

TREŚĆ: Część urzędowa. Część nieurzędowa. 50-letni Jubileusz Polskiego Tow. Politechn. i II Zjazd Zrzeszonych Techników Polskich we Lwowie. — Prof. W. Mozer: Podstawy teoretyczne budowy kotła parowozowego i jego najgłówniejszych urządzeń. (Ciąg dalszy). — Inż. T. Kluz: Ustroje hyperstatyczne o elementach prostych. — Inż. T. Tillinger: Rezolucje XIV Międzynarodowego Kongresu Żeglugi w Kairze w r. 1926. (Dokończenie). — Wiadomości techniczne. — Wiadomości z literatury technicznej. — Biblijografia. — Różne sprawy.

Część urzędowa.

I. Ustawy i rozporządzenia.

W Dzienniku Ustaw z r. 1927 zostały ogłoszone:
w Nr. 65, poz. 577 rozporządzenia Prezydenta Rzeczypospolitej z dnia 15. lipca 1927 r. w sprawie wymiarów cegły, używanej przy budowie.

W Monitorze Polskim:

w Nr. 174 przedruk powyższego rozporządzenia.

II. Zmiany personalne.

A) Mianowania:

Urząd Wojewódzki (Okr. Dyr. Robót Publ.) w Warszawie:
Inż. Stanisław Porczyński, architekt powiatowy w VII st. sł. — radcą budownictwa w VI st. sł.

Inż. Stefan Netto i inż. Wsiewołod Lubarski — urzędnikami prowiz. w VIII st. sł.

Urząd Wojewódzki (Okr. Dyr. Rob. Publ.) w Lublinie:
Inż. Konrad Jankowski, dyrektor Okręgowej Dyrekcji Robót publ. w VI st. sł. — dyrektorem O. D. R. P. w V stop. służb.

Inż. Władysław Koziolkowski, inżynier powiatowy w VII st. sł. — radcą budownictwa w VI st. sł.

Urząd Wojewódzki (Okr. Dyr. Rob. Publ.) w Białymstoku:

Inż. Mikołaj Ostkiewicz-Rudnicki, inżynier powiatowy w VII st. sł. — radcą budownictwa w VI st. sł.

Urząd Wojewódzki (Okr. Dyr. Rob. Publ.) w Krakowie:
Referendarze w VII st. sł. inż. Praczyński, inż. Maksymilian Bittner, inż. Witold Dziędzielewicz i inż. Mieczysław Frank — radcami budownictwa w VI st. sł.

Urzędnicy VIII st. sł. inż. Erwin Nowak, inż. Julian Kolarzowski i inż. Zdzisław Kowalski — urzędnikami w VII stop. służb.

Inż. Antoni Oblipalski, urzędnik prow. IX st. sł. — urzędnikiem VIII st. sł.

Urząd Wojewódzki (Okr. Dyr. Robót Publ.) we Lwowie:
Referendarze w VIII st. sł. inż. Kazimierz Chudzikiewicz i inż. Tomasz Dobrowolski — referendarzami w VII st. sł.

Urząd Wojewódzki (O. D. R. P.) w Stanisławowie:
Inż. Franciszek Południowski, radca budownictwa w VI st. sł. (kierownik O. D. R. P. w Stanisławowie) — dyrektorem Okręgowej Dyrekcji Robót Publ. w V st. sł.

Urząd Wojewódzki (O. D. R. P.) w Łucku:
Inż. Franciszek Szczygieł, referendarz w VII st. sł. — radcą budownictwa w VI st. sł.

Inż. Wacław Gordziakowski, urzędnik prowiz. VII st. sł. — urzędnikiem prow. VI st. sł.

Inż. Leon Senyk, urzędnik prowiz. VIII st. sł. — urzędnikiem prowiz. VII st. sł.

Urząd Wojewódzki (O. D. R. P.) w Nowogródku:
Inż. Michał Sznee, urzędnik prowiz. VIII st. sł. — urzędnikiem prowiz. VII st. sł.

Dyrekcja Dróg Wodnych w Warszawie:
Inż. Wiktor Muszyński, urzędnik VIII st. sł. — urzędnikiem VII st. sł.

Dyrekcja Dróg Wodnych w Wilnie:

Inż. Jan Kołtan, referendarz w VII st. sł. — radcą budownictwa w VI st. sł.

Inż. Witold Rutkowski, referendarz w VII st. sł. — radcą budownictwa w VI st. sł.

Inż. Stanisław Wisłocki i inż. Konstanty Tołwiński, urzędnicy prow. VI st. sł. — urzędnikami VI st. sł.

Inż. Edward Wędziński, urzędnik prow. VII st. sł. — urzędnikiem VII st. sł.

Inż. Mieczysław Michalewicz, urzędnik prowiz. VIII st. sł. urzędnikiem VII st. sł.

Łudwik Bielicki, technik wodny w VIII st. sł. — asesorem w VII st. sł.

Okręgowa Dyrekcja Rob. Publ. m. st. Warszawy:

Maurycy Tuszowski, technik budowlany w VIII st. sł. — asesorem w VII st. sł.

Śląski Urząd Wojewódzki (Wydz. Kom. i Rob. Publ.) w Katowicach;

Inż. Józef Pietruszewicz, urzędnik VII st. sł. — urzędnikiem VI st. sł.

Jan Bukowski, urzędnik VIII st. sł. — urzędnikiem VII stop. służb.

Antoni Gawędzki — urzędnikiem VII st. sł.

B) Przeniesienia.

Inż. Stanisław Piotrowski, radca budownictwa w VI st. sł. z Urzędu Wojew. (O. D. R. P. w Białymstoku — do Urzędu Wojewódzkiego (O. D. R. P.) w Lublinie.

Inż. Wiktor Librowicz, radca budownictwa w VI st. sł. i inż. Witold Dunin, referendarz w VII st. sł. z Urzędu Woj. (O. D. R. P.) w Brześciu do Urzędu Wojew. (O. D. R. P.) w Łucku.

Inż. Jakób Kowalski, urzędnik prow. VII st. sł. z Urzędu Wojew. (O. D. R. P.) w Lublinie — do Urzędu Wojew. (O. D. R. P.) w Wilnie.

C) Zwolnienia.

Inż. Henryk Jensz, radca budownictwa w VI st. sł. w Urzędzie Wojew. (O. D. R. P.) w Wilnie.

Inż. Ludomir Rackiewicz, urzędnik VI st. sł. w Urzędzie Wojew. (O. D. R. P.) w Lublinie.

Inż. Józef Ciundziewicki, urzędnik prow. VI st. służb. w Urzędzie Wojew. (O. D. R. P.) w Nowogródku.

Stefan Sawicki, urzędnik VII st. sł. w Wydziale Robót Publicznych w Poznaniu.

D) Zmarli.

Inż. Władysław Łaszkiwicz, radca budownictwa w VI st. sł. w Urzędzie Wojew. (O. D. R. P.) w Lublinie — zmarł dnia 21 czerwca 1927.

Inż. Stanisław Skrzyński, radca budownictwa w VI st. sł., naczelnik Zarządu Dróg Wodnych w Warszawie — zmarł dnia 21 czerwca 1927.

50-letni Jubileusz Polskiego Towarzystwa Politechnicznego i II Zjazd Zrzeszonych Techników Polskich we Lwowie.

Polskie Towarzystwo Politechniczne we Lwowie obchodzi dnia 16 września 1927 r. 50-cio letnią rocznicę swego założenia. Z okazji tego jubileuszu Związek Polskich Zrzeszeń Technicznych zwołał do Lwowa II. Ogólny Zjazd Zrzeszonych Techników Polskich, który się odbędzie w dniach 16, 17 i 18 września 1927 w auli Politechniki. Głównym przedmiotem obrad będzie wynalezienie dróg i środków dla podniesienia naszej wytwórczości, obniżenia kosztów własnych i usprawnienia naszej produkcji w celu zapewnienia samowystarczalności i ułatwienia konkurencji z wytworami zagranicznymi, a zatem nad problemem obecnie najbardziej aktualnym t. z. „Gospodarnego pracowania“.

Dotychczas są opracowane następujące referaty:

1. Inż. Wł. Nestorowicz, „Problem drogowy w Polsce i możliwości jego rozwoju.
2. Inż. Maurycy Chorzewski, „Przemysł metalowy w Polsce“.
3. Inż. S. Sztolcman, „Komunikacja kolejowa“.
4. Inż. T. Tillinger, „Warunki ogólne rozwoju dróg wodnych w Polsce i ich znaczenie tranzytowe“.
5. Dr. St. Bartoszewicz, „Przemysł rafineryjny w Polsce“.
6. Radca Witold Hoyer, „Wywóz z Polski produktów rolnych“.
7. August Iwański, „Przemysł rolny w Polsce“.
8. Stanisław Małkowski, „Podstawy naturalne kraj. przemysłu kamieniarskiego“.

9. Inż. Antoni Dziurzyński, „Stan Gazownictwa w Polsce po uzyskaniu niepodległości“.

10. Zbigniew hr. Żółtowski, „Ogólne warunki produkcji rolniczej“.

11. Zw. Przemysłu włókienniczego w Polsce, „Rzut oka na polski przemysł włókienniczy“.

12. Inż. S. K. Drewnowski, „Polski Przemysł spirytusowy“.

13. Prof. Z. Pietruszczyński, „Produkcja roślinna w Polsce“.

14. Henryk Wysokiński, „Produkcja zwierzęca w Polsce“.

15. Dr. Stanisław Schätzel, „Przemysł naftowy“.

16. Inż. Henryk Karpiński, „Stan przemysłu papierniczego w Polsce, jego potrzeby i widoki rozwoju na przyszłość“.

Pozatem jest zapowiedziany dalszy szereg referatów z rozmaitych działań gospodarstwa krajowego, które jeszcze nie zostały przedłożone Komitetowi Zjazdowemu.

Program Zjazdu obejmuje oprócz obrad:

15-go września o godz. 20-tej; Zebranie koleżeńskie w Hotelu Krakowskim.

16-go września; Przedstawienie w Teatrze Wielkim.

17-go września; Bankiet w Hotelu Krakowskim.

18-go września; Raut miasta Lwowa w ratuszu.

19-go września; Wycieczki do Zagłębia Naftowego w Borysławiu, Kopalni soli potasowych w Kałuszu i na linię kolejową Stanisławów-Woronienka.

Prof. W. Mozer.

Podstawy teoretyczne budowy kotła parowozowego i jego najgłówniejszych urządzeń.

(Ciąg dalszy).

Temperatura spalin.

Spaliny są głównie mieszaniną składników: CO_2 , H_2O , O_2 i N_2 . Zawartość ciepła tej mieszaniny zależy przede wszystkim od wartości opałowej paliwa, a także od ciepła uwięzionego w samym paliwie w chwili rzucania go na ruszt i ciepła zawartego w dostarczonym powietrzu.

Jeżeli oznaczymy przez:

W_u kal/kg paliwa użyteczną (dolną) wartość opałową paliwa, T^0 C temperaturę spalin,

g_n kg/kg paliwa wagę dowolnego składnika spalin z 1 kg paliwa, przyczem waga spalin G kg/kg paliwa = $\sum g_n$,

$(c_{p\text{sr}})_n$ kal/kg, 1^0 C średnie ciepło właściwe dowolnego składnika spalin przy stałym ciśnieniu dla zakresu temperatur 0^0 do T^0 ,

c_1 kal/kg, 1^0 C ciepło właściwe paliwa,

$c_{p2\text{sr}}$ kal/kg, 1^0 C średnie ciepło właściwe powietrza przy stałym ciśnieniu, między 0^0 C a t^0 C,

t_1^0 C temperaturę paliwa doprowadzonego,

t_2^0 C temperaturę powietrza doprowadzonego,

L kg powietrza/kg paliwa wagę powietrza doprowadzonego,

to zakładając, że spalanie jest zupełne i że ciepło przytem wywiązane nie rozprasza się, możemy napisać

$$\sum g_n \cdot (c_{p\text{sr}})_n \cdot T = W_u + C_1 \cdot t_1 + L \cdot c_{p2\text{sr}} \cdot t_2,$$

$$\text{skąd } T = \frac{W_u + c_1 \cdot t_1 + L \cdot c_{p2\text{sr}} \cdot t_2}{\sum g_n \cdot (c_{p2\text{sr}})_n} \quad (12)$$

Dla ciał stałych i płynnych wartość wyrażenia $c_1 \cdot t_1$ jest nieznaczną i może być pominięta. Wprowadzając powietrze nie-

podgrzane, co zwykle zachodzi, możemy i drugi człon $L \cdot c_{p2\text{sr}} \cdot t_2$ opuścić.

Równanie (12) da się tedy przedstawić

$$T = \frac{W_u}{\sum g_n \cdot (c_{p\text{sr}})_n} \quad (13)$$

Ponieważ w paleniskach parowozowych tylko część paliwa stałego spala się, reszta zaś przelatuje niedopalona do popielnika względnie osiada w dymnicy, a nadto powstają straty ciepłe skutkiem promieniowania do popielnika, trzeba do wzoru (13) wprowadzić jeszcze dzielność paleniska η_{pal} . Ostateczna forma wzoru na obliczenie temperatury spalania będzie więc

$$T = \frac{W_u \cdot \eta_{\text{pal}}}{\sum g_n \cdot (c_{p\text{sr}})_n} \quad (14)$$

Dzielność paleniska parowozowego η_{pal} wynosi $0,88 \div 0,82$ średnio $\eta_{\text{pal}} = 0,85$. Z uwagi, że ciepło właściwe składników $(c_{p\text{sr}})_n$ jest funkcją temperatury, należy we wzorze (14) założyć naprzód temperaturę T^0 C i wyznaczyć na podstawie tablic lub stosownych wzorów odpowiadające tej temperaturze $(c_{p\text{sr}})_n$. Jeżeli wynik rachunku nie zgodzi się z równością $W_u \cdot \eta_{\text{pal}} = T \cdot \sum g_n \cdot (c_{p\text{sr}})_n$ obliczenie należy przeprowadzić ponownie, poprawiając w odpowiednim kierunku przyjętą temperaturę T .

