniczne, to

$$\begin{aligned} u &= \sum \sum \left[(C_1 + D_1 y) e^{y \sqrt{m^2 + n^2}} + \right. \\ &+ \left. (C_2 + D_2 y) e^{-y \sqrt{m^2 + n^2}} \right] \sin(m x) \cos(n z), \\ v &= \sum \sum \left[(C_3 + D_3 y) e^{y \sqrt{m^2 + n^2}} + \right. \\ &+ \left. (C_4 + D_4 y) e^{-y \sqrt{m^2 + n^2}} \right] \cos(m x) \cos(n z), \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} w &= \sum \sum \left[(C_5 + D_5 y) e^{y \sqrt{m^2 + n^2}} + \right. \\ &+ \left. (C_6 + D_6 y) e^{-y \sqrt{m^2 + n^2}} \right] \cos(m x) \sin(n z). \end{aligned}$$

Przesunięcia u, v, w winny czynić zadość warunkom (d), przeto otrzymujemy, że

$$D_1 = \frac{m(\lambda + \mu)}{2\mu \sqrt{m^2 + n^2}} \cdot A; \quad D_3 = -\frac{\lambda + \mu}{2\mu} \cdot A;$$

$$D_5 = \frac{n(\lambda + \mu)}{2\mu \sqrt{m^2 + n^2}} \cdot A$$

$$D_2 = -\frac{m(\lambda + \mu)}{2\mu \sqrt{m^2 + n^2}} \cdot B; \quad D_4 = -\frac{\lambda + \mu}{2\mu} \cdot B;$$

$$D_6 = -\frac{n(\lambda + \mu)}{2\mu \sqrt{m^2 + n^2}} \cdot B$$

i, po wstawieniu wielkości D_1, \dots, D_6 do powyższych wzorów, mamy:

$$\begin{aligned} u &= \sum \sum \left[C_1 e^{y \sqrt{m^2 + n^2}} + C_2 e^{-y \sqrt{m^2 + n^2}} + \right. \\ &+ \left. \frac{m(\lambda + \mu)}{2\mu \sqrt{m^2 + n^2}} \left(A e^{y \sqrt{m^2 + n^2}} - \right. \right. \\ &\quad \left. \left. - B e^{-y \sqrt{m^2 + n^2}} \right) \right] \sin(m x) \cos(n z) + \frac{\Omega}{yz} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} v &= \sum \sum \left[C_3 e^{y \sqrt{m^2 + n^2}} + C_4 e^{-y \sqrt{m^2 + n^2}} - \right. \\ &- \left. \frac{\lambda + \mu}{2\mu} \left(A \cdot e^{y \sqrt{m^2 + n^2}} - \right. \right. \\ &\quad \left. \left. - B \cdot e^{-y \sqrt{m^2 + n^2}} \right) \right] \cos(m x) \cos(n z) + \frac{\Omega}{xz} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} w &= \sum \sum \left[\left(C_5 \cdot e^{y \sqrt{m^2 + n^2}} + C_6 e^{-y \sqrt{m^2 + n^2}} \right) + \right. \\ &+ \left. \frac{n(\lambda + \mu)}{2\mu \sqrt{m^2 + n^2}} \left(A \cdot e^{y \sqrt{m^2 + n^2}} - \right. \right. \\ &\quad \left. \left. - B \cdot e^{-y \sqrt{m^2 + n^2}} \right) \right] \cos(m x) \sin(n z) + \frac{\Omega}{xy} \end{aligned}$$

Funkcje u, v i w powinny nadto czynić zadość równaniu

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0,$$

a wobec tego niezbędnym jest, by C_i ($i=1, 2, 3, \dots, 6$) czyniły zadość równaniom:

$$m C_1 + \sqrt{m^2 + n^2} \cdot C_3 + n C_5 = A,$$

$$m C_2 + \sqrt{m^2 + n^2} \cdot C_4 + n C_6 = B.$$

Mając u, v i w , możemy określić naprężenia i dowolne funkcje. Te operacje niczem nie będą się różniły od tych, które są wykonane w klasycznym zadaniu St. Venant'a,

U w a g a: St. Venant rozpatruje zgięcie pręta jednym końcem zamocowanego. Obierając początek spólrzędnych w środku bezwładności zamocowanego końca, zakłada, że przy $x = y = z = 0$

$$u = v = w = 0,$$

$$\frac{\partial w}{\partial x} = \frac{\partial w}{\partial y} = \frac{\partial v}{\partial z} = 0,$$

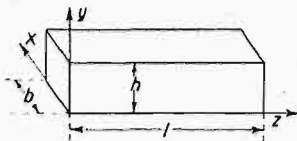
t. j. unieruchamia punktu, element linjowy ($\frac{\partial v}{\partial z} = 0$) i element powierzchniowy ($\frac{\partial w}{\partial x} = \frac{\partial w}{\partial y} = 0$). W ogólnym przypadku mogą być inne warunki zamocowania. Warunki te powinny być obrane tak, żeby pręt, jako całość, był pozbawiony sześciu stopni swobody.

Niektórzy autorzy nazywają warunki St. Venant'a warunkami koniecznymi do określenia zadania¹⁾. W rzeczywistości tak nie jest, ponieważ nie możemy zgóry przewidzieć, w którym z punktów są spełnione wszystkie te warunki. Inne warunki są oczywiste.

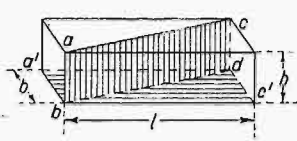
W zależności od warunków granicznych, wielkości m i n są wogóle następujące:

$$m = \frac{k \cdot \pi}{b}, \quad n = \frac{k \cdot \pi}{l}$$

Naprzykład obierając osie jak na rys. 1, założymy



Rys. 1.



Rys. 2.

$$m = \frac{\pi \cdot i}{b}, \quad n = \frac{\pi \cdot i}{l}$$

$$\sqrt{m^2 + n^2} = \pi \cdot i \frac{\sqrt{b^2 + l^2}}{bl}$$

a przy $y = h$

$$e^{\pi i \cdot \frac{h \sqrt{b^2 + l^2}}{bl}}$$

Stosunek przekroju wzdłuż przekątnej $abcd$ (rys. 2) do przekroju $a'b'c'd'$ powinien być taki, przy którym N_3 jest, jak u St. Venant'a, linjową funkcją współrzędnych w każdym przekroju $z = a$.

Ograniczymy się do rozpatrzenia zadania płaskiego.

Warunki równowagi będą:

$$\frac{\partial N_2}{\partial y} + \frac{\partial T_1}{\partial z} = 0,$$

$$\frac{\partial T_1}{\partial y} + \frac{\partial N_3}{\partial z} = 0,$$

skąd

$$N_2 = - \int \frac{\partial T_1}{\partial z} dy + f(z),$$

$$N_3 = - \int \frac{\partial T_1}{\partial y} dz + \psi(y),$$

Suma naprężeń normalnych

$$F = N_2 + N_3 = - \left(\int \frac{\partial T_1}{\partial z} dy + \int \frac{\partial T_1}{\partial y} dz \right) + f(z) + \psi(y)$$

musi czynić zadość równaniu Laplace'a

$$\Delta F = 0,$$

w którym symbol Δ oznacza działanie $\frac{\partial^2 F}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 F}{\partial z^2}$. Bierzemy kolejne cząstkowe pochodne funkcji F względem y i względem z .

$$\frac{\partial F}{\partial y} = - \left(\frac{\partial T_1}{\partial z} + \int \frac{\partial^2 T_1}{\partial y^2} dz \right) + \psi'(y)$$

$$\frac{\partial^2 F}{\partial y^2} = - \left(\frac{\partial^2 T_1}{\partial z \partial y} + \int \frac{\partial^3 T_1}{\partial y^3} dz \right) + \psi''(y)$$

$$\frac{\partial F}{\partial z} = - \left(\int \frac{\partial^2 T_1}{\partial z^2} dy + \frac{\partial T_1}{\partial y} \right) + f'(z)$$

$$\frac{\partial^2 F}{\partial z^2} = - \left(\int \frac{\partial^3 T_1}{\partial z^3} dy + \frac{\partial^2 T_1}{\partial y \partial z} \right) + f''(z)$$

$$\Delta F = - \left(2 \frac{\partial^2 T_1}{\partial y \partial z} + \int \frac{\partial^3 T_1}{\partial y^3} dz + \int \frac{\partial^3 T_1}{\partial z^3} dy \right) + f''(z) + \psi''(y) = 0$$

Biorąc drugą pochodną $\frac{\partial^2}{\partial y \partial z}$ tego równania,

otrzymamy:

$$2 \frac{\partial^4 T_1}{\partial y^3 \partial z^2} + \frac{\partial^4 T_1}{\partial y^4} + \frac{\partial^4 T_1}{\partial z^4} = 0. \quad (e)$$

Całkę tego równania otrzymamy, zakładając $T_1 = Y \cos(mz)$, gdzie Y — funkcja tylko y .

Znajdując odpowiednie pochodne T i podstawiając je do równania (c), otrzymamy:

$$- 2 Y'' \cdot m^2 + Y \cdot m^4 + Y^{IV} = 0.$$

Jest to równanie linjowe ze stałymi współczynnikami. Całka tego równania będzie

$$Y = \left[(A + By) e^{my} + (C + Dy) e^{-my} \right].$$

Ostatecznie

$$T_1 = \left[(A + By) e^{my} + (C + Dy) e^{-my} \right] \cos(mz)$$

Ponieważ ostatnia równość zachodzi dla dowolnego m , więc można napisać

$$T_1 = \sum \left[(A + By) e^{my} + (C + Dy) e^{-my} \right] \cos(mz).$$

Mając T_1 , otrzymamy N_2 i N_3 :

$$N_2 = \sum \left[\left(A - \frac{B}{m} + By \right) e^{my} - \right.$$

$$\left. - \left(C + \frac{D}{m} + Dy \right) e^{-my} \right] \sin(mz),$$

$$N_3 = - \sum \left[\left(A + \frac{B}{m} + By \right) e^{my} - \right.$$

$$\left. - \left(C - \frac{D}{m} + Dy \right) e^{-my} \right] \sin(mz),$$

skąd

$$N_2 + N_3 = - \sum \frac{2}{m} \left(B e^{my} + D e^{-my} \right) \sin(mz);$$

a ponieważ

$$N_2 + N_3 = 2(\lambda + \mu)\theta,$$

¹⁾ Jermakow, Stieklow, Jasiński i inni.

to

$$0 = - \sum \frac{1}{m(\lambda + \mu)} (B e^{my} + D e^{-my}) \sin(mz),$$

$$v = \frac{1}{2\mu} \int (N_2 - \lambda \theta) dy + \psi_1(z)$$

$$w = \frac{1}{2\mu} \int (N_3 - \lambda \theta) dz + \psi_2(y),$$

$$v = \frac{1}{2\mu m} \sum \left[\left(A - \frac{2B}{m} + By \right) e^{my} + \left(C + \frac{2D}{m} + Dy \right) e^{-my} + \frac{\lambda}{m(\lambda + \mu)} (B e^{my} - D e^{-my}) \right] \sin(mz),$$

$$w = \frac{1}{2\mu m} \sum \left[\left(A + \frac{B}{m} + By \right) e^{my} - \left(C - \frac{D}{m} + Dy \right) e^{-my} - \frac{\lambda}{m(\lambda + \mu)} (B e^{my} - D e^{-my}) \right] \cos(mz),$$

Sprawdzenie:

$$\frac{\partial v}{\partial z} = \frac{1}{2\mu} \sum \left[\left(A - \frac{2B}{m} + By \right) e^{my} + \left(C + \frac{2D}{m} + Dy \right) e^{-my} + \frac{\lambda}{m(\lambda + \mu)} (B e^{my} - D e^{-my}) \right] \cos(mz),$$

$$\frac{\partial w}{\partial y} = \frac{1}{2\mu} \sum \left[\left(A + \frac{2B}{m} + By \right) e^{my} + \left(C - \frac{2D}{m} + Dy \right) e^{-my} - \frac{\lambda}{m(\lambda + \mu)} (B e^{my} - D e^{-my}) \right] \cos(mz),$$

$$\frac{\partial v}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial y} = \frac{1}{\mu} \sum \left[\left(A + By \right) e^{my} + \left(C + Dy \right) e^{-my} \right] \cos(mz).$$

Skąd

$$T_1 = \sum \left[\left(A + By \right) e^{my} + \left(C + Dy \right) e^{-my} \right] \cos(mz).$$

Otrzymane wzory na v i w stanowią rozwiązanie zadania dwuwymiarowego.

Napiszemy w skróceniu:

$$T_1 = \Sigma E(y) \cos(mz),$$

$$N_3 = - \Sigma F(y) \sin(mz),$$

$$v = \Sigma \Phi(y) \sin(mz).$$

Założymy $T_1 = 0$ przy $y = \pm h$ i ograniczymy się do jednego wyrazu szeregów.

Równanie równowagi

$$\frac{\partial T_1}{\partial y} + \frac{\partial N_3}{\partial z} = 0$$

da nam

$$\{E'(y) - m F(y)\} \cos(mz) = 0,$$

a zatem

$$N_3 = - \frac{E'(y)}{m} \cdot \sin(mz).$$

Wektor

$$\int_{-h}^h N_3 dy = - \frac{\sin(mz)}{m} \int_{-h}^h E'(y) dy = - \frac{\sin(mz)}{m} \left[E(y) \right]_{-h}^h = 0.$$

Moment

$$M = \int_{-h}^h N_3 y dy = - \frac{\sin(mz)}{m} \left\{ \int_{-h}^h E'(y) y dy \right\} = - \frac{\sin(mz)}{m} \left\{ \left[y \cdot E(y) \right]_{-h}^h - \int_{-h}^h E(y) dy \right\} = + \frac{\sin(mz)}{m} \int_{-h}^h E(y) dy = \frac{\sin(mz)}{m} \int_{-h}^h \left[\left(A + By \right) e^{my} + \left(C + Dy \right) e^{-my} \right] dy.$$

$$M = \frac{2 \sin(mz)}{m^2} \left[\left(A + C \right) \text{sh}(mh) + \left(B - D \right) \left(\text{ch}(mh) - \frac{1}{mh} \text{sh}(mh) \right) \right].$$

Przy $y = 0, N_3 = 0,$ a zatem

$$A - C = - \left(\frac{B + D}{m} \right).$$

Z warunków $T_1 = 0$ przy $y = \pm h,$ otrzymamy:

$$A = - C \text{ch}(2mh) + Dh \cdot \text{sh}(2mh),$$

$$B = \frac{C \text{sh}(2mh)}{h} - D \text{ch}(2mh).$$

Z tych trzech warunków określimy A, B, C w funkcji D :

$$C = Dh \cdot \frac{mh \text{sh}(2mh) + 1 - \text{ch}(2mh)}{mh(1 + \text{ch}(2mh)) - \text{sh}(2mh)} = D \cdot h \cdot k,$$

$$A = Dh \left(\text{sh}(2mh) - k \text{ch}(2mh) \right) = D \cdot h \cdot k_1,$$

$$B = D \cdot \left(k \cdot \text{sh}(2mh) - \text{ch}(2mh) \right).$$

Po podstawieniu do (a) otrzymamy

$$\frac{M m^2}{2} = Dh \left[\left(k + k_1 \right) \text{sh}(mh) + \left(k_2 - 1 \right) \left(\text{ch}(mh) - \frac{\text{sh}(mh)}{mh} \right) \right] \sin(mz) = Dhqs.$$

Przez s oznaczamy $\sin(mz).$

$$Dh = \frac{M m^2}{2qs},$$

$$A = \frac{M m^2}{2qs} \cdot k_1,$$

$$B = \frac{M m^2}{2qs} \cdot k_2,$$

$$C = \frac{M m^2}{2qs} \cdot k.$$

Podstawiając te wartości do wzoru na N_3 i zakładając w tym wzorze $y = h$, otrzymamy

$$N_3 = -\frac{M m^2}{2 q} \left\{ \left[k_1 + k_2 \left(1 + \frac{1}{m h} \right) \right] e^{m h} - \left(k + 1 - \frac{1}{m h} \right) e^{-m h} \right\} = -\frac{M m^2}{2 q} \cdot Q.$$

Do sprawdzenia wzoru

$$-\frac{M y}{I}$$

mamy równanie

$$-\frac{3 M h}{2 h^3} = -\frac{M m^2}{2 q} \cdot Q$$

$$\frac{3}{m^2 h^2} = \frac{Q}{q}.$$

Zakładając, że mamy pręt wolnopodparty,

$$m = \frac{\pi}{l}$$

$$\frac{3}{\pi^2} \left(\frac{l}{h} \right)^2 = \frac{Q}{q} \dots \dots \dots (I)$$

Q i q są funkcjami $mh \left(\frac{\pi h}{l} \right)$. Określmy, przy jakich stosunkach $\frac{h}{l}$ wzór (I) sprawdza się, a następnie sprawdzimy wzór

$$M + \frac{E I}{\rho} = 0.$$

Sprawdzimy ten wzór, stosując go do osi ($y = 0$). Druga pochodna v wzięta względem z , przy $y = 0$:

$$\frac{\partial^2 v}{\partial z^2} = -\frac{m}{2 \mu} \left[A + C + (1 - \eta) \frac{2}{m} (D - B) \right] \sin(mz) \dots (b)$$

$$\frac{\lambda}{\lambda + \mu} = 2 \eta; \quad 2 \mu = \frac{E}{1 + \eta}; \quad \eta - \text{liczba Poisson'a.}$$

Mnożąc obie strony równania (b) przez $2 \mu I$, otrzymamy

$$\frac{E I}{1 + \eta} \cdot \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} = -M \cdot \frac{m^3 h^3}{3 q} \left[(A + C) + (1 - \eta) \cdot \frac{2}{m} (D - B) \right] \cdot s$$

albo

$$E I \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} = M \cdot \frac{m^3 h^3}{3 q} \left[(A + C)(1 + \eta) + (1 - \eta^2) \frac{2}{m} (D - B) \right] \cdot s$$

$$\frac{m^3 h^3}{3} = \frac{(m h)^3}{3} = \frac{\pi^3}{3} \left(\frac{h}{l} \right)^3,$$

$$E I \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} = M \cdot \frac{\pi^3}{3} \left(\frac{h}{l} \right)^3 \cdot \frac{q_1}{q} = M \cdot \frac{(m h)^3}{3} \cdot \frac{q_1}{q}.$$

Wymiar lewej części — siła razy długość, $\frac{(m h)^3}{3}$

jest liczbą, $q_1 = (k + k_1)(1 + \eta) + (1 - \eta)^2 \frac{2}{m h} (1 - k_2)$.

Wzór $E I \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} + M = 0$ może być stosowany w granicach, w których

$$\frac{\pi^3}{3} \left(\frac{h}{l} \right)^3 \cdot \frac{q_1}{q} = 1 \dots \dots (II)$$

$$\text{albo } (m h)^3 \cdot \frac{q_1}{q} = 3.$$

W załączonej tabeli podane są dla różnych wartości stosunku $\frac{2h}{l}$ wszystkie wielkości, potrzebne do sprawdzenia wzorów (I) i (II).

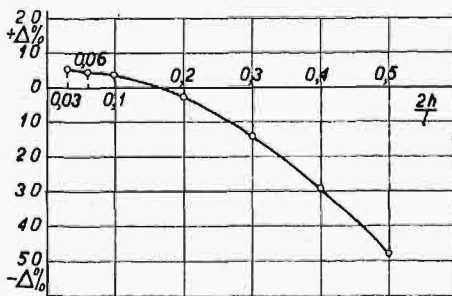
Ponieważ współczynnik k określa się zapomocą wzoru, którego licznik i mianownik są różnicą małych liczb, więc dla stosunku $\frac{2h}{l} = 0,03; 0,06; 0,1$ wartości ch i sh zostały obliczone zapomocą szeregów; dla innych stosunków $\frac{2h}{l}$ wartości ch i sh wzięto z tablic.

