

TREŚĆ: St. Bryła: Wytrzymałość spoin bocznych na ścinanie. — Inż. St. Ochęduszek: Wartość opałowa gazów z teoretycznego punktu widzenia. (Dokończenie). — Dr. Inż. A. Freudenthal: W sprawie wzoru dla słupów uzwojonych w przepisach polskich. — Memorjał w sprawie zatrudnienia bezrobotnych inżynierów i techników. — Wiadomości z literatury technicznej. — Nekrologja. — Uzupełnienie. — Sprawy Towarzystwa.

Stefan Bryła.

Wytrzymałość spoin bocznych na ścinanie.

Doświadczenia opisane stanowią trzecią z rzędu serję doświadczeń z połączeniami spawanymi wykonanych dla Departamentu Drogowego b. Ministerstwa Robót Publicznych, a obecnie Ministerstwa Komunikacji, kierowanego przez Dyr. M. Nesterowicza. Dotyczą zaś wytrzymałości spoin bocznych na ścinanie.

Wytrzymałość spoin bocznych na ścinanie przyjmowana była dotychczas najczęściej na jednostkę powierzchni, w wielkości stałej, niezależnie od grubości spoiny. Na tym przyjęciu też oparte są dotychczasowe przepisy niemieckie, amerykańskie i t. d., aczkolwiek wiadomo, że założenie to jest błędne. Wykazywałem to już w 1928 roku podczas budowy spawanego mostu drogowego na rzece Słudwi pod Łowiczem, gdzie dla obliczenia wytrzymałości szwów bocznych przyjąłem:

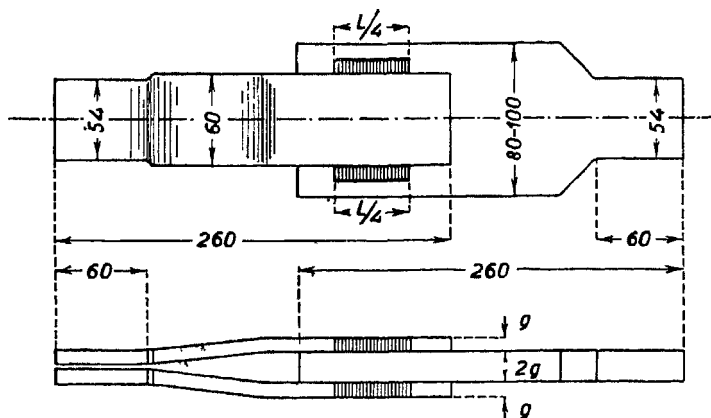
$k=905-115t \text{ kg/cm}^2$ na jednostkę powierzchni . . 1

względnie:

$k=(640-80t) \text{ kg/cm}b$ na jednostkę długości . . . 2

gdzie „ t ” oznacza grubość szwu w cm mierzona w przyprostokątnej spoiny. Dla naprężeń w kg/cm^2 równanie to przedstawia linię prostą, której rzędne maleją ze wzrastającymi odcięciami, jeżeli odcięte oznaczają grubość szwu w cm , a rzędne naprężenia dopuszczalne w kg/cm^2 . Dla naprężeń na jednostkę długości otrzymujemy zaś parabolę. Wzór ten ustawiono na podstawie szeregu doświadczeń wykonanych podówczas. Uwzględnia on bezsporny fakt, że wytrzymałość na jednostkę powierzchni szwu bocznego jest dla szwów cienkich większa niż dla szwów grubych.

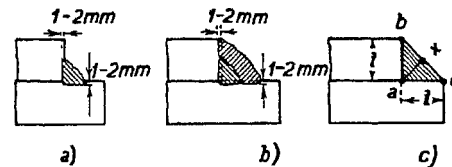
Celem otrzymania możliwie dokładnego związku pomiędzy grubością spoin bocznych, a wytrzymałością jednostkową (na jednostkę powierzchni, oraz na jednostkę długości spoiny), wykonano w 1930/31 r. 220 próbek i poddano rozerwaniu w laboratorium Mechanicznej Stacji Doświadczalnej Politechniki Lwowskiej.



Rys. 1.

Próbki (rys. 1) wykonano w trzech serjach, przy czym serja pierwszą wykonana została przez spawaczy miernych, serja druga przez spawaczy średnio dobrych, zaś serja trzecia wykonana została bardzo starannie.

Nasuwa się pytanie, na jakiej podstawie snuto przypuszczenia, że naprężenia jednostkowe będą maleć przy wzrastającej grubości szwu. Kwestja ta staje się łatwo zrozumiała, jeśli bierzemy pod uwagę dwa następujące fakty: Szwy cienkie wykonywujemy przy pomocy jednorazowego nakładania elektrody (rys. 2a), natomiast szwy grubsze musimy nakładać kilkakrotnie (rys. 2b) (zależnie od grubości szwu, oraz od średnicy elektrody). Pomimo oczyszczenia warstwy spoiny wykonanej przed nałożeniem dalszej warstwy, połączenie może nie być idealne. Również naprężenia wewnętrzne



Rys. 2.

z powodu wysokiej temperatury spawania są większe w spoinach grubszych. Wreszcie też ważną przyczyną leży w tem, że dobrze wykonana spoina jest wtopiona w stal, przyczem grubość wtopienia się wynosi od 1 do 2 mm i to dla wszystkich grubości szwów mniej więcej jednakowo (rys. 2a, b). Teoretyczna powierzchnia ścicia spoiny zostaje więc o te 1—2 mm powiększona, przez co zostaje również powiększona wytrzymałość spoiny. Stosunek głębokości wtopienia elektrody w stal do teoretycznego przekroju ścicia jest dla spoin małych dużo większy, niż dla grubszych. Np. dla spoiny o grubości $t=4 \text{ mm}$, stosunek ten wynosi $\varphi = \frac{2}{4 \times 0,7} =$ około 0,7, natomiast dla spoiny o grubości $t=20 \text{ mm}$ $\varphi = \frac{2}{20 \times 0,7} = 0,14$. Toteż wpływ zwiększenia się teoretycznego przekroju przez wtopienie elektrody i przez to zwiększenia wytrzymałości spoiny, będzie dla spoin małych dużo większy niż dla spoin dużych. Pod tym względem otrzymałem wyczerpujący artykuł od inż. Branda.

Wymiary spoin wybrano dla wartości t od 4 do 20 mm , zaś długości spoin L od 80 do 240 mm . Kształt próbki podany jest na rysunku 1. Spoiny zostały zeszlifowane do należytych wymiarów, celem usunięcia przypadkowości. Wszystkie próbki spawane były elektrycznie. Zaznaczam odrazu, że te same próbki, uzupełnione, zostaną następnie zużytkowane dla zbadania zależności wytrzymałości spoin od ich długości.

Próbki badane były w jednakowych warunkach, t. j. przy jednostajnym wzroście obciążenia od 0,2 do 0,5 $kg/mm^2/sek$. Co do charakteru i kształtu zerwania spoiny obserwowano wypadki następujące: a) spoina została zerwana w płaszczyźnie ab lub ac ; b) spoina została zerwana w najmniejszej płaszczyźnie pracującej ax lub też w płaszczyźnie nachylonej pod małym kątem do najmniejszej płaszczyzny; c) spoina została zerwana zupełnie dowolnie, częściowo jak pod a), częściowo jak pod b).

Ze względu jednak na konieczność pewnej jednolitej podstawy do określenia wytrzymałości, oblicza się zawsze wytrzymałość spoiny w odniesieniu do płaszczyzny ax . Wszystkie podane niżej przeliczenia wykonane też zostały na tej podstawie.

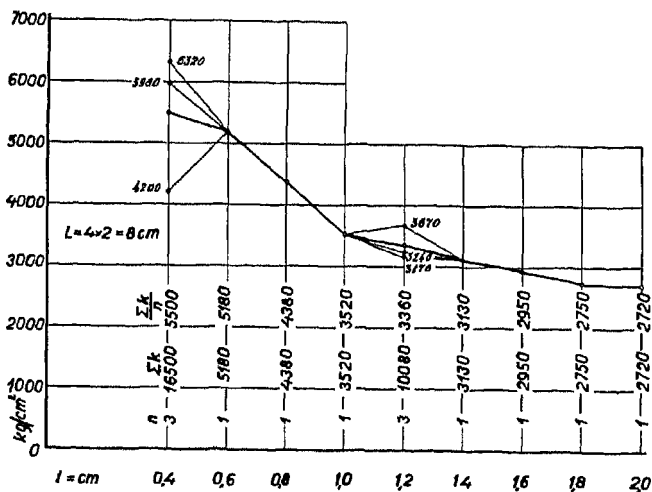
Poniżej podane są wyniki I. partji próbek. Dokładny pomiar szwów uskutecziono tak przed, jakoteż po zerwaniu każdej próbki. Na każdy poszczególny pomiar wykonano przynajmniej trzy próbki. O ile wyniki były zbyt rozmaite, wykonano dwie próbki dodatkowe celem jaknajdokładniejszego ustalenia wartości R .

Ze względu na brak miejsca podano poniżej zestawienie pomiarów wykonanych na jednej próbce jako przykład. Wszędzie l oznacza długość jednej spoiny, L łączną długość czterech spoin, więc $L=4l$.

L. p. 7. Przekrój spoiny $t=10\text{ mm}$, $t'=7\text{ mm}$.

Cztery spoiny o łącznej długości $L=4l=10\text{ cm}$.

Próbka	$F' = t' \cdot l$ mm^2	Łączny przekrój spoiny po zerwaniu F' mm^2	P kg	$\frac{P}{F'}$ kg/mm^2
7/1	700	$4 \times 6 \times 24 = 576$	16400	28,5
cztery spoiny ścięte ukośnie				
7/2	700	$4 \times 7 \times 25 = 700$	17550	25,1
1 spoina $a c$, 3 spoiny (uk.)				
7/3	700	$4 \times 6 \times 25 = 600$	17700	29,5
1 spoina $a b$, 1 spoina $a c$, 2 szwy (uk.)				
				R średnio 24,60



Rys. 3.

W podobny sposób wykonano pomiary dla wszystkich próbek. W dalszym ciągu podane są średnie wartości naprężeń rozrywających i to tak na jednostkę powierzchni jak i na jednostkę długości szwu.

Pierwsza partja próbek:

1. $L=4 \times 2,5=10\text{ cm}$

Próbka	t mm	t' mm	$\frac{P}{l}$ kg/cm	$\frac{P}{F'}$ kg/cm^2
L. p.				
25	4	2,8	1000	3570
18	6	4,2	1210	2930
12	8	5,6	1500	2700
7	10	7,0	1740	2460
3	12	8,5	2200	2440

2. $L=4 \times 3=12\text{ cm}$

24	4	2,8	850	3060
17	6	4,2	1200	2860
11	8	5,6	1680	2870
6	10	7,0	1700	2030
2	12	8,5	1600	1650

3. $L=4 \times 4=16\text{ cm}$

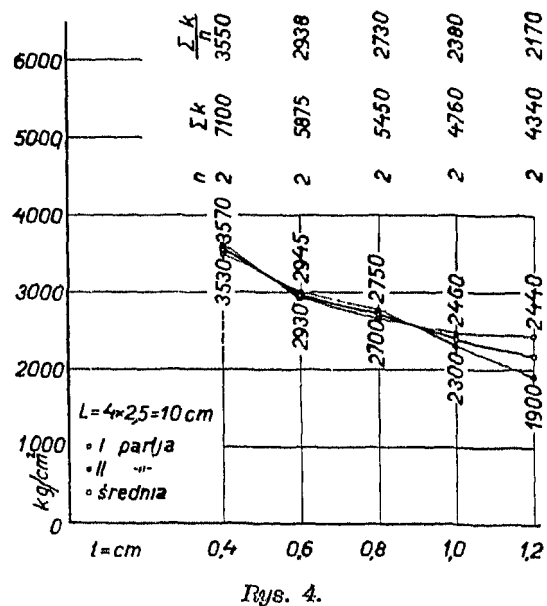
Próbka	t mm	t' mm	$\frac{P}{l}$ kg/cm	$\frac{P}{F'}$ kg/cm^2
L. p.				
23	4	2,8	1080	4030
16	6	4,2	1400	3315
10	8	5,6	1540	2740
5	10	7,0	1780	2415
1	12	8,5	1580	1945

4. $L=4 \times 5=20\text{ cm}$

22	4	2,8	1100	4000
15	6	4,2	1480	3285
9	8	5,6	1800	2830
4	10	7,0	1600	2370

5. $L=4 \times 6=24\text{ cm}$

21	4	2,8	1040	3720
14	6	4,2	1600	3515
8	8	5,6	1790	3570
13	10	7,0	2400	3400



Rys. 4.

Druga partja próbek.

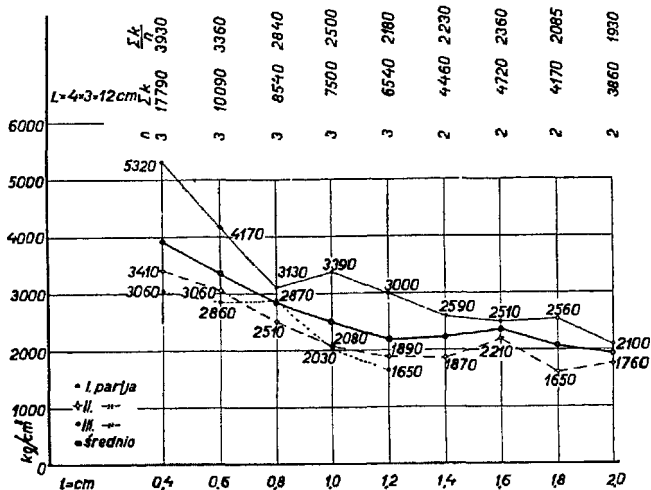
1. $L=4 \times 2,5=10\text{ cm}$

Próbka	Pow. ścięta F' cm^2	P kg	$\frac{P}{F'}$ kg/cm^2
L. p.			
a) $t=12\text{ mm}$, $t'=8,5\text{ mm}$			
3	8,50	16100	1900
b) $t=10\text{ mm}$, $t'=7\text{ mm}$			
7	6,98	16050	2300
c) $t=8\text{ mm}$, $t'=5,6\text{ mm}$			
12	5,62	15450	2750
d) $t=6\text{ mm}$, $t'=4,2\text{ mm}$			
18	4,42	13000	2945
e) $t=4\text{ mm}$, $t'=2,8\text{ mm}$			
25	2,93	10340	3530

2. $L=4 \times 3=12\text{ cm}$

a) $t=20\text{ mm}$, $t'=14,1\text{ mm}$			
33	16,78	29550	1760
b) $t=18\text{ mm}$, $t'=12,6\text{ mm}$			
27	15,10	24400	1610
c) $t=16\text{ mm}$, $t'=12,3\text{ mm}$			
31	13,60	30050	2210

Próbka L. p.	Pow. ścięta F' cm^2	P kg	$\frac{P}{F'}$ kg/cm^2
d) $t=14 mm, t'=10 mm$			
29	12,03	22500	1870
e) $t=12 mm, t'=8,5 mm$			
2	10,20	19300	1890
f) $t=10 mm, t'=7 mm$			
6	8,37	17400	2080
g) $t=8 mm, t'=5,6 mm$			
11	6,71	16870	2510
h) $t=6 mm, t'=4,2 mm$			
17	5,05	15420	3060
i) $t=4 mm, t'=2,8 mm$			
24	3,33	11360	3410



Rys. 5.

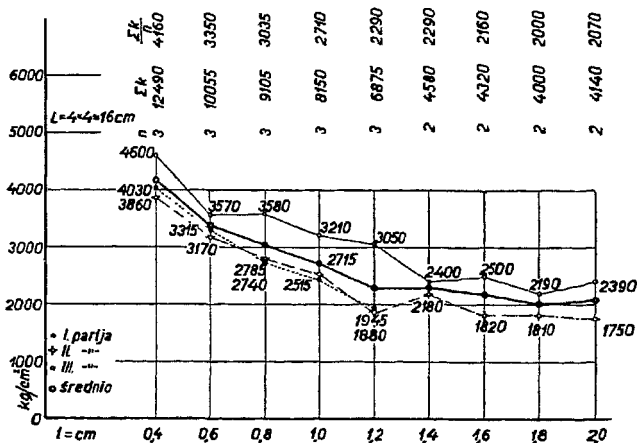
3. $L=4 \times 4=16 cm$

a) $t=20 mm, t'=14,1 mm$			
32	21,60	37800	1750
b) $t=18 mm, t'=12,6 mm$			
28	20,00	36250	1810
c) $t=16 mm, t'=11,3 mm$			
26	18,16	33060	1820
d) $t=14 mm, t'=10 mm$			
34	15,90	34650	2180
e) $t=12 mm, t'=8,5 mm$			
1	12,53	23600	1880
f) $t=10 mm, t'=7,0 mm$			
5	11,20	28180	2515
g) $t=8 mm, t'=5,6 mm$			
10	8,97	24900	2785
h) $t=6 mm, t'=4,2 mm$			
16	6,95	22000	3170
i) $t=4 mm, t'=2,8 mm$			
23	4,50	17310	3860

4. $L=4 \times 5=20 cm$

a) $t=12 mm, t'=8,5 mm$			
30	16,90	45500	2690
b) $t=10 mm, t'=7,0 mm$			
4	12,30	29400	2380

Próbka L. p.	Pow. ścięta F' cm^2	P kg	$\frac{P}{F'}$ kg/cm^2
e) $t=8 mm, t'=5,6 mm$			
9	10,72	30130	2800
d) $t=6 mm, t'=4,2 mm$			
15	8,40	28610	3410
e) $t=4 mm, t'=2,8 mm$			
22	5,63	24200	4310



Rys. 6.

Średnie naprężenie rozrywające z trzech próbek L. p. 8, 8/1, 8/2, o długości szwu $L=4 \times 6=24 cm$, wynosi $3060 kg/cm^2$ (grubość szwu wynosi $t=8 mm$). Dla próbek L. p. 14, 14/1, 14/2 o długości i wymiarach spoin jak powyżej, średnie naprężenie rozrywające wynosi $3760 kg/cm^2$.

Wyniki trzeciej partji dla spoin o długości stałej $L=8 cm$ nie zostały uwzględnione przy ogólnym rozważaniu graficznym nad związkami pomiędzy grubością szwu, oraz jego wytrzymałością na jednostkę powierzchni, a to z uwagi na nadzwyczaj wysokie wyniki naprężeń rozrywających.

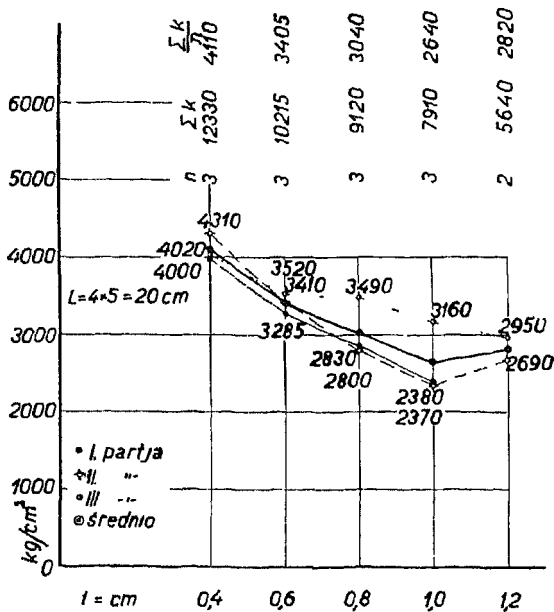
Trzecia partja próbek.

 $L=4 \times 2=8 cm$

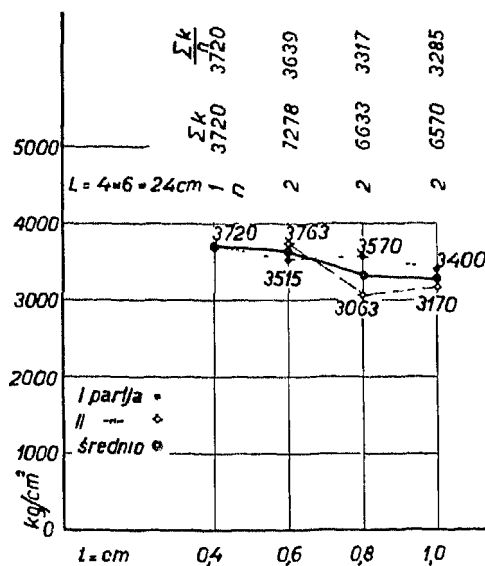
Próbka L. p.	t mm	Pow. ścięta F' cm^2	P kg	$\frac{P}{F'}$ kg/cm^2
1	20	11,3	30800	2720
2	18	10,2	28000	2750
3	16	9,05	26620	2950
4	14	7,90	24750	3130
4/1 x	12	6,8	24900	3670
4/2 x	12	6,8	22000	3240
4 średni	12	6,8	21500	3170
4 średni	12	6,8	—	3360
34	10	5,65	19850	3520
30	8	4,5	19700	4380
26	6	3,39	17600	5180
22/1	4	2,26	14250	6320
22/2	4	2,26	13500	5980
22/3	4	2,26	9500	4200
22 średni	4	2,26	—	5500

W powyższym zestawieniu rzucają się w oczy szczególnie wyniki próbek L. p. 22/1, 22/2, 22/3. Dla próbek tych użyto takiego samego natężenia prądu jak dla innych próbek tej partji z wyjątkiem próbki L. p. 22/3, dla której natężenie prądu obniżono znacznie poniżej normalnego. Jak wynika z tego, wysokie wy-

niki próbek 22/1 i 22/2 mają swoją przyczynę prawdopodobnie w bardzo silnym wtapieniu się małych spoin w materiał.



Rys. 7.



Rys. 8.

Próbka L. p.	t mm	Pow. ścięta F' cm^2	P kg	$\frac{P}{F'}$ kg/cm^2
$L = \text{const.} = 4 \times 3 = 12 \text{ cm}$				
47	20	17,0	33600	2100
39	18	15,2	39000	2560
45	16	13,55	34000	2510
41	14	11,90	30800	2590
5	12	10,20	30600	3000
35	10	8,50	28800	3390
31	8	6,80	21200	3130
27	6	5,08	21100	4170
23	4	3,38	18000	5320

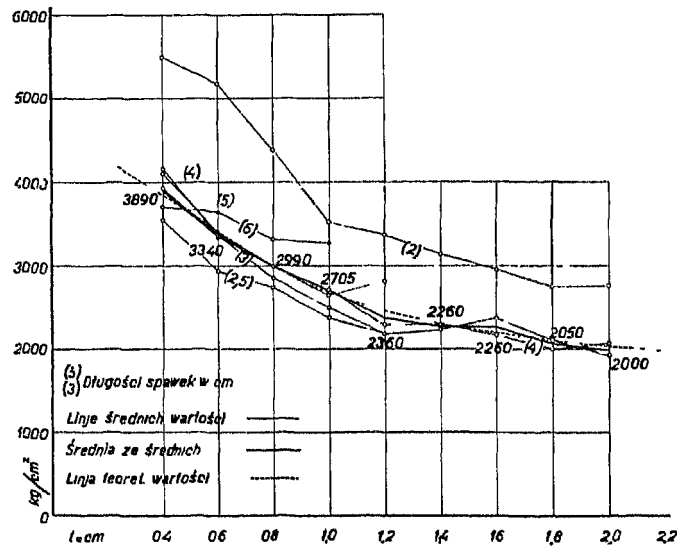
$L = \text{const.} = 4 \times 4 = 16 \text{ cm}$

44	20	22,60	51100	2390
38	18	20,30	44500	2190
43	16	18,05	45200	2500
46	14	15,80	37900	2400
40	12	13,55	41400	3050
36	10	11,30	36200	3210

Próbka L. p.	t mm	Pow. ścięta F' cm^2	P kg	$\frac{P}{F'}$ kg/cm^2
32	8	9,05	32400	3580
28	6	6,78	24200	3570
24	4	4,51	20800	4600

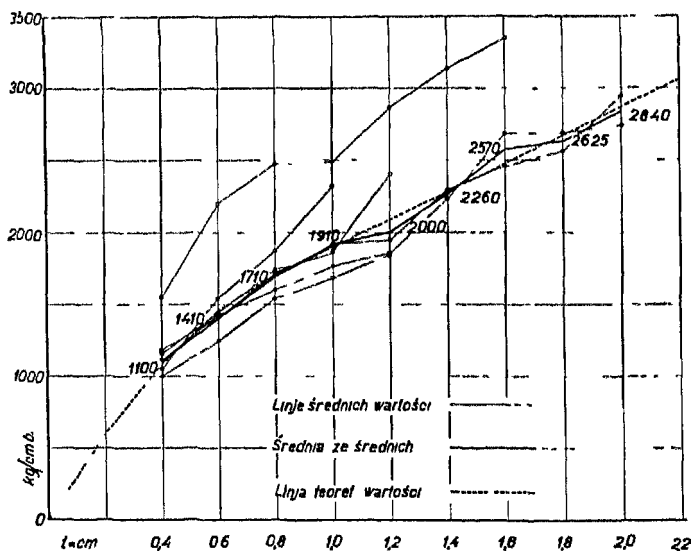
$L = \text{const.} = 4 \times 5 = 20 \text{ cm.}$

42	12	17,00	50200	2950
37	10	14,10	44700	3160
33	8	11,30	39400	3490
29	6	8,45	29800	3520
25	4	5,65	22700	4020



Rys. 9.

Wyniki wszystkich trzech partyj zestawione są na rys. 3, 4, 5, 6, 7, 8, przy czym wyniki dla poszczególnych długości spoin zestawione są oddzielnie. Ogólne zestawienie graficzne, dla wszystkich wykonanych grubości, oraz długości szwów uskutecznił na rys. 9, a to w ten sposób, że narysowano tylko już wartości średnie z wyników podanych na rys. 3, 4, 5, 6, 7, 8. Uderzająca jest tu linja wyników próbek partji trzeciej dla sumarycznej długości spoin $L = 4 \times 2 = 8 \text{ cm}$, która



Rys. 10.

się znajduje daleko powyżej innych wyników. Reszta wyników daje obraz skupiony, naokoło pewnej linii ciągłej. Wyjątek stanowią może rezultaty dla spoiny 10 mm i długości 24 cm (3285 kg/cm^2), oraz dla spoiny 12 mm i długości 20 cm. Niewiadomy jest dalszy prze-

bieg krzywych dla długości spoin $L=20\text{ cm}$ i $L=24\text{ cm}$ dla większych ich grubości spoin (powyżej 10 mm , 12 mm), jednakowoż najprawdopodobniej są to krzywe o tej samej tendencji, co poprzednie, a punkty sporne są tylko wynikiem wyjątkowo dobrze wykonanych próbek.

Rys. 10 przedstawia te same wartości co rys. 9 tylko w przeliczeniu na jednostkę długości spoiny, gdy wartości poprzednie odnoszą się do jednostki powierzchni.

Z rezultatów podanych na rys. 9 i 10 obliczono znów wartości średnie dla każdej poszczególnej rzędnej grubości spoin. Krzywa, łącząca te średnie, podaje nam zależność pomiędzy wytrzymałością jednostkową spoiny i jej wymiarem poprzecznym.

Dla grubości spoin od 4 mm do 8 mm można przyjąć ją jako linię prostą o równaniu:

$$k = a - bt \text{ kg/cm}^2, \dots \dots \dots (3)$$

przyczem $a=4700$, zaś $b=2140$.

Dla grubości spoin większych od 8 mm , krzywa omawiana jest hyperbolą o równaniu:

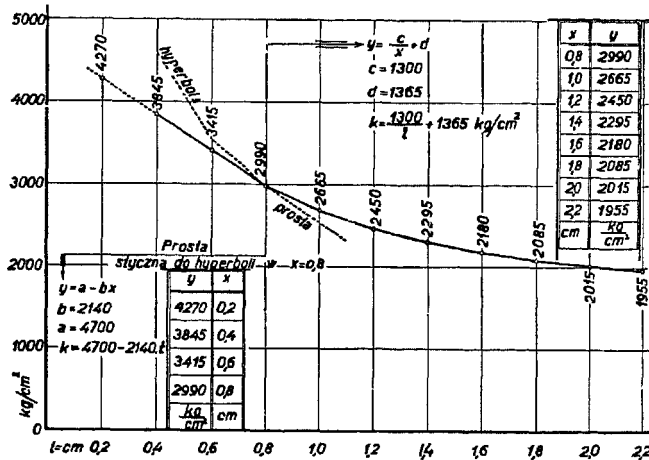
$$k = \frac{c}{t} + d \text{ kg/cm}^2, \dots \dots \dots (4)$$

przyczem $c=1300$, zaś $d=1365$. Hyperbola ta jest dla $t=8\text{ mm}$ styczną do prostej określonej równaniem 3.

Obliczając naprężenie rozrywające na jednostkę długości spoiny, otrzymujemy dla grubości spoin od 4 mm do 8 mm parabolę o kształcie:

$$k' = (a - bt) \cdot 0,7 t = (a' - b't) t \text{ kg/cm} \dots \dots \dots (5)$$

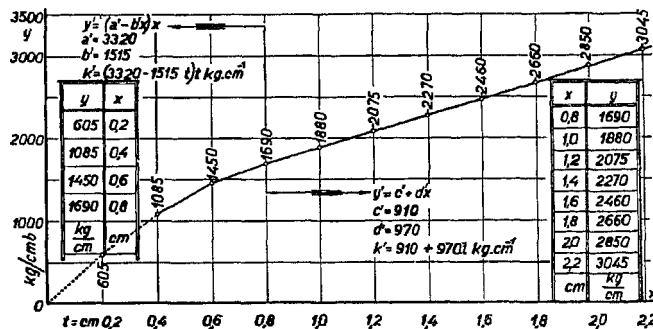
przyczem $a'=0,7a=3290$, $b'=0,7b=1515$.