Średnie ciepło właściwe poszczególnych składników spalin, czyli stosunek:

ciepło potrzebne do podgrzania 1 kg (wzgl. 1 m^3) gazu od 0^0 do t^0

¹⁾ Ściśle traktując ten problem należałoby od licznika równania (14) odjąć jeszcze tę ilość ciepła, która w postaci energii promienistej przechodzi przez ściany paleniska do wody.

przy niezmiennem ciśnieniu 1 atm wynosi dla ¹⁾:

	na 1 kg	na 1 m ³
bezwodnika węglowego	$c_{p\text{sr}} = 0,2 + 0,0000691 t - 0,0000000191 t^2$,	$0,393 + 0,0001359 t - 0,0000000277 t^2$,
pary wodnej przegrzanej	$c_{p\text{sr}} = 0,4694 - 0,0000191 t + 0,0000000411 t^2$,	$0,3777 - 0,0000154 t + 0,0000000330 t^2$,
(w stanie gazowym)		
azotu	$c_{p\text{sr}} = 0,2417 + 0,0000178 t$,	$0,3025 + 0,0000223 t$
bezwodnika siarkawego	$c_{p\text{sr}} = 0,1373 + 0,0000475 t - 0,0000000097 t^2$	$0,392 + 0,0001359 t - 0,0000000277 t^2$,
tłenu	$c_{p\text{sr}} = 0,2117 + 0,0000156 t$	
powietrza	$c_{p\text{sr}} = 0,2348 + 0,0000173 t$	
tlenku węgla	$c_{p\text{sr}} = 0,2419 + 0,0000179 t$	

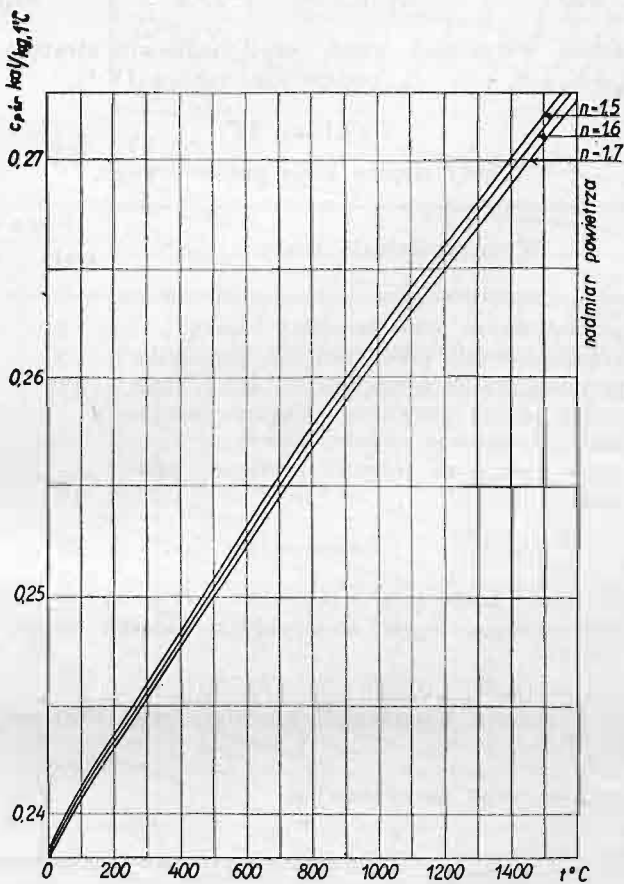
Do celów praktycznych można wyznaczyć temperaturę spalania T z równania

$$Q = G_o \cdot c_{p\text{sr},o} \cdot T \quad (15)$$

gdzie oznaczają: Q kal/godz ilość ciepła wytworzoną na ruszcie w godzinie,

G_o kg/godz ilość spalin powstałą z paliwa w godzinie,

c_{p_{sr},o} kal/kg, t^o C średnie ciepło właściwe spalin.



Rys. 2.

Średnie ciepło właściwe spalin węgla górnośląskiego (Tablica V) jako funkcja temperatury i nadmiaru powietrza.

Na rys. 2 podano średnie ciepło właściwe spalin dla węgla górnośląskiego (Tablica V) w zależności od temperatury i nadwyżki powietrza.

Chcąc zastosować wzór (14) do wyznaczenia temperatury paliwa płynnego należy uwzględnić jeszcze doprowadzoną ilość pary, potrzebnej do rozpylania płynu.

Ilość doprowadzonej pary powinna wynosić (0,30 ÷ 0,50) na jeden kg paliwa płynnego. Należy przytem pamiętać, że zużycie pary rośnie wraz ze wzrostem ciśnienia w kotle. Para ta powiększa ilość spalin, obniżając jednocześnie odpowiednio temperaturę spalin. Dalsze obniżenie temperatury następuje skutkiem dysocjacji pary w wysokiej temperaturze. Każdy kg pary rozpadając się na swe składniki, odbiera z wytworzonej

¹⁾ Wzory podane w czasopiśmie Feuerungstechnik 1915/1916 wedle doświadczeń ogłoszonych przez: C. R. Kuzell i G. Whigton, Bulletin of the American Institute of Mining Engineers.

ilości ciepła $\frac{29000}{9} = 3220$ kal/kg. Należy więc od użytecznej wartości opałowej W_u paliwa płynnego odjąć (0,30 ÷ 0,50) · 3220 kal. Wobec tego

$$\eta \cdot W_u = W_u - (0,3 - 0,5) \cdot 3220 \quad (16)$$

Dotychczasowe obserwacje procesów spalania w skrzyniach paleniskowych pouczają, że z pośród wielu czynników wpływających na wysokość temperatury spalania, decydujące znaczenie posiada jednostkowe obciążenie rusztu $\frac{B}{R}$ kg/m², godz.¹)

Wedle prof. Gossa ²⁾ temperatura spalania da się określić wzorem

$$T^o C = 975 + \frac{B}{R} \quad (17)^3)$$

Jednostkowym obciążeniem rusztu $\frac{B}{R}$, względnie temperaturą, obliczoną na podstawie wzoru (17), odpowiadają podciśnienia w skrzyni dymowej, zestawione w tablicy II.

Tablica II.

Temperatury spalin w zależności od obciążenia rusztu i podciśnienia w skrzyni dymowej.

Obciążenie rusztu B/R kg/m ² , godz	Temperatura spalin T ^o C	Podciśnienie w dymnicy l mm sł. wody
350	1325	84
400	1375	92
450	1425	115
500	1475	127
550	1525	146
600	1575	167
650	1625	182

W obliczeniach przybliżonych można posługiwać się wzorem na najkorzystniejsze podciśnienie w dymnicy l mm słupa wody = 0,31 · B/R - 25 (18)

Temperatura spalin zależy w wysokim stopniu od nadmiaru powietrza i z jego wzrostem maleje, gdyż wtedy rośnie mianownik w równaniu (14).

Ilość ciepła Q kal/godz, wytworzona na ruszcie R m², dzielność kotła η_k i straty cieplne S_k.

Znając wielkość powierzchni rusztu R m², jednostkowe obciążenie rusztu $b = \frac{B}{R}$ kg/m², godz, i dolną wartość opałową

¹⁾ Zjawisko to staje się zupełnie zrozumiałem, gdy wprowadzi się tu jeszcze jeden czynnik, obniżający temperaturę spalin, a mianowicie promieniowanie warstwy rozżarzonego węgla i spalin. Ponieważ wysyłana energia promienista jest prawie stałą i niezależną od obciążenia rusztu, dlatego w miarę wzrostu tego obciążenia rośnie licznik w równaniu (14). Aby temperatura spalania była stała, natężenie promieniowania musiałoby rosnąć w tym samym stosunku jak obciążenie rusztu.

²⁾ W. Goss, High steam pressures in locomotive service. Carnegie Institution of Washington 1907.

³⁾ Ponieważ formuła (17) nie uwzględnia wpływu wartości opałowej paliwa i zmienności strat cieplnych w palenisku zależnie od obciążenia więc temperatury spalania wedle niej obliczone są tylko przybliżone (za wielkie).

(użyteczną) W_u możemy wyznaczyć teoretyczną ilość ciepła, powstającego na ruszcie z równania

$$Q, \text{ kal/godz} = R. b. W_u \dots (19)$$

Paliwo w ilości $R. b$ kg/godz wytwarza w kotle D kg pary na godzinę. Ponieważ do każdego kg pary w kotle należy doprowadzić ciepło i kal/kg , więc do wnętrza kotła przechodzi $D. i$ kal/godz . Ilość ciepła, która rzeczywiście zużywa się na wytworzenie D kg pary/godz wynosić będzie

$$R. b. W_u \cdot \eta_k = D. i,$$

skąd dzielność kotła:

$$\eta_k = \frac{D. i}{R. b. W_u} \dots (20)$$

Całkowitą stratę cieplną kotła S_k otrzymamy z równania

$$S_k \text{ kal/godz} = R. b. W_u - i. D = (1 - \eta_k) \cdot Q \dots (21)$$

Na całkowitą stratę cieplną kotła S_k składają się straty częściowe, które kolejno omówimy:

1. Strata S_1 powstaje skutkiem przelatywania nadpalonych lub niedopalonych ułamków paliwa (spadwin) przez ruszt do popielnika. Wielkość tej straty zależy od sortymentu paliwa, szerokości szczelin rusztu i podciśnienia w dymnicy. Zawiera się ona w granicach 3 — 7%.

2. Strata S_2 spowodowana jest promieniowaniem ciepła przez ruszt do popielnika. Średnio przyjmuje się S_2 równą 2%.

3. Strata S_3 , t. zw. strata skutkiem promieniowania na zewnątrz, pochodzi od przenikania ciepła przez zewnętrzne ściany kotła. Badania na stanowiskach dynamometrycznych wykazały, że $S_3 = \frac{k \cdot F (t_2 - t_1)}{R. b. W_u} \cdot 100 = \approx 0,5\%$; w równaniu tem oznaczają:

k $\text{kal/m}^2, 1^\circ \text{C}, \text{godz} = 13$ sumaryczny współczynnik przechodzenia ciepła, F m^2 powierzchnię zewnętrznych ścian kotła, $(t_2 - t_1)$ różnicę temperatur wody w kotle i otoczenia. Uwzględniając wpływ ruchu powietrza w czasie jazdy przyjmuje się dla parowozów $S_3 =$ do 1%.

4. Strata S_4 jest wynikiem porywania cząstek paliwa niespalonych lub niedopalonych do dymnicy, a także uchodzenia paliwa w postaci iskier przez komin. Niedopałki w dymnicy przedstawiają stratę 3 — 7% ciepła, zawartego w paliwie, zaś iskry unoszą ze sobą 1 — 2% tego ciepła, czyli $S_4 = 4 - 9\%$.

5. Strata kominowa S_5 czyli ilość ciepła, którą unoszą ze sobą spaliny, stanowi najważniejszą pozycję rozchodową w bilansie ciepła kotła parowozowego. Strata ta równa się zawartości cieplnej spalin, wchodzących do dymnicy z temperaturą średnią $t_5^\circ \text{C} = 350 - 500^\circ$, przyczem za poziom porównawczy należy uważać temperaturę powietrza, doprowadzanego pod ruszt,

czyli $S_5 = \frac{G \cdot c_{p\text{sr}} (t_5 - t_1)}{R. b. W_u} \cdot 100\%$ przyczem G jest ciężarem spa-

lin w kg , względnie objętością spalin w m^3 , zaś $c_{p\text{sr}}$ odpowiednio średnie ciepło właściwe spalin. Biorąc średnią pomiędzy latem i zimą, można przyjąć temperaturę powietrza, używanego do palenia $t_1^\circ \text{C} = 0^\circ$. W tablicy III¹⁾ podano wielkość S_5 w zależności od nadmiaru powietrza i temperatury spalin w skrzyni dymowej.

Tablica III.

Strata kominowa S_5 w zależności od temperatury spalin w dymnicy i nadwyżki powietrza.

Temperatura w dymnicy $^\circ \text{C}$	Strata S_5 % przy nadwyżce powietrza $n =$		
	1,5	1,6	1,7
350	19,1	20,3	21,4
400	21,9	23,3	24,6
450	24,8	26,3	27,8
500	27,6	29,4	31,0

Sumę wszystkich strat, czyli całkowitą stratę kotłową $S_k = S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5$ podaje nam tablica IV¹⁾.

Tablica IV.

Straty cieplne kotła parowozowego.

Wyszczególnienie straty	Straty	
	małe %	duże %
S_1 : przelatywanie przez szczeliny rusztu . .	3	7
S_2 : promieniowanie przez ruszt do popielnika	2	2
S_3 : promieniowanie zewnętrznych ścian kotła	1	1
S_4 : strata paliwa porwanego ciągiem (niedopałki, niespalone cząstki, iskry)	4	9
S_5 : strata kominowa (niewykorzystane ciepło spalin)	19	30
Razem strata S_k . .	29	49

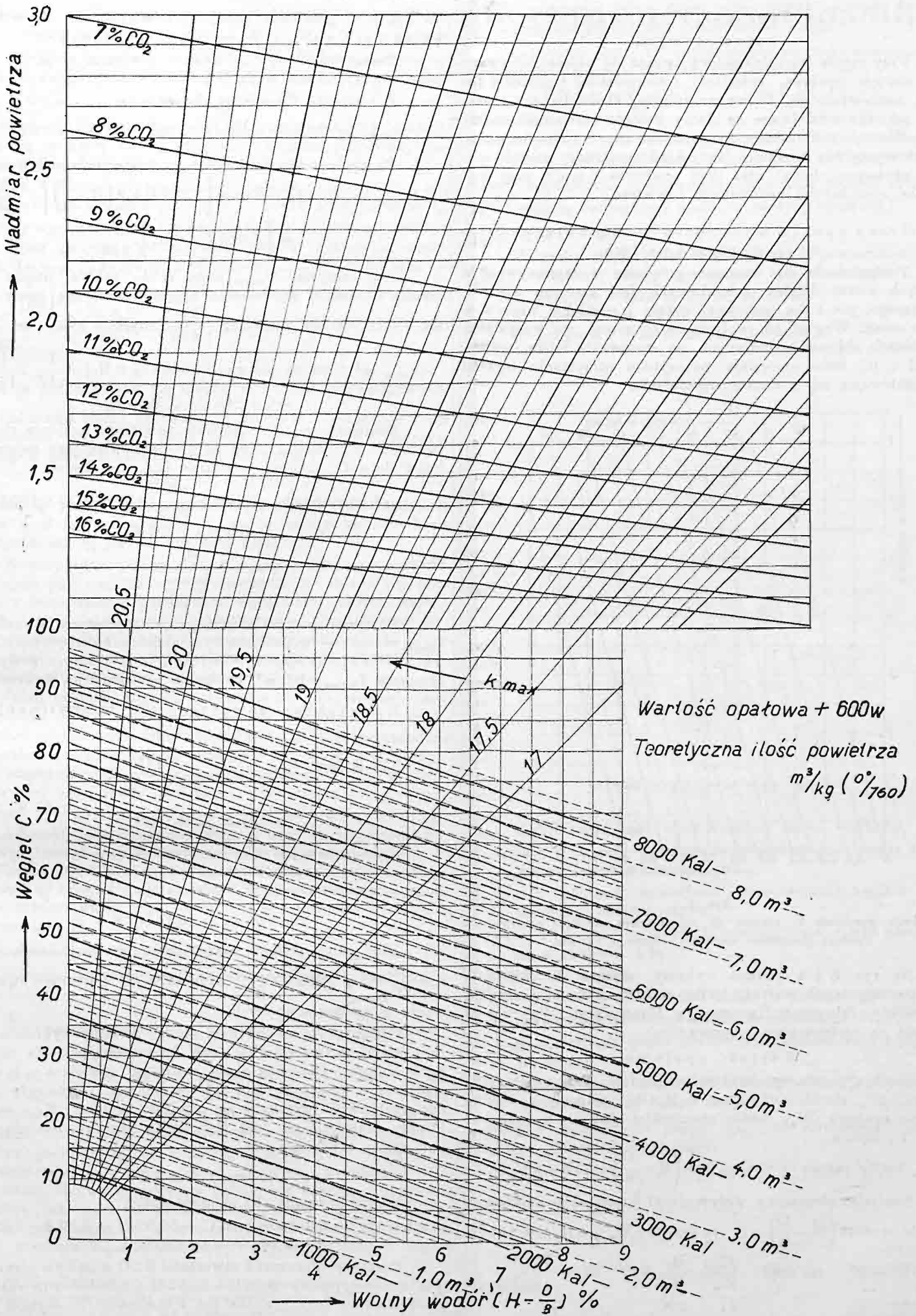
Dzielność kotła $\eta_k \% = 100 - S_k = (71 - 51) \%$. Dla średniowartościowego węgla i zwykłych natężeń rusztu $\eta_k = (62 - 66) \%$.

¹⁾ Brückmann, Heissdampflokotiven, wyd. 1920, str. 636

Tablica V.