TABELA I

$\frac{2 h}{l}$	$\frac{h}{l}$	mh	$2 mh$	$sh(2 mh)$	$ch(2 mh)$	$sh(mh)$	$ch(mh)$	e^{mh}	e^{-mh}	$\frac{1}{mh}$
0,03	0,015	0,047	0,094	0,0941385	1,00442125	0,0470173	1,0011045	1,0481	0,9541	21,2766
0,06	0,03	0,094	0,188	0,1891094	1,01772405	0,0941385	1,00442125	1,09857	0,9102	10,6383
0,1	0,05	0,157	0,314	0,3191624	1,0497030	0,1576458	1,0123498	1,1700	0,8547	6,3694
0,2	0,1	0,314	0,628	0,6701	1,2038	0,3192	1,0497	1,3689	0,7305	3,1847
0,3	0,15	0,471	0,942	1,0877	1,4775	0,4886	1,1130	1,6016	0,6244	2,1231
0,4	0,2	0,628	1,256	1,6133	1,8981	0,6701	1,2038	1,8739	0,5336	1,5924
0,5	0,25	0,785	1,570	2,2993	2,5073	0,8682	1,3243	2,1924	0,4561	1,2739

k	k_1	k_2	q	q_1	Q	W z ó r I		
						$\frac{3}{\pi^2} \left(\frac{l}{h}\right)^2$	Q/q	$\Delta \%$
0,04704	0,04689	- 1	0,0029433	79,90466	- 3,9978	1350,95	1358,2	0,54
0,09383	0,093616	- 0,99998	0,0117507	40,1275	- 3,99364	337,70	339,86	0,64
0,15354	0,15799	- 1,000699	0,032625	24,2830	- 3,98538	121,59	122,502	0,75
0,3014	0,3073	- 1,0018	0,1280	12,7143	- 3,9422	30,3964	30,7984	1,32
0,4394	0,4385	- 0,9996	0,2775	9,0574	- 3,8718	13,5095	13,9524	3,28
0,5568	0,5564	- 0,9998	0,4724	7,3624	- 3,7953	7,5991	8,0341	5,68
0,6558	0,6550	- 0,9994	0,7015	6,4142	- 3,7204	4,8634	5,3035	9,05

$\frac{2h}{l}$	W z ó r II*)		
	Prawa część wzoru	$\frac{\pi^3}{3} \left(\frac{h}{l}\right)^3 \frac{q_1}{q}$	$\Delta \%$
0,03	1	0,94698	+ 5,3
0,06	1	0,95295	+ 4,7
0,1	1	0,96159	+ 3,8
0,2	1	1,0270	- 2,7
0,3	1	1,1385	- 14
0,4	1	1,2886	- 29
0,5	1	1,4766	- 48



Rys. 3.

W zadaniu St. Venant'a naprężenia zewnętrzne działają na płaszczyznach granicznych, do

*) Tablicę obliczył student Politechniki Warszawskiej, p. Wachniewski Władysław, któremu składam serdeczne podziękowanie.

których oś pręta z jest prostopadła. Na bocznej powierzchni i w każdym punkcie ciała naprężenia $N_1 = N_2 = T_3 = 0$. Pręt jest nieważki. Naprężenia zewnętrzne powinny być takie, jakie wynikają z analizy St Venant'a. Przy dowolnie zadanych naprężeniach zewnętrznych, wzory St Venant'a będą miarodajne nie na całej długości l pręta, lecz na długości $\lambda < l$. (Zasada St. Venant'a, Boussinesq, Thomson). W obranym przykładzie zewnętrzne normalne do powierzchni naprężenia działają na boczną powierzchnię i wektor ich jest zrównoważony wektorem naprężeń tnących w płaszczyznach granicznych.

W technice stosuje się wzory St Venant'a we wszystkich wypadkach. Oczywiście, nie może być mowy o tożsamości wzorów w pewnym przedziale stosunków $\frac{2h}{l}$. Za stopień przybliżenia obieramy różnice, których wartość absolutna nie przekracza 5%.

Z tabeli widać, że linjowość N_3 jest dobrą hipotezą w bardzo szerokich granicach:

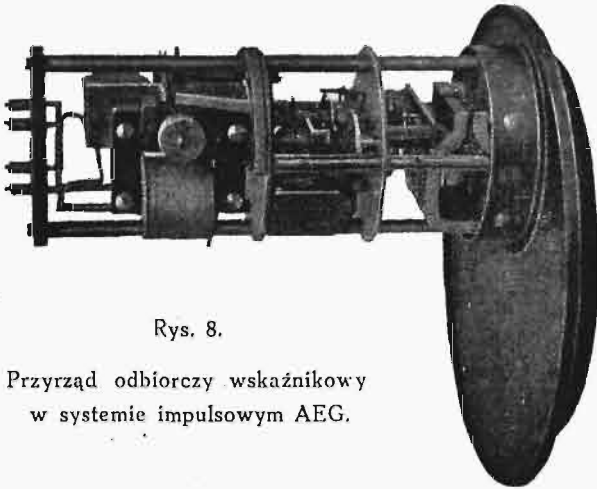
$$0,5 \geq \frac{2h}{l} \geq 0,03.$$

Wzór $EIy'' + M$ dla $\frac{2h}{l} > 0,2$ przecenia krzywiznę, a dla $\frac{2h}{l} < 0,1$ niedocenia jej.

Przytoczyłem wyżej określenie Ibbetsona. Mathieu jest innego zdania i mówi: „Nous supposons une tige, dont la longueur est assez grande par rapport aux dimensions des bases“. Mathieu jest bliższy prawdy.

(d. n.)

działania jest przeciwna niż Sp_2 , zwalnia oskę wskazówki Z_2 , która wobec tego wchodzi natychmiast w zetknięcie ze wskazówką Z_1 i jest przez nią poruszana. Gdy impuls kończy się, przestaje działać Sp_1 wcześniej niż KM , a wskazówka Z_2 zostaje zatrzymana w nowym położeniu. Natomiast Z zostaje zwolnione przez elektromagnes Sp_2 i opa-



Rys. 8.

Przyrząd odbiorczy wskaźnikowy
w systemie impulsowym AEG.

da aż do chwili, gdy ramię Z_2 zatrzyma Z_3 , o ile oczywiście nowa wartość jest mniejsza od poprzedniej. Gdyby natomiast nowa wartość była większa od poprzedniej, to wskazówka Z_3 już przedtem byłaby popchnięta przez Z_2 , bowiem unieruchomienie przez Sp_2 działa i tak tylko w jednym kierunku.

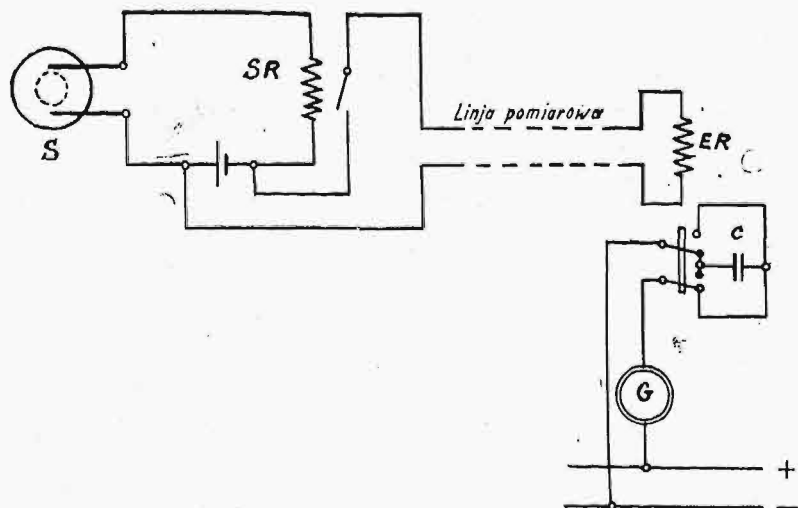
Jeżeli chodzi o wyzyskanie jednej linii pomiarowej do transmisji kilku pomiarów, to na obu końcach linii należy dać przełączniki obrotowe, działające podobnie, jak np. przy rozpowszechnionych i u nas wielokrotnych aparatach telegraficznych Baudot. Przełączniki te muszą oczywiście biec synchronicznie, korekcja odbywa się przez nadanie jednemu z przełączników umyślnie nieco krótszego okresu obrotu, — zatrzymanie go po każdym obrocie, aż nadejdzie umożliwiający mu nowy obrót sygnał, jaki wysyła przełącznik drugiej po zakończeniu swego obrotu.

Podczas gdy system AEG zamienia wychylenia wskazówki przyrządu pomiarowego na impuls prądu o czasie trwania proporcjonalnym do kąta wychylenia wskazówki, system Siemens, oparty również na przenoszeniu wartości pomierzonych zapomocą impulsu prądu stałego, sprowadza się do liczenia ilości tych impulsów. Jako aparat nadawczy, użyty tu jest licznik elektryczny, który zaopatrzony jest w przerywacz, zbudowany na wzór kolektora dla zmniejszenia strat mechanicznych. Jeżeli chodzi o przenoszenie na wielkie odległości, co wymaga impulsów większej mocy, zdolności przerywania kolektorka okazują się zbyt małe i należy wprowadzić specjalny przekaźnik nadawczy, który sterowany jest przez kolektorek, a jest w stanie przerywać obwody większej mocy.

Rys. 9 podaje schemat działania aparatury Siemens. W zależności od szybkości obracania się licznika zmienia się ilość impulsów, t. j. włączeń i przerw prądu, uskutecznianych przez przerywacz obrotowy S . W rytmie tych impulsów działa przekaźnik nadawczy SR , który oddaje je przy większej mocy na linię pomiarową. Impulsy, przychodzące do aparatury odbiorczej, uruchamiają przekaźnik ER , który przerzuca przełącznik, zmieniający bieguny napięcia, przyłożonego do końcówek kondensatora C . Prądy ładowania przechodzą i są mierzone przez galwanometr balistyczny G (galwanometr taki mierzy nie wielkość prądu, lecz przepływający ładunek elektryczny). Galwanometr otrzymuje impulsy prądu zawsze tej samej biegunowości, zarówno przy ładowaniu, jak i przy wyładowaniu kondensatora; pełne jego wychylenie następuje przy 5 impulsach na sekundę, a przy 0,5 impulsu na sekundę pozostaje jeszcze nieruchomy; urządzenie pracuje więc pomiędzy 10 a 100% obciążenia, co w praktyce jest zupełnie wystarczające. Niezależnie od długości trwania impulsów, przyrząd odbiorczy otrzymuje zawsze tę samą energję, oczywiście w założeniu, że napięcie ładujące kondensator jest stałe, co daje się osiągnąć przy pomocy specjalnego układu, do którego wchodzi prostownik suchy i cewka dławikowa; układ ten zamienia wahające się napięcie prądu zmiennego, np. sieci oświetleniowej, na absolutnie niezmienną napięcie prądu stałego.

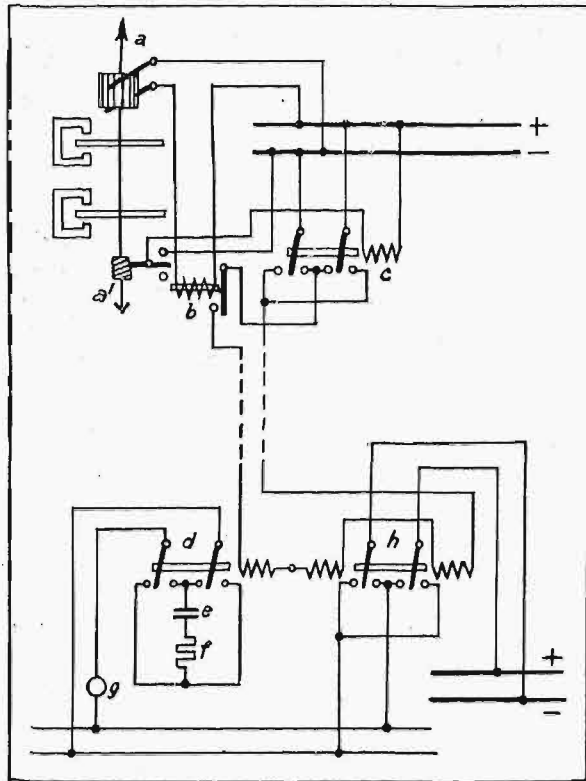
Dla zsumowania wystarczy włączyć galwanometr odbiorczy w szereg z baterją, ładującą wszystkie kondensatory odbiorcze. Obojętne będzie nawet, czy procesy ładowania kondensatorów poszczególnych będą zachodziły jednocześnie, czy też po sobie, galwanometr bowiem, jak już było powiedziane, całkuje prądy ładowania, wykazując ich średnią wartość.

Przy dzisiejszej tendencji sprzęgania w jedną sieć wielu elektrycznych zakładów wytwórczych, zachodzi często potrzeba mierzenia nie tylko warto-



Rys. 9. Zasada działania systemu impulsowego Siemens.

ści absolutnej, ale również i kierunku przepływu mocy. Tak np. elektrownia kopalniana w pewnych godzinach pobiera prąd z sieci, ponieważ przy peł-



Rys. 10. Przesyłanie wskazań o różnej kierunkowości w systemie Siemens.

nym ruchu energia przez nią wytwarzana nie wystarcza na pokrycie zapotrzebowania, natomiast w innych godzinach oddaje prąd na sieć. Aparaty miernicze w centrali muszą oczywiście każdorazowo takie odwrócenie kierunku zjawiska wykazywać. Pozornie system impulsów nie jest w stanie rozwiązać tej sprawy, bowiem oczywiście impulsy prądów i ich częstotliwość są niczem nie związane z kierunkiem obrotu licznika, stanowiącego aparat nadawczy.

Rozwiązano jednak to zagadnienie w systemie Siemens przez wprowadzenie impulsów dwójakiego rodzaju, ściślej mówiąc dwójakiej biegunowości. Ośka licznika, na której umieszczony jest przerywacz kolektorowy, zaopatrzona jest w dodatkowy mechanizm *a'*, który kładzie dźwigienkę kontaktową na kontakt prądowy górny lub na kontakt ślepy dolny, zależnie od kierunku obrotu oski (rys. 10). Przy położeniu dźwigienki na górę otrzymuje prąd relais *C*, które przetrzuca przełącznik, a przez to zmienia biegunowość impulsów, wysyłanych na linię pomiarową.

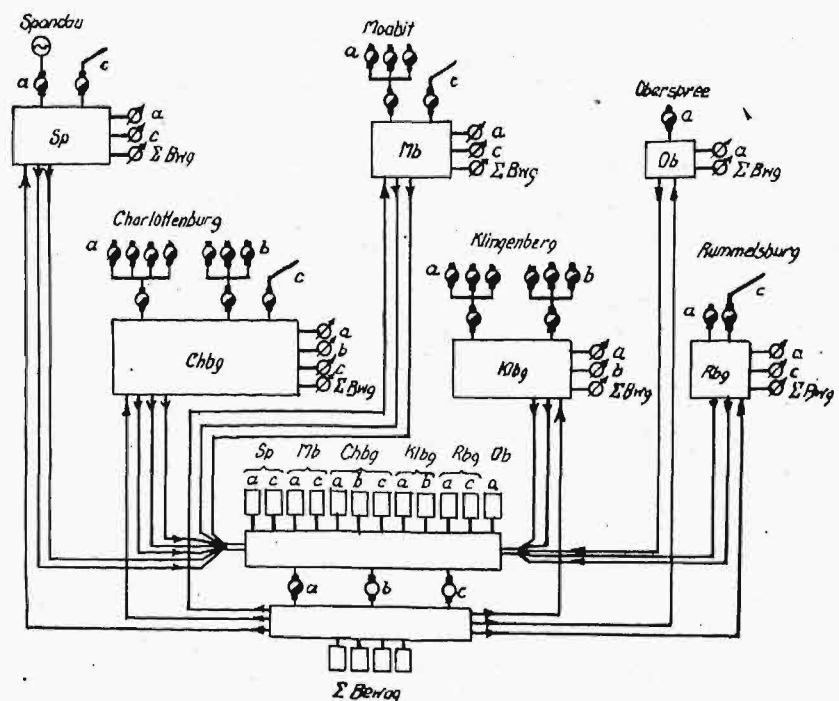
W aparacie odbiorczym mamy relais spolaryzowane *h*, które zależnie od biegunowości impulsów zmienia za pośrednictwem sterowanego przez siebie przełącznika bieguny napięcia, ładującego kondensator *C*. Jeśli punkt zerowy galvanometru balistycznego umiemy w środku skali, otrzyma-

my wychylenia na obie strony, stosownie do tego, czy odbywa się pobór, czy też oddawanie mocy.

Zbliżony do systemu Siemens jest system, stosowany przez General Electric Co. Jako aparat nadawczy, mamy tu również licznik watogodzin z przerywaczem kolektorowym, wysyłającym impulsy na linię. Jako przyrząd odbiorczy, zastosowano relais rotacyjne, mierzące częstotliwość tych impulsów. Impulsy nadchodzące przejmowane są przez czułe relais, które wzmacnia je i oddaje dalej. Relais rotacyjne jest to właściwie silniczek, którego ośka jest hamowana przez urządzenie, sterowane przez relais linjowe w ten sposób, że na każdy impuls możliwy jest tylko jeden obrót silniczka. Ośka jego przy pomocy sprężyny połączona jest ze stosunkowo ciężkim kołem zamachowym, które obraca się — dzięki swej znacznej masie oraz dzięki użyciu jako sprzęgła sprężyny — niemal jednostajnie, z szybkością proporcjonalną do częstotliwości impulsów. Koło zamachowe składa się z szeregu magnesów, które wzbudzą prądy wirowe w bębnieku miedzianym, połączonym ze wskazówką; bębnek ten wychyla się z położenia zerowego, w którym utrzymywany jest przez sprężynę, zależnie od wielkości prądów indukowanych, a w ostatecznym obliczeniu proporcjonalnie do obciążenia przyrządu nadawczego. Dla przeprowadzenia sumowania należy wprowadzić specjalne relais, które wysyła impulsy w ilości równej sumie impulsów, nadchodzących z różnych punktów pomiarowych, podlegających sumowaniu.

Systemy, pracujące prądem wysokiej częstotliwości.

Prądy takie stosowane są w technice pomiarów na odległość przede wszystkim celem wyzyskania istniejących linii wysokiego napięcia, względnie kabli telefonicznych, do przenoszenia



Rys. 11. Pomiary mocy na odległość w sieci elektrowni berlińskiej.

wartości mierzonych, gdy chodzi o jednoczesne ich zużytkowanie do rozmów telefonicznych. Pracuje się tu metodami podobnymi jak przy zwykłym telefonowaniu prądami wysokiej częstotliwości wzdłuż przewodów silnopiędowych (telefonja elektrowniana), czy telegrafowaniu na kablach telefonicznych. Metody te są szczególnie dogodnie w połączeniu z systemami impulsowymi. Bliższe omawianie jednak tej sprawy zawiodłoby nas zbyt daleko, wobec czego ograniczamy się tylko do powyższych paru słów.

General Electric Co. wypracowało system pomiarów, przy którym prądy wysokiej częstotliwości stosowane są nie do przenoszenia, lecz do dezyfracji położeń wskazówki przyrządu pomiarowego. Mechanizm przyrządu pomiarowego, w zależności od swego wychylenia, ustawia kondensator obrotowy, stanowiący część obwodu drgającego generatora wysokiej częstotliwości, i w ten sposób zmienia częstotliwość prądów przezeń wytwarzanych. Aparatura nadawcza zawiera, prócz tego, drugi generator o stałej częstotliwości. Prądy, wytworzone przez obydwaj generatory, są nakładane na siebie, a wypadkowy prąd dudnienia o częstotliwości równej różnicy częstotliwości prądów nakładanych wysyłany jest na linię pomiarową.

Aparat odbiorczy jest to częstotliwościomierz, wycechowany jako kilowatomierz.