Rys. 11.

Dla grubości spoin od 8 mm w górę otrzymamy tu linię prostą o równaniu:

$$k' = \left(\frac{c}{t} + d\right) \cdot 0,7 t = 0,7 c + 0,7 d t = c' + d' t \text{ kg/cm}, \dots \dots \dots (6)$$



Rys. 12.

przyczem $c'=910$, $d'=970$. Prosta ta jest dla $t=8\text{ mm}$ styczną do paraboli, określonej równaniem 5.

Rzędne obliczone z powyższych równań zestawione tabelarycznie na rys. 11 i 12.

Na podstawie powyższych równań obliczono wartości naprężeń dopuszczalnych dla współczynników pewności $n=3, 3,5, 4, 5, 6$.

Dla naprężeń dopuszczalnych na jednostkę powierzchni otrzymujemy równania:

dla $n=3$

$$t=4\text{ mm do } 8\text{ mm} \quad k=1565-715t \text{ kg/cm}^2$$

$$t = \text{powyżej } 8\text{ mm} \quad k = \frac{135}{t} + 455 \text{ kg/cm}^2$$

dla $n=3,5$

$$k=1340-610t \text{ kg/cm}^2 \quad k = \frac{370}{t} + 390 \text{ kg/cm}^2$$

dla $n=4$

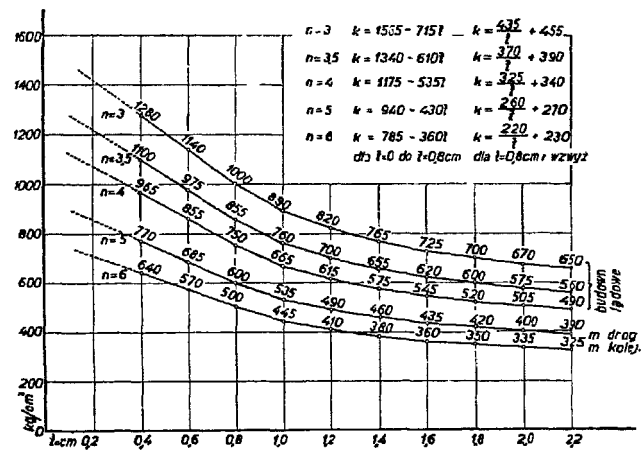
$$k=1175-535t \text{ kg/cm}^2 \quad k = \frac{325}{t} + 340 \text{ kg/cm}^2$$

dla $n=5$

$$k=940-430t \text{ kg/cm}^2 \quad k = \frac{260}{t} + 270 \text{ kg/cm}^2$$

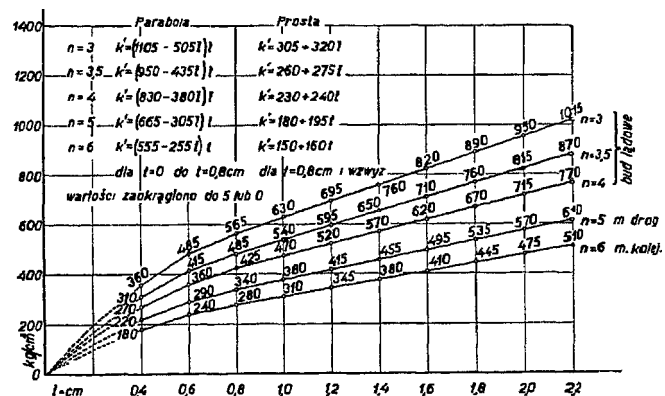
dla $n=6$

$$k=785-360t \text{ kg/cm}^2 \quad k = \frac{220}{t} + 230 \text{ kg/cm}^2$$



Rys. 13.

Wartości stałych w tych równaniach zaokrąglono do 0 lub 5 (rys. 13).



Rys. 14.

Dla naprężeń dopuszczalnych na jednostkę długości spoiny poprzednim równaniom, odpowiadają równania następujące:

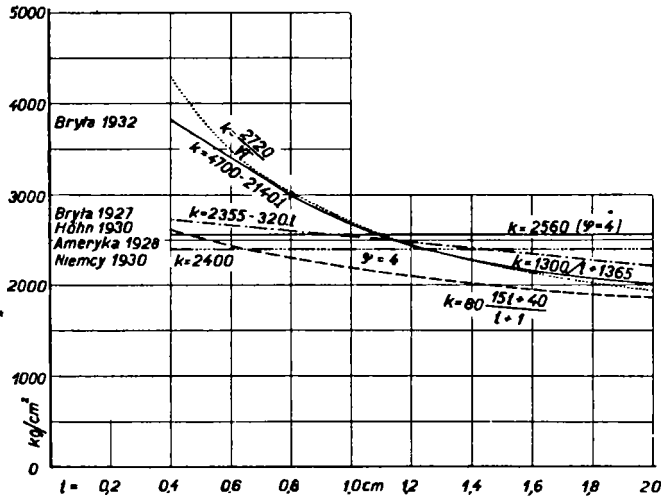
$t=4\text{ mm do } 8\text{ mm}$ $n=3$ $k=(1105-505 t) t \text{ kg/cm}$

$t = \text{powyżej } 8\text{ mm}$ $n=3$ $k=305+320 t \text{ kg/cm}$

$n=3,5$ $k=(950-435 t) t \text{ kg/cm}$

$n=3,5$ $k=260+275 t \text{ kg/cm}$

$$\begin{array}{ll}
 n=4 & k=230+240t \text{ kg/cm} \\
 k=(830-380t) \text{ t kg/cm} & \\
 n=5 & k=180+195t \text{ kg/cm} \\
 k=(665-305t) \text{ t kg/cm} & \\
 n=6 & k=150+160t \text{ kg/cm} \\
 k=(555-255t) \text{ t kg/cm} &
 \end{array}$$

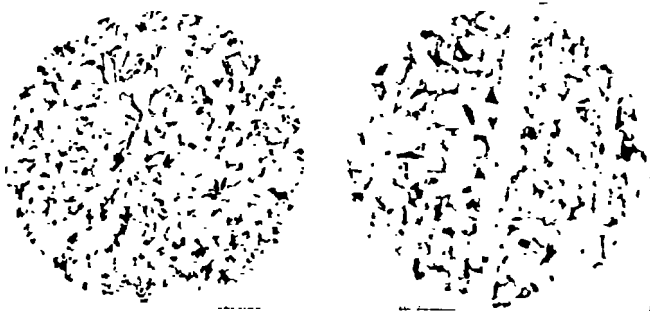


Rys. 15.

Wartości powyższe przedstawione są na rys. 14. Zestawienie dotychczasowych badań przedstawione jest na rys. 15.

Ponadto wykonano dla partji II.:

- analizę chemiczną dla materiału blachy na *C*, *P*, *S*, *Mn*, *Si*, oraz badanie makro- i mikroskopowe;
- dla spawek badanie metalograficzne.



Ryc. 16.

Ryc. 17.

Analiza chemiczna przeciętna z kilku analiz: *C*...0,12%, *S*...0,037%, *P*...0,046%, *Mn*...0,34%, oraz *Si*...0,012%.

Przeciętne zanieczyszczenie fosforem i siarką oraz przeciętne zanieczyszczenie żużlem. Struktura materiału blachy siatkowa i pasemkowa (ryc. 16, 17 i 18). W okolicy miejsca spawania lokalne przegrzanie (ryc. 19).

Ciekawy wypadek rozrostu ziarn w okolicy miejsca spawania wykazuje ryc. 20. W spawce widoczne liczne



Ryc. 18.

Ryc. 19.

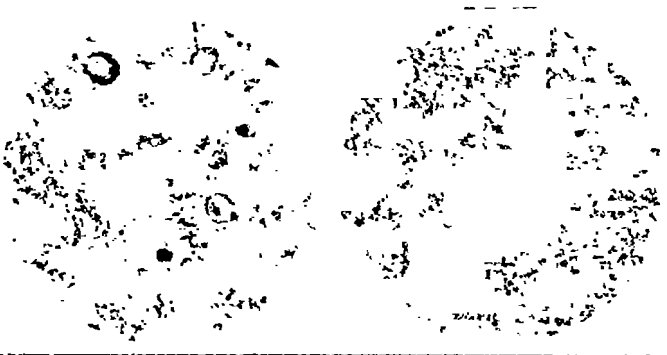
drobne pory i nieliczne większe pory. Struktura miejsca spawania wykazuje naogół przegrzanie (ryc. 21 i 22).



Ryc. 20.

Ryc. 21.

Łagodne przejście ze spawki do materiału blachy wykazuje ryc. 23.



Ryc. 22.

Ryc. 23.

Przy pracy tej pomocni byli mi p. inż. Venčeslav Poníž, asystent przy Katedrze Budowy Mostów Politechniki Lwowskiej i p. inż. Marjan Popiel, asystent Mechanicznej Stacji Doświadczalnej tejże Politechniki.

Inż. Stanisław Ochęduszek
Adjunkt Politechniki Lwowskiej.

Wartość opałowa gazów z teoretycznego punktu widzenia.

(Dokończenie).

Zależność ciepła spalania od nadmiaru powietrza.

Skolei zajmijmy się zagadnieniem, czy i jaki jest wpływ nadmiaru powietrza na ciepło spalania gazu palnego. Szczegółowy rachunek przeprowadzimy dla wodoru, przyczem zakładamy, że:

a) temperatura odniesienia jest stała i wynosi $t=25^{\circ}C$, $T=288^{\circ}K$;

b) wilgotność względna powietrza $\varphi_p=50\%$, $p_p=11,88 \text{ mm rt.}$;

c) wilgotność względna gazu palnego $\varphi_{gp}=100\%$, $p_{gp}=23,76 \text{ mm rt.}$, $\gamma_{gp}=\gamma_n=23,1 \text{ g/m}^3$.

W spalinach jest para nasycona mokra o ciśnieniu $p_s = p_n = 23,76 \text{ mm rt.}$

Podstawą rachunku jest oczywiście równanie (11). Z ogólnego równania spalania (17) wynika: $m_1 = 1 \text{ mol}$ wodoru, $m_2 = 0,5 \lambda + 0,5 \frac{\lambda}{2} = 2,38 \lambda$ moli dwuatomowych gazów; m_3 moli pary wodnej zależne jest od nadmiaru powietrza. W spalinach natomiast: $m_1' = (1 + m_3)$ moli pary wodnej, $m_2' = 0,5 \lambda - 0,5 + 0,5 \lambda \frac{1}{2} = (2,38 \lambda - 0,5)$ moli dwuatomowych gazów. Zatem równanie (11) przybierze następującą postać:

$$\Phi \cdot H_p^\lambda = 298 \left\{ \mu_{H_2} \cdot c_v^{sr} \Big|_0^{298} + 1,987 + 2,38 \lambda (\mu_{N_2, O_2} c_v^{sr} \Big|_0^{298} + 1,987) - (2,38 \lambda - 0,5) (\mu_{N_2, O_2} c_v^{sr} \Big|_0^{298} + 1,987) \right\} + I_m - I_s + B_m - B_s$$

$$\Phi \cdot H_p^\lambda = 298 (\mu_{H_2} \cdot c_v^{sr} \Big|_0^{298} + 0,5 \mu_{N_2, O_2} \cdot c_v^{sr} \Big|_0^{298} + 1,5 \cdot 1,987) + I_m - I_s + B_m - B_s$$

Po wstawieniu odpowiednich wartości i wykonaniu działań otrzymamy:

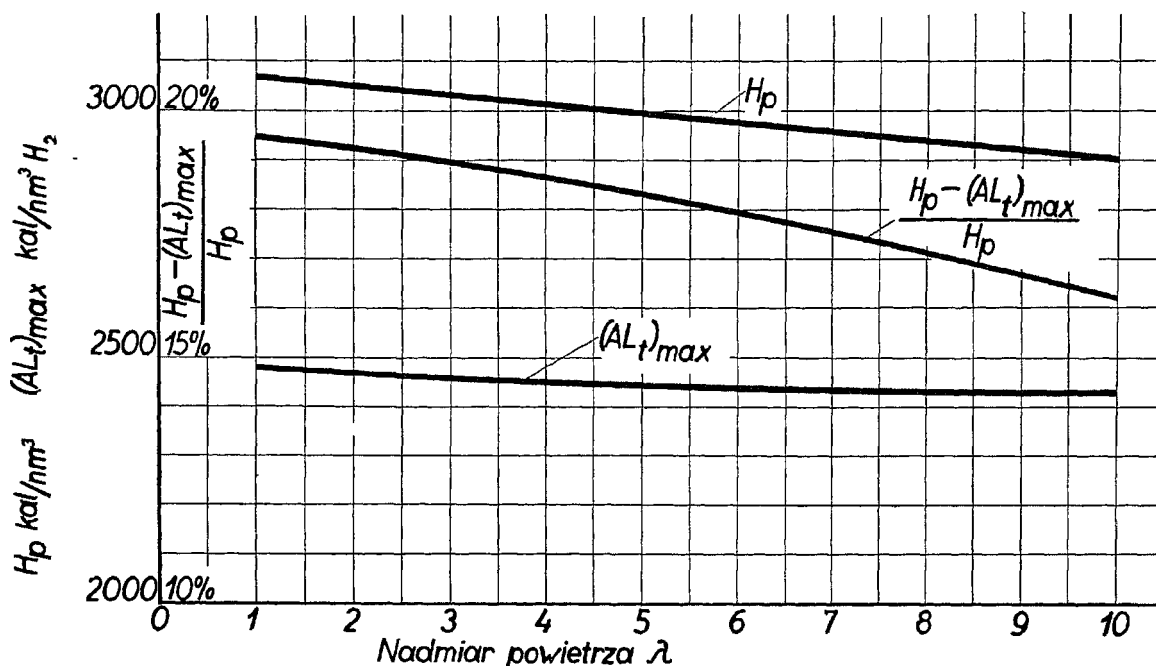
$$\Phi \cdot H_p^\lambda = 72065 + I_m - I_s$$

Z ogólnego równania (I) wynika prostolinijna zależność wyrażenia $(I_m - I_s)$, a tem samym ciepła spalania H_p^λ od nadmiaru powietrza. Ponieważ C_3 posiada maksimum wartości, jakie wielkości C mogą dla danej temperatury przybrać, więc ciepło spalania z nadmiarem powietrza musi maleć. Dla tej samej temperatury wpływ nadmiaru powietrza będzie tem większy, im większa będzie różnica $(C_2 - C_1)$. Ciepło spalania tylko w jednym przypadku pozostaje bez zmiany, a mianowicie, gdy $C_2 = C_3$ t. zn., gdy wilgotność względna powietrza wynosi 100% (dla $t < t_R$). Gdybyśmy do spalania używali powietrza zupełnie suchego, spadek ciepła spalania z nadmiarem byłby największy.

Zależność ciepła spalania od wilgotności powietrza.

Dla kompletu zbadamy wpływ wilgotności powietrza, dostarczonego do spalania na ciepło spalania wodoru, przy założeniu, że:

1. temperatura odniesienia $t = 25^\circ \text{ C}$, $T = 298^\circ \text{ K}$;
2. wilgotność względna gazu palnego $\varphi_{gp} = 100\%$, $p_{gp} = 23,76 \text{ mm rt.}$;
3. nadmiar powietrza $\lambda = 2 = \text{const.}$



Rys. 5.

Ciepło spalania wodoru pod stałym ciśnieniem oraz maksymalna praca $(ALt)_{max}$ i $\frac{H_p - (ALt)_{max}}{H_p}$ jako funkcje nadmiaru powietrza dla: $t = 25^\circ \text{ C}$, $\varphi_{gp} = 100\%$, $\varphi_p = 50\%$.

Przez zastosowanie równań (4), (5) i (13) dojdziemy do następującego wyrażenia:

$$I_m - I_s = 2,38 \lambda \cdot (C_2 - C_3) (i_{ap} - i_{aw}) + (C_1 + 0,5 C_3) (i_{ap} - i_{aw}) - 18,016 i_{aw} \quad (I)$$

gdzie:

$$C_1 = 22,4 \cdot \frac{273 + t}{273} \cdot 0,760 \cdot \frac{\varphi_{gp} \cdot \gamma_n}{73550 - \varphi_{gp} \cdot p_n}$$

$$C_2 = 22,4 \cdot \frac{273 + t}{273} \cdot 0,760 \cdot \frac{\varphi_p \cdot \gamma_n}{73550 - \varphi_p \cdot p_n}$$

$$C_3 = 22,4 \cdot \frac{273 + t}{273} \cdot 0,760 \cdot \frac{\gamma_n}{735,5 - p_n}$$

i_{ap} i i_{aw} oznaczają absol. ciepłiki pary (nas. suchej, przegrzanej) i wody dla danej temperatury.

Po wykonaniu zaznaczonych działań, otrzymujemy w naszym przypadku równanie prostej, przedstawionej na rys. 5:

$$H_p^\lambda = 1/22,4 (69167 - 426,3 \lambda) \text{ kal/nm}^3 \text{ gp.}$$

Podstawą rachunku jest wyprowadzone w poprzednim ustępie równanie:

$$\Phi \cdot H_p^\lambda = 72065 + I_m - I_s \text{ kal/mol gp.}$$

Po odpowiednim uporządkowaniu równania (I) z poprzedniego ustępu, dochodzimy do wyrażenia:

$$I_m - I_s = (i_{ap} - i_{aw}) (2,38 \lambda \cdot C_2 + C_1) - C_3 (i_{ap} - i_{aw}) (2,38 \lambda - 0,5) - 18,016 i_{aw}$$

lub po wstawieniu wartości na C_2 i C_1 z poprzedniego ustępu:

$$I_m - I_s = (i_{pa} - i_{aw}) \left(2,38 \lambda \cdot K_1 \frac{\varphi_p \cdot \gamma_n}{73550 - \varphi_p \cdot p_n} + K_1 \frac{\varphi_{gp} \cdot \gamma_n}{73550 - \varphi_{gp} \cdot p_n} \right) - K_2$$

K_1 i K_2 dla danej temperatury ($t < t_R$) przedstawiają stałe wartości.

Z powyższego równania wynika, że dla $\lambda = \text{const.}$

ciepło spalania rośnie z wilgotnością powietrza i wilgotnością gazu palnego. Oczywiście wpływ wilgotności powietrza jest znaczniejszy, aniżeli wpływ wilgotności gazu palnego i to tem bardziej, im większy nadmiar powietrza.

Wyniki rachunku dla podanych na początku założeń, ujęte są w zestawieniu III., oraz wykreślne na rys. 6.

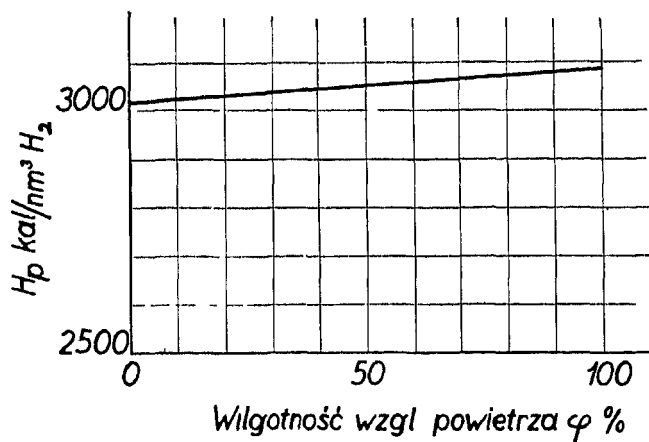
Zestawienie III.

φ_p %	$I_m - I_s$	$\Phi \cdot H_p$	H_p
0	-4575	67490	3012
25	-4169	67896	3031
50	-3754	68313	3050
75	-3333	68732	3069
100	-2906	69159	3088

Ciepło spalania rośnie prawie prostolinijnie z wilgotnością powietrza.

Zastosowanie wartości opałowej do bilansowania ciepłych urządzeń ogrzewniczych.

Pojęcie wartości opałowej używane jest w technice spalania do oceny dobroci ogrzewniczych urządzeń ciepłych. Kocioł o adiabatycznym obmurowaniu, który potrafiłby spalić całkowicie i zupełnie dostarczone paliwo oraz oziębic użytecznie spaliny do temperatury początkowej T_p t. j. temperatury mieszaniny paliwa i powietrza przed kotłem (tak, jak to zachodzi w kalorymetrze Junkersa), miałby maksymalną sprawność $\eta_t = 100\%$. Jeżeli natomiast spaliny po opuszczeniu kotła posiadają temperaturę $T_s^\circ K$ wyższą od $T_p^\circ K$, to jedyną stratą w takim kotle byłaby strata kominowa Q_K , która wyraża się taką ilością ciepła, którą oddałyby spaliny po oziębieniu ich do temperatury T_p .



Rys. 6.

Ciepło spalania wodoru pod stałym ciśnieniem, jako funkcja wilgotności względnej powietrza dla $t = 25^\circ C$, $\lambda = 2$, $\varphi_{wp} = 100\%$.

A zatem:

$$Q_K = \left\{ \sum_{i=1}^{i=n} m_i' \left[(\mu_i \cdot c_v^h)_{T_s} + 1,987 \right] \cdot T_s - (\mu_i \cdot c_v^h)_{T_p} + 1,987 \right\} T_p \Bigg\} + I_s - I_p \text{ kal/mol gp.} \quad (18)$$

$$Q_A = Q_s + I_s - I_p.$$

Wyrażenie w $\{ \}$ dotyczy spalin suchych, natomiast $(I_s - I_p)$ oznacza nadwyżkę ciepła pary wodnej zawartej w spalinach w temperaturze T_s ponad tą ilość ciepła, którą posiada ta sama ilość pary wodnej w tempera-

turze T_p . Przy obliczeniu $(I_s - I_p)$ wystarczy zatem posługiwać się ciepłikiem względnym i . Ponieważ $T_s > T_h$ (punkt rosy), przeto ciepłik i obliczamy jak dla pary przegrzanej, według równania (15)¹⁴. Wartości $\mu_i \cdot c_v^h$ znajdziemy w zestawieniu I. Ilość moli m_i' poszczególnych składników gazowych spalin, ustala się na podstawie analiz spalin i gazu palnego.

Sprawność termiczna kotła w danym wypadku wynosi:

$$\eta_t = \frac{\Phi \cdot H_p - Q_K}{\Phi \cdot H_p} \quad (19)$$

Najlepiej zilustrować tę kwestję na przykładzie: Gaz palny: wodor; $T_p = 298^\circ K$, $t_p = 25^\circ C$; $T_s = 550^\circ K$, $t_s = 277^\circ C$.

Nadmiar powietrza $\lambda = 2$, wilgotność względna powietrza $\varphi_p = 50\%$

Wilgotność względna wodoru $\varphi_{wp} = 100\%$.

Ilość pary wodnej w spalinach (jak to poprzednio obliczono): $G_s = 20,035 \text{ kg/mol gp.}$

Ilość pary nasyconej suchej w spalinach w temperaturze $25^\circ C$: $G_n = 2,57 \text{ kg/mol.}$

Ilość wody w spalinach w temperaturze $25^\circ C$:

$$G_s - G_n = 17,465 \text{ kg/mol gp.}$$

$m_1' = 4,26$ moli dwuatomowych gazów.

$$\mu_{N_2, O_2} \cdot c_v^h \Big|_0^{550} = 5,00; \quad \mu_{N_2, O_2} \cdot c_v^h \Big|_0^{208} = 4,97 \text{ kal/mol}^\circ K.$$

Ciepłik pary wodnej w temperaturze $550^\circ K$:

$$i = 595 + 0,46 \cdot 277 = 722,4 \text{ kal/kg.}$$

Ciepłik pary wodnej nasyconej suchej w temperaturze $25^\circ C$: $i'' = 606,6 \text{ kal/kg,}$

a przeliczony ze wzoru (15) $i'' = 595 + 25 \cdot 0,46 = 606,5 \text{ kal/kg.}$ Ciepłik wody w temperaturze $25^\circ C$: $i' = 25 \text{ kal/kg.}$

$$Q_K = 4,26 \cdot \{ (5 + 1,987) 550 - (4,97 + 1,987) 298 \} + 20,035 \cdot 722,4 - 2,57 \cdot 606,6 - 17,465 \cdot 25 = 7540 + 12496 = 20036 \text{ kal/mol gp.}$$

$$\eta_t = \frac{68313 - 20036}{68313} = \frac{48277}{68313} = 0,707.$$

Gdybyśmy natomiast rachunek przeprowadzili — jak się to dzieje w praktyce — z takim uproszczeniem, że: a) parę wodną zawartą w spalinach zredukujemy do ilości wody chemicznej, równej $18,016 \text{ kg/mol gp.}$, b) przyjmiemy zupełne skroplenie się pary wodnej po oziębieniu spalin do T_p , to:

$$Q_K = 7540 + 18,016 (722,4 - 25) = 7540 - 12560 = 20100 \text{ kal/mol gp.}$$

$$\eta_t = \frac{68313 - 20100}{68313} = \frac{48213}{68313} = 0,706.$$

Czyniąc zatem w praktyce powyższe założenia, nie popełni się prawie żadnego błędu.

Skoro jest mowa o wartości opałowej należy rozpatrzyć t. zw. wartość opałową dolną, którą oblicza się z równania:

$$H_{pa} = H_p - 600 \cdot w \text{ kal/nm}^3, \quad (20)$$

gdzie w oznacza całkowitą ilość pary wodnej zawartej w spalinach w $\text{kg/nm}^3 \text{ gp.}$, a 600 kal/kg (595) ma odpowiadać ciepłu parowania 1 kg wody w temperaturze $0^\circ C$. Jeśli za podstawę definicji dolnej wartości opałowej przyjmiemy równanie (11) z tą tylko różnicą, że para wodna w spalinach podczas oziębienia ich do temperatury początkowej mieszanki gazowej nie skra-

¹⁴) Łatwo przekonać się, że wspomniane równanie z wystarczającą dokładnością nadaje się również do obliczenia ciepła pary nasyconej suchej i'' (dla małych ciśnień pary).

¹⁵) „Hütte“ I. wyd. 25, str. 527.

pla się (trzeba sobie wyobrazić taki osobliwy „stan przekroczenia“), tudzież jeśli ciepłik pary wodnej będziemy wyrażali zapomocą równania (15), to otrzymamy następujące wyrażenie na różnicę między ciepłem spalania a wartością opałową dolną:

$$\bar{\Phi} H_p - \bar{\Phi} H_{pd} = (G_s - G_n) (595 - (1 - c_p^{sr}) t) \text{ kal/mol gp.}$$

Z równania tego wynika, że:

a) dla $t=0$ i założeniu $G_n \infty 0$

$$\bar{\Phi} H_p - \bar{\Phi} H_{pd} = 595 \cdot G_s' \quad [\text{a więc równanie (20)}];$$

b) różnica ta zanika, gdy $G_s = G_n$, a to się dzieje dla $t \geq t_R$, t. zn. różnica $(H_p - H_{pd})$ maleje z temperaturą, a w punkcie rosy i powyżej niego obie wartości opałowe są sobie równe.

Wprowadzając pojęcie wartości opałowej dolnej, wychodząc z altruistycznej zasady, że kocioł nic nie jest winien, jeśli nie może skroplić pary wodnej zawartej w spalinach. Ponadto zestawianie bilansów cieplnych upraszcza się w ten sposób, że przy obliczeniu straty kominowej, ciepło zawarte w parze wodnej równa się tylko ciepłu przegrzania.

Jak dalece stosowanie wartości opałowej dolnej fałszuje bilans cieplny, wykażę na przeliczeniu sprawności termicznej kotła.

Trzymając się oznaczeń poprzednio podanych, wyrażamy stratę kominową zapomocą następującego równania:

$$Q_{kl} = Q_s + \bar{\Phi} \cdot w \cdot c_p^{sr} (T_s - T_p) \text{ kal/mol gp.}$$

a sprawność termiczna:

$$\eta_{td} = \frac{\bar{\Phi} \cdot H_p - \bar{\Phi} \cdot 595 \cdot w - Q_s - \bar{\Phi} \cdot w \cdot c_p^{sr} (t_s - t_p)}{\bar{\Phi} \cdot H_p - \bar{\Phi} \cdot 595 \cdot w}$$

$$\eta_{td} = \frac{\bar{\Phi} \cdot H_p - \{ Q_s + \bar{\Phi} \cdot w [595 + c_p^{sr} t_s] - c_p^{sr} t_p \}}{\bar{\Phi} \cdot H_p - \bar{\Phi} \cdot 595 \cdot w} \quad (21)$$

Jak widać, licznik w tym wyrażeniu jest prawie równy licznikowi w wyrażeniu na sprawność termiczną przy zastosowaniu wartości opałowej górnej¹⁶⁾. Różnica między stratą kominową, obliczoną dla wartości opałowej górnej, a wyrażeniem w klamrach $\{ \}$ równania (21):

$$Q_k - \{ \} = \bar{\Phi} \cdot w (-t_p + c_p^{sr} \cdot t_p) = \bar{\Phi} \cdot w \cdot t_p (c_p^{sr} - 1) = \\ = -\bar{\Phi} \cdot w \cdot t_p \cdot 0,54 \\ \{ \} = Q_k + \bar{\Phi} \cdot w \cdot t_p \cdot 0,54.$$

Ponieważ mianownik w równaniu (21) jest o $\bar{\Phi} \cdot 595 \cdot w$ mniejszy od $\bar{\Phi} \cdot H_p$, więc sprawność wypadnie w tym przypadku znacznie większa, aniżeli w przypadku stosowania wartości opałowej górnej.

