

CZASOPISMO TECHNICZNE

ORGAN POLSKIEGO TOWARZYSTWA POLITECHNICZNEGO WE LWOWIE

TOM 57

LWÓW, 10 SIERPNI 1939 R.

Nr 15

Inż. BAZYLI TRAKAŁO

(R A D O M)

Belka bezprzekątniowa jako belka jednolita.

Wstęp.

Do napisania niniejszego artykułu skłoniło mnie następujące rozważanie, a mianowicie: Pomyślmy sobie dwie belki wolno podparte na dwóch podporach o jednakowych rozpiętościach. Niech te belki w przekrojach poprzecznych $A-B$, oddalonych jednakowo od ich lewej podpory, mają identyczne kształty — przekroje. Niech także te belki będą jednakowo obciążone, wówczas w przekrojach $A-B$ obu belek rachunek wykazuje identyczne naprężenia bez względu na to, czy obie belki poza przekrojem $A-B$ mają w tych samych odległościach od podpory przekroje identyczne, czy też różne. Innymi słowy: jakość przekrojów belki poza przekrojem obranym, dla którego obliczamy naprężenie, nie wpływa — przynajmniej teoretycznie — na wielkość naprężeń w obranym przekroju, mimo tego, że odkształcenie belki jest napewno zależne od jakości poszczególnych przekrojów belki. Otóż czy nasza belka poza obranym przekrojem będzie miała poszczególne przekroje o takich czy innych wymiarach i kształtach (czy będzie belką jednolitą, czy kratową), to przy tym samym obciążeniu zawsze w obranym przekroju będą jednakowe, identyczne, naprężenia. Więc, mając belkę bezprzekątniową, zastępuję ją w myśli belką jednolitą o przekroju pod względem sił wewnętrznych równoważnym obranemu przekrojowi belki bezprzekątniowej, czyli siły wewnętrzne w obranym przekroju belki bezprzekątniowej obliczam na podstawie belki jednolitej. Naturalnie w przekrojach identycznych $A-B$ obu belek na samym początku wymienionych nie są ściśle jednakowe naprężenia, gdyż ich odkształcenia nie są ściśle te same; a mimo tego naprężenia tych belek uważamy za jednakowe i prawdziwe. Na tej samej podstawie mój sposób, niżej podany, obliczania belek bezprzekątniowych uważam również w takiej samej mierze prawdziwy, co i sposób obliczania belek jednolitych o zmiennym przekroju.

Wycięta część belki.

Pomyślmy sobie belkę z materiału nieważkiego o przekroju jednolitym, prostokątnym, którego wysokość wynosi h szerokość b . Niech w pewnym dowolnym przekroju 1—I tej belki moment gnący wynosi M_1 , wówczas naprężenie w tym przekroju będzie:

$$\sigma_1 = \frac{6 M_1}{b h^2}, \dots \dots \dots 1)$$

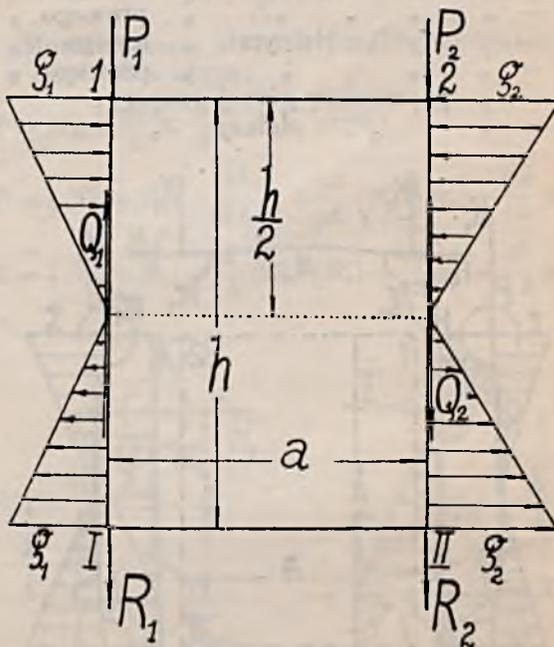
a największa siła normalna jednostkowa przekroju z całej jego szerokości wyniesie:

$$g_1 = \sigma_1 \cdot b = \frac{6 M_1}{h^2} \dots \dots \dots 2)$$

Obierzmy teraz drugi przekrój 2—II belki w odległości a na prawo od pierwszego i niech w tym drugim przekroju będzie moment gnący M_2 , wówczas — jak wyżej — największa siła normalna jednostkowa na całej szerokości drugiego przekroju będzie:

$$g_2 = \frac{6 M_2}{h^2}.$$

Niech w pierwszym przekroju działa na belkę od jej strony górnej siła P_1 a od dolnej siła R_1 ; w samym zaś pierwszym przekroju niech będzie siła poprzeczna Q_1 przy założeniu, że siły P_1 i R_1 działają na część belki między obu przekrojami. Podobnie w drugim przekroju niech działają siły zewnętrzne P_2 i R_2 oraz siła poprzeczna Q_2 . Natomiast między przekrojami niech nie działa na belkę żadna inna



Ryc. 1.

siła. Tedy wycięta część belki między oboma przekrojami będzie pozostawała pod działaniem sił, jak pokazano na ryc. 1. Dla równowagi wyciętej części belki musi być:

$$Q_1 - Q_2 = P_1 + P_2 + R_1 + R_2$$

Ponieważ energia osiowego odkształcenia i energia ścinania są praktycznie małe wobec energii zginania, przeto brakujące równania ułożymy tylko na podstawie energii zginania.

Rozpora górna.

W przekroju rozpory, oddalonym od lewego końca o x , ryc. 2, moment gnący wynosi:

$$M = \mathfrak{M}_1 - K_1 x$$

$$M = \mathfrak{M}_1 - \frac{1}{a} (\mathfrak{M}_1 - \mathfrak{M}_2) x.$$

Energia potencjalna odkształconej rozpory wynosi:

$$V_1 = \frac{1}{2EI_g} \int_0^a M^2 dx$$

$$V_1 = \frac{1}{2EI_g} \int_0^a \left[\mathfrak{M}_1 - \frac{1}{a} (\mathfrak{M}_1 - \mathfrak{M}_2) x \right]^2 dx.$$

Pochodne cząstkowe energii według wielkości statycznie niewyznaczalnych są:

$$\begin{aligned} \frac{\partial V_1}{\partial \mathfrak{M}_1} &= \frac{1}{EI_g} \int_0^a \left[\mathfrak{M}_1 - \frac{1}{a} (\mathfrak{M}_1 - \mathfrak{M}_2) x \right] \left(1 - \frac{x}{a} \right) dx = \\ &= \frac{1}{EI_g} \int_0^a \left[\mathfrak{M}_1 - \frac{1}{a} (\mathfrak{M}_1 - \mathfrak{M}_2) x - \mathfrak{M}_1 \frac{x}{a} + \right. \\ &\quad \left. + \frac{1}{a} (\mathfrak{M}_1 - \mathfrak{M}_2) \frac{x^2}{a} \right] dx = \\ &= \frac{a}{EI_g} \left[\mathfrak{M}_1 - \frac{1}{2} \mathfrak{M}_1 + \frac{1}{2} \mathfrak{M}_2 - \frac{1}{2} \mathfrak{M}_1 + \frac{1}{3} \mathfrak{M}_1 - \frac{1}{3} \mathfrak{M}_2 \right] \end{aligned}$$

$$\frac{\partial V_1}{\partial \mathfrak{M}_1} = \frac{a}{6EI_g} [2\mathfrak{M}_1 + \mathfrak{M}_2]$$

$$\frac{\partial V_1}{\partial \mathfrak{M}_2} = \frac{1}{EI_g} \int_0^a \left[\mathfrak{M}_1 - \frac{1}{a} (\mathfrak{M}_1 - \mathfrak{M}_2) x \right] \frac{x}{a} dx$$

$$\frac{\partial V_1}{\partial \mathfrak{M}_2} = \frac{a}{6EI_g} [\mathfrak{M}_1 + 2\mathfrak{M}_2]$$

$$\frac{\partial V_1}{\partial \mathfrak{M}_1} = 0.$$

Rozpora dolna.

Podobnie jak wyżej mamy:

$$M = \mathfrak{M}_1 + K_2 x =$$

$$= \mathfrak{M}_1 + \frac{x}{a} \left(-\mathfrak{M}_1 + \mathfrak{M}_2 + \frac{h^2}{6} g_2 - \frac{h^2}{6} g_1 \right)$$

$$V_2 = \frac{1}{2EI_d} \int_0^a \left[\mathfrak{M}_1 + \frac{x}{a} \left(-\mathfrak{M}_1 + \mathfrak{M}_2 + \frac{h^2}{6} g_2 - \frac{h^2}{6} g_1 \right) \right]^2 dx$$

$$\frac{\partial V_2}{\partial \mathfrak{M}_1} = \frac{1}{EI_d} \int_0^a \left[\mathfrak{M}_1 + \frac{x}{a} \left(-\mathfrak{M}_1 + \mathfrak{M}_2 + \frac{h^2}{6} g_2 - \frac{h^2}{6} g_1 \right) \right] \left(-\frac{x}{a} \right) dx$$

$$\frac{\partial V_2}{\partial \mathfrak{M}_1} = \frac{a}{6EI_d} \left[2\mathfrak{M}_1 - 2\mathfrak{M}_2 - 3\mathfrak{M}_1 - \frac{h^2}{3} (g_2 - g_1) \right]$$

$$\frac{\partial V_2}{\partial \mathfrak{M}_2} = \frac{a}{6EI_d} \left[-2\mathfrak{M}_1 + 2\mathfrak{M}_2 + 3\mathfrak{M}_1 + \frac{h^2}{3} (g_2 - g_1) \right]$$

$$\frac{\partial V_2}{\partial \mathfrak{M}_1} = \frac{1}{EI_d} \int_0^a \left[\mathfrak{M}_1 + \frac{x}{a} \left(-\mathfrak{M}_1 + \mathfrak{M}_2 + \right. \right.$$

$$\left. + \frac{h^2}{6} g_2 - \frac{h^2}{6} g_1 \right) \right] dx =$$

$$= \frac{1}{EI_d} \left[\mathfrak{M}_1 a + \frac{a^2}{2a} \left(-\mathfrak{M}_1 + \mathfrak{M}_2 + \frac{h^2}{6} g_2 - \frac{h^2}{6} g_1 \right) \right]$$

$$\frac{\partial V_2}{\partial \mathfrak{M}_1} = \frac{a}{6EI_d} \left[-3\mathfrak{M}_2 + 3\mathfrak{M}_2 + 6\mathfrak{M}_1 + \frac{h^2}{2} (g_2 - g_1) \right].$$

Słup lewy.

Aby można było wygodnie całkować, rozcinamy każdy słup na dwie połowy. Na ryc. 3 mamy górną połowę lewego słupa, przy czym:

\mathfrak{M}_{01} — oznacza moment gnący

S_1 — „ „ siłę osiową

T_1 — „ „ „ ścinającą w połowie wysokości lewego słupa.