Na zakończenie podajemy przykład zastosowania techniki pomiarów na odległość w wielkiej nowoczesnej sieci elektrycznej. Rys. 11 zawiera schemat tych pomiarów, stosowanych w elektrowni berlińskiej (BEWAG). Na sieci tej pracuje już dziś sześć zakładów wytwórczych, a prócz tego otrzymać ona może prąd linią wysokonapięciową z zakładów obcych. Generatory pracujące w zakładach wytwórczych podzielone są na dwie grupy:

a) generatory pracujące na potrzeby sieci oraz
b) generatory pracujące na potrzeby kolei państwowych (sieć kolei miejskich i podmiejskich, w Berlinie bardzo rozwinięta, jest całkowicie zelektryfikowana);

c) oznacza pobór mocy z obcych zakładów.

W każdym zakładzie podlega osobno sumowaniu moc a , b i c ; sumy przesyłane są do centrali, gdzie moce te są osobno rejestrowane, potem znów sumowane jako pozycje a , b i c dla całej sieci, wreszcie sumowana jest całkowita moc sieci $a + b + c$. To ostatnie wskazanie zostaje rozesyłane poszczególnym zakładom wytwórczym dla zorientowania ich kierowników ruchu.

Zarys krytyczny własności technicznych czterech systemów towarowych hamulców automatycznych.

Napisał Inż. Aleksander Pawłowski.

I. HAMULEC WESTINGHOUSE'A.

Opis hamulca znajduje się w pracach V-ej Komisji „Union Internationale des Chemins de Fer”, pod tytułem: „Rapport de la Sous-Commission des Freins Continus pour les trains des marchandises. Résultat des essais des freins Westinghouse et Kunze-Knorr 1926 r.” (3 tomy).

Typy trójzaworu.

Trójzawór typu Lu.I.II (rys. 1, 2, 3) służy dla wagonów, w których ma być hamowana nietylko tara, lecz i ładunek (2 cylindry). Typ Lu. I (rys. 4, 5 i 6) służy dla wagonów, w których hamuje się tylko tarę (1 cylinder).

Typy te są ostatniem ulepszeniem, na którym zatrzymała się Francja i Belgja. Różnią się one od siebie tylko tem, że pierwszy typ posiada kurek zwrotny do wprawiania w ruch drugiego cylindra, a drugi tego kurka nie posiada. Typ pierwszy może być ustawiony na działanie jednego lub obu cylindrów, w zależności od tego, czy ma być hamowana tylko tara, czy też tara i ładunek; dlatego posiada dźwignię, którą się przedstawia na dwie pozycje: „próżny” i „ładowny” (vide, chargé).

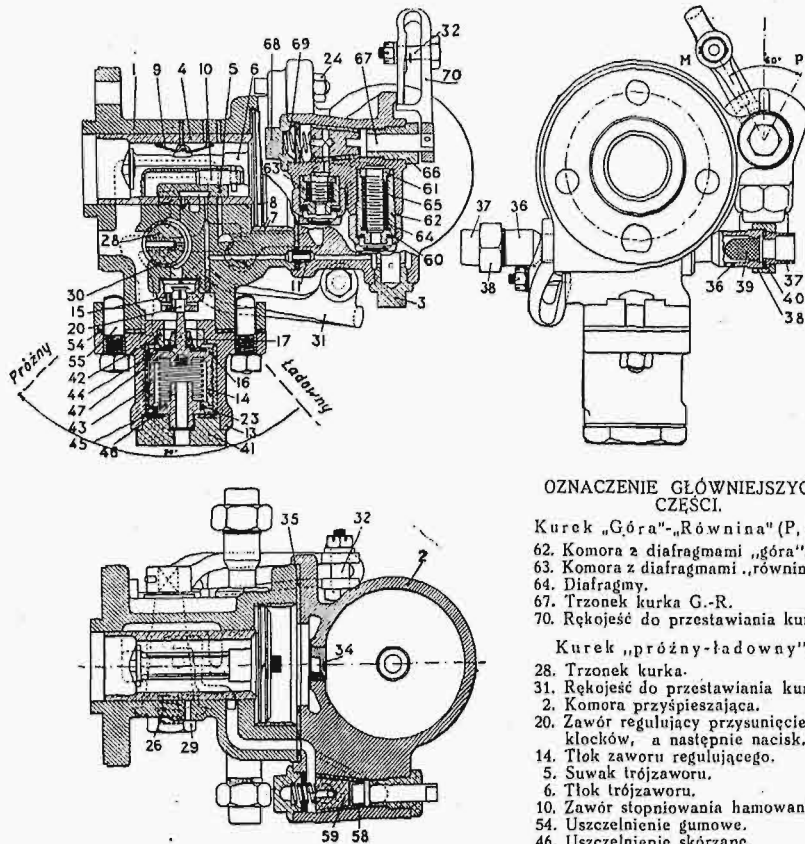
Oba typy posiadają dźwignię do przedstawiania na: „równinę” i „górze” (plaine et montagne); kurek „plaine-montagne” służy do zmiany czasu odhamo-

wywania. To znaczy, że w położeniu „montagne” uruchamia się większą diafragmę, która się składa ze stosu czapeczek z dziurkami i służy do większego tamowania wypływu powietrza podczas odhamowywania. Mniejsza diafragma działa zawsze.

Istnieje trzeci typ trójzaworu, który nosi nazwę Lu V i jest ten sam co typ Lu I. II, tylko ma zwiększony otwór do wylotu powietrza i służy do wagonów towarowych, które mogą być wstawione do pociągów osobowych. Zwiększenie otworu daje przedszy wylot powietrza i przedsze hamowanie. To ostatnie jest potrzebne w pociągu osobowym, ponieważ jest on krótszy i ściśle sprzęgnięty, podczas gdy w pociągu towarowym, jako dłuższym i luźniej sprzęgniętym, wylot powietrza przy hamowaniu musi być powolniejszy.

W każdym z tych typów trójzaworu jest komora (rys. 2) przyspieszająca (poche accélératrice), do której powietrze wchodzi z przewodu głównego, gdy w nim ciśnienie spada (hamowanie), — a to w tym celu, żeby zwalczać zmniejszanie się depresji i tym sposobem przyspieszać przenoszenie się fali hamowania od początku pociągu do końca. Jest to niejako robienie zapasu powietrza sprężonego w każdym trójzaworze.

Warunki międzynarodowe (33) wymagają, żeby przenoszenie się fali hamowania, od pierwszego do ostatniego wagonu pociągu towarowego, od-



Rys. 1—3. Trójzawór Westinghouse'a do hamowania tary i ładunku. Typ Lu I. II.

bywało się z szybkością nie mniejszą jak 110 m/sek. Dawniej wymagano 80 m/sek. Teraz w systemie West. Lu szybkość ta wynosi 125—130 m/sek i tem system ten przewyższa inne systemy.

Kurek „równina-góra”.

Żeby wagony były zdatne do wymiany na zagraniczne z krajami mającymi koleje o większych spadkach (do 0,036), potrzeba, żeby wagony hamulcowe miały kurek „plaine-montagne”.

W Polsce kurek taki może być stale postawiony na „plaine”, ponieważ największe wzniesienia na sieci polskiej (nie licząc Podkarpacia) nie przenoszą 0,009. Drogi prowadzące do przetęczy karpackich nie mogą wchodzić w rachubę, bo ruch na nich jest bardzo mały, a na tych drogach, również jak na lokalkach galicyjskich, które posiadają większe wzniesienia, przestawienie kurka w położenie „montagne” byłoby zabiegiem nie wywołującym trudności w eksploatacji. Przy przechodzeniu wagonów przez granicę obcych państw, zależnie od potrzeby, kurek może być ustawiony na „montagne”.

Kurek „próżny-ładowny” (Vide-chargé).

Do hamowania ładunku w systemie West. Lu potrzebny jest drugi cylinder, a więc też kurek „próżny-ładowny”. Ministerstwo Kolei w „Warunkach ofertowych” ujawniło pogląd, że na polskiej sieci wszystkie wagony hamulcowe powinny być zaopatrzone w dwa cylindry. W tym razie hamulec nie różniłby się od hamulca K. Kn., który ma zawsze cylinder podwójny. Pogląd ten jednak nie

jest słuszny, o czym obszernie wypowiedziałem się na innym miejscu¹⁾.

Nie należy utożsamiać kurka „vide-chargé” z częścią trójzaworu, która się nazywa „valve de graduation”, jest starą częścią suwaka i odpowiada dodatkowemu suwakowi w trójzaworze K. Kn., a służy do tego, żeby naprzód przysunąć klocki do koła, a dopiero potem zacząć hamować.

Na czym polega ulepszenie West. Lu.

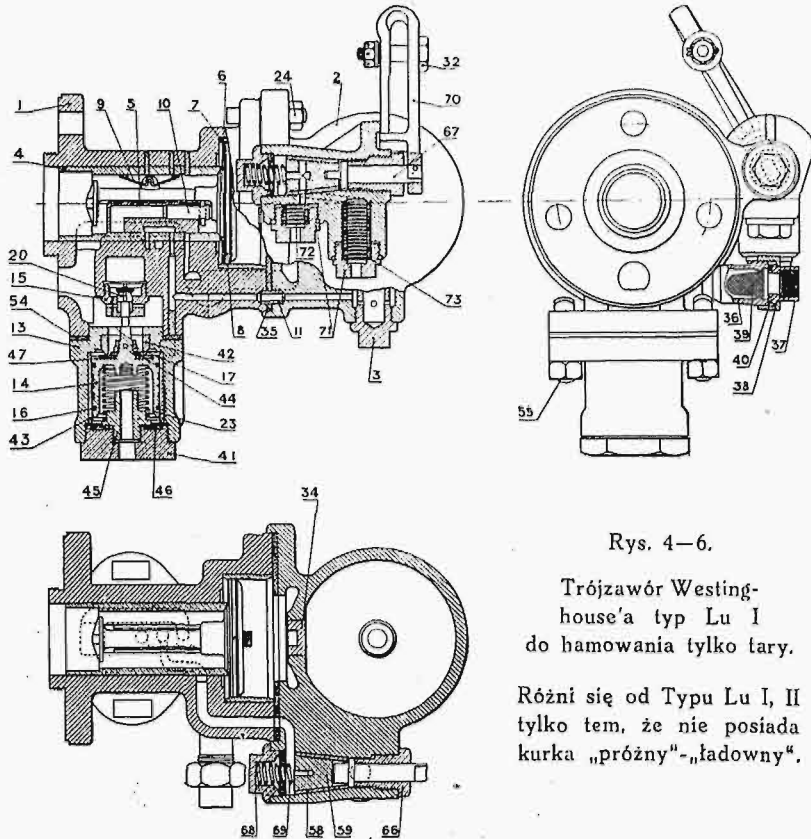
Ameryka od 60 lat reguluje odhamowywanie zapomocą wstrzymywania wypuszczania powietrza, a nie stopniowego odhamowywania, i nie ma trudności w eksploatacji hamulca West. Jednakże Tow. West robi dalsze ulepszenia konstrukcyjne, w kierunku stopniowania odhamowywania. Że stopniowe odhamowywanie nie dla wszystkich krajów stanowi konieczność techniczną tego systemu, dowodem, że „Union Internationale des Chemins de Fer” (U. I. C.) uznała systemy West. Lu i K. Kn. za równorzędne na wszystkich kolejach, tak płaskich, jak górskich.

Ulepszenie w systemie West. Lu, w porównaniu z osobowym syst. West., polega na: 1) wstrzymaniu szybkości wypływu powietrza w celu zachowania ciągłości hamowania i 2) zwiększeniu szybkości przenoszenia fali hamowania wzdłuż pociągu.

W tym celu w dawnym trójzaworze był urządzony „zawór retencyjny”. Zamiast niego są obecnie diafragmy, które wywołują zmniejszenie szybkości odhamowywania. Do tego celu służy też wspomniana już wyżej „poche accélératrice” (rys. 2), ta ostatnia stanowi ulepszenie Westinghouse'a, datujące się od 1902 roku. Dzięki tym dwu częściom składowym trójzaworu Lu, mamy możliwość stopniować hamowanie. Stopniowe odhamowywanie daje się osiągnąć w hamulcu West. zapomocą odpowiedniego działania kranem maszynisty, to jest hamowania i odhamowywania. W innych systemach osiąga się to w sposób prostszy. W hamulcu Kunze-Knorr'a stopniowe odhamowywanie nie odbywa się na całej rozległości odhamowywania. Szczególną uwagę zwrócić należy na to, że w systemie West. stopień hamowania daje się różniczkować przez zastosowanie jednego lub dwóch cylindrów. W systemie K. Kn. energia hamowania jest stała i określa się stosunkiem objętości jednej komory cylindra hamulcowego do drugiej komory.

Na mocy doświadczeń międzynarodowych, dokonanych przed rokiem 1926 („Rapport de la Sous-Commission”), i na mocy późniejszych doświadczeń, dokonanych na kolejach w Lotaryngji, inżynierowie francuscy są pewni, że w eksploatacji systemu West. Lu nie ma i nie może być żadnych usterek, że instrukcje do obsługi są bardzo proste i że nie

¹⁾ Patrz artykuł „Hamowanie tary czy ładunku”. „Przeгляд Techniczny” Nr. 22 z 4 czerwca 1930 r., str. 462.



Rys. 4-6.

Trójzawór Westinghouse'a typ Lu I do hamowania tylko tary.

Różni się od Typu Lu I, II tylko tem, że nie posiada kurka „próżny”-„ładowny”.

potrzeba nowego szkolenia personelu kolejowego. Operowanie kranem maszynisty, przy odhamowywaniu, trudności i ryzyka nie stanowi. Niemcy wprawdzie twierdzą, że mają kilkunastoletnie doświadczenie, lecz o wadach systemu K. K. mało wiemy, bo wady te były i są ukrywane.

Obecnie (1930) na sieci francuskiej, w służbie normalnej, niema wagonów towarowych z hamulcem West. Lu, a to dlatego, żeby nie robić trudności w eksploatacji. Działanie hamulca Lu będzie uruchomione odrazu w całym taborze. Obecnie są ustawiane rury przelotowe, garnitury są zamówione i koleje same będą je montować.

Hamulec West. ma uszczelnienia ze skóry i kauczuku, lecz nie w miejscach odpowiedzialnych, jak to jest w systemie K. Kn, gdzie małe różnice ciśnienia powinny być zachowane ściśle, żeby hamulec działał sprawnie.

Naogół konstrukcja hamulca West. Lu jest o wiele prostsza, aniżeli konstrukcja hamulców K. Kn. i Drolshammera.

Obawa, że zębaty trzon drugiego cylindra West. może odmówić posłuszeństwa, wskutek pokrycia się lodem, jest płonna, ponieważ cylinder ten znajduje się pod wagonem, dokąd woda nie dochodzi, a więc lód powstać nie może; zresztą w konstrukcji tego trzona niema takich wklęsłości, w których mogłaby się zbierać lub kondensować wilgoć z powietrza. U nas powoływano się na doświadczenie Szwecji. Stwierdzam, po bytności w Szwecji, że tam cylindra z tłokiem zębatym nie stosowano. W Ameryce, na kolei „Virginian”, takie trzony są oddawna w powszechnym użyciu w wagonach o ładowności nawet 120 tonn i niesprawności nie ujawniły się. (Patrz artykuł: Essais d'un nouveau système de Frein Westinghouse à double capacité. Revue Générale des Ch. de Fer. Février 1922).

Sprawność i energja hamowania systemu West. Lu.

Kiedy klocki są przysunięte do obręczy kół i wagon ma być zahamowany na tarę i ładunek (w syst. West. rządzi tem część suwaka zwana „valve de graduation”, a w syst. K. K. — drugi suwak), to powietrze w trójzaworze przechodzi do „valve de réglage” i uruchamia drugi cylinder, dzięki którego konstrukcji, zapomocą małej ilości powietrza, otrzymuje się dodatkowy nacisk na klocki, to jest hamowanie całkowite ładunku. W systemie K. K. służy do tego druga komora cylindra, a właściwie drugi cylinder, odlany razem z pierwszym, którego objętość jest stała, to też siła hamowania w syst. West. nie jest ograniczona, jak w K. Kn., i zależy tylko od średnicy cylindra (są 4 średnice normalne) i od układu drążkowego.

Przy hamowaniu chodzi o możliwie większe zachowanie powietrza sprężonego w zbiorniku zapasowym (zbiorniki takie są pod każdym hamulcowym wagonem wszystkich systemów). Zasilanie

zbiornika we wszystkich systemach odbywa się podczas odhamowywania. W systemie K. Kn. odhamowywanie odbywa się stopniowo; maszynista trochę odhamowuje i daje możność uzupełnienia ilości powietrza w zbiorniku; lecz natychmiast potem znów zaczyna hamować i przerywa zasilanie zbiornika. Suma czasów przerw w odhamowywaniu może być mniejszą od sumy czasów hamowania, czyli suma czasów zasilania może stać się mniejszą od sumy czasów wypuszczania, i ilość powietrza sprężonego w zbiorniku może spaść znacznie, czego maszynista może nie spoznać. Według zdania inżynierów francuskich, ten proces opóźniania zasilania jest słabą stroną systemu K. Knorra.

W systemie West., jak już powiedziałem, niema stopniowego odhamowywania automatycznego, lecz jest hamowanie wypuszczania powietrza, które nie uchodzi uwagi maszynisty. Gdy szybkość na spadku zmniejsza się nadmiernie, to maszynista odhamowuje, lecz w syst. West. nie może stopniować odhamowywania, ono trwa, maszynista widzi na manometrze, że zbiornik jest zasilony i wykonywa nowe hamowanie. W systemie K. Kn. jest większa stopniowość i regularność w odhamowywaniu, ale w systemie West. jest większa pewność, że nie wyczerpie się energja hamulca, bo mniej jest ryzyka, że zabraknie sprężonego powietrza w zbiorniku.

Realimentacja w syst. West. jest stała, zaś w syst. K. Kn. — zmienna. Przy doświadczeniach U. I. C. na dłuższych ostrych spadkach system West. był mniej wyczerpany, niż system K. Kn.

Hamulec K. Kn. wymaga od maszynisty więcej czujności i zręczności, względem zachowania energii, niż hamulec West., a to z powodu wspom-

nianej wyżej niepewności co do wyczerpania się zapasu w zbiorniku zapasowym.

Te okoliczności skłoniły, między innymi, inżynierów francuskich do uznania praktycznej wyższości systemu West. Lu.

W broszurze Fr. Röder'a (3 wydanie, 1927 r.) o hamulcu K. Kn., na str. 27, znajdujemy wręcz odwrotne dowodzenie:

„Podczas jazdy na długich i ostrych spadkach, kiedy wielokrotnie wypada hamować i odhamowywać, hamulec jednokomorowy może się wyczerpać, i to jest słabą stroną tego hamulca. Obawa wyczerpania pochodzi stąd, że po każdym odhamowaniu może zabraknąć czasu, żeby do chwili, kiedy następuje nowa potrzeba hamowania, znów napełnić zbiornik zapasowy i przewód główny. Maszyniście rzadko może się udać tak zręcznie hamować, żeby utrzymać na spadku przepisaną szybkość“.

To ostatnie zdanie inż. R. jest słuszne, lecz zachować ściśle przepisaną szybkość, nie przekraczającą dopuszczalnego maximum, doświadczony maszynista zawsze może, gdyż zawczasu może szybkość umiarkować. Utrzymanie szybkości regularnej na długich i ciężkich spadkach nie jest dostateczną przyczyną, dla której kraje, gdzie nie ma długich i ostrych spadków, a więc kraje takie jak Polska, miałyby ponosić znaczne koszty na inwestycje i utrzymanie.