Charakterystyczne wartości paliw, używanych w ruchu parowozowym.

Rodzaj paliwa (w stanie powietrzno-suchym)	Składniki paliwa w %							Wartość opałowa kal/kg (dolna) wedle niem. formuły związkowej	Teoretyczna ilość powietrza potrzebna do zupełnego spalania 1 kg paliwa		Ilość spalin przy nadwyżce powietrza							
	węgiel	wodór	tlen	azot	siarka	woda hygro-skopijna	popiół				$n = 1$		$n = 1,5$		$n = 1,6$		$n = 1,7$	
											kg	m^3	kg	m^3	kg	m^3	kg	m^3
węgiel westfalski antracyt	85,42	3,82	4,68	1,23	0,95	3,90	7882	11,11	8,58	12,05	9,02	17,60	13,31	18,71	14,27	19,82	15,03	
" " zwykły .	80,00	4,7	6,00	1,5	1,3	6,5	7655	10,71	8,28	11,65	8,89	17,00	13,08	18,07	13,86	19,14	14,69	
" górnośląski kostkowy z kop. Hohenzollern .	75,00	4,5	9,7	1,0	0,6	3,5	7026	9,82	7,60	11,16	8,31	16,07	12,11	17,05	12,87	18,03	13,68	
" dąbrowski kostka z kop. Czeladź-Saturn	71,20	4,3	11,8	1,3	0,5	8,1	6572	9,22	7,14	10,69	7,98	15,30	11,55	16,22	12,26	17,14	12,97	
" krakowski kostka z kop. Jaworzno . .	55,70	3,7	13,9	1,0	3,2	11,42	4581	7,45	5,76	8,72	6,54	12,45	9,42	13,19	10,00	13,94	10,58	
" brunatny serbski . .	59,47	3,94	20,69	—	—	13,00	5132	7,38	5,71	8,36	7,27	12,05	10,12	12,79	10,69	13,53	11,26	
" brunatny z kop. Dżurów w Małopolsce .	50,5	3,8	15,4	1,3	3,2	14,1	4636	6,8	5,26	8,15	6,16	11,55	8,99	12,23	9,32	12,91	9,85	
drzewo (sosna)	40,5	5,0	34,0	—	—	20,0	3378	5,02	3,88	6,00	6,71	8,51	8,25	9,01	8,64	9,51	9,03	
mazut borysławski	85,23	13,24	1,5	—	—	—	10703	14,9	11,52	15,43	11,95	22,88	17,71	24,37	18,86	25,86	20,01	
torf z Pomorza	88,50	3,74	22,27	2,41	1,98	20,0	3048	5,02	3,88	6,69	5,15	9,20	7,09	9,70	7,48	10,21	7,87	



Rys. 3.

Wartość opałowa górna, teoretyczna objętość powietrza i największy procent CO₂ w spalinach jako funkcja chemicznego składu paliwa, oraz nadmiar powietrza w zależności od % CO₂ w spalinach i od składu paliwa.

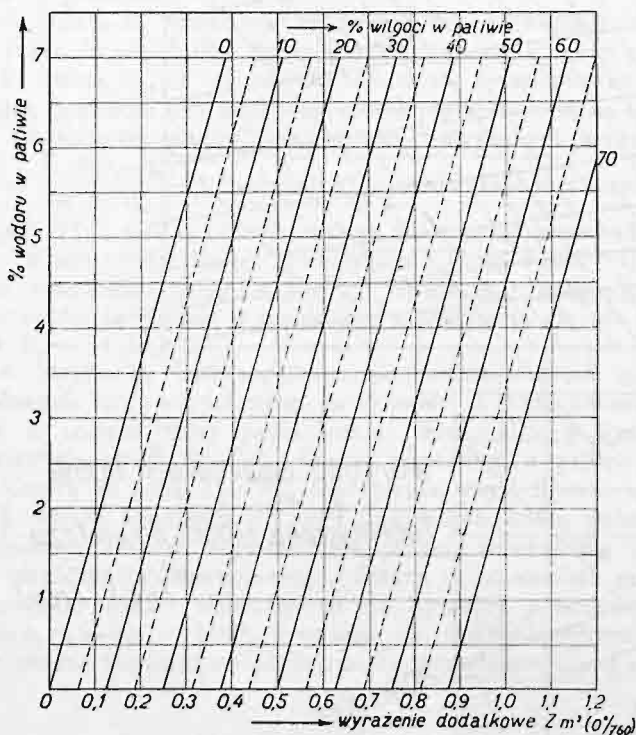
Najważniejsze dane paliw, używanych w ruchu parowozowym.

Przy ocenie wartości paliwa zwraca się najczęściej uwagę na: wartość opałową, zawartość i temperaturę topliwosci popiołu, zachowanie się paliwa na ruszcie, części lotne i składniki, szkodliwie działające na blachy kotłowe (zawartość siarki).

W tablicy V. zestawiono, dla rozmaitych rodzajów paliw, charakterystyczne wielkości jak: skład chemiczny, wartość opałową użyteczną (dolną) oraz ilość powietrza i spalin przy najczęściej spotykanych nadwyżkach powietrza.

Graficzny sposób wyznaczenia charakterystycznych wartości paliwa.

Posługiwanie się wzorami, połączone z wykonywaniem zawiłych nieraz działań rachunkowych jest zarówno dla projektującego, jak i dla ruchowca, nużące i pochłania wiele drogiego czasu. Względ ten wpływa coraz więcej, we wszystkich dziedzinach obliczeń technicznych, na stosowanie tablic, wykresów, i t. p., które pozwalają na szybkie otrzymanie wyniku i zorientowanie się w danym zagadnieniu.



Rys. 4.

Dodatkowe wyrażenie Z, służące do wyznaczenia objętości spalin jako funkcja zawartości wodoru i wilgoci w paliwie.

Na rys. 3 i 4 podano wykresy, służące do obliczenia charakterystycznych wartości paliw stałych, którymi posługują się zakłady fabryczne Hanomag w Hannoverze. Wykresy te polegają na następującym rozumowaniu:

Wartość opałowa.

Niech elementarny skład paliwa będzie: C% węgla, H% wodoru, S% siarki, O% tlenu i H₂O% wilgoci, to dolna wartość opałowa W_u, wedle niemieckiej formuły związkowej (wzór 1), będzie

$$W_u \text{ kal/kg paliwa} = 81 C + 290 \left(H - \frac{O}{8} \right) + 25 S - 6 H_2 O.$$

Pomijając nieznaczny wpływ siarki i oznaczając efektywną wartość wodoru $\left(H - \frac{O}{8} \right) = H_1$ otrzymamy $W_u + 6 H_2 O = 81 C + 290 H_1 = W_g$, zaś stąd: $\frac{C}{81} + \frac{H_1}{290} = 1$.

Jest to równanie gromady prostych równoległych $W_g = \text{const}$ — w układzie prostokątnym C i H₁, którą przedstawiono

na rys. 3 w granicach, określonych wartościami $W_g = 0 \text{ kal/kg}$ paliwa przy C=0% i $W_g = 8100 \text{ kal/kg}$ paliwa przy C=100%.

Teoretyczne zapotrzebowanie powietrza w m³/kg paliwa przy 0° C i 760 mm słupa Hg.

Z równania (3) wiemy, że

$$O_{\text{najmn}} \text{ kg tlenu/kg paliwa} = (2,666 C + 8 H + S - O) \cdot \frac{1}{100}.$$

Po opuszczeniu siarki S i przekształceniu wzoru mamy

$$O_{\text{najmn}} \text{ kg tlenu/kg paliwa} = \left[2,666 C + 8 \left(H - \frac{O}{8} \right) \right] \cdot \frac{1}{100} = \left[2,666 C + 8 H_1 \right] \cdot \frac{1}{100}.$$

Aby otrzymać O_{najmn} tlenu m³/kg paliwa, należy w powyższe równanie wprowadzić objętość właściwą tlenu równą dla 0° C i 760 mm słupa Hg $\frac{1}{1,429}$, czyli

$$O_{\text{najmn}} \text{ m}^3 \text{ tlenu/kg paliwa} = [2666 C + 8 H_1] \cdot \frac{1}{1,429} \cdot \frac{1}{100} = 0,01866 C + 0,0555 H_1.$$

Ponieważ w 100 częściach powietrza znajduje się objętościowo 20,9 części tlenu więc — odpowiadającą najmniejszej ilości tlenu O_{najmn} ilość powietrza L_{najmn} — będzie

$$L_{\text{najmn}} \text{ m}^3 \text{ powietrza/kg paliwa} = \frac{100}{20,9} (0,01866 C + 0,0555 H_1) = 0,089 + 0,265 H_1,$$

skąd

$$\frac{C}{0,089} + \frac{H_1}{0,265} = 1.$$

Równanie to przedstawia gromadę prostych równoległych $L_{\text{najmn}} = \text{const}$ — w prostokątnym układzie współrzędnych C i H₁ (rys. 3). Podstawiając za C=100% otrzymamy z powyższego równania $L_{\text{najmn}} = 8,9 \text{ m}^3$, co można zauważyć na wykresie.

Największa zawartość CO₂ w spalinach suchych — K_{najw}.

$$\text{Jak wiemy } K_{\text{najw}} \% = \frac{21 C}{C + 2,37 H_1},$$

$$\text{skąd: } C(21 - K_{\text{najw}}) = 2,37 K_{\text{najw}} H_1, \text{ czyli: } C = \frac{2,37 K_{\text{najw}}}{21 - K_{\text{najw}}} \cdot H_1.$$

Jestto równanie pęku prostych $K_{\text{najw}} = \text{const}$, wychodzących z początku prostokątnego układu współrzędnych C i H₁. Podstawiając za C=100% otrzymamy $K_{\text{najw}} = 21\%$ (rys. 3).

Nadmiar powietrza n.

Dla paliw stałych ważny jest w przybliżeniu wzór: $n = \frac{K_{\text{najw}}}{CO_2 \text{ necz}}$, gdzie CO₂ necz oznacza w % zawartość dwutlenku węgla w spalinach suchych.

Opierając się na podanym wzorze możemy wykreślić siatkę linii stałej zawartości CO₂ (rys. 3) następująco. Na osi rzędnych obieramy dowolną skalę nadmiaru powietrza n i wyprowadzamy z punktów, leżących na tej osi, równoległe do osi odciętych aż do przecięcia się z pękiem promieni $K_{\text{najw}} = \text{const}$. Punkty przecięcia się tych linii dadzą nam wspomnianą siatkę linii stałej zawartości CO₂.

Objętość spalin z 1 kg paliwa.

Wedle równania (9) objętość spalin

$$G \text{ m}^3 \text{ spalin/kg paliwa} = 8,96 C + 32,52 H + 3,35 S - 2,66 O + 1,244 W + (n-1) L_{\text{najmn}}.$$

Pomijając nieznaczne zawartości S i O w paliwie otrzymamy $G \text{ m}^3 \text{ spalin/kg paliwa} = 8,96 C + 32,52 H + 1,244 W + (n-1) L_{\text{najmn}}$, gdzie wartość L_{najmn}, znana już z równania (5), wynosi L_{najmn}

$$\text{m}^3 \text{ powietrza/kg paliwa} = \frac{2,666 C + 8 H}{0,281 \cdot 1,293} = 8,96 C + 26,97 H.$$

Wstawiając otrzymaną wielkość w równanie $G \text{ m}^3 \text{ spalin/kg}$ paliwa możemy napisać

$$G \text{ m}^3 \text{ spalin/kg} \text{ paliwa} = L_{\text{najmn}} + 5,55 H + 1,244 W + n L_{\text{najmn}} - L_{\text{najmn}}$$

Nazywając wyrażenie $5,55 H + 1,244 W = Z$, będzie wkońcu

$$G_{0^{\circ}, 760 \text{ mm Hg}} \text{ m}^3 \text{ spalin/kg} \text{ paliwa} = Z + n L_{\text{najmn}}$$

Równanie $Z = 5,55 H + 1,244 W$ przedstawia tedy wartość dodatkową, o którą należy zwiększyć objętość powietrza, potrzebnego do palenia, aby otrzymać objętość spalin.

Rys. 4 przedstawia graficznie wyrażenie dodatkowe Z w m^3 , odniesione do zawartości w paliwie — wodoru H i wilgoci W w $\%$.

Aby wyrazić wagowo ilość spalin należy do ciężaru powietrza dodać ciężar paliwa z pominięciem popiołu (spadownin rusztowych): $G_{0^{\circ}, 760 \text{ mm Hg}} \text{ kg} \text{ spalin/kg} \text{ paliwa} = n L_{\text{najmn}} \text{ m}^3 \cdot 1,293 \text{ kg/m}^3 + \left(1 - \frac{P}{100}\right)$, gdzie oznaczają: P zawartość popiołu w paliwie w $\%$, zaś $1,293$ ciężar właściwy powietrza dla 0°C i 760 mm sł. rtęci.

II. Teoria przenoszenia się ciepła w kotłach parowozowych.

Całkowite ciepło użyteczne $Q_u \text{ kal/godz}$ przenoszone przez powierzchnię ogrzewalną kotła do wody względnie i do pary, krążącej w przegrzewaczu, określa równanie

$$Q_u = Q - S_k = Q \eta_k \quad (22)$$

przyczem Q jest to rachunkowa ilość ciepła, powstająca na ruszcie z $B \text{ kg}$ paliwa/godz, S_k są to straty ciepłone kotła w kal/godz , zaś η_k jest to dzielnosc kotła.

W przypadku parowozów pracujących parą nasyconą odparowująca powierzchnia ogrzewalna kotła H składa się zasadniczo z bezpośredniej powierzchni ogrzewalnej skrzyni ogniowej H_b i pośredniej powierzchni ogrzewalnej płomieniówek H_r . Część przedniej ściany sitowej, oddzielającej walczak od dymnicy, mimo przyczyniania w pewnej mierze do odparowania, nie zalicza się do powierzchni odparowującej.

Jeżeli parowóz posiada urządzenie do przegrzewania pary, wtedy obok powierzchni ogrzewalnej H_b wchodzi w skład powierzchni ogrzewalnej odparowującej kotła H także powierzchnia ogrzewalna płomieniówek i płomienic $H_{r+k} = H_r + H_1 + H_{1,k}$, gdzie oznaczają: H_r powierzchnię płomieniówek, H_1 tą część powierzchni ogrzewalnej płomienic, która otacza przegrzewacz, zaś $H_{1,k}$ powierzchnię ogrzewalną wolnych końców płomienic.

W przypadku najogólniejszym, a więc kiedy parowóz wyposażony jest w przegrzewacz pary i podgrzewacz wody do całkowitej powierzchni ogrzewalnej H_c należą: powierzchnia ogrzewalna odparowująca $H = H_b + H_{r+k}$, powierzchnia ogrzewalna przegrzewacza $H_{\text{przeg}} = H_2$ i powierzchnia ogrzewalna podgrzewacza $H_{\text{pod}} = H_3$ czyli:

$$H_c = H + H_{\text{przeg}} + H_{\text{pod}} = H_b + H_r + H_1 + H_{1,k} + H_2 + H_3, \quad (23)$$

Rozpatrzmy kolejno przenoszenie ciepła przez te powierzchnie.

