

TREŚĆ: Dr. M. Thullie: Nowe austriackie doświadczenia ze słupami żelbetowymi. — Prof. W. Mozer: Podstawy teoretyczne budowy kotła parowego i jego najglówniejszych urządzeń. — Inż. Wł. Rychlewski: Wietrzenie materiałów budowlanych i środki zaradcze. (Dokończenie). — Inż. T. Tillinger: Rezolucje XIV Międzynarodowego Kongresu Żeglugi w Kairze w r. 1926. — Dr. M. Thullie: Międzynarodowe przepisy żelbetowe. — Wiadomości z literatury technicznej. — Bibliografja.

Dr. Maksymilian Thullie.

Nowe austriackie doświadczenia ze słupami żelbetowymi.

W latach 1925 i 1926 wykonał wydział żelbetowy austriacki doświadczenia ze słupami żelbetowymi uzwojonymi, uzbrojonymi podłużnie żelazem lub też z duszą żeliwną. Dr. Fr. Emperger zdaje z nich sprawę w obszernym sprawozdaniu¹⁾. Zadaniem wydziału żelbetowego było zbadanie powiększenia wytrzymałości betonu wskutek uzbrojenia.

Znany wzór dla dozwolonego obciążenia słupa uzwojonego brzmi:

$$P = F_r \sigma_b + F_u \alpha \sigma_b + F_z 15 \sigma_b = \sigma_b (F_r + \alpha F_u + 15 F_z) \quad (1)$$

W Niemczech przyjmują $\alpha = 45$, w Polsce $\alpha = 30$, przy czym powiększa się F_r o 25%. Wedle rozporządzenia polskiego jest:

$$P = (1.25 F_r + 15 F_z + 30 F_u) \sigma_b \quad (2)$$

Ciężar łamiący jest wedle metody dodawania Empergera

$$P_t = F_r K_b + \alpha F_u K_b + F_z K_z + F_l K_l = P_b + P_u + P_z + P_l \quad (3)$$

jeśli F_z i K_z oznaczają przekrój i granicę ciastowatości wkładek podłużnych

F_l i K_l oznaczają przekrój i wytrzymałość słupową żeliwa równą 0.8 wytrzymałości kostkowej.

Przyrost wytrzymałości betonu K'_b da się wyrazić następującym równaniem:

$$P_u = F_r K'_b = \alpha F_u K_b \quad (4)$$

więc:

$$\frac{K'_b}{K_b} = \alpha \frac{F_u}{F_r} \quad (5)$$

Emperger wyznaczył wartość α ze 116 doświadczeń dawnych i nowszych i otrzymał $\alpha = 10$ do 150. Jasną więc jest rzeczą, że α nie jest liczbą stałą, tylko funkcją wytrzymałości drutu owijającego.

Wedle (4) byłoby P_u wprost proporcjonalne do wytrzymałości betonu K_b . Emperger twierdzi, że tak nie jest, że P_u nie jest funkcją K_b lecz funkcją K_u , granicy ciastowatości drutu owijającego, a mianowicie: $P_u = \gamma F_u K_u$ (6)

Łatwo zrozumiemy, że przy użyciu drutu stalowego P_u jest większe, niż dla drutu żelaznego, bo po osiągnięciu granicy

mogą dopiero rozstrzygnąć dalsze doświadczenia. Przy dotychczasowych doświadczeniach częstokroć nie stwierdzono wcale K_u . Takie doświadczenia nie przydają się więc do rozstrzygnięcia tego pytania. Emperger wykonał swe doświadczenia z dwiema jakościami betonu $K_b = 100$ i $K_b = 300 \text{ kg/cm}^2$ i przy wyznaczeniu P_u nie stwierdził żadnego wpływu K_b .

Emperger wyznaczył z równ. (6) wartość γ i otrzymał:

	od	do	śred.
przy doświadczeniach francuskich (1907)	$\gamma = 1.39$	3.10	2.2
" " niem. wydz. żelbet. (1914)	$\gamma = 1.22$	2.84	1.9
" " austr. " " (1926)	$\gamma = 1.3$	2.47	1.9

Z grubsza możemy przyjąć na razie $\gamma = 2$. Emperger sądzi, że γ po części zależy też od dobroci betonu i dlatego przyjmuje $\gamma = 2$ tylko dla betonu, używanego w budownictwie żelbetowym. Doświadczenia wykazują też, że γ nieco się zmniejsza ze wzrostem procentu uzwojenia. Przy doświadczeniach austr. wydziału żelbetowego z r. 1926 użyto dwu gatunków drutu, a to drutu walcowanego o granicy ciastowatości 2200 kg/cm^2 i drutu, używanego dla strun fortepianowych o wytrzymałości 13000 kg/cm^2 . Przy drucie stalowym nie osiągnięto jednak granicy ciastowatości drutu, ale złamanie następowało wskutek wrzynania się drutu stalowego w beton.

Wykonano szereg doświadczeń na modelach słupów o wysokości $l = 53$ i 78 cm a drugi szereg na słupach o wysokości $l = 150$ i 230 cm .

Teraz obliczymy doświadczenia austriackie na modelach z r. 1926 wedle rozp. niemieckiego, wzór (1) dla $\alpha = 45$, wedle rozporządzenia polskiego wzór (2) i wedle Empergera wzorów (3) i (6) dla $\gamma = 2$.

Wyniki przedstawiliśmy na rys. 1. Wielkie odchylenia widzimy przy słupach 8 i 9 z drutem stalowym. Dla drutu stalowego nie należy więc używać wzorów (1) lub (2). Dla innych słupów dają wzory wedle rozporządzeń niemieckiego i polskiego wyniki, które z wynikami doświadczenia dostatecznie dokładnie się zgadzają, ale jeszcze lepiej zgadzają się z nimi wyniki wedle wzorów Empergera. W ten sposób potwierdza się

Tablica I.

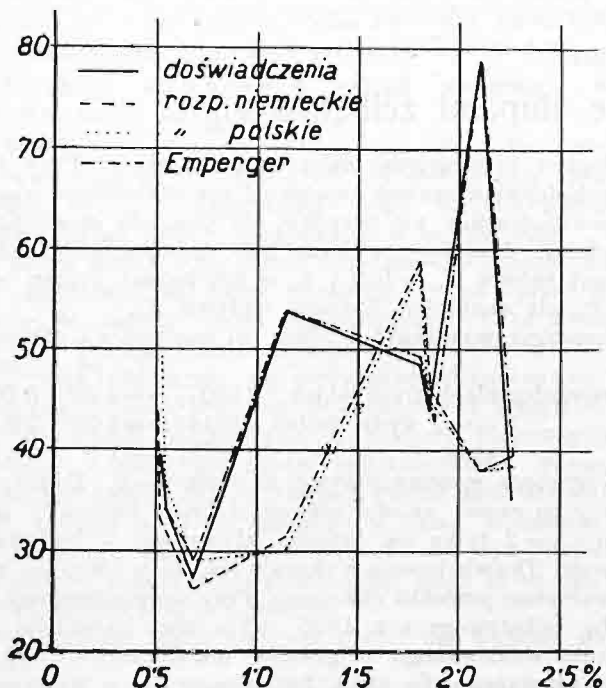
Liczba	l cm	F_r cm ²	δ mm	C mm	F_u cm ³	$\frac{100 F_u}{F_r}$ %	P t	P_b t	P_z t	P_u wedle rów. (6) t	K_u kg/cm ²	Ciężar łamiący P wedle		
												rozporządzenia		Empergera
												niem.	polsk.	
1	53	167,4	3,07	37	0,92	0,55	34,2	21,4	7,8	4,0	2200	33,3	36,9	33,2
2	53	174,4	3,07	37	0,94	0,44	39,0	28,5	7,8	4,1	2200	43,8	48,7	39,4
3	78	158,4	3,40	37	1,09	0,69	27,5	16,3	7,8	4,8	2200	26,7	29,2	28,9
4	78	153,9	4,15	17	3,50	2,28	37,9	16,7	7,8	15,4	2200	39,8	38,2	39,9
5	53	167,4	3,80	17	3,06	1,83	43,9	21,4	7,8	13,5	2200	45,8	45,3	42,7
6	53	174,4	3,80	17	3,12	1,79	49,0	27,9	7,8	13,7	2200	58,9	57,9	49,4
7	78	165,1	2,98	37	0,86	0,52	31,3	18,0	7,8	5,5	(3200)	27,8	29,9	(31,3)
8	78	165,1	2,98	17	1,87	1,13	54,0	17,0	7,8	29,2	(7800)	31,1	30,2	(54,0)
9	78	158,4	3,97	17	3,25	2,05	79,5	16,3	7,8	55,2	(8500)	36,9	36,0	(79,5)

ciastowatości uzwojenia odkształca się ono dalej, nie wywierając dalszego ciśnienia bocznego na beton, więc P_u nie może już wzrosnąć. Czy jednak P_u jest zupełnie niezawisłym od K_b ,

twierdzenie Empergera, że we wzorze dla obciążenia dozwolonego P należy uwzględnić granicę ciastowatości drutu owijającego. Wzór Empergera daje dla $\gamma = 2$ wyniki dostatecznie dokładne, nie można go jednak jeszcze użyć dla drutu stalowego wprost, bo liczby w nawiasach dla K_u nie oznaczają granicy ciastowatości, lecz obliczone one zostały z ciężaru łamiącego

¹⁾ Mitteilungen über Versuche d. österr. Eisenbetonausschusses Heft 11. Leipzig, Wien 1927.

P dla $\gamma=2$. Moglibyśmy na razie przyjąć jako granicę ciastowatości przy obliczeniu połowę wytrzymałości na ciągnięcie, jeżeli uzwojenie jest dość gęste, n. p. $\frac{d}{e}=9$.

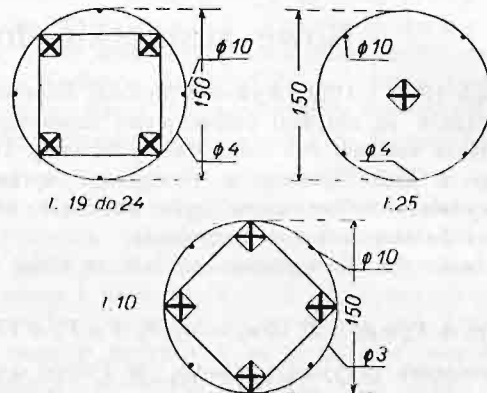


Rys. 1.

Należy ubolewać, że robiono tu zawsze tylko pojedyncze doświadczenia, które nam nie dają żadnych wskazówek co do ewentualnych błędów. Wskutek tego wszystkie te ważne wyniki są jeszcze zakwestjonowane i potrzebują potwierdzenia przez dalsze doświadczenia.

Następna serja doświadczeń dotyczyła słupów uzwojonych z duszą żeliwną. (Tabl. 2 i rys. 2).

jenie. Ale widzimy, że w słupach 1. 10 i 11 nie ma żadnego powiększenia, ale raczej zmniejszenie wytrzymałości na wybočenje. Prawda, że w tych dwu słupach jest $F_u=0,94$ a procent uzwojenia 0,54, więc bardzo mały. Doświadczenia z uzwojeniem stalowym nie dały dalszego powiększenia wytrzymałości żeliwa. Widzimy więc, że metodą dodawania Empergera można tylko wtedy zastosować, gdy rozmaitych materiałów używamy



Rys. 2.

w takim stosunku, że można wyzyskać w zupełności ich wytrzymałość; z tych doświadczeń nie da się jednak ustawić żadnego wzoru dla K'_b . K_l dla żeliwa samego wyznaczono dla poszczególnych prętów doświadczalnie. Jednak beton uzwojony usztynnia dostatecznie wkładki podłużne żeliwne, tak, że wedle mego zdania można cztery pręty żelazne uważać jako całość, dla której $\frac{l}{i}$ będzie znacznie mniejszem. Jeżeli w ten sposób wyznaczmy $\frac{l}{i}$, to wedle rozporządzenia polskiego¹⁾

$$F_i = F_l + \frac{1}{2} F_2 + \frac{1}{30} F_r, \quad I_i = I_l + \frac{1}{2} I_2 + \frac{1}{30} I_r$$

a $P_i = 1,5 F_r K_b + F_2 K_2 + F_l K_l$, przyczem należy K_l wyznaczyć z uwzględnieniem wybočenja. Udźwig takiego słupa jest więc

Tablica II.

Liczba	l	F_r	K_b	F_l	δ	C	F'_n	$\frac{100 F_u}{F_r}$	K'_b	P	P_b	P_2	$(F_r - F_l) K'_b$	P'_l	$K_l + K_r$	żeliwo samo	K'_l	Ilość pol. poprz.	Ciężar laminy P'_l wedle		Uwagi	
																			rozp. polsk.	rów. (7)		
	cm	cm ²	kg/cm ²	cm ²	mm	mm	cm ²	%	kg/cm ²	t	t	t	(t)	t	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	t	t	t		
10	28	174,4	164	13,69	3,07	37	0,94	0,54	22,3	105	26,4	7,8	3,57	67,2	4900	5820	(-920)	2	62,5	110,6	103,0	rys. 2
11	53	174,4	164	13,69	3,07	37	0,94	0,54	22,3	84	26,4	7,8	3,57	46,2	3380	4160	(-789)	3	59,0	107,1	99,9	
14	78	174,4	164	13,69	3,07	37	0,94	0,54	22,3	90	26,4	7,8	3,57	52,2	3380	3160	+660	2	56,7	104,8	97,2	
15	28	174,4	164	13,69	3,8	17	3,12	1,79	82,1	150	26,4	7,8	13,2	102,6	7500	5820	1680	2	62,5	121,3	112,4	słup się nie złamał
16	53	174,4	164	13,69	3,8	17	3,12	1,79	82,1	115	26,4	7,8	13,2	57,6	4950	4160	790	3	59,0	117,8	109,1	
17	78	174,4	164	13,69	3,8	17	3,12	1,79	82,1	112,5	26,4	7,8	13,2	65,1	4760	3160	1600	4	56,6	115,4	106,7	
18	53	174,4	164	13,69	3,8	17	3,12	1,79	82,1	134,5	26,4	7,8	13,2	87,1	6360	4160	2200	2	59,0	117,8	109,1	
19	78	174,4	164	13,69	3,8	17	3,12	1,79	82,1	125,5	26,4	7,8	13,2	78,1	5700	3160	2540	2	56,6	115,4	106,7	rys. 2
20	78	172	111	18,14	4,15	17	3,69	2,15	87,1	113,5	17,1	7,8	13,4	75,2	4150	2550	1500	2	66,8	105,2	109,9	"
21	78	172	111	18,14	2,98	37	0,88	0,51	33,3	126,0	17,1	7,8	5,1	96,0	5310	2550	2760	2	66,8	98,8	97,6	"
22	78	172	111	18,14	2,98	37	0,88	0,51	33,3	111,5	17,1	7,8	5,1	81,5	4500	2550	1950	4	66,8	98,6	97,6	"
23	78	172	105	18,14	2,98	37	1,92	1,11	76,0	174,5	16,2	7,8	27,1	122,9	6780	2550	4230	2	66,8	100,4	101,2	"
24	78	172	105	18,14	3,97	17	3,35	1,95	350,0	177,0	16,2	7,8	53,9	99,1	5460	2550	2910	2	66,8	104,9	107,4	"
25	53	174,4	164	3,42	3,8	17	3,12	1,79	82,1	66,5	28,0	7,8	14,0	17,3	5060	4160	900	0	14,2	50,2	64,3	"

Wedle (4) jest:

$$K'_b = \frac{P_u}{F_r} = \frac{2 F_u K_u}{F_r}, \quad P'_l = P - P_b - P_2 - (F_r - F_l) K'_b,$$

$$K_l + K'_l = \frac{P_l}{F_l}$$

Dla samego żeliwa wyznaczono też doświadczalnie K_l . Emperger porównywa K_l z $K_l + K'_l$ i twierdzi, że K'_l oznacza powiększenie wytrzymałości żeliwa na wybočenje przez uzwo-

rowną sumie udźwignów słupa żelbetowego uzwojonego i wkładki

¹⁾ Dla budownictwa z r. 1923 i dla mostów z r. 1926 brzmi: Słupy żelbetonowe uzwojone z duszą żeliwną można obliczać przy założeniu, że wytrzymałość całego słupa jest sumą wytrzymałości zewnętrznej części żelbetonowej i wewnętrznej żeliwnej, jeżeli skok uzwojenia będzie równy lub mniejszy, niż podwójny odstęp uzwojenia od wkładki żeliwnej. Przy uwzględnieniu wybočenja należy wziąć w rachubę przekrój zastępczy $F_i = F_2 + \frac{1}{2} F_p + \frac{1}{30} F_r$, gdzie oznacza F_2 powierzchnię przekroju żeliwa, F_p uzbrojenia podłużnego i F_r rdzenia betonu.

żeliwnej. Wpływ uzwojenia na wytrzymałość betonu można także uwzględnić współczynnikiem 1,5 przy F_r .