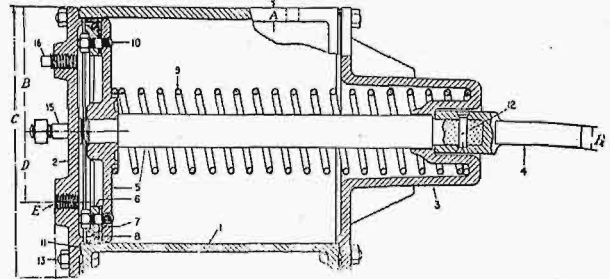
Co zaś do uwag początkowych inż. Rödera, to trzeba zaznaczyć, że mówią one o możliwościach, z którymi liczyć się trzeba, ale których uniknąć ani w jednym, ani w drugim kierunku nie można, a które same, bez uwzględnienia szeregu innych właściwości obu systemów, decydującego znaczenia w wyborze systemu mieć nie powinny. Stajemy tu przed argumentem jednakowo ważnym dla obu systemów, mianowicie, że rolę główną gra człowiek, to jest maszynista, który hamulcem rządzi.

Przedewszystkiem zaś należy oceniać systemy według sumy ich właściwości technicznych, a nie według części składowych.

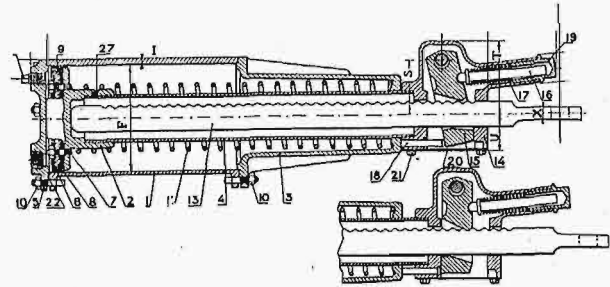
Inż. Max Weiss, Główny Inżynier Kolei Związkowych Szwajcarskich, jeden z głównych kierowników doświadczeń, dokonanych przez U. I. C., w swoim referacie, wydrukowanym w 92 tomie czasopisma „Schweizerische-Bauzeitung“, co do działania hamulca West. na spadkach, pisze: „Przy nastawieniu zaworu na „montagne“, odbywa się silne dławienie powietrza. Dzięki temu staje się możliwym uzupełnienie zbiorników zapasowych powietrzem bez znacznego obniżenia ciśnienia w cylindrze hamulcowym. Przytem jednak potrzebne jest odpowiednie uruchomienie dźwigni kranu maszynisty: mianowicie przestawienie jej z położenia swobodnej jazdy (napełniania zbiornika) na położenie hamowania, i odwrotnie („Metoda Spika“). To niezwykle działanie, jak wykazały doświadczenia na linii St. Gothard'a, w pociągach z hamulcem tylko West. Lu i w pociągach z hamulcami West. Lu razem z hamulcami K. Kn., umożliwiło jazdę na znacznym i długim spadku z dosyć jednostajną szybkością i bez wyczerpania hamulca“.

Ta opinia zdecydowanego zwolennika syste-

mu Drolshammer'a jest wystarczającym świadectwem, że hamulec West. Lu, nawet na długich i silnych spadkach, odpowiada warunkom Programu



Rys. 7. Cylinder hamulca Westinghouse'a Lu do hamowania tary (normalny).
Skok tłoka maximum 200 mm, minimum 100 mm.



Rys. 8. Cylinder hamulca Westinghouse'a Lu do hamowania ładunku.
Dodaje się do normalnego w wagonach większej nośności.

Berneńskiego, a tembardziej na spadkach małych. Protokoły V-ej Komisji U. I. C. tak tę sprawę oświetliły: „En resumé on peut conclure des essais, effectués avec le frein Westinghouse, que le mode de désserage de ce frein dans la position „Montagne“ permet la descente des longues et fortes pentes en toute sécurité“. (Rapport de la Sous-Commission, tom I, str. 46).

Niemniej doniosłe w wyborze systemu są właściwości, dotyczące energii hamowania, zależne wyłącznie od konstrukcji danego systemu, a nie od biegłości maszynisty.

Hamulec West. przy hamowaniu wagonu próżnego (tary) daje przeciętną energję hamowania 65% wagi wagonu, zaś hamulec K. Kn. przeciętnie 68%, to jest trochę więcej. Różnica jest jednak znikoma.

Natomiast przy hamowaniu wagonu ładownego, w którym tara wynosi 10 t, a ładunek 20 t, lub więcej; hamulec West. Lu daje energję hamowania 56% łącznej wagi, a hamulec K. Kn. 35%, czyli hamulec K. K. słabiej hamuje ładunek, niż hamulec West., i to jest poważną słabą stroną hamulca K. Kn.

Co do stopniowania hamowania, to hamulec West., zapomocą wyboru średnicy cylindra hamulcowego i stosunku ramion w układzie dźwinkowym, daje możność osiągnięcia stopniowania do granicy najwyższej, zarówno przy hamowaniu tary, jak też tary z ładunkiem. W hamulcu zaś K. Kn. stopniowanie zaczyna się przy uruchomieniu drugiego tłoka i kończy się wtenczas, kiedy energja hamowania sięga tylko 35% wagi wagonu i ładunku, czyli stanowi zaledwie część energii przy hamowaniu tary (68%). Stopniowanie energii hamowania jest więc w systemie K. Kn. ograniczone.

(d. n.)

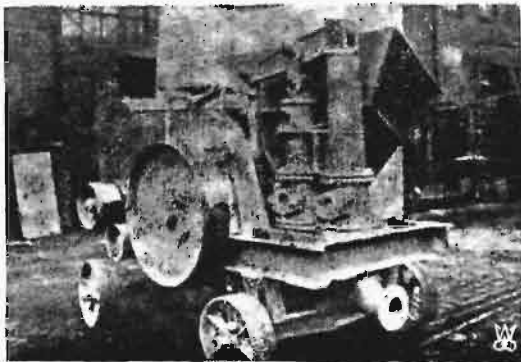
PRZEGLĄD PISM TECHNICZNYCH.

BUDOWNICTWO.

Pompy do betonu.

Nowy sposób robót betonowych, polegający na pompowaniu betonu do miejsc budowy, jest niewątpliwie dużym postępem w budownictwie betonowym i żelbetonem.

Wynaleziona przed rokiem pompa betonowa zastępuje całkowicie stosowane dotychczas urządzenia, jak windy, wywrotki, taczki, wieże do lanego betonu i t. p.



Rys. 1.

Dzięki bardzo prostemu działaniu pompy, jej zwrotności, łatwości przesuwania nawet w czasie pracy, jak również dzięki możliwości szybkiego montowania przewodów rurowych, sprowadzono do minimum trudności transportu betonu na budowie. Pozatem doświadczenia laboratoryjne stwierdziły, że beton doprowadzany zapomocą pompy ma wytrzymałość o 20% większą od betonu zwykłego.

Pompa posiada urządzenia ssące i tłoczące, a oprócz tego zaopatrzona jest w przyrząd do powtórnego mieszania betonu, doprowadzanego przez lej z betonierki; mieszanie to ma na celu nadanie masie całkowicie jednolitej konsystencji, aby zabezpieczyć ją od oddzielania się poszczególnych składników i od wytwarzania się osadów w pompie i w przewodach. Przewód rurowy składa się z lekkich blaszanych ogniw o średnicy 120 mm i długości 3 m, łączonych w specjalnie pomyślany sposób, umożliwiając montowanie i rozmontowanie przewodu w ciągu kilku minut oraz jego przedłużanie i skracanie w miarę postępu robót. Doprowadzanie betonu zapomocą pompy okazało się szczególnie korzystnym przy pompowaniu na wysokość do 40 m i na odległość w kierunku poziomym do 100 m.

Wydaźność pompy wynosi 8—10 m³ gotowego betonu na godzinę przy rozchodzie mocy 15—20 KM i ciśnieniu 20 at.

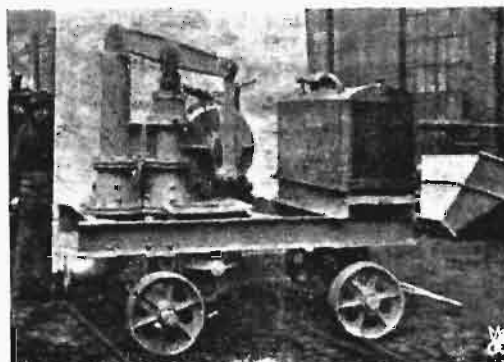
Beton podnoszony zapomocą pompy zawiera zwykle składniki o wielkości ziarn do 40 mm; konsystencja betonu może się wahać w zależności od potrzeby od zupełnie płynnej do plastycznej. W czasie podnoszenia masy pozostaje ona pod ciśnieniem w przewodzie rurowym, jest stale mieszana i ulega drganiom, co wszystko razem wpływa na zwiększenie wytrzymałości betonu.

Na budowie, gdzie po raz pierwszy zastosowano pompę, osiągnięto następujące wyniki: w ciągu godziny wykonywano 20, a nawet 23 mieszania przy wydajności 10—11 m³ na godzinę, długość przewodu wynosiła do 164 m; 3 kolumny przewodu były gumowe. Wytrzymałość betonu wziętego z wylotu przewodu rurowego, zawierającego 300 kg cementu i 125 kg trasy w 1 m³, wynosiła 203 kg/cm² po 28 dniach. Aby się przekonać, jak korzystny wpływ na wytrzymałość wywiera przejście betonu przez przewód, wzięto również

do prób beton bezpośrednio z wylotu pompy; wytrzymałość takiego betonu wyniosła 185 kg/cm², t. j. o 9% mniej.

Robiono również próby przesiąkliwości i wyniki ich okazały się bardzo korzystne. Próbki z betonu przepompowanego nie przepuściły wody pod ciśnieniem 10 at, podczas gdy próbki z betonu lanego całkowicie przesiąkły już przy ciśnieniu 4—5 at.

Ścisłość betonu z pompy okazała się też większą niż betonu lanego. Po rozszalowaniu powierzchnie betonu miały



Rys. 2.

wygląd znacznie lepszy niż przy betonie lanym — nie zauważono żadnych gniazd i miejsc niezapełnionych.

Na skutek wyniku prób, austriackie władze budowlane zezwoliły obniżyć ilość cementu do 270 kg i trasy do 110 kg na 1 m³. (Zft d. Ö. I. u. A. V., zes. 33/34 1930 r.).

Z.

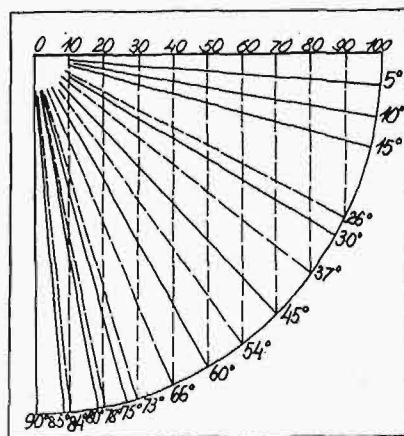
METALIZNAWSTWO.

Budowa wewnętrzna ziarna perlitu.

Każde ziarno perlitu lamelarnego składa się z naprzemianających równoległych warstw ferrytu i cementytu. Rozpatrując przekrój tych warstw, jaki obserwujemy zazwyczaj pod mikroskopem, widzimy mnóstwo linii. Każde pasemko cementytu jest ujęte w dwie mniej lub więcej równoległe linie ferrytu. Wszystkie linie są między sobą równoległe i o pewien odcinek od siebie oddalone.

Przypuszczając teraz, że płaszczyzna przekroju obraca się powoli w ten sposób, że kąt utworzony przez nią i pasemko stale się zmniejsza, zauważa się, że odstęp między pasemkami oraz ich szerokość będą stale wzrastać.

Wpiszmy teraz kulę w ziarno perlitu. Można wybrać taki przekrój południkowy, że pasemka perlitu i cementytu będą do niego równoległe. Przekrój równoleżnikowy będzie prostopadły do pasemek. Przyjmijmy, że ilość pasemek w ćwiartce kuli będzie wynosiła 100. Rozważmy teraz szereg przekrojów o zmiennym nachyleniu do prze-



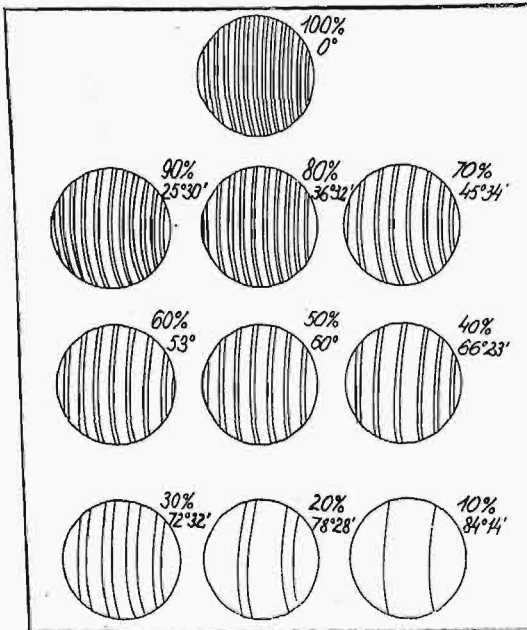
Rys. 1.

wy będzie prostopadły do pasemek. Przyjmijmy, że ilość pasemek w ćwiartce kuli będzie wynosiła 100. Rozważmy teraz szereg przekrojów o zmiennym nachyleniu do prze-

kroju równoleżnikowego (rys. 1). Przekrój, tworzący z przekrojem równoleżnikowym kąt 26° , wykaże nieznaczne zwiększenie szerokości pasemka w porównaniu z szerokością naturalną. W miarę zwiększania się kąta nachylenia zobaczymy coraz mniej pasemek, o coraz większej pozornej szerokości. Można to przedstawić, jak na rys. 2, gdzie kąt nachylenia zmienia się od 0° do 90° .

Oznaczmy przez $\Delta\omega$ mniemaną przestrzeń między dwoma pasemkami cementytu, kąt nachylenia przekroju do pasemka przez ω , zaś przez Δ_0 rzeczywistą odległość między temi pasemkami. W trójkącie OMN (rys. 3) mamy, kładąc $ON = \Delta_0$ i $OM = \Delta\omega$:

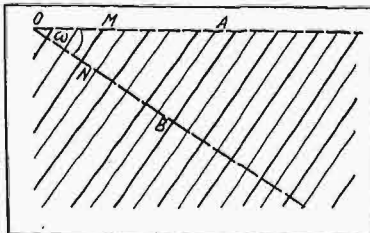
$$\cos \omega = \frac{ON}{OM} = \frac{\Delta_0}{\Delta\omega}$$



Rys. 2.

W poprzednich artykułach, drukowanych w „Journal of the Iron and Steel Institute”, proponował autor używać wartości Δ_0 za sprawdzian warunków termicznych w czasie przemiany A_1 .

Pomiar odstępów między pasemkami można wykonać bezpośrednio, gdy kąt nachylenia przekroju jest dostatecznie bliski 0° . W ten sposób możnaby mierzyć odstępów rzeczywiste w perlicie niezbyt drobnym, w którym odległości pasemek nie przekraczają 300 do 250 μ . Taki sam pomiar można jednak wykonać szybciej i na perlicie drobniejszą metodą pośrednią. Mierzy się odstęp pozorny pasemek, przeciętych pod kątem większym od 80° , ponieważ po pewnym doświadczeniu z łatwością można te kąty określić, pamiętając o wielkiem zwiększeniu pozornej szerokości przy małym zwiększeniu nachylenia płaszczyzny przekroju. Znając ponadto pozorną szerokość pasemek, możemy obliczyć rzeczywistą według podanego wzoru.



Rys. 3.

Autor podaje fotografię ziarna perlitu, wykonaną przy 2000-krotnym powiększeniu. Ziarno przecięte pod kątem 85° jest otoczone innymi ziarnami, których pasma są pra-

wie prostopadłe do przekroju równoleżnikowego pierwszego ziarna. Pierwsze ziarno wykazuje tylko 4 pasma, podczas gdy otaczające dają ok. 40 pasm na tej samej przestrzeni. Przykład ten ilustruje gwałtowną zmianę szerokości pozornej pasm ze zmianą kąta nachylenia.

Autor spodziewa się, że perlity o różnych odstępach między pasemkami mają różne własności. Badania mikroskopowe stali perlitycznych wykazały, że np. sprężystość zmienia się ze zmianą odstępów między pasemkami. Można się zatem spodziewać, że uda się ująć i inne własności stali jako funkcje szerokości pasm cementytu (N. T. Be laiew, Rev. de Métallurgie, 1929, str. 424. Mémoires). 2 K-d.

TECHNIKA CIEPLNA.

Międzynarodowa jednostka ciepła.

Międzynarodowy Zjazd, poświęcony sprawie ustalenia tabel własności pary, który się odbył przed kilkoma miesiącami w Londynie, uchwalił przyjęcie międzynarodowej jednostki ciepła, równoważnej $1/860$ kilowatogodziny. Nowa jednostka, zalecona przez powyższy Zjazd, uzyskała nazwę „kilokalorji międzynarodowej”.

Jeden z uczestników powyższego Zjazdu, prof. Jacob (Berlin), omawia na łamach VDI-Zft. (zesz. 25 z r. b.) duże znaczenie praktyczne stosowania tej jednostki. Jest więc bardzo dogodnie wykonywanie wszelkich przeliczeń zapomocą prostej liczby 860; z drugiej strony nowa jednostka różni się nie więcej niż o 0,05% od różnych używanych dotąd w rozmaitych krajach (15° -kalorja = $1/860,4$ kWh; „średnia” kalorja, wedł. Callendara, używana w Anglii ($1/100$ zawartości ciepła kg wody przy 100°) = $1,860,2$ kWh, takąż kalorja przyjęta w St. Zjedn. — wedł. pomiarów Osborne'a = $1/859,7$ kWh); poza tem przeliczanie kWh na Kal jest konieczne ze względu na zwykle posługiwanie się energią elektryczną przy pomiarach cieplnych, przyczem dotychczas trzeba było wybierać do przeliczania jeden z 3-ch powyższych współczynników, których stopnia dokładności ustalić obecnie niepodobna; kładąc kres tym trudnościom, nowa jednostka, przez powszechne jej przyjęcie, uczyni dokonywane w różnych krajach pomiary łatwiej porównywalnymi, a zarazem pozostanie w mocy na zawsze, a przynajmniej do czasu, aż ulegnie zmianie międzynarodowa kWh (co jest możliwe tylko przy przejściu od jednostek „międzynarodowych” w elektrotechnice do „absolutnych”), ale i w tym wypadku zmiana ta nie odegra roli, gdyż jednostki absolutne różnią się od międzynarodowych mniej niż o 0,05%.

Oczywiście, przyjęcie nowej tej jednostki praktycznej nie wyklucza dalszych dążeń fizyki do dokładnego ustalenia istotnego równoważnika (mechanicznego, czy elektrycznego) ciepła, omija jednak dotychczasową trudność zdecydowania, o ile należy nagrzewać wodę (o 100° , dzieląc przez 100, czy o 1° oraz przy jakiej temperaturze), aby otrzymać 1 Kal. Odwrotnie, pomiary teraz ustalą, przy jakiej temperaturze nagrzewa się 1 kg wody o 1° zapomocą $1/860$ kWh.

Wkońcu nowa jednostka może wogóle uratować dalsze istnienie kalorji, gdyż w braku ujednostajnienia międzynarodowej jednostki ciepła instytucje naukowe (Bureau of Standards i in.) zaczęły już wyrażać ciepło bezpośrednio w kWh lub w Joule'ach. Gdyby to się utrzymało, pozostałoby 2 różne jednostki ciepła (jedna w fizyce, druga w technice), co byłoby oczywiście nadzwyczaj niedogodne.

Tak więc przyjęcie powszechne nowej kalorji międzynarodowej staje się istotnie pod każdym względem godne zalecenia.

T R E Ś Ć :

Wytyczne i materiały do projektu podkarpackich rurociągów gazu ziemnego, nap. Dr. R. Witkiewicz, Profesor Politechniki Lwowskiej.
Sprawozdanie z działalności P.K.En. za rok 1929/30.
Sprawozdania z posiedzeń.