1. Przenoszenie ciepła przez powierzchnię ogrzewalną skrzyni ogniowej.

Ruch ciepła w skrzyni paleniskowej, od rusztu w kierunku ścian, odbywa się: 1. wskutek konwekcji czyli unoszenia ciepła przez drobiny spalin, które stykają się ze ścianami paleniska; 2. pod działaniem energii promienistej, to jest fal elektromagnetycznych, — widocznych świetlnych, w wyższych temperaturach, lub niewidocznych cieplnych, w niższych temperaturach. Zauważyć przytem należy, że energję promienistą wysyłają tak warstwa rozżarzonego paliwa, spoczywająca na ruszcie, jak i spaliny, a w szczególności CO_2 i para wodna H_2O , unoszące się w palenisku¹⁾. Obydwa te rodzaje energii

¹⁾ W rozważaniach naszych będziemy uwzględniać tylko powierzchnię ogrzewalną tej części przegrzewacza, która tkwi w płomienicach walczaka, czyli tak zwaną powierzchnię ogrzewalną przegrzewacza właściwą H_2 . Powierzchnia ogrzewalną przegrzewacza całkowita H_{przeg} jest trochę od H_2 większa.

cieplnej odbywają dalszą drogę przez ściany paleniska do wody na skutek kondukcji czyli przewodzenia ciepła.

Całkowite ciepło Q_b przedostające się przez ściany skrzyni paleniskowej możemy tedy wyrazić wzorem:

$$Q_b \text{ kal/godz} = Q_{\text{styk}} + Q_{\text{promieniste}} = K \cdot H_b \cdot (T_0 - t), \quad (24)$$

gdzie oznaczają:

$K \text{ kal/m}^2, 1^{\circ} \text{C}, \text{ godz}$ sumaryczny współczynnik przechodzenia ciepła (krócej współczynnik przenikania ciepła);

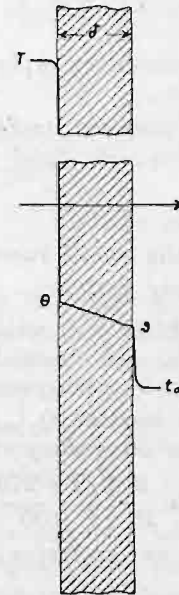
$H_b \text{ m}^2$ bezpośrednią powierzchnię ogrzewalną skrzyni ogniowej;

$T_0^{\circ} \text{C}$ średnią temperaturę spalin w skrzyni ogniowej;

$t_0^{\circ} \text{C}$ temperaturę wody w kotle.

W ruchu ciepła przez ścianę płaską o powierzchni $H_b \text{ m}^2$ (rys. 5) rozróżnić należy następujące kolejne okresy:

1. przejście ciepła ze spalin do ściany;
2. przewodzenie ciepła przez ścianę i
3. przejście ciepła ze ściany do wody.



Rys. 5.

Rozkład temperatur w ścianie płaskiej.

Jeżeli oznaczymy, obok znanych dotąd wielkości, przez: $\alpha_1 \text{ kal/m}^2, 1^{\circ} \text{C}, \text{ godz}$ współczynnik przechodzenia ciepła ze spalin na ścianę wskutek styku,

$\alpha_2 \text{ kal/m}^2, 1^{\circ} \text{C}, \text{ godz}$ współczynnik przechodzenia ciepła ze ściany do wody wskutek styku,

$\lambda \text{ kal/m}, 1^{\circ} \text{C}, \text{ godz}$ współczynnik przewodzenia ciepła przez ścianę o grubości 1 m ,

$\delta \text{ m}$ grubość ściany,

$\Theta^{\circ} \text{C}$ temperaturę powierzchni blach po stronie ognia.

$\vartheta^{\circ} \text{C}$ temperaturę powierzchni ściany po stronie wody,

$Q_1 \text{ promieniste kal/godz}$ ciepło promieniste, przechodzące z paleniska na ścianę,

i $Q_2 \text{ promieniste kal/godz}$ ciepło promieniste, oddawane przez wewnętrzną stronę ściany wodzie,

będziemy mieli wedle prawa ciągłości strumienia cieplnego ważnego dla stanu równowagi:

$$Q_b = \alpha_1 \cdot H_b (T_0 - \Theta) + Q_1 \text{ promieniste} \quad (25)$$

$$Q_b = \frac{\lambda}{\delta} \cdot H_b (\Theta - \vartheta) \quad (26)$$

$$i \quad Q_b = \alpha_2 \cdot H_b (\vartheta - t_0) + Q_2 \text{ promieniste} \quad (27)$$

Po wyrugowaniu Θ i ϑ , a następnie po wprowadzeniu wyrażenia:

¹⁾ Ciepłą energję promienistą zajmuje się wyczerpująco Gröber w dziele „Wärmeübertragung“. Wyd. 1926, str. 115—152.

$$k \text{ kal/m}^2, 1^\circ C, \text{ godz} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} \quad (28)$$

otrzymamy:

$$Q_b = k \cdot H_b \cdot (T_0 - t_0) + k \cdot \left(\frac{Q_1 \text{ promieniste}}{\alpha_1} + \frac{Q_2 \text{ promieniste}}{\alpha_2} \right) \quad (29)$$

Porównując równanie (29) z równaniem (24) i pomijając energię promienistą $Q_2 \text{ promieniste}$ ze względu na nieznaczny spadek temperatur między ścianą paleniska po stronie wody a wodą, a nadto przyjąwszy w przybliżeniu $\frac{k}{\alpha_1} = 1$ znajdziemy sumaryczny współczynnik przechodzenia ciepła:

$$K \text{ kal/m}^2, 1^\circ C, \text{ godz} = k + \frac{Q_1 \text{ promieniste}}{H_b (T_0 - t_0)} \quad (30)$$

Ciepło promieniste wynosi ¹⁾:

$$Q_1 \text{ promieniste} = c \cdot \varphi \cdot R \cdot \left[\left(\frac{T + 273}{100} \right)^2 - 10 \right] \cdot (T_0 - t_0) \quad (31)$$

przyczem:

C jest to współczynnik zaznaczający wpływ promieniowania warstwy paliwa i spalin,

φ podaje stosunek ilości promieni, trafiających rzeczywiście powierzchnię ogrzewalną, do ilości promieni wychodzących z warstwy paliwa,

R m² oznacza powierzchnię rusztu,

T⁰ C jest temperaturą spalin ponad rusztem,

t⁰ C jest temperaturą wody kotłowej.

Wedle nowszych publikacji ²⁾ wielkość c wynosi dla palenisk parowozowych 1,635, zaś stosunek φ dla skrzyni paleniskowej przyjmuje się równy praktycznie 1.

Jeżeli wprowadzimy wartość $Q_1 \text{ promieniste}$ z równania (31) w równanie (30) na K, to otrzymamy:

$$K = k + 1,635 \cdot \frac{R}{H_b} \cdot \left[\left(\frac{T + 273}{100} \right)^2 - 10 \right] \quad (32)$$

Widzimy więc, że na współczynnik przechodzenia ciepła z paleniska do wody wywiera wpływ istotny stosunek $\frac{R}{H_b}$, względnie, że działanie ciepła promienistego, przy danej powierzchni rusztu R m², będzie najkorzystniejsze, jeżeli należąca doń powierzchnia ogrzewalna skrzyni ogniowej H_b będzie największa.

Z tego wynika wskazanie dla konstruktora, że paleniska należy tak kształtować, aby natężenie cieplne, pochodzące od energii promienistej (ilości promieni padających na 1 m² powierzchni ogrzewalnej) było jak najmniejsze, co dla tej samej powierzchni rusztu R m² i dla przyjętej wysokości skrzyni pa-

leniskowej łatwiej uzyskać przy typie palenisk o rusztach wąskich i długich, aniżeli przy typie palenisk o rusztach szerokich i krótkich.

Na podstawie wymiarów skrzyni paleniskowych wielu niemieckich parowozów podaje Garbe zależność powierzchni ogrzewalnej skrzyni typu wąskiego i szerokiego od powierzchni rusztu zapomocą przybliżonych równań ¹⁾:

$$H_{b, w} = 6,4 R - 2,2 \quad (33)$$

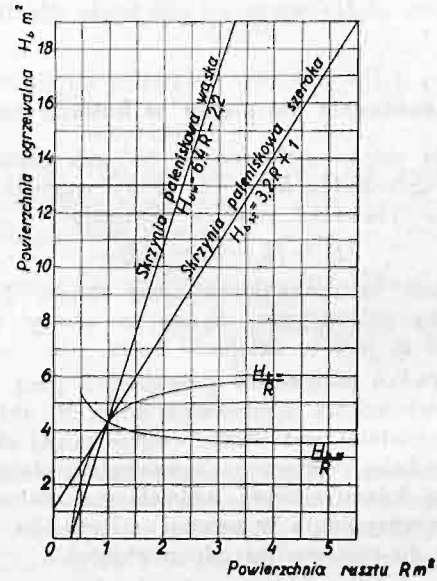
$$H_{b, sz} = 3,2 R + 1 \quad (34)$$

gdzie oznaczają:

H_{b, w} m² powierzchnię ogrzewalną skrzyni ogniowej o ruszcie wąskim i długim;

H_{b, sz} m² powierzchnię ogrzewalną skrzyni ogniowej o ruszcie szerokim i krótkim;

R m² powierzchnię rusztu.



Rys. 6.

Zależność powierzchni ogrzewalnej skrzyni paleniskowej od powierzchni rusztu przy typie wąskim i szerokim.

Z równań powyższych wynika, że dla R=1 m² — powierzchnia ogrzewalna, tak dla typu o wąskim jak i szerokim palenisku, jest ta sama i wynosi H_{b, w} = H_{b, sz} = 4,2 m² (rys. 6). Jeżeli powierzchnia rusztu wzrasta to rośnie także i bezpośrednia powierzchnia ogrzewalna w stosunku $\frac{H_b}{R}$, szybciej jednak przy ruszcie wąskim i długim, aniżeli przy szerokim i krótkim, co przedstawiono na rys. 6. (C. d. n.).

¹⁾ Oryginalny wzór Rosetti'ego (Annales de Chimie Physique, Ser. 5. Vol. 17) ma postać $Q_1 \text{ promieniste} = c \cdot \varphi \cdot R \cdot \left[\left(\frac{T + 273}{100} \right)^2 - 10 \right] (T - t_0)$. Ponieważ wartości obliczone powyższym wzorem, o dogodnej zresztą do obliczeń formie, są za duże w porównaniu z wynikami uzyskanymi z podstawowego wzoru Stefana-Boltzmann'a dlatego wprowadzamy do drugiego członu równania (31) zamiast temperatury T temperaturę średnią T₀.

²⁾ Brückmann: „Die Heissdampflokotiven“, wyd. 1920, str. 670; Garbe w dziele swoim „Die zeitgemässe Heissdampflokotiv“, wyd. 1924 przyjmuje c=1,68, podczas gdy Mollier w pracy: „Über Wärmedurchgang u. die darauf bezüglichen Versuchsergebnisse“, ogłoszonej w Z. d. V. I. r. 1897, str. 201 przyjmuje wartość c=0,75, która nie zawiera znacznego wpływu promieniowania spalin, na co zwrócono baczną uwagę dopiero w ostatnich czasach.

¹⁾ Garbe: „Die zeitgemässe Heissdampflokotiv“, str. 36. Nowe typy parowozów polskich posiadają naogół szerokie skrzynie paleniskowe, o powierzchniach ogrzewalnych rzeczywistych dość zbliżonych co do wielkości do powierzchni obliczonych ze wzoru H_{b, sz}=3,2 R+1, na zasadzie znajomości powierzchni rusztów R. Ilustrują to poniżej przytoczone przykłady:

Parowóz	Pow. rusztu R, m ²	Pow. ogrzew. skrzyni pal. H _{b, rzeczyw.}	Wedle wzoru H _{b, sz} =3,2 R+1
T, 12	3,87 m ²	13 m ²	13,4 m ²
T, 21	4,12 „	15,7 „	13,2 „
T, 23	4,5 „	16,5 „	15,4 „
O _s 24	4,47 „	16,1 „	15,3 „
O _k 22	4 „	14,1 „	13,8 „
P _n 12	4,62 „	15,1 „	15,8 „

Inż. Tomasz Kluz.

Ustroje hyperstatyczne o elementach prostych.

Wstęp.

Po doniosłych pracach Culmanna, Rittera, Mohra i Müller-Breslaua w dziedzinie statyki w drugiej połowie ostatniego

stulecia, które stanowią podstawę dzisiejszego rozwoju statyki a zwłaszcza jej działu statyki wykreślnej (która nabiera coraz większego znaczenia w obecnych czasach) nastąpiła pewna cisza

w tej dziedzinie. Niema już bowiem mowy o większych odkryciach, obecne prace autorów idą w kierunku jak największego uproszczenia głównych metod obliczeniowych, by te mogły być używane przez inżyniera praktyka, pragnącego w szybki i łatwy sposób dojść do szukanych wyników. Cały odłam literatury tego działu poszedł w tym kierunku. Praktyczne książki znajdują obecnie największy pokup. Wystarczy, że wspomnę dzieła inż. Strassnera („Berechnung statisch unbestimmter Systeme“, „Neuere Methoden“) i prof. Kleinlogla („Einfache- und mehrstielige Rahmen“).

W poniżej przedstawionej pracy poszedłem również w kierunku jak największych uproszczeń i to nietylko pod względem praktycznym ale i dydaktycznym. Ponieważ jednymi z najważniejszych niewiadomych w ustrojach hyperstatycznych (statycznych niewyznaczalnych) są momenty podporowe, więc postawiłem sobie za cel wyznaczenie ich wartości przy różnych tego rodzaju ustrojach. Ponieważ okazało się, że metody wykreślne są zwykle łatwiejsze i bardziej poglądowe, obrałem tę więc drogę w mych rozważaniach.

Podstawowym warunkiem, z którego wyszedłem, jest równanie ustawione przez O. Mohra (O. Mohr, „Abhandlungen aus dem Gebiete der technischen Mechanik“, wyd. 2. 1914, rozdz. IX i X) a podające związek między powierzchnią momentów zginających a linią ugięcia belki ciągłej. Na tem twierdzeniu Mohra oparte są znane prace najnowszych autorów, jak wspomniane prace Strassnera, Gehlera (Gehler, „Der Rahmen“ 1919) itp. Ponieważ równanie to da się zastosować w prosty sposób do wszelkiego rodzaju ustroju o elementach prostych, a rozwiązania na nim oparte prowadzą do bardzo prostych wyników tak na drodze analitycznej, jak zwłaszcza wykreślnej, posługując się nim w sposób ogólny i określam go osobną nazwą jako „warunek fikcyjnych oddziaływań powierzchni momentów zginających“. Znaczenie wielkości „prześle idealnych“ (i „prześle zastępczych“), które stanowią podstawę przy omawianych metodach wykreślnych, jest łatwo zrozumiałe przy pomocy powyższego warunku¹⁾, podobnie jak i wartości „wysokości sprowadzonych“. Dwie te wielkości, które wprowadzam, stanowią istotę znacznych uproszczeń. Na nich oparta jest nowa metoda wykreślna („metoda redukcji“), którą ogłosiłem w r. 1926 w broszurze (w jęz. francuskim) p. t. „Calcul graphique des poutres continues à section constante“, Paryż 1926. Zastosowałem ją tamże tylko do belki ciągłej o przekroju stałym, obecnie podaję jej zastosowania do belki ciągłej tak o stałym jak i zmiennym przekroju, jak również i do ustroju ramowych. Istotą tej metody jest to, że dany ustrój hyperstatyczny obciążony w pewnym przęśle, uważam za belkę trójprzęsłową o jednym przęśle rzeczywistym (przęśle obciążone) i dwóch przęsłach idealnych (zastępczych). Wartość praktyczną tej nowej metody wykreślnej podnosi również i ten fakt, że na niej oparte tabele i tablice liczbowe dadzą się zastosować tak dobrze do belki ciągłej, jak i do pewnych ustroju ramowych przy dowolnym obciążeniu.