Ponieważ tu $\frac{F_r}{4} = 3,42 \text{ cm}^2$, więc:

$$I_1 = 4(1,77 + 3,42 \cdot 5,6^2) + \frac{1}{2} 4(0,05 + 0,79 \cdot 6,5^2) + \frac{1}{30} 2485 = 585,4 \text{ cm}^3, F_i = 13,69 + \frac{1}{2} \cdot 4,0,79 + \frac{1}{30} 177 = 21,2 \text{ cm},$$

$$i = \sqrt{\frac{I_i}{F_i}} = \sqrt{\frac{585,4}{21,2}} = 5,25 \text{ cm}, \text{ więc dla } x = \frac{l}{2} \text{ a } l = 27,8,$$

$$\frac{l}{i} = \frac{27,8}{2,5,25} = 2,6, K_i = 0,951 \cdot 4800 = 4585, F_i K_i = 13,69 \cdot 4565 = 62,5 \text{ t. Dla } l = 52,3, \frac{l}{i} = \frac{52,3}{2,5,25} = 5,0, K_i = 0,897 \cdot 4800 = 4306,$$

$$F_i K_i \text{ a } 13,69 \cdot 4306 = 59 \text{ t. Dla } l = 77,5, \frac{l}{i} = \frac{77,5}{2,5,25} = 7,4,$$

$$K_i = 0,863 \cdot 4800 = 4142, F_i K_i = 13,69 \cdot 4142 = 56,7 \text{ t.}$$

Lepiej jednak byłoby nie przyjmować stałego współczynnika 1,5, lecz uwzględnić uzwojenie i dlatego liczyć wedle następnego wzoru

$$P_i = F_r K_b + F_z K_z + 2 F_u K_u + P_i \quad (7)$$

Wedle rozporządzenia polskiego jest zaś:

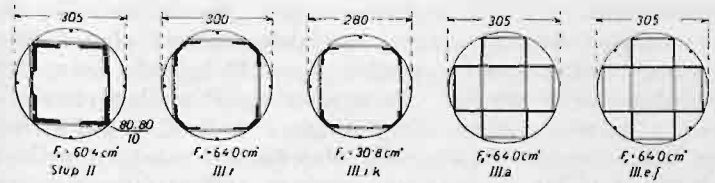
$$P_i = (1,25 F_r + 15 F_z + 30 F_u) K_b + P_i \quad (8)$$

Z tablicy II widzimy, że trzy pierwsze słupy mniej noszą, niż podaje rozporządzenie polskie lub równ. (7) (poprawiony wzór polski), ale to samo widzimy i przy obliczeniach Empergera. Stąd możemy wnosić, że metoda dodawania i rozporządzenie polskie wymagają silniejszego uzwojenia, niż 0,54‰.

Przy uzwajaniu 1‰ do 2‰ widzimy, że obliczone P wprawdzie niezupełnie zgadzają się z wynikami doświadczeń, co w ogóle jest wykluczonem przy pojedynczych doświadczeniach, że są zazwyczaj nieco większe wyniki doświadczeń od obliczanych i że tylko przy słupach l. 15, 23 i 24 jest ciężar łamiący znacznie większy. Prawdopodobnie użyto tu drutu stalowego do owinięcia. Co do słupa l. 24 zaznaczono to w sprawozdaniu, co do słupów l. 15 i 23 niema takiej wzmianki.

Teraz będziemy omawiać doświadczenia ze słupami naturalnej wielkości z r. 1925. Ta grupa obejmuje 6 słupów żelbetowych uzwojonych, jeden słup uzwojony z duszą stalową i 15 słupów uzwojonych z duszą żeliwną. (Tabl. III).

W pierwszej grupie przy słupach żelbetowych uzwojonych widzimy, że przy słabem owinięciu (słupy a, b) ciężar łamiący obliczony wedle rozporządzenia niemieckiego zbliża się najbardziej do wyników doświadczenia. Przy silniejszym uzwojeniu zbliżają się wyniki według rozporządzenia polskiego (e i d) i wzoru Empergera (e i f) do wyników doświadczalnych. Tylko przy słupach a i e jest P wedle Empergera większe, niż wedle doświadczeń. Różnica jest jednak przy słupie e mniejsza, niż według obu rozporządzeń.



Rys. 3.

Przy słupach uzwojonych z duszą stalową dały oba rozporządzenia wyniki nieco mniejsze. Wedle Empergera zgadza

Tablica III.

Oznaczenie słupa	l	F _r	F _p	F _z	δ	e	$\frac{100F_u}{F_u}$	K _b	P	P _b	P _p	P _u	Δ _p	$\frac{100 \Delta P}{P}$	F _u	wiele dni	Ciężar łamiący			
																	rozporządzenia		Empergera	
																	niem.	pol.		
cm	cm ²	cm ²	cm ²	mm	mm	%	kg/cm ²	t	t	t	t	t	%	cm ²	t	t	t	t		
I. Żelbet uzwojony.																				
a	151	731	8	—	5	50	0,64	94	100	69	19,0	20,5	-8,5	(-8,5)	4,6	14	99,5	110,2	108,5	
b	150	707	8	—	5	50	0,65	280	270	198	18,0	20,0	+34	+12,6	4,5	57	288,2	313,3	236,0	
c	150	684	8	—	7	55	0,93	104	148	71	19,5	28,0	29,5	20,0	6,4	24	113,6	121,3	118,5	
d	150	684	8	—	7	33	1,55	126	178	86	19,5	46,5	26,0	14,6	10,6	30	161,4	162,9	152,0	
e	151	731	8	—	7	32	1,54	280	230	205	18,0	49,5	17,5	6,0	11,3	37	380,7	384,3	272,5	
f	150	731	8	—	7	30	1,65	152	184	111	19,0	53,0	1,0	0,1	12,1	69	212,1	212,3	183,0	
II. Słup uzwojony z duszą stalową.																				
	150	731	8+60,4	—	7	30	1,65	152	370	111	10,0	48,0	P _s	K _s	19	12,1	349,9	322,5	372	
													203	3360						
III. Słup uzwojony z duszą żeliwną.																				
													P' _z	K' _z			Ciężar łamiący		ΔP	P _z
																	roz. pol.	(?)		
a	227	731	—	64	5	57	0,57	115	440	77	—	16,5	346,5	5410	4,2	24	372,0	358,7	68,0	252,5
b	227	731	8	64	5	53	0,60	115	468	77	19,0	17,5	354,5	5540	4,4	24	378,3	389,5	89,7	244,2
c	227	731	8	64	7	50	1,00	157	516	105	18,5	29,0	363,5	5680	7,3	24	481,0	447,6	35,0	244,2
d	227	731	—	64	5	53	0,60	135	458	90	—	17,5	350,5	(5490)	4,4	14	393,7	395,9	54,3	252,5
e	227	731	8	64	5	52	0,61	157	492	105	18,5	18,0	350,5	5490	4,5	24	427,5	410,7	64,5	244,2
f	227	731	8	64	7	53	0,93	167	519	111	19,0	27,0	362,0	5660	6,8	30	450,9	450,8	68,1	244,2
g	230	638	—	66	5	51	0,67	189	484	108	—	17,0	339,0	5440	4,3	30	407,2	394,1	76,8	232,3
i	230	616	—	30,8	5	59	0,59	104	290	61	—	15,0	214,0	7100	3,6	24	211,5	218,3	88,5	119,9
k	230	616	8	30,8	5	56	0,62	133	320	78	19,0	16,0	207,0	6850	3,8	24	253,5	256,9	67,5	119,9
m	150	684	8	64	7	50	1,02	132	550	82	19,0	27,5	421,5	6600	7,0	14	420,6	441,4	129,4	266,9
p	230	731	8	64	7	30	1,65	152	563	101	19,0	48,0	395,0	(6160)	11,1	69	463,7	488,4	99,3	251,6
q	230	731	8	64	7	32	1,54	247	700	165	18,0	45,0	472,0	7360	11,3	57	590,5	560,7	109,5	251,6
r	350	707	8	64	7	57	0,88	83	428	53	20,0	24,5	330,5	5160	6,2	24	328,0	368,4	100,0	229,2
s	230	638	8	64	5	52	0,66	104	435	60	19,0	16,5	339,5	(5300)	4,2	21	370,5	377,2	64,5	251,6
t	230	731	8	64	5	43	0,76	245	530	163	18,5	22,0	326,5	(5100)	5,5	57	570,3	502,0	(-39,3)	251,6
	cm	cm ²	cm ²	cm ²	mm	mm	%	kg/cm ²	t	t	t	t	t	kg/cm ²	cm ²	dni	t	t	t	t

się ciężar łamiący dla $K_s = 3360 \text{ kg/cm}^2$. Jak wysoko leżała tu granica ciastowatości stali zlewnej, nie podaje Emperger, ale liczba 3360 jest możliwą.

Teraz wyznaczmy ciężary łamiące słupów uzwojonych z duszą żeliwną wedle Empergera, rozporządzenia polskiego i równ. (7). Emperger wyznacza w znany sposób P_b , P_p i P_u i otrzymuje $P'_g = P - P_b - P_p - P_u = F_s K_s$. Stąd oblicza on K_s i otrzymuje $K_s = 5100$ do 7360 kg/cm^2 . Jeżeli chcemy być bardzo ostrożni, to przyjmujemy, jak pierwiej, $K_s = 4800 \text{ kg/cm}^2$ i obliczamy stąd P wedle rozporządzenia polskiego i wedle równ. (7).

Przy słupach III_{i, k} jest $F_s = 30,8 \text{ cm}^2$, więc

$$F_i = 30,8 + \frac{1}{30} 616 = 51,3 \text{ cm}^2 \quad I_i = 4 \cdot \frac{30,8}{4} 12^2 + \frac{1}{30} 30172 = 5436,$$

$$i = \sqrt{\frac{5436}{51,6}} = 10,3 \text{ cm. Dla } x = \frac{l}{2}, \quad \frac{l}{i} = \frac{236}{2 \cdot 10,3} = 11,2,$$

$K_s = 4800 \times 0,811 = 3893$, $P_s = 119,9 \text{ t}$. W ten sposób obliczyliśmy dla wszystkich słupów P_s (tabl. III) a potem P wedle (8) i (7).

Z tabl. III widzimy, że ciężary łamiące wedle polskiego rozporządzenia i równ. (7) są wszędzie prawie mniejsze, niż przy doświadczeniach. Jedyny wyjątek stanowi słup *t*, przy którym stwierdzono bardzo wielkie $K_b = 245 \text{ kg/cm}^2$ i który przy doświadczeniu się wygiął. Tu zgadza się P według równ. (7) więcej z doświadczeniem. Przy słupie 9 było $K_b = 247 \text{ kg/cm}^2$, więc także bardzo wielkie, ale słup tu był ciśniony całkiem środkowo i ciężar łamiący był większy, niż według rozporządzenia polskiego.

Znaczna różnica ΔP w wielkości P według rozporządzenia polskiego i wedle doświadczeń wynosi 35 do 129 t, średnio 80 t a pochodzi stąd, żeśmy przyjęli wytrzymałość żeliwa 4800 kg/cm^2 , gdy tu widocznie ta wytrzymałość słupowa leżała wyżej. Przyjmowanie przy obliczeniu większej wytrzymałości słupowej żeliwa w praktyce byłoby uzasadnionem dopiero po przeprowadzeniu dalszych doświadczeń.

Emperger sądzi, że przy obliczeniu słupów żelbetowych uzwojonych z duszą żeliwną należy przyjąć średnią wytrzyma-

łość betonu $K_b = 0,8 K_k = 0,64 K_r$, jeżeli K_{bk} oznacza wytrzymałość kostkowa betonu a K_{br} wytrzymałość na ciśnienie belek kontrolnych. Podczas budowy należy jeszcze uważać jako dozwoloną różnicę względem wartości średniej albo od zaruęczonej wytrzymałości betonu na ciśnienie o 30%. Jednak pewność należy oznaczać wedle najmniejszej wytrzymałości betonu.

Z powyżej opisanych doświadczeń możemy wywnioskować, że należałoby zmienić obecnie używane wzory dla obliczania słupów żelbetowych i słupów uzwojonych, zwłaszcza jeżeli używamy drutu owijającego stalowego. Powinny one brzmieć

$$\left. \begin{aligned} \text{dla słupów żelbetowych } P &= K_b F_b + K_p F_p \dots \dots \dots \\ \text{a dla słupów uzwojonych } P &= K_b P_b + 2 F_u K_u + F_p K_p \dots \dots \end{aligned} \right\} (9)$$

Dla słupów uzwojonych z duszą żeliwną możemy liczyć bezpiecznie wedle rozporządzenia polskiego, więc

$$P = (1,25 F_r + 15 F_p + 30 F_u) K_b + F_s K_s \dots \dots (10)$$

Ilość uzbrojenia podłużnego ze stali lub żeliwa należy ograniczyć do 3% tylko dla słupów nieuzwojonych.

Co do wytrzymałości słupów na wyboczenie z duszą żeliwną, sądzi Emperger, że należy ją w ten sam sposób uwzględnić, jaki przepisany jest dla słupów uzwojonych, o ile się zadowolimy wykorzystaniem wytrzymałości żeliwa do 4800 kg/cm^2 . Ja jednak sądzę, że w takich słupach największą część obciążenia niesie żeliwo (Tabl. III), że więc tu chodzi głównie o wytrzymałość na wyboczenie żeliwa a nie betonu. Należy przytem tylko uwzględnić stężenie żeliwa betonem uzwojonym, a mianowicie wyznaczając promień bezwładności i wedle rozporządzenia polskiego.

Towarzystwo betonowe austriackie ma wielką zasługę z powodu wykonania tych doświadczeń, a znakomity inżynier żelbetowy Dr. Emperger, który pierwszy powziął myśl wzmocnienia słupów uzwojonych żeliwem, ma w tej zasłudze największy udział. Stwierdził on dla słupów uzwojonych zależność ciężaru łamiącego od granicy ciastowatości drutu owijającego i dostarczył dalszych dowodów sposobu obliczenia dodawaniem. Dalsze doświadczenia byłyby pożądane, by stwierdzić, jaką część wytrzymałości żeliwa możemy uwzględnić przy obliczeniu.

Prof. W. Mozer.

Podstawy teoretyczne budowy kotła parowozowego i jego najgłówniejszych urządzeń.

Drożyzna materiałów opałowych, coraz większe kurczenie się ich zapasów, a także pojawienie się innych, pod względem energetycznym sprawniej działających środków lokomocji, stawiają trakcję parową w coraz trudniejsze położenie. Względem te nakazują dzisiejszemu konstruktorowi dokładne poznanie procesów cieplnych, odbywających się w lokomotywie parowej, aby na podstawie ścisłego przestrzegania praw gospodarki cieplnej osiągnąć możliwe jeszcze zmniejszenie strat cieplnych i polepszenie bilansu cieplnego.

Duszą ożywiającą organizm parowozu jest kocioł wraz z należącymi doń urządzeniami pomocniczymi, w nim bowiem odbywa się ważna przemiana energii chemicznej paliwa na energię cieplną pary, która z kolei przeistacza się w energię mechaniczną w cylindrach silników. Poprawę bilansu cieplnego parowozu usiłowano dotąd uzyskać głównie przez ulepszenie warunków pracy pary w cylindrach, poświęcając mniej uwagi zjawiskom odbywającym się w kotle, które są zresztą więcej zawile, niż pierwsze.

Poznanie praw rządzących przebiegami termicznymi w kotle, które będą przedmiotem naszych rozpatrywań, poprzedzimy omówieniem podstaw techniki cieplnej.

I. Materiały opałowe.

Rodzaje paliwa.

Jako opał parowozowy jest obecnie na świecie w powszechnym użyciu węgiel kamienny. Obok węgla kamiennego

stosowane są także do opalania parowozów i inne paliwa jak węgiel brunatny, pył węglowy, koks, drzewo i ropa, względnie jej produkty. Sporadycznie stosują torf, a także łupki palne¹⁾.

Skład chemiczny paliwa.

Do głównych składników wymienionych rodzajów paliwa stałego należą:

węgiel C,
wodór H,
siarka S.

Siarka jest niepożądana w paliwie, ponieważ jej produkt oksydacji dwutlenek siarki SO_2 daje, przy niższych temperaturach spalin, w obecności tlenu i wody, kwas siarkowy wedle wzoru $2 \text{SO}_2 + 2 \text{H}_2 \text{O} + \text{O}_2 = 2 \text{H}_2 \text{SO}_4$, działający niszcząco na metalowe części paleniska.

Obok głównych składników C, H i S materiały opałowe zawierają jeszcze:

tlon O_2 ,
azot N_2 ,

¹⁾ Łupek palny, znajdujący się w złożach na wybrzeżu zatoki fińskiej koło miasta Narwy — powstały prawdopodobnie z rozkładu mięczaków morskich, których muszle rozpadły się i pomieszały z ich organizmami — zawiera dużo popiołu (około 40%). Sapropel znajdujący się w Rosji północnej jest to narzut (muł) spotykany na dnie wielu jezior, powstały z przegnicia mięczaków i roślin wody słodkiej (Opał i opalanie, wykłady inż. Pawłowski, Warszawa 1924).

wodę W,
popiół P,

które w sumie stanowią balast paliwa.