Powyższe 3 wielkości znajdujemy na podstawie równowagi połowy słupa, a mianowicie:

$$\mathfrak{M}_{01} = H_1 \frac{h}{2} + \frac{h^2 g_1}{12} + \mathfrak{M}_1$$

$$S_1 = \frac{Q_1}{2} - K_1 - P_1 \dots \dots \dots 8')$$

$$T_1 = -H_1 - \frac{h}{4} g_1 \dots \dots \dots 9')$$

czyli: $\mathfrak{M}_{01} = \frac{1}{2} (\mathfrak{M}_1 + \mathfrak{M}_1) \dots \dots \dots 9)$

$$S_1 = \frac{Q_1}{2} - \frac{1}{a} (\mathfrak{M}_1 - \mathfrak{M}_2) - P_1 \dots \dots 10)$$

$$T_1 = \frac{1}{h} (\mathfrak{M}_1 - \mathfrak{M}_1) - \frac{h}{12} g_1 \dots \dots 11)$$

Ciśnienie jednostkowe na słup w odległości x od środka słupa wynosi:

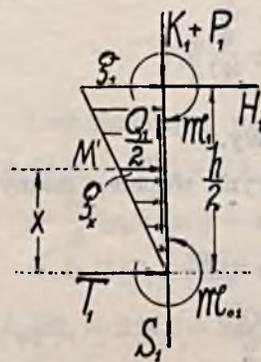
$$g_x = \frac{2x}{h} g_1$$

Moment gnący słupa w przekroju oddalonym o x od środka słupa:

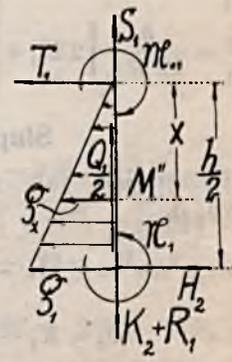
$$M' = M_{01} + \frac{g_x}{2} x \cdot \frac{x}{3} + T_1 x, \text{ czyli:}$$

$$M' = \frac{1}{2} (\mathfrak{M}_1 + \mathfrak{M}_1) + \frac{x^3}{3h} g_1 + \frac{x}{h} (\mathfrak{M}_1 - \mathfrak{M}_1) - \frac{hx}{12} g_1$$

$$M' = \frac{1}{2} (\mathfrak{M}_1 + \mathfrak{M}_1) + \frac{x}{h} (\mathfrak{M}_1 - \mathfrak{M}_1) - \frac{hx}{12} g_1 + \frac{x^3}{3h} g_1.$$



Ryc. 3.



Ryc. 4.

Na ryc. 4 przedstawiono dolną połowę lewego słupa, przy czym w przekroju oddalonym o x od środka słupa mamy moment zginający:

$$M'' = M_{01} - \frac{g_x}{2} x \cdot \frac{x}{3} - T_1 x$$

$$M'' = \frac{1}{2}(\mathfrak{M}_1 + \mathfrak{N}_1) - \frac{x^3}{3h} g_1 - \frac{x}{h}(\mathfrak{M}_1 - \mathfrak{N}_1) + \frac{hx}{12} g_1$$

$$M'' = \frac{1}{2}(\mathfrak{M}_1 + \mathfrak{N}_1) - \frac{x}{h}(\mathfrak{M}_1 - \mathfrak{N}_1) + \frac{hx}{12} g_1 - \frac{x^3}{3h} g_1$$

Energia odkształcenia całego słupa wynosi:

$$V_3 = \frac{1}{2EI_1} \int_0^h [M''^2 + M'''^2] dx =$$

$$= \frac{1}{2EI_1} \int_0^h \left\{ \left[\frac{1}{2}(\mathfrak{M}_1 + \mathfrak{N}_1) + (\mathfrak{M}_1 - \mathfrak{N}_1) \frac{x}{h} - \frac{hx}{12} g_1 + \frac{x^3}{3h} g_2 \right]^2 + \left[\frac{1}{2}(\mathfrak{M}_1 + \mathfrak{N}_1) - (\mathfrak{M}_1 - \mathfrak{N}_1) \frac{x}{h} + \frac{hx}{12} g_1 - \frac{x^3}{3h} g_1 \right]^2 \right\} dx,$$

$$\frac{\partial V_3}{\partial \mathfrak{M}_1} = \frac{1}{EI_1} \int_0^h \left\{ \left[\frac{1}{2}(\mathfrak{M}_1 + \mathfrak{N}_1) + (\mathfrak{M}_1 - \mathfrak{N}_1) \frac{x}{h} - \frac{hx}{12} g_1 + \frac{x^3}{3h} g_2 \right] \left(\frac{1}{2} + \frac{x}{h} \right) + \left[\frac{1}{2}(\mathfrak{M}_1 + \mathfrak{N}_1) - (\mathfrak{M}_1 - \mathfrak{N}_1) \frac{x}{h} + \frac{hx}{12} g_1 - \frac{x^3}{3h} g_1 \right] \left(\frac{1}{2} - \frac{x}{h} \right) \right\} dx,$$

$$\frac{\partial V_3}{\partial \mathfrak{M}_1} = \frac{1}{EI_1} \int_0^h \left\{ \frac{1}{2}(\mathfrak{M}_1 + \mathfrak{N}_1) + 2(\mathfrak{M}_1 - \mathfrak{N}_1) \frac{x^2}{h^2} - \frac{x^2}{6} g_1 + \frac{2x^4}{3h^2} g_2 \right\} dx =$$

$$= \frac{1}{EI_1} \left\{ \frac{1}{2}(\mathfrak{M}_1 + \mathfrak{N}_1)x + 2(\mathfrak{M}_1 - \mathfrak{N}_1) \frac{x^3}{3h^2} - \frac{x^3}{18} g_1 + \frac{2x^5}{15h^2} g_2 \right\} \Big|_0^h =$$

$$= \frac{h}{12EI_1} \left[3\mathfrak{M}_1 + 3\mathfrak{N}_1 + \mathfrak{M}_1 - \mathfrak{N}_1 - \frac{h^2}{12} g_1 + \frac{h^2}{20} g_2 \right]$$

$$\frac{\partial V_3}{\partial \mathfrak{M}_1} = \frac{h}{12EI_1} \left[4\mathfrak{M}_1 + 2\mathfrak{N}_1 - \frac{h^2}{30} g_1 \right]$$

$$\frac{\partial V_3}{\partial \mathfrak{M}_2} = 0$$

$$\frac{\partial V_3}{\partial \mathfrak{N}_1} = \frac{h}{12EI_1} \left[2\mathfrak{M}_1 + 4\mathfrak{N}_1 + \frac{h^2}{30} g_1 \right]$$

Słup prawy.

Postępując jak z lewym słupem, mamy z ryc. 5.

$$M_{02} = \mathfrak{M}_2 + \frac{h^2}{12} g_2 + H_1 \frac{h}{2}$$

$$S_2 = K_1 - P_2 - \frac{Q_2}{2} \quad 10'$$

$$T_2 = H_1 + \frac{h}{4} g_2 \quad 11'$$

lub: $M_{02} = \frac{1}{2}(-\mathfrak{M}_1 + 2\mathfrak{M}_2 + \mathfrak{N}_1) + \frac{h^2}{12}(g_2 - g_1) \quad 12)$

$$S_2 = \frac{1}{a}(\mathfrak{M}_1 - \mathfrak{M}_2) - P_2 - \frac{Q_2}{2} \quad 13)$$

$$T_2 = \frac{1}{h} \left(-\mathfrak{M}_1 + \mathfrak{N}_1 - \frac{h^2}{6} g_1 \right) + \frac{h}{4} g_2 \quad 14)$$

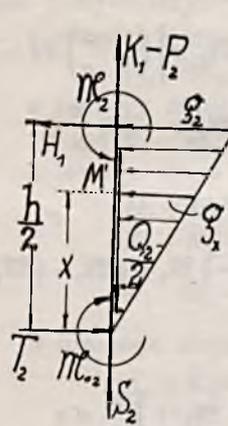
$$M' = M_{02} + \frac{x^3}{3h} g_2 - T_2 x$$

$$M' = \frac{1}{2}(-\mathfrak{M}_1 + 2\mathfrak{M}_2 + \mathfrak{N}_1) + \frac{h^2}{12}(g_2 - g_1) + \frac{x^3}{3h} g_2 - \frac{x}{h} \left(-\mathfrak{M}_1 + \mathfrak{N}_1 - \frac{h^2}{6} g_1 \right) - \frac{hx}{4} g_2$$

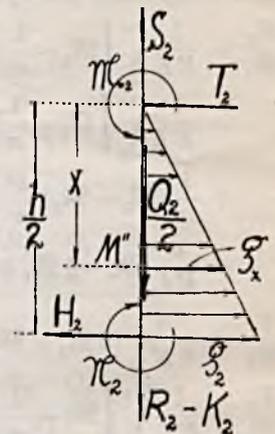
$$M' = \frac{1}{2}(\mathfrak{M}_1 + 2\mathfrak{M}_2 + \mathfrak{N}_1) + (\mathfrak{M}_1 - \mathfrak{N}_1) \frac{x}{h} + \frac{h^2}{12}(g_2 - g_1) + \frac{hx}{6} g_1 - \frac{hx}{4} g_2 + \frac{x^3}{3h} g_2$$

Z ryc. 6, przedstawiającej dolną połowę prawego słupa, jest:

$$M'' = \mathfrak{M}_{02} + T_2 x - \frac{x^3}{3h} g_2$$



Ryc. 5.



Ryc. 6.

$$M'' = \mathfrak{M}_{02} + \frac{x}{h} \left(-\mathfrak{M}_1 + \mathfrak{N}_1 - \frac{h^2}{6} g_1 \right) + \frac{hx}{4} g_2 - \frac{x^3}{3h} g_2$$

$$M'' = \mathfrak{M}_{02} + (-\mathfrak{M}_1 + \mathfrak{N}_1) \frac{x}{h} + \frac{hx}{4} g_2 - \frac{hx}{6} g_1 - \frac{x^3}{3h} g_2$$

$$M'' = \frac{1}{2}(-\mathfrak{M}_1 + 2\mathfrak{M}_2 + \mathfrak{N}_1) + \frac{h^2}{12}(g_2 - g_1) + (-\mathfrak{M}_1 + \mathfrak{N}_1) \frac{x}{h} + \frac{hx}{4} g_2 - \frac{hx}{6} g_1 - \frac{x^3}{3h} g_2$$

$$M'' = \frac{1}{2}(-\mathfrak{M}_1 + 2\mathfrak{M}_2 + \mathfrak{N}_1) - (\mathfrak{M}_1 - \mathfrak{N}_1) \frac{x}{h} + \frac{h^2}{12}(g_2 - g_1) + \frac{hx}{4} g_2 - \frac{hx}{6} g_1 - \frac{x^3}{3h} g_2$$

Energia odkształcenia prawego słupa wynosi:

$$V_4 = \frac{1}{2EI_2} \int_0^h \left\{ \left[\frac{1}{2}(-\mathfrak{M}_1 + 2\mathfrak{M}_2 + \mathfrak{N}_1) + (\mathfrak{M}_1 - \mathfrak{N}_1) \frac{x}{h} + \frac{h^2}{12}(g_2 - g_1) + \frac{hx}{6} g_1 - \frac{hx}{4} g_2 + \frac{x^3}{3h} g_2 \right]^2 + \left[\frac{1}{2}(-\mathfrak{M}_1 + 2\mathfrak{M}_2 + \mathfrak{N}_1) - (\mathfrak{M}_1 - \mathfrak{N}_1) \frac{x}{h} + \frac{h^2}{12}(g_2 - g_1) + \frac{hx}{4} g_2 - \frac{hx}{6} g_1 - \frac{x^3}{3h} g_2 \right]^2 \right\} dx$$