Na pojęciu przęsła idealnych i wysokości sprowadzonych oparta jest też omawiana następnie wykreślna metoda punktów stałych. Tak sposób wyznaczenia położenia punktów stałych jak i linii krzyżowych jest zupełnie odmienny od dotychczasowych metod. Osiągnięte w tej metodzie uproszczenia są bardzo znaczne.

O ile mi wiadomo o przęsłach idealnych (t. zw. „Ersatzstabe“) mówił po raz pierwszy szerzej inż. P. Diem w artykule p. t. „Berechnung der Geradstabwerke mit unverschieblichen Eckpunkten“, Beton und Eisen 1924 str. 8. Wskazał on na znaczne uproszczenia jakie przez nie osiągnąć można. Wartości tych przęsła oblicza on na sposób analityczny, w sposób nieco zawiły. Ustawione przez niego tabele liczbowe stosować można tylko przy obciążeniu jednostajnie rozłożonym. W pracy poniższej rzecz ta traktowana jest zupełnie ogólnie (dowolne obciążenie), a przęsła idealne wyznaczam nie tylko w sposób analityczny ale również wykreślne i przy pomocy tabel.

Główny nacisk w całej pracy kładłem na łatwą i prak-

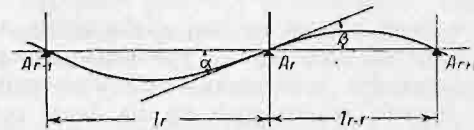
¹⁾ Równanie Mohra nie znalazło, o ile mi wiadomo, tak szerokiego zastosowania jak w pracy poniższej.

tyczną stosowalność podanych metod wykreślnych. Dlatego prócz tabel liczbowych podaję na końcu szereg przykładów liczbowych z belki ciągłej o stałym i zmiennym przekroju oraz dwa przykłady z ustroju ramowych. Przy obu metodach wykreślnych, które dają szukane wartości momentów zginających w sposób łatwy i szybki, pominąłem wpływ sił podłużnych w poprzecznych na momenty, które to przyjęcia są w wielu wypadkach dopuszczalne¹⁾ (przy traktowaniu wykreślnym zwykle się ich nie uwzględnia). Wpływ przesunięcia się podpór (naroży) nie znajduje tu też uwzględnienia²⁾, często można się z tym wpływem nie liczyć zupełnie lub też uwzględnić go dodatkowo (i to zwykle w sposób analityczny, wspomniane dzieła Strassnera i — Suter „Methode der Festpunkte“).

Ustroje hyperstatyczne o elementach prostych.

Ustrój tego rodzaju, że na podporach schodzą się po dwa elementy proste nachylone do siebie pod kątem 180° nazywamy „belką ciągłą“. Jest to specjalny przypadek ogólnego ustroju o elementach prostych, zwanego zwykle „ustrojem ramowym“. Warunek ciągłości dla tego przypadku przybierze więc formę matematyczną

$$\alpha = -\beta \quad \dots \quad (1)$$



Rys. 1.

Stosując powyższy warunek do każdej podpory, otrzymamy dostateczną liczbę równań dla wyznaczenia wielkości niewiadomych, za jakie zwykle obieramy momenty podporowe. Ponieważ „kątem podporowy α “ jest funkcją ustroju przęsła l_r (rozpiętości i przekroju) i jego utwierdzenia na podporze A_{r-1} oraz obciążenia, więc praca rachunkowa polegać będzie na możliwie prostym przedstawieniu kąta α przy pomocy przekroju i obciążenia. Ponieważ zakładamy, że moment podporowy M_r jest tą wielkością niewiadomą X_r , więc jeżeli posługiwać się będziemy momentami zginającymi jako funkcjami obciążenia i rozpiętości, to otrzymać powinniśmy łatwą drogę do rozwiązania belki ciągłej.

Niezwykle proste związki między ugięciem a momentami zginającymi podał Mohr. Zasady Mohra w zastosowaniu do belki izo-statycznej brzmią:

1. Kąt podporowy α równy jest oddziaływanu uważanej za obciążenie (fikcyjnemu oddziaływanu) powierzchni momentów zginających, wywołanych obciążeniem o rzędnych zredukowanych w stosunku $l:EI$, czyli

$$\alpha = W'_r = F_0 \cdot \frac{\eta}{l_r} \quad \dots \quad (2)$$

gdzie przez W'_r nazwiemy oddziaływanie tej powierzchni występującej w przęśle l_r ze względu na prawą podporę.

2. Wielkość ugięcia w dowolnym punkcie przęsła l_r równa jest momentowi zginającemu w tymże punkcie pod powyżej określonym fikcyjnym obciążeniem

$$y_x = W'_{r,x} - \Delta F_0 \cdot \eta \quad \dots \quad (3)$$

Pierwsza zasada Mohra posłuży nam do pewnej interpretacji zasady ciągłości przy założeniu, że belka spoczywa na niepoddających się podporach, drugą posługiwać się będziemy dla uwzględnienia poddania się podpór. Te dwa warunki wystarczą nam w zupełności do rozwiązania dowolnego ustroju hyperstatycznego o elementach prostych.

Warunek fikcyjnych oddziaływań.

A) Ustrój hyperstatyczny o niepoddających się podporach.

Stosując pierwszą zasadę Mohra do warunku ciągłości wyrażonego równaniem 1 otrzymamy:

¹⁾ Por. Strassner, „Ber. statisch unb. Systeme“ t. II. str. 33.
²⁾ Diem, „Ber. der Geradstabwerke“, Bet. u. Eisen 1924, str. 21. i Strassner, wspomniane powyżej.

$$\alpha + \beta = W'_r + W''_{r+1} = 0 \quad (4)$$

(znaczek u dołu oznaczać będzie przeszło, znaczek zaś u góry mówić będzie, że chodzi o oddziaływanie ze względu na prawą podporę, dwie kreski zaś — ze względu na lewą podporę).

Tak oddziaływanie W'_r jak i W''_{r+1} składa się ze sumy oddziaływań powierzchni momentów dodatnich, t zw. zwykłych momentów (występujących w belce statycznie wyznaczalnej) i powierzchni momentów ujemnych t. j. momentów podporowych. Znane trzy warunki równowagi wystarczają nam do wyznaczenia powierzchni zwykłych momentów; pozostaną nam jako niewiadome wielkości momentów podporowych. Ponieważ możemy zastosować warunek wyrażony równaniem 4. do każdej podpory, więc dostaniemy przy belce przeszłowej $n+1$ równań w ilości zupełnie wystarczającej do wyznaczenia szukanych momentów podporowych, a temsamem po zesumowaniu ze zwykłymi momentami do otrzymania ostatecznego diagramu momentów zginających całej belki.

Dla podpory, na której schodzi się „ r “ prętów prostych, równanie nasze składać się będzie z r wyrazów W , z których każdy z osobna przedstawia oddziaływanie powierzchni momentów występujących w danem przeszle

$$W_1 + W_2 + \dots + W_r = 0 \quad (5)$$

Równanie 5 w postaci ogólnej zdefiniujemy następująco:

„Suma fikcyjnych oddziaływań powierzchni momentów zginających zredukowanych w stosunku $1:EI$ występujących w poszczególnych prętach schodzących się na danej podporze (narożu) — ze względu na tę podporę — równa jest zeru“.

Lub też w innej interpretacji:

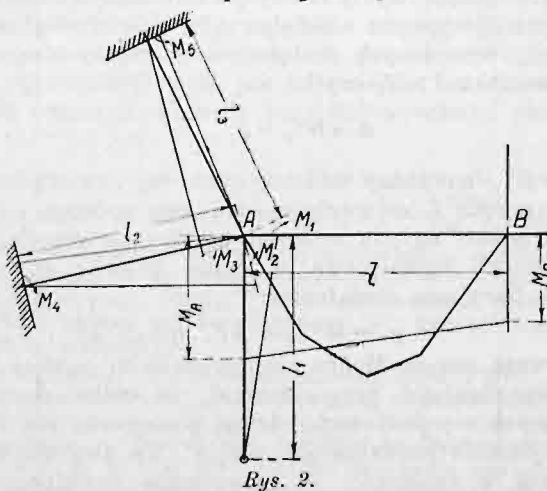
„Suma fikcyjnych oddziaływań powierzchni dodatnich momentów zginających zredukowanych w stosunku $1:EI$ równa jest sumie fikcyjnych oddziaływań powierzchni momentów ujemnych (zredukowanych w tym samym stosunku) ze względu na rozpatrywaną podporę“.

Powyższy warunek będący tylko praktyczną interpretacją warunku ciągłości nazywać będziemy w dalszym ciągu „warunkiem fikcyjnych oddziaływań“.

Szczególnie prosto przedstawia się warunek fikcyjnych oddziaływań w wypadku, gdy przekrój jest cały (EI constans). Wtedy możemy uprościć równanie 5 przez czynnik EI , pozostaną nam same oddziaływania powierzchni momentów zginających (nie zredukowanych!).

Rys. 2 przedstawia nam przykład naroża ramy, w którym to narożu schodzi się $n=4$ prętów o przekroju stałym, więc

$$W'' + W'_1 + W'_2 + W'_3 = 0 \quad (6)$$



Rys. 2.

Ponieważ dla uproszczenia przyjęliśmy, że obciążenie działa tylko w przeszle l , pręty zaś l_1, l_2, l_3 uważamy za nie-obciążone siłami zewnętrznymi, więc pola momentów zginających w tych ostatecznych ograniczone będą prostymi. Jak to widoczne jest z rysunku, wystąpi w pręcie l_2 i l_3 prócz pola momentów ujemnych $\left(\frac{M_2 \cdot l_2}{2}, \frac{M_3 \cdot l_3}{2}\right)$ i pole momentów dodatnich $\left(\frac{M_4 \cdot l_2}{2}, \frac{M_5 \cdot l_3}{2}\right)$ wywołane utwierdzeniem tychże prętów na lewej pod-

porze. Stanie się to jasnym, gdy zastosujemy warunek fikcyjnych oddziaływań do podpory lewej przeszł l_2 i l_3 , wtedy: oddziaływanu pola ujemnego $\frac{M_2 \cdot l_2}{2}$ odpowiadać musi oddzia-

ływanie pola momentów dodatnich $\frac{M_4 \cdot l_2}{2}$ itp. W rozpatrywa-

nym przykładzie przyjęto, że „stopień utwierdzenia“ przeszła l_1 na lewej podporze jest nieskończenie mały $u=0$ (gdy przez „ u “ oznaczać będziemy stopień sprężystego utwierdzenia), stopień utwierdzenia przeszła l_3 nieskończenie wielki (zupełne utwierdzenie) $u=\infty$, zaś stopień utwierdzenia przeszła l_2 posiada wartość pośrednią n. p. $u=2$ (utwierdzenie sprężyste). Ponieważ zupełnemu utwierdzeniu odpowiada pewna pomyślana rozpiętość przeszła $l'=0$, swobodnemu podparciu $l'=\infty$, więc sprężystemu utwierdzeniu odpowiadać będzie pewna wartość pośrednia, która w naszym wypadku wynosi $l'=\frac{l_2}{2}$.

Wstawmy w równ. 6 wartości za W_1, W_2 i W_3 , to ponieważ,

$$W'_1 = \frac{M_1 \cdot l_1}{2} \cdot \frac{2}{3} = \frac{1}{3} M_1 \cdot l_1$$

$$W''_2 = \frac{M_2 \cdot l_2}{2} \cdot \frac{2}{3} + \frac{M_4 \cdot l_2}{2} \cdot \frac{1}{3} = \frac{1}{3} M_2 \cdot l_2 + \frac{1}{6} M_4 \cdot l_2$$

i t. d., otrzymamy

$$W'' + \left(\frac{1}{3} M_1 l_1 + \frac{1}{3} M_2 l_2 + \frac{1}{3} M_3 l_3\right) + \left(\frac{1}{6} M_4 l_2 + \frac{1}{6} M_5 l_3\right) = 0 \quad (6a)$$

Zamiast oddziaływań

$$W''_2 = \frac{1}{3} M_2 l_2 + \frac{1}{6} M_4 l_2 \text{ i } W''_3 = \frac{1}{3} M_3 l_3 + \frac{1}{6} M_5 l_3$$

które mieszczą w sobie oddziaływanie dwu powierzchni przeciwnego znaku, wziąć możemy oddziaływania pewnych „powierzchni równoważnych“, takich, które prócz spełnienia warunku fikcyjnych oddziaływań posiadałyby taki sam kształt trójkątny jak poprzednio przy niezmienionej jednak wysokości (odpowiadającej szukanemu momentowi podporowemu). Zmieni się więc tylko podstawa (l''_2 i l''_3)

$$W''_2 = \frac{M_2 l_2}{3} + \frac{M_4 \cdot l_2}{6} = \frac{M_2 \cdot l''_2}{3}$$

$$W''_3 = \frac{M_3 l_3}{3} + \frac{M_5 \cdot l_3}{6} = \frac{M_3 \cdot l''_3}{3}$$

Wtedy równ. 6a otrzyma uproszczoną postać (zniknie drugi nawias)

$$W'' + \left(\frac{1}{3} M_1 l_1 + \frac{1}{3} M_2 \cdot l''_2 + \frac{1}{3} M_3 \cdot l''_3\right) = 0 \quad (6b)$$

Wreszcie oddziaływania poszczególnych powierzchni równoważnych zastąpić możemy w podobny sposób, jak powyżej, oddziaływaniem „powierzchni zastępczej“. Równanie 6 będzie więc mieć formę następującą:

$$W'' + \frac{1}{3} M_A l_0'' = 0 \quad (6c)$$

gdy przez M_A oznaczymy moment podporowy występujący na lewej podporze przeszła l , który to moment musi być sumą momentów M_1, M_2 i M_3 .

$$M_A = M_1 + M_2 + M_3 \quad (7)$$

Poszczególne przeszła l'' zwać będziemy „przesłami idealnymi“ a przeszło l''_0 — „przesłem zastępczym rozpiętości idealnych“.

Tok postępowania przy rozwiązywaniu ustroju ramowego będzie więc następujący:

1. Uważając dany pręt ramy za obciążony, obliczamy po kolei wartości przeszł idealnych i przeszł zastępczych l' i l'' . Wartości przeszł idealnych zależą od stosunków rozpiętości przeszł rzeczywistych, sztywności EI i stopni utwierdzeń u' i u'' , a nie zależą zupełnie od obciążenia.

2. Mając obliczone l'_0 i l''_0 stosujemy do obydwu podpór przeszła obciążonego warunek fikcyjnych oddziaływań. Otrzymujemy dwa równania, które po rozwiązaniu ze względu na niewiadome pozwalają nam określić wartości momentów podporowych przeszła obciążonego.

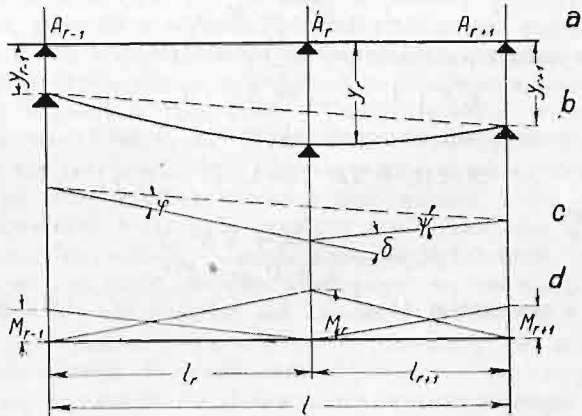
3. Obliczony na rozpatrywanej podporze moment rozkładamy na poszczególne pręty schodzące się na tejże podporze

w stosunku odwrotnym do ich rozpiętości idealnych, tak jednak, by spełniały równ. 7 (zajmiemy się tą kwestją przy sposobności omawiania ram).