Biorąc dane z poprzedniego przykładu, znajdziemy:

$$\bar{\Phi} \cdot H_{pd} = 68313 - 18,016 \cdot 595 = 68313 - 10714 = \\ = 57599 \text{ kal/mol gp. }^{17)} \\ \eta_{td} = \frac{48213 - 18,016 \cdot 0,54 \cdot 25}{57599} = \frac{47971}{57599} = 0,833^{18)}$$

W danym jaskrawym przykładzie:

$$(\eta_{td} - \eta_i) = 0,833 - 0,706 = 0,127,$$

a więc sprawność kotła zupełnie niesłusznie wypadła, przy operowaniu wartością opałową dolną, o 12,7% za duża, co ze stanowiska termodynamiki czyni błąd:

$$\frac{12,7}{0,706} = 18\%.$$

Reasumując powyższe, należy przyznać zupełną rację Francji i Stanom Zjednoczonym Am. Półn., że

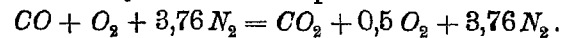
¹⁶⁾ i przy uwzględnieniu praktycznych uproszczeń.

¹⁷⁾ Wartość ta nie jest wcale równa $\bar{\Phi} \cdot H_p$ dla $T = T_R$ (p. Zest. II).

¹⁸⁾ $\frac{48213}{57599} = 0,837$.

wprowadziły u siebie, jako poziom porównawczy w bilansowaniu cieplnym, wartość opałową górną i należałoby sobie życzyć, aby i Polska w jak najkrótszym czasie stanęła w ich szeregu.

Jest jednak przypadek, w którym wartość opałowa dolna może mieć zastosowanie, a mianowicie, gdy chodzi o ocenę urządzenia ogrzewniczego przy przejściu z paliwa zawierającego niewiele wodoru i wilgoci, na paliwo o dużej zawartości wodoru względnie bardzo wilgotne. — Okażemy to na przykładzie, przeprowadzając bilans cieplny kotła parowego opalanego mieszkanką palną składającą się z suchego tlenku węgla CO i suchego powietrza. — Wartość opałowa tlenku węgla wynosi: $\bar{\Phi} \cdot H_p = 68000 \text{ kal/mol gp.}$ — Równanie spalania przy dwukrotnym nadmiarze powietrza:



Temperatura otoczenia $T_p = 298^\circ K$.

Temperatura spalin (jak w poprzednich bilansach) $T_s = 550^\circ K$.

Strata kominowa:

$$Q_k = 7540 + 1(7,07 \cdot 550 - 6,23 \cdot 298) = 9571 \text{ kal/mol gp.}$$

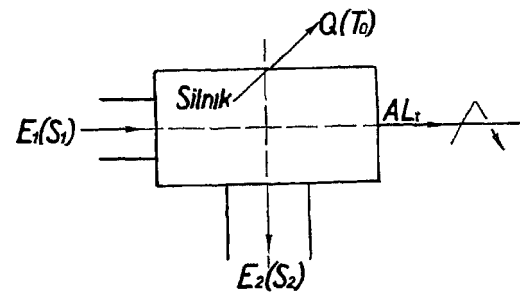
$$\text{Sprawność termiczna: } \eta_t = \frac{68000 - 9571}{68000} = \frac{58429}{68000} = 0,86.$$

Otrzymaliśmy zatem na sprawność termiczną wartość zbliżoną do sprawności termicznej dla wodoru, przy zastosowaniu wartości opałowej dolnej.

Najwłaściwszem w danym przypadku byłoby podgrzewanie paliwa i powietrza do najwyższego punktu rosy spalin z porównywanych paliw i operowanie ciepłami spalania dla tej temperatury.

Zastosowanie ciepła spalania do oceny silników spalinowych.

Przy ocenie silników spalinowych, z termodynamicznego punktu widzenia nietylko wartość opałowa winna być czynnikiem porównawczym, ile tzw. maksymalna praca¹⁹⁾. Przez maksymalną pracę należy rozumieć tę część energii, którą idealna maszyna z dostarczonej energii w pracę zmienić potrafi. Stosunek pracy rzeczywistej do owej maksymalnej pracy uznać się winno za sprawność termiczną silnika, w którym odbywa się przemiana dostarczonej energii w pracę.



Rys. 7.

Na rys. 7 przedstawiony jest schemat silnika, do którego dochodzi z mieszkanką palną energia E_1 (entropja mieszanki S_1) a z którego odpływają następujące energie:

- E_2 ze spalinami (entropja spalin S_2);
- ciepło Q w otoczenie o temperaturze T_0 ;
- praca techniczna AL_t , wykonana przez silnik.

I. Zasada termodynamiki wymaga, by:

$$A \cdot L_t = E_1 - E_2 - Q \quad (22)$$

zaś w myśl II. Zasady termodynamiki, w danym procesie termodynamicznym entropja czynników biorą-

¹⁹⁾ Stodola: Dampf- u. Gasturbinen, V wyd. 1922, rozdz. XII.

cych w nim udział musi rosnać, a w granicznym najlepszym przypadku pozostaje bez zmiany.

Przyrost entropji czynnika roboczego: $(S_2 - S_1)$.

Przyrost entropji otoczenia, które w czasie pracy pobrało ciepło w sposób odwracalny $\frac{Q}{T_0}$.

Zatem całkowity przyrost entropji wynosi:

$$\Pi = S_2 - S_1 + \frac{Q}{T_0}, \dots \dots \dots (23)$$

gdzie:

$$\Pi > 0.$$

Równanie (23) po uwzględnieniu równania (22) daje:

$$S_2 - S_1 + \frac{E_1 - E_2 - A \cdot L_t}{T_0} = \Pi$$

lub:

$$A \cdot L_t = E_1 - E_2 + T_0(S_2 - S_1) - T_0 \Pi.$$

Maksymalna praca będzie osiągnięta wówczas, gdy przyrost entropji $\Pi = 0$ t. j. gdyby wszelkie przemiany, w każdej części procesu, odbywały się w sposób odwracalny

$$(A \cdot L_t)_{max} = E_1 - E_2 + T_0(S_2 - S_1) \dots \dots (24)$$

Zi powyższego wynika, że praca maksymalna osiągnie tem większą wartość, im większy będzie przyrost entropji $(S_2 - S_1)$.

Różnica:

$$(A \cdot L_t)_{max} - A \cdot L_t = T_0 \cdot \Pi$$

wyraża prawo Gouy-Stodoli, które powiada, że jeśli jakaś przemiana termodynamiczna przebiega w sposób nieodwracalny, to strata energii równa się iloczynowi przyrostu entropji, spowodowanego nieodwracalnością przemiany, przez najniższą absolutną temperaturę procesu (otoczenia).

W przypadku ciała jednorodnego, które nie zmienia swego składu w procesie zamiany energii w pracę np. gdy medjum pracującym jest gorący gaz (niepalny) mamy:

$$e = i = c_p \cdot T$$

$$(A \cdot L_t)_{max} = c_p(T_1 - T_2) + T_0(s_2 - s_1) \text{ kal/kg}$$

a że:

$$s = c_p \ln T - A \cdot R \cdot \ln P + s_0,$$

więc:

$$(A \cdot L_t)_{max} = c_p(T_1 - T_2) + T_0 \left(c_p \cdot \ln \frac{T_2}{T_1} - A \cdot R \cdot \ln \frac{P_2}{P_1} \right).$$

Przedewszystkiem z powyższego równania wynika, że praca maksymalna osiągnie tem większą wartość, im niższe będzie ciśnienie P_2 . — W praktyce możemy zejść z ciśnieniem końcowem przemiany, co najwyżej do ciśnienia otoczenia P_0 . — Ponadto interesuje nas, jaką musi być temperatura końcowa przemiany T_2 , aby dla $(A \cdot L_t)_{max}$ uzyskać maksimum maksimum.

$$\left(\frac{\partial (A \cdot L_t)_{max}}{\partial T_2} \right)_{T_1 = \text{const}} = -c_p + T_0 \cdot c_p \cdot \frac{1}{T_2} = 0$$

a stąd:

$$T_2 = T_0.$$

Gaz winien być zatem oziębiony do temperatury otoczenia i rozprężony do ciśnienia otoczenia, jeśli $(A \cdot L_t)_{max}$ ma osiągnąć największą wartość.

W przypadku, gdy silnikowi energii dostarcza paliwo, którego temperatura równa się temperaturze otoczenia, przyczem spaliny, w myśl powyższego, zostaną oziębione do temperatury otoczenia:

$$E_1 - E_2 = \Phi \cdot H_p \text{ kal/mol gp.} \quad [\text{p. równanie (6)}]$$

zaś:

$$\Phi \cdot (A \cdot L_t)_{max} = \Phi \cdot H_p + T_0(S_2 - S_1) \text{ kal/mol gp.} \dots \dots (25)$$

Ponieważ przed spaleniem i po spaleniu mamy mieszaniny różnych składników, przeto entropje S_2 i S_1 muszą mieć wartość absolutną.

Obliczając wartość absolutnej entropji, z uwzględnieniem zmienności ciepła właściwego z temperaturą, wychodzimy z definicyjnego równania entropji:

$$ds = \frac{du + A \cdot P \cdot dv}{T} = \frac{c_v \cdot dT}{T} + A \frac{P \cdot dv}{T} \dots \dots (26)$$

W zestawieniu I. podano zawartości: $\mu \cdot c_v^s \Big|_0^T = f(T)$.

Wiadomo, że: $c_v^s \Big|_0^T = \frac{1}{T} \int_0^T c_v \cdot dT$

lub: $\int_0^T c_v \cdot dT = T \cdot c_v^s \Big|_0^T,$

a stąd po zróżniczkowaniu:

$$c_v \cdot dT = c_v^s \Big|_0^T \cdot dT + T \cdot d(c_v^s \Big|_0^T).$$

Po wstawieniu tej wartości w równanie (26) otrzymamy:

$$ds = c_v^s \Big|_0^T \frac{dT}{T} + d(c_v^s \Big|_0^T) + \frac{A \cdot P \cdot dv}{T} \dots \dots (26a)$$

Dla gazów doskonałych: $v = \frac{R \cdot T}{P},$

$$dv = \frac{R}{P} dT - \frac{R \cdot T}{P^2} \cdot dP \text{ lub } P \cdot dv = R \cdot dT - \frac{R \cdot T}{P} \cdot dP.$$

Po wstawieniu tej wartości w równanie (26a) i po scałkowaniu otrzymamy:

$$s = c_v^s \Big|_0^T + \int_0^T \frac{c_v^s \Big|_0^T}{T} \cdot dT + A \cdot R \cdot \ln T - A \cdot R \cdot \ln P + s_0 \text{ claus/kg}$$

albo dla całego mola:

$$\mu \cdot s = \mu \cdot c_v^s \Big|_0^T + \int_0^T \frac{\mu \cdot c_v^s \Big|_0^T}{T} \cdot dT + A \cdot R \cdot \mu \cdot \ln T - A \cdot R \cdot \mu \cdot \ln P + \mu \cdot s_0 \text{ claus/mol.}$$

Dwa pierwsze wyrażenia poza znakiem równości oznaczamy jako $\varphi(T)$; są one podane w zestawieniu I.

Wiadomo, że: $A \cdot R \cdot \mu = 1,987$

więc $\mu \cdot s = \varphi(T) + 1,987 \cdot \ln T - 1,987 \cdot \ln P - \mu \cdot s_0$

lub:

$$\mu s = \varphi(T) + 1,987 \cdot \ln \frac{T}{P} - \mu \cdot s_0 \dots \dots (27)$$

Stałe całkowania μs_0 ²⁰⁾, które powodują to, że entropja μs obliczona na podstawie równania (27) osiąga swą wartość absolutną, podane są poniżej

dla:	H_2	O_2	N_2	CO	H_2O	CO_2
$\mu \cdot s_0$:	2,96	22,9	20,7	20,2	11,3	17,3

Dla m moli pewnego gazu entropja ma wartość:

$$S = m \cdot \mu \cdot s \dots \dots (28)$$

W przypadku mieszaniny gazowej, entropja mieszaniny równa się sumie entropji poszczególnych składników, obliczonych z równania (28), przyczem nie należy zapominać, że P przedstawia wówczas absolutne ciśnienie cząstkowe danego składnika gazowego.

Aby w przypadku mieszanin gazowych rachunek uczynić prostszym, wprowadzamy dalsze przekształcenia:

$$\begin{aligned} z: & P \bar{\Phi} = 848 \cdot T \\ \text{mamy:} & T = \bar{\Phi} \\ & P = 848 \\ \text{lub} & T = V \\ & P = \frac{V}{m \cdot 848}, \end{aligned}$$

²⁰⁾ F. Schmidt: Der Absolutwert der Entropie als Hilfsmittel zur Berechnung der Dissoziation von Gasen (Technische Thermodynamik 1930 Heft 3). Wartości te zawdzięcza się teorematowi Nernsta, pozostają one w ścisłym związku z t. zw. konwencjonalnymi chemicznymi stałymi (p. str. 28/2 zesz.).

gdzie V jest objętością m moli danego składnika gazowego przy jego ciśnieniu cząstkowym²¹⁾.

Zatem równanie (27) przybiera postać:

$$m \cdot \mu s = m \cdot \varphi(T) + m \cdot 1,987 \cdot \ln V - m \cdot 1,987 \cdot \ln m - m \cdot 1,987 \cdot \ln 848 + m \mu s_0$$

lub:

$$m \cdot \mu s = m \cdot \varphi(T) + m \cdot 1,987 \ln V - m(1,987 \cdot \ln m + 13,395 - \mu s_0) \quad (29)$$

Jeżeli mieszanina gazowa składa się z m_1 moli jednego, m_2 moli drugiego m_n moli n -tego składnika:

$$S = \sum_{i=1}^{i=n} m_i \cdot \varphi_i(T) + 1,987 \cdot \sum_{i=1}^{i=n} m_i \ln V - \sum_{i=1}^{i=n} m_i \cdot 1,987 \cdot \ln m_i + 13,395 - \mu_i s_{0i}$$

$$\sum m_i (1,987 \cdot \ln m_i + 13,395 - \mu_i s_{0i}) = S_0$$

przedstawia stałą całkowania S_0 dla mieszaniny, zaś $\sum m_i = M$ daje sumę moli w danej mieszaninie gazowej.

Po wstawieniu powyższych wartości otrzymamy:

$$S = \sum m_i \varphi_i(T) + 1,987 \cdot M \cdot \ln V - S_0 \quad (30)$$

W przypadku mieszaniny gazowej wilgotnej należy do entropji mieszaniny suchej dodać entropję pary wodnej zawartej w tej mieszaninie.

Abs. entropję pary wodnej silnie przegrzanej ewentualnie pary nasyconej suchej pod niskim ciśnieniem można obliczać na podstawie podanych równań dla gazów. — Ścisłejszy rachunek opiera się na podanej poprzednio wartości entropji absolutnej 1 kg lodu i na zawartych w tablicach technicznych wartościach nadwyżki entropji pary wodnej ponad entropją wody o temperaturze 0°C. — A zatem (p. rys. 3):

$$s_u = 0,516 + \frac{80}{273} + s = 0,809 + s \text{ claus/kg} \quad (31)$$

gdzie entropja względna:

$s = s'$ w przypadku wody

$s = s''$ „ „ pary nasyconej suchej

$s = s'' + c_p^{gr} \cdot \ln \frac{T}{T_n}$ w przypadku pary przegrzanej;

w ostatnim równaniu:

T przedstawia temperaturę pary przegrzanej w °K
 T_n temperaturę nasycenia pary wodnej °K

c_p^{gr} kal/kg °K średnie ciepło właściwe dla pary przegrzanej dla zakresu temperatur od T_n do T .

Po tem teoretycznem przygotowaniu przystępujemy do szczegółowego rachunku mianowicie obliczymy dla wodoru zależność maksymalnej pracy od nadmiaru powietrza.

Wykorzystując wartości już poprzednio obliczone, przy wyznaczaniu energii chemicznej wodoru, przeliczę najpierw absolutną entropję mieszaniki palnej i produktów spalania, dla nadmiaru $\lambda = 2$ i $T = 298^\circ\text{K}$.

Mieszanika palna; dla:

$$H_2: m_1 = 1,00; \varphi_1(T) = 33,26; m_1 \varphi_1(T) = 33,26$$

$$O_2: m_2 = 1,00; \varphi_2(T) = 33,26; m_2 \varphi_2(T) = 33,26$$

$$N_2: m_3 = 3,76; \varphi_3(T) = 33,26; m_3 \varphi_3(T) = 125,10$$

$$H_2O: m_4 = 0,1122; \varphi_4(T) = 40,065; m_4 \varphi_4(T) = 4,50$$

$$M = \sum_{i=1}^{i=4} m_i = 5,8722 \quad \sum_{i=1}^{i=4} m_i \varphi_i(T) = 196,12 \quad 196,12$$

$$V^m = 26,1 + 122,2 = 148,3 \text{ m}^3 \text{ a } 1,987 \cdot M \cdot \ln V^m = 1,987 \cdot 5,8722 \cdot \ln 148,3 = 58,85$$

²¹⁾ V oznacza zatem objętość mieszaniny pod jej ciśnieniem całkowitem.

Stała całkowania dla mieszaniki palnej:

$$\text{dla } H_2: 1(1,987 \ln 1 + 13,395 - 2,96) = +10,435$$

$$\text{„ } O_2: 1(1,987 \ln 1 + 13,395 - 22,90) = -9,505$$

$$\text{„ } N_2: 3,76(1,987 \ln 3,76 + 13,395 - 20,7) = -17,565$$

$$\text{„ } H_2O: 0,1122(1,987 \ln 0,1122 + 13,395 - 11,3) = -0,253$$

$$S_{01} = -16,888 \quad 16,89$$

Zatem: $S_1 = (196,12 + 58,85 + 16,89) \text{ claus/mol gp.} = 271,36$

Analogicznie postępujemy przy obliczeniu entropji absolutnej produktów spalania; dla

$$O_2: m_1' = 0,5; \varphi_1(T) = 33,26; m_1' \varphi_1(T) = 16,63$$

$$N_2: m_2' = 3,76; \varphi_2(T) = 33,26; m_2' \varphi_2(T) = 125,10$$

H_2O : (para nasycona sucha)

$$m_3' = 0,143; \varphi_3(T) = 40,065; m_3' \varphi_3(T) = 5,71$$

$$M = \sum_{i=1}^{i=3} m_i' = 4,403 \quad \sum_{i=1}^{i=3} m_i' \varphi_i(T) = 147,44 \quad 147,44$$

$$V_s = 111,2 \text{ m}^3 \text{ a } 1,987 \cdot M \cdot \ln V_s = 1,987 \cdot 4,403 \cdot \ln 111,2 = 41,15$$

Stała całkowania dla spalin:

$$\text{dla } O_2: 0,5(1,987 \ln 0,5 + 13,395 - 22,9) = -5,44$$

$$\text{„ } N_2: \text{ jak poprzednio: } -17,56$$

„ H_2O (para nasycona sucha):

$$0,1426(1,987 \ln 0,1426 + 13,395 - 11,3) = -0,25$$

$$S_{02} = -23,25 \quad 23,25$$

Entropja spalin (bez kondensatu):

$$S_2' = 147,44 + 41,15 + 23,25 = 211,84$$

Do S_2' należy jeszcze dodać entropję skroplin.

Abs. entropja wody w temperaturze 25°C:

$$s_u = 0,809 + 0,0877 = 0,8967 \text{ claus/kg}$$

Ilość skroplin: $G_w = 17,465 \text{ kg/mol gp.}$

$$S_2 - S_2' = 17,465 \cdot 0,8967 = 15,66$$

a stąd

$$S_2 = 227,50 \text{ claus/mol gp.}$$

Przeprowadzimy teraz kontrolę obliczenia entropji dla pary wodnej nasyconej suchej, zawartej w produktach spalania według równania (31). Z poprzedniego rachunku [równ. (29)]:

$$s_p = 5,71 + 0,1426 \cdot 1,987 \cdot \ln 111,2 + 0,25 = 7,29 \text{ claus/mol gp.}$$

Posługując się zaś równaniem (31):

$$s_u = 0,809 + s' = 0,809 + 2,0896 = 2,8486 \text{ claus/kg}$$

Ponieważ ilość pary wodnej nasyconej suchej

$$G_u = 2,57 \text{ kg/mol gp. (p. str. 15/l zes.),}$$

$$s_p = 2,57 \cdot 2,8486 = 7,31$$

a więc prawie zupełna zgodność.

Różnica entropji:

$$S_2 - S_1 = 227,50 - 271,36 = -43,86$$

Podobnie obliczono (posługując się suwakiem logarytmicznym o długości 0,5 m) różnice entropji ($S_1 - S_2$) dla innych nadmiarów powietrza. Różnice te drogą graficzną skorygowano i w 3. kolumnie zestawienia IV. podano.

$$\text{Dla } \lambda = 2: S_1 - S_2)_{kor} = 43,91.$$

Maksymalna praca w myśl równania (25):

$$\Phi(A \cdot L)_{max} = 68313 - 43,91 \cdot 298 = 68313 - 13080 = 55233 \text{ kal/mol gp.}$$

$$(A \cdot L)_{max} = \frac{55233}{22,4} = 2466 \text{ kal/nm}^3 \text{ gp.}$$

Strata energii w stosunku do ciepła spalania:

$$\frac{H_p - (A \cdot L)_{max}}{H_p} = \frac{13080}{68313} = 19,32\%$$

²²⁾ $m_3 = m_n$ ze str. 15/l zes.

W podany sposób wyliczono potrzebne wartości dla innych nadmiarów powietrza, a wyniki podane są w zestawieniu IV. oraz ujęte na wykresie (rys. 5):

Zestawienie IV.

λ	$S_1 - S_2$	$(S_1 - S_2)_{\text{kor}}$	$(S_1 - S_2)T_0$	ΦH_p^2	$\Phi(A \cdot L_i)_{\text{max}}$	$(A \cdot L_i)_{\text{max}}$	$\frac{H_p^2 - (A \cdot L_i)_{\text{max}}}{H_p} \%$
1	44,68	44,56	13380	68741	55361	2470	19,46
2	43,86	43,91	13080	68313	55233	2466	19,14
3	43,10	43,13	12850	67888	55038	2458	18,92
4	42,41	42,28	12600	67462	54862	2450	18,68
5	41,30	41,30	12300	67036	54736	2444	18,35
10	35,13	35,15	10470	64904	54434	2430	16,14

Powyższy rachunek wskazuje na to, że maksymalna praca, którą wykonać mogłaby doskonała maszyna cieplna kosztem energii zawartej w wodorze jest zawsze niższa od ciepła spalania wodoru. Już w samym zjawisku przemiany chemicznej wodoru na parę wodną leży pokaźna, nieunikniona strata, niezależna zupełnie od silnika. Strata ta z nadmiarem powietrza maleje, czyli sprawność termiczna doskonałej maszyny wzrasta.

Należy dodać, że nie braliśmy tu pod uwagę straty, która wynika normalnie wskutek nieodwracalnej przemiany, jaką jest mieszanie się powietrza z wodorem przed silnikiem.

Zazwyczaj dla gazów entropja mieszanki palnej jest większa, aniżeli entropja produktów spalania; bywają jednak przypadki, że wyrażenie $(S_2 - S_1)T_0$ ma znak dodatni, jak to ma miejsce podczas spalania oleju gazowego i benzolu²³⁾. Wówczas maksymalna praca jest większą od ciepła spalania paliwa, a nadmiar pracy $[(A \cdot L_i)_{\text{max}} - H_p]$ wykonany jest kosztem ciepła otoczenia.

Dla orientacji przeprowadzimy jeszcze obliczenie maksymalnej pracy na podstawie przybliżonego wzoru Nernst'a²⁴⁾. W rachunku tym pominiemy wilgotność gazu palnego i powietrza, a nadto założymy, że całkowita para wodna, zawartą w spalinach skropliła się.

$$\Phi(A \cdot L_i)_{\text{max}} = \Phi H_p^2 + 4,571 T(1,75 \Sigma m \cdot \log T + \Sigma m i')$$

$$T = 298^{\circ} K, \quad \log T = 2,4742,$$

$$\Sigma m = m_1' + m_2' - (m_1 + m_2 + m_3) = 0,5 + 3,76 - (1 + 1 + 3,76) = -1,5,$$

²³⁾ F. Schmidt: „Der Absolutwert der Entropie als Hilfsmittel zur Berechnung der Dissoziation von Gasen“.

²⁴⁾ W. Świątosławski: „Chemja fizyczna“ III. § 160 i § 174.

i' oznacza tu tak zw. konwencjonalną stałą chemiczną:

$$i_{H_2}' = 1,6; \quad i_{N_2}' = 2,6; \quad i_{O_2}' = 2,8,$$

$$\Sigma m \cdot i' = m_1' \cdot i_{O_2}' + m_2' \cdot i_{N_2}' - (m_1 \cdot i_{H_2}' + m_2 \cdot i_{O_2}' + m_3 \cdot i_{N_2}') = -3,0.$$

Po wstawieniu poszczególnych wartości:

$$\Phi H_p^{298} - \Phi(A \cdot L_i)_{\text{max}} = 4,571 \cdot 298(1,75 \cdot 1,5 + 2,4742 + 3) = 12930 \text{ kal/mol gp.}$$

Poprzednio obliczyliśmy:

$$\Phi H_p^{298} - \Phi(A \cdot L_i)_{\text{max}} = 13080 \text{ kal/mol gp.}$$

Zgodność jest bardzo wielka, jeżeli się uwzględni, że wzór Nernst'a daje tem lepsze wartości, im bliżej zera znajduje się Σm (różnica ilości moli produktów spalania i ilości moli substratów biorących udział w danej reakcji chemicznej).

Streszczenie.

Ciepło spalania gazów pod stałym ciśnieniem jest stale większe od ciepła spalania w stałej objętości. Oba te ciepła spalania z rosnącą temperaturą odniesienia maleją gwałtownie między $0^{\circ} C$ a punktem rosy, następnie rosną do pewnej temperatury, poczem spadają. Im większy nadmiar powietrza, tem mniejsze jest ciepło spalania dla tej samej temperatury odniesienia. Wilgotność powietrza i gazu palnego powiększa ciepło spalania.

Z termodynamicznego punktu widzenia, dla oceny urządzeń cieplnych najważniejszym jest ciepło spalania, czyli wartość opałowa górna, a nie wartość opałowa dolna. Maksymalna praca z energii paliw gazowych jest zawsze mniejsza od ciepła spalania, lecz strata, w odniesieniu do tegoż, maleje z nadmiarem powietrza.

Ustalenie zależności ciepła spalania od wyszczególnionych powyżej czynników ma bardzo duże znaczenie dla kalorymetrii. Wyjaśnienia występujących niejednokrotnie różnic między oznaczeniami ciepła spalania tego samego paliwa należy szukać, między innymi, we wpływie niejednakowych warunków pomiarowych na rezultat.

Nakoniec jeszcze jedna uwaga: Firma Junkers przed kilku laty zaczęła produkować specjalne aparaty, służące do nawilgacania powietrza dopływającego do kalorymetru ich konstrukcji. Chodziło tu o to, by uczynić ilość pary wodnej wchodzącej do kalorymetru równą ilości pary opuszczającej kalorymetr. Tego celu nie można w ten sposób osiągnąć, natomiast zaleta tego aparatu polega na tem, że wilgotność powietrza zbliża się do 100%, a wskutek tego, jak wykazały nasze rozważania, wartość opałowa staje się niezależną od nadmiaru powietrza.

Dr. Inż. Alfred Freudenthal.

W sprawie wzoru dla słupów uzwojonych w przepisach polskich.

W Nr. 24 *Czasopisma Technicznego* z grudnia 1932 str. 348 w art. pod powyższym tytułem, Prof. Stella-Sawicki, broniąc wzór obliczeniowy, wprowadzony przez Dra Prof. Thulliego a przyjęty do przepisów polskich, krytykuje wzór doktorski Prof. Dra Kuryłły.

Jakkolwiek Prof. Kuryłło nie zamierza podjąć dyskusji, co uważam za rzecz słuszną, ze względu na słabość wywodów Prof. Stelli-Sawickiego, to jednak postanowieniem tem wyrządza Prof. Kuryłło krzywdę poruszonemu tematowi ze względu na jego aktualność.

Z tego założenia wychodząc, choć w sprawie tej umieścić kilka uwag.