Pochodne cząstkowe są:

$$\begin{aligned} \frac{\partial V_4}{\partial \mathfrak{M}_1} &= \frac{1}{EI_2} \int_0^{\frac{h}{2}} \left\{ \frac{1}{2} (-\mathfrak{M}_1 + 2\mathfrak{M}_2 + \mathfrak{N}_1) + \right. \\ &+ (\mathfrak{M}_1 - \mathfrak{N}_1) \frac{x}{h} + \frac{h^2}{12} (g_2 - g_1) + \\ &+ \left. \frac{hx}{6} g_1 - \frac{hx}{4} g_2 + \frac{x^3}{3h} g_2 \right\} \left(-\frac{1}{2} + \frac{x}{h} \right) + \\ &+ \left[\frac{1}{2} (-\mathfrak{M}_1 + 2\mathfrak{M}_2 + \mathfrak{N}_1) - (\mathfrak{M}_1 - \mathfrak{N}_1) \frac{x}{h} + \right. \\ &+ \left. \frac{h^2}{12} (g_2 - g_1) + \frac{hx}{4} g_2 - \frac{hx}{6} g_1 - \right. \\ &+ \left. \frac{x^3}{3h} g_2 \right] \left(-\frac{1}{2} - \frac{x}{h} \right) \Big\} dx = \\ &= \frac{1}{EI_2} \int_0^{\frac{h}{2}} \left\{ -\frac{1}{2} (-\mathfrak{M}_1 + 2\mathfrak{M}_2 + \mathfrak{N}_1) - \right. \\ &- \frac{h^2}{12} (g_2 - g_1) + 2(\mathfrak{M}_1 - \mathfrak{N}_1) \frac{x^2}{h^2} - \frac{x^2}{2} g_2 + \\ &+ \frac{x^2}{3} g_1 + \frac{2x^4}{3h^2} g_2 \Big\} dx = \\ &= \frac{1}{EI_2} \left\{ \frac{1}{2} (\mathfrak{M}_1 - 2\mathfrak{M}_2 - \mathfrak{N}_1) \frac{h}{2} - \right. \\ &- \frac{h^2}{12} (g_2 - g_1) \frac{h}{2} + 2(\mathfrak{M}_1 - \mathfrak{N}_1) \frac{h^3}{24h^2} - \\ &- \left. \frac{h^3}{6 \cdot 8} g_2 + \frac{h^3}{9 \cdot 8} g_1 + \frac{2h^5}{15 \cdot h^2 \cdot 32} \right\} \end{aligned}$$

$$\frac{\partial V_4}{\partial \mathfrak{M}_1} = \frac{h}{12EI_2} [4\mathfrak{M}_1 - 6\mathfrak{M}_2 - 4\mathfrak{N}_1 - \frac{7}{10} h^2 g_2 + \frac{2}{3} h^2 g_1]$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial V_4}{\partial \mathfrak{M}_2} &= \frac{1}{EI_2} \int_0^{\frac{h}{2}} \left\{ \frac{1}{2} (-\mathfrak{M}_1 + 2\mathfrak{M}_2 + \mathfrak{N}_1) + \right. \\ &+ (\mathfrak{M}_1 - \mathfrak{N}_1) \frac{x}{h} + \frac{h^2}{12} (g_2 - g_1) + \frac{hx}{6} g_2 - \\ &- \frac{hx}{4} g_2 + \frac{x^3}{3h} g_2 + \frac{1}{2} (-\mathfrak{M}_1 + 2\mathfrak{M}_2 + \mathfrak{N}_1) - \\ &- (+\mathfrak{M}_1 - \mathfrak{N}_1) \frac{x}{h} + \frac{h^2}{12} (g_2 - g_1) + \\ &+ \left. \frac{hx}{4} g_2 - \frac{hx}{6} g_1 - \frac{x^3}{3h} g_2 \right\} dx = \\ &= \frac{1}{EI_2} \int_0^{\frac{h}{2}} \left\{ -\mathfrak{M}_1 + 2\mathfrak{M}_2 + \mathfrak{N}_1 + \right. \\ &+ \frac{h^2}{6} (g_2 - g_1) \Big\} dx = \frac{h}{2EI_2} \left[-\mathfrak{M}_1 + 2\mathfrak{M}_2 + \right. \\ &+ \mathfrak{N}_1 + \frac{h^2}{6} (g_2 - g_1) \Big] \end{aligned}$$

$$\frac{\partial V_4}{\partial \mathfrak{M}_2} = \frac{h}{12EI_2} [-6\mathfrak{M}_1 + 12\mathfrak{M}_2 + 6\mathfrak{N}_1 + h^2(g_2 - g_1)].$$

Ponieważ wielkości \mathfrak{M}_1 i \mathfrak{N}_1 w wyrażeniu na energię różnią się tylko znakiem, przeto podobnie do poprzedniego mamy odrazu:

$$\begin{aligned} \frac{\partial V_4}{\partial \mathfrak{N}_1} &= \frac{h}{12EI_2} \left[-4\mathfrak{M}_1 + 6\mathfrak{M}_2 + 4\mathfrak{N}_1 + \right. \\ &+ \left. \frac{7}{10} h^2 g_2 - \frac{2}{3} h^2 g_1 \right]. \end{aligned}$$

Równania na podstawie energii odkształcenia.

Pochodna sumy energii wszystkich prętów ramy względem poszczególnych wielkości statycznie niewyznaczalnych jest równa za każdym razem zeru, a zatem:

$$\frac{\partial V_1}{\partial \mathfrak{M}_1} + \frac{\partial V_2}{\partial \mathfrak{M}_1} + \frac{\partial V_3}{\partial \mathfrak{M}_1} + \frac{\partial V_4}{\partial \mathfrak{M}_1} = 0$$

$$\frac{\partial V_1}{\partial \mathfrak{M}_2} + \frac{\partial V_2}{\partial \mathfrak{M}_2} + \frac{\partial V_3}{\partial \mathfrak{M}_2} + \frac{\partial V_4}{\partial \mathfrak{M}_2} = 0$$

$$\frac{\partial V_1}{\partial \mathfrak{N}_1} + \frac{\partial V_2}{\partial \mathfrak{N}_1} + \frac{\partial V_3}{\partial \mathfrak{N}_1} + \frac{\partial V_4}{\partial \mathfrak{N}_1} = 0 \quad \text{czyli:}$$

$$\begin{aligned} \frac{a}{6EI_g} [2\mathfrak{M}_1 + \mathfrak{M}_2] + \frac{a}{6EI_d} [2\mathfrak{M}_1 - 2\mathfrak{M}_2 - 3\mathfrak{N}_1 - \\ - \frac{h^2}{3} (g_2 - g_1)] + \frac{h}{12EI_1} [4\mathfrak{M}_1 + 2\mathfrak{N}_1 - \\ - \frac{h_2}{30} g_1] + \frac{h}{12EI_2} [4\mathfrak{M}_1 - 6\mathfrak{M}_2 - 4\mathfrak{N}_1 - \\ - \frac{7}{10} h^2 g_2 + \frac{2}{3} h^2 g_1] = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{a}{6EI_g} [\mathfrak{M}_1 + 2\mathfrak{M}_2] + \frac{a}{6EI_d} [-2\mathfrak{M}_1 + 2\mathfrak{M}_2 + \\ + 3\mathfrak{N}_1 + \frac{h^2}{3} (g_2 - g_1)] + \frac{h}{12EI_2} [-6\mathfrak{M}_1 + \\ + 12\mathfrak{M}_2 + 6\mathfrak{N}_1 + h^2(g_2 - g_1)] = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{a}{6EI_d} [-3\mathfrak{M}_1 + 3\mathfrak{M}_2 + 6\mathfrak{N}_1 + \frac{h_2}{2} (g_2 - g_1)] + \\ + \frac{h}{12EI_1} [2\mathfrak{M}_1 + 4\mathfrak{N}_1 + \frac{h_2}{30} g_1] + \\ + \frac{h}{12EI_2} [-4\mathfrak{M}_1 + 6\mathfrak{M}_2 + 4\mathfrak{N}_1 + \frac{7}{10} h^2 g_2 - \\ - \frac{2}{3} h^2 g_1] = 0 \end{aligned}$$

Kładąc:

$$\left. \begin{aligned} \frac{h}{a} &= k \\ \frac{I_1}{I_g} &= k_1 \\ \frac{I_1}{I_d} &= k_2 \\ \frac{h \cdot I_1}{a \cdot I_2} &= k_3 \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots 16)$$

i upraszczając, mamy:

$$\begin{aligned} 2k_1(2\mathfrak{M}_1 + \mathfrak{M}_2) + 2k_2[2\mathfrak{M}_1 - 2\mathfrak{M}_2 - 3\mathfrak{N}_1 - \\ - \frac{h^2}{3} (g_2 - g_1)] + k(4\mathfrak{M}_1 + 2\mathfrak{N}_1 - \frac{h^2}{30} g_1) + \\ + k_3(4\mathfrak{M}_1 - 6\mathfrak{M}_2 - 4\mathfrak{N}_1 - \frac{7}{10} h^2 g_2 + \frac{2}{3} h^2 g_1) = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2k_1(\mathfrak{M}_1 + 2\mathfrak{M}_2) + 2k_2[-2\mathfrak{M}_1 + 2\mathfrak{M}_2 + 3\mathfrak{N}_1 + \\ + \frac{h^2}{3} (g_2 - g_1)] + k_3[-6\mathfrak{M}_1 + 12\mathfrak{M}_2 + 6\mathfrak{N}_1 + \\ + h^2(g_2 - g_1)] = 0 \end{aligned}$$

$$2k_2[-3\mathfrak{M}_1 + 3\mathfrak{M}_2 + 6\mathfrak{N}_1 + \frac{h^2}{2} (g_2 - g_1)] +$$

$$+ k \left(2 \mathfrak{M}_1 + 4 \mathfrak{N}_1 + \frac{h^2}{30} g_1 \right) + k_3 (-4 \mathfrak{M}_1 + 6 \mathfrak{M} + 4 \mathfrak{N}_1 + \frac{7}{10} h^2 g_2 - \frac{2}{3} h^2 g_1) = 0.$$

Po uporządkowaniu powyższych równań otrzymujemy:

$$2(k + k_1 + k_2 + k_3) \mathfrak{M}_1 + (k_1 - 2k_2 - 3k_3) \mathfrak{M}_2 + (+k - 3k_2 - 2k_3) \mathfrak{N}_1 = (\frac{1}{3} k_2 + \frac{7}{20} k_3) h^2 g_2 + \left(\frac{k}{60} - \frac{k_2}{3} - \frac{k_3}{3} \right) h^2 g_1 \quad (I)$$

$$(k_1 - 2k_2 - 3k_3) \mathfrak{M}_1 + 2(k_1 + k_2 + 3k_3) \mathfrak{M}_2 + 3(k_2 + k_3) \mathfrak{N}_1 = - \left(\frac{k_2}{3} + \frac{k_3}{2} \right) h^2 (g_2 - g_1) \quad (II)$$

$$(k - 3k_2 - 2k_3) \mathfrak{M}_1 + 3(k_2 + k_3) \mathfrak{M}_2 + 2(k + 3k_2 + k_3) \mathfrak{N}_1 = - \left(\frac{k_2}{2} + \frac{7}{20} k_3 \right) h^2 g_2 + \left(-\frac{k_1}{60} + \frac{k_2}{2} + \frac{k_3}{3} \right) h^2 g_1 \quad (III)$$

Z równania (II) mamy:

$$\mathfrak{N}_1 = \frac{-1}{3(k_2 + k_3)} \left[+ \left(\frac{k_2}{3} + \frac{k_3}{2} \right) h^2 (g_2 - g_1) + (k_1 - 2k_2 - 3k_3) \mathfrak{M}_1 + 2(k_1 + k_2 + 3k_3) \mathfrak{M}_2 \right] \quad (17)$$