Praktyczny sposób przeprowadzenia rachunków poddany zostanie szczegółowemu omówieniu przy metodach wykreślnych.

B) Ustrój hyperstatyczny o poddających się podporach.

Załóżmy obecnie, że w rozważanym w rys. 1. przypadku nastąpiło obniżenie się podpór o y_{r-1} , y_r , y_{r+1} (rys. 3).



Rys. 3.

Przypuśćmy, że rozpatrywane podpory A_{r-1} , A_r , A_{r+1} leżeć będą po obniżeniu się na jednej prostej, wtedy nie będzie odkształcenia a temsamem nie wystąpią żadne momenty wywołane obniżeniem się podpór. Miarodajnym więc będzie dla nas „względne“ obniżenie się podpór, np. względne obniżenie się podpory A_r w stosunku do położenia podpór sąsiednich A_{r-1} , A_{r+1} (po ich bezwzględnym obniżeniu się). W naszym wypadku liczyć się będziemy z obniżeniem podpory A_r o d (rys. 3 b). Wywołane tem obniżeniem momenty mieć będą podobny przebieg jak w belce o niepoddających się podporach w przęsłach nieobciążonych (rys. 3 d).

Uważajmy belkę A_{r-1} , A_r , A_{r+1} za belkę jednoprzęsłową obustronnie sprężystie utwierdzoną o rozpiętości $l=l_{r+1}+l_r$ obciążoną fikcyjnie powierzchnią momentów (rys. 3 d) i stosując drugą zasadę Mohra, obliczmy wielkość d uważaną obecnie za strzałkę ugięcia. Otrzymamy po przeprowadzeniu rachunków :

$$W'_r + W''_{r+1} = \frac{d}{l_r} + \frac{d}{l_{r+1}} \quad (8)$$

W'_r oznacza, jak i poprzednio, fikcyjne oddziaływanie zredukowanego w stosunku 1 : EI pola momentów przęsła l_r , W''_{r+1} zredukowanego pola momentów przęsła l_{r+1} — ze względu na podporę A_r . Z powodu małych zwykle wielkości d uważać możemy $\frac{d}{l_r}$ i $\frac{d}{l_{r+1}}$ wprost za kąty φ i ψ (rys. 3 c), które powstały przy względnym obniżeniu się podpory A_r (kąty geometryczne nie podporowe). Równanie 8 możemy więc napisać w innej postaci :

$$W'_r + W''_{r+1} = \varphi + \psi \quad (8 a)$$

lub też, ponieważ $\varphi + \psi = \delta$ (rys. 3 c)

$$W'_r + W''_{r+1} = \delta \quad (8 b)$$

Równania ostatnie wyrażają nam zasadę fikcyjnych oddziaływań we formie ogólnej :

„Suma fikcyjnych oddziaływań powierzchni zredukowanych momentów zginających wszystkich prętów schodzących się na danej podporze ze względu na tę podporę równa jest kątowi δ wywołanemu zmianą położenia tejże podpory“.

W wypadku stałej sztywności wzdłuż wszystkich prętów schodzących się na rozpatrywanej podporze pomnożyć możemy równanie 8 przez czynnik EI i dostaniemy :

$$W'_r + W''_{r+1} = EI \cdot \left(\frac{d}{l_r} + \frac{d}{l_{r+1}} \right) \quad (9)$$

przyczem W'_r i W''_{r+1} wyrażają nam oddziaływanie powierzchni momentów niezredukowanych.

Gdy mamy do czynienia tylko z obniżeniem się danej podpory (bez obciążeń zewnętrznych), wtedy odpowiednimi powierzchniami obciążeń są powierzchnie trójkątne (trapezy), jak w rys. 3 d. Otrzymamy :

$$\frac{1}{3} M_r (l_r + l_{r+1}) + \frac{1}{6} M_{r-1} \cdot l_r + \frac{1}{6} M_{r+1} \cdot l_{r+1} = EI \cdot \left(\frac{d}{l_r} + \frac{d}{l_{r+1}} \right) \quad (9 a)$$

Metody wykreślne.

Przejdziemy obecnie do sposobów wyznaczenia momentów podporowych ustroju hyperstatycznego na drodze graficznej przy pomocy warunku fikcyjnych oddziaływań.

Belka ciągła.

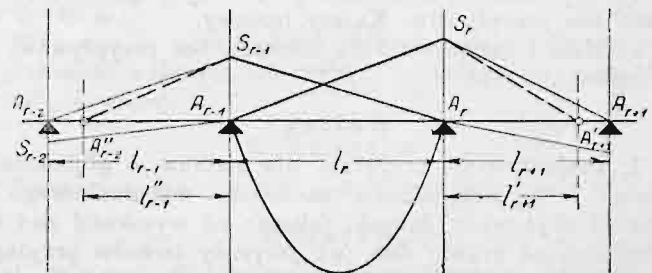
Rozpatrzmy najpierw belkę ciągłą o stałym i zmiennym przekroju a następnie ustroje ramowe.

Przekrój stały wzdłuż całej belki ($EI = \text{const.}$).

Weźmy pod uwagę dowolne przęsło l_r belki n - przęsłowej i założmy, że na to przęsło działa jakikolwiek ciężar symetryczny względem pionowej połowiącej l_r . Dla wyznaczenia momentów zginających przęsła l_r , znaleźć musimy momenty podporowe na podporach A_{r-1} i A_r . Stosując do tychże podpór nasz warunek fikcyjnych oddziaływań, dostaniemy (rys. 4) :

$$\left. \begin{aligned} (W''_{0,r} + \frac{1}{3} M_{r-1} \cdot l_r + \frac{1}{6} M_r \cdot l_r) + (\frac{1}{3} M_{r-1} \cdot l_{r-1} + \frac{1}{6} M_{r-2} \cdot l_{r-1}) = 0 \\ (W'_{0,r} + \frac{1}{3} M_r \cdot l_r + \frac{1}{6} M_{r-1} \cdot l_r) + (\frac{1}{3} M_r \cdot l_{r+1} + \frac{1}{6} M_{r+1} \cdot l_r) = 0 \end{aligned} \right\} (10)$$

Wyrazy objęte pierwszym nawiasem przedstawiają nam oddziaływanie powierzchni momentów przęsła l_r , przyczem $W_{0,r}$ oznacza oddziaływanie pow. $A_{r-1} T A_r$, t. zw. zwykłej powierzchni momentów (rys. 4).



Rys. 4.

Zamiast oddziaływania dwu powierzchni momentów $A_{r-1} S_{r-1} A_{r-2}$ i $A_{r-2} S_{r-2} A_{r-1}$ oraz $A_r S_r A_{r+1}$ i $A_{r+1} S_{r+1} A_r$ występujących w przęsłach nieobciążonych (objęte drugim nawiasem równ. 10) wziąć możemy, jak to poprzednio powiedzieliśmy, oddziaływanie jednej powierzchni $A''_{r-2} S_{r-1} A_{r-1}$ oraz $A_r S_r A''_{r+1}$ o wielkości oddziaływania równej sumie dwu poprzednich, wtedy mamy :

$$\left. \begin{aligned} (W''_{0,r} + \frac{1}{3} M_{r-1} \cdot l_r + \frac{1}{6} M_r \cdot l_r) + \frac{1}{3} M_{r-1} \cdot l'_{r-1} = 0 \\ (W'_{0,r} + \frac{1}{3} M_r \cdot l_r + \frac{1}{6} M_{r-1} \cdot l_r) + \frac{1}{3} M_r \cdot l'_{r+1} = 0 \end{aligned} \right\} (10 a)$$

W powyższych równaniach zachodzą tylko dwie niewiadome (przy założeniu, że znamy rozpiętości idealne l'_{r-1} i l'_{r+1} . — wyznaczeniem tychże zajmiemy się w dalszym ciągu) a mianowicie: M_{r-1} i M_r . Rozwiązując powyższe równania ze względu na M_r otrzymamy po wykonaniu rachunków :

$$M_r = \frac{h_0 \left[l_r - \frac{l_r^2}{2(l_r + l'_{r+1})} \right]}{l_r + l'_{r+1} - \frac{l_r^2}{4(l_r + l'_{r-1})}} \quad (11)$$

Przez „ h_0 “, które nazywać będziemy „wysokością sprówadzoną“ oznaczyliśmy trzy razy wzięte oddziaływanie zwykłej powierzchni momentów podzielone przez l_r

$$h_0 = \frac{3 W'_{0,r}}{l_r} = \frac{3 W''_{0,r}}{l_r} \quad (12)$$

Wprowadzając do równania 11 oznaczenia :

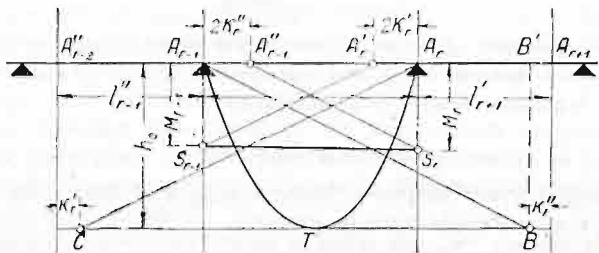
$$\frac{l_r^2}{4(l_r + l'_{r+1})} = K'_r; \quad \frac{l_r^2}{4(l_r + l''_{r-1})} = K''_r \quad (13)$$

mamy:

$$M_r = - \frac{h_0(l_r - 2K''_r)}{l_r + l'_{r+1} - K''_r} \quad (11 a)$$

Ponieważ (jak się wkrótce przekonamy)

$$\left. \begin{aligned} l'_r &= l_r - K'_r \\ l''_r &= l_r - K''_r \end{aligned} \right\} \quad (14)$$



Rys. 5.

więc znając przęśła idealne l'_r i l''_r (podobnie jak i l'_{r+1} l''_{r-1}) wyznaczyć możemy wielkość momentu podporowego M_r . Robimy to wykreślnie w sposób następujący (rys. 5).

W odległości h_0 pod A_{r-1} A_r prowadzimy prostą poziomą CB i odcinamy na niej w przęśle l'_{r-1} wartość K'_r , w przęśle idealnym l'_{r+1} wartość K''_r oraz w przęśle l_r podwójne wartości na $K(A_{r-1}A''_{r-1} = 2K''_r; A_rA'_r = 2K'_r)$. Równoległa do $A_{r-1}B$ poprowadzona przez punkt A''_{r-1} odcina na podporowej przez A_r odcinek A_rS_r , który przedstawia nam wprost wartość momentu podporowego M_r .

$$A_rS_r = M_r \quad (15)$$

Zupełnie w taki sam sposób otrzymamy i punkt S_{r-1} a tem samym moment podporowy M_{r-1}

$$A_{r-1}S_{r-1} = M_{r-1}$$

Dowód wynika z podobieństwa trójkątów $A''_{r-1}A_rS_r$ i $A_{r-1}B B'$

$$A_rS_r : A_rA''_{r-1} = BB' : A_{r-1}B'$$

skąd po wstawieniu oznaczeń jak w rys. 5 mamy

$$M_r : (l_r - 2K''_r) = h_0 : (l_r - K''_r)$$

i wreszcie

$$M_r = - \frac{h_0(l_r - 2K''_r)}{l_r + l'_{r+1} - K''_r}$$

zgodnie z równaniem 11 a.

(C. d. n.)

Rezolucje XIV Międzynarodowego Kongresu Żeglugi w Kairze w r. 1926.

(Dokończenie).

II. Żegluga morska.

1. Kwestja.

- a) Wybrzeża wyładunkowe przy dużych głębokościach na morzach bez przyływów. Koszty budowy.
- b) Mola i łamacze fal na morzach bez przyływów. Koszty budowy.

Wnioski.

1. Projektowanie przystani dla statków o głębokiem zanurzeniu, a w szczególności nadbrzeża wyładunkowego jest zależne od zbyt wielu danych, jakoto: od wysokości nad wodą i głębokości, od gruntu dna, od przyrody terenów przylegających, od mniej lub więcej ukrytego położenia budowli, od materiałów budowlanych, któremi można w danym kraju rozporządzać, od rodzaju spodziewanego ruchu (pasażerowie, ładunek jednorodny lub towary rozmaite) — ażeby było możliwem ułożenie ścisłych prawideł co do stawiania tego rodzaju budowli, — lub zalecanie jej typów w ograniczonej liczbie.

2. Wiele rodzajów nadbrzeży wyładunkowych projektowanych lub wykonanych na morzach z przyływami, — nie licząc nawet basenów ze śluzami, — może się zresztą, bez istotnych zmian nadawać na morzach o poziomie stałym.

3. Nie można uważać, by w ostatnich latach ewolucja podanej do zbadania na XIV Kongresie sprawy wytworzyła typy zupełnie nowe, ani też odznaczała się ważnemi zmianami w porównaniu z uprzednio wykonanemi robotami.

Można jednakże zaznaczyć dość wyraźną dążność do wyśzukania form bardziej ażurowych, do zamiany ścian murowanych przez beton lub różnej wielkości masywy betonowe, sfornowane czy to na miejscu, czy lepiej, w oddzielnym zakładzie. Te metody pozwalają na osiągnięcie oszczędności, — które wzrastająca wysokość budowli, wymagana jeszcze przed wojną, a w ostatnich czasach ogólny wzrost kosztów czynią coraz bardziej koniecznemi.

4. Jednakże zmniejszenie kosztów budowy przez stosowanie próżni lub przerw w powierzchni oporowej nie jest w porównaniu do murów masywnych tak znaczne, jakby się zdawało ze stosunku odpowiednich objętości na jednostkę długości, — gdyż utrudnienie warunków budowy równoważy zmniejszenie ilości muru. Wyjątek stanowią wypadki, kiedy wielka głębokość założenia fundamentu wyraźnie wymaga budowy oddzielnych podpór, podtrzymujących koronę budowli.

Z innej strony typ murów na palach, który w pewnych wypadkach zasługuje na uwagę, winien być wzmocniony w szczególności od strony dobijania statków, w swej części górnej, ażeby być przystosowanym do głębszego zanurzenia współczesnych statków morskich i wytrzymać wielkie naprężenie przy ich dobijaniu.

5. Postępy w wyposażeniu zakładów, na których wykonywa się roboty morskie budowlane pozwalają rzeczywiście na to, by mury wyładunkowe, a w szczególności typy składające się z masywów lub ze skrzyń, — były wykonywane oddzielnymi kawałkami o bardzo znacznej wadze, — co przyspiesza ich budowę oraz zmniejsza jej koszty.

Jednakże takie wyposażenie robót jest wogóle możliwe tylko wtedy, gdy rozmiary ich oraz innych, wykonywanych jednocześnie wywołują konieczność zaprowadzenia takowego.

6. Zasługują również na uwagę pewne ciekawe przedstawione XIV Kongresowi urządzenia, mające na celu zmniejszenie parcia nasypu oraz pracy ściany na przewracanie.

Coraz bardziej rozpowszechniający się typ budowy ścian oporowych z masywów lub skrzyń czyni zastosowanie tych urządzeń łatwiejszem.