Na stronie 349 powyższego artykułu, Prof. Stella-Sawicki twierdzi, że „nauka o żelbetnictwie nie doszła do tej wyżyny, by móc dziś już wyprowadzić wzór teoretyczny“. Zaznaczam, że w książce, którą obecnie wydałem pod tytułem: „Verbundstützen für hohe Lasten“¹⁾, zdołałem nie tylko wyprowadzić wzór teoretyczny, ale również i wykazać zgodność tego wzoru z doświadczeniami, dotychczas przeprowadzonymi. Badania teoretyczne wykazują, że wzór empiryczny Prof. Kuryłły jest jedynie odpowiedni i najbardziej zbliżony

¹⁾ W nakładzie Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin 1933.

do wyników przeprowadzonych doświadczeń. (Niestety zaznajomiwszy się dopiero obecnie, w grudniowym zeszycie *Czasopisma Technicznego* u. r., z tym wzorem, nie mogłem go uwzględnić w mej książce).

Zarzut Prof. Stelli-Sawickiego, że „wzór Prof. Kuryłły poniżej $\frac{A_u}{A_r}=1,5\%$, zaś powyżej $\frac{A_u}{A_r}=4\%$ daje

wartości grubo mniejsze niż wszystkie inne wzory“, podkreśla wybitną wartość zaczepionego wzoru, która uwydatnia się w tem, że słusznie osądza nieznaczące działanie słabego uzwojenia, jak również uwzględnia relatywne zmniejszenie się działania uzwojenia przy użyciu słupów silnie uzwojonych.

Zmniejszanie to, które okazało się przy wszystkich doświadczeniach, a zwłaszcza przy doświadczeniach Whiteya i Empergera, udowodniłem drogą teoretyczną. Wykazałem, że zniszczenia słupów uzwojowych może nastąpić w podwójny sposób:

- a) przez pierwotne zniszczenie jądra betonowego przy elastycznym uzwojeniu,
- b) przez zniszczenie betonu po osiągnięciu granicy ciastowatości w uzwojeniu.

Siła uzwojenia, przy której przebieg a) przechodzi w przebieg b), przedstawia załom w funkcji, wyrażającej przebieg zniszczenia [punkt przecięcia przebiegu a) i b)], na który to załom jako charakterystyczny specjalnie zwróciłem uwagę.

Pomimo więc twierdzenia Prof. Stelli-Sawickiego na str. 350 iż: „załom, choć łatwy do przyjęcia na tle rozrzuconych na planie punktów odpowiadających sze-

regowi doświadczeń, to jednak trudny do wytłumaczenia“, załom w funkcji jako punkt przecięcia obu przebiegów, da się bez trudności udowodnić.

Odnosnie do wzoru przepisów: $A_z=1,25 A_r+15 A_z+30 A_u$ zaznaczyć należy, że wprowadzenie współczynnika 1,25 jest zupełnie nieusprawiedliwione, gdyż już Considère, na podstawie swych późniejszych doświadczeń, zrezygnował z wprowadzenia rzekomego „polepszenia betonu“ przez uzwojenie, co zostało w dalszym ciągu kilkakrotnie potwierdzone doświadczeniami Mörscha.

I faktycznie li tylko przepisy polskie i czeskie uwzględniają to rzekome polepszenie betonu, a byłoby na czasie, żeby pojęcie to i z naszych przepisów znikło.

Nie wchodząc zresztą w dokładność wartości podanych przez Prof. Kuryłłę, można na podstawie teoretycznych rozważań bezpośrednio stwierdzić że wzór we

formie $A_z = \alpha A_r + n A_z$, przy czym $\alpha = f\left(\frac{A_u}{A_r}\right)$ jest zasadniczo lepszym odzwierciedleniem nośności słupów uzwojonych niż wzór

$$A_z = \alpha A_r + \beta A_z + \gamma A_u,$$

choć istnieje rachunkowo możliwość przetworzenia jednej formy w drugą.

Nie chodzi bowiem o mniejsze lub większe różnice pojedynczych wartości, jak to Prof. Stella-Sawicki mylnie przyjmuje, lecz o zasadniczą różnicę w pojęciu co do działania konstrukcji; a pod tym względem wzór Prof. Kuryłły jest bezsprzecznie jedynie odpowiedni.

Memorjał w sprawie zatrudnienia bezrobotnych inżynierów i techników

przedłożony przez Zarząd Związku Polskich Zrzeszeń Technicznych Prezesom Rady Ministrów i Ministerstwu Spraw Wojskowych, Spraw Wewnętrznych, Komunikacji, Przemysłu i Handlu oraz Rolnictwa i Reform Rolnych.

Pracownicy umysłowi są dotknięci kryzysem gospodarczym i bezrobociem narówni z pracownikami fizycznymi, a położenie ich jest o tyle gorsze, o ile ze standard życiowy jest u nich, odpowiednio do społecznego stanowiska wyższy, trudniejszy do obniżenia poziomu a wynalezienie tymczasowego, zawodowemu wykształceniu odpowiadającego zajęcia, połączone z większymi trudnościami aniżeli dla pracownika fizycznego. Mimo to i mimo tej dalszej okoliczności, że pracownika umysłowego, któryby się w czasie kryzysu zmarnował, swój zawód porzucił, wyemigrował, lub z nędzy umarł — trudniej, przy nastaniu lepszej konjunktury i zapotrzebowaniu sił roboczych, zastąpić, aniżeli pracownika fizycznego, obserwujemy to zjawisko, że zarówno władze rządowe, jak i organizacje społeczne podejmują wielkie wysiłki, aby dla pracowników fizycznych znaleźć zatrudnienie, lub przynajmniej złagodzić ich nędzę, wywołaną bezrobociem, podobnej akcji dla bezrobotnych pracowników umysłowych nie można dostrzec. Istnieje zatem różniczkowanie na niekorzyść pracowników umysłowych, jakkolwiek okoliczności, wyżej przytoczone, przemawiałyby raczej za przeciwnym postępowaniem. Wśród bezrobotnych pracowników umysłowych inżynierowie i technicy odgrywają odrębną rolę. Przedewszystkiem są oni bezpośrednio dotknięci kryzysem z tego powodu, że w przemyśle, górnictwie, hutnictwie, budownictwie i innych warsztatach pracy przez nich kierowanych, redukcja każdej grupy robotników fizycznych powoduje bezpośrednio redukcję kierujących sił technicznych. Do tego zjawiska przyłącza się drugie, a mianowicie brak zajęcia dla całego legjonu młodych pracowników, opuszczających z dyplomem szkoły politechniczne. Wreszcie brak pracy powoduje wstrzymanie postępu techniki i nauk technicznych.

Bezrobotny inżynier jest groźniejszym zjawiskiem, aniżeli przeciętny bezrobotny pracownik umysłowy, a to z następujących powodów:

Dłużej trwający kryzys — a na to się niestety u nas zanosi — wywoła ten skutek, że inżynierowie bezrobotni chwycą się innej pracy, innego sposobu zarobkowania, zardzewieją, utracą swe zawodowe kwalifikacje i znikną z szeregów inżynierów zdolnych do pracy. Tę groźącą ewentualność należy rozpatrzyć z punktu widzenia potrzeb i interesów ogólnopństwowych i gospodarczych.

Inżynierom przypada bardzo ważna rola:

1. W obronie Państwa, jako współpracownikom armji na froncie, dalej jako
2. Organizatorom przemysłu wojennego w czasie mobilizacji i jego kierownikom, a jako dalsze ważne zadania
3. Kierującą współpracą w odbudowie przemysłu prywatnego w czasie poprawy konjunktury i
4. Opracowanie projektów i wykonanie robót publicznych.

W tych ważnych zadaniach leży różnica między siłami technicznymi a ogółem bezrobotnych pracowników umysłowych i te okoliczności wymagają, aby czynniki rządowe doceniały potrzebę dopomożenia bezrobotnym do przetrwania kryzysu i zapewnienia sobie ich pomocy i współpracy w rozwiązaniu problemów doniosłej wagi dla Państwa i gospodarstwa krajowego.

Pomoc Władz Rządowych dla bezrobotnych inżynierów i techników, w celu umożliwienia im przetrwania kryzysu, powinna iść po linii następujących środków zaradczych:

1. Zatrudnienie sił technicznych przy robotach publicznych, wykonywanych z Funduszu Bezrobocia.

Jest powszechnie uznane, że należy zużywać fundusze, przeznaczone na zwalczanie bezrobocia, na wykonanie robót publicznych, a nie na zasiłki dla niezatrudnionych bezrobotnych pracowników fizycznych. Takimi robotami publicznymi powinny być roboty wymagające mało materiałów, tylko ograniczające się do pracy ręcznej (robocizny). Przez uruchomienie tego rodzaju robót uzyska się podwójną korzyść: fundusze nie pójdą na marne, bezrobotni otrzymają zarobek i będzie wykonana praca o stałej wartości, a równocześnie znajdzie się pole pracy dla bezrobotnych inżynierów i techników.

2. Projekt robót publicznych.

Dziedzina robót publicznych jest w Polsce bardzo zaniedbaną i mamy wiele do zrobienia, aby te zaniedbania naprawić. Brak nam kolei, dróg bitych, projektów osuszania ról, urządzeń irygacyjnych, urządzeń asanacyjnych miast i t. p. Skoro konjunktura się poprawi, będą te zaległe roboty na szeroką miarę rozpoczęte, albo z budżetowych pieniędzy, albo z kredytów zagranicznych. Wtedy okaże się, że mimo piekającej potrzeby tych robót i rozporządzalnych funduszy, roboty nie będą mogły być podjęte z powodu braku projektów. Należy więc wyszukać możliwość zwerbowania za niską płacą bezrobotnych i z ich pomocą wykonać potrzebne zdjęcia terenowe i projekty tych robót publicznych, które są najpilniejsze i które z chwilą zdobycia potrzebnych funduszy, będą najpierw wykonane. W tym celu byłoby wskazane, opracować program tych najpilniejszych robót (koleje, drogi bite, wodociągi, kanalizacje, zakłady elektryczne i t. p.). Zarówno można zatrudnić inżynierów przy opracowaniu planów regulacyjnych miast i zdrojowisk, których brak jest przyczyną chaotycznej ich rozbudowy.

3. Opracowanie planu mobilizacyjnego dla przemysłu.

Wiadomo, że armja niemiecka zawdzięczała swe początkowe sukcesy znakomitemu funkcjonowaniu swego przemysłu wojennego, którego mobilizacja była już długo przed wojną we wszystkich szczegółach przygotowaną. Byłoby wskazane pójść za ich przykładem i opracować program mobilizacji naszego przemysłu na wypadek wojny i użyć do tego szeregi, znakomicie w poszczególnych działach przemysłu wyszkolonych, bezrobotnych inżynierów.

4. Usunięcie obcokrajowców.

Na wielu stanowiskach w przemyśle polskim pracują inżynierowie obcokrajowcy, nie posiadający obywatelstwa polskiego, podczas gdy liczne rzesze inżynierów-Polaków głoduje. Usunięcie tych cudzoziemców i zastąpienie ich siłami krajowymi byłoby tylko aktem sprawiedliwości wobec własnych obywateli. W tym celu należałoby przeprowadzić rejestrację sił technicznych — obcokrajowców, nie posiadających obywatelstwa polskiego, a zatrudnionych w naszym przemyśle.

5. Zatrudnienie sił technicznych na stanowiskach:

a) technicznych w urzędach państwowych (także w Izbie Kontroli) oraz samorządowych zajętych często przez osoby, nie posiadające odpowiednich kwalifikacji technicznych, do czego wskazane byłoby przeprowadzenie rewizji tych stanowisk oraz spowodowanie przymusowej rejestracji sił technicznych (tak inżynierów jak i techników);

b) nietechnicznych. Wobec ważnych powodów, wyżej wyłuszczonej, przemawiających za potrzebą dopomożenia bezrobotnym do przetrwania okresu kryzysowego, byłoby wskazane dawać pierwszeństwo inżynierom i technikom przy prowizorycznym obsadzaniu stanowisk w służbie rządowej, nie wymagających specjalnej fachowej kwalifikacji, aby im umożliwić egzystencję aż do chwili, gdy znajdą pracę w swoim zawodzie.

Wiadomości z literatury technicznej.

Drogi.

— **Dr. Ernest Guglielminetti.** Jest rzeczą istotnie ciekawą, że na zalety mazi, jako lepszycza drogowego zwrócił uwagę w pierwszym rzędzie nie fachowiec lecz lekarz praktykujący, który też znaczną część swojego życia poświęcił temu problemowi.

Pierwsze próby maziowania dróg przeprowadził Guglielminetti już w r. 1902 w Monte Carlo, gdzie plaga pyłu drogowego z powodu ruchu samochodowego, znajdującego się podówczas w początkowym rozwoju, dawała się dotkliwie odczuwać. Guglielminetti potrafił zainteresować swoją ideą, miarodajne sfery, przyczem pierwsze maziowania miały za zadanie li tylko wiązanie pyłu na drodze, a dalekie jeszcze były od nowoczesnych typów nawierzchni maziowych.

Wynalazca, po удаłych próbach, rozpoczął szeroką propagandę w kierunku zwalczania pyłu drogowego przez odczyty w kołach medycznych w towarzystwach zawodowych, założył w Paryżu Ligę walki z pyłem, jednym słowem podziwiać należy energję tego człowieka i to tem więcej, iż czynił to wszystko bez żadnego interesu osobistego, mając do zwalczania szereg trudności i uprzedzeń.

Rząd francuski w uznaniu jego działalności mianował Go swoim reprezentantem tak na Kongres do zwalczania pyłu, który odbył się w r. 1905, jak również do późniejszego powstałego Technicznego Komitetu I Międzynarodowego Kongresu Drogowego.

W dniu 24 listopada 1932 ukończył Dr. Guglielminetti 70 rok życia i z okazji tej oddały mu należny hołd Koła fachowe oraz czasopisma drogowe wszystkich krajów, podnosząc słusznie, iż myśl rzucona przez Niego wydała

obfity plon w olbrzymiej ilości typów nowoczesnych nawierzchni maziowych, które wysunięty przez Niego problem znakomicie rozwiązały.

— **Droga samochodowa Medjolan-Turyń** została już w całej swej długości 126 km ukończoną i oddaną do użytku. Droga ta trasowaną jest przeważnie w prostych, krzywizn nie wiele, o wielkich promieniach i małych kątach środkowych. W odległościach mniej więcej co 8 km w łącznej ilości 15 sztuk istnieją stacje wpustowe na drogę, która w tych miejscach jest połączoną z drogami idącymi w kierunku północ-południe niziny piemontecko-lombardzkiej.

W trakcie drogi, pod którą wywłaszczyć musiano 5,6 mil. m² terenu, wykonano 1184 obiektów, w tem 15 domów strażniczych, 22 mostów o łącznej długości 2000 m, 97 łuków i 74 łuków, 13 wiaduktów, 83 przejazdów górą, 58 podjazdów dołem, 72 kładek, 49 syfonów, 822 wpustów wodnych. Dwa największe na tej drodze mosty, to pierwszy nad rzeką Sesia obok Greggio o 12 łukach łącznej długości 304 m i drugi nad rzeką Ticino o tej samej ilości łuków i długości 347 m. Dla wykonania budowli sztucznych zużyto 150.000 m³ betonu.

Nawierzchnia betonowa 10 m szeroka, 20 cm gr. W niektórych partjach, gdzie obawiano się osiadania, użyto makadamu maziowego.

Dla motocykli przejazd tą drogą jest wzbroniony. Przejazd całej partji z Medjolanu do Turyń kosztuje:

dla samochodów co najmniej o 3 kołach:

	jazda w jedną stronę	jazda w obie strony
do 12 KP — 10 l (4,60 zł.)	16 l (6,90 zł.)	
12 do 18 KP — 15 l (6,90 „)	22,50 l (10,35 „)	
18 do 27 KP — 20 l (9,20 „)	30 l (13,80 „)	
powyżej 27 KP — 25 l (11,50 „)	37,50 l (17,25 „)	

W przeliczeniu na 1 km i naszą walutę wypada opłata przy jeździe w jedną stronę na 9,1 gr., w obie strony na 6,8 gr. przy użyciu wozu powyżej 27 KP. Możliwe jest również częściowe użycie tej przestrzeni przy odpowiednio zmniejszonych stawkach przejazdowych.

Praca około budowy tej drogi trwała 28 miesięcy, przyczem zajętych było przeciętnie 2000 do 3000 robotników.

Nowa droga odgałęzia się od drogi głównej Medjolan-Varese w Chiaravalle. Charakterystyczną rzeczą jest to, iż pociąg pospieszny zużywa na pokonanie tej przestrzeni 2 godziny, podczas gdy samochodem przebyć ją można, przy zachowaniu normalnej szybkości w $1\frac{1}{2}$ godz.

Kosztów budowy tej drogi na razie jeszcze podać nie można dla braku odnośnych dat; trzeba jednakże pamiętać, iż koszt 1 km dróg samochodowych lombardzkich wynosił około 1 mil. lirów (~ 470.000 zł.). (*Asphalt u. Teer* Nr. 47/32; *Revue Suisse de la route* Nr. 26/32). E. B.

Koleje.

— **Produkcja wytwórni taboru kolei Ameryki Północnej** w r. 1931 spadła do 222 parowozów, z tego na eksport tylko 17, podczas gdy w r. 1930 wynosiła 1134, a w r. 1918 6.475, z tego na eksport 2.807.

Wagonów osobowych zbudowano 285, gdy w r. 1930 1.514, a w r. 1926 2.571.

Wagonów towarowych zbudowano 18.247, gdy w r. 1930 163.185. (*Railway Age* nr. 1 r. 1932).

— **Drogi żelazne globu ziemskiego w r. 1929.** Gdy z końcem roku 1927 przyrost długości sieci kolei wynosił 16.969 km, a w r. 1928 4.884 km, z końcem roku 1929 przyrost ten wynosi 3.199 km, zatem rozbudowa dróg żelaznych doszła prawie do zastoju.

Kryzys ekonomiczny i konkurencja innych środków komunikacyjnych zdziałała tu swoje, ale z drugiej strony przyznać należy, że doszliśmy w tym kierunku do pewnego maksimum. Magistrale są pobudowane prawie wszędzie, natomiast budowa linii bocznych nie opłaca się wobec konkurencji automobili.

Sumaryczna długość dróg żelaznych ziemi wynosi z końcem r. 1929: 1.258.279 km. Z tej sumy przypada na Europę 408.504 km, Amerykę 606.204 km, Azję 125.924 km, Afrykę 68.213 km i Australję 49.439 km.

W roku sprawozdawczym przybyło w Europie 1.703 km, Azji 1.288 km, Afryce 606 km, co daje razem 3.597. W Ameryce ubyło natomiast 398 km, Australja bez zmian, zatem pozostaje całkowity przyrost 3.199 km.

Najdłuższą sieć kolejową posiadają Stany Zjednoczone Półk. A. 402.859, za nimi idzie Rosja 77.035 km, Kanada 68.600 km, Indje brytyj. 62.478 km, Niemcy 58.619 km, Francja 53.561 km, Argentyna 37.790 km, Brazylja 31.549. Inne kraje posiadają poniżej 30.000 km.

Statystyka poszczególnych państw Europy nie różni się prawie od zeszłorocznej, podanej w *Czasopiśmie Technicznym* (z r. 1931 str. 326), więc niepowtarzam jej.

Polska figuruje w niej z 20.685 km długą siecią przy powierzchni kraju 388.400 km², a zaludnieniu 27.177.000. W roku 1929 przypadało 5,3 km kolei na 100 km² powierzchni i 7,6 km na 10.000 mieszkańców.

Na całej ziemi przypadał 1 km kolei na 100 km² i 6,7 km na 10.000 mieszkańców, w Europie 1,9 i 8,1, w Ameryce 1,5 i 25,5. (*Archiv für Eisenbahnwesen*, zeszyt 1 z r. 1932). Inż. A. W. Krüger.

Mosty.

— **Mosty żelazne i budowle żelbetowe** omawiają z okazji jubileuszu *Ann. d. ponts et chaus.* (1931_{II} str. 311 i 335) Pigeand i Caquot. Obaj omawiają stan dzisiejszy i prospekty na przyszłość. Caquot zwraca uwagę na spawanie wkładek żelaznych.

— **Naprawę mostu Magdaleny w Nantes** omawia Lazard w *Ann. d. ponts et chaus.* (1931_{III} str. 151). Most jest łukowy o rozpiętości 67 m. Cztery łuki dźwigają pomost. Łuki mają przekrój osmiokątny. Uzbrojenie składa się z 34 prętów podłużnych, ułożonych zbyt blisko siebie, co miało ten skutek, że po zdjęciu deskowania dolna część przekroju była prawie bez betonu. Po podparciu ponownem na rusztowaniu wstrzykiwano tłusty beton, aby zapłacić wszelkie próżne miejsca. Autor opisuje szczegółowo sposób wykonania zaprawy, która się udała, co stwierdzono obciążeniem próbnem.

— **Rekonstrukcję mostu wiszącego Teil na Rodania** omawia Mathieu w *Ann. d. ponts et chaus.* (1931_{VI} str. 413). Projektowano most żelbetowy łukowy, ale wreszcie zdecydowano się na most wiszący, który okazał się tańszym i łatwiejszym do wykonania. Rozpiętość wynosi 235 m, dwa boczne przęsła mają rozpiętości 40 m a belki główne są dolnyparaboliczne. Szerokość jezdnii wynosi 6,50 m, chodników po 1,40 m. Poprzecznice w odstępach 5,288 są 1,10 wysokie. Pomost jest betonowy. Dr. M. Thullie.

NEKROLOGJA.

Dnia 5 grudnia 1932 zmarł w kwiecie wieku śp. Dr. Inż. Stanisław Jamróz, Kierownik Mechanicznej Stacji Doświadczalnej Politechniki Lwowskiej, członek Polsk. Tow. Politechnicznego. Śp. Zmarły umieszczał prace swoje z dziedziny wytrzymałości materiałów również w *Czasopiśmie Technicznym*; ostatnia z nich drukowaną była w Nr. 19 i 20 z r. 1932. Cześć Jego pamięci!

UZUPEŁNIENIE.

Spis rzeczy zawartych w roczniku *L. Czasopisma Technicznego* z r. 1932 należy uzupełnić w następujący sposób.

Różne.

Dr. Pareński A.: Uczenie działalności Prof. Dr. M. Thulliego* str. 69.

Dr. Chmielowiec A.: Rozwiązywanie równań kwadratowych przy pomocy suwaka logarytmicznego str. 191.

Wytrzymałość materiałów.

Bryła S.-Chmielowiec A.: Wzory uproszczone dotyczące połączeń nitowanych, wzmocnionych przy pomocy spawania* str. 172.

SPROSTOWANIE.

Na prośbę autorki artykułu pt.: „Sprawozdanie z Międzynarodowego Kongresu Budowy Mostów i Konstrukcyj Lądowych“ upraszamy o przeprowadzenie w artykule tym następujących sprostowań:

Na stronie 353 wiersz 3-ci i 6-ty zamiast: „szwów czołowych“ winno być „szwów sufitowych (wykonywanych ponad głową)“. Wiersz 6-ty zamiast „szwy czołowe“ winno być „szwy sufitowe“. Wiersz 17-ty zamiast „8 mm“ winno być „8 cm“.

Na stronie 354 (szpalta lewa) zamiast „średnich“ winno być „małych“ (wiersz 15-ty).

SPRAWY TOWARZYSTWA.

Protokół z posiedzenia Wydziału Głównego P. T. P. z dnia 14 lipca 1932 r. Obecni: Prezes Rybicki, Wiceprezes Inż. Prachtel-Morawiański. Członkowie: Inż. Blum,

Inż. Bronarski, Inż. Kozłowski, Prof. Krzyczkowski, Prof. Dr. Matakiewicz, Inż. Tomaszewski, Inż. Wilczkiewicz.

Usprawiedliwili swą nieobecność: Wiceprezes Prof. Dr. Nadolski, Dr. Aulich, Prof. Bratro, Inż. Laskiewicz, Inż. Marynowski, Inż. Śladek i Prof. Zipser.

1. Protokół z poprzedniego posiedzenia przyjęto po odczytaniu bez zmian.

2. Prezes Rybicki przedstawia przebieg audjencji u Pana Ministra Komunikacji Inż. Kuhna, odbytej dnia 12 lipca br. w sprawie zmiany umowy z „Czasopismem Technicznym“, koniecznej ze względu na likwidację M. R. P. Udział w delegacji P. T. P. wzięli prócz Prezesa Rybickiego Prof. Dr. Huber i Prof. Zipser. Delegacja wskazała na długoletni dorobek naukowy „Czasopisma Technicznego“ i prosiła o umożliwienie utrzymania tak poważnego organu techniki polskiej. Pan Minister Kuhn odniósł się bardzo życzliwie do postulatów delegacji i obiecał po porozumieniu się z innymi sukcesorami Ministerstwa Robót Publicznych sprawę zmiany umowy jak najprzychylniej potraktować.

3. Skarbnik Inż. Bronarski przedstawia budżet dotychczasowy „Czasopisma Technicznego“. Po długiej dyskusji, w której zabierali głos wszyscy obecni członkowie Wydziału, postanowiono ograniczyć od dnia 1 sierpnia do końca br. wymiar poszczególnych numerów do 12 stron.

4. Wpłynęły trzy podania o pożyczki z funduszu zapomogowego dla bezrobotnych członków Towarzystwa, z których dwa postanowiono załatwić przychylnie.

Na tem posiedzenie zamknięto.

Protokół z posiedzenia Wydziału Głównego P. T. P. z dnia 10 września 1932 r. Obecni: Prezes Rybicki, Wiceprezes Inż. Prachtel-Morawiański. Członkowie: Dr. Aulich, Inż. Bessaga, Prof. Bratro, Inż. Knaus, Inż. Kozłowski, Prof. Krzyczkowski, Inż. Laskiewicz, Inż. Marynowski, Prof. Dr. Matakiewicz, Inż. Tomaszewski, Inż. Wilczkiewicz, Prof. Zipser, Inż. Blum, Inż. Makulski.

Usprawiedliwili swą nieobecność: Inż. Bronarski, Inż. Kalitynski, Inż. Śladek.

1. Protokół z poprzedniego posiedzenia przyjęto po odczytaniu bez zmian.

2. Przyjęto przez balotaż na członków P. T. P. Inż. Henryka Staufera.

3. Inż. Makulski Prezes Oddziału P. T. P. w Stanisławowie, przedstawia prośbę Oddziału stanisławowskiego o przejęcie kosztów administracyjnych Oddziału przez P. T. P. Uchwalono upoważnić Oddział stanisławowski na przeciąg jednego roku do ściągania 50 gr. z wkładki miesięcznej każdego członka Oddziału stanisławowskiego na koszty administracyjne Oddziału.

4. Prof. Krzyczkowski referuje sprawę zaległego rachunku Magistratu za połączenie kanałowe. Po dłuższej dyskusji uchwalono zwrócić się do Prezydium miasta o wstrzymanie egzekucji, oraz rewizję rachunku.

5. Inż. Bessaga składa sprawozdanie kasowe. Postanowiono na wniosek Prof. Dr. Matakiewicza, by na następnym posiedzeniu Wydziału Głównego zostało przedłożone dokładne zestawienie rachunków oraz plan finansowy na resztę r. 1932.

6. Z funduszu zapomogowego dla bezrobotnych członków P. T. P. uchwalono udzielić dwie zapomogi w łącznej wysokości 200.— zł.

7. Prezes Rybicki referuje pismo Izby Inżynierskiej w sprawie dalszych starań o zrealizowanie projektu ustawy o Izbach Inżynierskich w Polsce. Postanowiono przyłączyć się do starań Izby Inżynierskiej, zaprosić do udziału w tej akcji Związek Polskich Zrzeszeń Technicznych, oraz zasięgnąć w Warszawie informacji o stanie sprawy.

8. Prezes Rybicki przedstawia pismo p. Jana van Hengla, który zwraca się do P. T. P. o przedstawienie sprawy budowy wodociągów w Polsce Belgijskiemu Towarzystwu „La Compagnie Generale des Conduites d'eau“ w celu zachęcenia go do podjęcia się budowy. Po dłuższej dyskusji postanowiono w tej sprawie nie zabierać głosu.

9. Zarzuty anonimowe, skierowane przeciwko jednemu z członków postanowiono przekazać do zbadania odnośnemu Oddziałowi P. T. P.

10. Austrjacki Związek Inżynierów we Wiedniu zwrócił się do P. T. P. z prośbą o współpracę w akcji zwalczania kryzysu gospodarczego i bezrobocia. Postanowiono zwrócić się do niemieckiego Związku z prośbą o skonkretyzowanie swych propozycji.

11. Postanowiono zwrócić się do Krakowskiego Towarzystwa Technicznego z zaproszeniem do współudziału w wydawnictwie „Czasopisma Technicznego“.

Na tem posiedzenie zamknięto.

Protokół z posiedzenia Wydziału Głównego P. T. P. z dnia 10 października 1931 r. Obecni: Prezes Rybicki, Wiceprezes Prof. Dr. Nadolski, Inż. Prachtel-Morawiański. Członkowie: Dr. Aulich, Inż. Bessaga, Inż. Blum, Inż. Bronarski, Inż. Broniewski, Inż. Jarosz, Inż. Kalitynski, Inż. Knaus, Inż. Kozłowski, Prof. Krzyczkowski, Inż. Laskiewicz, Inż. Marynowski, Prof. Dr. Matakiewicz, Inż. Śladek, Inż. Tomaszewski, Inż. Wilczkiewicz, Inż. Grzymalski, oraz Prezydent Izby Inżynierskiej Gąsiorowski.