Tlen i azot nie przyczyniają się do zwiększenia zdolności cieplnej paliwa. Według zawartości tlenu w węglu kamiennym sądzić można o ilości składników lotnych w tem paliwie, przyczem im węgiel zawiera więcej tlenu tem jest więcej części lotnych.

Woda w paliwach stałych znajduje się pod trzema postaciami, a mianowicie, jako :

wilgoć,
woda hygroskopijna,
woda chemiczna.

Wilgoć jest przymieszką mechaniczną, której nabywa paliwo przejściowo. Woda ta może pochodzić od deszczu, płókania węgla lub może się dostać do węgla przez umyślnie polewanie. Ścieka ona i wysycha na powietrzu w ciągu krótkiego czasu.

Jeżeli węgiel w stanie suchym ogrzejemy do temperatury 105—110° C, to z węgla wydzieli się woda zwana hygroskopijna.

Ze spalania wodoru zawartego w paliwie powstaje trzeci rodzaj wody zwany wodą chemiczną, która unosi się jako para w spalinach.

Woda zmniejsza wartość opałową paliwa o 600 kal. kilogramowych na każdy jej kilogram, przyczem ciepło to uchodzi bezużytecznie ze spalinami. Obecność wody jest jednak, jeżeli nie niezbędnym, to przynajmniej bardzo korzystnym, katalizatorem w procesie palenia.

Znajdujący się w paliwie popiół tworzą sole mineralne, głównie związki krzemu Si, glinu Al, żelaza Fe, wapnia Ca i magnezu Mg, bądźto pochodzenia organicznego — jako wessane z ziemi przez rośliny, z których powstało paliwo — bądźteż pochodzenia mineralnego — jako domieszki złóż, czyli tak zwane ciała płonne.

gazowność, więc zawartość tak zwanych lotnych składników, którymi są węglowodory i para wodna, wydzielające się w procesie palenia z płonącej masy paliwa, oraz ilość i jakość koksu ;
2. ze względu na pochodzenie z zagłębi węglowych ; wreszcie
3. zależnie od wielkości jego ziarn, czyli jak niektórzy nazywają od sortymentu.

Tablica I. podaje nam techniczny podział gatunków węgla stosownie do ilości i jakości jego części lotnych i koksu.

Jak widzimy z tablicy I.:

1. węgiel o zawartości składników lotnych w ilości ponad 26% nazywa się długopłomiennym, w przeciwnym zaś razie zwiemy go krótkopłomiennym;

2. nazwa węgiel suchy obejmuje gatunki o dużej zawartości składników lotnych, przyczem koks ma własność rozsypywania się;

3. do gatunków tłustych należy węgiel o koksie spiekalnym i średniej zawartości części lotnych;

4. węgiel chudy zawiera mało składników lotnych, przyczem koks jest mniej lub więcej rozsypujący się.

Węgiel używany w kolejnictwie polskim pochodzi z Zagłębia Dąbrowskiego, Krakowskiego i Górno-Śląskiego.

Jak wiemy już, węgiel dzieli również stosownie do jego wielkości czyli sortymentu. Wymiary sortymentów węgla ustalają dla swych odbiorców zarządy kopalń rozmaicie, przyczem każda wielkość jest odpowiednio nazwana. Idąc od najgrubszych do najdrobniejszych ziarn spotykamy następujące nazwy¹⁾:

węgiel gruby — ziarna o wymiarach od 120 mm	wzwyż
kostka I.	80 mm — 120 mm
kostka II.	60 " — 80 "
orzech I.	30 " — 60 "
orzech II.	13 " — 30 "
grysik	4 " — 13 "
miał	— 4 "

Niektóre kopalnie produkują jeszcze i inne sortymenty węgla, przyczem do najważniejszych zaliczyć trzeba pospółkę

Tablica I.¹⁾

Gatunki węgla		Koks		Składniki lotne	
		ilość w %	własność	ilość w %	własność
suche	piaskowe lub zeszkwarne	50—60	piaskowaty lub krupkowaty	50—40	długopłomienne
	gazownicze	60—68	gąbczasty	40—32	długopłomienne
tłuste spiekalne	kowalskie	68—74	stopiony średnio zwarty	32—26	umiarkowanie długopłomienne
	koksujące	74—82	stopiony silnie zwarty (mało porowaty)	26—18	krótkopłomienne
chude	właściwe chude	82—90	krupkowaty	18—10	krótkopłomienne
	antracyt	90—95	proszkowaty	10—5	krótkopłomienne

Podział i własności węgla kamiennego.

Z pośród rozmaitych materiałów opałowych największe znaczenie posiada węgiel kamienny, dlatego zajmujemy się nim bliżej. Węgiel dzieli się rozmaicie, albo: 1. ze względu na jego

¹⁾ Wedle pracy: Dr. Aufhäuser, Brennstoffe u. Verbrennungsvorgang 1921. Tablica I nie uwzględnia zawartości popiołu i wody hygroskopijnej w paliwie, gdyż składniki te są w danym rodzaju paliwa rozmaite. Laboratoryjnie uskutecznia się kwalifikację węgla w ten sposób, że sproszkowaną i dokładnie zważoną próbkę (1 gr) umieszcza się w tygielku i poddaje się, przy zachowaniu przepisanych warunków:

1. suszeniu przez ogrzewanie od 105—110° C (usuwanie wody hygroskopijnej);

2. suchej destylacji;

3. wyprażaniu (spalenie koksu).

Ważąc próbkę po każdej operacji, wylicza się ilość wody hygroskopijnej, składników lotnych, koksu i popiołu. Charakterystyczne wartości paliwa t. j. zawartość części lotnych i koksu wyznacza się w stosunku do węgla, bez wody i popiołu, a nie w stosunku do całkowitej badanej próbki, gdyż składniki te jako przyładkowe, a więc dość zmienne, nie pozwalają na porównanie różnych gatunków węgla.

(Förderkohle) używaną w wielkich ilościach do opalania parowozów na naszych kolejach państwowych. Pospółką zwiemy węgiel nieprzesiany w takim stanie, w jakim wychodzi z kopalni²⁾.

Węgiel wydobyty z kopalni zanieczyszczony jest ciałami płonnymi t. j. kamieniem, piaskiem i mułem, które należy usunąć. Może to nastąpić ręcznie lub zapomocą płókania. Węgiel płókanym posiada tych domieszek znacznie mniej, jednak zawiera więcej wody, niż węgiel w stanie naturalnym.

Obok wymienionych sortymentów węgla wyrabiane są przez pewne kopalnie także brykiety o wadze 0,7; 0,9; 3,5 i 6 kg³⁾. Brykiety otrzymuje się przez prasowanie miału wę-

¹⁾ Podano tu wymiary sortymentów węgla, używane w państwowej kopalni węgla Brzeszcze.

²⁾ Ministerstwo kolei żelaznych umawia się niekiedy z zarządami kopalń, od których pobiera węgiel, że z pospółki należy odsiać miał poniżej 10 mm, lub że pospółka nie może zawierać więcej miału aniżeli n. p. 25%, względnie, że z pospółki wolno odrzucić ziarna większe od n. p. 60 mm.

³⁾ Brykiety tych wielkości wyrabiają cztery kopalnie na Górnym Śląsku.

głowego z dodatkiem 6—10% smoły, powstającej jako produkt uboczny przy destylacji węgla. Miał, używany do fabrykacji brykietów, powinien być płótkany, gdyż zawiera więcej popiołu, niż grubsze sortymenty węgla. Pochodzi to stąd, że z grubszego węgla można wybrać ciała płonne łatwiej, aniżeli z miału. Brykiety nadają się dobrze do opalania parowozów, jeżeli nie są kruche i w ogniu nie rozpadają się, a przytem ulegają procesowi spalania stopniowo od zewnątrz ku środkowi.

Do oceny dobroci każdego paliwa potrzebna jest nadto konieczność znajomości jego wartości opałowej.

Wartość opałowa paliwa.

Palenie się materiałów opałowych polega na reakcji egzotermicznej, której wynikiem jest utlenianie się poszczególnych składników tych paliw przy równoczesnym wywiązaniu się energii cieplnej. Wartością opałową danego paliwa nazywamy ilość kaloryj, jaka wyswobadza się przy spalaniu 1 kg względnie 1 m³ tego paliwa. Rozróżnić należy dolną i górną wartość opałową. Wartość opałową górną wyznacza się laboratoryjnie przez spalenie paliwa w kalorymtrze. Różnica pomiędzy wartością opałową górną a dolną pochodzi stąd, że w przypadku spalania paliwa w kalorymtrze spaliny bywają ochładzane prawie do temperatury otoczenia, a tem samem para wodna zawarta w spalinach skrapla się, powiększając wartość opałową dolną o swe ciepło lotności w ilości 600 kaloryj na kilogram skroplin (kondensatu).

Praktyka interesuje tylko wartość opałową dolną, zwana także użyteczną, gdyż spaliny opuszczają kocioł z temperaturą wyższą od 100° C.

Wartość opałowa wynosi ¹⁾:

przy spaleniu C	na CO ₂	8100 kal/kg	
C	" CO	2430 "	
CO	" CO ₂	2440 "	
S	" SO ₂	2220 "	
H ₂	" H ₂ O	} górna 34100 kal/kg dolna 28700 "	

Przyjmując, że jeden kilogram paliwa stałego lub płynnego zawiera:

C	kg węgla,
H	" wodoru,
S	" siarki,
O	" tlenu,
W	" wody,
N	" azotu,
P	" popiołu,

czyli 1 kg paliwa = C+H+S+O+W+N+P, możemy napisać wzór na dolną wartość opałową:

$$W_u \text{ kal/kg paliwa} = 8100 C + 29000 [H - 0,125O] + 2500 S - 600 W. \quad (1)$$

We wzorze tym, tak zwanym niemieckim wzorze związkowym, wartości opałowe wodoru i siarki są zaokrąglone.

Jeżeli skład chemiczny paliwa jest nieznan, co się często zdarza, wtedy możemy określić dolną wartość opałową, z dostateczną dla praktyki dokładnością, na podstawie znajomości zawartości: części lotnych Cz.l. %, koksu K %, Wilgoci W % i popiołu P % wedle wzoru:

$$W_u \text{ kal/kg} = \frac{Cz.l.}{100} \cdot W_u, Cz.l. + \frac{K}{100} \cdot 8000^3). \quad (2)$$

Wartość opałową węglowodorów wyznacza się z wykresu Constama i Schläpfera ⁴⁾ podanego w uproszczonej formie na

¹⁾ Seufert, Verbrennungslehre und Feuerungstechnik, II. wyd. Berlin 1923.

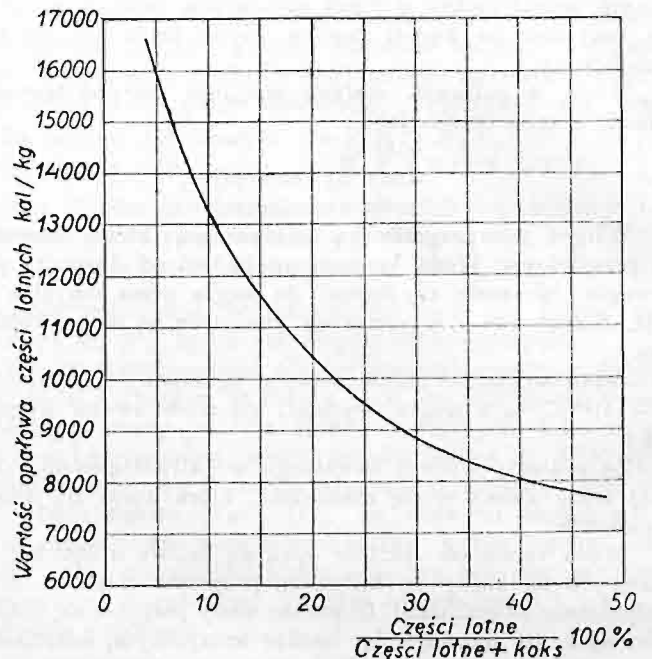
²⁾ Jeżeli od górnej wartości opałowej wodoru równej 34100 kal/kg H₂ odejmiemy ilość ciepła, którą odbiera woda powstała z połączenia 1 kg wodoru z 8 kg tlenu — uchodząca w postaci pary, czyli 9×600 kal/kg H₂O, otrzymamy dolną wartość opałową wodoru równą 28700 kal/kg H₂.

³⁾ 8000 wyraża średnią wartość opałową koksu w kal/kg

⁴⁾ W pracy Constama-Schläpfera „Über den Einfluss der flüchtigen Bestandteile fester Brennstoffe auf den Wirkungsgrad von Kesselanlagen mit Innenfeuerung“, zawartej w Mitteilungen über Forschungsarbeiten auf dem Gebiete d. Ingenieurwesens. Ber-

rys. 1 w zależności od procentów części lotnych w odniesieniu do części palnych węgla, a więc w zależności od:

$$\frac{Cz.l.}{Cz.l. + K} \cdot 100 \text{ w } \%. \quad (3)$$



Rys. 1.

Wartość opałowa węglowodorów w zależności od elementarnej analizy węgla.

Ilość powietrza, potrzebna do spalania 1 kg paliwa.

Warunkami korzystnego spalania są dwa czynniki: odpowiednia temperatura i odpowiednia ilość tlenu, względnie powietrza.

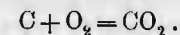
Jeżeli temperatura jest zbyt niska przebieg palenia jest nieodpowiedni, połączony z wydzielaniem się sadzy ze spalin, gdy zaś temperatura spadnie poniżej pewnej wysokości palenie ustaje.

Jeżeli ilość powietrza, doprowadzana do procesu palenia, jest za mała, to przy istnieniu nawet właściwej temperatury nie każda cząstka składników palnych może się utlenić i albo ujdzie niespalona, albo spali się niezupełnie, a więc węgiel, zamiast w bezwodnik węglowy, przejdzie w tlenek węgla, przyczem wydzielona ilość ciepła zmniejszy się.

Ilość ciepła wynikająca ze wzoru (1) na wartość opałową dolną da się tylko wówczas osiągnąć, gdy nastąpi zupełne spalanie węgla na bezwodnik węglowy, wodoru na parę wodną i siarki na dwutlenek siarki.

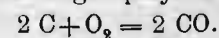
Teoretyczna ilość tlenu potrzebna do takiego spalania zupełnego oblicza się z równań chemicznych, jakie zachodzą przy spalaniu głównych składników paliwa stałego, t. j. C, H i S. Równania te są następujące:

Węgiel łączy się z tlenem przy zupełnym spalaniu wedle równania:

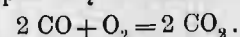


Ponieważ ciężar atomowy C=12, zaś O=16, więc na podstawie twierdzenia Avogadry 12 kg C wymaga do zupełnego spalania 32 kg O₂, czyli na 1 kg C wypada 2,666 kg O₂.

Jeżeli reakcja przebiega w trybie niezupełnego spalania to wywiązuje się tlenek węgla przyczem:

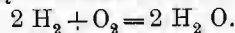


Tlenek węgla spala się w tlenie wedle wzoru:



lin 1911, Heft 103 podano wartości opałowe części lotnych, pochodzących z rozmaitych gatunków węgla jako szereg punktów, które po połączeniu stanowiły linię łamaną. Wartości opałowe wedle rys. 1 odnoszą się do 1 kg części lotnych, przyczem linia wartości opałowej jest tu ciągłą, zbliżoną jednak do poprzednio opisanej. Jak z tego wynika odczyty, otrzymywane z rys. 1, podają wartości przybliżone — dla praktyki zresztą zupełnie wystarczające.

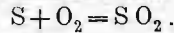
Wodór łączy się z tlenem wedle równania:



Ciężar atomowy $\text{H}=1$ i $\text{O}=16$, więc $2 \times 2 \text{ kg H}_2$ zużywa przy paleniu się $2 \times 16 \text{ kg O}_2$, a zatem 1 kg H_2 wymaga 8 kg O_2 . Z tego wynika, że 1 kg H_2 połączony z 8 kg O_2 wytwarza 9 kg wody $\text{H}_2 \text{O}$.

Jeżeli paliwo posiada w swem składzie tlen, to przyjmuje się w rachunku, że tlen jest połączony chemicznie z wodorem. Ponieważ na 8 kg O_2 przypada 1 kg H_2 więc 1 kg O_2 wiąże $0,125 \text{ kg H}_2$ tak, że efektywna ilość wodoru wynosi ($\text{H}_2 - \frac{1}{8} \text{O}_2$).

Siarka łączy się z tlenem wedle wzoru:



Ciężar atomowy $\text{S}=32$ i $\text{O}=16$, a więc 32 kg S zużywają $2 \times 16 \text{ kg O}_2$ czyli na 1 kg S przypada 1 kg O_2 .