7. Nakoniec Kongres uznaje, że aczkolwiek przedłożone mu zagadnienie właściwie ograniczało zakres badań do ścian wyładunkowych w ścisłym tego słowa znaczeniu, — to jednak pewne rodzaje przewozów, jako to pasażerowie lub ładunek, składający się z jednego rodzaju towaru pozwalającego na ciągłość ładowania, — mogą być obsługane dostatecznie przez budowlę mniej kosztowne od typów dawniejszych.

Zastosowanie jednocześnie urządzeń ładunkowych przeznaczonych dla wielkiej wydajności może zmniejszyć zarówno długość, jak i koszt jednostkowy wymaganych murów wyładunkowych.

8. Jest trudnem a nawet zbytęcznem wskazywanie w necie złotej nawet prostej normy kosztów budowy portowych murów wyładunkowych, gdyż zależy to od zbyt wielu warunków miejscowych.

Przedewszystkiem można zaznaczyć, że w tych wypadkach, gdzie były wykonane badania porównawcze różnych dopuszczalnych typów, — uwagi wskazane w § 4 na ogół potwierdzały się.

Można również zaznaczyć, że cyfra 2.000 do 3.000 fr. w złocie zdaje się przedstawiać minimum kosztów budowy metra bieżącego portowego muru wyładunkowego przy głębokości 10 metrów bez używania powietrza zgęszczonego, — i że ta cyfra

musi być podwojona, jeżeli ten sposób fundowania musi być stosowany.

1. Dla każdego ze wszystkich rodzajów molo (wałów morskich) w szczególności badanych z racji XIV Kongresu, — można zaznaczyć następujące warunki stosowania.

Typ mola (wału) składającego się głównie z grubego narzutu kamiennego, przykrytego w razie potrzeby przez zasłonę z masywów sztucznych albo ułożonych równo, albo tylko nieco wyrównanych lub wreszcie bezładnie narzuconych, — może być stosowany we wszystkich wypadkach, — jednakże przy znacznej głębokości wymaga wielkiej ilości materiału.

Mola składające się, na całej wysokości podległej działaniu fal, głównie z wysokiego muru pionowego, stojącego na mniejszym lub większym podsypisku, dzięki postępowi w urządzeniach budowlanych, pozwalających na stosowanie ekonomiczne coraz to większych masywów, — znajdują coraz więcej zwolenników wśród morskich inżynierów budowniczych. Być może odnosili się oni przez długi czas z pewną powściągliwością do tego typu mola wskutek pewnych niepowodzeń, które należało raczej przypisać wykonaniu projektu a nie samej idei. Jednakże w pewnych wypadkach, a mianowicie gdy głębokość wody pociąga za sobą objętość narzutów kamiennych wprost nieziszczalną, gdy można się nie obawiać ani osiadania gruntu, ani podmywania, gdy rozmiar i warunki robót pozwalają na stosowanie potężnych maszyn do przenoszenia ciężarów, — typ molo z muru nadaje się korzystnie do stosowania nawet na morzach bardzo burzliwych.

Co się tyczy molo zawierających faszyny, lub wyłącznie narzut kamienny, — to ich stosowanie ogranicza się do mór spokojnych lub płytkich, w tych wypadkach przedstawiają one rozwiązanie bardzo ekonomiczne.

2. Badania stopniowo wykonane nad różnymi systemami molo pozwalają dziś na lepsze wskazanie pewnych ścisłych ostrożności, które należy zachować, by uniknąć powtórzenia przeszłych niepowodzeń.

a) Na molach z narzutu kamiennego z przykryciem lub bez masywami betonowymi, — skarpa podwodna może mieć nachylenie odpowiadające skarpię naturalnej narzutu z tych materiałów. Natomiast skarpa powyżej najniższego poziomu morza winna mieć nachylenie słabe (około 3 długości podstawy na 1 wysokość) — przy którym uderzenie fali nie ma skutku szkodliwego.

Jeżeli istnieje korona z muru, — to skarpa powinna być dociągnięta dość wysoko, ażeby korona z muru podlegała uderzeniu na nieznacznej powierzchni i tylko przez górną część fali, rozbijającej się na łagodnej skarpię. Urządzenie skarpy zewnętrznej odbiegające od wskazanego typu pociągało w wielu wypadkach ciężkie uszkodzenia.

Pochylenie podłoża masywów do wnętrza wału w pewnych wypadkach może zapobiedz temu.

b) Na molach z murem pionowym, dolny poziom takowego winien być naznaczony tak, by podłoże nie było narażone na podmywanie przez falowanie morza. Po za tem ławy (risbermy) nasypanego podłoża winne być dostatecznie szerokie, przykryte narzutem dostatecznie ciężkim a w razie potrzeby wzdłuż muru jednym lub dwoma rzędami masywów betonowych.

c) Wszelka kombinacja pośrednia tych dwóch wskazanych wyżej typów winna być o ile można unikana.

d) Używanie skrzyń o zbyt cienkich ścianach z żelazobetonu lub betonu nieraz powodowała niebezpieczeństwo lub trudności na robocie, z powodu braku połączenia materiału napełniającego ze ściankami oblegającymi, — lub z powodu czasu potrzebnego na obciążenie skrzyń ze zbyt wielkimi przegródkami po ich zatopieniu.

Skrzynie ze zwykłego betonu zwykle wydają się pewniejsze od skrzyń z żelabetonu.

Skrzynie winne być możliwie krótkie w kierunku długości muru w celu uniknięcia niedokładności muru w razie osiadania.

Ażeby napełnianie betonem miało należyty skutek trzeba żeby podział skrzyń był tak urządzony, by napełniające skrzynie

masywy były w stanie każdy oddzielnie stawić opór działaniu fal w razie, gdy odlegające ścianki skrzyni ulegną zniszczeniu.

3. Kongres wypowiada życzenia, ażeby studia bardziej systematyczne były prowadzone w dalszym ciągu lub zapoczątkowane równocześnie w różnych krajach w celu zbadania wysokości naprężeń wywoływanych przez fale oraz najbardziej odpowiednich do tych pomiarów instrumentów, zwracając przy tem baczną uwagę na rozróżnienie fali o ruchu orbitowym od fal łamiących o ruchu postępowym.

Międzynarodowy Komitet, złożony z niewielkiej ilości ekspertów mógłby być w tym celu zorganizowany przez Międzynarodowy Związek Kongresów Żeglugi i dbałby o odpowiedni podział badań i o to, by uniknąć powtarzania rzeczy dokonanych gdzieindziej lub stosowania metod pomiarów nie dających się porównywać między sobą.

4. Co do kosztów budowy wydaje się trudnem ustalenie ogólnego porównania pomiędzy molami z narzutu kamiennego a molami ze ścian pionowych.

Jedynie obustronne i bezpośrednie zbadanie rzeczy, biorąc jednocześnie pod uwagę warunki lokalne — pozwala określić najbardziej korzystny pod względem kosztów typ budowli. Należy bowiem zwrócić uwagę, iż znaczne zmniejszenie objętości, właściwe murom pionowym nie jest połączone z odpowiedniemi zmniejszeniem kosztów, — ze względu na tańszy koszt materiału, napełniającego jądro wału ze skarpy oraz różnicę kosztów samego układania tego materiału. Z drugiej strony należy pamiętać, że koszt rocznego utrzymania odpowiadającego obydwom typom molo mogą dość silnie się różnić pomiędzy sobą.

Można wskazać, tylko jako pierwsze przybliżenie, cyfrę 9.000 do 35.000 franków w złocie jako granicę, pomiędzy którymi, przynajmniej na starym kontynencie, wahają się koszty budowy jednego metra bieżącego molo budowanych w ostatnich czasach na morzach bez przypływów przy głębokościach od 12 m do 40 m.

Przy tem w razie budowy molo z murami pionowymi, — gdy głębokość wskazuje ich wybór, — osiąga się oszczędność około 20% i więcej.

2. Kwestja.

Porty rybackie. Ogólny plan i jego wykonanie.

Wnioski.

1. Port rybacki jest to port handlowy, w którym załadunkuje się towar szczególnie łatwo się psujący, który z tego powodu wymaga odpowiednich urządzeń i wyposażenia.

Porty rybackie mogą być podzielone na dwie kategorie: Porty dalekich połowów (połowy na wielkich morzach).

Porty małych połowów (połowy przybrzeżne).

Urządzenie wspólne dla wszystkich portów rybackich.

2. Porty rybackie winny być zaopatrzone w odpowiednie urządzenia jako to: nadbrzeża wyladunkowe, równie pochyłe do lądowania dla statków rybackich, szopy dla sprzedaży, układania w skrzynie, wysyłania ryb i miejsca dla urządzenia fabryk lodu, zakładów dla wędzenia i solenia, fabryki dla użytkowania odpadków z ryb, tereny dostateczne dla suszenia i reperacji sieci rybackich.

Po za tem winny posiadać odpowiednio urządzone miejsca do opatrunku części podwodnej statków. Ich wielkość określa się przez wymiary statków, zwykle nawiedzających port.

Port rybacki, a w szczególności port dla małych połowów winien się nadawać jako port schronisko. Winien mieć dostateczne wymiary, by móc w razie potrzeby pomieścić również statki, nie przynależne do portu, które będą zmuszone szukać w nim schronienia.

Porty rybackie dalekich połowów.

3. Tworzenie lub rozwijanie portów rybackich dalekich połowów winno być przez władze publiczne rozpatrywane z punktu widzenia całokształtu interesów reszty kraju.

Przyjmując pod uwagę położenie wielkich ośrodków spożycia należałoby mieć na względzie taki rozkład portów ry-

backich, któryby zabezpieczał przenikanie produktów połowów do całego terytorjum kraju w minimum czasu.

Przystanie mogą być urządzenie czy to w basenach stale przystępnych, czy też w basenach przyprływowych.

W każdym razie mogą się składać z budowli lekkich (drzewo lub żelbeton). Głębokość przy tych budowlach winna się zbliżać, przynajmniej przez dość długi czas, do 5 metrów poniżej poziomu odpływu.

Wyposażenie portów dalekich połowów przeznaczone dla użyteczności publicznej winno się składać z urządzeń najbardziej udoskonalonych, ażeby wyładunek, przygotowanie i wysyłanie ryb mogło być załatwione w minimum czasu i przy minimum manipulacji.

Połączenie kolei z portem rybackim winno być najstaranniej urządzone. Niezbędne jest doprowadzenie torów bezpośrednio do magazynów ekspedycyjnych i zawarcie z zarządkiem kolei układu mającego na celu szybki wywóz ryb. Poza tem wydaje się dogodniejszym nie układać żadnego toru pomiędzy magazynami i linią wyładunkową nadbrzeża.

Porty rybackie połowów przybrzeżnych.

4. Ilość portów rybackich połowów przybrzeżnych nie określa się według potrzeb gospodarczych całego kraju.

Wskazują ją warunki i środki miejscowe, bliskość ław piaszczystych na morzu i łatwość zbytu w pewnym ograniczonym rejonie produktów połowów.

Pożądané jest, ażeby te porty były położone w sferze, w której nie zagraża zanieczyszczenie wody przez oleje i inne materiały szkodliwe.

Porty małych połowów wymagają daleko skromniejszych urządzeń, niż porty dla połowów odległych.

(Dla wypadków specjalnych na wybrzeżach bardzo płytkich i ławach odległych, — można z pożytkiem przyjmować pod uwagę budowę portów schronisk na sztucznie usypanych wyspach)¹⁾.

Przystanie winne być możliwie prostego typu.

Wybór i rozmieszczenie niezbędnych dla portu urządzeń należy pozostawić inicjatywie prywatnej.

Połączenie z koleją portów rybackich połowów przybrzeżnych nie jest niezbędne, jak również urządzenie przystani dostępnych przy każdym stanie przyprływów.

Na ogół dostęp do portu przy stanie średnim (pomiędzy przyprływem i odpływem) jest dostateczny.

1. Komunikat.

Wielkie kanały morskie. Główne wymiary. Utrzymanie głębokości. Statystyka ruchu.

Wnioski.

1. Doświadczenie wskazuje, iż skutek zwiększania się wymiarów okrętów, — zachodzi konieczność stopniowego rozszerzania i pogłębiania wielkich kanałów morskich, służ jako też portów, które wchodzą w skład tych kanałów.

Wobec tego zaleca się zawczasu zakupywać przestrzeń gruntów dostateczną do przyszłego rozszerzania kanału i budowy nowych służ w pobliżu istniejących.

2. Jednakże, ze względów oszczędnościowych, na ogół nie zaleca się nadawanie kanałowi morskiemu odrazu wymiarów większych, niż wymagane przez oczekiwane w najbliższej przyszłości okręty. Wyjątek stanowią objekty stałe, jak służy, które od początku muszą być przewidziane z większym zapasem.

3. Wniosek Kongresu w Filadelfji (1912), wskazujący, że jest pożądané, by przekrój zwilżony kanału morskiego był pięć razy większy od zanurzonego przekroju poprzecznego w najszerszej części największego okrętu, spodziewanego na kanale, i żeby głębokość kanału wynosiła metr pod dnem statku, stosuje się nadal do okrętów, które nie mają wymiarów wyjątko-

¹⁾ Tyczy się to wskazanych w referacie prof. Timonowa warunków w ujściu Wolgi do morza Kaspijskiego, gdzie w odległości przeszło 100 km od brzegu morze jest jeszcze zbyt płytkie dla statków morskich i przeładunek na statki inne odbywa się na otwartym morzu w warunkach nie zabezpieczających należytego bezpieczeństwa.

wych. Jednakże doświadczenie wskazuje, iż największe okręty mogą kursować bezpiecznie po kanałach, w których stosunek powierzchni przekroju zwilżonego do ich głównego przekroju poprzecznego zanurzonego jest równy czterem lub większy.

W częściach kanału, gdzie woda może podlegać falowaniu zaleca się zwiększyć głębokość.

4. Pożądané jest, by minimalny promień krzywych na kanałach, po których kursują wielkie okręty równał się 3.000 metrów.

Gdy konieczność zniewała do przyjęcia mniejszych promieni, — kanał musi być odpowiednio rozszerzony.

To rozszerzenie musi być w pewnym stosunku do promienia, do długości krzywwej oraz do wymiarów kursujących okrętów.

5. Utrzymanie głębokości winno być wykonywane tak, ażeby zawsze była zapewniona głębokość o jeden metr większa od największego zanurzenia statków.

6. Jest pożądanem, ażeby administracje wielkich kanałów morskich prowadziły statystykę ruchu według jednorodnych zasad.

2. Komunikat.

Ładowanie i magazynowanie paliwa płynnego (rezervoary metalowe i z żelbetonu). Środki ostrożności przeciw pożarom. Rozmieszczenie paliwa płynnego w portach.

Wnioski.

1. Zarówno z punktu widzenia eksploatacji handlowej jak i z punktu widzenia ochrony w czasie wojny pożądané jest, o ile można, nie umieszczać zbiorników na otwartym powietrzu, — lecz mieć zbiorniki podziemne, — co z drugiej strony jest również korzystne dla konserwacji paliwa.

Koszt budowy zbiorników podziemnych może do trzech razy przewyższać koszt budowy zbiorników naziemnych.

Dla paliwa płynnego najbardziej ekonomiczne są zbiorniki o pojemności 10.000 do 12.000 tonn.

2. Dla składów na otwartym powietrzu przy obecnym stanie techniki należy oddawać pierwszeństwo zbiornikom metalowym wszelkich wymiarów.

Zbiorniki z żelbetonu nie dały dotychczas rezultatów zadowalniających z punktu widzenia nieprzepuszczalności. Jest życzeniem, by studia eksperymentalne były prowadzone w tym kierunku.