Usprawiedliwili swą nieobecność: Prof. Bratro i Prof. Zipser.

1. Protokół z ostatniego posiedzenia odczytano i przyjęto bez zmian.

2. Przyjęto jednogłośnie na członka P. T. P. Inż. Stanisława Dominika.

3. Skarbnik Inż. Bronarski przedkłada szczegółowo sprawozdanie finansowe za pierwsze trzy kwartały b. r., oraz preliminarz budżetowy na ostatni kwartał. Preliminarz ten przewiduje zamknięcie kasowe przy końcu roku z deficytem około 4.000 zł. Sprawozdanie kasowe przyjęto po krótkiej dyskusji jednogłośnie do wiadomości.

4. Prezes Rybicki przedstawia stan obecny akcji zmierzającej do utworzenia Izb Inżynierskich w Polsce na podstawie informacji, zasiągniętych w Ministerstwie Przemysłu i Handlu, do którego obecnie te sprawy należą. Związek Z. P. Z. T. postanowił wysłanie wspólnej z Polskim Towarzystwem Politechnicznym i Lwowską Izbą Inżynierską delegacji do Pana Ministra Przemysłu i Handlu, Dyrektora Departamentu Mjr. Kandla, oraz referenta tej sprawy p. Sławińskiego. Prezydent Gąsiorowski dziękuje gorąco Panu Prezesowi Rybickiemu za stałe popieranie spraw Izby Inżynierskiej.

5. Prof. Krzyczkowski referuje pismo Izby Inżynierskiej w sprawie poparcia memorjału, dotyczącego rozporządzenia o prawie budowlanem i zabudowaniu osiedli i proponuje przekazanie tej sprawy specjalnej Komisji. Postanowiono wybrać Komisję pod przewodnictwem Prof. Krzyczkowskiego, do której ma być zaproszonych po 2 członków P. T. P. Izby Inżynierskiej, oraz Sekcji Inżynierów-Architektów P. T. P.

6. Postanowiono urządzać raz na miesiąc zebranie towarzyskie z bridgem, przyczem pierwsze takie zebranie odbędzie się dnia 22 bm.

7. Prezes Rybicki przedstawia sprawę ewentualnego rozszerzenia podstaw finansowych „Czasopisma Technicznego“ przez współudział w wydawnictwie Krakowskiego Towarzystwa Technicznego, oraz Wołyńskiego Stowarzyszenia Techników. Do obu tych stowarzyszeń wysłano odpowiednie pismo.

8. Prof. Dr. Matakiewicz prosi o wystosowanie specjalnego podziękowania dla Oddziału tarnowskiego P. T. P. za nader gościnne przyjęcie wycieczki Wydziału Inżynierji Politechniki Lwowskiej.

Na tem posiedzenie zamknięto.

Ze względu jednak na konieczność pewnej jednolitej podstawy do określenia wytrzymałości, oblicza się zawsze wytrzymałość spoiny w odniesieniu do płaszczyzny ax . Wszystkie podane niżej przeliczenia wykonane też zostały na tej podstawie.

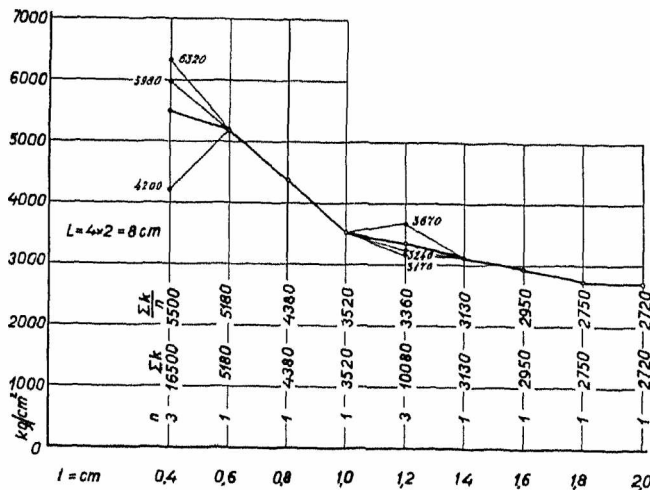
Poniżej podane są wyniki I. partji próbek. Dokładny pomiar szwów uskutecziono tak przed, jakoteż po zerwaniu każdej próbki. Na każdy poszczególny pomiar wykonano przynajmniej trzy próbki. O ile wyniki były zbyt rozmaite, wykonano dwie próbki dodatkowe celem jaknajdokładniejszego ustalenia wartości R .

Ze względu na brak miejsca podano poniżej zestawienie pomiarów wykonanych na jednej próbce jako przykład. Wszędzie l oznacza długość jednej spoiny, L łączną długość czterech spoin, więc $L=4l$.

L. p. 7. Przekrój spoiny $t=10\text{ mm}$, $t'=7\text{ mm}$.

Cztery spoiny o łącznej długości $L=4l=10\text{ cm}$.

Próbka	$F' = t' \cdot l$ mm^2	Łączny przekrój spoiny po zerwaniu F' mm^2	P kg	R kg/mm^2
7/1	700	$4 \times 6 \times 24 = 576$	16400	28,5
cztery spoiny ścięte ukośnie				
7/2	700	$4 \times 7 \times 25 = 700$	17550	25,1
1 spoina $a c$, 3 spoiny (uk.)				
7/3	700	$4 \times 6 \times 25 = 600$	17700	29,1
1 spoina $a b$, 1 spoina $a c$, 2 szwy (uk.)				
				R średnio 24,60



Rys. 3.

W podobny sposób wykonano pomiary dla wszystkich próbek. W dalszym ciągu podane są średnie wartości naprężeń rozrywających i to tak na jednostkę powierzchni jak i na jednostkę długości szwu.

Pierwsza partja próbek:

1. $L=4 \times 2,5=10\text{ cm}$

Próbka	t	t'	$\frac{P}{l}$	$\frac{P}{F'}$
L. p.	mm	mm	kg/cm	kg/cm^2
25	4	2,8	1000	3570
18	6	4,2	1210	2930
12	8	5,6	1500	2700
7	10	7,0	1740	2460
3	12	8,5	2200	2440

2. $L=4 \times 3=12\text{ cm}$

24	4	2,8	850	3060
17	6	4,2	1200	2860
11	8	5,6	1680	2870
6	10	7,0	1700	2030
2	12	8,5	1600	1650

3. $L=4 \times 4=16\text{ cm}$

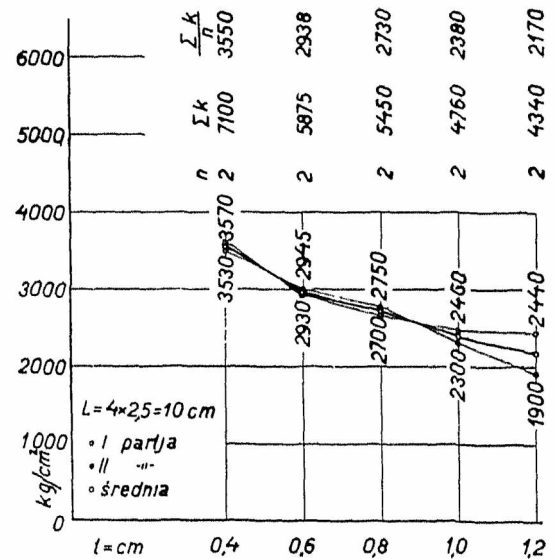
Próbka	t	t'	$\frac{P}{l}$	$\frac{P}{F'}$
L. p.	mm	mm	kg/cm	kg/cm^2
23	4	2,8	1080	4030
16	6	4,2	1400	3315
10	8	5,6	1540	2740
5	10	7,0	1780	2415
1	12	8,5	1580	1945

4. $L=4 \times 5=20\text{ cm}$

22	4	2,8	1100	4000
15	6	4,2	1480	3285
9	8	5,6	1800	2830
4	10	7,0	1600	2370

5. $L=4 \times 6=24\text{ cm}$

21	4	2,8	1040	3720
14	6	4,2	1600	3515
8	8	5,6	1790	3570
13	10	7,0	2400	3400



Rys. 4.

Druga partja próbek.

1. $L=4 \times 2,5=10\text{ cm}$

Próbka	Pow. ścięta F'	P	$\frac{P}{F'}$
L. p.	cm^2	kg	kg/cm^2

a) $t=12\text{ mm}$, $t'=8,5\text{ mm}$

3 8,50 16100 1900

b) $t=10\text{ mm}$, $t'=7\text{ mm}$

7 6,98 16050 2300

c) $t=8\text{ mm}$, $t'=5,6\text{ mm}$

12 5,62 15450 2750

d) $t=6\text{ mm}$, $t'=4,2\text{ mm}$

18 4,42 13000 2945

e) $t=4\text{ mm}$, $t'=2,8\text{ mm}$

25 2,93 10340 3530

2. $L=4 \times 3=12\text{ cm}$

a) $t=20\text{ mm}$, $t'=14,1\text{ mm}$

33 16,78 29550 1760

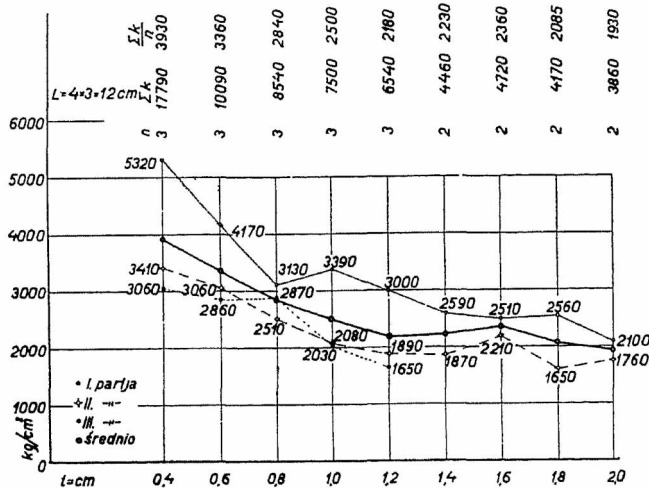
b) $t=18\text{ mm}$, $t'=12,6\text{ mm}$

27 15,10 24400 1610

c) $t=16\text{ mm}$, $t'=12,3\text{ mm}$

31 13,60 30050 2210

Próbka L. p.	Pow. ścięta F' cm^2	P kg	$\frac{P}{F'}$ kg/cm^2
d) $t=14\ mm, t'=10\ mm$			
29	12,03	22500	1870
e) $t=12\ mm, t'=8,5\ mm$			
2	10,20	19300	1890
f) $t=10\ mm, t'=7\ mm$			
6	8,37	17400	2080
g) $t=8\ mm, t'=5,6\ mm$			
11	6,71	16870	2510
h) $t=6\ mm, t'=4,2\ mm$			
17	5,05	15420	3060
i) $t=4\ mm, t'=2,8\ mm$			
24	3,33	11360	3410



Rys. 5.

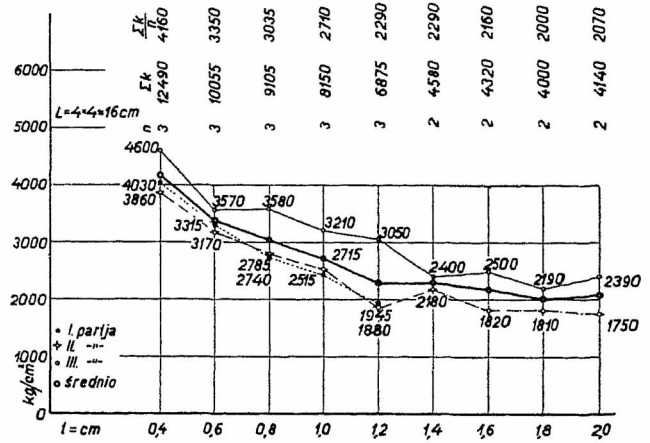
3. $L=4 \times 4=16\ cm$

a) $t=20\ mm, t'=14,1\ mm$			
32	21,60	37800	1750
b) $t=18\ mm, t'=12,6\ mm$			
28	20,00	36250	1810
c) $t=16\ mm, t'=11,3\ mm$			
26	18,16	33060	1820
d) $t=14\ mm, t'=10\ mm$			
34	15,90	34650	2180
e) $t=12\ mm, t'=8,5\ mm$			
1	12,53	23600	1880
f) $t=10\ mm, t'=7,0\ mm$			
5	11,20	28180	2515
g) $t=8\ mm, t'=5,6\ mm$			
10	8,97	24900	2785
h) $t=6\ mm, t'=4,2\ mm$			
16	6,95	22000	3170
i) $t=4\ mm, t'=2,8\ mm$			
23	4,50	17310	3860

4. $L=4 \times 5=20\ cm$

a) $t=12\ mm, t'=8,5\ mm$			
30	16,90	45500	2690
b) $t=10\ mm, t'=7,0\ mm$			
4	12,30	29400	2380

Próbka L. p.	Pow. ścięta F' cm^2	P kg	$\frac{P}{F'}$ kg/cm^2
e) $t=8\ mm, t'=5,6\ mm$			
9	10,72	30130	2800
d) $t=6\ mm, t'=4,2\ mm$			
15	8,40	28610	3410
e) $t=4\ mm, t'=2,8\ mm$			
22	5,63	24200	4310



Rys. 6.

Średnie napężenie rozrywające z trzech próbek L. p. 8, 8/1, 8/2, o długości szwu $L=4 \times 6=24\ cm$, wynosi $3060\ kg/cm^2$ (grubość szwu wynosi $t=8\ mm$). Dla próbek L. p. 14, 14/1, 14/2 o długości i wymiarach spoin jak powyżej, średnie napężenie rozrywające wynosi $3760\ kg/cm^2$.

Wyniki trzeciej partii dla spoin o długości stałej $L=8\ cm$ nie zostały uwzględnione przy ogólnym rozważaniu graficznym nad związkami pomiędzy grubością szwu, oraz jego wytrzymałością na jednostkę powierzchni, a to z uwagi na nadzwyczaj wysokie wyniki naprężeń rozrywających.

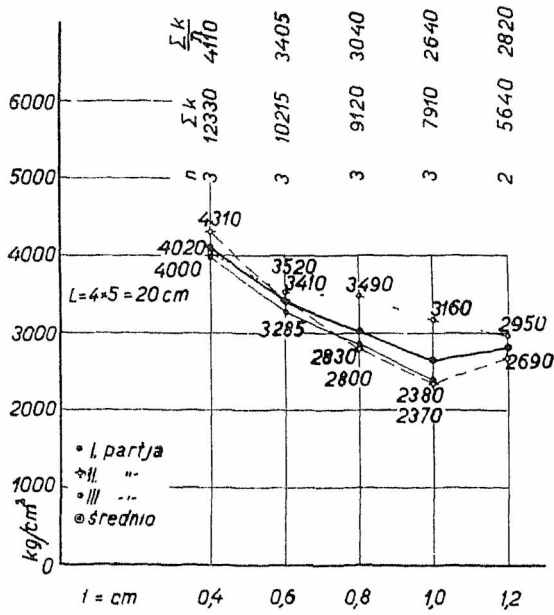
Trzecia partja próbek.

 $L=4 \times 2=8\ cm$

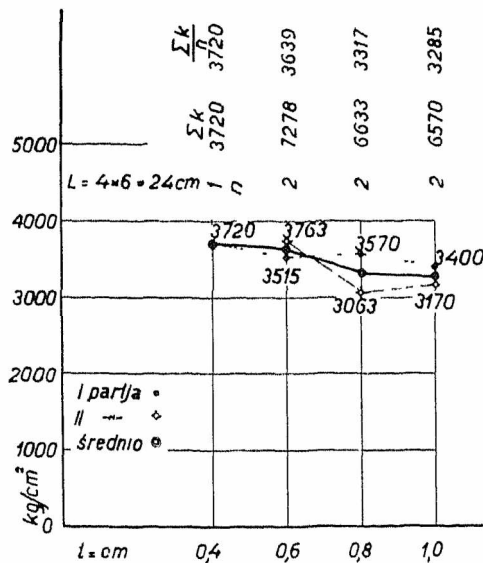
Próbka L. p.	t mm	Pow. ścięta F' cm^2	P kg	$\frac{P}{F'}$ kg/cm^2
1	20	11,3	30800	2720
2	18	10,2	28000	2750
3	16	9,05	26620	2950
4	14	7,90	24750	3130
4/1 x	12	6,8	24900	3670
4/2 x	12	6,8	22000	3240
4 średni	12	6,8	21500	3170
4 średni	12	6,8	—	3360
34	10	5,65	19850	3520
30	8	4,5	19700	4380
26	6	3,39	17600	5180
22/1	4	2,26	14250	6320
22/2	4	2,26	13500	5980
22/3	4	2,26	9500	4200
22 średni	4	2,26	—	5500

W powyższym zestawieniu rzucają się w oczy szczególnie wyniki próbek L. p. 22/1, 22/2, 22/3. Dla próbek tych użyto takiego samego natężenia prądu jak dla innych próbek tej partii z wyjątkiem próbki L. p. 22/3, dla której natężenie prądu obniżono znacznie poniżej normalnego. Jak wynika z tego, wysokie wy-

niki próbek 22/1 i 22/2 mają swoją przyczynę prawdopodobnie w bardzo silnem wtapieniu się małych spoin w materiał.



Rys. 7.



Rys. 8.

Próbka L. p.	t mm	Pow. ściana F' cm²	P kg	$\frac{P}{F'}$ kg/cm²
<i>L = const. = 4 × 3 = 12 cm</i>				
47	20	17,0	33600	2100
39	18	15,2	39000	2560
45	16	13,55	34000	2510
41	14	11,90	30800	2590
5	12	10,20	30600	3000
35	10	8,50	28800	3390
31	8	6,80	21200	3130
27	6	5,08	21100	4170
23	4	3,38	18000	5320

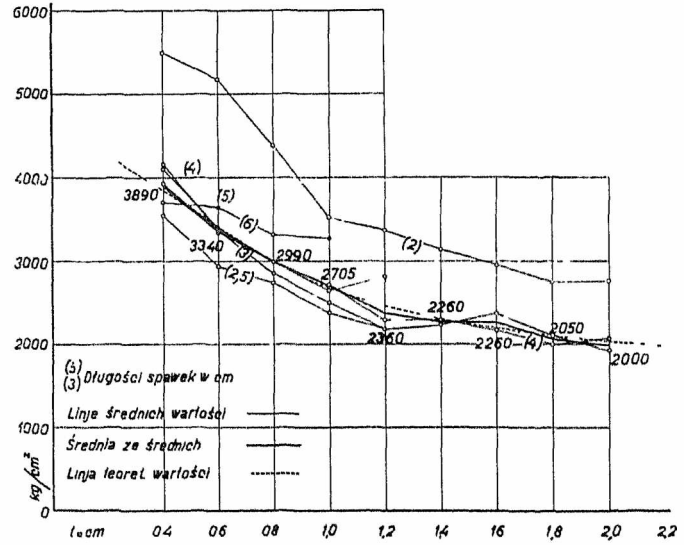
L = const. = 4 × 4 = 16 cm

44	20	22,60	51100	2390
38	18	20,30	44500	2190
43	16	18,05	45200	2500
46	14	15,80	37900	2400
40	12	13,55	41400	3050
36	10	11,30	36200	3210

Próbka L. p.	t mm	Pow. ściana F' cm²	P kg	$\frac{P}{F'}$ kg/cm²
32	8	9,05	32400	3580
28	6	6,78	24200	3570
24	4	4,51	20800	4600

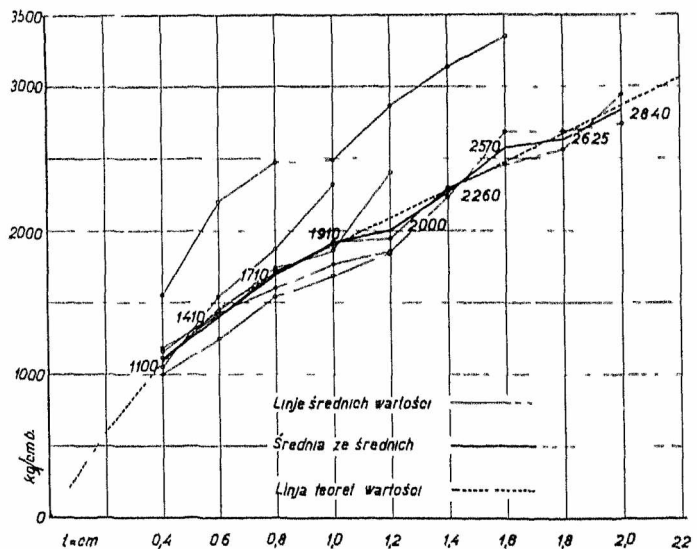
L = const. = 4 × 5 = 20 cm.

42	12	17,00	50200	2950
37	10	14,10	44700	3160
33	8	11,30	39400	3490
29	6	8,45	29800	3520
25	4	5,65	22700	4020



Rys. 9.

Wyniki wszystkich trzech partji zestawione są na rys. 3, 4, 5, 6, 7, 8, przyczem wyniki dla poszczególnych długości spoin zestawione są oddzielnie. Ogólne zestawienie graficzne, dla wszystkich wykonanych grubości, oraz długości szwów uskuteczniiono na rys. 9, a to w ten sposób, że narysowano tylko już wartości średnie z wyników podanych na rys. 3, 4, 5, 6, 7, 8. Uderzająca jest tu linja wyników próbek partji trzeciej dla sumarycznej długości spoin $L = 4 \times 2 = 8 \text{ cm}$, która



Rys. 10.

się znajduje daleko powyżej innych wyników. Reszta wyników daje obraz skupiony, naokoło pewnej linii ciągłej. Wyjątek stanowią może rezultaty dla spoiny 10 mm i długości 24 cm (3285 kg/cm²), oraz dla spoiny 12 mm i długości 20 cm. Niewiadomy jest dalszy prze-

bieg krzywych dla długości spoin $L=20\text{ cm}$ i $L=24\text{ cm}$ dla większych ich grubości spoin (powyżej 10 mm , 12 mm), jednakowoż najprawdopodobniej są to krzywe o tej samej tendencji, co poprzednie, a punkty sporne są tylko wynikiem wyjątkowo dobrze wykonanych próbek.

Rys. 10 przedstawia te same wartości co rys. 9 tylko w przeliczeniu na jednostkę długości spoiny, gdy wartości poprzednie odnoszą się do jednostki powierzchni.

Z rezultatów podanych na rys. 9 i 10 obliczono znów wartości średnie dla każdej poszczególnej rzędnej grubości spoin. Krzywa, łącząca te średnie, podaje nam zależność pomiędzy wytrzymałością jednostkową spoiny i jej wymiarem poprzecznym.

Dla grubości spoin od 4 do 8 mm można przyjąć ją jako linię prostą o równaniu:

$$k = a - bt \text{ kg/cm}^2, \dots \dots \dots (3)$$

przyczem $a=4700$, zaś $b=2140$.

Dla grubości spoin większych od 8 mm , krzywa omawiana jest hyperbolą o równaniu:

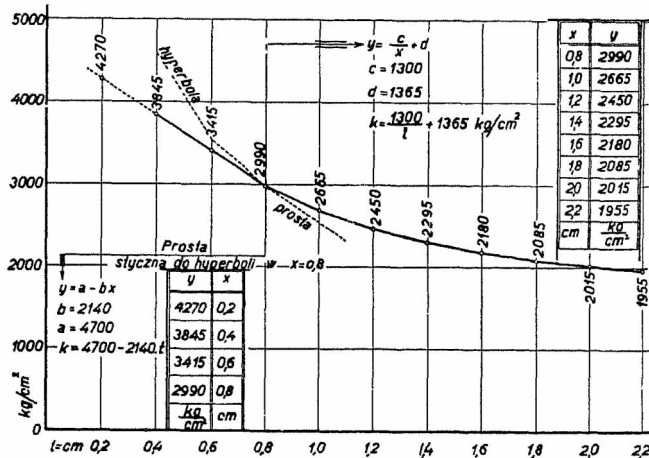
$$k = \frac{c}{t} + d \text{ kg/cm}^2, \dots \dots \dots (4)$$

przyczem $c=1300$, zaś $d=1365$ Hyperbola ta jest dla $t=8\text{ mm}$ styczną do prostej określonej równaniem 3.

Obliczając naprężenie rozrywające na jednostkę długości spoiny, otrzymujemy dla grubości spoin od 4 do 8 mm parabolę o kształcie:

$$k' = (a - bt) \cdot 0,7 t = (a' - b't) t \text{ kg/cm} \dots \dots \dots (5)$$

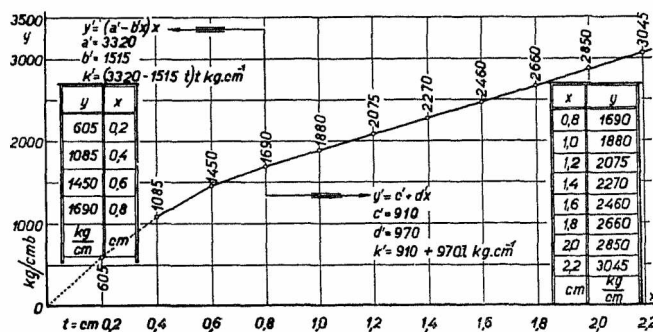
przyczem $a'=0,7a=3290$, $b'=0,7b=1515$.



Rys. 11.

Dla grubości spoin od 8 mm w górę otrzymamy tu linię prostą o równaniu:

$$k' = \left(\frac{c}{t} + d\right) \cdot 0,7 t = 0,7 c + 0,7 dt = c' + d't \text{ kg/cm}, \dots \dots \dots (6)$$



Rys. 12.

przyczem $c'=910$, $d'=970$. Prosta ta jest dla $t=8\text{ mm}$ styczną do paraboli, określonej równaniem 5.

Rzędne obliczone z powyższych równań zestawione tabelarycznie na rys. 11 i 12.

Na podstawie powyższych równań obliczono wartości naprężeń dopuszczalnych dla współczynników pewności $n=3, 3,5, 4, 5, 6$.

Dla naprężeń dopuszczalnych na jednostkę powierzchni otrzymujemy równania:

dla $n=3$

$$t = 4\text{ mm do } 8\text{ mm} \quad k = 1565 - 715t \text{ kg/cm}^2$$

$$t = \text{powyżej } 8\text{ mm} \quad k = \frac{435}{t} + 455 \text{ kg/cm}^2$$

dla $n=3,5$

$$k = 1340 - 610t \text{ kg/cm}^2 \quad k = \frac{370}{t} + 390 \text{ kg/cm}^2$$

dla $n=4$

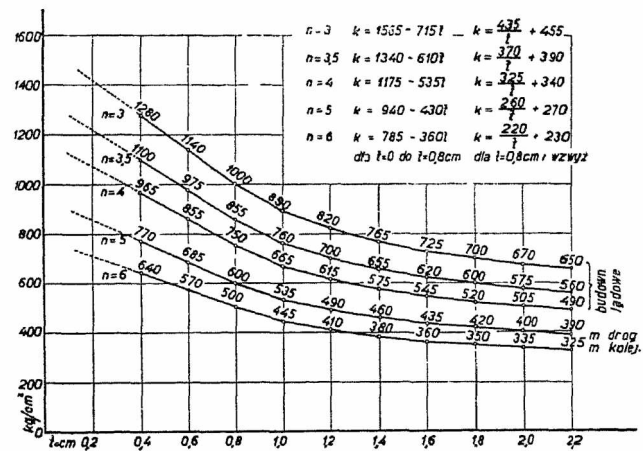
$$k = 1175 - 535t \text{ kg/cm}^2 \quad k = \frac{325}{t} + 340 \text{ kg/cm}^2$$

dla $n=5$

$$k = 940 - 430t \text{ kg/cm}^2 \quad k = \frac{260}{t} + 270 \text{ kg/cm}^2$$

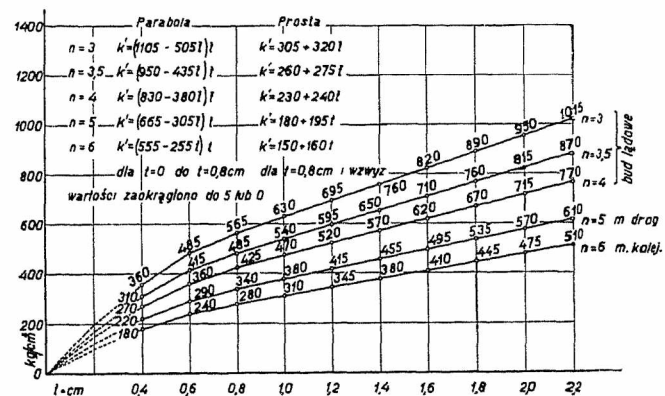
dla $n=6$

$$k = 785 - 360t \text{ kg/cm}^2 \quad k = \frac{220}{t} + 230 \text{ kg/cm}^2$$



Rys. 13.

Wartości stałych w tych równaniach zaokrąglono do 0 lub 5 (rys. 13).



Rys. 14.