Z powyższego wynika, że całkowita najmniejsza wagowa ilość tlenu, potrzebna do spalania 1 kg danego paliwa wynosić będzie:

$$O_{\text{najm}} \text{ kg tlenu/kg paliwa} = 2,666 \text{C} + 8 \text{H} + \text{S} - \text{O} \quad (3)$$

Tlen używany do spalania pobieramy zasadniczo z powietrza, gdzie znajduje się zmieszany z azotem w stosunku wagowym:

$$\text{O}_2 : \text{N}_2 = 23,1 \text{ kg} : 76,9 \text{ kg},$$

względnie w stosunku objętościowym:

$$\text{O}_2 : \text{N}_2 = 20,9 \text{ m}^3 : 79,1 \text{ m}^3.$$

Teoretyczna najmniejsza ilość powietrza, potrzebna do spalania 1 kg paliwa będzie więc:

$$L_{\text{najm}} \text{ kg pow./kg paliwa} = \frac{(2,666 \text{C} + 8 \text{H} + \text{S} - \text{O}) \cdot 100}{23,1} \quad (4)$$

lub:

$$L_{\text{najm}} \text{ m}^3 \text{ pow./kg paliwa} = \frac{(2,666 \text{C} + 8 \text{H} + \text{S} - \text{O}) \cdot 100}{23,1 \times 1,293} \quad (5)$$

przyczem ostatnia wielkość ważna jest dla 0°C i 760 mm

składniki zawarte w paliwie	w kg =	$\text{C} + \text{H} + \text{S} + \text{O} + \text{W}$
teoretycznie potrzebne powietrze do spalania przy $n=1$	tlen w kg =	$2,666 \text{C} + 8 \text{H} + \text{S} - \text{O}$
	azot w kg =	$+(2,666 \text{C} + 8 \text{H} + \text{S} - \text{O}) \frac{76,9}{23,1}$
czyli $G_{n=1} \text{ kg spalin/kg paliwa}$		$= 3,666 \text{C} + 9 \text{H} + 2 \text{S} + \text{W} + (2,666 \text{C} + 8 \text{H} + \text{S} - \text{O}) \frac{76,9}{23,1}$
zaś składniki spalin		$\overbrace{\text{CO}_2} \quad \overbrace{\text{H}_2 \text{O}} \quad \overbrace{\text{SO}_2} \quad \overbrace{\text{H}_2 \text{O}} \quad \overbrace{\text{N}_2}$

słupa rtęci, gdyż liczba 1,293 oznacza ciężar gatunkowy powietrza w kg/m^3 dla powyższych warunków.

W rozpatrywaniu pominięto, jako zbyt małą, zawartość azotu w paliwie. Ilość N_2 w węglu kamiennym wynosi zwykle $\approx 1\%$.

Obliczona, wedle wzorów (4) wzgl. (5), teoretyczna ilość powietrza nie wystarcza jednak do spalania zupełnego, gdyż praktycznie dopływ powietrza w palenisku nie da się tak urządzić, aby każdą cząstkę zmieszać z odpowiednią ilością powietrza. Chcąc tedy uzyskać spalanie zupełne musimy powietrze wprowadzić w nadmiarze i to w pewnym stosunku, który nazywamy współczynnikiem nadmiaru powietrza:

$$n = \frac{L_{\text{rzecz.}}^1}{L_{\text{teor.}}} \quad (6)$$

¹⁾ Szybkie oznaczenie nadmiaru powietrza w ruchu — na podstawie znajomości $\text{CO}_2\%$ w spalinach — możliwe jest z równania:

$$n = \frac{k_{\text{najw.}}}{\text{CO}_2 \text{ rzecz.}}, \text{ gdzie } k_{\text{najw.}} = \frac{21 \text{C}}{\text{O} + 2,37 \left(\text{H} - \frac{\text{O}}{8} \right)} \%$$

oznacza największą zawartość CO_2 w spalinach suchych, przy nadmiarze powietrza $n=1$ i zupełnym spalaniu, czyli przy $\text{CO}=\text{O}$. Wzór na wartość $k_{\text{najw.}}$ jest wynikiem następującego rozumowania.

Niech paliwo zawiera C kg węgla, H kg wodoru i O kg tlenu (zawartość siarki jako mało znaczną opuszczamy), to ilość spalin suchych:

Spalając czysty węgiel otrzymuje się objętościowo tyle CO_2 , ile doprowadzono tlenu. Ponieważ powietrze zawiera objętościowo około 21% tlenu więc przy współczynniku nadmiaru $n=1$ w spalinach byłoby 21% bezwodnika węglowego. Jest to najwyższa zawartość CO_2 w spalinach. W miarę doprowadzania powietrza w nadmiarze, ilość procentowa CO_2 będzie się zmniejszać tak, by $\text{CO}_2 + \text{O}_2 = \approx 21\%$ dla czystego węgla, przyczem O_2 oznacza zawartość tlenu w spalinach. Podobnie jak zbyt duży nadmiar powietrza powoduje zmniejszanie się procentowe CO_2 , tak też i zbyt mały nadmiar powietrza działa szkodliwie, gdyż wtedy obok CO_2 tworzyć się będą produkty niezupełnego spalania.

Jak poucza doświadczenie najkorzystniejszy współczynnik nadmiaru powietrza n zależy jest od rodzaju paliwa i warunków spalania, a to od grubości warstwy paliwa i wielkości przestrzeni paleniskowej. Współczynnik ten powinien wynosić przy spalaniu ¹⁾:

antracytu i koksu	1,4—1,5
węgla kamiennego	1,3—1,7
mięła węglowego	1,1—1,2
węgla brunatnego, torfu i drzewa	1,4—1,75
płynnego paliwa	1,25—1,6

Przy dobrem wymieszaniu powietrza i długim sklepieniu paleniskowym można liczyć na zupełne spalanie — stosując węgiel kamienny — dopiero wobec stosunku $n=1,5—1,6$, w parowozach zaś bez sklepień wobec $n=1,6—1,7$. Mniejsze nadwyżki powietrza nie pozwalają w ruchu parowozowym na osiągnięcie zupełnego spalania.

Ilość spalin z 1 kg paliwa.

Aby otrzymać ilość spalin 1 kg paliwa należy do jego składników C , H , S , O i W dodać powietrze potrzebne do procesu palenia, więc:

$$G \text{ kg spalin/kg paliwa} = \text{C} + \text{H} + \text{S} + \text{O} + \text{W} + \text{powietrze}.$$

Wprowadzając do powyższego równania oddzielne składniki powietrza tlen i azot, otrzymamy co następuje:

Porządkując człony równania wedle składników paliwa można przedstawić ilość spalin:

$$G_{n=1} \text{ kg spalin/kg paliwa} = 12,54 \text{C} + 35,64 \text{H} + 5,33 \text{S} - 3,33 \text{O} + \text{W} \quad (7)$$

Ponieważ palenie odbywa się zasadniczo przy pewnym nadmiarze powietrza $n > 1$, więc uwzględniając tę nadwyżkę, otrzymamy:

$$G \text{ kg spalin/kg paliwa} = 12,54 \text{C} + 35,64 \text{H} + 5,33 \text{S} - 3,33 \text{O} + \text{W} + (n-1) L_{\text{najm}} \text{ kg} \quad (8)$$

$$G_{\text{najm}} \text{ m}^3 \text{ kg paliwa} = 3,666 \text{C} \frac{1}{1,9768} + (2,666 \text{C} + 8 \text{H} - \text{O}) \frac{76,9}{23,1 \times 1,2907}$$

zaś zawartość CO_2 w tych spalinach wyniesie $3,666 \text{C} \frac{1}{1,9768}$, a więc procentowa zawartość CO_2 będzie:

$$k_{\text{najw.}} = \frac{3,666 \text{C} \cdot \frac{1}{1,9768} \cdot 100}{3,666 \text{C} \cdot \frac{1}{1,9768} + (2,666 \text{C} + 8 \text{H} - \text{O}) \cdot \frac{76,9}{23,1 \times 1,2507}} = \frac{21 \text{C}}{\text{C} + 2,37 \left(\text{H} - \frac{\text{O}}{8} \right)} \%$$

¹⁾ Im jest łatwiejsze wymieszanie paliwa z powietrzem, tem n można przyjmując mniejsze.

Chcąc przedstawić ilość spalin w m^3 należy wprowadzić do równania:

$$G_{n=1} \text{ kg spalin/kg paliwa} = \\ = 3,666 C + 9 H + 2 S + W + \\ \text{przy składnikach spalin: } \underbrace{\text{CO}_2}_{\text{H}_2\text{O}} \quad \underbrace{\text{SO}_2}_{\text{H}_2\text{O}} \\ + \underbrace{(2,666 C + 8 H + S - O)}_{N_2} \frac{76,9}{23,1}$$

ciężary gatunkowe kg/m^3 składowych produktów spalania, które przy 0°C i 760 mm słupa rtęci wynoszą:

$$\begin{aligned} \gamma_{\text{CO}_2} &= 1,9768 \text{ kg/m}^3 \\ \gamma_{\text{H}_2\text{O}} &= 0,804 \text{ „ (w stanie gazowym)} \\ \gamma_{\text{SO}_2} &= 2,9266 \text{ „} \\ \gamma_{\text{O}_2} &= 1,429 \text{ „} \\ \gamma_{\text{N}_2} &= 1,2507 \text{ „} \end{aligned}$$

Po odpowiednim podstawieniu ciężarów gatunkowych otrzymamy:

$$G_{n=1} m^3 \text{ spalin/kg paliwa} = \\ = 8,96 C + 32,52 H + 3,35 S - 2,66 O + 1,244 W, \quad (9)$$

zaś z uwzględnieniem nadwyżki powietrza:

$$G m^3 \text{ spalin/kg paliwa} = \\ = 8,96 C + 32,52 H + 3,35 S - 2,66 O + 1,244 W + \\ (n-1) L_{najmn} m^3. \quad (10)$$

Obliczona objętość spalin odpowiada temperaturze 0°C i ciśnieniu 760 mm słupa rtęci. W temperaturze $t^\circ \text{C}$ i przy ciśnieniu wynoszącym $h \text{ mm}$ słupa rtęci objętość spalin wynosić będzie:

$$G_p^h m^3 \text{ spalin/kg paliwa} = \frac{273+t}{273} \cdot \frac{760}{h} \cdot G_{0^\circ}^{760} \quad (11)$$

Przy paliwie stałym rzeczywista wielkość G różni się od obliczonej, zależnie od sortymentu paliwa, przeswitu rusztowni i podciśnienia w skrzyni dymowej. Czynniki te bowiem powodują, że ze 100% paliwa, rzuconego na ruszt, spala się średnio tylko $\sim 88\%$, podczas gdy $\sim 12\%$ spada niespalone do popielnika lub osiada niedopalone w dymnicy. (C. d. n.).

Inż. Włodzimierz Rychlewski.

Wietrzenie materiałów budowlanych i środki zaradcze.

(Dokończenie).

Przy ostrożnym gaszeniu wapna można usunąć znaczną ilość soli rozpuszczalnych. Jeżeli wapno gaszone spuszcza się do świeżo wykopanych dołów, wówczas otaczająca ziemia wchłania nadmiar wody z gaszenia i odciąga sole rozpuszczalne. Natomiast jeżeli wapno gasi się zawsze w tych samych dołach, wówczas ziemia jest tak przesiąknięta solami, że ich już więcej nie odciąga; gorzej jeszcze gdy wapno gasi się w dołach murowanych. Naturalnie woda użyta do gaszenia, podobnie jak woda do zarabiania gliny na cegłę, winna być wolna od szkodliwych domieszek.

Pojawienie się krystalizacji solnych na gotowych murach budynków, murach oporowych itp. jest często następstwem nienależytej izolacji od gruntu. W ziemi bowiem znajdują się zawsze alkalja i składniki organiczne, pochodzące z rozkładu organizmów zwierzęcych i roślinnych. Substancje te z wodą gruntową dostają się do muru, a przy zetknięciu się z zaprawą wapienną wytwarzają sole rozpuszczalne, przede wszystkim saletrę KNO_3 , chlorek wapnia CaCl i chlorek sodu NaCl .

Szczególnie silnie występują te objawy w pobliżu stajen, gnojowników, ustępów jako ognisk rozkładu ciał organicznych. Powstający przytem amonjak NH_3 przechodzi pod wpływem powietrza i w obecności soli wapiennych i potasowych w saletrę KNO_3 , która z wilgocią gruntową wnika do muru i krystalizuje na jego powierzchni. Występujące z zaprawy wapiennej wykwyty pochodzą często z węglanu wapnia CaCO_3 , a można stwierdzić przez zwilżenie kwasem solnym. Można to wytłumaczyć w ten sposób, że nadmiar wody w zaprawie wyciąga podczas wysychania na powierzchnię muru nieshydrytowany tlenek wapnia CaO , a ten łączy się z kwasem węglowym zawartym w powietrzu na węglan wapnia tworząc nierozpuszczalną powłokę. Wykwyty te jako nierozpuszczalne nie mają poważnych następstw dla muru, a jedynie szpecą jego wygląd. Nieco odmiennie tłumaczą się sople wapienia (węglanu wapnia) występujące np. na sklepieniach mostów, nienależycie izolowanych od nawierzchni. Oto woda deszczowa dostająca się z nawierzchni, na sklepienia przecieka przez nie, a zawarty w niej kwas węglowy rozpuszcza nierozpuszczalny w czystej wodzie węglan wapnia zaprawy i osadza na podniebieniu sklepienia w formie sopli. Czasami porowate cegły sklepienia wchłaniają też ten roztwór, który po nasyceniu cegły występuje na jej powierzchni w postaci dość twardej glazury.

Podobnie jak cegłę próbuje się zaprawę wapienną na zawartość soli rozpuszczalnych: Wysuszoną i pokruszoną zaprawę poddaje się działaniu kwasu węglowego, następnie wkłada ją do naczynia szklanego o szerokim otworze, napełnia naczynie

wodą destylowaną i przykrywa otwór wygładzoną cegłą, którą poprzednio badano i uznano za wolną od zawartości soli rozpuszczalnych. Odwraca się naczynie wraz z cegłą otworem na dół i pozostawia w spoczynku przez parę dni. Jeśli zaprawa zawiera sole rozpuszczalne, wówczas z wodą dostają się one do wnętrza cegły i krystalizują na jej zewnętrznych powierzchniach.

3. Piasek nawet kopany użyty do zaprawy jest nieszkodliwy, o ile jest kwarcowy bez innych domieszek. Jeśli jednak zawiera odłamki ortoklazu t. j. alkalicznego krzemianu glinu $\text{K}_2\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{16}$, wówczas może nastąpić w połączeniu z gipsem zawartym zazwyczaj w wapnie przemiana chemiczna na łatwo rozpuszczalną sól mianowicie siarkan alkaliczny. W tym wypadku krystalizacje solne występują szczególnie we fugach i przeważnie dopiero po upływie szeregu lat.

Zanieczyszczenie piasku substancjami organicznymi najczęściej humusem jest szkodliwe zwłaszcza przy zaprawach cementowych i betonie ze względu na zawartość w humusie silnie chemicznie działających produktów rozkładowych, pod wpływem których powstają sole rozpuszczalne. Nadto cząstki humusu jako trudno rozpuszczalne oblepiają ziarna piasku i utrudniają wiązanie się jego z zaprawą. W tym kierunku wskazane jest wykonanie następującej próby: Flaszki o pojemności 350 cm^3 napełnia się piaskiem do objętości 130 cm^3 a następnie 3% łągiem sodowym NaOH dopełnia do 200 cm^3 . Po dokładnym mieszaniu przez potrząsanie pozostawia się naczynie przez 24 godzin w spokoju. Płyn ponad osiadłym piaskiem dostaje zabarwienie od przezroczystego względnie jasno-żółtego począwszy, do ciemno-brunatnego zależnie od zawartości humusu. Do zaprawy cementowej, względnie betonu nadają się tylko próbki o jasnym, względnie żółtym zabarwieniu płynu, do zaprawy wapiennej nawet cokolwiek ciemniejsze wpadające w odcień czerwony, jednak próbki brunatne należy wykluczyć od użytku.

4. Cement użyty do zaprawy zawiera często sole rozpuszczalne. Ogólny skład chemiczny cementów portlandzkich przedstawia się następująco:

6% wapna, $7,5\%$ gliny, 23% krzemionki, $3,5\%$ tlenku żelaza nadto mniejsze zawartości magnezu, alkaliów, gipsu, bezwodnika kwasu siarkowego i t. p. Magnez zawarty w większej ilości jest szkodliwy, bowiem powoduje pęcznienie. Tosamo ma miejsce przy większych zawartościach kwasu siarkowego. Alkalja są niepożądane ze względu na możliwość tworzenia się soli rozpuszczalnych, a w rezultacie występowanie ich krystalizacji na powierzchni konstrukcyj betonowych, lub murów z cegły ułożonych na zaprawie cementowej lub wapienno-cementowej, co przedstawia szczególnie niebezpieczeństwo dla cegły. Można

zaobserwować na murach świeżych nie pokrytych wyprawą i wystawionych przez to szczególnie na działanie atmosferycznej wilgoci, względnie zawierających wilgoć ze świeżej zaprawy, występowanie nalotów solnych w miejscach, gdzie użyto zaprawy cementowej lub wapienno-cementowej np. w łękach nadokiennych i cienkich filarach. Z tego powodu należy unikać zapraw cementowych w murach zewnętrznych narażonych na wilgoć atmosferyczną, oraz we wszelkich murach dostępnych dla wilgoci czy to gruntowej, czy też innego pochodzenia.