Równanie 17) podstawione w równania (I) i (III), daje:

$$2(k + k_1 + k_2 + k_3) \mathfrak{M}_1 + (k_1 - 2k_2 - 3k_3) \mathfrak{M}_2 - \frac{(k - 3k_2 - 2k_3)}{3(k_2 + k_3)} \left[\left(\frac{k_2}{3} + \frac{k_3}{2} \right) h^2 (g_1 - g_2) + (k_1 - 2k_2 - 3k_3) \mathfrak{M}_1 + 2(k_1 + k_2 + 3k_3) \mathfrak{M}_2 \right] = (\frac{1}{3} k_2 + \frac{7}{20} k_3) h^2 g_1 + \left(\frac{k}{60} - \frac{k_2}{3} - \frac{k_3}{3} \right) h^2 g_1 (k - 3k_2 - 2k_3) \mathfrak{M}_1 + 3(k_2 + k_3) \mathfrak{M}_2 - \frac{2(k + 3k_2 + k_3)}{3(k_2 + k_3)} \left[\left(\frac{k_2}{3} + \frac{k_3}{2} \right) h^2 (g_2 - g_1) + (k_1 - 2k_2 - 3k_3) \mathfrak{M}_1 + 2(k_1 + k_2 + 3k_3) \mathfrak{M}_2 \right] = - \left(\frac{k_2}{2} + \frac{7}{20} k_3 \right) h^2 g_2 + \left(-\frac{k_1}{60} + \frac{k_2}{2} + \frac{k_3}{3} \right) h^2 g_1.$$

Po uporządkowaniu mamy:

$$[6(k + k_1 + k_2 + k_3)(k_2 + k_3) - (k_1 - 3k_2 - 2k_3)(k_1 - 2k_2 - 3k_3)] \mathfrak{M}_1 + [3(k_1 - 2k_2 - 3k_3)(k_2 + k_3) - 2(k - 3k_2 - 2k_3)(k_1 + k_2 + 3k_3)] \mathfrak{M}_2 = h^2 g_2 \left[(k_2 + k_3)(k_2 + \frac{2}{10} k_3) + (k - 3k_2 - 2k_3) \left(\frac{k_2}{3} + \frac{k_3}{2} \right) \right] + h^2 g_1 \left[(k_2 + k_3) \left(\frac{k}{20} - k_2 - k_3 \right) - (k - 3k_2 - 2k_3) \left(\frac{k_2}{3} + \frac{k_3}{2} \right) \right] [3(k - 3k_2 - 2k_3)(k_2 + k_3) - 2(k + 3k_2 + k_3)(k_1 - 2k_2 - 3k_3)] \mathfrak{M}_1 + [9(k_2 + k_3)^2 - 4(k + 3k_2 +$$

$$+ k_3)(k_1 + k_2 + 3k_3)] \mathfrak{M}_2 = h^2 g_2 [(k + 3k_2 + k_3) (\frac{2}{3} k_2 + k_3) - (k_2 + k_3) (\frac{2}{3} k_2 + \frac{2}{10} k_3)] + h^2 g_1 \left[(k_2 + k_3) \left(-\frac{k_1}{20} + \frac{2}{3} k_2 + k_3 \right) - (k + 3k_2 + k_3) (\frac{2}{3} k_2 + k_3) \right].$$

Kładąc:

$$\begin{aligned} a_1 &= 6(k + k_1 + k_2 + k_3)(k_2 + k_3) - (k_1 - 3k_2 - 2k_3)(k_1 - 2k_2 - 3k_3) \\ a_2 &= 3(k - 3k_2 - 2k_3)(k_2 + k_3) - 2(k + 3k_2 + k_3)(k_1 - 2k_2 - 3k_3) \\ b_1 &= 3(k_1 - 2k_2 - 3k_3)(k_2 + k_3) - 2(k - 3k_2 - 2k_3)(k_1 + k_2 + 3k_3) \\ b_2 &= 9(k_2 + k_3)^2 - 4(k + 3k_2 + k_3)(k_1 + k_2 + 3k_3) \\ c_1 &= (k_2 + k_3)(k_2 + \frac{2}{10} k_3) + (k - 3k_2 - 2k_3) (\frac{1}{3} k_2 + \frac{1}{2} k_3) \\ c_2 &= (k + 3k_2 + k_3) (\frac{2}{3} k_2 + k_3) - (k_2 + k_3) (\frac{2}{3} k_2 + \frac{2}{10} k_3) \\ d_1 &= (k_2 + k_3) (\frac{1}{20} k - k_2 - k_3) - (k - 3k_2 - 2k_3) (\frac{1}{3} k_2 + \frac{1}{2} k_3) \\ d_2 &= (k_2 + k_3) (-\frac{1}{20} k_1 + \frac{2}{3} k_2 + k_3) - (k_1 + 3k_2 + k_3) (\frac{2}{3} k_2 + k_3) \end{aligned} \quad (18)$$

mamy:

$$\begin{aligned} a_1 \mathfrak{M}_1 + b_1 \mathfrak{M}_2 &= h^2 (c_1 g_2 + d_1 g_1) \\ a_2 \mathfrak{M}_1 + b_2 \mathfrak{M}_2 &= h^2 (c_2 g_2 + d_2 g_1), \text{ lub:} \\ \mathfrak{M}_2 &= \frac{h^2}{b_1} (c_1 g_2 + d_1 g_1) - \frac{a_1}{b_1} \mathfrak{M}_1 \quad (19) \\ \mathfrak{M}_1 &= \frac{h^2}{a_1 b_2 - a_2 b_1} [(c_1 b_2 - b_1 c_2) g_2 + (b_2 d_1 - b_1 d_2) g_1] \quad (20) \end{aligned}$$

Mając obliczone \mathfrak{M}_1 , obliczamy \mathfrak{M}_2 z równania 19) a \mathfrak{N}_1 z 17). Podobnie wszystkie pozostałe niewiadome obliczymy na podstawie poprzednich równań, znając wielkości \mathfrak{M}_1 , \mathfrak{M}_2 i \mathfrak{N}_1 . Niewiadome nie przedstawiam za pomocą wzorów w ogólnej postaci, gdyż te wzory byłyby zbyt skomplikowane.

Szczególniejszy przypadek.

Jak już wspominałem, rozwiązywanie powyższych trzech równań (równań I, II i III) i tym samym równań poprzednich ze współczynnikami stałymi ogólnymi jest nieco skomplikowane, natomiast przy tych współczynnikach szczególnych staje się bardzo proste. Dlatego przy dalszym postępowaniu wszystkie wielkości będziemy podawali za pomocą wielkości \mathfrak{M}_1 względnie \mathfrak{M}_2 i \mathfrak{N}_1 . Jednakowoż aby dalsze postępowanie przedstawić także w sposób poglądowy, będziemy równoległe sposobem ogólnym podawali przypadek szczególniejszy.

Tutaj wyprowadzimy wzory dla niewiadomych w przypadku szczególniejszym. Niech dla przypadku szczególniejszego będzie:

$$\begin{aligned} a &= h \\ I_g &= I_d = I_1 = I_2 = I, \end{aligned}$$

wówczas na podstawie równań 16) będziemy mieli:

$$k = k_1 = k_2 = k_3 = 1,$$

oraz na podstawie równań 18):

$$\begin{aligned} a &= 6.4.2 + 4.(-4) = 32 \\ a_2 &= 3.(-4).2 - 2.5.(-4) = 16 \\ b_1 &= 3(-4).2 - 2(-4).5 = 16 \\ b_2 &= 9.4 - 4.5.5 = -64 \\ c_1 &= 2.2,05 + (-4)\frac{5}{8} = 0,767 \\ c_2 &= 5.\frac{5}{8} - 2.\frac{5}{8} = 3,233 \\ d_1 &= 2.(-\frac{3}{8}) - (-4).\frac{5}{8} = -0,567 \\ d_2 &= 2.(\frac{3}{8}) - 5.\frac{5}{8} = -3,433. \end{aligned}$$

Na podstawie wzoru 20) mamy:

$$\begin{aligned} \mathfrak{M}_1 &= \frac{h^2}{32(-64) - 16.16} \left\{ [0,767(-64) - \right. \\ &\quad \left. - 16.3,233]g_2 + [-64(-0,567) - \right. \\ &\quad \left. - 16(-3,433)]g_1 \right\} \\ \mathfrak{M}_1 &= h^2(0,0437g_2 - 0,0396g_1). \end{aligned} \quad 21)$$

Ze wzorem 19) jest:

$$\begin{aligned} \mathfrak{M}_2 &= \frac{h^2}{16} [0,767g_2 - 0,567g_1 - \\ &\quad - \frac{3}{8}h^2 [0,0437g_2 - 0,0396g_1] \\ \mathfrak{M}_2 &= h^2(-0,0396g_2 + 0,0437g_1). \end{aligned} \quad 22)$$

Na podstawie wzoru 17) mamy:

$$\begin{aligned} \mathfrak{N}_1 &= -\frac{1}{8} \left[\frac{5}{8}h^2(g_2 - g_1) - 4h^2(0,0437g_2 - \right. \\ &\quad \left. - 0,0396g_1) + 10h^2(-0,0396g_2 + 0,0437g_1) \right] \\ \mathfrak{N}_1 &= h^2(-0,0437g_2 + 0,036g_1) \quad 23) \\ \mathfrak{N}_1 &= -\mathfrak{M}_1. \quad 23') \end{aligned}$$

Ze wzoru 7) mamy:

$$\begin{aligned} \mathfrak{N}_2 &= -h^2(0,0437g_2 - 0,0396g_1 + \\ &\quad + h^2(-0,0396g_2 + 0,0437g_1) + \\ &\quad + h^2(-0,0396g_2 + 0,0397g_1) + \\ &\quad + 0,1667h^2g_2 - 0,1667h^2g_1 \\ \mathfrak{N}_2 &= h^2(0,0396g_2 - 0,0437g_1) \quad 24) \\ \mathfrak{N}_2 &= -\mathfrak{M}_2. \quad 24') \end{aligned}$$

Widzimy, że momenty gnące rozpór przy węzle górnym i dolnym tego samego słupa są sobie przeciwne.

Ze wzoru 5) mamy:

$$\begin{aligned} K_1 &= \frac{1}{a} [h^2(0,0437g_2 - 0,0396g_1) - \\ &\quad - h^2(-0,0396g_2 + 0,0437g_1)] \\ K_1 &= \frac{h^2}{a} (0,0833g_2 - 0,0833g_1) \\ K_1 &= 0,0833h(g_2 - g_1) = \frac{h}{12}(g_2 - g_1). \end{aligned}$$

Ze wzoru 6) mamy:

$$\begin{aligned} K_2 &= \frac{1}{a} [-h^2(0,0437g_2 - 0,0396g_1) + \\ &\quad + h^2(-0,0396g_2 + 0,0437g_1) + \\ &\quad + 0,1667h^2g_2 - 0,1667h^2g_1] \\ K_2 &= 0,0834h(g_2 - g_1) = \frac{h}{12}(g_2 - g_1). \end{aligned}$$

Widzimy, że siły tnące obu rozpór są sobie równe i wynoszą:

$$K_1 = K_2 = \frac{h}{12}(g_2 - g_1). \quad 25)$$

Ze wzoru 8) otrzymujemy:

$$\begin{aligned} H_1 = -H_2 &= \frac{1}{h} [-h^2(0,0437g_2 - 0,0396g_1) + \\ &\quad + h^2(-0,0437g_2 + 0,0396g_1) - 0,1667h^2g_1] \\ H_1 = -H_2 &= -0,0875h(g_2 + g_1). \end{aligned} \quad 26)$$

Na podstawie wzorów 4') mamy:

$$G_1 = -\frac{h}{12}(g_1 - g_1) - P_1 \quad 27)$$

$$G_2 = +\frac{h}{12}(g_2 - g_1) - P_2 \quad 28)$$

$$D_1 = +\frac{h}{12}(g_2 - g_1) + R_1 \quad 29)$$

$$D_2 = -\frac{h}{12}(g_2 - g_1) + R_2 \quad 30)$$

W przekroju po środku wysokości lewego słupa:

Na podstawie wzoru 8'), 25) i 3) mamy:

$$\begin{aligned} S_1 &= \frac{Q}{2} - P - \frac{h}{12}(g_2 - g_1) = \\ &= \frac{h}{12}(g_1 - g_1) + \frac{1}{2}(P_1 + R_1) - P_1 - \frac{h}{12}(g_2 - g_1) \\ S_1 &= \frac{-P_1 + R_1}{2}. \end{aligned} \quad 31)$$

Na podstawie wzoru 9') i 26) jest:

$$\begin{aligned} T_1 &= 0,0875h(g_2 + g_1) - \frac{h}{4}g_1 \\ T_1 &= h(0,0875g_2 - 0,1625g_1). \end{aligned} \quad 32)$$

Na podstawie wzoru 9) i 23') jest:

$$\begin{aligned} \mathfrak{M}_{01} &= \frac{1}{2}(\mathfrak{M}_1 - \mathfrak{M}_2) \\ \mathfrak{M}_{01} &= 0. \end{aligned} \quad 32')$$

W przekroju po środku wysokości prawego słupa:

Na podstawie wzoru 10'), 25) i 4):

$$\begin{aligned} S_2 &= \frac{h}{12}(g_2 - g_1) - P_2 - \frac{h}{12}(g_2 - g_1) + \frac{P_2 + R_2}{2} \\ S_2 &= \frac{1}{2}(-P_2 + R_2). \end{aligned} \quad 33)$$

Na podstawie wzoru 11') i 26):

$$\begin{aligned} T_2 &= -0,0875h(g_2 + g_1) + 0,2500hg_2 \\ T_2 &= h(0,1625g_2 - 0,0875g_1). \end{aligned} \quad 34)$$

Na podstawie wzoru 9) i 24'):

$$\begin{aligned} \mathfrak{M}_{02} &= \frac{1}{2}(\mathfrak{M}_2 - \mathfrak{M}_1) \\ \mathfrak{M}_{02} &= 0. \end{aligned} \quad 34')$$

Widzimy, że po środku wysokości słupów moment gnący wynosi zero. (Dok. nast.).

Przegląd czasopism

Koleje

Budowa kolei w Persji. „Génie Civil“ (3/1939) omawia budowę kolei w Iranie, łączącej morze Kaspijskie z zatoką Perską z Bender Chach przez Chachi, Teheran, Dirful do Bender Chapur. Pierwotny projekt przewidywał długość budowlaną nowej kolei 1550 km, lecz przy wytyczeniu zaniechano pewnych odchyień, przez co zmniejszono długość do 1390 km. Odcinki Bender-Chach-Teheran i Dirful-Bender Chapur są już oddane do użytku, budowa części środkowej Dirful-Teheran prowadzi przez kraj pustynny i górzysty. Budowa ta połączona jest z licznymi trudnościami technicznymi, pokonuje wysokość 2200 m, stosowane są spadki 28‰ i promienie łuków 220 m. Linia obfituje w liczne tunele, których ilość dochodzi do 185; najdłuższy tunel liczy 2880 m. Kolej ma na celu uniezależnienie irańskiego handlu i przemysłu północnych prowincji kraju od Sowietów.

Rozpoczęto również budowę drugiego odcinka kolei Tebriz-Teheran, by otrzymać połączenie z Trebizondą nad morzem Czarnym z pominięciem terytorium Sowietów. Otwarcie tej linii przewidziane jest na rok 1942.

Nowa linia kolejowa na dalekim wschodzie. Agencja japońska „Domei“ donosi, iż została ukończona budowa kolei, łącząca Ulan-Ude, dawniej Wierchni Udesk ze stolicą Mandżurii zewnętrznej Ulan Bator, dawniej Urga. Kolej posiada nawiązanie do wielkiej magistrali syberyjskiej i umożliwia dostawę amunicji dla Chin.

Najdłuższa w Europie linia kolejowa o napędzie elektrycznym jest w całości oddana do eksploatacji z Paryża do Irunu na granicy hiszpańskiej o długości 824 km. („Bull. d. l'Un.“ 2/1939).

Najwyżej położona kolej linowa w Europie została oddana do użytku. Łączy ona stację klimatyczną Breuil na wysokości 2000 m z lodowcem Plateau Rosa na wysokości 3500 m pod szczytem Cervino (Matterhorn). Pierwszy odcinek tej kolei Breuil-Plateau Maison jest czynny już od dwóch lat. Wykończony obecnie ma przeszło 4 km długości, które wagony kolejki przebiegają w 13 minutach. W ten sposób całą kolejkę o różnicy poziomu 1500 m przebywa się w ciągu 20 minut. („Zeitung d. V. m. Eisbv.“).

Długość zelektryzowanych linii kolejowych Europy 1 stycznia 1939: Italia 3871 km, Francja 3419 km, Niemcy 2977 km, Szwecja 2666 km, Szwajcaria 2626 km, Anglia 1222 km. („Bulletin d'Union internationale des chemins de fer“ 2/1939).

Inż. A. W. Krüger.

Samochody

O przewozach towarowych samochodami może tylko tam być mowa, gdzie się prowadzi statystykę, a nie we wszystkich państwach jest ona do dyspozycji. Na ten temat znachodzimy krytyczne, nawet porównawcze z przewozami kolejowymi, omówienie, odnośnie do Szwajcarii w „Zeitung des Vereins mitteleur. Eisb. Verw.“ (49/1938) i odnośnie do Niemiec w „Archiv. für Eisenbahnwesen“ (1/1939). Interesujące jest w nich zestawienie rodzajów towa-

rów i ich ilości, przy przewozach samochodami a koleją. Nie rozchodzi się tu już tylko o samą drobnicę.

Samochód popularny w Italii. Czasopismo turystyczne „Touring“ donosi, że w Italii także dojdzie do skutku budowa samochodów popularnych, będą one zbliżone do znanego typu „Topolino“ i będą kosztowały po 2500 lirów, czyli około 900 zł.

Komunikacja miejska w Londynie. Obszar Londynu i jego rejonu przymiejskiego zamieszkuje 9·8 milionów ludzi, przy czym przyrost roczny wynosi 100.000 głów, na co składa się prócz przyrostu naturalnego napływ ludzi z prowincji.

Komunikacja miejska Londynu prowadzona jest od pięciu lat przez Towarzystwo „London Passenger Transport Board“. Rozporządza ono siecią kolejową długości 335 km, siecią linii autobusowych 3160 km, z czego 319 km obsługiwały trolleybusy, oraz siecią tramwajów o długości 592 km. Tabor obsługujący komunikację miejską składa się z 1400 kolejowych wagonów motorowych z 1789 przyczepkami i 74 wagonami do trakcji parowej, z 1668 wagonów tramwajowych, 6386 autobusów i 1026 trolleybusów. Do tego należy doliczyć 771 wagonów służbowych i towarowych, 40 lokomotyw elektrycznych i 32 parowozów.

Wszystkimi środkami komunikacji przewieziono w r. 1937/8 — 3.723,655.768 pasażerów, a mianowicie:

Autobusami	2.167,309.446 osób t. j.	58%
Tramwajami	700,932.969	19%
Kolejami	487,749.029	13%
Trolleybusami	367,664.224	10%

Współczynnik eksploatacyjny wynosił w r. 1897/8 81, gdy w r. poprzednim 79. Widzimy z tego, że w komunikacji miejskiej Londynu ogromną przewagę posiadają autobusy, do których musimy wliczać i trolleybusy. („Zeitung d. Vereins mitteleur. Eisb. Verw. 7/1937). Inż. A. W. Krüger.

Recenzje i krytyki

Inż. Władysław Kollis: „Sygnalizacja. Ostrzeżenia. Prognoza na rzekach, kanałach i zbiornikach“. 16 tabel, 178 rysunków i streszczenie niemieckie. Nakładem autora. Warszawa 1938. Cena księgarska 10 zł.

Autor podzielił treść dzieła na dwie części. W podzielonej na 7 rozdziałów części I-szej, zatytułowanej: „Sygnalizacja samoczynna na rzekach, kanałach i zbiornikach“ na 90 stronach i 98 rysunkach opisuje autor instalacje istniejące u nas i zagranicą, a używane do sygnalizacji przy urządzeniach i zakładach wodnych oraz sposoby automatycznej regulacji tych urządzeń z miejsc odległych.

W rozdziale pierwszym przeprowadza autor podział sygnalizacji według systemu działania, a następnie krótko omawia najważniejsze elementy wchodzące w skład urządzeń sygnalizacyjnych pracujących na zasadzie działania prądu elektrycznego.

W rozdziale 2 omawia autor sposoby przekazywania na odległość pomiarów poziomu wody oraz innych cieczy. Rozdział ten zawiera opisy całego szeregu przyrządów różnych firm, służących do pomiaru omawianej wielkości.

Kolejność opisów poszczególnych przyrządów nader celowa, od najprostszych do coraz to więcej skomplikowanych, daje dobry obraz obecnego stanu techniki w tym dziale.

W rozdziale tym omówiono również aparat, konstrukcji firmy F. Rittmeyer, podający za pośrednictwem telefonu wysokość zwierciadła wody na rzece.

Jako przykłady wykonanych instalacji opisał autor pokrótce instalację limnigrafu w Warszawie oraz mareografu w Hamburgu.

W rozdziale 3 omawia autor telesygnalizację przy obsłudze urządzeń wodociagowych, tj. automatyczną regulację pomp w zależności od poziomu wody w zbiorniku, oraz od taryfy energii elektrycznej, telesygnalizację uszkodzeń i czasu pracy pomp, uszkodzeń sieci wodociagowej, przekazywanie na odległość pomiarów wydatku wody w rurociągach, oraz jedno z rozwiązań instalacji sygnalizacyjnej całkowicie automatycznej stacji pomp (wodociąg gminy de Richterswil).

W rozdziale 4 omówiono metodę przekazywania pomiarów przepływu wody w kanałach, automatyczną regulację dopływu wody do turbin, oraz samoczynną sygnalizację ostrzegawczą przed powstawaniem śryżu i przed zanieczyszczeniem krat w kanałach roboczych, opartą na metodzie optyczno-elektrycznej.

W rozdziale 5 omówił autor urządzenia służące do sygnalizacji położenia jazów, śluz i upustów.

Rozdział 6 został poświęcony telesygnalizacji meteorologicznej. Zostały w nim omówione: teletermografy, teleanemografy i teledeszczomierze, oraz instalacja telepluviograficzna, opracowana przez autora, dla potrzeb zbiornika na rzece Sole w Porąbce.

W rozdziale 7 została omówiona pokrótce organizacja ostrzeżeń dla żegluga oraz przeciwpowodziowych w Polsce, Francji, Austrii i Italii.

W omówionych 90 stronach I części pracy inż. Kollisa, mieści się taka ilość materiału z działy telesygnalizacji, usystemizowanego konsekwentnie i starannie, z uwzględnieniem nowych konstrukcji z tej dziedziny, że z pracą tą powinni się zapoznać nie tylko hydrotechnicy, lecz również teletechnicy, interesujący się teletremią. Specjalnie ci ostatni znajdują w niej h. wiele ciekawych i interesujących rozwiązań konstrukcyjnych w tej dziedzinie.

Jednak to bogactwo materiału, pomieszczonego w małej stosunkowo ilości stron, zmusiło autora do nader lakonicznego traktowania opisów podanych schematów, względnie podawania prostszych schematów prawie bez opisów (np. ryc. 16). Z schematami tymi da sobie radę z łatwością teletechnicy, zdaje się jednak, że czytelnikowi słabiej obznajomionemu z tym działem wiedzy, zrozumienie niektórych schematów, zresztą nielicznych, z pomiędzy dużej ilości podanej przez autora, może nastęrczać pewne trudności.