Dla naprężeń dopuszczalnych na jednostkę długości spoiny poprzednim równaniom, odpowiadają równania następujące:

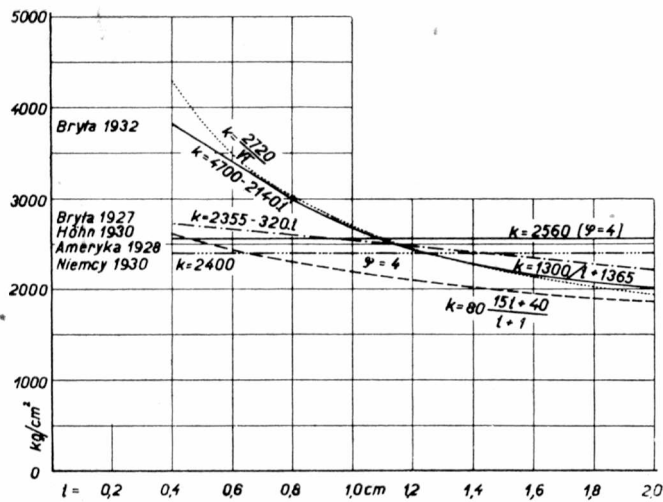
$t = 4\text{ mm do } 8\text{ mm}$ $n=3$ $k = (1105 - 505t)t \text{ kg/cm}$

$t = \text{powyżej } 8\text{ mm}$ $n=3$ $k = 305 + 320t \text{ kg/cm}$

$n=3,5$ $k = (950 - 435t)t \text{ kg/cm}$

$n=3,5$ $k = 260 + 275t \text{ kg/cm}$

$$\begin{aligned} n=4 & & k &= 230 + 240t \text{ kg/cm} \\ k &= (830 - 380t) \text{ t kg/cm} & & \\ n=5 & & k &= 180 + 195t \text{ kg/cm} \\ k &= (665 - 305t) \text{ t kg/cm} & & \\ n=6 & & k &= 150 + 160t \text{ kg/cm} \\ k &= (555 - 255t) \text{ t kg/cm} & & \end{aligned}$$

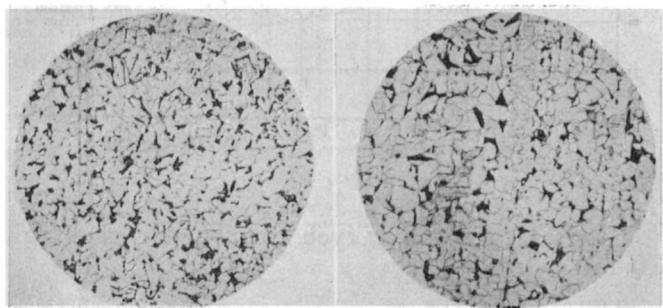


Rys. 15.

Wartości powyższe przedstawione są na rys. 14. Zestawienie dotychczasowych badań przedstawione jest na rys. 15.

Ponadto wykonano dla partji II.:

- analizę chemiczną dla materiału blachy na *C*, *P*, *S*, *Mn*, *Si*, oraz badanie makro- i mikroskopowe;
- dla spawek badanie metalograficzne.



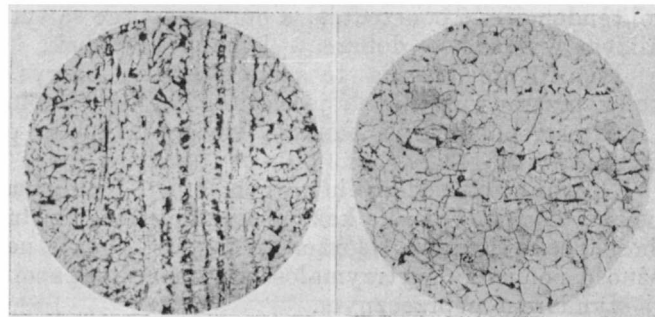
Ryc. 16.

Ryc. 17.

Analiza chemiczna przeciętna z kilku analiz: *C*...0,12%, *S*...0,037%, *P*...0,046%, *Mn*...0,34%, oraz *Si*...0,012%.

Przeciętne zanieczyszczenie fosforem i siarką oraz przeciętne zanieczyszczenie żużlem. Struktura materiału blachy siatkowa i pasemkowa (ryc. 16, 17 i 18). W okolicy miejsca spawania lokalne przegrzanie (ryc. 19).

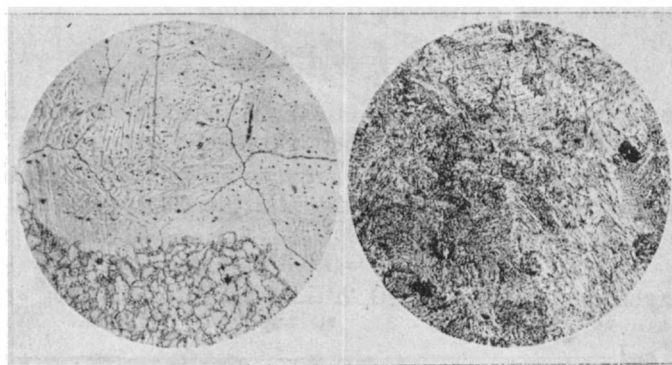
Ciekawy wypadek rozrostu ziarn w okolicy miejsca spawania wykazuje ryc. 20. W spawce widoczne liczne



Ryc. 18.

Ryc. 19.

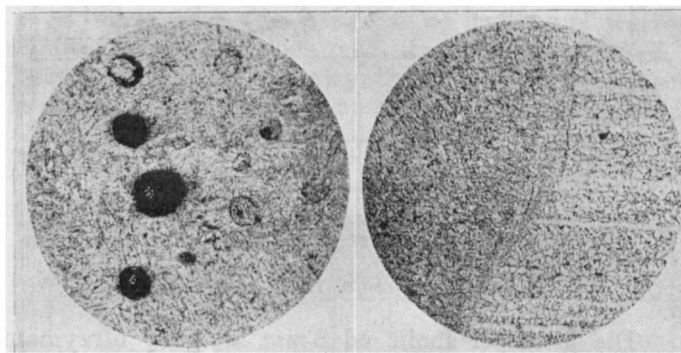
drobne pory i nieliczne większe pory. Struktura miejsca spawania wykazuje naogół przegrzanie (ryc. 21 i 22).



Ryc. 20.

Ryc. 21.

Łagodne przejście ze spawki do materiału blachy wykazuje ryc. 23.



Ryc. 22.

Ryc. 23.

Przy pracy tej pomocni byli mi p. inż. Venčeslav Poníž, asystent przy Katedrze Budowy Mostów Politechniki Lwowskiej i p. inż. Marjan Popiel, asystent Mechanicznej Stacji Doświadczalnej tejże Politechniki.

Inż. Stanisław Ochęduszko
Aadjunkt Politechniki Lwowskiej.

Wartość opałowa gazów z teoretycznego punktu widzenia.

(Dokończenie).

Zależność ciepła spalania od nadmiaru powietrza.

Skolei zajmijmy się zagadnieniem, czy i jaki jest wpływ nadmiaru powietrza na ciepło spalania gazu palnego. Szczegółowy rachunek przeprowadzimy dla wodoru, przyczem zakładamy, że:

- temperatura odniesienia jest stała i wynosi $t = 25^\circ C$, $T = 288^\circ K$;
- wilgotność względna powietrza $\varphi_p = 50\%$, $p_p = 11,88 \text{ mm rt.}$;
- wilgotność względna gazu palnego $\varphi_{gp} = 100\%$, $p_{gp} = 23,76 \text{ mm rt.}$, $\gamma_{gp} = \gamma_n = 23,1 \text{ g/m}^3$.

W spalinach jest para nasycona mokra o ciśnieniu $p_s = p_n = 23,76 \text{ mm rt.}$

Podstawą rachunku jest oczywiście równanie (11). Z ogólnego równania spalania (17) wynika: $m_1 = 1 \text{ mol}$ wodoru, $m_2 = 0,5 \lambda + 0,5 \frac{\lambda-1}{2} = 2,38 \lambda$ moli dwuatomowych gazów; m_3 moli pary wodnej zależne jest od nadmiaru powietrza. W spalinach natomiast: $m_1' = (1 + m_3)$ moli pary wodnej, $m_2' = 0,5 \lambda - 0,5 + 0,5 \lambda \frac{\lambda-1}{2} = (2,38 \lambda - 0,5)$ moli dwuatomowych gazów. Zatem równanie (11) przybierze następującą postać:

$$\Phi \cdot H_p^\lambda = 298 \left\{ \mu_{H_2} \cdot c_v^{sr} \Big|_0^{298} + 1,987 + 2,38 \lambda (\mu_{N_2, O_2} \cdot c_v^{sr} \Big|_0^{298} + 1,987) - (2,38 \lambda - 0,5) (\mu_{N_2, O_2} \cdot c_v^{sr} \Big|_0^{298} + 1,987) \right\} + I_m - I_s + B_m - B_s$$

$$\Phi \cdot H_p^\lambda = 298 (\mu_{H_2} \cdot c_v^{sr} \Big|_0^{298} + 0,5 \mu_{N_2, O_2} \cdot c_v^{sr} \Big|_0^{298} + 1,5 \cdot 1,987) + I_m - I_s + B_m - B_s$$

Po wstawieniu odpowiednich wartości i wykonaniu działań otrzymamy:

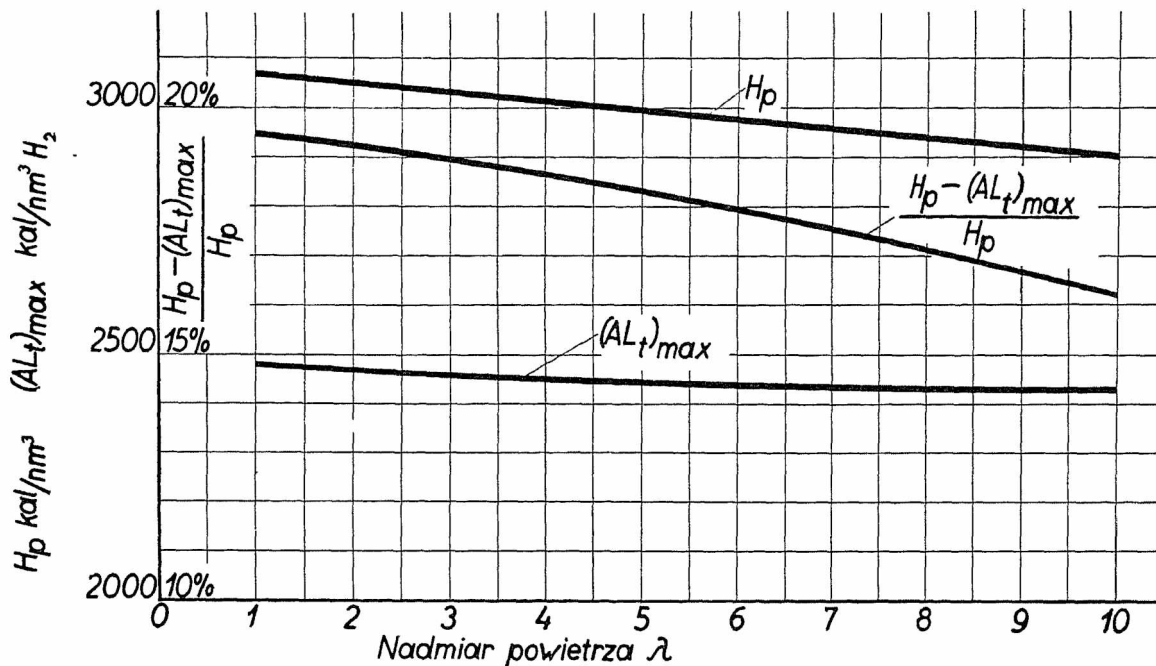
$$\Phi \cdot H_p^\lambda = 72065 + I_m - I_s$$

Z ogólnego równania (I) wynika prostolinijna zależność wyrażenia $(I_m - I_s)$, a tem samem ciepła spalania H_p^λ od nadmiaru powietrza. Ponieważ C_3 posiada maksimum wartości, jakie wielkości C mogą dla danej temperatury przybrać, więc ciepło spalania z nadmiarem powietrza musi maleć. Dla tej samej temperatury wpływ nadmiaru powietrza będzie tem większy, im większa będzie różnica $(C_2 - C_1)$. Ciepło spalania tylko w jednym przypadku pozostaje bez zmiany, a mianowicie, gdy $C_2 = C_3$ t. zn., gdy wilgotność względna powietrza wynosi 100% (dla $t < t_R$). Gdybyśmy do spalania używali powietrza zupełnie suchego, spadek ciepła spalania z nadmiarem byłby największy.

Zależność ciepła spalania od wilgotności powietrza.

Dla kompletu zbadamy wpływ wilgotności powietrza, dostarczonego do spalania na ciepło spalania wodoru, przy założeniu, że:

1. temperatura odniesienia $t = 25^\circ \text{ C}$, $T = 298^\circ \text{ K}$;
2. wilgotność względna gazu palnego $\varphi_{gp} = 100\%$, $p_{gp} = 23,76 \text{ mm rt.}$;
3. nadmiar powietrza $\lambda = 2 = \text{const.}$



Rys. 5.

Ciepło spalania wodoru pod stałym ciśnieniem oraz maksymalna praca $(ALt)_{max}$ i $\frac{H_p - (ALt)_{max}}{H_p}$ jako funkcje nadmiaru powietrza dla: $t = 25^\circ \text{ C}$, $\varphi_{gp} = 100\%$, $\varphi_p = 50\%$.

Przez zastosowanie równań (4), (5) i (13) dojdziemy do następującego wyrażenia:

$$I_m - I_s = 2,38 \lambda \cdot (C_2 - C_3) (i_{ap} - i_{aw}) + (C_1 + 0,5 C_3) (i_{ap} - i_{aw}) - 18,016 i_{aw} \quad (I)$$

gdzie:

$$C_1 = 22,4 \cdot \frac{273 + t}{273} \cdot 0,760 \cdot \frac{\varphi_{gp} \cdot \gamma_n}{73550 - \varphi_{gp} \cdot p_n}$$

$$C_2 = 22,4 \cdot \frac{273 + t}{273} \cdot 0,760 \cdot \frac{\varphi_p \cdot \gamma_n}{73550 - \varphi_p \cdot p_n}$$

$$C_3 = 22,4 \cdot \frac{273 + t}{273} \cdot 0,760 \cdot \frac{\gamma_n}{735,5 - p_n}$$

i_{ap} i i_{aw} oznaczają absol. ciepłiki pary (nas. suchej, przegrzanej) i wody dla danej temperatury.

Po wykonaniu zaznaczonych działań, otrzymujemy w naszym przypadku równanie prostej, przedstawionej na rys. 5:

$$H_p^\lambda = 1/22,4 (69167 - 426,3 \lambda) \text{ kal/nm}^3 \text{ gp.}$$

Podstawą rachunku jest wyprowadzone w poprzednim ustępie równanie:

$$\Phi \cdot H_p^\lambda = 72065 + I_m - I_s \text{ kal/mol gp.}$$

Po odpowiednim uporządkowaniu równania (I) z poprzedniego ustępu, dochodzimy do wyrażenia:

$$I_m - I_s = (i_{ap} - i_{aw}) (2,38 \lambda \cdot C_2 + C_1) - C_3 (i_{ap} - i_{aw}) (2,38 \lambda - 0,5) - 18,016 i_{aw}$$

lub po wstawieniu wartości na C_2 i C_1 z poprzedniego ustępu:

$$I_m - I_s = (i_{pa} - i_{aw}) \left(2,38 \lambda \cdot K_1 \frac{\varphi_p \cdot \gamma_n}{73550 - \varphi_p \cdot p_n} + K_1 \frac{\varphi_{gp} \cdot \gamma_n}{73550 - \varphi_{gp} \cdot p_n} \right) - K_2$$

K_1 i K_2 dla danej temperatury ($t < t_R$) przedstawiają stałe wartości.

Z powyższego równania wynika, że dla $\lambda = \text{const.}$

ciepło spalania rośnie z wilgotnością powietrza i wilgotnością gazu palnego. Oczywiście wpływ wilgotności powietrza jest znaczniejszy, aniżeli wpływ wilgotności gazu palnego i to tem bardziej, im większy nadmiar powietrza.

Wyniki rachunku dla podanych na początku założeń, ujęte są w zestawieniu III., oraz wykreślne na rys. 6.

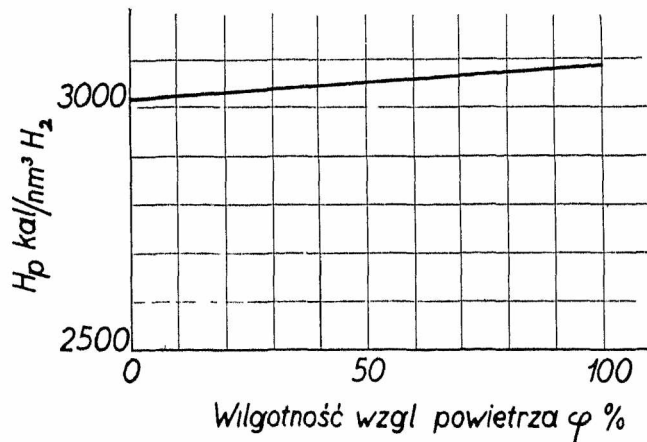
Zestawienie III.

φ_p %	$I_m - I_s$	$\Phi \cdot H_p$	H_p
0	-4575	67490	3012
25	-4169	67896	3031
50	-3754	68313	3050
75	-3333	68732	3069
100	-2906	69159	3088

Ciepło spalania rośnie prawie prostolinijnie z wilgotnością powietrza.

Zastosowanie wartości opałowej do bilansowania ciepłych urządzeń ogrzewniczych.

Pojęcie wartości opałowej używane jest w technice spalania do oceny dobroci ogrzewniczych urządzeń ciepłych. Kocioł o adiabatycznym obmurowaniu, który potrafiłby spalić całkowicie i zupełnie dostarczone paliwo oraz oziębić użytecznie spaliny do temperatury początkowej T_p t. j. temperatury mieszaniny paliwa i powietrza przed kotłem (tak, jak to zachodzi w kalorymetrze Junkersa), miałby maksymalną sprawność $\eta_i = 100\%$. Jeżeli natomiast spaliny po opuszczeniu kotła posiadają temperaturę T_s K wyższą od T_p K, to jedyną stratą w takim kotle byłaby strata kominowa Q_K , która wyraża się taką ilością ciepła, którą oddałyby spaliny po oziębieniu ich od temperatury T_s do temperatury T_p .



Rys. 6.

Ciepło spalania wodoru pod stałym ciśnieniem, jako funkcja wilgotności względnej powietrza dla $t = 25^\circ \text{C}$, $\lambda = 2$, $\varphi_{pp} = 100\%$.

A zatem:

$$Q_K = \left\{ \sum_{i=1}^{i=n} m_i' \left[(\mu_i \cdot c_v^{i,0})^{T_s} + 1,987 \right] \cdot T_s - (\mu_i \cdot c_v^{i,0})^{T_p} + 1,987 \right\} T_p \Bigg\} + I_s - I_p \text{ kal/mol gp.} \quad (18)$$

$$Q_A = Q_s + I_s - I_p.$$

Wyrażenie w $\{ \}$ dotyczy spalin suchych, natomiast $(I_s - I_p)$ oznacza nadwyżkę ciepła pary wodnej zawartej w spalinach w temperaturze T_s ponad tą ilość ciepła, którą posiada ta sama ilość pary wodnej w tempera-

turze T_p . Przy obliczeniu $(I_s - I_p)$ wystarczy zatem posługiwać się ciepłikiem względnym i . Ponieważ $T_s > T_p$ (punkt rosy), przeto ciepłik i obliczamy jak dla pary przegrzanej, według równania (15)¹⁴. Wartości $\mu_i \cdot c_v^{i,0}$ znajdziemy w zestawieniu I. Ilość moli m_i' poszczególnych składników gazowych spalin, ustala się na podstawie analiz spalin i gazu palnego.

Sprawność termiczna kotła w danym wypadku wynosi:

$$\eta_i = \frac{\Phi \cdot H_p - Q_K}{\Phi \cdot H_p} \quad (19)$$

Najlepiej zilustrować tę kwestję na przykładzie: Gaz palny: wodor; $T_p = 298^\circ \text{K}$, $t_p = 25^\circ \text{C}$; $T_s = 550^\circ \text{K}$, $t_s = 277^\circ \text{C}$.

Nadmiar powietrza $\lambda = 2$, wilgotność względna powietrza $\varphi_p = 50\%$

Wilgotność względna wodoru $\varphi_{pp} = 100\%$.

Ilość pary wodnej w spalinach (jak to poprzednio obliczono): $G_s = 20,035 \text{ kg/mol gp.}$

Ilość pary nasyconej suchej w spalinach w temperaturze 25°C : $G_n = 2,57 \text{ kg/mol.}$

Ilość wody w spalinach w temperaturze 25°C :

$$G_s - G_n = 17,465 \text{ kg/mol gp.}$$

$m_1' = 4,26$ moli dwuatomowych gazów.

$$\mu_{N_2, O_2} \cdot c_v^{i,0} \Big|_0^{550} = 5,00; \quad \mu_{N_2, O_2} \cdot c_v^{i,0} \Big|_0^{208} = 4,97 \text{ kal/mol}^\circ \text{K.}$$

Ciepłik pary wodnej w temperaturze 550°K :

$$i = 595 + 0,46 \cdot 277 = 722,4 \text{ kal/kg.}$$

Ciepłik pary wodnej nasyconej suchej w temperaturze 25°C : $i' = 606,6 \text{ kal/kg,}$

a przeliczony ze wzoru (15) $i'' = 595 + 25 \cdot 0,46 = 606,5 \text{ kal/kg.}$ Ciepłik wody w temperaturze 25°C : $i' = 25 \text{ kal/kg.}$

$$Q_K = 4,26 \cdot \{ (5 + 1,987) 550 - (4,97 + 1,987) 298 \} + 20,035 \cdot 722,4 - 2,57 \cdot 606,6 - 17,465 \cdot 25 = 7540 + 12496 = 20036 \text{ kal/mol gp.}$$

$$\eta_i = \frac{68313 - 20036}{68313} = \frac{48277}{68313} = 0,707.$$

Gdybyśmy natomiast rachunek przeprowadzili — jak się to dzieje w praktyce — z takim uproszczeniem, że: a) parę wodną zawartą w spalinach zredukujemy do ilości wody chemicznej, równej $18,016 \text{ kg/mol gp.}$, b) przyjmiemy zupełne skroplenie się pary wodnej po oziębieniu spalin do T_p , to:

$$Q_K = 7540 + 18,016 (722,4 - 25) = 7540 - 12560 = 20100 \text{ kal/mol gp.}$$

$$\eta_i = \frac{68313 - 20100}{68313} = \frac{48213}{68313} = 0,706.$$

Czyniąc zatem w praktyce powyższe założenia, nie popełni się prawie żadnego błędu.

Skoro jest mowa o wartości opałowej należy rozpatrzyć t. zw. wartość opałową dolną, którą oblicza się z równania:

$$H_{pa} = H_p - 600 \cdot w \text{ kal/nm}^3, \quad (20)$$

gdzie w oznacza całkowitą ilość pary wodnej zawartej w spalinach w $\text{kg/nm}^3 \text{ gp.}$, a 600 kal/kg (595) ma odpowiadać ciepłu parowania 1 kg wody w temperaturze 0°C . Jeśli za podstawę definicji dolnej wartości opałowej przyjmiemy równanie (11) z tą tylko różnicą, że para wodna w spalinach podczas oziębiania ich do temperatury początkowej mieszanki gazowej nie skra-

¹⁴) Łatwo przekonać się, że wspomniane równanie z wystarczającą dokładnością nadaje się również do obliczenia ciepła pary nasyconej suchej i'' (dla małych ciśnień pary).

¹⁵) „Hütte“ I. wyd. 25, str. 527.

pla się (trzeba sobie wyobrazić taki osobliwy „stan przekroczenia“), tudzież jeśli ciepłik pary wodnej będziemy wyrażali zapomocą równania (15), to otrzymamy następujące wyrażenie na różnicę między ciepłem spalania a wartością opałową dolną:

$$\bar{\Phi} H_p - \bar{\Phi} H_{pd} = (G_s - G_n) (595 - (1 - c_p^{sr}) t) \text{ kal/mol gp.}$$

Z równania tego wynika, że:

a) dla $t=0$ i założeniu $G_n \infty 0$

$$\bar{\Phi} H_p - \bar{\Phi} H_{pd} = 595 \cdot G_s' \quad [\text{a więc równanie (20)}];$$

b) różnica ta zanika, gdy $G_s = G_n$, a to się dzieje dla $t \geq t_R$, t. zn. różnica $(H_p - H_{pd})$ maleje z temperaturą, a w punkcie rosy i powyżej niego obie wartości opałowe są sobie równe.

Wprowadzając pojęcie wartości opałowej dolnej, wychodzą z altruistycznej zasady, że kocioł nie jest winien, jeśli nie może skroplić pary wodnej zawartej w spalinach. Ponadto zestawianie bilansów cieplnych upraszcza się w ten sposób, że przy obliczeniu straty kominowej, ciepło zawarte w parze wodnej równa się tylko ciepłu przegrzania.

Jak dalece stosowanie wartości opałowej dolnej fałszuje bilans cieplny, wykażę na przeliczeniu sprawności termicznej kotła.

Trzymając się oznaczeń poprzednio podanych, wyrażamy stratę kominową zapomocą następującego równania:

$$Q_{kl} = Q_s + \bar{\Phi} \cdot w \cdot c_p^{sr} (T_s - T_p) \text{ kal/mol gp.}$$

a sprawność termiczna:

$$\eta_{td} = \frac{\bar{\Phi} \cdot H_p - \bar{\Phi} \cdot 595 \cdot w - Q_s - \bar{\Phi} \cdot w \cdot c_p^{sr} (t_s - t_p)}{\bar{\Phi} \cdot H_p - \bar{\Phi} \cdot 595 \cdot w}$$

$$\eta_{td} = \frac{\bar{\Phi} \cdot H_p - \{ Q_s + \bar{\Phi} \cdot w [595 + c_p^{sr} t_s] - c_p^{sr} t_p \}}{\bar{\Phi} \cdot H_p - \bar{\Phi} \cdot 595 \cdot w} \quad (21)$$

Jak widać, licznik w tym wyrażeniu jest prawie równy licznikowi w wyrażeniu na sprawność termiczną przy zastosowaniu wartości opałowej górnej¹⁶⁾. Różnica między stratą kominową, obliczoną dla wartości opałowej górnej, a wyrażeniem w klamrach $\{ \}$ równania (21):

$$\begin{aligned} Q_k - \{ \} &= \bar{\Phi} \cdot w (-t_p + c_p^{sr} \cdot t_p) = \bar{\Phi} \cdot w \cdot t_p (c_p^{sr} - 1) = \\ &= -\bar{\Phi} \cdot w \cdot t_p \cdot 0,54 \\ \{ \} &= Q_k + \bar{\Phi} \cdot w \cdot t_p \cdot 0,54. \end{aligned}$$

Ponieważ mianownik w równaniu (21) jest o $\bar{\Phi} \cdot 595 \cdot w$ mniejszy od $\bar{\Phi} \cdot H_p$, więc sprawność wypadnie w tym przypadku znacznie większa, aniżeli w przypadku stosowania wartości opałowej górnej.

Biorąc dane z poprzedniego przykładu, znajdziemy:

$$\begin{aligned} \bar{\Phi} \cdot H_{pd} &= 68313 - 18,016 \cdot 595 = 68313 - 10714 = \\ &= 57599 \text{ kal/mol gp.}^{17)} \\ \eta_{td} &= \frac{48213 - 18,016 \cdot 0,54 \cdot 25}{57599} = \frac{47971}{57599} = 0,833^{18)} \end{aligned}$$

W danym jaskrawym przykładzie:

$$(\eta_{td} - \eta_i) = 0,833 - 0,706 = 0,127,$$

a więc sprawność kotła zupełnie niesłusznie wypadła, przy operowaniu wartością opałową dolną, o 12,7% za duża, co ze stanowiska termodynamiki czyni błąd:

$$\frac{12,7}{0,706} = 18\%.$$

Reasumując powyższe, należy przyznać zupełną rację Francji i Stanom Zjednoczonym Am. Półn., że

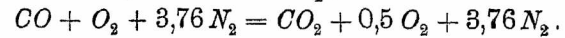
¹⁶⁾ i przy uwzględnieniu praktycznych uproszczeń.

¹⁷⁾ Wartość ta nie jest wcale równa $\bar{\Phi} \cdot H_p$ dla $T = T_R$ (p. Zest. II).

¹⁸⁾ $\frac{48213}{57599} = 0,837$.

wprowadziły u siebie, jako poziom porównawczy w bilansowaniu cieplnym, wartość opałową górną i należałoby sobie życzyć, aby i Polska w jak najkrótszym czasie stanęła w ich szeregu.

Jest jednak przypadek, w którym wartość opałowa dolna może mieć zastosowanie, a mianowicie, gdy chodzi o ocenę urządzenia ogrzewniczego przy przejściu z paliwa zawierającego niewiele wodoru i wilgoci, na paliwo o dużej zawartości wodoru względnie bardzo wilgotne. — Okażemy to na przykładzie, przeprowadzając bilans cieplny kotła parowego opalanego mieszanką palną składającą się z suchego tlenku węgla CO i suchego powietrza. — Wartość opałowa tlenku węgla wynosi: $\bar{\Phi} \cdot H_p = 68000 \text{ kal/mol gp.}$ — Równanie spalania przy dwukrotnym nadmiarze powietrza:



Temperatura otoczenia $T_p = 298^\circ K$.