WARSZAWA

3 WRZEŚNIA

1930 R.

S O M M A I R E :

Le calcul de la rentabilité des conduites de gaz naturel dans le bassin pétrolier de Pologne, par M. R. Witkiewicz, Dr., Professeur à l'École Polytechnique de Lwów.
Comptes-rendus des séances de diverses Commissions du Comité.

Wytyczne i materiały do projektu podkarpackich rurociągów gazu ziemnego^{*)}

Napisał Inż. Dr. R. Witkiewicz, Profesor Politechniki Lwowskiej.

Wstęp.

Komisja Gazowo-naftowa Polskiego Komitetu Energetycznego zajęła się przed dwoma laty sprawą gazociągów, gdy projekty ich ożywiły się znowu, z powodu aktualności zagadnienia doprowadzenia gazu ziemnego do Kałusza dla Towarzystwa Eksploatacji Soli Potasowych, oraz skutkiem dowierczenia się przez Państwową Fabrykę Olejów Mineralnych „Polmin” większej ilości gazu w Daszawie.

Na życzenie konferencji przemysłowej, zwołanej w styczniu 1929 roku przez płk. dypl. inż. Ignacego Boenera, ówczesnego dyr. „Polminu”, a złożonej z przedstawicieli zainteresowanych producentów i konsumentów gazu ziemnego, mianowicie: „Polminu”, „Gazoliny”, „Małopolski”, „Standard-Nobla”, miasta Lwowa, Stanisławowa, „TESP” i t. d., opracowano z początkiem 1929 r. niniejszy referat, którego ogłoszenie jednak — poza powieleniem wówczas do 50 egzemplarzy dla najbardziej zainteresowanych tym problemem — znacznie się opóźniło, tak że obecnie trzeba było wiele liczb skorygować, wzgl. podawać je podwójnie: dla stanu z r. 1929 i 1930.

Otrzymawszy od szeregu firm i instytucyj do wglądu różne projekty, zdecydowano się, celem stworzenia jednolitej bazy porównawczej, przeprowadzić szczegółową analizę warunków technicznych. Tworzą je: z jednej strony kalkulacja kosztów transportu gazu, która powiększona o podstawową cenę loco kopalnia (2 do 1,5 gr./m³) orientuje dostawcę, po jakiej najniższej cenie może oddawać gaz bez „straty i zysku”, z drugiej zaś strony kalkulacja ceny gazu, t. zw. równoważnej z węglem, względnie innym paliwem, jaką odbiorca mógłby jeszcze zapłacić, nie mając żadnego zainteresowania w zmianie paliwa, a powodowany np. jedynie ideą zużytkowania przedewszystkiem paliwa, które do eksportu się nie nadaje. Rozpiętość tych dwu cen jest miarą realności projektu.

W części I niniejszej pracy punktem wyjścia wszystkich rozważań jest określenie średnicy rurociągu, potrzebnej do przelączania danej ilości gazu, na daną odległość, przy danym ciśnieniu początkowym. Z kolei przeprowadzono kalkulację kosztów transportu gazu, biorąc pod uwagę tak mało uwzględniany, a bardzo ważny czynnik, jakim jest stopień wyzyskania rurociągu — podobnie jak w elektrotechnice współczynnik obciążenia.

W części II, przechodząc do konsumentów, zestawiono ceny gazu ziemnego, równoważne dla innych paliw, a obliczone na podstawie porównania kalorymetrycznego, względnie technologicznego.

Opierając się na wynikach powyższej analizy, poddano w części III krytycznej ocenie zagadnienia rurociągów dalekosiężnych z Daszawy do Kałusza, Stanisławowa, Lwowa, Krosna, Jasła, Tarnowa oraz kilku innych miast.

Wreszcie w części IV streszczono wyniki, wysnuwając z nich ogólne wnioski techniczne.

I.

Wzorów na przepływ gazu w rurociągu jest wiele¹⁾. Ponieważ technika rurociągów dalekosiężnych stoi najwyżej w Stanach Zjednoczonych, więc jako podstawę dalszych obliczeń użyto wzoru amerykańskiego Weymuth-Towla²⁾ (Lichty, „Natural gas”, 1926):

$$Q = 15,385 \sqrt{\frac{d^{5/4} (p_p^2 - p_k^2)}{L \cdot s \cdot T}}$$

¹⁾ Krótkie orientacyjne porównanie ogłoszonych w literaturze wzorów z tego zakresu zostało opracowane i będzie ogłoszone osobno.

²⁾ Cytowany często wzór Oliphant'a daje, według badań amerykańskich (Lichty), liczby na ilość gazu o około 6% mniejsze. Natomiast używany obecnie w Boryslawiu

$$Q = 2,5 \sqrt{\frac{d^{5/4} (p_p^2 - p_k^2)}{L}}$$

jest coprawda prostszy, ale daje liczby na ilość gazu zgodne ze wzorem Weymuth-Towla tylko dla średnicy rury około 7", natomiast dla rur 4" — o około 10% za mało, zaś dla rur 12" — o około 10% za wiele.

^{*)} Ogłoszone równocześnie, za zgodą PKEn, w „Przemysle Naftowym” Nr. 9, 1930.

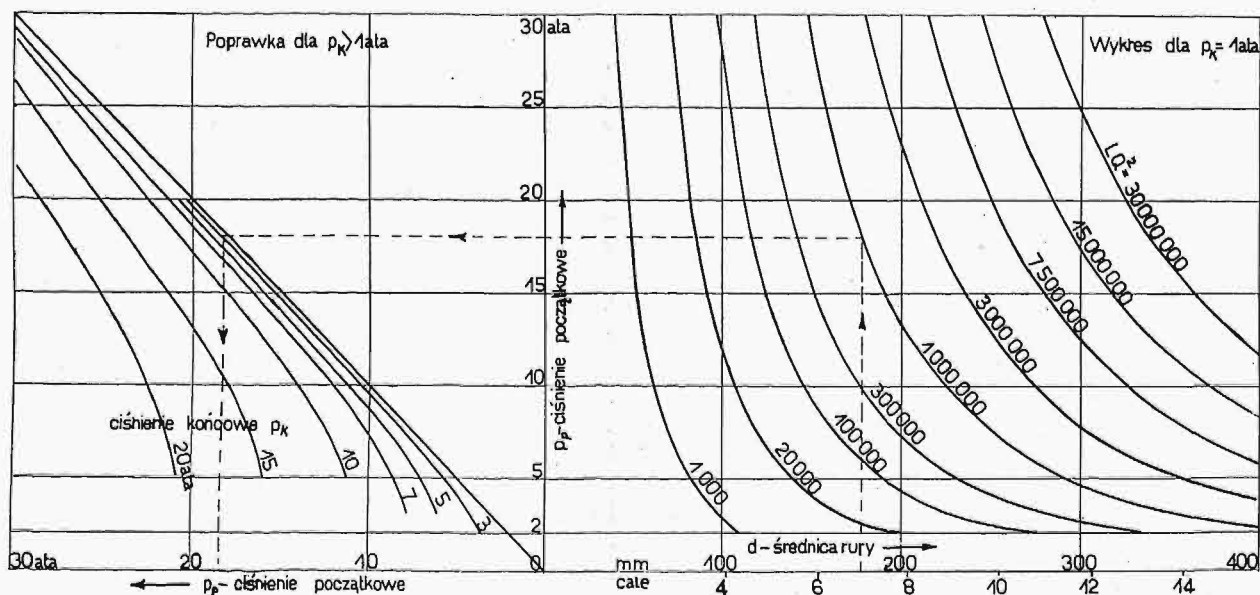
gdzie Q oznacza ilość gazu — stóp³/dobę,
 „ p_p „ ciśnienie początkowe — funtów/cal²,
 „ p_k „ ciśnienie końcowe funtów/cal²,
 „ d „ średnicę rurociągu — cali,
 „ s „ gęstość gazu względem powietrza,
 „ L „ długość rurociągu — mil angielskich,
 „ T „ temperaturę bezwzgl. — °Fahrenheita.

Powyższy wzór przerobiony na jednostki metryczne, przy przyjęciu temperatury gazu 10°C, brzmi:

$$d^{5/3} = \frac{s}{c} (L \cdot Q^2) \frac{1}{(p_p^2 - p_k^2)},$$

gdzie L oznacza km, Q — m³/min, p_p i p_k — ata, d — cm, stała $c = 0,0004$.

Z powodu wielu zmiennych, nie jest wzór ten łatwy do ujęcia wykresnego w jednym układzie płaskim. Nowym przedstawieniem, zaproponowanym przez p. inż. Kołodzieja, asystenta Laboratorium Maszynowego (1929 r.), jest wykres 1³⁾.



Wykres 1.

Część prawą wyrysowano dla ciśnienia końcowego $p_k = 1$ ata. Poprawkę dla $p_k > 1$ podaje strona lewa. Prawa strona przedstawia związek między średnicą rurociągu a ciśnieniem początkowym dla pewnej wartości (LQ^2) , którą jako charakterystyczną wielkość dla pewnego zagadnienia oblicza się osobno. Przyjęto $s = 0,6$. Przy rurociągach dalekosiężnych na gaz ziemny jest prawie z reguły ciśnienie początkowe dane z góry, czasem ograniczone ekonomiczną grubością ścianek rur.

względem na średnicę, wynosiła średnio 900 zł. w styczniu 1929 r., zaś 1 200 zł. od maja 1929 r., wzrosła więc bardzo znacznie. Cenę jednostkową obliczamy z wymiarów, przyjmując γ stali 7 800 kg/m³. Grubość ścianki rur (s) przyjęto, wzorując się na normach niemieckich dla ciśnienia roboczego 30 at, — przy odpowiednim uwzględnieniu zmiennego współczynnika korozji, — co ostatecznie daje obecnie następującą cenę 1 km rury (R) w zależności od średnicy (d):

T A B E L A 1.

d mm:	100	125	150	175	200	225	250	275	300
s mm:	4	4	4,5	5	6,5	6	6,5	7	8
R zł/km:	12 300	15 200	20 500	26 400	33 200	40 800	49 000	58 100	72 400

³⁾ Wykres ten, podobnie jak wszystkie inne poniżej wspomniane, narysowany w większym formacie na papierze milimetrycznym, jest do nabycia w Laboratorium Maszynowym Politechniki Lwowskiej za zwrotem własnych kosztów papieru i kopjowania.

2) Powyższą cenę rury zwiększają procentowo: o 2,5% plany, 5% armatura, 8% fracht, 2% rozłożenie rur na trasie, 0,5% ułożenie, 3% spawanie, 4% różne i nieprzewidziane: w sumie 25%, czyli odnośna mnożna $a = 1,25$.

3) Koszty robót ziemnych, t. j. wykopania i zasypiania rowu, przyjęto bez względu na średnicę rury $b = 1500 \text{ zł./km}$. Stąd kapitał inwestycyjny rurociągu $K = L(aR + b)$, gdzie L oznacza długość w km.

4) Amortyzację rozłożono na lat q (np. = 10).

5) Oprocentowanie kapitału przyjęto przy stopie procentowej p (np. = 10%) średnio w wysokości $e = \frac{2}{3}$ procentu od pełnego kapitału.

Roczna rata umarzająca wynosi więc (Ku), gdzie

$$u = \left(\frac{1}{q} + \frac{p \cdot e}{100} \right). \text{ Dla } q=10, p=10\%, \text{ również dla } q=15, \rho = 15\%, \text{ wypada } u = \frac{1}{6}.$$

6) Koszty ruchu ustalono w wysokości $r = 1000 \text{ zł./km}$ trasy, bez względu na średnicę, więc dla całego rurociągu $L \cdot r$.

Stąd koszt transportu 1 m^3 gazu ziemnego:

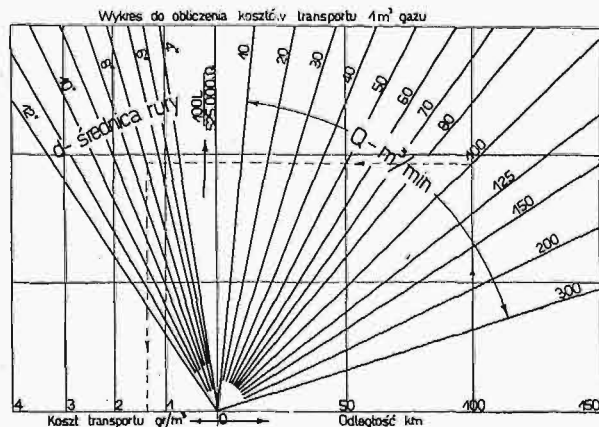
$$t = \frac{Ku + L \cdot r}{525600 \cdot Q} \cdot 100 \dots \text{ gr./m}^3,$$

gdzie Q — oznacza ilość m^3 gazu przepływającego w minucie, zaś 525600 — ilość minut w roku technicznym.

Kalkulację cen transportu gazu ułatwia znakomicie wykres 2, którego sposób przedstawienia, zdaje się, jest również nowy. Prawa strona przedstawia zależność od L pewnej wartości pomocniczej

$$\frac{100 \cdot L}{525600 \cdot Q}$$

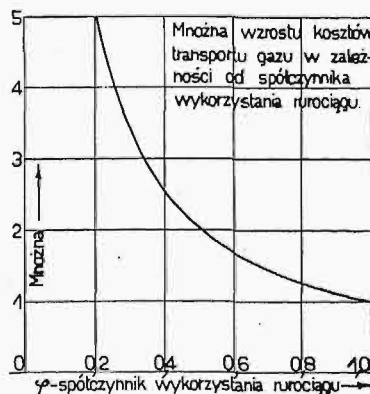
dla różnych Q : jest to pęk linii prostych. (Podziałkę dla L przyjmuje się dowolnie, najkorzystniejszą



Wykres 2.

podziałkę dla wartości pomocniczej wyznacza się drogą próby, np. $1 \text{ cm} = 0,00002 - 0,00005$). Lewa strona wykresu przedstawia pęk linii prostych, przechodzących przez punkt zerowy, a odpowiadających różnym średnicom rurociągu. Odcięte po lewej stronie przedstawiają wprost t , t. j. koszt transportu 1 m^3 gazu ziemnego. Np. $L = 100 \text{ km}$, $Q = 100 \text{ m}^3/\text{min}$, $d = 7''$; wtedy $t = 1,28 \text{ gr./m}^3$. Pęk prostych po lewej stronie uwzględnia naturalnie wszystkie czynniki podane w powyższej kalkulacji, przyczem dla jego wyrysowania wystarcza — wobec tego, że są to linie proste — obliczyć dla jednej tylko wartości pomocniczej odnośne war-

tości na t , zmienne z d . Wykres 2 wyrysowano przy przyjęciu cen, rat amortyzacji i t. d., jak wyżej podano. Przy przyjęciu innych liczb, np. krótszej amortyzacji (5-letniej), wyższych kosztów ruchu i t. p., pęk prostych po lewej stronie tegoż wykresu przechyla się odpowiednio na lewo (wyrysowanie



Wykres 3.

nie stanowi jednak żadnych trudności).

Z wykresu tego łatwo też odczytać, że np. tłoczenie $100 \text{ m}^3/\text{min}$ gazu na 100 km rurociągiem 12-cal. dawałoby koszt transportu $t = 3,2 \text{ gr./m}^3$, więc więcej niż poprzednio, co, jak to dalej zostanie uzasadnione, wykluczałoby prawdopodobnie zgóry rentowność przedsięwzięcia.

Wydedukowany powyżej koszt transportu 1 m^3 gazu byłby już definitywny, gdyby rurociąg był stale nominalnie obciążony. Ale tak nie jest. Zapotrzebowanie gazu u konsumentów waha się, i to dość znacznie — rurociąg musi być jednak załadowany na maksymalny możliwy przepływ. Stosunek średniego przepływu gazu do maksymalnego za pewien okres czasu (dnia, miesiąca, roku) nazywamy współczynnikiem wyzyskania rurociągu (φ). W stosunku odwrotnie proporcjonalnym do zmniejszania się tego współczynnika należy zwiększać koszty transportu, obliczone dla pewnego nominalnego przepływu, co przedstawia wykres 3. Dla współczynnika więc $0,5, 0,33, 0,25$ wzrasta koszt transportu dwu- trzy- i czterokrotnie. Stopień wyzyskania rurociągu zależy naturalnie od rodzaju konsumenta. Np. rafinerje, młyny, 24-godzinne stacje pomp i t. p. przedstawiają najlepszego konsumenta ($\varphi = 0,9$). Cegielnie, cukrownie mają również bardzo dobry współczynnik jednostajnego obciążenia w czasie swojej kampanji, ale skrócony czas użytkowy powoduje, że współczynnik obciążenia w okresie rocznym wynosi dla cegielni około $0,7$, dla cukrowni zaledwie $0,25$ i mniej. Dla elektrowni miejskiej (opalenie kotłów) mamy przeciętne wyzyskanie rurociągu $0,3 - 0,4$, dla gazowni miejskiej (bez zbiornika wyrównawczego) $0,2 - 0,3^4$). Po lepsza ten współczynnik celowe dobieranie konsumentów uzupełniających się, np. dzienna kuźnia i nocna piekarnia. Nieuwzględnienie tego współczyn-

⁴⁾ Gazometry (zbiorniki) istniejących zakładów gazu świetlnego, posiłkujących się gazem ziemnym jako surowcem, mogą znacznie poprawić rentowność odnośnych rurociągow. Brak zbiorników w Jasle i w Krośnie jest pozatem powodem wielkich trudności ruchu wskutek niemożności zaspokojenia wszystkich konsumentów w pewnych porach dnia.

Miasto Lwów, przy umowie z „Gazoliną” na dostawę gazu ziemnego dla gazowni miejskiej, zastrzegło sobie, że wybudowany rurociąg nie będzie obciążony więcej jak do połowy. Żądanie to, które automatycznie podnosi znacznie cenę dla wszystkich innych konsumentów, powinno być zmienione, tembardziej, że w tym wypadku gazownia jest stosunkowo do zapotrzebowania przemysłu małymi odbiorcą gazu.

nika przy kalkulacji ceny własnej za transport gazu, więc i za jego cenę, może, podobnie jak zły wybór średnicy rurociągu, spowodować likwidację odnosnego przedsiębiorstwa gazu ziemnego.

Żeby otrzymać wreszcie cenę sprzedażną gazu, trzeba jeszcze do kosztów transportu 1 m³ dodać cenę gazu loco kopalnia (*f*) z uwzględnieniem strat na nieuszczelnność rurociągu, t. zw. manca (*m*), oraz godziwego zysku od obrotu gazem (*z*). Manco kryje w sobie również niedokładność pomiarów gazowych. Jeżeli przyjmijmy *f* = 2 gr./m³, *m* = 10%, *z* = 20%, to cena za 1 m³ gazu (*g*) bez uwzględnienia kosztów transportu

$$g = f \left(1 + \frac{m}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{z}{100}\right) = 2,64 \text{ gr./m}^3,$$

całkowita zaś cena gazu = $g + \frac{t}{\varphi}$.

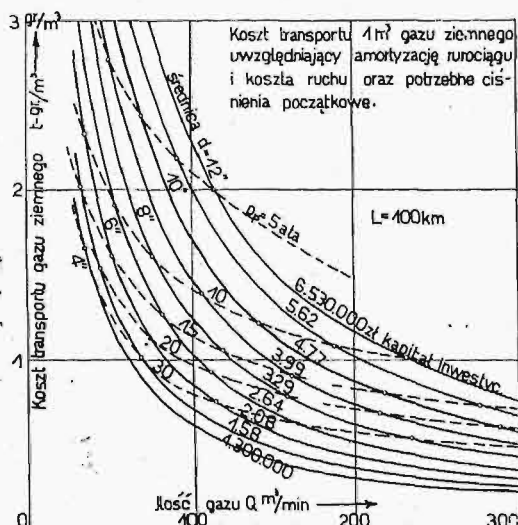
jest to najniższa cena gazu (cena sprzedażna ze strony przedsiębiorstwa gazowego), nie uwzględniająca żadnego zysku dla samego przedsiębiorstwa gazowo-transportowego.

Dla ogólnej orientacji, podajemy kilka liczb na sumaryczną cenę gazu przy przyjęciu *f* = 2,64 gr./m³.