Nadto byłoby może pożyteczne dla tej grupy czytelników pewne rozszerzenie rozdziału pierwszego, a mianowicie nieco obszerniejsze omówienie źródeł prądu elektrycznego, zwłaszcza konserwacji ogniw elektrycznych, budowy i działania przekładników, a ponadto krótkie omówienie zasad budowy i konserwacji linii teletechnicznych słupowych, oraz zasad najprostszyc pomiarów liniowych. Dodanie tych ustępów zwiększyłoby nieznacznie objętość książki, a wiadomości te byłyby, moim zdaniem, bardzo pożyteczne dla praktyków.

W części drugiej, zatytułowanej „Prognoza hydrologiczna na rzekach, kanałach i zbiornikach“ omawia autor podstawowe elementy hydrologiczne, tj. krzywą konsumpcyjną i jej wyznaczenie metodą analityczną i wykreslną. Z kolei omawia kształt krzywej dla koryt rzecznych z inundacją, oraz wpływy zmian dna rzeki z powodu ruchu materiału i z tym związane sposoby wprowadzenia poprawek na stan „przeciętny“, tzw. poprawki Stout'a. Podobne poprawki należy przeprowadzić na krzywych konsumpcyjnych dla wodowskazów na odcinkach rzek pozostających pod wpływem roślinności wodnej w korytach, oraz w przypadkach zlodzenia rzeki i w czasie fali powodziowej, na które autor podaje liczne przykłady.

W dalszych ustępach omawia autor falę przepływu, uzasadniając teoretycznie jej przebieg, który następnie sprawdza na licznych przykładach wykreslnych i liczbowych. W końcu tego rozdziału podaje autor przykład szluczej fali wypuszczonej ze zbiornika w Porąbce, obserwowanej na limnigrafach w Porąbce, Oświęcimiu na Sole, oraz w Pustyni, Dworach, Krakowie i Sierosławicach na Wiśle. W Krakowie zauważono wyraźne zlewianie się fal, a w Sierosławicach wszystkie fale złączyły się w jedną z wzniesieniami odpowiadającymi poszczególnym trzem falom większym, w przeciwstawieniu do sześciu wypuszczonych ze zbiornika.

W rozdziale 3 i 4 omawia autor czynniki meteorologiczne i ich wpływ na kształtowanie się zjawisk wodnych,

po czym w dalszych ustępach opisuje prognozę długoterminową stanów wody i objętości przepływu opartą na zbieraniu długoletnich obserwacji stanów, objętości przepływu, opadów, temperatury i innych zjawisk meteorologicznych, zachodzących w dorzeczu tych rzek. Przytacza metodę typowania używaną powszechnie przez hydrologów rosyjskich i metodę analogii polegającej na zestawieniu spostrzeżeń w formie wykresów w atlasach na kałkach, a przez ich nakładanie można znaleźć okresy podobne i z nich wnieść o przebiegu danego zjawiska na przyszłość. Dalej omawia kreślenie krzywych opadania stanów i ich zastosowanie przy przepowiadaniu stanów na kilka dni naprzód.

Dalsze metody autora, tj. metoda izogradów prawdopodobieństwa i metoda koncentracji podane są w Wiad. St. Hydrogr. zesz. 3, 1936.

W końcu omawia autor metody bardziej ogólne dla wyznaczenia stanów wody względnie objętości przepływu wody pochodzącej z wezbrań wiosennych. Jedna metoda polega na wyznaczeniu tych wezbrań z dat meteorologicznych, druga na podstawie grubości powłoki śniegowej. Tu zamieszcza autor przez siebie opracowany wzór na wielkość wezbrania wiosennego dla rzeki Wilji w Wilnie.

W rozdziale 5 zajmuje się autor prognozą krótkoterminową stanów wody i objętości przepływu wody w pewnym punkcie rzeki. Polega ona na obserwacjach wodowskazowych wykonanych w punkcie wyżej położonym, jak np. przepowiadanie stanów wody na Wiśle w Warszawie na podstawie obserwacji stanów wody na Wiśle w Puławach (czas przejścia fali Puławy — Warszawa wynosi 31 godzin).

Dalej podaje autor sposób użytkowania obserwacji na kilku wodowskazach na tej samej rzece dla oznaczenia czasu pojawienia się i wysokości stanu wody na wodowskazach niższych przez wykreślenie krzywych związku wodowskazów, a jako przykład przytacza krzywe związku 6 wodowskazów na Wiśle od Kars do Chwałowic, z których oblicza stan wody w Warszawie. Drugi przykład wyznaczenia wysokości i czasu pojawienia się fali powodziowej w Warszawie przytacza autor na podstawie obserwacji stanów w punktach najbardziej wpływających na falę wezbrań, tj. w Krakowie na Wiśle, w Nowym Sączu na Dunajcu i w Przemyślu na Sanie. Na rzekach małych brak dostatecznej ilości wodowskazów, względnie wodowskazy są za blisko, przez co prognoza z ich obserwacji mogłaby być przeprowadzona zaledwie na kilka godzin naprzód, nadaje się lepiej sposób wyznaczenia stanów wody z opadów w dorzeczu tej rzeki. Spośród kilku przykładów należy zwrócić uwagę na przykład przepowiadania stanów wody dla zakładu wodnego w Porąbce z opadów obserwowanych na 3 stacjach deszczomierzonych w Rajczy, Sopotni i Lipowej, rozmieszczonych w dorzeczu Soły powyżej Porąbki.

W dalszych końcowych ustępach omawia autor prognozę stanów wody na odcinkach rzek pozostających pod działaniem wpływu wiatrów i fali morskiej. Jako przykład podaje autor wyjątki prac inż. Ciszewskiego, dotyczących wpływu wiatru i zmian stanu wody w morzu na dolnej Wołdze. Następnie omawia sposób uwzględniania zmian spowodowanych powłoką lodową, względnie zatorem lodowym. Zagadnienia te były badane przez rosyjskich hydrologów.

Prognozę głębokości tranzytowych, tj. najniższych głębokości na przejściach rzek żeglownych można przeprowadzić przez narysowanie krzywej związku pomiędzy stanami wody względnie ilością przepływu wody i głębokościami rzeki na przejściach, a jako przykład podaje taki wykres dla rzeki Wołgi na odcinku Rzew — Wazuza.

Na koniec omawia autor prognozę zjawisk lodowych na wodach płynących i stojących, tj. czasu powstawania śryżu lub kry. powłoki lodowej, oraz pochodu lodów, metodą analogii, przez sporządzenie dla poszczególnych rzek „atlasu“ tworzenia się powłoki lodowej, jej czasu trwania i pochodu lodów na podstawie obserwacji dłuższego okresu lat. Bardziej szczegółową metodą dla określania zjawisk lodowych jest metoda Maszkiewicza, dla rzeki Wołgi, oraz Wize'go dla rzeki Newy, polegająca na obliczeniach uwzględniających czynniki meteorologiczne oraz właściwości fizyczne wody.

Szczególne zatem uznanie autorowi dzieła wyżej omawianego należy się za dostarczenie polskiej literaturze technicznej dzieła, podającego w sposób ogólny zasady sygnalizacji opartej na elektrotechnice. Autor dał zatem inżynierom pracującym w dziale urządzeń wo-

dnych, podręcznik, który może im oddać bardzo dobre usługi przy projektowaniu, względnie wykonywaniu urządzeń sygnalizacyjnych, tak niezmiernie ważnych w racjonalnej eksploatacji zakładów wodnych, np. siłowni, pompowni itp.

Pozatem dzieło to stanowi bardzo poważny dorobek przez przedstawienie ogólnych zasad dotyczących obserwacji hydrologicznych, oraz wykorzystaniu ich dla dokładnego zbadania régim'u wód płynących i stojących i to nie tylko zjawisk, które już zaistniały, ale także przepowiadania zjawisk, które mają zaistnieć w bliższej lub dalszej przyszłości na zasadzie ścisłych i naukowych przesłanek.

Podobnie dla meteorologów książka ta będzie cennym nabytkiem. W niej bowiem zamieścił autor ogólne zasady z dziedziny meteorologii, omawiając szczególnie zjawiska, mające wpływ na kształtowanie się stosunków wodnych na rzekach i jeziorach.

Na koniec należy podnieść zewnętrzną formę książki, przez przyjęty niewielki a więc wygodny format, wyraźny druk i dobry papier. Cena 10 zł, szczególnie niska dla dzieł technicznych, przy tak dużej ilości rysunków (178), starannie opracowanych.

Inż. Feliks Blocki (odnośnie do części 1).

Dr Inż. Michał Mazur (odnośnie do części 2).

Kronika

Pierwszy polski Zjazd Antykorozyjny odbędzie się 30 września i 1 października br. w Krakowie łącznie z Konferencją Komitetu Dziewięciu delegatów Międzynarodowego Komitetu Korozyjnego. W pracach tego Komitetu bierze udział 8 państw europejskich: Anglia, Belgia, Francja, Holandia, Niemcy, Polska, Szwajcaria i Italia.

XXI Zjazd Polskich Gazowników, Wodociągowców i Techników Sanitarnych w Częstochowie. Gazownicy, Wodociągowcy i Technicy Sanitarni, którzy zjechali do Częstochowy w liczbie ponad 300, rozpoczęli w dniu 26 czerwca br. swe prace pielgrzymką na Jasną Górę.

W godzinach popołudniowych odbyło się uroczyste otwarcie Zjazdu w sali Teatru Miejskiego.

Zjazd otworzył Prezes Zrzeszenia Gazowników, Wodociągowców i Techników Sanitarnych, inż. Włodzimierz Rabczewski.

W przemówieniu podkreślił znaczenie Zjazdu fachowców w życiu Państwa i specjalnie zaznaczył przy czynę Zjazdu w Częstochowie, miejsce, które od setek lat stanowi ośrodek ducha polskiego.

W dniu 27 czerwca odbyły się dalsze obrady oraz Walne Zgromadzenie Przedstawicieli Gazowni i Zakładów Wodociągowych.

Zamknięcie Zjazdu nastąpiło dnia 28 czerwca, po czym członkowie udali się na wycieczkę techniczno-krajoznawczą na Śląsk Zaolziański.

Szeroki zasięg III. Targów Technicznych w ramach XIX Międzynarodowych Targów Wschodnich we Lwowie. Na podstawie dotychczasowych zgłoszeń, pochodzących ze wszystkich niemal ośrodków Polski, stwierdzić możemy, że tegoroczny zasięg Targów Technicznych w ramach XIX Międzynarodowych Targów Wschodnich we Lwowie, będzie o wiele szerszy niż w roku poprzednim. Wśród zgłoszonych eksponatów znajdziemy i takie, które jako twór mózgu technika i rąk robotnika polskiego po raz pierwszy dopiero zostaną zademonstrowane szerokim kołom społeczeństwa. Wszystkie niemal czołowe firmy przemysłu ciężkiego, nie wyłączając i zaolziańskiego, świadome swej roli w obecnych czasach, przesuń się przed naszymi oczyma na Targach Wschodnich, by pochwalić się dorobkiem na wszelakich odcinkach techniki polskiej.

Pokaz budownictwa i urządzeń ochrony przeciwlotniczej. W ramach XIX Międzynarodowych Targów Wschodnich we Lwowie zorganizowany zostanie bogaty pokaz budownictwa i urządzeń ochrony przeciwlotniczej, który da możliwość zwiedzającym dokładnego zapoznania się z różnymi typami schronów, z najnowszą konstrukcją rozmaitych wzmacniających stropów, rowami przeciwlotniczymi, instalacjami nawietrzającymi itp. W pokazie budownictwa i urządzeń ochrony przeciwlotniczej weźmie udział szereg czołowych firm krajowych.