Zaprawy cementowe zwłaszcza nowe wydzielają często wodorotlenek wapnia, który pod działaniem bezwodnika węglowego z powietrza przechodzi w węglan wapnia. Naloty te są dla zaprawy cementowej szczególnie niebezpieczne. Albowiem gips znajdujący się w cemencie, lub powstający z zawartego w nim wapna pod działaniem bezwodnika kwasu siarkowego obecnego w dymach węglowych, wytwarza w połączeniu ze składnikami cementu, a mianowicie wodorotlenkiem wapnia, gliną i wodą, groźną sól podwójną znaną pod nazwą „bakcyła cementowego“, która krystalizując we formie gwiaździstej powoduje znacznie swą objętość i rozsadza bardzo szybko zaprawę. Dlatego odpowiedniejsze są na działanie dymów węglowych cementy o małej zawartości gliny i wolnego wodorotlenku wapnia.

Do tych należą cementy z rud (Erzemente) wytwarzane w sposób podobny jak cement portlandzki, w których jednak glina zastąpiona jest przez tlenek żelaza względnie manganu, oraz cementy z pieców wysokich (Hochofenzemente) ubogie w wodorotlenek wapnia, a uzyskiwane przez zmielenie na pył ziarnistego żużla z pieców wysokich z dodaniem najmniej 15% cementu portlandzkiego.

W ostatnich czasach próbowano cement portlandzki zapomocą odpowiednich domieszek uodpornić na działanie wody zawierającej związku siarkowe lub kwas węglowy, przez związanie zawartego w cemencie wapna palonego. Najstosowniejszą domieszką okazały się połączenia krzemionki, która z wapnem palonym daje związki nierozpuszczalne i chemicznie trwałe. Do takich należy np. tras oraz masowy produkt odpadkowy w przemyśle chemicznym znany w Niemczech pod nazwą „Si-Stoff“.

Tras jest to sproszkowany tuf wulkaniczny występujący w okolicach nadreńskich i Bawarii. Dzięki znacznej zawartości wolnej krzemionki jest on bardzo dobrym środkiem wiążącym użyty jako domieszka do zaprawy cementowej nawet w małej ilości np. 10% objętości cementu. W szczególności zwiększa wytrzymałość, gęstość, elastyczność i odporność na kwasy betonu.

Przy murowaniu podczas mrozu dodaje się często w praktyce soli lub sody do zapraw cementowych celem obniżenia ich temperatury marznięcia. Zwyczaj ten należy potępić, bowiem tak soda jak i sól kuchenna rozpuszczają się we wodzie i przy zwilgoceniu muru występują jako groźne dla cegły wykwity. Natomiast wskazanem jest podgrzewanie wody i piasku przed ich użyciem do zaprawy, ograniczenie dodatku wody do niezbędniejszej ilości i zastosowanie szybko wiążącego cementu.

Wietrzenie zapraw cementowych może być również następstwem działania soli rozpuszczalnych przedostających się do murów z ziemi wraz z wilgocią gruntową, podobnie jak to wyżej opisano w odniesieniu do zaprawy wapiennej. Sole te bądźto w swym pierwotnym składzie chemicznym, bądź też zmienione przez łączenie się ze składnikami zaprawy cementowej względnie przez bakterjologiczne procesy nityfikacyjne i oksydacyjne, niszczą molekularną spójność zapraw cementowych na powierzchni cokołów budowli, murów oporowych i t. p. Zawartość gipsu w ziemi użytej do zasypiania z tyłu murów oporowych może spowodować nie tylko normalne wietrzenie powierzchniowe zaprawy, lecz także gwałtowne objawy pęcznienia i odsadzania wyprawy. Występujące na murach stojących wykwity pochodzą od saletry powstałej z połączeń amonowych przy współdziałaniu bakterji, a również od chlorku sodu (sól kuchenna) zawartego w moczu zwierzęcym.

Woda opadowa i gruntowa sprawia niemniej groźne spustoszenia przez wylugowanie pewnych składników zaprawy ce-

mentowej, czego następstwem jest zmniejszenie wytrzymałości murów i betonowych konstrukcji dźwigających. Odnosi się to w pierwszym rzędzie do zawartego w zaprawie cementowej w znacznej ilości i łatwo rozpuszczalnego wodorotlenku wapnia. Prócz tego zawiera stwardniała zaprawa cementowa znaczne ilości wapna luźnie związanego w zasadowych połączeniach krzemionki, gliny i żelaza, które to wapno może pod wpływem długotrwałego działania wody uwalniać z tych związków i rozpuszczać na wodorotlenek wapnia. Procesom tym towarzyszy kurczenie się zapraw skutkiem utraty substancji, objawiające się na zewnątrz powstawaniem siatkowych porysowań.

Jako środki zapobiegawcze przeciw opisanym chemicznym objawom wietrzenia wymienić należy:

używanie wypróbowanych pod względem składu chemicznego cementów zatem o możliwie małej zawartości gipsu, magnezu, alkaliów i kwasu siarkowego, względnie cementów, w których działanie tych szkodliwych składników usunięto przez stosowne domieszki neutralizujące,

ochronę murów i konstrukcji betonowych od wilgoci gruntowej i opadowej zapomocą izolacji względnie powlekania i napawiania powierzchni odpowiednimi preparatami,

wytworzenie na powierzchni zespolów betonowych naturalnej powłoki nierozpuszczalnego węglanu wapnia, przez wystawienie ich dłuższy czas na działanie otaczającego powietrza, zawierającego zawsze bezwodnik węglowy, jednak przy zabezpieczeniu budowli od dostępu wody.

Zawilgocone zaprawy cementowe niszczejają często skutkiem pęcznienia, mającego swe źródło w składzie chemicznym cementu, a mianowicie zawartości wapna, gipsu i magnezu. Pęcznienie może spowodować nadmierną zawartość wapna w cemencie, który nie został dostatecznie silnie wypalony, albowież gdy przy fabrykacji cementu nie nastąpiło dokładne zmielenie i wymieszanie gliny z wapieniem tak, że większe ziarna wapna nie mogąc z gliną łączyć się chemicznie, gaszą się pod wpływem wody zaprawy, pęczniejają i rozsadzają częstokroć już związaną zaprawę. Pęcznienie od gipsu jest skutkiem nadmiernej jego zawartości w cemencie. W każdym razie ilość gipsu 2—2,5% jaką się dodaje przy fabrykacji cementu, celem uregulowania czasu wiązania, jest nieszkodliwa.

Magnez w postaci dolomitu lub zawierającego magnez wapienia, występujący w materiałach surowych użytych do fabrykacji cementu wywołuje w gotowym fabrykacie pod wpływem wody opadowej czy gruntowej silne pęcznienie, objawiające się dopiero po upływie dłuższego czasu. Proces ten jest tem silniejszy im zawartość magnezu większa, oraz im cement jest silniej wypalony, natomiast osłabia się przez dodatek piasku, zatem w zaprawach chudych. Zawartość magnezu w zaprawie cementowej przedstawia szczególne niebezpieczeństwo, ponieważ próby cementu na pęcznienie zazwyczaj wykonywane przed budową, nie dają w tym kierunku rozpoznania z powodu bardzo powolnej hydratyacji magnezu. Niemieckie normy co do badania cementów portlandzkich dopuszczają zawartość magnezu do 5%, jednak doświadczenia wskazują, że już ponad 4% objawy pęcznienia występują.

Dla uchronienia się od pęcznienia cementu z jakichkolwiek przyczyn, należy zawsze wykonać próbę przed jego użyciem. Najszybszą jest metoda Dra Michaelisa polegająca na tem, że się krążek wykonany z czystego cementu, zacznionego wodą, ułożony na płycie szklanej pozostawia na przeciąg 24 godzin w szczelnej skrzynce cynkowej nasyconej wilgocią, a następnie wkłada do naczynia z zimną wodą i gotuje przez dwie godziny, przyczem krążek ten winien być w tem naczyniu zawieszony, by nie dotykał jego ścian. Po tej próbie krążek powinien pozostać gładkim bez rys i pęknięć.

Metoda Michaelisa nie zawsze daje pewne wyniki, dlatego o ile na to czas pozwala wskazane jest przeprowadzenie drugiej próby polegającej na tem, że krążek taki po wyjęciu ze skrzynki wkłada się do wody na przeciąg 28 dni. Po upływie tego czasu winien krążek okazywać poprzednią konsystencję bez jakichkolwiek porysowań.

Ogólnie należy stwierdzić, że podobnie jak to ma miejsce w innych materiałach budowlanych, wszelkie sole rozpuszczalne,

a przede wszystkim siarkany jako to: sodu, potasu, magnezu, wapnia, oraz siarkany amonowe działają szkodliwie na cement. Również rozkładają one połączenia glinowe cementu, przyczem powstaje najgroźniejszy czynnik rozkładowy t. j. siarkan wapienno-glinowy czyli t. zw. bakcyl cementowy. Poza wypadkami oddziaływania na cement wód siarkowych, wody morskiej, oraz wód zanieczyszczonych odpadkami przemysłów chemicznych, które to wypadki nie wchodzą w zakres niniejszej rozprawy, sole te wytwarzają się w zaprawie cementowej (betonie) pod wpływem wód opadowych, dymów węglowych zawartych w powietrzu, oraz wilgoci gruntowej.

Dlatego jako środki zapobiegawcze wymienić należy przede wszystkim uprzednie próby cementu, izolację zespołów cementowych od wilgoci gruntowej, wreszcie osłonięcie, względnie impregnowanie odpowiednimi preparatami zewnętrznych powierzchni wystawionych na działanie opadów atmosferycznych.

5. Gips użyty jako zaprawa do muru, względnie zaprawa zewnętrzna daje bardzo rzadko krystalizacje solne na powierzchni. W niektórych okolicach, posiadających obfite złoża gipsu ziarnistego i płatowego, używa się prawie wyłącznie jako zaprawy gipsu, który wypalany w wysokich temperaturach oddaje prawie całą wodę krystaliczną, a potem w zaprawie bardzo powoli wiąże. W monumentalnych budowlach staroegipskich spotyka się przeważnie zaprawy gipsowe, w których pewna ilość wapienia mogła być naturalną przymieszką zawartą już w złożu gipsowym. Nie jest to wykluczone, że umyślnie dodawano przed wypałem do gipsu grudki wapienia, względnie do zaprawy gipsowej używano jako środka wychudzającego i opóźniającego czas wiązania gruzu wapiennego ze starej zaprawy, czem się tłumaczy mała i wahająca ilość części rozpuszczalnych. Analiza zaprawy użytej do budowy Sfinksa w Gizah wykonana przez Lukasa dała następujący wynik:

części nierozpuszczalne 9·97%, rozpuszczalna SiO₂ 2·67%,
 $\left. \begin{array}{l} \text{Fe}_2\text{O}_3 \\ \text{Al}_2\text{O}_3 \end{array} \right\} 1·48\%, \text{CaO } 35\text{--}60\%, \text{MgO } 0\text{--}56\%, \text{SO}_3 21\text{--}79\%,$
 CO₂ 16·34%, H₂O 11·59%, razem 100·00%.

Jako zaprawy do muru i wyprawy zewnętrznej używa się gipsu t. zw. murarskiego wypalanego w wysokich temperaturach powyżej 500° do 950° C, i skutkiem tego wolno wiążącego. Zazwyczaj używa się do zaprawy gipsu czystego bez domieszki piasku, który powoduje zmniejszenie wytrzymałości zaprawy. Nawet zaprawa gipsowa z dodatkiem wapna i piasku okazuje mniejszą wytrzymałość niż zaprawa czysto gipsowa. Piasek użyty winien być bezwarunkowo czysty bez domieszki gliny, a to z uwagi na możliwość wytwarzania się niebezpiecznych połączeń chemicznych, które poprzednio opisano (bakcyl cementowy). Również należy wykluczyć domieszkę cementu, która powoduje pęcznienie zaprawy. Zaprawa gipsowa ma nad wapienną tą wyższość, że jest łatwo przyczepna, nawet na kamieniu, zatrzymuje stale jasną barwę, względnie przyjmuje łatwo farbę i znosi niskie temperatury 5–10° C niżej zera. Zaprawa gipsowa potrzebuje dużo wody do wiązania, zatem kamienie muru winny być należycie zwilżone, natomiast we wilgotnych murach gipsu używać nie należy, ponieważ nie wysycha i źle wiąże. Gips sztukaterski wypalony przy 180° C jest hydroskopijny, zatem niewytrzymałym na wpływy atmosferyczne i może być tylko użyty w suchych wnętrzach. O ile służy do wyprawy ścianek systemu Rabbitza, należy używać siatek żelaznych pocynkowanych, bowiem pod wpływem wilgoci wchłoniętej z powietrza wytwarza się rozpuszczalny siarkan żelaza, który plami ściany i niszczy wyprawę podobnie jak inne omawiane poprzednio sole rozpuszczalne.

6. Wietrzenie chemiczne kamienia naturalnego dokonywa się w sposób bardzo rozmaity zależnie od jego składu chemicznego, porowatości i umiastwienia. Czynnikiem rozkładowym jest woda opadowa zawierająca pewne ilości tlenu i bezwodnika węglowego, a w miejscowościach fabrycznych bezwodnika siarkowego, oraz woda gruntowa obfitująca w znacznie wyższym stopniu w kwasy i sole rozpuszczalne. Tlen powoduje niszczenie przez oksydację kamieni o składnikach metalicznych, bezwodnik węglowy rozkłada kamieni zawierających wapień, bezwodnik

siarkowy wytwarzanie się w połączeniu ze składnikami kamienia siarkanów rozpuszczalnych.

W rezultacie dawniejszych prób na atmosferyczną odporność podzielono kamienie naturalne na następujące grupy:

I. Kamienie, w których z powodu ich struktury, rodzaju porów, lub innych przyczyn działanie mrozu występuje w mniejszej zależności od chemicznego działania wody atmosferycznej, a w każdym razie to ostatnie przewyższa. Tutaj należy większość porowatych, ziemistych, kruchych tufów wulkanicznych, niektóre piaskowe, wogóle skały okruchowe o gliniastem, marglistem, łuszczykowem i albo zbyt obfitem, albo zbyt skąpem lepiszczu, wreszcie porowate wapienie.

II. Kamienie, w których działanie mrozu początkowo nieznaczne, występuje dopiero silnie po przygotowaniu przez działanie chemiczne wody i to ostatnie potem przewyższa. Zaliczyć tu należy niektóre granity obfite w biotyty (Łyszczyk magnetyjowy) niektóre kamienie krzemionkowe, wapienie i marmury, łupki gliniaste, piaskowce i t. p.

III. Kamienie, które z powodu chemicznej odporności zbitej struktury lub przeciwnie bardzo dużej porowatości, przedstawiają wszechstronną wytrzymałość (nawet na mróz). Należą tu: granit, syenit, porfir, bazalt, gnejs, fillit, gęste piaskowce.

III a. Kamienie, które mimo wrażliwości chemicznej, są dosyć odporne na wietrzenie dzięki znacznej gęstości i jednostajnej strukturze. Grupę tą stanowią drobno i średnio krystaliczne marmury, wapienie, dolomity, serpentyn.

Na niektórych kamieniach, mianowicie piaskowcach, występuje wietrzenie płatowe polegające na tem, że z biegiem czasu powstaje na powierzchni twarda krusta, poza którą miążs kamienia jest silnie pokruszony względnie rozdrobniony na pył. Objaw ten, poprzednio już opisany, jest następstwem wylugowania, względnie wypłukiwania przez wodę opadową, czy gruntową zawartą w kamieniu, pewnych składników mineralnych. Przez dłuższe oddziaływanie wody składniki te przetwarzają się na wodorotlenki i przechodzą w stan kolloidalny t. j. stan rozpuszczenia cząstek we wodzie, któremu miążs kamienia nie przeciwstawia już własności filtracyjnych. Woda odparowując, osadza te składniki w zewnętrznej warstwie kamienia, która przez to doznaje zagęszczenia. Najskuteczniej działa tutaj wypłukana krzemionka t. j. wodorotlenek krzemionki w stanie kolloidalnym, bowiem nie tylko sama wiąże hydraulicznie, lecz także wchodzi w związki trwałe z innymi wypłukanymi substancjami.

Podobnie działają węglan wapnia, wodorotlenek żelaza, a nawet przelotnie gips wytworzony przez gazy dymowe. Proces infiltracyjny koncentruje się w dolnej części lica kamienia tak, że górna powierzchnia może przyjmować dalej wilgoć atmosferyczną, która opadając gromadzi się za stwardniałą krustą i w dalszym ciągu prowadzi proces chemicznego rozkładu przy spółdziale mrozu.

c) Wietrzenie organiczne.

Pochodzi od drobnoustrojów roślinnych, które wraz z pyłem unoszącym się w powietrzu dostają się w nierówności zewnętrznych powierzchni murów, tutaj osiadają, kielkują, a rozrastając się rozsadzają substancję materiału budowlanego. Najpowszechniej występują porosty, których plecha (thallus) stanowi splot dwu ustrojów roślinnych mianowicie komórek z gatunku alg (gonidia), zawierających chlorofil, oraz grzybka należącego do gatunku ascomycetes, którego włókna pozbawione chlorofilu oplatają skupienia komórek algi. Oba wymienione organizmy żyją w pewnego rodzaju symbiozie, względnie stosunku pasożytniczym, czego dotychczas ściśle naukowo nie ustalono, a substancje odżywcze jak wodę, bezwodnik węglowy i pewne mineralne składniki czerpią z podłoża.