TABELA 2.

Odległość, km	50		100	
	50	100	100	200
Nominalna ilość gazu, m ³ /mm				
Ø rurociągu, cali	5	6	7	9
Jednostkowy koszt transportu (<i>t</i>) gr./m ³	0,84	0,52	1,28	0,91
Obciążenie φ	Całkowita cena gazu, gr./m ³			
1,00	3,48	3,16	3,92	3,55
0,75	3,76	3,34	4,35	3,85
0,50	4,32	3,70	5,20	4,45
0,33	5,44	4,39	6,95	5,66

Ponieważ przy wstępnych kalkulacjach rentowności przyszłego rurociągu trzeba z reguły



Wykres 4.

przyjmować wiele alternatyw, więc korzystniej jest ujęcie tychże w jeden wykres (4), który sporządza my już dla pewnej określonej długości rurociągu,

np. *L* = 100 km. Wykres ten podaje cenę jednostkową transportu gazu, w zależności od ilości przetłaczanego gazu, przyczem wpływ obranej średnicy rury i ciśnienia początkowego jest ujęty pękiem krzywych. W wykresie wpisano, dla przejrzystości, na liniach średnic odrazu potrzebny kapitał zakładowy. Na podstawie tego wykresu można — mając do dyspozycji kapitał, względnie kredyt — zdecydować się na pewną średnicę rurociągu, którym można wówczas przetłaczać, zależnie od ciśnienia, pewne określone ilości gazu, przy odpowiednich cenach jednostkowych za transport. Wykres sporządza się z łatwością, kombinując odpowiednio wykresy 1 i 2. Wykres 4 zrobiono dla cen rur ze stycznia 1929 r.

Nasuują się tu jeszcze dwa zagadnienia: koszty budowy podwójnego rurociągu i koszty dodatkowego sprężania, o ile gaz na szybie nie ma ciśnienia wystarczającego do przetłaczania samoczynnego. Omówimy je po kolei:

Podwójny rurociąg: Zastosowanie gazu ziemnego dla jakiegoś miasta ze wszystkimi jego konsumentami — jak elektrownią, gazownią, rzeźnią, wodociągami, zakładami fabrycznymi i konsumcją domową — wymaga bardzo wielkiej pewności ruchu. Najprostszym sposobem jest ułożenie podwójnych rurociągów dla tej samej sumarycznej zdolności transportowej gazu (choć np. nie stosuje się tej zasady przy budowie dalekonośnych wodociągów). Pogarsza sprawę to, że rurociąg dla połowy przepływu musi mieć średnicę 0,77 średnicy rurociągu dla pełnego przepływu, jak to ze wzoru Weymuth-Towla wynika. Polepsza natomiast sprawę fakt, że cena rurociągów rośnie szybciej, niż ich średnica. Z obliczeń dla dwóch konkretnych wypadków: odległość *L* = 50 km, *p_p* = 10 at, oraz *L* = 100 km, *p_p* = 18 at (ceny rur ze stycznia 1929 r.) okazuje się, że chociaż podwójny rurociąg wymaga średnio o 40—30% większego kapitału inwestycyjnego, w konsekwencji czego transport gazu wypada o około 33—27% drożej, to jednak jego cena jednostkowa wzrośnie zaledwie o około 8—4%, przy przyjęciu 2 gr./m³ jako ceny gazu loco kopalnia. Niższe liczby odnoszą się do większych ilości gazu, np. 100 m³/min przy odległości 50 km, albo 200 m³/min przy 100 km. Podwójne rurociągi nie są więc technicznym nonsensem, jak się często przypuszcza, a kładzione w miarę wzrostu konsumpcji zwiększają pewność dostawy.

Koszty sprężania: Potrzeba sprężania może zająć w miarę wyczerpywania się złoża gazowego, np. w Zagłębiu krośnieńskim, albo jeżeli opłaca się poddać gaz ziemny odgazolinowaniu, np. w Zagłębiu bitkowskim. Wówczas występuje nowe zagadnienie, mianowicie wyszukanie optymalnego ciśnienia sprężania tak, aby koszty stacji sprężarek i rurociągu dalekosieżnego były najmniejsze⁵⁾.

⁵⁾ Zagadnienie to, opracowane przez inż. Warszawskiego („Przegląd Techniczny” Nr. 13/1930 r.) zostało na nieco odmiennych założeniach powtórnie zanalizowane przez A. Kieslera w pracach laboratorjum maszynowego P. L. „Gaz i Woda” Nr. 6/1930 r.

Jeżeli — upraszczając założenia dla niniejszego referatu — przyjmemy, że ciśnienie początkowe ma wynosić 20 at, wówczas moc silnika napędzającego sprężarkę, koszt kompletny stacji oraz związane z tem dodatkowe powiększenie t' opłaty za transport gazu (przy pełnym wyzyskaniu rurociągu) wypada następująco:

TABELA 3.

$Q = m^3/min$	50	100	200
Moc silnika KM.	500	1000	2000
Koszt stacji sprężarek tys. złotych	513	826	1450
Koszt sprężania (t') gr./m ³	0,32	0,26	0,23

Jeżeli przyjmemy gorszy stopień wyzyskania rurociągu ($\varphi = 0,5$), to koszt sprężania gazu, dodatkowy do kosztu transportu, wyniesie średnio 0,5 do 1,0 gr./m³.

II.

Po zapoznaniu się z kosztami transportu gazu, skalkulujemy cenę najwyższą, jaką mógłby teore-

Ostatnie cztery rubryki tabeli podano dla stanu z dnia 1 stycznia 1929 i stanu z dnia 1 stycznia 1930 r. Wartość opałową, dolną czystego i suchego gazu ziemnego przyjęto $W = 8\ 750\ kal/m^3$ (choć analizy wykazują nieraz ponad 9 000 kal/m³). Cena węgla odnosi się do stacji kolejowej. Za przywóz kołowy 1 tonny węgla na miejsce zużycia wraz z wyładowaniem można dodać do ceny węgla 4 zł./t, za wywóz żużla 0,50 zł./t węgla. Jeżeli zakład fabryczny posiada własny tor przemysłowy, to wyładowanie węgla i wywóz żużla kosztuje około 1 zł./t. Dla konkretnych warunków skorygować należy odpowiednio cenę 1 kg węgla „na ruszcie”, tem samem równoważną cenę gazu ziemnego. Ponadto nie uwzględniono w przeliczeniu ewentualnych różnic w sprawności kotła, opalanego gazem i węglem; nadto ogólnie znane są skargi na znaczny nadmiar części niepalnych w dostarczonym węglu (szczególnie w miałe, lub gdy niema stałej kontroli odbioru), — co również poprawia (zwiększa) równoważną cenę gazu.

TABELA 4.

WĘGIEL		W kal/kg	Wilgot- ność %	Popiół %	Stan — styczeń 1929			Stan — styczeń 1930				
					Cena węgla loco			Cena gazu	Cena węgla loco			Cena gazu
					kopalnia	fracht	Lwów		kopalnia	fracht	Lwów	
					zł./t			gr./m ³	zł./t			gr./m ³
„Skarboferm”	orzech	6750	8	4	33,10	15,88	48,98	6,35	37,10	18,40	55,50	7,20
	miał	6100	12	8	13,50	12,94	26,44	3,79	15,—	15,—	30,—	4,30
„Jaworzno”	orzech	5000	14	11	27,50	17,55	45,05	7,88	29,20	16,40	45,60	7,99
	miał	4100	20	12	9,10	15,74	24,84	5,30	9,50	14,80	24,30	5,19

tycznie zapłacić konsument, przechodząc z paliwa węglowego na gaz ziemny. Musimy tu odróżnić kilka typów zastosowania gazu.

a) Kocioł parowy: Przyjęto do kalkulacji dwa gatunki węgla:

1) górnośląski, koncernu „Skarboferm”,

2) jaworzniański, Ski „Jaworznicke Komunalne Kopalnie Węgla”.

Z każdego gatunku węgla wzięto pod uwagę dwa sortymenty: orzech (20—40 mm) i miał (0—12 mm), oba płokane. Wartości opałowe (dolne) węgla W przyjęto, jak podano w tabeli powyżej⁴⁾. Tabela ta zestawia również ceny węgla loco kopalnia oraz fracht wagonowy z kopalni do Lwowa, wreszcie t. zw. cenę równoważną 1 m³ gazu ziemnego, otrzymaną przy porównaniu wartości opałowych węgla i gazu według wzoru:

cena równoważna gazu =

$$= \text{cena 1 kg węgla} \frac{\text{wartość opałowa 1 m}^3 \text{ gazu}}{\text{wartość opałowa 1 kg węgla}}$$

⁴⁾ Wartości opałowe węgla przyjęto jako średnie z szeregu analiz ogłoszonych, a wykonanych przez Centralne Laboratorium Cukrownicze w Warszawie, Laboratorium Chemiczne Państwowego Instytutu Geologicznego, Laboratorium O. E. W. Chorzów, P. F. Z. A. Chorzów, Elektrownię Lwowską i liczb podanych przez Inż. St. Kruszewskiego w „Przeglądzie Technicznym” 1924 r.

Ceny węgla oraz koszty jego transportu podał Oddział Węglowy Towarzystwa Eksploatacji Soli Potasowych we Lwowie.

Powyższa kalkulacja, przeprowadzona dla Lwowa, niewiele się różni dla innych okolic, które wchodzi w rachubę przy projektowaniu rurociągów dalekosiężnych na gaz ziemny, gdyż np. ceny 1 m³ gazu przy porównaniu z orzechem „Skarbofermu” wynosiły w r. 1929 dla Tarnowa, Jasła, Lwowa, Stryja, Stanisławowa i Kołomyi: 5,76, 6,21, 6,35, 6,40, 6,51, 6,59 gr./m³, analogicznie dla miału: 3,23, 3,55, 3,79, 3,86, 4,01, 4,11 gr./m³. Znaną wreszcie jest tendencja sfer węglowych, które zamierzają przerabiać na miejscu miał na gaz, ter, koks i brykiety oraz pokrywać nim tylko własne zapotrzebowanie, szczególnie nowych elektrowni okręgowych, np. w Łaziskach, tak że nabycie miału dla innych konsumentów będzie coraz trudniejsze.

Cena gazu ziemnego w stosunku do innych paliw, przyjmując ceny i wartości opałowe: dla ropy 260 zł./t i 10 000 kal/kg, dla drzewa (odpadków tartacznych) 16 zł./t i 2 500 kal/kg, dla trocin (lokalnie na Podkarpaciu) 10 zł./t i 2 500 kal/kg, — otrzymujemy cenę kalkulacyjną 1 m³ gazu ziemnego w porównaniu z ropą 22,8 gr./m³, z drzewem 5,6 gr./m³, z trocinami 3,9 gr./m³. Gaz ziemny może w pewnych warunkach konkurować nawet z odpadkami drzewnymi i trocinami.

b) Gazownie: Weźmy dla przykładu gazownię miejską we Lwowie, której dyrekcja podaje w swoim drukowanym sprawozdaniu za rok administracyjny 1927/8 od 1 kwietnia do 21 mar-

ca co następuje: zużyto węgla gazowych 18 700 tonn za cenę 822 052 zł., wytwarzając 8,45 milionów m³ gazu świetlnego. Za produkty odpadowe oraz przerobione we własnej oddzielnej fabryce chemicznej uzyskano: 358 000 zł. za koks, 27 000 zł. za amoniak 168 300 zł. za przetwory smołowe, razem 554 000 zł. Do kosztów węgla trzeba dodać odnośne części kosztów produkcji, więc koks do opalania retort, czyszczenie gazu, płace pracowników piecowych, Kasę Chorych, odpowiednio zredukowane utrzymanie kotłowni, razem 307 000 zł. Zestawienie odnośnych pozycji przedstawia się następująco:

822 000 zł. kupno węgla gazowego, plus 307 000 zł. koszty produkcji, razem 1 129 000 zł. = koszt wyrobu gazu. Odejmując 554 000 zł. — zysk ze sprzedaży produktów ubocznych — otrzymujemy 575 000 zł., jako koszt produkcji gazu świetlnego, pojętego jako surowiec.

Jest to maksymalna kwota, jaką gazownia lwowska zapłaciłaby mogła przy dzisiejszej konsumpcji za dostawę gazu z zewnątrz, przyczem pozostają bez zmiany pozycje — wynoszące razem około 1 583 000 zł. — na amortyzację nieruchomości wewnętrznych gazowni, rurociągi uliczne z obsługą (około 240 km), koszty administracji, spłaty długów i podany w sprawozdaniu „czysty zysk” — 47 780 zł.

Jeżeli przyjmijemy wartość kaloryczną gazu świetlnego na 5 000 kal./m³, a gazu ziemnego na 8 750 kal./m³, to jego górna cena jednostkowa dla gazowni wynosi:

$$\frac{575\,000 \times 100}{8\,480\,000} \times \frac{8750}{2000} = 11,9 \text{ gr./m}^3.$$

Analogiczna kalkulacja, przeprowadzona dla różnych gazowni, da liczby, prawdopodobnie nie bardzo odbiegające od powyższej, tak że cenę 12 groszy/m³ możemy uważać jako (średnią) najwyższą równoważną dla gazu świetlnego cenę gazu ziemnego.

Trzeba dalej podkreślić, że gazownia, przechodząc na gaz ziemny, musi czasem ustawić specjalne urządzenie odorowania (nawoniania) gazu i przerobić pozatem wszystkie palniki, albo też dodatkowo produkować gaz niskokaloryczny, woniący, i, zmieszawszy go z gazem ziemnym, doprowadzać go osobnym rurociągiem pod wyższym ciśnieniem do pewnych punktów, zasilających stary rurociąg miejski, należy się bowiem liczyć, że konsumpcja gazu po wprowadzeniu gazu ziemnego znacznie wzrośnie. Amortyzacja tych czy innych urządzeń nie pozwala na zbytne obniżenie ceny gazu dla konsumentów w pierwszych latach jego użytkowania. Ze wzrostem konsumpcji zmniejszą koszty administracyjne, a wtedy i konsument skorzysta z wprowadzenia gazu ziemnego ⁷⁾.

⁷⁾ Jest tu jeszcze jeden czynnik, o którym należy wspomnieć, a który hamuje właściwy rozwój miejskich zakładów użyteczności publicznej. Miasta, mające nieuregulowaną gospodarkę finansową, czerpią nieraz bardzo poważne zyski ze swoich zakładów na cele nie wspólne z danym zakładem nie mające. Takie ukryte opodatkowanie, co prawda bardzo wygodne, ale dotykające z reguły tylko średnie i biedniejsze sfery mieszkańców, mija się z pojęciem użyteczności publicznej.

c) Zastosowania technologiczne: Podobną kalkulację ceny kupna, t. j. górnej ceny, jaką mógłby teoretycznie zapłacić konsument, przechodząc z paliwa węglowego lub innego na gaz ziemny, można wydedukować dla różnego rodzaju zastosowań technologicznych, jak cegielnie, wapienniki, huty szkła, odlewnie, kuźnie etc. Wobec łatwości regulowania palenia i wysokiej temperatury uzyskiwanej przy użyciu gazu ziemnego, otrzymywać tu można prawie zawsze i lepszą jakość wyrobu i większą wydajność energetyczną oraz ilościową zakładu. Kalkulacyjne ceny za 1m³ gazu będą tu zatem z reguły wyższe, niż podane w tabeli dla węgla. Ponieważ z drugiej strony dostosowanie gazu ziemnego wymaga nowego przekonstruowania palników, palenisk etc., więc jest tu wdzięczne pole do praktycznych badań przemysłowych.

Między wyznaczonemi w ten sposób analitycznie cenami kupna-sprzedaży przyjęta być musi wogóle pewna rozpiętość, jeżeli przemysłowiec ma się danem zagadnieniem zainteresować nietylko platonicznie. Jak ta rozpiętość rozdzielona zostanie między producenta i konsumenta, względnie producenta, pośrednika i konsumenta, pozostawić trzeba ich nerwowi przemysłowemu. W każdym razie producent otrzymać musi, poza zyskiem ze sprzedaży gazu loco kopalnia, jeszcze zysk z jego transportu (zbierając kapitał na rozbudowę tego drugiego przedsiębiorstwa), konsument zaś zainteresowany być musi ekonomicznie w zmianie paliwa ⁸⁾.

Przy wstępnej kalkulacji z zasięgu rurociągu, t. j. pytania, jaką jest najmniejsza ilość gazu, którą trzeba pobierać w jednostce czasu, aby dany rurociąg X km długości opłacał się, można z porównania tabeli 2 i 4 przyjąć przybliżoną zasadę: z uwagi na miał węglowy musi rurociąg przetłaczać conajmniej tyle m³/min, ile km ma długości. Jeżeli jednak wchodzi w rachubę lepsze zastosowania technologiczne lub dobry węgiel (kostka, orzech), to wytrzymują z nim konkurencję przy wielkich odległościach rurociągi o wymiarach odpowiadających nawet znacznie mniejszym ilościom gazu, co przedstawia wykres 5. Pewną rolę gra tu też rozporządzone ciśnienie gazu na szybie, większą natomiast uzyskanie korzystnej ceny kupna gazu loco kopalnia, np. 1,75 lub 1,5 gr./m³, zamiast 2 gr./m³.

Wykres powyższy poucza, jak można pewnie mało zachęcające zagadnienie gazowo-transportowe zamienić jednak na „dobry interes“.

III.

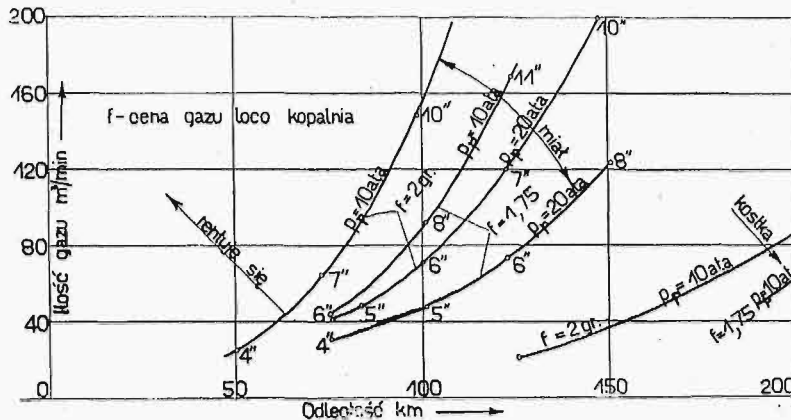
Zajmiemy się z kolei pojemnością podkarpackiego rynku gazowego. Do niedawna jeszcze brakowało statystyki, na której podstawie określićby można prawdopodobne zapotrzebowanie gazu ziemnego. Przy kalkulowaniu opierano się raczej na czuciu, popełniając grube błędy i wyolbrzymiając przeważnie zapotrzebowanie. Dopiero w r. 1928 opracował inż. Wł. Kołodziej z ra-

⁸⁾ Przypominam: zawsze aktualny referat ś. p. Inż. Władysława Szaynoka: „Rentowność przemysłu gazu ziemnego”. — „Przemysł Naftowy”, 1926, Nr. 4 i „Nafta” Nr 3.

mienia Polskiego Komitetu Energetycznego bilans energetyczny Zagłębia jasielsko-krośnieńskiego za rok 1927¹⁰⁾.

Część dat odnoszących się do województwa Stanisławowskiego, które były potrzebne do niniejszego referatu, dostarczyła ad hoc zorganizowana, chociaż więcej ogólna, ale nie mniej cenna ankieta (64 odpowiedzi). Wreszcie ogólne dane dla Lwowa zebrano na podstawie bezpośrednich informacji około trzydziestu zakładów przemysłowych.

Przy przeliczaniu rocznego zużycia gazu, podawanego w odpowiedziach ankiety paliwowej, stosować można następujące mnożne tonn paliwa na tysiące m³ gazu: 1,14 dla ropy, 0,9 dla koksu,



Wykres 5.