Temperatura spalin (jak w poprzednich bilansach) $T_s = 550^\circ K$.

Strata kominowa:

$$Q_k = 7540 + 1(7,07 \cdot 550 - 6,23 \cdot 298) = 9571 \text{ kal/mol gp.}$$

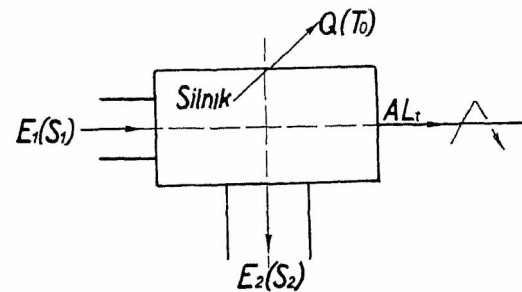
$$\text{Sprawność termiczna: } \eta_i = \frac{68000 - 9571}{68000} = \frac{58429}{68000} = 0,86.$$

Otrzymaliśmy zatem na sprawność termiczną wartość zbliżoną do sprawności termicznej dla wodoru, przy zastosowaniu wartości opałowej dolnej.

Najwłaściwszem w danym przypadku byłoby podgrzewanie paliwa i powietrza do najwyższego punktu rosy spalin z porównywanych paliw i operowanie ciepłami spalania dla tej temperatury.

Zastosowanie ciepła spalania do oceny silników spalinowych.

Przy ocenie silników spalinowych, z termodynamicznego punktu widzenia nietylko wartość opałowa winna być czynnikiem porównawczym, ile tzw. maksymalna praca¹⁹⁾. Przez maksymalną pracę należy rozumieć tę część energii, którą idealna maszyna z dostarczonej energii w pracę zmienić potrafi. Stosunek pracy rzeczywistej do owej maksymalnej pracy uznaje się winno za sprawność termiczną silnika, w którym odbywa się przemiana dostarczonej energii w pracę.



Rys. 7.

Na rys. 7 przedstawiony jest schemat silnika, do którego dochodzi z mieszanką palną energia E_1 (entropja mieszanki S_1) a z którego odpływają następujące energie:

- E_2 ze spalinami (entropja spalin S_2);
- ciepło Q w otoczenie o temperaturze T_0 ;
- praca techniczna AL_t , wykonana przez silnik.

I. Zasada termodynamiki wymaga, by:

$$A \cdot L_t = E_1 - E_2 - Q \quad (22)$$

zaś w myśl II. Zasady termodynamiki, w danym procesie termodynamicznym entropja czynników biorą-

¹⁹⁾ Stodola: Dampf- u. Gasturbinen, V wyd. 1922, rozdz. XII.

cych w nim udział musi rosnać, a w granicznym najlepszym przypadku pozostaje bez zmiany.

Przyrost entropji czynnika roboczego: $(S_2 - S_1)$.

Przyrost entropji otoczenia, które w czasie pracy pobrało ciepło w sposób odwracalny $\frac{Q}{T_0}$.

Zatem całkowity przyrost entropji wynosi:

$$\Pi = S_2 - S_1 + \frac{Q}{T_0}, \dots \dots \dots (23)$$

gdzie:

$$\Pi > 0.$$

Równanie (23) po uwzględnieniu równania (22) daje:

$$S_2 - S_1 + \frac{E_1 - E_2 - A \cdot L_t}{T_0} = \Pi$$

lub:

$$A \cdot L_t = E_1 - E_2 + T_0(S_2 - S_1) - T_0 \Pi.$$

Maksymalna praca będzie osiągnięta wówczas, gdy przyrost entropji $\Pi = 0$ t. j. gdyby wszelkie przemiany, w każdej części procesu, odbywały się w sposób odwracalny

$$(A \cdot L_t)_{max} = E_1 - E_2 + T_0(S_2 - S_1) \dots \dots (24)$$

Z powyższego wynika, że praca maksymalna osiągnie tem większą wartość, im większy będzie przyrost entropji $(S_2 - S_1)$.

Różnica:

$$(A \cdot L_t)_{max} - A \cdot L_t = T_0 \cdot \Pi$$

wyraża prawo Gouy-Stodoli, które powiada, że jeśli jakaś przemiana termodynamiczna przebiega w sposób nieodwracalny, to strata energii równa się iloczynowi przyrostu entropji, spowodowanego nieodwracalnością przemiany, przez najniższą absolutną temperaturę procesu (otoczenia).

W przypadku ciała jednorodnego, które nie zmienia swego składu w procesie zamiany energii w pracę np. gdy medjum pracującym jest gorący gaz (niepalny) mamy:

$$e = i = c_p \cdot T$$

$$(A \cdot L_t)_{max} = c_p(T_1 - T_2) + T_0(s_2 - s_1) \text{ kal/kg}$$

a że:

$$s = c_p \ln T - A \cdot R \cdot \ln P + s_0,$$

więc:

$$(A \cdot L_t)_{max} = c_p(T_1 - T_2) + T_0 \left(c_p \cdot \ln \frac{T_2}{T_1} - A \cdot R \cdot \ln \frac{P_2}{P_1} \right).$$

Przedewszystkiem z powyższego równania wynika, że praca maksymalna osiągnie tem większą wartość, im niższe będzie ciśnienie P_2 . — W praktyce możemy zejść z ciśnieniem końcowem przemiany, co najwyżej do ciśnienia otoczenia P_0 . — Ponadto interesuje nas, jaką musi być temperatura końcowa przemiany T_2 , aby dla $(A \cdot L_t)_{max}$ uzyskać maksimum maksimum.

$$\left(\frac{\partial (A \cdot L_t)_{max}}{\partial T_2} \right)_{T_1 = \text{const}} = -c_p + T_0 \cdot c_p \cdot \frac{1}{T_2} = 0$$

a stąd:

$$T_2 = T_0.$$

Gaz winien być zatem oziębiony do temperatury otoczenia i rozprężony do ciśnienia otoczenia, jeśli $(A \cdot L_t)_{max}$ ma osiągnąć największą wartość.

W przypadku, gdy silnikowi energii dostarcza paliwo, którego temperatura równa się temperaturze otoczenia, przyczem spaliny, w myśl powyższego, zostaną oziębione do temperatury otoczenia:

$$E_1 - E_2 = \Phi \cdot H_p \text{ kal/mol gp.} \quad [\text{p. równanie (6)}]$$

zaś:

$$\Phi \cdot (A \cdot L_t)_{max} = \Phi \cdot H_p + T_0(S_2 - S_1) \text{ kal/mol gp.} \dots (25)$$

Ponieważ przed spaleniem i po spaleniu mamy mieszaniny różnych składników, przeto entropje S_2 i S_1 muszą mieć wartość absolutną.

Obliczając wartość absolutnej entropji, z uwzględnieniem zmienności ciepła właściwego z temperaturą, wychodzimy z definicyjnego równania entropji:

$$ds = \frac{du + A \cdot P \cdot dv}{T} = \frac{c_v \cdot dT}{T} + A \frac{P \cdot dv}{T} \dots (26)$$

W zestawieniu I. podano zawartości: $\mu \cdot c_v^s \Big|_0^T = f(T)$.

Wiadomo, że: $c_v^s \Big|_0^T = \frac{1}{T} \int_0^T c_v \cdot dT$

lub: $\int_0^T c_v \cdot dT = T \cdot c_v^s \Big|_0^T,$

a stąd po zróżniczkowaniu:

$$c_v \cdot dT = c_v^s \Big|_0^T \cdot dT + T \cdot d(c_v^s \Big|_0^T).$$

Po wstawieniu tej wartości w równanie (26) otrzymamy:

$$ds = c_v^s \Big|_0^T \frac{dT}{T} + d(c_v^s \Big|_0^T) + \frac{A \cdot P \cdot dv}{T} \dots (26a)$$

Dla gazów doskonałych: $v = \frac{R \cdot T}{P},$

$$dv = \frac{R}{P} dT - \frac{R \cdot T}{P^2} \cdot dP \text{ lub } P \cdot dv = R \cdot dT - \frac{R \cdot T}{P} \cdot dP.$$

Po wstawieniu tej wartości w równanie (26a) i po scałkowaniu otrzymamy:

$$s = c_v^s \Big|_0^T + \int_0^T \frac{c_v^s \Big|_0^T}{T} \cdot dT + A \cdot R \cdot \ln T - A \cdot R \cdot \ln P + s_0 \text{ claus/kg}$$

albo dla całego mola:

$$\mu \cdot s = \mu \cdot c_v^s \Big|_0^T + \int_0^T \frac{\mu \cdot c_v^s \Big|_0^T}{T} \cdot dT + A \cdot R \cdot \mu \cdot \ln T - A \cdot R \cdot \mu \cdot \ln P + \mu \cdot s_0 \text{ claus/mol.}$$

Dwa pierwsze wyrażenia poza znakiem równości oznaczamy jako $\varphi(T)$; są one podane w zestawieniu I.

Wiadomo, że: $A \cdot R \cdot \mu = 1,987$

więc $\mu \cdot s = \varphi(T) + 1,987 \cdot \ln T - 1,987 \cdot \ln P - \mu \cdot s_0$

lub:

$$\mu s = \varphi(T) + 1,987 \cdot \ln \frac{T}{P} - \mu \cdot s_0 \dots \dots \dots (27)$$

Stałe całkowania μs_0 ²⁰⁾, które powodują to, że entropja μs obliczona na podstawie równania (27) osiąga swą wartość absolutną, podane są poniżej

dla:	H_2	O_2	N_2	CO	H_2O	CO_2
$\mu \cdot s_0$:	2,96	22,9	20,7	20,2	11,3	17,3

Dla m moli pewnego gazu entropja ma wartość:

$$S = m \cdot \mu \cdot s \dots \dots \dots (28)$$

W przypadku mieszaniny gazowej, entropja mieszaniny równa się sumie entropji poszczególnych składników, obliczonych z równania (28), przyczem nie należy zapominać, że P przedstawia wówczas absolutne ciśnienie cząstkowe danego składnika gazowego.

Aby w przypadku mieszanin gazowych rachunek uczynić prostszym, wprowadzamy dalsze przekształcenia:

$$\begin{aligned} z: & P \Phi = 848 \cdot T \\ \text{mamy:} & T = \Phi \\ & P = 848 \\ \text{lub} & T = V \\ & P = \frac{V}{m \cdot 848}, \end{aligned}$$

²⁰⁾ F. Schmidt: Der Absolutwert der Entropie als Hilfsmittel zur Berechnung der Dissoziation von Gasen (Technische Thermodynamik 1930 Heft 3). Wartości te zawdzięcza się teorematowi Nernsta, pozostają one w ścisłym związku z t. zw. konwencjonalnymi chemicznymi stałymi (p. str. 28/2 zesz.).

gdzie V jest objętością m moli danego składnika gazowego przy jego ciśnieniu cząstkowym²¹⁾.

Zatem równanie (27) przybiera postać:

$$m \cdot \mu s = m \cdot \varphi(T) + m \cdot 1,987 \cdot \ln V - m \cdot 1,987 \cdot \ln m - m \cdot 1,987 \cdot \ln 848 + m \mu s_0$$

lub:

$$m \cdot \mu s = m \cdot \varphi(T) + m \cdot 1,987 \ln V - m(1,987 \cdot \ln m + 13,395 - \mu s_0) \quad (29)$$

Jeżeli mieszanina gazowa składa się z m_1 moli jednego, m_2 moli drugiego m_n moli n -tego składnika:

$$S = \sum_{i=1}^{i=n} m_i \cdot \varphi_i(T) + 1,987 \cdot \sum_{i=1}^{i=n} m_i \ln V - \sum_{i=1}^{i=n} m_i \cdot 1,987 \cdot \ln m_i + 13,395 - \mu_i s_{0i}$$

$$\sum m_i (1,987 \cdot \ln m_i + 13,395 - \mu_i s_{0i}) = S_0$$

przedstawia stałą całkowania S_0 dla mieszaniny, zaś $\sum m_i = M$ daje sumę moli w danej mieszaninie gazowej.

Po wstawieniu powyższych wartości otrzymamy:

$$S = \sum m_i \varphi_i(T) + 1,987 \cdot M \cdot \ln V - S_0 \quad (30)$$

W przypadku mieszaniny gazowej wilgotnej należy do entropji mieszaniny suchej dodać entropję pary wodnej zawartej w tej mieszaninie.

Abs. entropję pary wodnej silnie przegrzanej ewentualnie pary nasyconej suchej pod niskim ciśnieniem można obliczać na podstawie podanych równań dla gazów. — Ścisłejszy rachunek opiera się na podanej poprzednio wartości entropji absolutnej 1 kg lodu i na zawartych w tablicach technicznych wartościach nadwyżki entropji pary wodnej ponad entropją wody o temperaturze 0°C. — A zatem (p. rys. 3):

$$s_u = 0,516 + \frac{80}{273} + s = 0,809 + s \text{ claus/kg} \quad (31)$$

gdzie entropja względna:

$s = s'$ w przypadku wody

$s = s''$ „ „ pary nasyconej suchej

$s = s'' + c_p^{gr} \cdot \ln \frac{T}{T_n}$ w przypadku pary przegrzanej;

w ostatnim równaniu:

T przedstawia temperaturę pary przegrzanej w °K
 T_n temperaturę nasycenia pary wodnej °K

c_p^{gr} kal/kg °K średnie ciepło właściwe dla pary przegrzanej dla zakresu temperatur od T_n do T .

Po tem teoretycznem przygotowaniu przystępujemy do szczegółowego rachunku mianowicie obliczymy dla wodoru zależność maksymalnej pracy od nadmiaru powietrza.

Wykorzystując wartości już poprzednio obliczone, przy wyznaczaniu energii chemicznej wodoru, przeliczę najpierw absolutną entropję mieszaniki palnej i produktów spalania, dla nadmiaru $\lambda = 2$ i $T = 298^\circ K$.

Mieszanika palna; dla:

$$H_2: m_1 = 1,00; \varphi_1(T) = 33,26; m_1 \varphi_1(T) = 33,26$$

$$O_2: m_2 = 1,00; \varphi_2(T) = 33,26; m_2 \varphi_2(T) = 33,26$$

$$N_2: m_3 = 3,76; \varphi_3(T) = 33,26; m_3 \varphi_3(T) = 125,10$$

$$H_2O: m_4 = 0,1122; \varphi_4(T) = 40,065; m_4 \varphi_4(T) = 4,50$$

$$M = \sum_{i=1}^{i=4} m_i = 5,8722 \quad \sum_{i=1}^{i=4} m_i \varphi_i(T) = 196,12 \quad 196,12$$

$$V^m = 26,1 + 122,2 = 148,3 m^3 \text{ a } 1,987 \cdot M \cdot \ln V^m = 1,987 \cdot 5,8722 \cdot \ln 148,3 = 58,35$$

²¹⁾ V oznacza zatem objętość mieszaniny pod jej ciśnieniem całkowitem.

Stała całkowania dla mieszaniki palnej:

$$\text{dla } H_2: 1(1,987 \ln 1 + 13,395 - 2,96) = +10,435$$

$$\text{„ } O_2: 1(1,987 \ln 1 + 13,395 - 22,90) = -9,505$$

$$\text{„ } N_2: 3,76(1,987 \ln 3,76 + 13,395 - 20,7) = -17,565$$

$$\text{„ } H_2O: 0,1122(1,987 \ln 0,1122 + 13,395 - 11,3) = -0,253$$

$$S_{01} = -16,888 \quad 16,89$$

Zatem: $S_1 = (196,12 + 58,35 + 16,89) \text{ claus/mol gp.} = 271,36$

Analogicznie postępujemy przy obliczeniu entropji absolutnej produktów spalania; dla

$$O_2: m_1' = 0,5; \varphi_1(T) = 33,26; m_1' \varphi_1(T) = 16,63$$

$$N_2: m_2' = 3,76; \varphi_2(T) = 33,26; m_2' \varphi_2(T) = 125,10$$

H_2O : (para nasycona sucha)

$$m_3' = 0,143; \varphi_3(T) = 40,065; m_3' \varphi_3(T) = 5,71$$

$$M = \sum_{i=1}^{i=3} m_i' = 4,403 \quad \sum_{i=1}^{i=3} m_i' \varphi_i(T) = 147,44 \quad 147,44$$

$$V_s = 111,2 m^3 \text{ a } 1,987 \cdot M \cdot \ln V_s = 1,987 \cdot 4,403 \cdot \ln 111,2 = 41,15$$

Stała całkowania dla spalin:

$$\text{dla } O_2: 0,5(1,987 \ln 0,5 + 13,395 - 22,9) = -5,44$$

$$\text{„ } N_2: \text{ jak poprzednio: } -17,56$$

„ H_2O (para nasycona sucha):

$$0,1426(1,987 \ln 0,1426 + 13,395 - 11,3) = -0,25$$

$$S_{02} = -23,25 \quad 23,25$$

Entropja spalin (bez kondensatu):

$$S_2' = 147,44 + 41,15 + 23,25 = 211,84$$

Do S_2' należy jeszcze dodać entropję skroplin.

Abs. entropja wody w temperaturze 25°C:

$$s_a = 0,809 + 0,0877 = 0,8967 \text{ claus/kg}$$

Ilość skroplin: $G_w = 17,465 \text{ kg/mol gp.}$

$$S_2 - S_2' = 17,465 \cdot 0,8967 = 15,66$$

a stąd

$$S_2 = 227,50 \text{ claus/mol gp.}$$

Przeprowadzimy teraz kontrolę obliczenia entropji dla pary wodnej nasyconej suchej, zawartej w produktach spalania według równania (31). Z poprzedniego rachunku [równ. (29)]:

$$s_p = 5,71 + 0,1426 \cdot 1,987 \cdot \ln 111,2 + 0,25 = 7,29 \text{ claus/mol gp.}$$

Posługując się zaś równaniem (31):

$$s_u = 0,809 + s' = 0,809 + 2,0396 = 2,8486 \text{ claus/kg}$$

Ponieważ ilość pary wodnej nasyconej suchej

$$G_w = 2,57 \text{ kg/mol gp. (p. str. 15/l zesz.),}$$

$$s_p = 2,57 \cdot 2,8486 = 7,31$$

a więc prawie zupełna zgodność.

Różnica entropji:

$$S_2 - S_1 = 227,50 - 271,36 = -43,86$$

Podobnie obliczono (posługując się suwakiem logarytmicznym o długości 0,5 m) różnice entropji ($S_1 - S_2$) dla innych nadmiarów powietrza. Różnice te drogą graficzną skorygowano i w 3. kolumnie zestawienia IV. podano.

$$\text{Dla } \lambda = 2: S_1 - S_2)_{skor} = 43,91.$$

Maksymalna praca w myśl równania (25):

$$\Phi(A \cdot L_t)_{max} = 68313 - 43,91 \cdot 298 = 68313 - 13080 = 55233 \text{ kal/mol gp.}$$

$$(A \cdot L_t)_{max} = \frac{55233}{22,4} = 2466 \text{ kal/nm}^3 \text{ gp.}$$

Strata energii w stosunku do ciepła spalania:

$$\frac{H_p - (A \cdot L_t)_{max}}{H_p} = \frac{13080}{68313} = 19,32\%$$

²²⁾ $m_3 = m_n$ ze str. 15/l zesz.

W podany sposób wyliczono potrzebne wartości dla innych nadmiarów powietrza, a wyniki podane są w zestawieniu IV. oraz ujęte na wykresie (rys. 5):

Zestawienie IV.

λ	$S_1 - S_2$	$(S_1 - S_2)_{stor}$	$(S_1 - S_2)T_0$	ΦH_p^2	$\Phi(A \cdot L_t)_{max}$	$(A \cdot L_t)_{max}$	$\frac{H_p^2 - (A \cdot L_t)_{max}}{H_p} \%$
1	44,68	44,56	13380	68741	55361	2470	19,46
2	43,86	43,91	13080	68313	55233	2466	19,14
3	43,10	43,13	12850	67888	55038	2458	18,92
4	42,41	42,28	12600	67462	54862	2450	18,68
5	41,30	41,30	12300	67036	54736	2444	18,35
10	35,13	35,15	10470	64904	54434	2430	16,14

Powyższy rachunek wskazuje na to, że maksymalna praca, którą wykonać mogłaby doskonała maszyna cieplna kosztem energii zawartej w wodorze jest zawsze niższa od ciepła spalania wodoru. Już w samym zjawisku przemiany chemicznej wodoru na parę wodną leży pokazywana, nieunikniona strata, niezależna zupełnie od silnika. Strata ta z nadmiarem powietrza maleje, czyli sprawność termiczna doskonałej maszyny wzrasta.

Należy dodać, że nie braliśmy tu pod uwagę straty, która wynika normalnie wskutek nieodwracalnej przemiany, jaką jest mieszanie się powietrza z wodorem przed silnikiem.

Zazwyczaj dla gazów entropja mieszanki palnej jest większa, aniżeli entropja produktów spalania; bywają jednak przypadki, że wyrażenie $(S_2 - S_1)T_0$ ma znak dodatni, jak to ma miejsce podczas spalania oleju gazowego i benzolu²³⁾. Wówczas maksymalna praca jest większą od ciepła spalania paliwa, a nadmiar pracy $[(A \cdot L_t)_{max} - H_p]$ wykonany jest kosztem ciepła otoczenia.

Dla orientacji przeprowadzimy jeszcze obliczenie maksymalnej pracy na podstawie przybliżonego wzoru Nernst'a²⁴⁾. W rachunku tym pominiemy wilgotność gazu palnego i powietrza, a nadto założymy, że całkowita para wodna, zawartą w spalinach skropliła się.

$$\begin{aligned} \Phi(A \cdot L_t)_{max} &= \Phi H_p^2 + 4,571 T(1,75 \Sigma m \cdot \log T + \Sigma m i') \\ T &= 298^\circ K, \quad \log T = 2,4742, \\ \Sigma m &= m_1' + m_2' - (m_1 + m_2 + m_3) = 0,5 + 3,76 - (1 + 1 + 3,76) = -1,5, \end{aligned}$$

²³⁾ F. Schmidt: „Der Absolutwert der Entropie als Hilfsmittel zur Berechnung der Dissoziation von Gasen“.

²⁴⁾ W. Świątosławski: „Chemja fizyczna“ III. § 160 i § 174.

Dr. Inż. Alfred Freudenthal.

W sprawie wzoru dla słupów uzwojonych w przepisach polskich.

W Nr. 24 *Czasopisma Technicznego* z grudnia 1932 str. 348 w art. pod powyższym tytułem, Prof. Stella-Sawicki, broniąc wzór obliczeniowy, wprowadzony przez Dra Prof. Thulliego a przyjęty do przepisów polskich, krytykuje wzór doktorski Prof. Dra Kuryłły.

Jakkolwiek Prof. Kuryłło nie zamierza podjąć dyskusji, co uważam za rzecz słuszną, ze względu na słabość wywodów Prof. Stelli-Sawickiego, to jednak postanowieniem tem wyrządza Prof. Kuryłło krzywdę poruszonemu tematowi ze względu na jego aktualność.

Z tego założenia wychodząc, choć w sprawie tej umieścić kilka uwag.

i' oznacza tu tak zw. konwencjonalną stałą chemiczną: $i_{H_2}' = 1,6$; $i_{N_2}' = 2,6$; $i_{O_2}' = 2,8$,

$$\begin{aligned} \Sigma m \cdot i' &= m_1' \cdot i_{O_2}' + m_2' \cdot i_{N_2}' - (m_1 \cdot i_{O_2}' + m_2 \cdot i_{O_2}' + \\ &+ m_3 \cdot i_{N_2}') = -3,0. \end{aligned}$$

Po wstawieniu poszczególnych wartości:

$$\begin{aligned} \Phi H_p^{298} - \Phi(A \cdot L_t)_{max} &= 4,571 \cdot 298(1,75 \cdot 1,5 + 2,4742 + 3) = \\ &= 12930 \text{ kal/mol gp.} \end{aligned}$$

Poprzednio obliczyliśmy:

$$\Phi H_p^{298} - \Phi(A \cdot L_t)_{max} = 13080 \text{ kal/mol gp.}$$

Zgodność jest bardzo wielka, jeżeli się uwzględni, że wzór Nernst'a daje tem lepsze wartości, im bliżej zera znajduje się Σm (różnica ilości moli produktów spalania i ilości moli substratów biorących udział w danej reakcji chemicznej).

Streszczenie.

Ciepło spalania gazów pod stałym ciśnieniem jest stale większe od ciepła spalania w stałej objętości. Oba te ciepła spalania z rosnącą temperaturą odniesienia maleją gwałtownie między $0^\circ C$ a punktem rosy, następnie rosną do pewnej temperatury, poczem spadają. Im większy nadmiar powietrza, tem mniejsze jest ciepło spalania dla tej samej temperatury odniesienia. Wilgotność powietrza i gazu palnego powiększa ciepło spalania.

Z termodynamicznego punktu widzenia, dla oceny urządzeń cieplnych najważniejszym jest ciepło spalania, czyli wartość opałowa górna, a nie wartość opałowa dolna. Maksymalna praca z energii paliw gazowych jest zawsze mniejsza od ciepła spalania, lecz strata, w odniesieniu do tegoż, maleje z nadmiarem powietrza.

Ustalenie zależności ciepła spalania od wyszczególnionych powyżej czynników ma bardzo duże znaczenie dla kalorymetrii. Wyjaśnienia występujących niejednokrotnie różnic między oznaczeniami ciepła spalania tego samego paliwa należy szukać, między innymi, we wpływie niejednakowych warunków pomiarowych na rezultat.

Nakoniec jeszcze jedna uwaga: Firma Junkers przed kilku laty zaczęła produkować specjalne aparaty, służące do nawilgacania powietrza dopływającego do kalorymetru ich konstrukcji. Chodziło tu o to, by uczynić ilość pary wodnej wchodzącej do kalorymetru równą ilości pary opuszczającej kalorymetr. Tego celu nie można w ten sposób osiągnąć, natomiast zaleta tego aparatu polega na tem, że wilgotność powietrza zbliża się do 100%, a wskutek tego, jak wykazały nasze rozważania, wartość opałowa staje się niezależną od nadmiaru powietrza.

Na stronie 349 powyższego artykułu, Prof. Stella-Sawicki twierdzi, że „nauka o żelbetnictwie nie doszła do tej wyżyny, by móc dziś już wyprowadzić wzór teoretyczny“. Zaznaczam, że w książce, którą obecnie wydałem pod tytułem: „Verbundstützen für hohe Lasten“¹⁾, zdołałem nie tylko wyprowadzić wzór teoretyczny, ale również i wykazać zgodność tego wzoru z doświadczeniami, dotychczas przeprowadzonymi. Badania teoretyczne wykazują, że wzór empiryczny Prof. Kuryłły jest jedynie odpowiedni i najbardziej zbliżony

¹⁾ W nakładzie Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin 1933.

do wyników przeprowadzonych doświadczeń. (Niestety zaznajomiwszy się dopiero obecnie, w grudniowym zeszycie *Czasopisma Technicznego* u. r., z tym wzorem, nie mogłem go uwzględnić w mej książce).

Zarzut Prof. Stelli-Sawickiego, że „wzór Prof. Kuryłły poniżej $\frac{A_u}{A_r}=1,5\%$, zaś powyżej $\frac{A_u}{A_r}=4\%$ daje wartości grubo mniejsze niż wszystkie inne wzory“, podkreśla wybitną wartość zaczepionego wzoru, która uwydatnia się w tem, że słusznie osądza nieznaczące działanie słabego uzwojenia, jak również uwzględnia relatywne zmniejszenie się działania uzwojenia przy użyciu słupów silnie uzwojonych.

Zmniejszanie to, które okazało się przy wszystkich doświadczeniach, a zwłaszcza przy doświadczeniach Whiteya i Empergera, udowodniłem drogą teoretyczną. Wykazałem, że zniszczenia słupów uzwojowych może nastąpić w podwójny sposób:

a) przez pierwotne zniszczenie jądra betonowego przy elastycznym uzwojeniu,
b) przez zniszczenie betonu po osiągnięciu granicy ciastowatości w uzwojeniu.

Siła uzwojenia, przy której przebieg a) przechodzi w przebieg b), przedstawia załom w funkcji, wyrażającej przebieg zniszczenia [punkt przecięcia przebiegu a) i b)], na który to załom jako charakterystyczny specjalnie zwróciłem uwagę.

Pomimo więc twierdzenia Prof. Stelli-Sawickiego na str. 350 iż: „załom, choć łatwy do przyjęcia na tle rozrzuconych na planie punktów odpowiadających sze-

regowi doświadczeń, to jednak trudny do wytłumaczenia“, załom w funkcji jako punkt przecięcia obu przebiegów, da się bez trudności udowodnić.

Odnosnie do wzoru przepisów: $A_z=1,25 A_r+15 A_z+30 A_u$ zaznaczyć należy, że wprowadzenie współczynnika 1,25 jest zupełnie nieusprawiedliwione, gdyż już Considère, na podstawie swych późniejszych doświadczeń, zrezygnował z wprowadzenia rzekomego „polepszenia betonu“ przez uzwojenie, co zostało w dalszym ciągu kilkakrotnie potwierdzone doświadczeniami Mörscha.