Z Sali odczytowej

Dnia 22. maja 1939 r. odbył się staraniem Sekcji Mechaników P. T. P. i Oddziału Lwowskiego S. J. M. P. wspólny odczyt Panów Inż. Brunona Szymańskiego i Inż. Jana Wójcickiego p. t. „Urządzenia na gaz ziemny w Cukrowni i Rafinerii „Chodorów“.

Część I-szą p. t. „Projekt i wykonanie urządzeń“ referował p. Inż. Szymański.

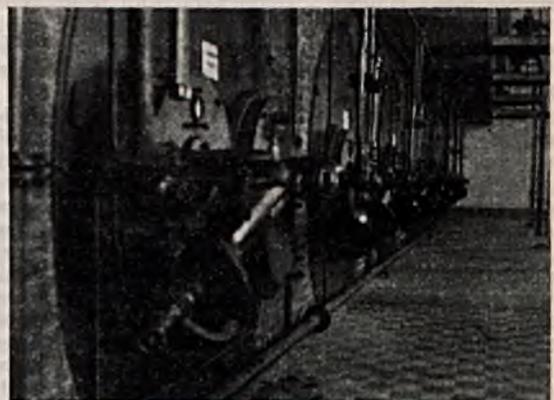
Gas ziemny doprowadzony jest do zakładów przemysłowych „Chodorów“ rurociągiem dalekosiężnym, wykonanym z rur stalowych $\phi 158/168$ mm, łączonych za pomocą samorodnego spawania.

Rurociąg ten biegnie z Chodorow pod Stryjem, gdzie znajdują się kopalnie gazowe, przez Kochawinę, Żydaczów — do Chodorowa. Przy wkroczeniu do m. Chodorowa rurociąg przechodzi przez tzw. „rozdzielnię“ gazową pod ciśnieniem 6—12 atn. W rozdzielni tej gaz jest oczyszczany od zanieczyszczeń mechanicznych i wody oraz rozprowadzony 3 gazociągami:

- 1) do Cukrowni w Chodorowie,
- 2) do Państwowych Przetwórni Mięsnych,
- 3) do sieci rurociągów miejskich.

Gas wkracza na teren Cukrowni pod niezmiennym ciśnieniem 6—12 atn. i po przejściu przez zasuwę główną wchodzi do „rozdzielni“ fabrycznej, gdzie ciśnienie jego zostaje zredukowane do 1—2 atn. (na ciąg przemysłowy), zaś do 1000 mm sł. w. na ciąg opałowy domowych. W rozdzielni tej odbywa się pomiar gazu za pomocą mierników: rejestrującego (gaz przemysłowy) i miechowego (gaz do gospodarstw domowych). Ciąg przemysłowy wykonany jest z rur $\phi 158/168$ mm — analogicznie jak gazociąg główny — i przechodzi w głębokości 1,2 m pod ziemią przez podwórze fabryczne, wkraczając do kotłowni dwoma odnogami, wykonanymi również z rur $\phi 158/168$ mm.

Poza obiema odnogami do kotłowni, rurociąg o zmniejszonej średnicy $\phi 90,5/102$ mm — prowadzony jest do suszarni i wyłoków Nr 2, po czym z obiektu tego wykonano jeszcze odgałęzienie $\phi 70/76$ mm, prowadzące do pieca wapiennego. W kotłowni, o długości hali 43,6 m, znajduje się w jednym szeregu 5 wspólnie obmurowanych kotłów Tischbeina, każdy po 271 m² powierzchni ogrzewalnej, niskopiętnych (do 4 atn), oraz umieszczono w tymże szeregu drugą grupę 6 kotłów tego samego typu, po 250 m² p.o. wysokopiętnych (do 12 atn). Równoległe do czoła wszystkich kotłów, umieszczono wzdłuż kotłowni gazociąg zasilający $\phi 158/168$ mm, połączony na obu końcach z głównym ciągiem dwoma odnogami, o których już wspomniano.



Do każdego kotła prowadzi odgałęzienie z rury $\phi 3''$ przez główny kurek, zamykający 2,5'', reduktor 3'' zmniejszający ciśnienie z 1—2 atn na ciśnienie robocze 0,3—0,4 atn. Przy samym kotle odgałęzienie 3'' rozwidła się na dwie odnogi o średnicy 2'', z których każda posiada zworkę pomiarową $\phi 30/52,5$ mm, manometr różnicowy wodny, zawór zamykający i palnik. Palniki przymocowane są wylotami do blach czołowych $\phi 1050$ mm \times 7 mm grub., przytwierdzonych śrubami do każdej płomienicy (ryc.). W blachach tych znajdują się wykroje na palnik, wziernik oraz dopływ wtórnego powietrza. Płomienice wyłożone są cegłą szamotową na długości około

5 m, przy czym spód stanowi palenisko wiązane cegłą szamotową, góra zaś wykonana w formie sklepienia „ażurowego“, odsuniętego od płomienicy w najwyższej części na około 5 cm.

Palniki gazowe o wydajności 3—4 m³/min są typu atmosferycznego, o podwójnym zasysaniu powietrza. W osi wylotu palnika gazowego wbudowany jest palnik olejowy, który ma służyć jako rezerwa na wypadek ewentualnego chwilowego braku, czy wstrzymania dopływu gazu.

Prócz powyższych kotłów, opalane są gazem ziemnym 2 suszarnie wtyłków buraczanych, z których jedna znajduje się bezpośrednio przy kotłowni, jest ogrzewana spalinami kotłowymi oraz dodatkowo gazem ziemnym. Suszarnia ta posiada ruszt ruchomy, podobnie jak przy kotłach opłomkowych. Ruszt ten nakryto podwójną warstwą cegły szamotowej, ułożonej na płask, zaś w bocznych ścianach pieca umieszczono z jednej strony 2 palniki o wydajności 3—4 m³/min, a z drugiej jeden taki sam palnik na wysokości około 300 mm nad powierzchnią luźnego wyłożenia szamotowego. Obok każdego wylotu palnika znajduje się wziernik z szybką mikową, służący do obserwowania procesu spalin i do zapalania gazu.

Doprowadzenie gazu do tej suszarni odbywa się odnogą ϕ 70/76 mm, zresztą w zupełnie podobny sposób, jak do kotłów parowych.

Prócz tego istnieje druga suszarnia zasilana gazem, wspomnianą już odgałęzieniem ϕ 94,5/102 mm. Suszarnia ta składa się z pieca własnego i wybudowanego na I p., oraz obracającego się cylindra na parterze.

Goście spaliny wytwarzane w piecu są zasypane wentylatorem, tak że przechodzą przez obracający się cylinder, w którym stykają się z wtyłkami buraczanymi.

Instalacja gazu do tej suszarni składa się z głównego kurka 2,5", reduktora 4" do zmniejszania ciśnienia z 1—2 atn na 0,2—0,5 atn, rurociągów rozprowadzających, zwężek pomiarowych, kurków oraz 4 palników, analogicznego typu jak przy kotłach, jednakże o wydajnościach po 4—6 m³/min każdy, rozmieszczonych symetrycznie po 2 w obu bocznych ściankach pieca, zdesztą analogicznie jak to uczyniono w suszarni Nr I.

Od budynku suszarni Nr II prowadzi rurociąg o średnicy ϕ 70/76 mm do pieca szybkiego, do wypału wapnia. Piec taki potrzebny jest w Cukrowni zarówno do uzyskania samego wapnia, jak też i bezwodnika kwasu węglowego, nieodzownego do procesów chemicznych w Cukrowni.

Sam piec o wysokości przeszło 15 m składa się z szybu w postaci stożka ściętego, stopniowo rozszerzającego się od góry ku dołowi, a zakończonym odwróconym stożkiem ściętym, zwężającym się ku dołowi.

Gaz ziemny doprowadzany jest do pieca na wysokości I p. do 8 dopływów 1", rozmieszczonych równomiernie na obwodzie pieca. Każdy dopływ zamknięty jest kurkiem 1" i od każdego kurka prowadzi łukowo wygięty króciec 1" na końcu nieco zwężony do wnętrza ściany pieca.

Gaz ziemny w tym wypadku wchodzi przez wspomniany króciec do pieca w stanie czystym, bez uprzedniego mieszania z powietrzem pierwotnym. Zasysanie powietrza potrzebnego do spalania, a właściwie wytwarzania ciągu przez odprowadzanie spalin, odbywa się za pomocą wentylatora umieszczonego na samej górze pieca, gdzie równocześnie znajduje się urządzenie o podwójnym zamknięciu, do ładowania pieca wapniakiem.

Na zakończenie kilka słów o zastosowaniu gazu ziemnego do użytku w gospodarstwie domowym w fabryce „Chodorów“ S. A.

Na terytorium fabrycznym mieszczą się trzy domy fabryczne, urządzenia mieszkalne dyrektorów i wicedyrektorów, dwa budynki administracyjne, pięć budynków rzemieślniczo-robotniczych, garaż i kasyno urzędnicze.

Po odbyciu pierwszej kampanii cukrowniczej na gazie ziemnym, Zarząd Spółki „Chodorów“, zdecydował się na kompletną gazyfikację wszystkich wymienionych budynków mieszkalnych i administracyjnych. W budynkach tych gaz ziemny jest używany do centralnego ogrzewania, palenisk kuchennych, piekarników, pieców łazienkowych, kaflowych, kuchenek 1 i 2 płomiennych, żelazek do prasowania itd.

W ten sposób Zakłady Przemysłowe „Chodorów“ są typowym przykładem wszechstronnego racjonalnego użytkowania gazu ziemnego — zarówno do przemysłu, jak i do gospodarstwa domowego.

Część II odczytu wypełnił referat inż. Wójcickiego na temat „Badania odbiorcze“. Prelegent omówił przebieg i wyniki badań cieplnych, wykonanych przez Okręg Lwowski Stowarzyszenia Dozoru Kotłów w Warszawie, w gazyfikowanej kotłowni cukrowni w Chodorowie. W pierwszej kampanii 1936/1937 rok opalano gazem ziemnym 5 kotłów niskiego ciśnienia (4 atn) i jeden kotłół wysokiego ciśnienia (12 atn). Pozostałe 5 kotłów wysokiego ciśnienia były opalane węglem. Tę ostrożność zachowano z obawy przed możliwością niespodzianek bądź to na gazociągu, który został wykonany bezpośrednio przed kampanią, bądź też w kotłowni z powodu niedostatecznego przygotowania palaczy. Osiągnięta w tej kampanii sprawność cieplna kotłów opalanych gazem ziemnym wynosiła około 72,6%. Była ona nieco wyższa, niż przy opale węglem, kiedy osiągnęto 70 do 72%, ale spaliny zawierały jeszcze około 11% niespalonych części gazu ziemnego. Przed kampanią 1937/1938 rok przeprowadzono wobec tego szereg badań dla ustalenia, jaki jest wpływ na spalanie się gazu ziemnego takich czynników, jak: ciśnienie gazu przed palnikami, — stosunek przekroju dyfuzora w palniku do dyszy doprowadzającej gaz, — umieszczenie w komorze paleniskowej dodatkowego murku lub siatki z cegły szamotowej, — nachylenie palników, — obciążenie palników, — wielkość otworów dla wtórnego powietrza. Na podstawie osiągniętych wyników zostało ustalone, jakie ma być urządzenie komór paleniskowych i ustawienie palników. W kotłach niskoprężnych zwiększono tylko otwory dla wtórnego powietrza przez umieszczenie nad palnikiem drugiego otworu dopływowego, w kotłach zaś wysokoprężnych zmieniono ustawienie palników i sposób doprowadzenia wtórnego powietrza. Pozostawiono natomiast bez zmiany budowę samego palnika. Podając wyniki analiz spalin z badań przy różnych obciążeniach palników prelegent zwrócił uwagę na fakt występowania — we wszystkich wypadkach — nierozłożonego metanu, w ilościach mniej więcej takich samych, podkreślając ważność tego zjawiska dla techniki opalania gazem ziemnym i zbieżność z wynikami badań inż. Ziółkowskiego nad rozkładem gazu ziemnego.