0,77 dla orzecha i węgla grubego, 0,7 dla mialu i 0,28 dla drzewa. Bezpośrednie przeliczenie tonn paliwa rocznie na m³ gazu na minutę, daje za dużo ułamków, gdyż 1 m³/min gazu — to ekwiwalent około 70 wagonów węgla rocznie, a odbiorców ponad 1 m³/min jest niewiele. Zużycie gazu ziemnego elektrowni, pędzonej silnikiem gazowym, przerobionym ewentualnie z silnika Diesela, przyjmowano na 0,6 m³/kWh. W silniku gazowym daje więc 1 m³/min moc 100 kW, w maszynie parowej około 100 KM.

Znając odległość pewnego miasta od najbliższego źródła gazu ziemnego oraz opracowane na podstawie ankiety prawdopodobne zapotrzebowanie gazu, przy pewnym przyjętym współczynniku obciążenia rurociągu, można skalkulować dolną cenę jednostkową gazu, a przez porównanie jej z lokalną ceną węgla ocenić, czy dany projekt jest przemysłowo realny, czy nie. Ponieważ gaz ziemny ma z reguły na szybko dostateczne ciśnienie, więc ułatwia orientację, jeżeli się oblicza cenę jednostkową gazu dla kilku średnic i najodpowiedniejsze warunki, szczególnie co do ciśnienia w rurociągu, wciąga potem do porównania z węglem. Omówimy po kolei kilka możliwości przemysłowych rurociągów dalekosiężnych.

A) Kałusz. Odległość od Daszawy około 50 km. Maksymalne zapotrzebowanie gazu około 30 m³/min. Obciążenie prawie stałe, prawdopodobny współczynnik wyzyskania rurociągu 0,80. Głównym konsumentem jest „TESP”, drobnym może być browar (około 2 m³/min), natomiast elektrownia,

2 warsztaty mechaniczne etc. nie wchodzi zupełnie w rachubę (około 0,1 m³/min). Przy założeniach, podanych w części I, otrzymujemy następujące alternatywy:

Średnica rurociągu	Kapitał potrzebny	Ciśnienie początkowe	Całkowity koszt gazu
cale	miljonów zł.	ata	gr./m ³
4	0,85	15	4,15
5	1,03	9	4,40
6	1,36	6	4,83

Liczby powyższe, podobnie jak i podane niżej, odnoszą się do stycznia 1930 r. Z porównania ceny gazu z równoważycielami cenami węgla — mialu (4,48 gr./m³) wynika, że rurociąg 5" ledwie się opłaca. Dopiero przy porównaniu z węglem lepszego gatunku, dla Kałusza 7,35 gr./m³, może się ten interes kalkulować. Przy spalaniu mieszanki, złożonej w połowie z orzecha, a w połowie z gorszych gatunków, otrzymana się wartości pośrednie. Faktyczny zysk dają inne czynniki, jak łatwiejszy ruch, niemożliwość kradzieży etc., przybywają natomiast kłopoty z mierzaniem gazu. Zwiększenie ciśnienia początkowego do 20 ata zwiększyłoby przepływ gazu następująco: 4" — 36 m³/min, 5" — 65 m³/min, 6" — 108 m³/min. Okazuje się, że rurociąg 6" daje za dużą rezerwę, natomiast 5" daje rezerwę dostateczną nawet w razie przedłużenia rurociągu do Stanisławowa.

B) Stanisławów. Odległość z Bitkowa 50 km, z Kałusza 40 km. Wysuwane przez Zarząd miasta Stanisławowa elektrownia i gazownia o mocy dziennej 250 kW, a 600 kW szczytowej, rocznie 1 miliona kWh, będzie średnio zużywać 1,1 m³/min przy współczynniku $\varphi = 0,2$; gazownia produkuje obecnie rocznie 1,3 miliona m³ gazu świetlnego, czemu odpowiada średnio 1,3 m³/min gazu ziemnego, przy $\varphi = 0,5$ (zbiorniki). Jeżeli przyjmiemy nawet, że to ostatnie zapotrzebowanie po wprowadzeniu gazu wzrośnie — analogicznie jak w Stryju — do 50 m³ na głowę rocznie, t. j. w Stanisławowie, przy 40,000 mieszkańców, do 2 milionów m³ gazu ziemnego rocznie, to jednak będą to zawsze liczby stosunkowo niewielkie. Podobnie i zapotrzebowanie gazu ziemnego dużych zresztą warsztatów P. K. P. nie przekroczy z pewnością średnio 2 m³/min ($\varphi = 0,30$). Natomiast zakłady fabryczne stanisławowskie przedstawiają poważniejsze już konsumpcje, gdyż maksymalnie około 42 m³/min, przy średnim $\varphi = 0,60$. W tej liczbie uczestniczą:

	m ³ /min	φ
Rafineria nafty Habera, fabryka drożdży Liebermana, rafineria nafty Grifflla, młyn Rudolfa	16	0,8
Mniejsze zakłady przemysłowe, o ruchu dziennym	16	0,3
Cegielnie stanisławowskie	10	0,7

Obecnie spala się tam w połowie mial, w połowie zaś lepsze sortymenty węgla, tak że więk-

¹⁰⁾ „Przegląd Techniczny” Nr. 7 i 8 z 1930 r.

szość zakładów chętnie przejdzie na tańszy opał, jakim bezsprzecznie będzie gaz ziemny — i to prawdopodobnie w pierwszym roku 1/4 zakładów, a w następnych czterech latach dalsze 2/4 zakładów. Można więc przyjąć, że zapotrzebowanie gazu całego miasta (zakłady miejskie i przemysłowe) wyniesie w pierwszym roku 15 m³/min, przy $\varphi = 0,50$, po pięciu latach 40 m³/min przy $\varphi = 0,60$. Przyjmując to drugie (wyższe) zapotrzebowanie, otrzymujemy alternatywy takie same, jak dla Kałusza. (Większą ilość gazu wyrównywa gorszy stopień obciążenia).

Rurociąg 5" daje więc pewną rozpiętość między ceną kalkulacyjną gazu a ceną kupna. Przy zapotrzebowaniu w pierwszym roku tylko około 15 m³/min, wypada cena jednostkowa gazu na 8,24 gr./m³. Rurociąg wymaga więc bardzo starannego ustalenia konsumpcji zakładów fabrycznych (definitywnych umów), ewentualnie pozyskania zaraz na początku wymienionych 4 większych konsumentów gazu. Na oświadczeniu się gazowni i elektrowni miejskiej — jako na zbyt małych konsumentach — nie można oprzeć decyzji co do budowy rurociągu Bitków—Stanisławów. Nie może być również mowy o obniżaniu ceny gazu dla przemysłu kosztem konsumenta miejskiego.

C) K o ł o m y j a. Odległość od Nadwórnej (omijając Delatyn) również około 50 km. Zapotrzebowanie gazu ziemnego (elektrownia, młyn, browary, tkalnia, rafinerja nafty) obliczono na podstawie ankiety wojewódzkiej na 6 m³/min przy $\varphi = 0,65$. Do tego należy dodać cegielnię — 10 m³, $\varphi = 0,7$, razem maksymalny przepływ 16 m³/min. Licząc się z przyszłym rozwojem spożycia, przyjąć możemy dla kalkulacji $Q = 20$ m³/min.

Z porównania cen węgla z równowartościowymi cenami gazu wynika, że rurociąg 4" mógłby się nie najgorzej rentować, jeszcze lepiej 3", który najzupełniej wystarczy. Razi nieco mały wymiar rurociągu (przy 50 km odległości). Z powodu słabego zażyczenia konsumpcji przemysłowej, możliwe jest ekonomiczne zasilanie gazem ziemnym terenów leżących na wschód od Bitkowa i Nadwórnej tylko drogą doboru rurociągu o małych średnicach.

D) Inne sieci gazowe daleko siężne województwa Stanisławowskiego. Między Bitkowem a Stanisławowem wchodzi w rachubę jeszcze dwie miejscowości: Nadwórna, o zapotrzebowaniu około 4 m³/min, przy $\varphi = 0,8$, oraz Bohorodczany, traktowane jako odgałęzienie 6 km do Dźwiniacza z przedłużeniem 4 km do Rosulny, ewentualnie jeszcze dalszem do Majdanu, których zapotrzebowanie na cele opałowe i motorowe przemysłu naftowego wyniesie 2—3 m³/min, a może i więcej. W Nadwórnej wchodzi w rachubę: rafinerja nafty, młyn, huta szkła oraz stacja pomp P. K. P.

Koncepcja Bitków—Stanisławów—Kałusz nie jest ruchowo korzystną, jeżeli się zważy, że Stanisławów jest konsumentem o silnie wahającym się odbiorze, a Kałusz ma obciążenie stałe. Przy takim szeregowym łączeniu powinien być bliżej źródła konsument stały, a dalej odbiorca zmienny. Pod względem odległości jest koncepcja Daszawa—Kałusz—Stanisławów identyczna z koncepcją Bitków—Stanisławów—Kałusz.

Odgałęzienie ze Stanisławowa do Tłuszcz (około 30 km) nie opłaca się: 4 m³/min, chociaż $\varphi = 1$. Podobnie nie opłaca się odgałęzienie od Stanisławowa lub Kołomyi do Nieżwisk (około 50 km), gdzie projektowane młyny fosforytowe (około 600 kW) i domy kolonji fabrycznej mają zużywać w przyszłości około 12 m³/min przy $\varphi = 0,5$.

Dużym konsumentem byłaby cukrownia w Chodorowie, zużywająca 1270 tonn węgla w czasie około 3½ miesiąca (kampanja), czemu odpowiada 7 m³/min, ale współczynnik obciążenia $\varphi = 0,28$ utrudnia gazowi ziemnemu konkurencję z węglem.

E) L w ó w. Odległość 67 km od Stryja, 81 od Daszawy. Firma „Gazolina” ułożyła w lecie 1929 r. rurociąg 158/168 mm¹⁰⁾. Jako więksi konsumenci gazu ziemnego, wchodzi w rachubę, przy czym podano nie średnie, ale maksymalne przepływy:

a) Zakłady miejskie: gazownia, wytwarzająca około 9 milionów m³ gazu świetlnego rocznie, czemu odpowiada około 13 m³/min gazu ziemnego; $\varphi = 0,7$ (zbiornik); przy wzroście konsumpcji do 50 m³ na mieszkańca, liczba ta powinna w ciągu kilku lat wzrosnąć do 30 m³/min. Elektrownia na Persenkówce musi, ze względu na stałą rezerwę, posiadać paleniska kombinowane, równocześnie na opalanie węglem i gazem ziemnym, którego zapotrzebowanie — na podstawie szczegółowej ekspertyzy przeprowadzonej przez inż. Wójcickiego z ramienia Stowarzyszenia Dozoru kotłów — wyniesie około 30 m³/min przy $\varphi = 0,85$. Rzeźnia miejska 3 m³/min, $\varphi = 0,6$. Wodociągi miejskie mają główną stację pomp odległą o 35 km od Lwowa, a rozchód tylko 10 m³/min, jednak stały ruch i lokalne koszty transportu węgla umożliwiłyby prawdopodobnie rentowność tej odnogi.

b) P r z e m y s ł m o ż e o d b i e r a ć:

	m ³ /min	φ
maszynowy	7	0,3
warsztaty P. K. P.	12	0,3
chemiczno-kosmetyczny	2	0,3
żywnościowo-konserwowy	3	0,7
młynowy	13	0,7
browar	8	0,7
piekarnie	5	0,7
cegielnie lwowskie	40	0,7
Razem	87	0,7
i	27	0,3

Razem przy pełnej konsumpcji zakładów miejskich i przemysłowych przedstawia Lwów konsumenta na maksymalnie 170 m³/min przy $\varphi = 0,7$. Do tego przyłączają się wapniarki na linii Mikołajów—Glinna—Nawarja, zużywające około 40 m³/min przy $\varphi = 0,7$. Zdolność przepustowa rurociągu Daszawa—Lwów wynosi przy ciśnieniu 30 atm około 160 m³/min.

F) Z a g a d n i e n i e r u r o c i ą g u D a s z a w a — K r o s n o — T a r n ó w. Wspomniany poprzednio bilans energetyczny Zagłębia krośnień-

¹⁰⁾ Inż. M. Wieleżyński: „Gaz ziemny w Daszawie” (oraz sprawozdanie o budowie rurociągu do Lwowa) — „Przemysł Naftowy” 1929, Nr. 18.

sko-jasielskiego wykazał, że miejscowa produkcja gazu pokrywa zaledwie połowę zapotrzebowania ciepła na cele przemysłowe, resztę z konieczności uzupełnia się węglem. Stąd też powstała myśl, aby brakujące ilości gazu dostarczały kopalnie w Daszawie. Sprawa mogłaby być o tyle łatwiejszą do zrealizowania, że najważniejsze zakłady przemysłowe Zagłębia tamtejszego, konsumujące węgiel, rozmieszczone są przy rurociągu państwowym i są z nim połączone, a nadto, że Państwowa Fabryka Związków Azotowych w Mościcach pod Tarnowem stałaby się mogła bardzo poważnym odbiorcą gazu, co oczywiście obniżyłoby koszty jego transportu z Daszawy do Krosna. Możliwe są zatem dwie ewentualności: a) rurociąg Daszawa—Krosno, b) rurociąg Daszawa—Krosno—Tarnów. Aby nie zdławić miejscowej produkcji Zagłębia krośnieńskiego, mógłby np. nastąpić podział konsumentów — część pobierałaby gaz miejscowy, reszta gaz daszawski.

a) Gazociąg Daszawa—Sanok—Krosno. Odległość 240 km. Rozchód węgla w większych zakładach Zagłębia krośnieńsko-jasielskiego, leżących na linii gazociągu państwowego Iwonicz—Krosno—Jasło—Glinik Marjampolski (przeważnie rafinerje nafty, dziś częściowo odstawione ze względów kartelowych), wynosił w r. 1927 około 75 000 tonn węgla rocznie, rozchód Sanockiej Fabryki Wagonów około 6 600 tonn, czemu odpowiadałoby razem około 110 m³ gazu ziemnego/min. Kapitał inwestycyjny potrzebny na budowę 7"–8" rurociągu wynosi 8 do 10 milionów złotych. Kalkulacyjne ceny gazu, obliczone jak poprzednio, wynoszą 6 do 7 gr./m³. W stosunku więc do miazgi, rurociąg się nie opłaca, co można zresztą zgóry przewidzieć, zestawiając odległość (240 km) i zapotrzebowanie gazu (110 m³/min).

b) Gazociąg Daszawa—Krosno—Tarnów. Odległość około 290 km. Zużycie Tarnowa można przyjąć na 16 000 tonn, zaś P. F. Z. A. w Mościcach na 90 000 tonn węgla rocznie, czemu razem odpowiada około 140 m³ gazu ziemnego/min., z czego 100 m³/min rozprowadzałoby się od Krosna istniejącym rurociągiem państwowym po Zagłębiu krośnieńsko-jasielskim, a 140 m³, po odpowiednim sprężeniu, przewodziłaby do Tarnowa osobna odnoga, około 50 km długości. W tej kombinacji — przy inwestycji 13 do 15 milionów złotych na rurociąg (9–10 calowy) Daszawa—Krosno — wypada cena gazu w Zagłębiu krośnieńskim ok. 5 gr./m³ ($\pm 0,2$), a w Tarnowie ok. 5,7 gr./m³, przy dodatkowej inwestycji na odnogę w wysokości niespełna 1,5 milionów złotych. Nadwyżka 0,7 gr./m³ w Tarnowie składa się z 0,45 gr. za transport i z 0,25 gr. za sprężanie. Kombinacja więc taka, o ile chodzi o względy czysto gospodarcze, jest zaledwie na granicy rentowności (w porównaniu do mieszanek węglowej).

IV.

Streszczając wyniki, można ogólnie stwierdzić, że wobec przeciętnie małego zagęszczenia przemysłowego i niekorzystnej odległości istniejących większych zakładów od centrów kopalń gazowych (z wyjątkiem Borystawia, który własną produkcję w wysokości około 500 m³/min sam konsumuje) wymaga zagadnienie rurociągów

bardzo wielkiej ostrożności, gdyż wiele z nich zaliczyć należy do t. zw. „ideowych“, t. zn. takich, które nie dają możliwości wydatniejszego obniżenia ceny paliwa dla konsumentów. Bez zebrania wiążących deklaracji przyszłych konsumentów budowanie takich rurociągów może być wprost ryzykowne.

Konsumcja miejska (z wyjątkiem Lwowa) jest w porównaniu z konsumpcją przemysłową bez znaczenia, i jeżeli miasta chcą tu odegrać pewną rolę, to muszą, poza staraniem o zwiększenie konsumpcji domowej, zająć się przemysłem swego okręgu. Rozpowszechnienie gazu ziemnego w miastach wymaga poważnych studjów. Są to przedewszystkiem zagadnienia ogólne, jak np. zagadnienie dania metanowi — ze względu na bezpieczeństwo publiczne — pewnej woni, jak zagadnienie przeróbki istniejących palników domowych na gaz wysoko kaloryczny, względnie dodawania do gazu ziemnego innego niskokalorycznego („rozcieńczenie metanu“), następnie zagadnienie ruchowe, t. zn. zwiększenia zdolności przelotowej rurociągów lokalnych istniejących po miastach, — konieczne wobec stwierdzonego statystyką kilkakrotnego wzrostu konsumpcji po wprowadzeniu gazu taniego, a to przy pomocy specjalnego rurociągu wysokoprężnego, zasilającego sieć niskoprężną, odpowiednio rejonowaną. Należy tu również obliczenie najkorzystniejszej pojemności zbiorników, częściowo wyrównywających zmienne zapotrzebowanie gazu w miastach w taki sposób, aby oferowana cena kupna gazu, zależna od wyzyskania rurociągu dalekonośnego, była najniższą. Niezależnie od tych zbiorników potrzebne są jeszcze inne, jako kilkogodzinna rezerwa gazowa na wypadek drobnej przerwy w pracy rurociągu dalekonośnego. Nad rozwiązaniem niektórych z powyższych zagadnień pracuje już gazownia lwowska. Zastrzeżenia powyższe są może sprzeczne z użytkowaniem gazu ziemnego od kilku lat w Małopolsce — trzeba jednak głośno stwierdzić, że stosowana tu technika ma charakter dorywczy i nie odpowiada dzisiejszym zasadom ekonomii i wymogom bezpieczeństwa.

Pozyskanie ogółu przemysłu wymaga też szeregu badań nad dostosowaniem nowego paliwa do danej produkcji technologicznej, jak cegielnie, wapienniki, odlewnie, kuźnie etc. Powinny się tem zająć odnośne związki przemysłowe. Związek ceramików rozpoczął już specjalne studja. Technicznie rozwiązany jest tylko palnik kotłowy, ale i tego nawet nie można stosować do pewnych typów kotłów. Zakłady przemysłowe mogą tu korzystać także z porady lwowskiego oddziału Stowarzyszenia Dozoru Kotłów.

Również pomiar w zastosowaniu przemysłowym większej ilości gazu, kiedy nie można się posługiwać gazomierzami stosowanymi w miastach, nie jest jeszcze jednolicie ustalony. Zagadnienie to opracowuje Laboratorium Maszynowe Politechniki Lwowskiej wspólnie z Państwowym Urzędem Miar. Potrzebny jest też referat o przepływie małych ilości gazu (mała średnica rury, opory, ekonomja, zamrażanie). Należy wreszcie ustalić warunki techniczne dla materiałów i dla prób rurociągów dalekosiężnych, jakie władze wymagać winny ze względu na niebezpieczeństwo publicz-

ne, a który to projekt opracowuje Mechaniczna Stacja Doświadczalna Politechniki Lwowskiej.