Pewne porosty, żyjące na czysto kwarcowym kamieniu, pobierają z niego tylko nieznaczne ilości okrzemku, zaś inne substancje potrzebne czerpią z pyłu unoszącego się w powietrzu. Tego rodzaju porosty o skromnych potrzebach życiowych mogą się pojawiać na wszelkich materiałach budowlanych, podczas gdy inne występują tylko na kamieniach wapiennych i krzemianowych. Ten dobór podłoża charakteryzujący wszystkie wogóle ustroje roślinne, stwierdzono też u porostów i tak n. p.

alga „Porphiridium cruentum“ o barwie purpurowej unika betonu, a chętnie osiada na murze kamiennym.

Porosty wapienne, t. j. gnieźdzące się wyłącznie na wapieniach, ustosunkowują się w ten sposób w porach kamienia, że komórki algi wypełniają zagłębienie względnie szczelinę, a włókna grzybka zatykają wlot do niej na powierzchni kamienia. Weiskanie się porostów w głąb materiału odbywa się nie tylko mechaniczną siłą rozrastania, lecz także drogą chemicznego rozkładu substancji zapomocą wydzielonych kwasów; dlatego włókna porostu nie omijają twardszych kryształów, lecz przewiercają je utrzymując tendencję wzrostu prostopadle do lica muru.

Te drobnoustroje w murach ceglanych prawie nigdy nie przerastają poprzez całą ich grubość z powodu dezynfekcyjnie działającego wapna zaprawy. Może się to zdarzyć natomiast w murach z kamienia ciosowego o stosunkowo małej ilości zaprawy wapiennej, lub gdy własność sterylizacyjna wapna została zneutralizowana przez dostanie się do muru kwasu siarkowego, uryny i t. p.

Podobne działanie mechaniczno-chemiczne wywierają ustroje wyższe w szczególności mchy. Po ich usunięciu, na gładkiej pierwotnie powierzchni kamienia pozostają rowki i zagłębienia, oraz rozluźnienia, względnie pokruszona zewnętrzna jego warstwa. Te nierówności dają sposobność do dalszego wietrzenia przez zatrzymywanie się w nich wody atmosferycznej.

W poprzednim rozdziale wspomniano o wytwarzaniu się saletry w murach, do których dostaje się amonjak, z rozkładających się w najbliższym otoczeniu ciał organicznych. Otóż badania wykazały, że proces ten odbywa się nie tylko drogą chemiczną, lecz także przy współdziałaniu pewnych drobnoustrojów grzybkowych oznaczonych mianem „nitromony“.

Pasożytujące na tkance drzewnej grzybnie suchej pruchnicy zazwyczaj nie przedostają się do muru z powodu grubych a krótkich rozgałęzień, natomiast t. zw. grzyb domowy (*Merulius lacrimans*) posiada nitki długie i tak ciekłe, że mogą wnikać w pory muru. Grzyb ten jednak nie znajduje w murze potrzebnej mu substancji odżywczej t. j. węgla i dlatego nie mając warunków rozwoju nie niszczy zwięzłości muru. Mimo to przedstawia niebezpieczeństwo dla całości budynku, bowiem nawet po wymianie zagrzybionych konstrukcji drewnianych łatwo przerzuca się z powrotem na nowe.

Ochrona materiałów budowlanych przed wietrzeniem.

Omawiając wyżej przyczyny atmosferycznego wietrzenia wskazano niektóre sposoby zapobiegania temu przez odpowiedni dobór materiałów konstrukcyjnych i zapraw bądźto na podstawie poprzednich doświadczeń, bądź też prób laboratoryjnych, względnie prób wykonanych na miejscu budowy.

Ogólnie stwierdzono, że najgroźniejszym czynnikiem destrukcyjnym jest woda opadowa i gruntowa, ponieważ wprowadza do muru związki mineralne i organiczne, względnie zawarte w materiale składniki rozpuszczalne, wylugowuje i doprowadza do niszczącej spójności materiału krystalizacji, nadto sama woda jako taka ułatwia rozwój drobnoustrojów roślinnych, a przeistoczona w lód wspomaga proces erozji.

Od najdawniejszych czasów usiłowano zapobiedz temu, ochraniając zewnętrzne powierzchnie budowli przed dostępem wody opadowej tak w samej konstrukcji budowli przez rozszerzanie gzymsów okapowych i odaszeń, znaczne odsuwanie od muru rur deszczowych i akroterji, jak też napawanie powierzchni murów uodporniającymi preparatami.

Isolacja murów od wilgoci gruntowej jest zdobyczą czasów nowszych, przyczem używane tutaj materiały jak asfalt, ołów, szkło, zapewniają zupełną nieprzepuszczalność. Dla ochrony cokołów od odpryskującej wody deszczowej należy unikać okładzin z piaskowca o lepszemu wapiennem i gliniastem, a nawet z pośród kamieni o lepszemu krzemionkowym należy wybierać najtrwalsze.

Pozatem w zastosowaniu kamienia okładzinowego należy przestrzegać pewnych zasad i tak:

1. Materiałom wybitnie porowatym należy dawać pierwszeństwo przed drobnoporowatymi z przyczyn poprzednio opi-

sanych, t. j. ze względu na możliwość rozprzestrzeniania się lodu, nadto ponieważ kamień o strukturze gęstej jak dobry przewodnik ciepła poci się od pary wodnej zawartej w powietrzu, podczas gdy kamień porowaty pozostaje stale suchy, ułatwia wentylację pomieszczeń i daje się lepiej obrabiać.

Natomiast materiały bardzo zbite jak np. niektóre wapienie drobno krystaliczne i marmury posiadają dużą odporność na wpływy atmosfery, bowiem ich struktura nie dopuszcza wody do wnętrza.

2. Nie należy w budowywać kamienia ciosowego dostarczonego świeżo z kamieniołomu, lecz pozostawić jakiś czas dla przesuszenia na wolnym powietrzu w miejscu ochronionem od opadów atmosferycznych.

Również nie należy używać świeżego kamienia łamanego do murów a szczególnie fundamentów, w których jest narażony na działanie kwasów znajdujących się w gruncie.

3. Osadzając kamień w murze należy zwracać uwagę na jego uwarstwienie i nadawać mu takie położenie jakie posiadał w złożu skalnym. Kamień o widocznym uwarstwieniu ułożony w murze płaszczyzną warstwy zwróconą do lica muru wietrzeje szybko z powodu rozsadzania przez lód mniej spoiwystych części międzywarstwowych. Zasada powyższa nie da się przeprowadzić w smukłych formach architektonicznych, a więc kamiennych obramieniach okien, laskowaniach gotyckich i t. p.; tutaj należy używać materiału o strukturze zbitej bez wyraźnego uwarstwienia.

4. Kamienie spękane nawet tylko włoskowato, czy też posiadające niejednostajne zabarwienie rdzawe wskazujące na obecność tlenku żelaza, wreszcie zawierające większe wtrącenia gliny należy wyłączyć od użycia.

W poprzednich rozdziałach wskazano niektóre sposoby i metody, mające na celu uodpornić materiały budowlane na wpływy atmosfery, obecnie omówimy niektóre preparaty służące do ochrony tych materiałów przed wilgocią opadową i gruntową. Jedne z tych preparatów służą do powlekania i napawania materiałów gotowych jak kamień, cegła i beton związany, inne mają zastosowanie jako domieszka do materiałów wytwarzanych na miejscu budowy, jak wszelkie zaprawy i beton w czasie wykonywania.

Do pierwszych należą przede wszystkim powłoki działające tylko przez mechaniczne niedopuszczanie wilgoci do materiału budowlanego, a nie mające z tym materiałem żadnego pokrewieństwa. Należą tutaj powłoki terowe jak Inertol, Nigrit, powłoki bitumiczne jak np. preolit, lub asfalt naturalny, albo żywiczne jak np. Margalit. Preparaty te tworzą na danym materiale warstwę nieprzepuszczalną, która od czasu do czasu musi być odnawiana, gdyż z powodu oksydacji z czasem pęka i odpada.

Preparaty te oczywiście nie nadają się dla materiałów stanowiących części widoczne architektury. W tych wypadkach mają zastosowanie środki impregnacyjne, które ściśle biorąc nie zmieniają zewnętrznej struktury materiałów, lecz tylko zagęszczają ich powierzchnię. Należą tu preparaty oleiste o dużej wiskakliwości jak np. czysty pokost rozcieńczony naftą, lecz przede wszystkim preparaty o składzie częściowo pokrewnym substancji materiału budowlanego, a mianowicie szkło wodne i fluorokrzemiany czyli flutaty, mające nad oleistymi tę wyższość, że przy racjonalnym użyciu nie zatykają zupełnie porów materiału budowlanego, a przez to nie czynią go tak podatnym na rozmarzanie.

Napawanie tymi wszystkimi preparatami winno się odbywać w porze suchej i ciepłej na dokładnie oczyszczonej i umytej powierzchni kamienia. Impregnację rozpoczyna się od rozczynów najrzadszych, aby umożliwić głębokie ich wnikięcie.

Szkło wodne potasowe lub sodowe 33% (pod względem chemicznym krzemian alkaliczny) rozciezcza się 3-ch krotną ilością wagi czystej wody i roztwór ten nakłada się czystym pędzlem malarskim, lub rozpyla pod ciśnieniem powietrza na daną powierzchnię. Ten proceder powtarza się 2—4 razy używając coraz gęstszych roztworów zależnie od chłonności kamienia, jednak nie przekraczając minimalnego stosunku wagi wody do szkła wodnego jak 1 : 1.

Wskazane jest wykonanie poprzednio prób na danym materiale dla wyśrodkowania stosunku roztworu zależnie od szybkości wsiąkania. Nie należy bezwarunkowo dopuścić do zeszkliwienia się zbyt gęstego preparatu na powierzchni materiału, gdyż przez zatkanie porów mogą przyległe warstwy uleść rozmrożeniu. W porównaniu z fluatami szkło wodne przedstawia pewne strony ujemne i chociaż znacznie tańsze i wszędzie do nabycia, nie jest zbyt polecenia godne. W szczególności:

1. Krzemiany alkaliczne wprowadzają w głąb materiału budowlanego prócz krzemionki jako składnika istotnie utrwalającego, także alkalia t. j. sól, względnie potas, które pod wpływem wody i bezwodnika węgla tworzą niebezpieczne sole rozpuszczalne.

2. Powierzchnie kamienia powlekane szkłem wodnym ciemnieją i pokrywają się plamami brunatnymi.

3. Nawet przy bardzo ostrożnej impregnacji roztwór szkła wodnego niejednokrotnie zatyka pory danego materiału.

4. Krzemiany alkaliczne są nierozpuszczalne w wodzie nawet w temperaturze wrzenia, a stają się niemi dopiero pod ciśnieniem, co się da przeprowadzić tylko drogą fabrykacji. Nie mogą więc być dostarczane w stanie suchym, lecz w roztworze z 2-ma częściami wody; stąd znacznie większe koszty transportu. Przytem roztwory krzemionki alkalicznych ulegają rozkładowi nawet w naczyniach hermetycznych. Krzemionka, która jest substancją pożyteczną osadza się, a pozostaje w roztworze pierwiastek szkodliwy t. j. sól, względnie potas. Na powietrzu rozkład postępuje o wiele szybciej pod wpływem bezwodnika węglowego, a podczas mrozu roztwór marznie, rozsadzając naczynie.

Fluaty są to sole fluoro-krzemianowe po raz pierwszy wytwarzane przez M. Kesslera i wyrabiane dotąd w założonej przez niego fabryce w Clermont-Ferrand we Francji. Preparaty te wysyła wytwórnia w formie kryształów w kilku odmianach zależnie od rodzaju i stopnia chłonności danego materiału. Np. dla materiału o średniej chłonności używa się fluatu magnezu w roztworze z wodą o stosunku wagi 2 ilości wody na 1 ilość kryształów t. j. przy 20—25° areometru Baumé; dla materiałów o znacznej chłonności — fluatu „podwójnego“ w roztworze 1 : 1 t. j. 40° Baumé. Preparaty te roztwarzają się w naczyniach drewnianych lub glinianych, w każdym razie nie metalowych, a nakłada się na materiał pędzlem szczecinowym.

Na 1 m² powierzchni do utrwalenia wypada około 300 gr fluatu w kryształach, co kosztuje łącznie z transportem do granicy Francji około 5 franków francuskich. Obecnie wyrabia też fluaty pod nazwą „Lithurine“ firma Hans Hauenschild, Hamburg 1, Chilehaus.

Utrwalone fluatami powierzchnie kamienia takiej twardości, że można je gładzić i polerować. Powstałe z wietrzenia płytkie zagłębienia i odkruszenia naprawia się wypełniając je zaprawą utworzoną z miazgi tego samego kamienia i 1/3 objętości cementu. Po wyschnięciu nakłada się na powierzchnię w ten sposób uzupełnioną serję warstw fluatu przechodząc od roztworów bardzo rzadkich do normalnych 4°, 12°, 20°, 40°, Baumé. Należy przytem zwracać uwagę szczególnie przy początkowych 2 powleczeniach, by kamień natychmiast wchłaniał roztwór, w przeciwnym razie bezwodnik węglowy wydzielany przez nałożoną ciastowatą masę nie znajdując ujścia może obsadzać zewnętrzną stwardniałą warstwę. Jeśli zatem się spostrzeże, że płyn nie wsiąka dość szybko należy przerwać impregnację aż do wyschnięcia kamienia. Dopiero gdy fluat przeniknął przez ciastowatą masę do kamienia, powierzchnię można uważać za utrwaloną, a po jej stwardnieniu można ją wygładzić pumeksem.

Pod względem chemicznym przedstawia proces fluatacji reakcję, przy której wprowadzono w roztworze składniki wraz ze składnikami kamienia tworzą związki nierozpuszczalne w wodzie. Np. działaniem chemicznym fluatu magnezu na kamień wapienny wyraża się następującym równaniem chemicznym: $MgSiF_6 + 2CaCO_3 = SiO_2 + MgF_2 + 2CaF_2 + 2CO_2$. Wytwarzające się połączenia mianowicie krzemionka, fluorek magnezu i wapienia jako nierozpuszczalne w czystej wodzie stanowią substancję utrwalającą, zaś bezwodnik węglowy uchodzi podczas impregnacji wywołując pienie się nakładanego roztworu. Potwierdzenie

tej reakcji otrzymuje się filtrując roztwór fluatu przez ciekłą płytkę porowatego wapienia. Wówczas przesącza się tylko czysta woda, a składniki stałe fluatu pozostają w płytce związane chemicznie z jego substancją.

Piaskowce wapienne składają się z krystalicznych ziaren wapienia stosunkowo twardych i nieprzepuszczalnych spojonych lepiszczem wapiennym miękkim i porowatym. Otóż fluaty utrwalały tylko to słabe lepiszcze omijając ziarna, które utrwala nie potrzebują, z czego wynika znaczna ich oszczędność. Można to stwierdzić na impregnowanym już kamieniu, którego powierzchnia powlekana w dalszym ciągu fluatem nie wytwarza już burzącej się piany. Jeżeli jednak zetrze się pumeksem powierzchnię warstwę i ponownie powlecze fluatem, wówczas burzenie się roztworu fluatu występuje nie na lepiszczu poprzednio nasyconym lecz tylko na ziarnach, które zostały przez pumeksowanie przecięte, jednak ustaje natychmiast, ponieważ ziarna nie są rozpuszczalne.

Wszystkie powłoki i wyprawy z wapna tłustego i hydraulicznego doznają podobnego jak kamienie utrwala nie przez fluatowanie winny jednak poprzednio być należycie suche i związane. Fluatowanie należy przeprowadzać aż do przeniknięcia roztworu do cegły przez całą grubość wyprawy, w przeciwnym razie wyprawa mogłaby pod działaniem naprzemian wody i mrozu oddzielać się od muru. Jest rzeczą zrozumiałą, że utrwalenie wypraw zapomocą fluatu może się opłacać tylko przy fasadach dekoratywnych, których obrobienie przedstawia znaczne koszty.

Budowle betonowe i żelazno-betonowe, których architektura wymaga pozostawienia ich zewnętrznych powierzchni w stanie naturalnym mogą być z korzyścią utrwala nie przy pomocy fluatu magnezu, który utrudnia dostęp wody opadowej do wnętrza konstrukcji i wiąże zawarte w betonie alkalia. Zwłaszcza beton chudy wykonany z cementu powoli wiążącego lub zwiędzłego i skutkiem tego bardzo porowaty i hydroskopijny może być z korzyścią traktowany tym fluatem. Tosamo dotyczy kamieni sztucznych, których głównym składnikiem i lepiszczem jest cement.