3. W celu zapewnienia jaknajwiększego ułatwienia i bezpieczeństwa ogólnemu ruchowi przewozowemu, — miejsca wyładunku oraz składy paliwa płynnego winny być o ile można odległe od innych zabudowań handlowych. Zaleca się używanie basenów odosobnionych i zamykanych przez odpowiednie zapory. Zapory izolacyjne mające na celu zasłanianie oddzielnych okrętów są trudne do wykonania i nie dają dostatecznej gwarancji.

4. Odprowadzanie wód zawierających węglowodany winno być skierowane na zewnątrz portów. Posiadanie w każdym porcie specjalnej barki przeznaczonej do odbioru wód zanieczyszczonych i oddzielanie węglowodanów jest środkiem, który zasługuje na uwagę.

5. W razie, jeżeli istnieje specjalny basen dla wyładunku węglowodanów, — jest pożądanem, by punkt wyładunkowy był tak urządony by z jednego tego punktu można było obsługiwać wszystkie składy.

Takie urządzenie pozwala na otrzymanie maximum wydajności urządzeń tego punktu i może być bardzo pomocnem w razie pożaru.

Ponieważ tekst 2-go komunikatu był przez różnych referentów rozmaicie zrozumiany, pożądané jest, by sprawa była rozpatrzona jeszcze raz w celu określenia ogólnych warunków urządzenia portów naftowych (exportowych i importowych), przyjętych już środków bezpieczeństwa i otrzymanych rezultatów.

3. Komunikat.

Bagrowanie intensywne ssące, zwłaszcza na morzu w czasie fali.

1. Bagrowanie stanowi dobre rozwiązanie dla utworzenia i utrzymania kanałów doprowadzających do portów, — lecz w wielu wypadkach musi ono być uzupełniane przez odpowiednie budowle: wały dla kierowania prądów, mola dla zatrzymania poruszanych przez fale piasków i t. d.

2. System przyjęty w Stanach Zjednoczonych, — polegający na utrzymaniu flotyli bagrów, pogłębiającej kanały tych portów, gdzie zachodzi tego potrzeba — jest ekonomiczny. Rzeczywiście pozwala on na wyzyskanie potężnego inwentarza nawet w portach drugorzędnych, których własne środki nie pozwoliłyby na zakup tego rodzaju niezbędnych maszyn.

3. Bagry ssące samodzielne¹⁾ nadają się dobrze do robót na morzu przy fali, o ile jakość gruntu na to pozwala.

Gdy ten że jest zbyt zwięzły, rura ssąca winna być zaopatrzona w odpowiedni przyrząd do rozdrabiania.

4. Bagry ssące z rurami ssącymi wlekanymi się, pracujące idąc²⁾, — dają dobre rezultaty. Ten sposób wykonywania

¹⁾ Drague suceuses porteuses — suction hopper dredge — bagier ssący, ładujący wykopany grunt we własnym kadłubie i następnie odwożący go do miejsca odkładu, t. j. pracujący bez refulatorów i szaland.

²⁾ T. j. nie na kotwicy. Fala nie pozwala ani pracować na kotwicy, ani używać długich refulatorów rurowych, ani nawet ładować grunt na szalandy u burty bagra.

roboty wymaga jednak statków potężnych, mających oddzielne maszyny dla pomp a oddzielne dla poruszania statku.

5. W celu przedłużenia zwykle zbyt krótkich okresów w czasie których robota na kanałach zewnętrznych doprowadzających do portów jest możliwa, — zaleca się urządzenie teleskopiczne rur ssących i zaopatrywanie ich w elastyczne połączenie z kadłubem statku, — a nawet używanie rur zupełnie giętkich, co, jak okazały niedawne doświadczenia wykonane we Francji jest możliwe.

6. Zaleca się połączyć rurę ssącą z kadłubem statku poniżej linii wodnej. Odpowiednie szalupnice¹⁾ winne dawać możliwość podnoszenia rury ssącej i ułożenia jej na pokładzie w celu jej utrzymania w porządku oraz dla ułatwienia żeglugi.

7. Na dużych dragach ssących używanie motorów Diesel'a z elektryczną przekładnią jest zalecane.

Na parowych dragach ssących zaleca się używanie paliwa płynnego, w celu zmniejszenia personelu obsługi kotłów.

8. Wobec tego, że jednostkowy koszt bagrowania zmniejsza się, jeżeli długość czasu wykorzystania maszyny się zwiększa, — korzystnym jest pracować bez przerwy dzień i noc zawsze, gdy stan pogody na to pozwala. *Inż. T. Tillinger.*

¹⁾ Ang. davit, ros. szlupka, rodzaj żorawi, na których podnosi się szalupy na pokład.

Wiadomości techniczne.

Burzenie kominów fabrycznych. Przy rozbudowie lub ewent. rozbiórce obiektów fabrycznych, zachodzi często potrzeba usunięcia komina.

Najbezpieczniej jest rozbieranie warstwami z rusztowania urządzonego wewnątrz komina. Rozbiórka taka trwa przy kominie 50 m wys. do 3 tygodni i stosuje się ją tylko przy ograniczonym miejscu.

W razie potrzeby szybkiego usunięcia komina używa się materiałów wybuchowych, przeważnie dynamonu. Najczęściej jednak używanym sposobem jest naruszenie równowagi komina przez wybranie odpowiedniego otworu o wys. około 50 cm na



Fot. M. Zakrzewski, stud. inż.

Ryc. 1.

Burzenie komina fabrycznego w Sknitowie. Wylom podparty stemplami.

dług. $\frac{2}{3}$ obwodu w cokole i podstemplowanie wykonanego wylomu. Wolne miejsce pomiędzy stemplami wypełnione materiałem łatwo palnym oblewa się naftą i zapala. Po wypaleniu się drewna, co trwa, zależnie od gatunku drzewa do 30

minut, osiada komin na podstawie i pada w kierunku wykonanego wylomu.

Opisany sposób został zastosowany przez firmę Inż. Z. Zakrzewski przy burzeniu komina 47 m wys. o średnicy cokołu 4 m na lotnisku 6 p. lot. w Sknitowie w lipcu b. r. Roboty przygotowawcze wymagały 3 dni czasu. Do podstemplowania użyto 212 sztuk stempli z drzewa miękkiego 50 cm dł. W 30 min. po podpaleniu komin runął, rozrywając się w powietrzu na kilka części, które zasały teren na 30 m w kierunku upadu (ryc. 1 i 2).



Fot. M. Zakrzewski, stud. inż.

Ryc. 2.

Burzenie komina fabrycznego w Sknitowie. Komin w momencie upadu.

Autor notatki wykonał w r. 1914 burzenie komina 60 m wys. analogicznym sposobem. Komin murowany na zaprawie wapiennej z domieszką cementu, rozerwał się w powietrzu na 3 części, z których najwyższa spadała bezmała pionowo.

Arch. J. Szulc, upow. budowniczy.

Wiadomości z literatury technicznej.

Drogi.

— „Podstawy naturalne krajowego przemysłu kamieniarskiego“. Pod tym tytułem zamieszcza Stan. Małkowski artykuł w *Wiadomościach Polskich Zrzeszeń Technicznych* (zeszyt

6 z czerwca 1927) przeznaczony jako referat na II Zjazd Polskich Techników zrzeszonych.

Z artykułów obchodzą nas najbardziej II, gdzie jest mowa o kostkach brukowych i III, gdzie mowa o tłuczniu szosowym, żwirze i kamieniach narzutowych.

Materiałami odpowiednimi do wyrobu kostek mogą być granity i skały pokrewne, bazalty, porfiry, andezyty. Samo uporządkowanie ulic i placów miejskich, przy rozłożeniu koniecznej do wykonania pracy na lat 20, wymagałoby 1,730.000 m³ materiałów kamiennych. Produkcja krajowa nie może podołać wzrastającemu wciąż zapotrzebowaniu. W ciągu r. 1926 przywieziono z zagranicy (z Niemiec, Czechosłowacji i Szwecji) 8169 tonn kostek do brukowania ulic za 451.000 zł., a w r. 1925 68.891 tonn za 1,723.000 zł.

W r. 1926 Warszawa zużyła 6.891 tonn kostek, w tem wszystko z materiału krajowego, Poznań 2.588 tonn, w tem 1.649 krajowych, Łódź 108 tonn, w tem wszystkie krajowe, Katowice 2.180 tonn, w tem 450 krajowych, Lublin 4.612 tonn kostek, w tem wszystkie krajowe.

Użycie kostek do bruków ulic w ogólności w r. 1926 zmalało, ale wzrosła produkcja krajowa.

Co do wyrobu kostek granitowych przemysł nasz stawia dopiero pierwsze kroki.

Co do tłucznia szosowego i żwiru podnieść należy, że do doprowadzenia u nas do porządku 14.000 km dróg bitych w ciągu 10 lat potrzeba będzie w ciągu roku 1,120.000 m³, a do budowy dróg nowych po 1000 km przez 20 lat po 3,000 000 m³, razem rocznie 4,200.000 m³. Ponadto do utrzymania już istniejących dróg potrzeba rocznie 264.000 m³.

Autor przeprowadza następnie przegląd krajowych materiałów kamiennych, jak granity, dioryty i skały krystaliczne pokrewne, gabbromoryty i diabazy polesko-wołyńskie, porfiry miękińskie, metafiry z Regulic, diabazy z Niedźwiedziej góry pod Krzeszowicami, porfiry klesowskie, andezyty czorsztyńskie, bazalty berestowieckie i podłużańskie, piaskowce klesowskie, gnejsy i łupki krystaliczne polesko-wołyńskie, kwarcyty, piaskowce trembowelskie, piaskowce wachockie, zagnańskie, suchedniowskie, witułińskie, kunowskie, janikowskie, pińczowskie i karpackie.

Autor przychodzi do wniosku, że krajowy przemysł kamieniarski pod względem organizacji i urządzeń technicznych stoi naogół nisko.

Inż. A. W. Krüger.

BIBLIOGRAFJA.

Czasopisma. „Szkoła Zawodowa“ miesięcznik poświęcony sprawom szkolnictwa zawodowego, Poznań, zeszyt 10 przynosi: Prof. Dr. Jan Ptasnik: Cechy i życie cechowe w miastach dawnej Polski; Wład. Kłossowski: Małe szkoły zawodowo-dokształcające; M. Rydlewski: Szkoły zawodowe w Szwecji i inne.

Dzieła i czasopisma, kupione na własność Biblioteki Politechniki Lwowskiej w pierwszym kwartale 1927 r. (C. d.)
76. Emperger F. Versuche mit Säulen aus umschürtem Beton und aus umschürtem Gusseisen. St. 88. — 77. Rinagl F. Setzprobe und Flüssigkeitsgrad von Beton. Leipzig, 1927. St. 21. — 78. Hettner A. Die Oberflächenformen des Festlandes, ihre Untersuchung und Darstellung, Leipzig, 1921. St. VIII, 250. — 79. Cloos H. u. Meister E. Bau und Bodenschätze Europas. Leipzig, 1921. St. VIII, 158. Tb. 1. (C. d. n.).

RÓŻNE SPRAWY.

Konkurs ogłasza Min. Rob. Publ. na opracowanie projektu szczegółowego mostu drogowego na Wiśle pod Puławami na drodze państwowej Nr. 9/2 Kurów-Radom w jednej z dwóch alternatyw:

1. jako sześcioprzęsłowego mostu żelaznego o rozpiętości przeszła w świetle 76 m (belki wolnopodparte, krata półparaboliczna) na kamiennych lub betonowych przyczółkach i filarach;
2. jako pięcioprzęsłowego mostu żelaznego o rozpiętości przeszła w świetle 85 + 88 + 115 + 88 + 85 (belki wspornikowe na kamiennych lub betonowych przyczółkach i filarach) — na podstawie szkicowego projektu wstępnego mostu.

Szkicowy projekt mostu oraz warunki techniczne są do przejrzania w Wydziale Mostowym M. R. P., plac Dąbrowskiego Nr. 8, pokój Nr. 157, codziennie w godzinach między 11 a 13.

Osoby, pragnące zająć się opracowaniem tego szczegółowego projektu winne przesłać do Ministerstwa R. P. oferty w zapieczętowanych lakowemi pieczęciami kopertach z nadpisem „Oferta na opracowanie projektu szczegółowego mostu drogowego na Wiśle pod Puławami“ do dnia 1 września b. r. z podaniem:

1. terminu wykonania projektu mostu,
2. wysokości żądanego wynagrodzenia co do każdej z wyżej podanych alternatyw opracowania projektu szczegółowego mostu,
3. warunków i terminów częściowych wypłat żądanego wynagrodzenia w miarę przedstawienia Ministerstwu części opracowanego projektu, oraz
4. danych o swych poprzednich pracach w dziedzinie projektowania żelaznych mostów.

Ministerstwo Robót Publicznych zastrzega sobie wybór oferty niezależnie od wysokości podanej kwoty.

Międzynarodowa Komisja Elektrotechniczna. Tegoroczne zebranie Międzynarodowej Komisji Elektrotechnicznej, organizacji zajmującej się opracowywaniem międzynarodowych przepisów i norm elektrotechnicznych, odbędzie się we Włoszech w czasie od 4 do 24 września b. r. Zebranie rozpocznie się w Bellagio nad jeziorem Como, gdzie do 12 września będą obradować następujące stałe podkomisje: definicji, maszyn elektrycznych, symboli, silników napędowych, lamp elektrycznych, napięć, silników trakcyjnych, olejów izolacyjnych, linii napowietrznych, przyrządów pomiarowych, lamp radjotechnicznych i hydrotechniki. Po zebraniach odbędzie się wspólna podróż pociągiem ofiarowanym przez rząd włoski do Medjolanu, Wenecji, Florencji, Rzymu, Pizy, Genui i Turynu, celem zwiedzenia fabryk i urządzeń elektrycznych w tych ośrodkach, oraz poznania kraju.

W międzyczasie odbędzie się zebranie plenarne M. K. E., oraz posiedzenie jej rady w Rzymie dnia 22 września. Uczestnicy Kongresu będą poztatem uczestniczyć w uroczystościach ku czci setnej rocznicy śmierci Aleksandra Volty, słynnego fizyka i ojca elektrotechniki. Jedną z nich, urządzoną przez elektrotechników i fizyków, odbędzie się 11 września w Como, w jego miejscu rodzinnym, druga zaś ogólnonarodowa, 19 września w Rzymie na Kapitolu.

Polska weźmie w tych zebraniach dosyć liczny udział. Polski Komitet Elektrotechniczny, który jest organem M. K. E. na Polskę, wysła delegację, w skład której wchodzi: prof. E. Drewnowski, członek rady M. K. E. i przewodniczący delegacji, oraz pp.: prof. W. Borowicz (ze Lwowa), ppłk. W. Günther, dyr. Ż. Okoniewski, doc. R. Podoski, prof. A. Rogiński, inż. J. Rohman, oraz inż. K. Siwicki. Każdy z delegatów pracować będzie w paru podkomisjach, reprezentując tam opinię Komitetu polskiego, który przygotował cały szereg materiałów i uwag na tegoroczny Kongres M. K. E.

Do niniejszego zeszytu dołączamy prospekt znanego Junka „Wiener Bauratgeber“, który właśnie ukazał się w 8 wydaniu pod tytułem „Der Bauratgeber“. To ostatnie wydanie w najnowszym opracowaniu przez p. inż. L. Herzka przedstawia dla pracujących w przemyśle budowlanym ich ulubiony i od długiego czasu oczekiwany podręcznik.