Najważniejszą rzeczą jest zebranie danych statystycznych co do konsumentów, i to przez opracowanie takiej szczegółowej ankiety dla województwa Lwowskiego i Stanisławowskiego, jak to zrobiono dla Zagłębia Krośnieńskiego, gdyż tylko na podstawie jej wyników będzie można opracować sieć rurociągów gazowych o stosunkowo małej średnicy (2 do 5"), jaka — w przeciwieństwie do stosunków amerykańskich, niemieckich, a choćby i polskich w zagłębiach naftowych — jedynie może się opłacać w Małopolsce wschodniej. Podobnie i projekt regulujący gospodarkę gazową w Borysławiu (około 500 m³/min) musi być oparty na wynikach szczegółowej ankiety. Produkcję podaje wprawdzie stale „Przemysł Naftowy”, ale brak dotychczas zestawienia konsumentów.

Najłatwiejszym do urzeczywistnienia (poza zbudowanym ostatnio przez „Gazolinę” rurociągiem do Lwowa) jest gazociąg z Daszawy do Kałusza (jeden skoncentrowany odbiorca!). Wielkiej ostrożności w ustalaniu konsumentów wymaga rurociąg Bitków—Stanisławów. Oba prawie jednakowej długości, wymagają wkładu około 1 miliona złotych. Jeszcze większej ostrożności trzeba przy projektowaniu rurociągu do Kołomyi, chociaż wkład potrzebny tam jest mniejszy — 0,85 miliona złotych. Natomiast transport gazu ziemnego z Daszawy do Zagłębia Krośnieńskiego z przedłużeniem do Tarnowa dla Państwowej Fabryki Związków Azotowych wymaga dużego kapitału (około piętnastu milionów złotych) i zależy ściśle od koniunktury węglowej: przy miałe węglowym się nie opłaca, ale jest możliwy przy orzechu. Podobne przedsięwzięcie, o ile nie ma być ryzykiem, musiałoby się zresztą oprzeć na badaniach geologicznych, zapewniających stałość produkcji gazu, chodzi tu bowiem o wielkie ilości gazu (około 250 m³/min). Nie wykluczona jest też możliwość odkrycia nowych pól gazowych w zachodniej Małopolsce, któreby taki dalekonośny rurociąg uczyniły zbędnym.

„Eksport gazu” w postaci energii elektrycznej¹¹⁾ jest — o ile chodzi o wschodnią Małopolskę — również narazie bardzo wątpliwy, a to z braku większych konsumentów na samem Podkarpaciu. Sieć wysokiego napięcia z Daszawy do Lwowa wymaga inwestycji około 2 milionów złotych, co wobec nowych instalacji, zamówionych już przez Elektrownię Lwowską, uniemożliwia na szereg najbliższych lat jakąś korzystniejszą kalkulację ceny prądu z ewentualnej elektrowni w Daszawie.

Sytuacja energetyczna tak się naogół przedstawia, że mamy dwa obfite źródła, przyczem prawdopodobnie Daszawa jest bogatszą w gaz od Bitkowa; oba źródła są tylko częściowo nawiercone. Brak natomiast większych odbiorców. Przemysł istniejący na wschodnim Podkarpaciu i zapotrzebowanie miast stanowią zaledwie ułamek ogólnej produkcji gazu. Nie trzeba zapominać, że

10 m³ gazu ziemnego na minutę, dla którego przepływu na odległość 10 km wystarczy rura 2", odpowiada rocznie około 700 wagonów węgla, a zdolność uregulowanej produkcji Daszawy i Bitkowa idzie w setki, a może nawet przewyższa tysiąc m³/min. Energji tej, ze względu na jej własności, nie możemy obecnie eksportować ani do dalszych zakątków Polski, ani zagranicę. Może w najbliższej przyszłości zostanie wynaleziona przeróbka chemiczna, która zwiększy konsumpcję gazu w taki sposób, że podbije cenę gazu ziemnego dla opalania. Wskazany jest natomiast silny rozwój przemysłu zużywającego wiele ciepła, w pobliżu tych źródeł energii gazowej, gdyż na miejscu cena ciepła z gazu ziemnego jest tak samo niska, jak cena ciepła z mialu na Górnym Śląsku.

Bez względu na drogę, którą w przyszłości obierze polska polityka gazowa, — czy żądać będzie wyłącznego oparcia gazownictwa o polski kapitał państwowy lub prywatny (jednego lub więcej przedsiębiorstw), czy też będzie częściowo, przy odpowiednich zastrzeżeniach, dopuszczać także obcy kapitał, czy zalecać będzie współdziałanie konsumentów w tworzeniu osobnych towarzystw transportowych dla gazu, czy też łącznie tych ostatnich z producentami gazu, — czy obliczona będzie na dalszą metę, t. j. budowę generalnego rurociągu wyrównawczego na przestrzeni Bitków—Daszawa—Krosno, czy też rozwiązywać będzie tylko lokalne zagadnienia, które dopiero później złożą się na pewną całość, — czy będzie konserwatywną, przeciwstawiając się szybkiej eksploatacji bogactw, które raczej uważać należy za cenny surowiec chemiczny, czy też będzie bardzo aktywną w produkcji, — czy oparta będzie o politykę naftową, czy też się od niej zupełnie wyzwoli, — czy usiłować będzie współdziałać przez politykę węglową, czy też będzie korzystać z jej trudności, czy pozostawi sprawę gazociągów ich własnemu losowi, czy też uważać będzie za możliwe zaspokojenie żądań użyteczności publicznej tylko przez ingerencję rządu w drodze wykupu gazociągów, czy też może wynajdzie tak konieczną formę współzycia przemysłowego zakładów państwowych z przedsiębiorstwami prywatnymi, — słowem bez względu na to, jak polska polityka gazowa rozwiąże te zagadnienia ogólne, — oprzeć się będzie musiała na dokładnej znajomości przedstawionych tu warunków technicznych i gospodarczych, i dlatego staraliśmy się ująć je i przedstawić w niniejszej pracy możliwie szeroko i dokładnie.

Wkońcu wyrazić muszę serdeczne podziękowanie p. inż. Marjanowi Wieleżyńskiemu i p. inż. Brunowi Szymańskiemu ze S-ki „Gazolina” oraz p. inż. Janowi Wójcickiemu, kierownikowi Lwowskiego Oddziału Stowarzyszenia Dozoru Kotłów za wiele cennych wskazówek, w szczególności przy ustalaniu analizy kosztów transportu gazu, następnie p. inż. Janowi Swobodzie, naczelnikowi Wydziału Przemysłowego województwa Stanisławowskiego za przeprowadzenie tak bardzo cennej ankiety, wreszcie p. Władysławowi Kołodziejowi oraz p. Rajmundowi Huculakowi, wówczas moim asystentom, za wiele inwencji i pomoc w opracowaniu szczegółów.

¹¹⁾ Elektryfikację „wewnętrzzną” przemysłu naftowego i powstający stąd zysk gazu ziemnego omawia Inż. T. Rejgula w „Przemysle Naftowym”, 1930, Nr. 15.

Sprawozdanie z działalności P. K. En. za rok 1929/1930^{*)}.

Czwarty już raz zbieramy się tu na doroczne Plenarne Posiedzenie, by — jak zwykle — spojrzeć na okres ubiegły i wytknąć drogę na okres nadchodzący, i — choć ustrój Komitetu jest tak pomysłany, że nie wszyscy z Panów Delegatów biorą bezpośrednio udział w codziennej pracy, — to jednak rada Panów i wskazówka będzie tem cenniejsza, bo obiektywniejsza.

Rok bieżący był rokiem normalnym pracy Komitetu, nie możemy się pochwalić jakimiś specjalnymi sukcesami, musimy jednak ocenić dorobek i wyniki pracy szeregu ludzi, którzy włożyli wiele pracy, by pod egidą Komitetu przyłożyć swe cegiełki do realizacji jego zamierzeń i celów.

Można powiedzieć, że na trzech przedewszystkiem kartach skupiła się działalność Komitetu w ubiegłym roku, a była to Powszechna Wystawa Krajowa w Poznaniu, II-gi Zjazd Wszeczeńskiej Konferencji Energetycznej w Berlinie i ujęcie w pewną całość projektu elektryfikacji Polski.

Jakkolwiek zagadnienia racjonalizacji w dziedzinie gospodarki energetycznej są coraz popularniejsze, to jednak P. K. En. nie chciał pominąć wyjątkowej sposobności, jaka się nadarzała w związku z P. W. K. do celów propagandy swych zadań. Dzięki poparciu Ministerstwa Robót Publicznych udostępniłszy tam wydawnictwa P. K. En. oraz uzyskaliśmy możność pokazania, na całym szeregu barwnych tablic, podstawowych zagadnień energetycznych, wkładając w przygotowanie odpowiedniego materiału liczbowego wiele pracy.

Przygotowania do Drugiego Zjazdu Konferencji Energetycznej, który za miesiąc odbędzie się w Berlinie, zajęły również wiele myśli i wysiłków. Poza organizacją Zjazdu na miejscu i współdziałaniu z centralą — przygotowaliśmy cztery referaty, które zostaną wygłoszone w dwóch sekcjach, a mianowicie:

1. Rosental: „Rationalisierung der Energiewirtschaft im Boryslawer Naphtharevier“;
2. Świętosławski: „L'agglutination de la houille et l'activation de sa surface pendant le procès de la formation du coke, considérées comme deux phénomènes inverses“;
3. Świętosławski: „Methods of semi-coke improving“;
4. Witkiewicz: „Utilisation of Natural Gas in Poland“.

Trzy inne przygotowywane referaty nie zostały przesłane z powodów od Komitetu niezależnych.

Obecnie jesteśmy w stadium drukowania pracy o zasobach energii w Polsce w języku angielskim, która, nawiązana do pierwszego francuskiego wydawnictwa Komitetu z roku 1924, w sposób dostatecznie wyczerpujący podaje liczby aż do

chwili bieżącej. Wydawnictwo to przeznaczone jest dla cudzoziemców i staraniem naszym będzie doręczyć je członkom Zjazdu w Berlinie.

Trzecią większą pracą, jaką wykonał Komitet w roku sprawozdawczym, było pierwsze opracowanie planu elektryfikacji Polski w trzech stadjach na okres do 1965 roku. Praca ta, której przeprowadzenia pojął się prof. G. Sokolnicki, była możliwą do wykonania dzięki daleko idącemu poparciu Wydziału Elektrycznego, który udzielił swych bogatych materiałów, oraz dzięki współpracy szeregu znawców tej dziedziny w Polsce. Opracowanie to, którego ostatnie rozdziały zostaną w najbliższych dniach opublikowane w wydawnictwie Komitetu, będzie miało wielkie znaczenie. Prace nad planem elektryfikacji wyjaśniły wiele zagadnień, a choć jego ujęcie nie może sobie rościć pretensji do rozwiązania ostatecznego, gdyż życie tu wprowadzi szereg zmian i poprawek, jednak stoimy w każdym razie wobec pierwszej próby ujęcia, jako całości, sprawy elektryfikacji Polski przy oparciu się na wszystkich dostępnych materiałach. Punkt wyjścia zrobiony, stanowisko zajęte, niech praca dalsza nad tem nadzwyczaj ważnem, a aktualnem zagadnieniem plan ten poprawia.

Czuję się w obowiązku złożenia p. prof. Sokolnickiemu oraz tym wszystkim, którzy w tej pracy współdziałali, serdecznego podziękowania.

Oprócz tych zagadnień, Komitet opracował przez swe Komisje inne sprawy: więc Komisja Torfowa wywiązała się ze zlecenia międzynarodowego, opracowując kwestjonariusz do statystyki torfu. Komisja energii wiatru, dzięki poparciu Ministerstwa Rolnictwa i pomocy Polskiego Instytutu Meteorologicznego, zakańcza zbieranie odpowiednich materiałów statystycznych dla całego państwa. Komisja wodna zgłosiła na Sekcyjne posiedzenie Konferencji Energetycznej w Barcelonie trzy referaty, mianowicie: 1) prof. Pomianowskiego „Prawdopodobieństwo pojawienia się wysokich i niskich przepływów na Dunajcu w Rożnowie“, 2) prof. Rożańskiego „Oznaczenie przepływu wielkiej wody w potokach“ i 3) inż. Rundo „Posuchy i ich wpływ na stosunki hydrologiczne“. Poza tem Komisja wodna wydała broszurę „Le statut légal de l'utilisation de l'énergie hydraulique en Pologne“, napisaną przez dyr. Prokopowicza. Komisja transportowa zajmowała się zagadnieniem kosztu transportu wodnego, szczególnie Wisłą. Materiał został opracowany przez prof. M. Rybczyńskiego.

Komisja źródeł energii zajęła się węglem brunatnym w Polsce, a Komisja gospodarki elektrycznej — przystąpiła do opracowania ważnego zagadnienia typów małych elektrowni lokalnych dla poszczególnych okolic województw wschodnich.

Komisja naftowo-gazowa, z siedzibą we Lwowie, pracowała dalej nad zagadnieniem rurociągów dalekonosnych na Podkarpaciu w ści-

^{*)} Sprawozdanie niniejsze zostało wygłoszone przez p. Sekretarza gen. P.K.En., prof. B. Stefanowskiego, na zebraniu plenarnem dn. 19 maja r. b.

stem porozumieniu z odbiorcami gazu i przemysłowcami naftowemi.

Prezydjum zwołało w dniu 15.I. r. b. w Warszawie Konferencję w sprawie rurociągów dalekośnośnych, zapraszając na nią zainteresowanych. Komisja odbyła się na tle referatów pp. Konopki, Szulcego, Warszawskiego, Wieleżyńskiego, Witkiewicza i Dalbora. Prace nie są zakończone.

Dziękując najserdeczniej tym wszystkim, którzy w ramach Komitetu dawali swą wiedzę i pracę, wyrażam nadzieję, że i w roku przyszłym zainteresowanie zagadnieniami energetycznymi będzie nie mniejsze.

Prezydjum, inicjując i podtrzymując prace Komitetu, odebrało 358 listów, w tem 118 zagranicznych, wysłało 776.

Budżet Komitetu w roku ubiegłym od 1.IV.29 do 31.III.30 wyrażał się następującymi liczbami:

Saldo	31 640.19
Subwencje rządowe	45 416.42
„ społeczne	5 000.—
	<u>82 056.61</u>
Wydano.	58 257.68

Saldo w dn. 31.III. 1930. 23 798.93.

Na tę pozycję składają się przede wszystkim zaliczki na specjalne prace i wydawnictwa oraz rachunki w tym dniu jeszcze nieopłacone.

Sprawozdania z posiedzeń.

Protokół Posiedzenia Komisji Rewizyjnej PKE n z dnia 13 maja 1930 r.

Obecni pp.: Dr. Stefan Bartoszewicz i Inż. Leopold Szefer.

Po rozpatrzeniu księgi kasowej i odpowiednich dokumentów, podpisani stwierdzili, co następuje:

- W dniu 30 kwietnia 1929 r. suma przychodów wynosiła zł. 85 876 gr. 98, suma rozchodów — zł. 54 236 gr. 79, saldo = zł. 31.640 gr. 19, zaś w dniu 31 marca 1930 r. suma przychodów łącznie z saldem wynosiła zł. 82 056 gr. 61, suma rozchodów — zł. 58 257 gr. 68, saldo zaś w wysokości zł. 23 798 gr. 93 zostało wykazane w tym dniu na rachunku P.K.En. w P. K. O.
- Komisja badała szczegółowo wszystkie pozycje księgi kasowej, porównała je z wykazami P. K. O. i stwierdziła zgodność wszystkich pozycji. Komisja dokonała następnie prób wyrwykowych oryginalnych rachunków i znalazła również ich zgodność z księgą kasową.

(—) St. Bartoszewicz.
(—) Inż. L. Szefer.

KOMISJE WODNA I GOSPODARKI ELEKTRYCZNEJ.

Protokół posiedzenia z dnia 4 czerwca 1930 r. (od godz. 19 do 22).

Obecni: dyr. Hubert i dyr. Hoffman z Kom. gosp. elektr., prof. Rybczyński, inż. Herbich, prof. dr. Pomianowski i inż. Rundo z Komisji Wodnej.

Dyr. Hubert reasumuje dotychczasową wymianę zdań pomiędzy Komisją gospodarki elektrycznej i Komisją wodną, na podstawie której można uważać pierwszą i drugą

Rok przyszły rysuje się nam jako okres dalszej pracy po wytkniętej drodze, więc w poszczególnych komisjach projektujemy sobie zająć się dalszą inwentaryzacją źródeł energii, uprzywilejowaniem danych o węglu brunatnym i wyjaśnieniem jego roli w gospodarce energetycznej kraju, szczegółowemi studjami nad rolą w elektryfikacji sił wodnych na Wileńszczyźnie i na Pomorzu, pracą nad przystosowaniem typu elektrowni małej do warunków miejscowych, tam, gdzie elektryfikacja na większą skalę nie wchodzi w grę, badaniami nad środkami transportu, szczególnie energii, nad zagadnieniem elektryfikacji w skali ogólnopństwowej i szeregiem pokrewnych zagadnień, utrzymując oczywiście kontakt z organizacjami krajowemi i zagranicznymi.

Preliminarz budżetowy na rok 1930/31 przedstawia co następuje:

a) prace Komisji, prace inwentaryzacyjne i specjalne oraz referatowe	zł. 21 000.—
b) sprawozdania, publikacje i wydawnictwa P. K. En.	„ 12 000.—
c) koszta biurowe i administracyjne	„ 15 000.—
	<u>zł. 48 000.—</u>

Wydatki te, mamy nadzieję, będziemy mogli pokryć częściowo z subwencji rządowych, częściowo zaś z sum społecznych.

część programu prac za uzgodnioną, a prace za rozpoczęte, o ile C. B. H. i Elektrogródek dopełnią swoich obietnic.

Inż. Herbich wyjaśnia, że prace pomiarowe na Wilji są rozpoczęte i będą w r. 1931 ukończone. Na Pomorzu prace pomiarowe rozpoczną się w r. 1931; w tym roku zarządzi się pomiary wód jałowych.

Prof. Pomianowski uzupełnia powyższe uwagami o rozpoczęciu prac na Brdzie przez Elektrogródek, gdzie prace są chwilowo wstrzymane ze względów finansowych.

Dyr. Hubert przedstawia konieczność opracowania całokształtu projektu elektryfikacji, choćby w sposób generalny.

Następnie rozwinęła się obszerniejsza dyskusja na temat charakterystyki udziału sił wodnych w elektryfikacji Pomorza, jak też na temat podniesionej przez dyr. Hoffmanna konieczności skupienia koncesyj wodno-elektrycznych w ręku jednego przedsiębiorstwa dla racjonalnej gospodarki. W dyskusji zabierali kilkakrotnie głos: dyr. Hoffmann, dyr. Hubert, prof. Pomianowski i prof. Rybczyński. W wyniku dyskusji zgodzono się, że niezależnie od warunków koncesyj elektrycznych, na których mocy Rząd zleca ubiegającym się firmom studja nad wyzyskaniem sił wodnych, jest rzeczą niezmiernie pożądaną, ażeby Rząd posiadał swój własny generalny plan elektryfikacji, oparty na wstępnych studjach udziału różnych źródeł energii.

Badania udziału sił wodnych nie można ograniczyć do zestawienia sił surowych, trzeba również zorientować się w znaczeniu ekonomicznym poszczególnych obiektów. W tym celu muszą być sporządzone projekty generalne wyzyskania poszczególnych rzek w różnych alternatywach, z przybliżonemi kosztami, i na tej podstawie można będzie określić jakość i wielkość udziału sił wodnych w elektryfikacji.

Ponieważ reprezentanci C. B. H. ponownie oświadczyli, że te badania przekraczają ich zakres prac, przeto tej części prac mógłby się podjąć P. K. En., o ileby miał na ten cel przeznaczone fundusze.

Wobec tego obie komisje postanowiły ponownie wnioskować, w swoim czasie złożony przez Komisję Wodną, co do zwrócenia się do Ministerstwa Robót Publicznych o przeznaczenie na okres 3-letni kwoty zł. 150 000 dla P. K. En. na koszty, związane ze sporządzeniem generalnych projektów i kosztorysów zakładów wodnych na Pomorzu i Wileńszczyźnie.