Środki wymienione mają na celu zabezpieczenie od zawilgocenia materiałów budowlanych gotowych, względnie już wbudowanych. Oprócz nich istnieje szereg preparatów, które w tym samym celu dodaje się do wszelkiego rodzaju zapraw i betonu, w czasie ich wykonywania. Mają one tę wyższość nad poprzednimi, że utrwala ją nie tylko powierzchnię, lecz także całą substancję i ewentualnie uszkodzenia powierzchni i nie mają wpływu na przepuszczalność materiału. Preparaty te znane pod różnymi nazwami fabrycznymi albo składają się z terowatych względnie bitumicznych substancji zasadniczych jak np. „Biber“, albo są to mydła jak „Heimalol“, które w zaprawie rozszczepiają się chemicznie, wydzielając olej działający ochronnie od wilgoci, albo wreszcie działają tylko zagęszczająco jak tras lub „Zechit“.

W zespolach betonowych dobór odpowiedniej mieszanki składników wpływa znacznie na wytrzymałość kostkową i przepuszczalność. I tak najkorzystniej przedstawia się mieszanka zawierająca najmniejszy możliwie procent przestrzeni pustych. Sposób jej uzyskania opisany w dziele Dra Ryszarda Gruena „Der Beton“ 1926, polega na tem, że żwir przesiewa np. przez 3 rąfy o różnych wielkościach oczek i otrzymuje w ten sposób 4 grubości żwiru. Najgrubszą sortą napełnia się naczynie o pojemności 1 litra i waży. Następnie napełnia się je wodą i waży ponownie; przybytek wagi w gramach daje kubaturę przestrzeni pustych w cm³. Drugie naczynie litrowe napełnia się następną co do grubości sortą przesianego żwiru i waży otrzymując w ten sposób ciężar odpowiadający przestrzeni 1 dm³ = 1000 cm³.

Z naczynia tego przesypuje się do naczynia pierwszego taką część wagi żwiru, która odpowiada otrzymanej w tem pierwszym naczyniu przestrzeni pustej. W uzyskanej mieszance 1 i 2 sorty wyznacza się znowu przestrzeń pustą, którą się ponownie napełnia odważoną ilością sorty trzeciej i t. d. Na podstawie tego badania otrzymuje się rachunkowo najodpowiedniejszy skład mieszanki, do którego można sprowadzić

daną mieszaninę piasku ze żwirem przez stosowne dozowanie poszczególnych sort.

Za podstawę opracowania niniejszej rozprawy posłuży prócz drobniejszych uwag i dat umieszczanych w czasopismach technicznych następujące publikacje:

I. B. Dumas: „Procédé Kessler pour le durcissement des pierres calcaires au moyen des Fluosilicates“ Clermont-Ferrand 1910.

F. B. Froede: „Das Konservieren der Baumaterialien“ Wien 1910.

Prof. Dr. A. Kleinogel: „Einflüsse auf Beton“ Berlin 1926.
A. Letellier: „Etude de quelques gonidies de lichens“ Geneve 1917.

Prof. V. Pollack: „Verwitterung in der Natur und an Bauwerken“ Wien 1923

Dr. Rathgen: „Mörtel im Altertum“ Mitt. des Vereins Deutscher Kalkwerke 1911.

Dr. L. Roese: „Krankheiten und Zerstörungen des Ziegelmauerwerks“ Leipzig.

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

I. Żegluga Śródlądowa.

1. Kwestja.

Postępy w badaniach i budowie jazów, w rozmieszczeniu urządzeń ujęcia wody oraz w połączonych z nimi obiektach żeglugowych.

Wnioski:

1. Co się tyczy jazów ruchomych, — stosowanie typów zasuw na wałkach zatworów walcowych i Stoney'a — stanowi postęp w kierunku widocznego w Europie dążenia do zniesienia parcia na próg, zwiększenia wymiarów zatworów jazowych, oraz ułatwienia i przyspieszenia ich działania zapomocą urządzeń mechanicznych.

Można zaznaczyć również udoskonalenie systemu jazu klapowego zapomocą urządzenia, pozwalającego na układanie go z mostku służbowego bez użycia łodzi.

Jednakże należy zaznaczyć, że układanie z łodzi służbowej było uznane za praktyczne na rzekach zlewni Ohio, gdzie jazy Chanoine'a, szczególnie długie i wysokie są układane wyłącznie z łodzi.

Niezbędnem jest wybieranie formy progu jaknajbardziej odpowiedniej do systemu przyjętego jazu i warunków jego układania.

2. Co się tyczy wysokich przegród składających się ze stałego masywu, które, będąc przeznaczone do wyzyskania energii lub magazynowania wody, mogą jednocześnie być przeznaczone dla żegluga, — to jest pożądane ustalenie prawideł obliczania i wykonania, któreby pozwoliły na budowę różnych typów tych budowli w dających się porównywać warunkach bezpieczeństwa.

W tym celu byłoby pożyteczne stworzenie komisji międzynarodowej wielkich przegród, która miałaby za zadanie zśrodkowanie i uzgodnienie odnośnych badań wykonanych w różnych krajach.

Zresztą utworzenie takiej organizacji było już zdecydowane na Światowej Konferencji Energetycznej w Bazylei we wrześniu r. 1926¹⁾.

3. Co się tyczy obiektów żeglugowych połączonych z jazami, to postępy zostały uczynione w urządzeniu służ zarówno w samym sposobie ich budowy, jak i w urządzeniach mechanicznych.

Dają one rezultaty zadowalniające, oprócz tych wypadków specjalnych, kiedy może zajść potrzeba innego rodzaju urządzenia, a mianowicie podnośnika mechanicznego.

Byłoby wskazane, ażeby kwestja tych specjalnych urządzeń weszła na porządek dzienny przyszłego Kongresu.

4. Dla badania zagadnień hydrotechnicznych wskazane jest z jednej strony korzystanie z metody eksperymentalnej zapomocą doświadczeń w laboratorjach na modelach w skali zmniejszonej.

Zaleca się porównanie tych doświadczeń z bezpośrednimi obserwacjami zjawisk naturalnych, ażeby zbadać w jakiej mierze sprawdza się prawo podobieństwa.

¹⁾ Delegat włoski p. Buonamico zakomunikował, że utworzona w Italji komisja dla badania bezpieczeństwa wysokich przegród, utworzona przez rząd pod wpływem opinji publicznej, zaniepokojonej ostatnią katastrofą, zbadała nadzwyczaj obfity materiał i opracowała bardzo cenny i wyczerpujący operat, tyczący się kwestji bezpieczeństwa przegród.

Z drugiej strony przepuszczalność gruntów i przesączanie wody pod fundamentami jazów przedstawiają zjawisko nadzwyczaj ważne.

Byłoby pożądane, ażeby te zagadnienia były włączone do programu najbliższego Kongresu²⁾.

2. Kwestja.

Eksplatacja techniczna i handlowa dróg wodnych.

Organizacja transportów. Tabor żeglugowy. Dochody i wszelka produkcja: opłaty, myta, taryfy, energia elektryczna, nawodnianie i t. p.

Wnioski.

Organizacja transportów.

A) W celu urzeczywistnienia możliwie lepszej organizacji handlowej transportów, wykonywanych przez przedsiębiorstwa poszczególne, zaleca się:

1. Urządzanie biur lub giełd towarowych w celu ułatwienia wyszukania ładunku i zawarcia umowy przewozowej.

2. Ustalenie typu umowy przewozowej oraz listów przewozowych.

B) Należy ułatwiać wymianę ładunku pomiędzy kolejami i drogami wodnymi. Pod tym względem Kongres potwierdza wnioski Kongresu V w Paryżu w r. 1892.

C) Należy również w celu ułatwienia przewozów międzynarodowych, uprościć, o ile tylko można, wszelkie formalności niezbędne dlatego, by żegluga mogła się odbywać bez przeszkód (wzajemne uznawanie ważności różnych dokumentów żeglugowych, jako to: upoważnień żeglugowych, świadectw oględzin taboru, świadectw fachowości personelu i t. p.).

Tabor.

Zaleca się stopniową zamianę statków o formie prostokątnej na statki o formach racjonalnych dobrze odpowiadających warunkom technicznemu drogi wodnej. Formy te winne mieć na celu zmniejszenie oporu statków trakcji bez zbytecznego zmniejszania ich ładowności, oraz dążyć do możliwego obniżenia kosztów budowy.

Ze względów na ułatwienie przewozów międzynarodowych, Kongres zaleca wziąć pod uwagę ujednostajnienie pomiędzy sąsiadującymi państwami typu skrajni (gabarytu) sieci dróg wodnych w celu ułatwienia jego wprowadzenia stopniowego wszędzie, gdzie to będzie pożyteczne i możliwe.

Trakcja.

Używanie holowników jest ogólnie uznane jako dające dobre rezultaty dla trakcji na rzekach.

Zaslugują na uwagę korzyści, jakie zdają się dawać holowniki z motorami Diesel'a, których jednak prowadzenie oraz utrzymanie może być powierzane tylko personelowi szczególnie wykwalifikowanemu.

²⁾ W kwestji tej prof. Smrek (Czechosłowacja) przytaczał obszerne doświadczenie laboratoryjne z politechniki w Bernie, mające na celu studjowanie działania fali podmywającej jaz w stałych jazach przelewowych.

Jednakże inż. Lelawski (Egipt) wskazał, że dla jazów budowanych na alluwium daleko ważniejszą jest sprawa przesączania się wody pod fundamentem, która nie może być badana w laboratorjum, a to zmniejsza ogromnie znaczenie doświadczeń trwałości jazów na modelach.

Na kanałach, gdzie istnieje ruch regularny i dość znaczny, trakcja mechaniczna może być zalecona.

Gdy tylko napięcie ruchu to uzasadnia — holowanie mechaniczne zapomocą elektrowozów na szynach daje rezultaty zadawalniające.

Gdy holowanie mechaniczne jest zaprowadzone, wskazane jest w celu zapewnienia bezpieczeństwa, szybkości i sprawności ruchu — a z drugiej strony w celu osiągnięcia równowagi finansowej przedsięwzięcia — stosując opłaty umiarkowane uczynić ten rodzaj trakcji obowiązującym dla wszystkich statków, idących daną drogą wodną.

System łańcucha leżącego na dnie (touage) pomimo zależności, która z nim jest związana, pozostaje w pewnych specjalnych wypadkach, gdzie jest stosowany — sposobem trakcji ekonomicznym na rzekach, zwłaszcza gdy główny przewóz wykonywany jest w górę, — a nawet na pewnych poszczególnych odcinkach kanałów.

Myto (Péage).

Myto nie powinno być zaprowadzane w celach fiskalnych.

Tam, gdzie istnieje, winno stanowić słusze wynagrodzenie za okazane świadczenia. Przy ustaleniu jego wysokości należy przyjmować pod uwagę dochody z irygacji, sprzedaży energii hydroelektrycznej i t. d. we wszystkich tych wypadkach, gdy droga wodna jest wykorzystana w tych różnych celach.

1. Komunikat.

Położenie, wymiary, urządzenie i wyposażenie portów rzecznych żeglugi śródlądowej. Połączenie z kolejami. Sprawy celne i sanitarne. Obrona przeciw lodom.

Wnioski.

Położenie etc.

Można rozróżnić trzy rodzaje portów rzecznych: porty morskie rzeczne, gdzie się dokonywa przeładunku ze statków, morskich na rzeczne, porty urządzone wzdłuż brzegów rzeki oraz porty basenowe.

1. Porty morskie rzeczne, pod względem ich stosunku do dróg wodnych śródlądowych winny być uważane jako wielkie punkty przeładunkowe oraz sortownie. Podchodzenie barek do burt wielkich statków morskich winno być łatwe i bezpieczne.

Urządzenia charakterystyczne dla tych portów polegają na dukalbach (duc d'Albe), pławach (beczkach) zakotwionych, pontonach pływających oraz dźwigach portalowych posiadających ramiona znacznej długości (czasem do 30 m), pozwalające na przeładunek bezpośredni ze statków morskich na barki i odwrotnie.

2. Brzegi dróg wodnych nadają się korzystnie do wykorzystania dla portów w wypadkach, gdy nie stoją temu na przeszkodzie warunki miejscowe, jako to: konieczność zachowania na czas przyborów zatapialnego koryta wód wysokich, zbyt wielka chyżość prądu, trudność połączenia z drogami lądowymi lub konieczność zachowania ciągłości drogi holowniczej.

Dla rzek o silnych wahaniami poziomów zaleca się używanie pontonów pływających połączonych z terenem przybrzeżnym zapomocą mostków zwykłych lub wyposażonych w kolejkę żelazną, oraz wybrzeży o kilku piętrach, używanych odpowiednio do stanów wody.

3. W wypadkach, gdy wykorzystanie brzegów rzeki jako portu nie jest możliwe, lub gdy jest tak daleko posunięte, iż dalszy rozwój portu nie może być zapewniony w dostatecznej mierze, należy brać pod uwagę budowę portów basenowych.

Wykorzystanie w tym celu opuszczonych ramion rzeki jest ze względów oszczędnościowych wskazane.

Wylot basenów do rzeki winien być skierowany, o ile można, po stycznej do jej kierunku w linii prostej lub przy brzegu wklęsłym, być dogodny dla ruchu statków oraz ich wzajemnej widzialności. Wylot winien znajdować się poniżej basenów, zarówno ze względów na zapiaszczenie, jak i na ruch statków oraz usuwanie lodów.

W wypadkach basenów podłużnych, równoległych do rzeki, urządzenie wejścia położonego od góry rzeki i zaopatrzo-

nego w służbę i zatwory może być bardzo korzystne. Jest ono szczególnie wskazane w portach dla spławu drzewa.

Rozplanowanie „w kształcie grzebienia“ jest szczególnie korzystne dla wielkich portów, zarówno z punktu widzenia stopniowego rozwoju, jak i pod względem dogodności połączeń z kolejami i rozwoju wybrzeży. Rozplanowanie w „kształcie wideł“ lub „jak palce u ręki“ mogą zasługiwać na uwagę.

Długość basenów nie powinna być zbyt wielka, by nie przeszkadzać zbyt ruchowi statków. Szerokość basenów nie powinna nigdy być mniejsza od czterokrotnej szerokości statków. Korzystne jest przyjąć dla niej cyfrę wyższą.

Szerokość terenów portów handlowych winna być określona według spodziewanych przewozów, a dla portów przemysłowych należy ją oznaczać szczerze ze względu na ułatwienie możliwości swobodnego rozwoju zakładów przemysłowych.

Wyposażenie.

Korzystne jest wprowadzenie w portach o wielkim ruchu specjalizacji różnych odcinków wybrzeża lub basenów, pozwalającej na zaprowadzenie wyposażenia odpowiedniego dla danych przewozów.

Pewne odcinki wybrzeży lub basenów mogą wtedy być przeznaczone dla przewozów mieszanych.

Połączenie z kolejami żel.

Obsługiwanie portu przez kolej żelazną winno na szeroką skalę uwzględniać przyszły rozwój. Konieczność urządzania stacyj rozrządowych poza terenami portowymi winno być szczególnie brane pod uwagę.

Obrona przeciwko lodom.

W celu obrony przeciwko lodom należy uciekać się do urządzania portów zimowisk, lub w ich braku, do ekonomicznego zaopatrzenia ramion lub zatok drogi wodnej w izbice, rzędy pali i wały ochronne.

Życzenia.

1. Pożądane jest, ażeby temat obejmujący budowę i eksploatację portów żeglugi śródlądowej był wprowadzony do programu przyszłego jako kwestja.

2. Oprócz badania spraw wyżej wymienionych, zasługują na szczególniejszą uwagę, między innymi rozwiązanie zagadnienia technicznego wybrzeży piętrowych na rzekach o dużym wahaniami poziomów, oraz racjonalnego rozmieszczenia portów zimowisk na rzekach, gdzie mają miejsce silne pochody kry.

II-gi Komunikat.

Środki przedsiębrane w ostatnich latach w celu zmniejszenia przerw żeglugi na kanałach i rzekach skanalizowanych.

Wnioski.

1. Przeszkody wywoływane zamarzaniem.

1. Zapowiedź prawdopodobnej daty zamarzania oraz ruszenia lodów na rzekach i kanałach, a także przewidzenie formowania się zatorów i lodu dennego zasługuje na wielką uwagę, pozwalając na pełniejsze wykorzystanie okresu żeglugi swobodnej. W celu zwiększenia tego wykorzystania pożądane jest prowadzenie obserwacji całokształtu zjawisk i głębszych badań mianowicie w dziedzinie meteorologii w celu podniesienia stopnia prawdopodobieństwa przepowiedni.

2. W razie mrozu ruch może być często wznowiony zapomocą specjalnych statków, łamaczy lodów, lub zapomocą zastosowania do tego celu zwykłych statków transportowych.

Łamanie lodu ciężarem wskakującego nań statku, lub przez podnoszenie powodujące jego pęknięcie — daje lepsze skutki niż krajenie go jak pługiem z odrzucaniem kry na stronę.

Otrzymano rezultaty korzystne przez umieszczenie śruby parowca na jego dziobie, gdyż powodowany przez nią wstrząs wpływa na pęknięcie lodu.

3. Materiały wybuchowe były używane z powodzeniem głównie na krótkich dystansach oraz przy znacznej grubości lodu.

4. Topienie lodu zapomocą miejscowego nagrzewania oddaje usługi czyto dla rozdrobnienia wielkich bloków lodu, czyto dla oswobodzenia zamkniętych przez lody statków, czyto dla oczyszczenia z lodu obiektów żeglugowych, jak wrota służowe.