I faktycznie li tylko przepisy polskie i czeskie uwzględniają to rzekome polepszenie betonu, a byłoby na czasie, żeby pojęcie to i z naszych przepisów znikło.

Nie wchodząc zresztą w dokładność wartości podanych przez Prof. Kuryłłę, można na podstawie teoretycznych rozważań bezpośrednio stwierdzić że wzór w formie $A_z = \alpha A_r + n A_z$, przy czym $\alpha = f\left(\frac{A_u}{A_r}\right)$ jest zasadniczo lepszym odzwierciedleniem nośności słupów uzwojonych niż wzór

$$A_z = \alpha A_r + \beta A_z + \gamma A_u,$$

choć istnieje rachunkowo możliwość przetworzenia jednej formy w drugą.

Nie chodzi bowiem o mniejsze lub większe różnice pojedynczych wartości, jak to Prof. Stella-Sawicki mylnie przyjmuje, lecz o zasadniczą różnicę w pojęciu co do działania konstrukcji; a pod tym względem wzór Prof. Kuryłły jest bezspornie jedynie odpowiedni.

Memorjał w sprawie zatrudnienia bezrobotnych inżynierów i techników

przedłożony przez Zarząd Związku Polskich Zrzeszeń Technicznych Prezesom Rady Ministrów i Ministerstwu Spraw Wojskowych, Spraw Wewnętrznych, Komunikacji, Przemysłu i Handlu oraz Rolnictwa i Reform Rolnych.

Pracownicy umysłowi są dotknięci kryzysem gospodarczym i bezrobociem narówni z pracownikami fizycznymi, a położenie ich jest o tyle gorsze, o ile ze standard życiowy jest u nich, odpowiednio do społecznego stanowiska wyższy, trudniejszy do obniżenia poziomu a wynalezienie tymczasowego, zawodowemu wykształceniu odpowiadającego zajęcia, połączone z większymi trudnościami aniżeli dla pracownika fizycznego. Mimo to i mimo tej dalszej okoliczności, że pracownika umysłowego, któryby się w czasie kryzysu zmarnował, swój zawód porzucił, wyemigrował, lub z nędzy umarł — trudniej, przy nastaniu lepszej konjunktury i zapotrzebowaniu sił roboczych, zastąpić, aniżeli pracownika fizycznego, obserwujemy to zjawisko, że zarówno władze rządowe, jak i organizacje społeczne podejmują wielkie wysiłki, aby dla pracowników fizycznych znaleźć zatrudnienie, lub przynajmniej złagodzić ich nędzę, wywołaną bezrobociem, podobnej akcji dla bezrobotnych pracowników umysłowych nie można dostrzec. Istnieje zatem różniczkowanie na niekorzyść pracowników umysłowych, jakkolwiek okoliczności, wyżej przytoczone, przemawiałyby raczej za przeciwnym postępowaniem. Wśród bezrobotnych pracowników umysłowych inżynierowie i technicy odgrywają odrębną rolę. Przedewszystkiem są oni bezpośrednio dotknięci kryzysem z tego powodu, że w przemyśle, górnictwie, hutnictwie, budownictwie i innych warsztatach pracy przez nich kierowanych, redukcja każdej grupy robotników fizycznych powoduje bezpośrednio redukcję kierujących sił technicznych. Do tego zjawiska przyłącza się drugie, a mianowicie brak zajęcia dla całego legjonu młodych pracowników, opuszczających z dyplomem szkoły politechniczne. Wreszcie brak pracy powoduje wstrzymanie postępu techniki i nauk technicznych.

Bezrobotny inżynier jest groźniejszym zjawiskiem, aniżeli przeciętny bezrobotny pracownik umysłowy, a to z następujących powodów:

Dłużej trwający kryzys — a na to się niestety u nas zanosi — wywoła ten skutek, że inżynierowie bezrobotni chwycą się innej pracy, innego sposobu zarobkowania, zardzewieją, utracą swe zawodowe kwalifikacje i znikną z szeregów inżynierów zdolnych do pracy. Tę groźącą ewentualność należy rozpatrzyć z punktu widzenia potrzeb i interesów ogólnopństwowych i gospodarczych.

Inżynierom przypada bardzo ważna rola:

1. W obronie Państwa, jako współpracownikom armji na froncie, dalej jako
2. Organizatorom przemysłu wojennego w czasie mobilizacji i jego kierownikom, a jako dalsze ważne zadania
3. Kierującą współpracą w odbudowie przemysłu prywatnego w czasie poprawy konjunktury i
4. Opracowanie projektów i wykonanie robót publicznych.

W tych ważnych zadaniach leży różnica między siłami technicznymi a ogółem bezrobotnych pracowników umysłowych i te okoliczności wymagają, aby czynniki rządowe doceniały potrzebę dopomożenia bezrobotnym do przetrwania kryzysu i zapewnienia sobie ich pomocy i współpracy w rozwiązaniu problemów doniosłej wagi dla Państwa i gospodarstwa krajowego.

Pomoc Władz Rządowych dla bezrobotnych inżynierów i techników, w celu umożliwienia im przetrwania kryzysu, powinna iść po linii następujących środków zaradczych:

1. Zatrudnienie sił technicznych przy robotach publicznych, wykonywanych z Funduszu Bezrobocia.

Jest powszechnie uznane, że należy zużywać fundusze, przeznaczone na zwalczanie bezrobocia, na wykonanie robót publicznych, a nie na zasiłki dla niezatrudnionych bezrobotnych pracowników fizycznych. Takimi robotami publicznymi powinny być roboty wymagające mało materiałów, tylko ograniczające się do pracy ręcznej (robocizny). Przez uruchomienie tego rodzaju robót uzyska się podwójną korzyść: fundusze nie pójdą na marne, bezrobotni otrzymają zarobek i będzie wykonana praca o stałej wartości, a równocześnie znajdzie się pole pracy dla bezrobotnych inżynierów i techników.

2. Projekt robót publicznych.

Dziedzina robót publicznych jest w Polsce bardzo zaniedbaną i mamy wiele do zrobienia, aby te zaniedbania naprawić. Brak nam kolei, dróg bitych, projektów osuszania ról, urządzeń irygacyjnych, urządzeń asanacyjnych miast i t. p. Skoro konjunktura się poprawi, będą te zaległe roboty na szeroką miarę rozpoczęte, albo z budżetowych pieniędzy, albo z kredytów zagranicznych. Wtedy okaże się, że mimo piekającej potrzeby tych robót i rozporządzalnych funduszy, roboty nie będą mogły być podjęte z powodu braku projektów. Należy więc wyszukać możliwość zwerbowania za niską płacą bezrobotnych i z ich pomocą wykonać potrzebne zdjęcia terenowe i projekty tych robót publicznych, które są najpilniejsze i które z chwilą zdobycia potrzebnych funduszy, będą najpierw wykonane. W tym celu byłoby wskazane, opracować program tych najpilniejszych robót (koleje, drogi bite, wodociągi, kanalizacje, zakłady elektryczne i t. p.). Zarówno można zatrudnić inżynierów przy opracowaniu planów regulacyjnych miast i zdrojowisk, których brak jest przyczyną chaotycznej ich rozbudowy.

3. Opracowanie planu mobilizacyjnego dla przemysłu.

Wiadomo, że armja niemiecka zawdzięczała swe początkowe sukcesy znakomitemu funkcjonowaniu swego przemysłu wojennego, którego mobilizacja była już długo przed wojną we wszystkich szczegółach przygotowaną. Byłoby wskazane pójść za ich przykładem i opracować program mobilizacji naszego przemysłu na wypadek wojny i użyć do tego szeregi, znakomicie w poszczególnych działach przemysłu wyszkolonych, bezrobotnych inżynierów.

4. Usunięcie obcokrajowców.

Na wielu stanowiskach w przemyśle polskim pracują inżynierowie obcokrajowcy, nie posiadający obywatelstwa polskiego, podczas gdy liczne rzesze inżynierów-Polaków głoduje. Usunięcie tych cudzoziemców i zastąpienie ich siłami krajowymi byłoby tylko aktem sprawiedliwości wobec własnych obywateli. W tym celu należałoby przeprowadzić rejestrację sił technicznych — obcokrajowców, nie posiadających obywatelstwa polskiego, a zatrudnionych w naszym przemyśle.

5. Zatrudnienie sił technicznych na stanowiskach:

a) technicznych w urzędach państwowych (także w Izbie Kontroli) oraz samorządowych zajętych często przez osoby, nie posiadające odpowiednich kwalifikacji technicznych, do czego wskazaniem byłoby przeprowadzenie rewizji tych stanowisk oraz spowodowanie przymusowej rejestracji sił technicznych (tak inżynierów jak i techników);

b) nie technicznych. Wobec ważnych powodów, wyżej wyłuszczonej, przemawiających za potrzebą dopomożenia bezrobotnym do przetrwania okresu kryzysowego, byłoby wskazane dawać pierwszeństwo inżynierom i technikom przy prowizorycznym obsadzaniu stanowisk w służbie rządowej, nie wymagających specjalnej fachowej kwalifikacji, aby im umożliwić egzystencję aż do chwili, gdy znajdą pracę w swoim zawodzie.

Wiadomości z literatury technicznej.

Drogi.

— **Dr. Ernest Guglielminetti.** Jest rzeczą istotnie ciekawą, że na zalety mazi, jako lepszycza drogowego zwrócił uwagę w pierwszym rządzie nie fachowiec lecz lekarz praktykujący, który też znaczną część swojego życia poświęcił temu problemowi.

Pierwsze próby maziowania dróg przeprowadził Guglielminetti już w r. 1902 w Monte Carlo, gdzie plaga pyłu drogowego z powodu ruchu samochodowego, znajdującego się podówczas w początkowym rozwoju, dawała się dotkliwie odczuwać. Guglielminetti potrafił zainteresować swoją ideą miarodajne sfery, przyczem pierwsze maziowania miały za zadanie li tylko wiązanie pyłu na drodze, a dalekie jeszcze były od nowoczesnych typów nawierzchni maziowych.

Wynalazca, po udanych próbach, rozpoczął szeroką propagandę w kierunku zwalczania pyłu drogowego przez odczyty w kołach medycznych w towarzystwach zawodowych, założył w Paryżu Ligę walki z pyłem, jednym słowem podziwiać należy energję tego człowieka i to tem więcej, iż czynił to wszystko bez żadnego interesu osobistego, mając do zwalczania szereg trudności i uprzedzeń.

Rząd francuski w uznaniu jego działalności mianował Go swoim reprezentantem tak na Kongres do zwalczania pyłu, który odbył się w r. 1905, jak również do później powstałego Technicznego Komitetu I Międzynarodowego Kongresu Drogowego.

W dniu 24 listopada 1932 ukończył Dr. Guglielminetti 70 rok życia i z okazji tej oddały mu należny hołd Koła fachowe oraz czasopisma drogowe wszystkich krajów, podnosząc słusznie, iż myśl rzucona przez Niego wydała

obfity plon w olbrzymiej ilości typów nowoczesnych nawierzchni maziowych, które wysunięty przez Niego problem znakomicie rozwiązały.

— **Droga samochodowa Medjolan-Turyn** została już w całej swej długości 126 km ukończoną i oddaną do użytku. Droga ta trasowaną jest przeważnie w prostych, krzywizn nie wiele, o wielkich promieniach i małych kątach środkowych. W odległościach mniej więcej co 8 km w łącznej ilości 15 sztuk istnieją stacje wpustowe na drogę, która w tych miejscach jest połączoną z drogami idącymi w kierunku północ-południe niziny piemoncko-lombardzkiej.

W trakcie drogi, pod którą wywłaszczyć musiano 5,6 mil. m² terenu, wykonano 1134 obiektów, w tem 15 domów strażniczych, 22 mostów o łącznej długości 2000 m, 97 łuków i 74 łuków, 13 wiaduktów, 83 przejazdów górą, 58 podjazdów dołem, 72 kładek, 49 syfonów, 822 wpustów wodnych. Dwa największe na tej drodze mosty, to pierwszy nad rzeką Sesia obok Greggio o 12 łukach łącznej długości 304 m i drugi nad rzeką Ticino o tej samej ilości łuków i długości 347 m. Dla wykonania budowli sztucznych zużyto 150.000 m³ betonu.

Nawierzchnia betonowa 10 m szeroka, 20 cm gr. W niektórych partjach, gdzie obawiano się osiadania, użyto makadamu maziowego.

Dla motocykli przejazd tą drogą jest wzbroniony. Przejazd całej partji z Medjolanu do Turynu kosztuje:

dla samochodów co najmniej o 3 kołach:

	jazda w jedną stronę	jazda w obie strony
do 12 KP — 10 l (4,60 zł.)	16 l (6,90 zł.)	
12 do 18 KP — 15 l (6,90 „)	22,50 l (10,35 „)	
18 do 27 KP — 20 l (9,20 „)	30 l (13,80 „)	
powyżej 27 KP — 25 l (11,50 „)	37,50 l (17,25 „)	

W przeliczeniu na 1 km i naszą walutę wypada opłata przy jeździe w jedną stronę na 9,1 gr., w obie strony na 6,8 gr. przy użyciu wozu powyżej 27 KP. Możliwe jest również częściowe użycie tej przestrzeni przy odpowiednio zmniejszonych stawkach przejazdowych.

Praca około budowy tej drogi trwała 28 miesięcy, przyczem zajętych było przeciętnie 2000 do 3000 robotników.

Nowa droga odgałęzia się od drogi głównej Medjolan-Varese w Chiaravalle. Charakterystyczną rzeczą jest to, iż pociąg pospieszny zużywa na pokonanie tej przestrzeni 2 godziny, podczas gdy samochodem przebyć ją można, przy zachowaniu normalnej szybkości w $1\frac{1}{2}$ godz.

Kosztów budowy tej drogi na razie jeszcze podać nie można dla braku odnośnych dat; trzeba jednakże pamiętać, iż koszt 1 km dróg samochodowych lombardzkich wynosił około 1 mil. lirów (~ 470.000 zł.). (*Asphalt u. Teer* Nr. 47/32; *Revue Suisse de la route* Nr. 26/32). E. B.

Koleje.

— **Produkcja wytwórni taboru kolei Ameryki Północnej** w r. 1931 spadła do 222 parowozów, z tego na eksport tylko 17, podczas gdy w r. 1930 wynosiła 1134, a w r. 1918 6.475, z tego na eksport 2.807.

Wagonów osobowych zbudowano 285, gdy w r. 1930 1.514, a w r. 1926 2.571.

Wagonów towarowych zbudowano 18.247, gdy w r. 1930 163.185. (*Railway Age* nr. 1 r. 1932).

— **Drogi żelazne globu ziemskiego w r. 1929.** Gdy z końcem roku 1927 przyrost długości sieci kolei wynosił 16.969 km, a w r. 1928 4.884 km, z końcem roku 1929 przyrost ten wynosi 3.199 km, zatem rozbudowa dróg żelaznych doszła prawie do zastoju.

Kryzys ekonomiczny i konkurencja innych środków komunikacyjnych zdziałała tu swoje, ale z drugiej strony przyznać należy, że doszliśmy w tym kierunku do pewnego maksimum. Magistrale są pobudowane prawie wszędzie, natomiast budowa linii bocznych nie opłaca się wobec konkurencji automobili.

Sumaryczna długość dróg żelaznych ziemi wynosi z końcem r. 1929: 1.258.279 km. Z tej sumy przypada na Europę 408.504 km, Amerykę 606.204 km, Azję 125.924 km, Afrykę 68.213 km i Australję 49.439 km.

W roku sprawozdawczym przybyło w Europie 1.703 km, Azji 1.288 km, Afryce 606 km, co daje razem 3.597. W Ameryce ubyło natomiast 398 km, Australja bez zmian, zatem pozostaje całkowity przyrost 3.199 km.

Najdłuższą sieć kolejową posiadają Stany Zjednoczone Pół. A. 402.859, za nimi idzie Rosja 77.035 km, Kanada 68.600 km, Indje brytyj. 62.478 km, Niemcy 58.619 km, Francja 53.561 km, Argentyna 37.790 km, Brazylja 31.549. Inne kraje posiadają poniżej 30.000 km.

Statystyka poszczególnych państw Europy nie różni się prawie od zeszłorocznej, podanej w *Czasopiśmie Technicznym* (z r. 1931 str. 326), więc niepowtarzam jej.

Polska figuruje w niej z 20.685 km długą siecią przy powierzchni kraju 388.400 km², a zaludnieniu 27.177.000. W roku 1929 przypadało 5,3 km kolei na 100 km² powierzchni i 7,6 km na 10.000 mieszkańców.

Na całej ziemi przypadał 1 km kolei na 100 km² i 6,7 km na 10.000 mieszkańców, w Europie 1,9 i 8,1, w Ameryce 1,5 i 25,5. (*Archiv für Eisenbahnwesen*, zeszyt 1 z r. 1932). Inż. A. W. Krüger.

Mosty.

— **Mosty żelazne i budowle żelbetowe** omawiają z okazji jubileuszu *Ann. d. ponts et chaus.* (1931_{II} str. 311 i 335) Pigeand i Caquot. Obaj omawiają stan dzisiejszy i prospekty na przyszłość. Caquot zwraca uwagę na spawanie wkładek żelaznych.

— **Naprawę mostu Magdaleny w Nantes** omawia Lazard w *Ann. d. ponts et chaus.* (1931_{III} str. 151). Most jest łukowy o rozpiętości 67 m. Cztery łuki dźwigają pomost. Łuki mają przekrój osmiokątny. Uzbrojenie składa się z 34 prętów podłużnych, ułożonych zbyt blisko siebie, co miało ten skutek, że po zdjęciu deskowania dolna część przekroju była prawie bez betonu. Po podparciu ponownem na rusztowaniu wstrzykiwano tłusty beton, aby zapłacić wszelkie próżne miejsca. Autor opisuje szczegółowo sposób wykonania zaprawy, która się udała, co stwierdzono obciążeniem próbnem.

— **Rekonstrukcję mostu wiszącego Teil na Rodania** omawia Mathieu w *Ann. d. ponts et chaus.* (1931_{VI} str. 413). Projektowano most żelbetowy łukowy, ale wreszcie zdecydowano się na most wiszący, który okazał się tańszym i łatwiejszym do wykonania. Rozpiętość wynosi 235 m, dwa boczne przęsła mają rozpiętości 40 m a belki główne są dolnoparaboliczne. Szerokość jezdnii wynosi 6,50 m, chodników po 1,40 m. Poprzecznice w odstepie 5,288 są 1,10 wysokie. Pomost jest betonowy. Dr. M. Thullie.

NEKROLOGJA.

Dnia 5 grudnia 1932 zmarł w kwiecie wieku śp. Dr. Inż. Stanisław Jamróz, Kierownik Mechanicznej Stacji Doświadczalnej Politechniki Lwowskiej, członek Polsk. Tow. Politechnicznego. Śp. Zmarły umieszczał prace swoje z dziedziny wytrzymałości materiałów również w *Czasopiśmie Technicznym*; ostatnia z nich drukowaną była w Nr. 19 i 20 z r. 1932. Cześć Jego pamięci!

UZUPEŁNIENIE.

Spis rzeczy zawartych w roczniku *L. Czasopisma Technicznego* z r. 1932 należy uzupełnić w następujący sposób.

Różne.

Dr. Pareński A.: Uczczenie działalności Prof. Dr. M. Thulliego * str. 69.

Dr. Chmielowiec A.: Rozwiązywanie równań kwadratowych przy pomocy suwaka logarytmicznego str. 191.

Wytrzymałość materiałów.

Bryła S.-Chmielowiec A.: Wzory uproszczone dotyczące połączeń nitowanych, wzmocnionych przy pomocy spawania * str. 172.

SPROSTOWANIE.

Na prośbę autorki artykułu pt.: „Sprawozdanie z Międzynarodowego Kongresu Budowy Mostów i Konstrukcyj Lądowych“ upraszamy o przeprowadzenie w artykule tym następujących sprostowań:

Na stronie 353 wiersz 3-ci i 6-ty zamiast: „szwów czołowych“ winno być „szwów sufitowych (wykonywanych ponad głową)“. Wiersz 6-ty zamiast „szwy czołowe“ winno być „szwy sufitowe“. Wiersz 17-ty zamiast „8 mm“ winno być „8 cm“.

Na stronie 354 (szpalta lewa) zamiast „średnich“ winno być „małych“ (wiersz 15-ty).

SPRAWY TOWARZYSTWA.

Protokół z posiedzenia Wydziału Głównego P. T. P. z dnia 14 lipca 1932 r. Obecni: Prezes Rybicki, Wiceprezes Inż. Prachtel-Morawiański. Członkowie: Inż. Blum,

Inż. Bronarski, Inż. Kozłowski, Prof. Krzyczkowski, Prof. Dr. Matakiewicz, Inż. Tomaszewski, Inż. Wilczkiewicz.

Usprawiedliwili swą nieobecność: Wiceprezes Prof. Dr. Nadolski, Dr. Aulich, Prof. Bratro, Inż. Laskiewicz, Inż. Marynowski, Inż. Śladek i Prof. Zipser.

1. Protokół z poprzedniego posiedzenia przyjęto po odczytaniu bez zmian.

2. Prezes Rybicki przedstawia przebieg audjencji u Pana Ministra Komunikacji Inż. Kuhna, odbytej dnia 12 lipca br. w sprawie zmiany umowy z „Czasopismem Technicznym“, koniecznej ze względu na likwidację M. R. P. Udział w delegacji P. T. P. wzięli prócz Prezesa Rybickiego Prof. Dr. Huber i Prof. Zipser. Delegacja wskazała na długoletni dorobek naukowy „Czasopisma Technicznego“ i prosiła o umożliwienie utrzymania tak poważnego organu techniki polskiej. Pan Minister Kuhn odniósł się bardzo życzliwie do postulatów delegacji i obiecał po porozumieniu się z innymi sukcesorami Ministerstwa Robót Publicznych sprawę zmiany umowy jak najprzychylniej potraktować.

3. Skarbnik Inż. Bronarski przedstawia budżet dotychczasowy „Czasopisma Technicznego“. Po długiej dyskusji, w której zabierali głos wszyscy obecni członkowie Wydziału, postanowiono ograniczyć od dnia 1 sierpnia do końca br. wymiar poszczególnych numerów do 12 stron.

4. Wpłynęły trzy podania o pożyczki z funduszu zapomogowego dla bezrobotnych członków Towarzystwa, z których dwa postanowiono załatwić przychylnie.

Na tem posiedzenie zamknięto.

Protokół z posiedzenia Wydziału Głównego P. T. P. z dnia 10 września 1932 r. Obecni: Prezes Rybicki, Wiceprezes Inż. Prachtel-Morawiański. Członkowie: Dr. Aulich, Inż. Bessaga, Prof. Bratro, Inż. Knaus, Inż. Kozłowski, Prof. Krzyczkowski, Inż. Laskiewicz, Inż. Marynowski, Prof. Dr. Matakiewicz, Inż. Tomaszewski, Inż. Wilczkiewicz, Prof. Zipser, Inż. Blum, Inż. Makulski.

Usprawiedliwili swą nieobecność: Inż. Bronarski, Inż. Kalitynski, Inż. Śladek.

1. Protokół z poprzedniego posiedzenia przyjęto po odczytaniu bez zmian.

2. Przyjęto przez balotaż na członków P. T. P. Inż. Henryka Staufera.

3. Inż. Makulski Prezes Oddziału P. T. P. w Stanisławowie, przedstawia prośbę Oddziału stanisławowskiego o przejęcie kosztów administracyjnych Oddziału przez P. T. P. Uchwalono upoważnić Oddział stanisławowski na przeciąg jednego roku do ściągania 50 gr. z wkładki miesięcznej każdego członka Oddziału stanisławowskiego na koszt administracyjne Oddziału.

4. Prof. Krzyczkowski referuje sprawę zaległego rachunku Magistratu za połączenie kanałowe. Po dłuższej dyskusji uchwalono zwrócić się do Prezydium miasta o wstrzymanie egzekucji, oraz rewizję rachunku.

5. Inż. Bessaga składa sprawozdanie kasowe. Postanowiono na wniosek Prof. Dr. Matakiewicza, by na następnym posiedzeniu Wydziału Głównego zostało przedłożone dokładne zestawienie rachunków oraz plan finansowy na resztę r. 1932.

6. Z funduszu zapomogowego dla bezrobotnych członków P. T. P. uchwalono udzielić dwie zapomogi w łącznej wysokości 200.— zł.

7. Prezes Rybicki referuje pismo Izby Inżynierskiej w sprawie dalszych starań o zrealizowanie projektu ustawy o Izbach Inżynierskich w Polsce. Postanowiono przyłączyć się do starań Izby Inżynierskiej, zaprosić do udziału w tej akcji Związek Polskich Zrzeszeń Technicznych, oraz zasięgnąć w Warszawie informacji o stanie sprawy.

8. Prezes Rybicki przedstawia pismo p. Jana van Hengla, który zwraca się do P. T. P. o przedstawienie sprawy budowy wodociągów w Polsce Belgijskiemu Towarzystwu „La Compagnie Generale des Conduites d'eau“ w celu zachęcenia go do podjęcia się budowy. Po dłuższej dyskusji postanowiono w tej sprawie nie zabierać głosu.

9. Zarzuty anonimowe, skierowane przeciwko jednemu z członków postanowiono przekazać do zbadania odnośnemu Oddziałowi P. T. P.

10. Austrjacki Związek Inżynierów we Wiedniu zwrócił się do P. T. P. z prośbą o współpracę w akcji zwalczania kryzysu gospodarczego i bezrobocia. Postanowiono zwrócić się do niemieckiego Związku z prośbą o skonkretyzowanie swych propozycji.

11. Postanowiono zwrócić się do Krakowskiego Towarzystwa Technicznego z zaproszeniem do współudziału w wydawnictwie „Czasopisma Technicznego“.

Na tem posiedzenie zamknięto.

Protokół z posiedzenia Wydziału Głównego P. T. P. z dnia 10 października 1931 r. Obecni: Prezes Rybicki, Wiceprezes Prof. Dr. Nadolski, Inż. Prachtel-Morawiański. Członkowie: Dr. Aulich, Inż. Bessaga, Inż. Blum, Inż. Bronarski, Inż. Broniewski, Inż. Jarosz, Inż. Kalitynski, Inż. Knaus, Inż. Kozłowski, Prof. Krzyczkowski, Inż. Laskiewicz, Inż. Marynowski, Prof. Dr. Matakiewicz, Inż. Śladek, Inż. Tomaszewski, Inż. Wilczkiewicz, Inż. Grzymalski, oraz Prezydent Izby Inżynierskiej Gąsiorowski.

Usprawiedliwili swą nieobecność: Prof. Bratro i Prof. Zipser.

1. Protokół z ostatniego posiedzenia odczytano i przyjęto bez zmian.

2. Przyjęto jednogłośnie na członka P. T. P. Inż. Stanisława Dominika.

3. Skarbnik Inż. Bronarski przedkłada szczegółowo sprawozdanie finansowe za pierwsze trzy kwartały b. r., oraz preliminarz budżetowy na ostatni kwartał. Preliminarz ten przewiduje zamknięcie kasowe przy końcu roku z deficytem około 4.000 zł. Sprawozdanie kasowe przyjęto po krótkiej dyskusji jednogłośnie do wiadomości.

4. Prezes Rybicki przedstawia stan obecny akcji zmierzającej do utworzenia Izb Inżynierskich w Polsce na podstawie informacji, zasiągniętych w Ministerstwie Przemysłu i Handlu, do którego obecnie te sprawy należą. Związek Z. P. Z. T. postanowił wysłanie wspólnej z Polskim Towarzystwem Politechnicznym i Lwowską Izbą Inżynierską delegacji do Pana Ministra Przemysłu i Handlu, Dyrektora Departamentu Mjr. Kandla, oraz referenta tej sprawy p. Sławińskiego. Prezydent Gąsiorowski dziękuje gorąco Panu Prezesowi Rybickiemu za stałe popieranie spraw Izby Inżynierskiej.

5. Prof. Krzyczkowski referuje pismo Izby Inżynierskiej w sprawie poparcia memorjału, dotyczącego rozporządzenia o prawie budowlanem i zabudowaniu osiedli i proponuje przekazanie tej sprawy specjalnej Komisji. Postanowiono wybrać Komisję pod przewodnictwem Prof. Krzyczkowskiego, do której ma być zaproszonych po 2 członków P. T. P. Izby Inżynierskiej, oraz Sekcji Inżynierów-Architektów P. T. P.

6. Postanowiono urządzać raz na miesiąc zebranie towarzyskie z bridgem, przyczem pierwsze takie zebranie odbędzie się dnia 22 bm.

7. Prezes Rybicki przedstawia sprawę ewentualnego rozszerzenia podstaw finansowych „Czasopisma Technicznego“ przez współudział w wydawnictwie Krakowskiego Towarzystwa Technicznego, oraz Wołyńskiego Stowarzyszenia Techników. Do obu tych stowarzyszeń wysłano odpowiednie pismo.

8. Prof. Dr. Matakiewicz prosi o wystosowanie specjalnego podziękowania dla Oddziału tarnowskiego P. T. P. za nader gościnne przyjęcie wycieczki Wydziału Inżynierji Politechniki Lwowskiej.

Na tem posiedzenie zamknięto.