Badania ruchowe, wykonywane w czasie kampanii 1937/1938 wykazały, że: 1) w warunkach zwykłego ruchu cukrowni i przy ciągu kominowym 15 mm s. wody, utrzymanym przez obsługę kotłów, sprawność cieplna całej kotłowni wynosiła około 79%, 2) przy zwiększonym obciążeniu palników o około 20% w stosunku do poprzedniego, lecz przy tym samym ciągu kominowym, sprawność cieplna obniżyła się do 70%, 3) przy zwiększonym obciążeniu kotłów o około 25% w stosunku do obciążenia przeciętnego w pomiarze pierwszym, ale przy równocześnie zwiększonym ciągu kominowym do 21,5 mm s. w., sprawność cieplna kotłowni dochodziła do 84%.

Utrzymywanie możliwie niskiego ciągu kominowego było podjętym dążeniem Zarządu Cukrowni do pobierania jak największej ilości spalin z kotłów do suszenia wysłodków, do czego przewidziane są osobne paleniska opalane również gazem ziemnym. Badania wykazały jednak, że praca przy zwiększonym ciągu kominowym, a więc i w lepszych warunkach spalania w paleniskach kotłowych, daje sumaryczny wynik korzystniejszy. I tak stosunek sumarycznego zużycia gazu ziemnego do ilości wytworzonej pary, będącej wykładnikiem obciążenia cukrowni, wypadł:

w pierwszym badaniu . . .	126	m ³ /tonę pary
drugim „ . . .	136	„
trzecim „ . . .	116	„

Przed kampanią 1938/1939 r. kotły zostały przemurowane z powodu złego stanu obmurowania, fugi w obmurowaniu nie zostały uszczelnione, palniki i komory paleniskowe pozostały bez zmiany. Ruchowe badania cieplne wykazały tym razem, że przeciętna sprawność cieplna kotłowni wynosiła około 80,8% w zwykłych warunkach pracy. Ze względu na znaczną wachliwość obciążenia kotłowni (40 do 80 t/godz) ustalono, dla ułatwienia pracy palaczom, tabelę ciągu kominowego w zależności od obciążenia palników, a ponad to ustalono także wysokość różnicy obciążenia palników, jaką należy utrzymywać w kotłach wysokiego ciśnienia w stosunku do kotłów niskiego ciśnienia, ze względu na różne warunki cięgowe w jednych i drugich kotłach. Próbné palenie, uregulowane w powyższy sposób, dało wprawdzie efekt nieco gorszy, albowiem sprawność wynosiła 78,3%, lecz obciążenie cukrowni tym razem było wyższe i nadmiar powietrza oka-

zał się jeszcze za mały. Zwłaszcza dla kotłów wysokiego ciśnienia, które pomagały kotłom niskiego ciśnienia, warunki ciągowe były niedostateczne. Praktycznie rzecz biorąc próba ta dała wynik zadawalający.

Osiągnięte korzyści na skutek zgazyfikowania kotłowni wyrażają się — w pierwszym rzędzie — wzrostem sprawności cieplnej z 70% (przy opale węglowym) do około 81%, a ponad to osiągnięto także możliwość zwiększenia wydajności kotłów w ramach rozporządzalnego ciągu kominowego. Kotłownia budowana dla przerobu 10.000 g buraków na dobę wystarcza obecnie dla przerobu 15.000 g i nie jest to jeszcze najwyższa, osiągalna wydajność.

Dla ułatwienia pracy palaczom w niewątpliwie trudnych warunkach ruchowych z powodów: 1) wachliwego zapotrzebowania pary, 2) za małej powierzchni ogrzewalnej kotłów niskiego ciśnienia i wynikającej stąd konieczności posługiwania się zaworem redukcyjnym dla korzystania z pomocy kotłów wysokiego ciśnienia, 3) konieczności godzenia sprawności cieplnej kotłowni ze sprawnością suszarni wysłodków, 4) skomplikowanego sposobu regulowania dopływu powietrza do palenisk, — ustalono dla kotłowni na kampanię 1939/1940 następujący program:

a) zostanie ustawiony samoczynny zawór redukcyjny, przepuszczający parę o ciśnieniu 12 atn do przewodu pary niskiego ciśnienia w miarę spadku ciśnienia w tym przewodzie i zamykający przepływ z chwilą, gdy ciśnienie w przewodzie pary wysokoprężnej obniży się do 11,5 atn, a to dla zapobieżenia spadkowi obrotów turbiny parowej

b) dopływ gazu ziemnego do palników będzie regulowany w zależności od spadku ciśnienia w przewodzie parowym, względnie w kotłach niskiego ciśnienia, przy czym obciążenie palników kotłów wysokiego ciśnienia ma być odpowiednio ustosunkowane do obciążenia kotłów niskiego ciśnienia;

c) zostaną wywieszone w kotłowni wskazówki dla palaczy zawierające dla różnych obciążeń palników jednej i drugiej grupy kotłów: wymagany ciąg kominowy, nastawienie regulatora dopływu bocznego powietrza do palnika i położenie klap regulujących dopływ wtórnego powietrza;

d) dla ułatwienia obsłudze nastawiania i kontroli ciągu kominowego jeden przyrząd wskazujący ciągomicznie będzie umieszczony na przedzie kotłów, drugi zaś — obok klapy kominowej.

Zdaniem prelegenta unormowanie, w sposób wyżej podany, regulacji ruchu kotłowni w cukrowni chodorowskiej winno ułatwić palaczom pracę, a kierownictwu technicznemu kontrolę palaczy, winno także przynieść cukrowni pewne korzyści materialne, dając możliwość osiągnięcia optymalnej sprawności cieplnej niezależnie od osobistych zdolności poszczególnych palaczy.

Po odczycie wywiązała się ożywiona dyskusja.

P. inż. Knaus zapytywał o pewne szczegóły dotyczące budowy rozdzielni, oraz konstrukcji „azurowego“ sklepienia rury płomiennej w kotłach systemu „Tischbeina“, nadto o bezpieczeństwo wykonanej instalacji gazowej.

P. prof. Witkiewicz wyraża zapatrywanie, że należałoby koniecznie powiększyć długość płomienicy przez wysunięcie palnika ku przodowi, co pozwoliłoby

uniknąć dopalania się gazu w kanale ogniowym za płomienicą. Również z uwagi na oddawanie ciepła spalin w płomienicy przez promieniowanie, uważa konstrukcję za mało szczęśliwą. Zwraca uwagę na trudność spalania metanu bez reszty i na błędy pomiarowe wynikające z niedokładnej analizy gazów spalania. Aparat inż. W. Wiśniewskiego umożliwia precyzyjną analizę spalin, jednakże metoda jest uciążliwa i kosztowna. Apeluje do Stowarzyszenia Dozoru Kotłów, oraz do Dyrekcji Cukrowni „Chodorów“ o dostarczenie środków do przeprowadzenia dokładnych pomiarów ruchowych, któreby dostarczyły cennego materiału dla konstruktora i ruchowca.

P. prof. Ochędusko stwierdza, że zakorzeniony pogląd wyrażony najpierw w pracy inż. Ziółkowskiego, jakoby zupełne spalanie metanu było trudne do osiągnięcia, nie utrzymuje się w świetle pomiarów wykonanych ostatnio w Laboratorium Kalorymetrycznym P. L. Pomiaru wykonane bardzo precyzyjnym kalorymetrem Junkersa oraz drogą analizy spalin, na zwyczajnym palniku Mäckera (zaopatrzonym w dyszkę o średnicy 0,8 mm) wykazały zgodnie, że możliwe jest spalanie metanu bez reszty pod warunkiem, że ilość powietrza wstępnego będzie dostatecznie duża (najmniej 60%). Nie ma powodu do przypuszczenia, aby to, co się udaje w palniku laboratoryjnym nie miało się spełniać również i w zastosowaniu przemysłowym. Ważną rolę odgrywa tu konstrukcja palnika, m. i. jego wielkość. Pomiaru wykonane na palnikach przemysłowych różnej wielkości (2 i 6 m³/min), które znajdują się w stadium opracowywania, przemawiają na korzyść palników mniejszych, w których stosunek obwodu strumienia gazu do jego przekroju jest większy.

P. dyr. Piwoński omawia doświadczenia lwowskiej gazowni, które w dużej mierze pokrywają się z badaniami przeprowadzonymi w Cukrowni Chodorowskiej. Wyraża opinię, że płomień palnika powinien być krótki, aby nie dotykał zimnych, chłodzonych wodą, części płomienicy. Wtedy da się niewątpliwie zrealizować zupełne spalanie metanu.

P. inż. Jarzembski omawia trudności całkowitej zgazyfikacji pieca wapiennego, posiadającego podstawowe znaczenie dla ruchu cukrowni. Gaz doprowadzony dotąd rurą pierścieniową w połowie wysokości pieca, doprowadza trzeba centralnie, aby nie wytopić wyprawy szamotowej pieca, a zarazem tak, aby nie przeszkadzała równomiernemu opadaniu masy wapiennej. Apeluje do konstruktorów o zajęcie się tym problemem.

P. prof. Ochędusko podaje pewne pomysły w związku z sugestiami przedmówcy.

P. inż. Wójcicki wskazuje na rolę Dozoru Kotłowego, który godzić musi teorię z praktyką. Zadaniem jego jest głównie dostarczenie odpowiednich przepisów prowadzenia ruchu i cel ten udało się po pomiarach przeprowadzonych w ciągu dwu kolejnych kampanii w dużej mierze zrealizować.

P. inż. Szymański nie zamyka oczu na niedoskonałość obecnych palenisk gazowych. Co innego jednak zgazyfikacja urządzeń starych, przystosowanych nadto do spalania paliwa zastępczego, a co innego budowa nowych urządzeń kotłowych. Jeżeli względnie prostymi środkami udało się po zgazyfikowaniu podnieść sprawność termiczną kotła do 80—84%, to trzeba ten wynik uważać za pomyślny i zapewne już wiele ponadto osiągnąć się nie da.

„CZASOPISMO TECHNICZNE“ WYCHODZI 10-go i 25-go KAŻDEGO MIESIĄCA.

Ceny ogłoszeń jednorazowych:

1/4 str. zł. 240; 1/2 str. zł. 140
1/4 „ „ 80; 1/8 „ „ 50
1/16 „ „ 30; 1/32 „ „ 20

Ogłoszenia na miejscach specjalnie rezerwowanych o 25% drożej. Dla ogłoszeń o zaopiarowaniu lub poszukiwaniu pracy opust 50%.

Adres Redakcji i Administracji:

Lwów ul. Zimorowicza l. 9.
Telefon Redakcji 226-60. Telefon
Redaktora 236-46 Konto P. K. O.
511.738.

Prenumerata w kraju: rocznie
zł. 32; kwartalnie zł. 8.

Cena pojedynczego zeszytu zł. 1.60.

Przy ogłoszeniach powtarzanych udziela się następujących opustów:

2-krotnie 10%	3-krotnie 12%
4- „ 15%	6- „ 20%
10- „ 25%	12- „ 30%
18- „ 40%	24- „ 50%

Dla ogłaszających się stale, zmianą w tekstach ogłoszeń są bezpłatne.