W pewnych wypadkach wpuszczanie do wody zgęszczonego powietrza pozwala na opóźnienie zamarzania.

5. W innej zupełnie dziedzinie — przy wyborze typów budowli, przeznaczonych dla celów żeglugi, w szczególności jazów — należy brać pod uwagę sprawność ich działania na wypadek mrozu, tak, ażeby nie być zmuszonym do przedwczesnego ich układania.

6. Jest do życzenia wyrozumiała organizacja ubezpieczeń, mająca na względzie zabezpieczenie statków od ryzyka awarii wywołanych przez krę. Należy starać się o wydanie przepisów dla żeglugi w czasie krytycznych okresów zamarzania i ruszania lodów, w celu ułatwienia towarzystwom asekuracyjnym zabezpieczenia ich ryzyka.

7. Prawidłowe rozmieszczenie portów zimowisk na rzece, niosącej krę, może silnie zmniejszyć długość zimowej przerwy żeglugi.

II. Skutki wezbrań.

1. Regulacja rzek i budowa zbiorników ma wpływ na długość przerw żeglugi wywołanych przez wezbrania. Należy

do przyjmować pod uwagę nawet wtedy, gdy przegrody są budowane w innych celach, niż dla regulacji rzek.

2. Należy zalecić, by wybór miejsca słuz i podejścia do nich był starannie przestudjowany, ażeby uniknąć wywoływania przez wezbrania ich zanoszenia piaskiem.

III. Utrzymanie i wyposażenie.

Osiągnięto godne uwagi postępy w dziedzinie wykonania technicznego robót mających na celu uniknięcie dłuższych przerw żeglugi.

Należy wymienić w szczególności używanie ruchomych tam, pozwalających na izolowanie i opróżnienie krótkiego odcinka kanału na przeciąg kilku tylko godzin dziennie w celu wykonywania roboty w korycie kanału;

wykonywanie lewarów bez opróżniania stanowiska kanału; specjalne urządzenia dla budowy przy pełnej wodzie wybrzeży, ubezpieczeń brzegowych z muru oraz z oskałowania, a także najkorzystniejsze sposoby ich konserwacji;

osiągnięcie nieprzepuszczalności wałów przez stosowanie zasłony (ecran) betonowej. (Dok. nast.)

Dr. M. Thullie.

Międzynarodowe przepisy żelbetowe.

Dnia 4 lipca b. r. odbył się w austr. Tow. inż. i arch. w Wiedniu odczyt Dr. Bendla z Zurychu, który przedstawił porównanie przepisów 17 państw europejskich i amerykańskich i mówił o możliwości ich uzgodnienia. Przewodniczący zebrania Dr. Emperger przysłał mi sprawozdanie z tego wykładu, którym się chcę z czytelnikami podzielić.

Ważną różnicę stwierdzić należy między przepisami najważniejszej ilości państw a francuskimi, które podają tylko całkiem ogólne zasady i wskutek tego mogły pozostać niezmienione od r. 1906 aż do dnia dzisiejszego, pomimo ogromnego postępu ostatnich dwudziestu lat. Przeważna część innych państw, a między niemi i Polska, starały się w przepisach wchodzić bardziej w szczegóły, wskutek czego były zmuszone po 5 do 10 latach wydawać nowe dostosowane przepisy. Te dwa rozmaite zapatrywania, które zresztą dotyczą wogóle całego zakresu budownictwa, dzielą Szwajcjarję na dwa obozy. Ona też występuje jako pośredniczka. A gdy Anglja i Belgja oświadczyły się za szczegółowymi przepisami, Szwajcjarja chciałaby tę sprawę w ten sposób uregulować, by przy międzynarodowych przetargach można oferty porównywać bez badania odmiennych podstaw statycznych. Należałoby starannie unikać przepisów, które stoją na przeszkodzie postępowi technicznemu i które regulują kwestje nie dość jeszcze dokładnie zbadane jak np. gdy policja budowlana w Frankfurcie zakazała w r. 1901 uzbierania słupów betonowych, albo gdy dziś przeważnie w przepisach zakazuje się bez uzasadnienia uzbrojenia większego niż 3% w słupach uzwojowych.

Dr. Bendel omawiał na podstawie tablic i wykresów następujące kwestje: I. Z działu statycznego obliczenia: 1. ciężar własny; 2. ciepłota; 3. zyskanie się; 4. płyty; 5. rozdział ciśnienia ciężaru skupionego; 6. szerokość użyteczna płyty; 7. stosunek „n”; 8. wykonanie. II. Z działu kontroli tworzywa: 1. granulometria żwiru i piasku; 2. mieszanie i wnikanie; 3. ilość wody; 4. przepowiadnia wytrzymałości. III. Jako przykładu użył on mostu w Gmünd. IV. Zestawienie prawnych wywodów przepisów.

Prelegent dla każdego punktu podał całkowite zestawienie wszystkich przepisów i wyciągał z tego wnioski. Co do wysokości naprężeń dopuszczalnych twierdzi on, że do ich ocenienia brakuje jeszcze najważniejszego założenia, dokładnego wyznaczenia jakości betonu i stopnia bezpieczeństwa budowli. Można będzie o tem dopiero wtedy myśleć, gdy zostaną ustalone sposoby badania wpływów na wytrzymałość i dobroć betonu.

Dla międzynarodowego uregulowania sprawy trzeba będzie przebyć jeszcze dwa stopnie. Jako pierwszy stopień należałoby ustalić zasady obliczenia, jak to się stało w przepisach fran-

cuskich, a to bez wchodzenia w szczegóły. Wychodząc z tych wspólnie uznanych zasad może teraz każdy kraj wydawać przepisy szczegółowe mniej lub więcej dokładne. Drugim stopniem byłoby ujednostajnienie badania i kontroli betonu. Znaczne trudności następują tu rozmaite jakości cementu i kamienia, i różnica wzorów dla przepowiadni co do wytrzymałości betonu. Już ta okoliczność, że kraje, położone w górnym biegu rzek, mają kamień z małą ilością piasku, a położone przy ujściu mają prawie sam piasek, sprawia znaczną różnicę. Jednak te usiłowania nie są nieziszczalne i stwierdzają znaczne zbliżenie na tem polu w ostatnich latach, podobnie jak na polu normalizacji. Nie należy się spodziewać, aby dojść mogło do wydania jednobrzmiących przepisów we wszystkich państwach, ale już obecnie jesteśmy na drodze uzgodnienia przepisów w najważniejszych punktach, a prawdopodobnie kongres, który ma się odbyć w jesieni w Amsterdamie, zbliży nas do tego celu, a przynajmniej zapoczątkuje współpracę.

Po wykładzie odbyła się dyskusja, w której podniesiono kilka ważnych punktów. Najprzód zawierają często przepisy wiele drobiazgów, które się same przez się rozumieją, gdyż wszyscy są co do nich zgodni. Należałoby dążyć do równego podziału materiału i równoczesnego odnowienia przepisów. Drugi punkt widzenia obejmuje te wszystkie ważne kwestje, które są wprawdzie już wyjaśnione, ale które można rozmaicie wykladać. Trzeci wreszcie obejmuje kwestje obecnie jeszcze otwarte, w których należy się tylko umówić co do współpracy przy projektowanych doświadczeniach.

Dotąd wydaje każde państwo swoje własne, niezależne od innych przepisy. Byłoby już wielkim postępowaniem, gdyby udało się uzgodnić termin, do którego należy przygotować przepisy, odpowiednie postępowi wiedzy. Dr. Bendel oświadczył, że w Szwajcjarji obowiązują przepisy żelbetowe kilku urzędów podobnie jak w Polsce i że teraz są starania, by je ujednostajnić. Prof. Dr. Kral zwrócił na to uwagę, że w Jugosławji w niektórych częściach obowiązują przepisy austriackie z r. 1918, w Chorwacji zaś inne przepisy z r. 1917 a w Serbji trzymają się przepisów niemieckich z r. 1925. Przedstawiciele Czechosłowacji i Węgier oświadczyli, że zamierzone tam jest wydanie nowych przepisów. W wielu państwach jak w Anglji przepisy są przestarzałe albo wymagają ujednostajnienia, a nawet we Francji życzą sobie nowych przepisów. Obecnie więc jest czas na omówienie międzynarodowe tej sprawy, aby ewentualne zmiany nie bardzo od siebie odbiegały. Nowe przepisy mają Stany Zjednoczone (1924), Niemcy (1925), Austrja (1927). Już te przepisy nie bardzo różnią się między sobą. Wyłonił się wniosek, aby się zgodzić na wydawanie nowych przepisów co lat

osiem. Do przyszłego kongresu badania materiałów w r. 1932 powinnyby wszystkie państwa przedłożyć wnioski do zmiany swych przepisów, któreby należało odnawiać co drugi kongres. W interesie postępu technicznego należałoby przepisy żelbetowe stylizować możliwie elastycznie, a to tem bardziej, im więcej się wchodzi w szczegóły. Wogóle byłyby przepisy przez 4 lata zupełnie odpowiednie, a następne 4 lata wystarczyłyby do zebrań zarzutów i wykonania doświadczeń dla ich osądzenia.

Na zebraniu było obecnych wielu profesorów politechnik z Pesztu, Pragi, Berna, szkół technicznych austriackich i nie-

mieckich i wielu zawodowców. Na wniosek Dr. Saligera zebranie uchwaliło potrzebę daleko idącej normalizacji obliczeń i wykonania, a to w interesie tak przedsiębiorców budujących jak i władz. Zebranie powitało wszystkie usiłowania ujednostajnienia międzynarodowego przepisów przy całkowitem uwzględnieniu właściwości tak materiałów jaki sposobu budowy poszczególnych krajów. Zebranie uważa, że teraz już możliwym jest międzynarodowe uregulowanie podstaw żelbetnictwa w rozmaitych szczegółach, jak np. w nomenklaturze i prosi Dr. Bendla, by na kongresie w Amsterdamie postawił odnośne wnioski.

Wiadomości z literatury technicznej.

Budownictwo.

— **Przewietrzanie silów.** Pisze się teraz często o projektowaniu elewatorów i silów w Polsce. Ważną przytem jest rzeczą, by przez wentylację, urządzoną w ścianach siła uchronić jego zawartość od zepsucia. Chodzi tu głównie o zboże i sład. Ważność tej kwestji ilustruje fakt, że jeszcze przed kilku laty Niemcy ponosiły corocznie stratę wskutek zepsucia zboża w siłach wartości 250 mil. marek. Dla Polski rolniczej ważną też jest rzeczą, by zboże tak zamagazynować, by przy stosownej koniunkturze można je natychmiast sprzedać. W Wiedniu zbudowano olbrzymie siło dla fabryki chleba Mandla według systemu Ranka. Tak samo budują większe browary austriackie siła dla sładu, które mogą być przewietrzane. Nasi cywilni inżynierowie i władze, projektujące siła, powinni się tem zainteresować tu w Polsce. Dr. Emperger (Wiedeń I. Dominikanerbastei 4) oświadczył mi gotowość przysłania projektów względnie wypracowania planów w danym wypadku.

Drogi.

— **Zastowanie krzemianu sodowego do budowy dróg.** Pod tym tytułem wygłosił inż. B. Rożański odczyt na wojewódzkim zjeździe inżynierów drogowych w Kielcach 5. marca 1927, który zamieszcza *Przegląd Techniczny* w zeszytce 22. z 1. czerwca 1927.

Autor omawia w krótkości cechy dróg betonowych i bitumicznych, podnosząc ich kosztowność i zaznacza, że równocześnie z rozwojem budowy tych dróg podjęto próby i badania, zdążające do ulepszenia dróg sposobem mniej kosztownym. Badania takie dały wyniki zachęcające i wobec tego istnieje już sieć dróg bitych, do budowy których użyto wyłącznie wapieni miękkich lub półtwardych, związanych w jedną całość zaprawą z piasku (miału) wapiennego i krzemianu sodowego.

Nawierzchnia drogi jest tu gładka, jednolita, nieprzepuszczalna dla wody, zużywa się równomiernie, daje mniej kurzu i błota, posiada 3 do 5-krotną trwałość, kosztuje mniej, a zastosowanie krzemianu umożliwia użycie do budowy nawierzchni miękkich wapieni.

Autor przytacza następnie wyniki, osiągnięte z taką nawierzchnią dotychczas, opierając się na artykułach, drukowanych w ostatnich latach w *Annales des Ponts et Chaussées*, *Le Génie Civil* i *Bulletin de l'Association Internationale Permanente des Congrès de la Route*.

Odośne ustępy wywodów mówią o badaniu odcinków próbnych, wynikach badań laboratoryjnych, dozoru krzemianu, wielkości tłucznie, wpływie warunków klimatycznych, sposobie wykonania, kosztach i granicy stosowania krzemianu sodowego.

— **Statystyka ilości samochodów.** *Nowiny Techniczne* (nr. 18 z 4 V. 1927) podają za *Automobile Industrie*, że 1 stycznia 1927 na świecie było w użyciu 27,507.967 samochodów osobowych, ciężarowych i autobusów.

Na pierwszym miejscu statystyki figurują Stany Zjednoczone A. P. z 22,046.957 samochodami. Potem następuje wielka luka i dopiero Anglja liczy ich 984,368, Francja 901.000, Ka-

nada 820.222, Niemcy 318.800, Włochy 150.000, Belgja 130.000, Szwecja 99.200, Hiszpanja 85.000, Holandia 65.000, Danja 63.000, Szwajcarja 51.560, Norwegja 30.220, Austria 27.305, Czechosłowacja 23.389, Polska 16.554, Portugalia 15.300, Jugosławja 8.400, Rosja 7.000, Turcja 4.800, Bułgarja 2.500, Estonia 1.700, Łotwa 1.600, Litwa 727.

W Polsce przy zaludnieniu, liczącem 27,263.924 głów przypada na województwo Białostockie 275 samochodów, Kieleckie 480, Krakowskie 1.252, Lubelskie 315, Lwowskie 966, Łódzkie 1.133, Nowogrodzkie 80, Poleskie 68, Pomorskie 1.185, Poznańskie 2.966, Śląskie 1.926, Stanisławowskie 196, Tarnopolskie 57, Warszawskie 1.123, Komis. Rządu na m. st. Warszawę 3.794, Wileńskie 245 i Wołyńskie 132.

Ponadto posiada Polska 2.022 motocykli i 79 innych pojazdów mechanicznych.

— **Pierwsza polska fabryka samochodów.** Inż. K. Gierdziejewski wygłosił dnia 22 kwietnia b. r. w „Stowarzyszeniu Techników Polskich w Warszawie“ ilustrowany przezroczami odczyt o pierwszej polskiej fabryce samochodów zakładów mechanicznych „Ursus“ w Czechowicach.

W Polsce przypada na 1 samochód 1.400 mieszkańców, gdy w Stanach Zjednoczonych P. A. 6. W każdym razie rozwój automobilizmu u nas ma wielkie widoki. Produkcja nowej fabryki będzie oparta na surowcach krajowych, biura konstrukcyjne opracowują własne typy samochodów, na razie liczą na wytwór 700 samochodów rocznie. Samochody tej firmy okażą się dopiero w lecie 1928 r. Inż. A. W. Krüger.

BIBLIOGRAFJA.

Książki nadesłane. *Deuxième Congrès International de la Presse Technique.* Rome 29, 30 Septembre et 1-er Octobre 1926.

Rocznik statystyczny przewozu towarów na P. K. P. według poszczególnych rodzajów towarów za rok 1926. Część I. Warszawa 1927.

Dzieła i czasopisma, kupione na własność Biblioteki Politechniki Lwowskiej w pierwszym kwartale 1927 r. (C. d.)
66. Mieczynski T. Organizacja rolnictwa i stosunki rolnicze w Stanach Zjednoczonych Półn. Ameryki. Kraków, 1926. Str. 116. — **67.** Współpraca rządu ze sferami gospodarczymi państwa. Warszawa, 1927. Str. 101. — **68.** Broschat E. Der Behälterbau. Leipzig, 1926. I. Bd. — **69.** Gronwald E. Zentrifugal-Ventilatoren. Berlin, 1925. St. VIII. 178. — **70.** Löschner H. Instrumente der praktischen Geometrie. Wien, 1926. St. 145. — **71.** Schaefer Cl. Die Prinzipie der Dynamik. Berlin, 1919. St. 76. — **72.** Brown-Boveri. Überdruckbeschauelung. 1926. St. 2. Tf. 1. **73.** Rosenberg P. Der Holzfangrechen an der Salzach bei Hallein. Wien, 1924. Ot. 5. — **74.** Gary M. Beton u. Eisen in Mauerwerk und Mörtel. Berlin, 1917. St. 24. — **75.** Gary M. u. Rudeloff M. Eigenschaften von Stampfbeton. Berlin, 1917. St. 55. (C. d. n.)

Do niniejszego zeszytu dołącza się wyczerpujący katalog nowszej literatury, z zakresu budownictwa drewnianego, wydany nakładem Juljusza Springera we Wiedniu.