

TREŚĆ: Odezwa. — Prof. Dr. M. Thullie: Słupy żelazne obetonowane. — Dr. Inż. T. Niemczynowski: Opór warstwy węgla. (Ciąg dalszy). — A. W. Jaką powinna być organizacja służby drogowej P. K. P.? — Sposób obliczenia datku za nadmierne zużycie drogi. — Wiadomości z literatury technicznej. — Recenzje i krytyki. — Bibliografja. — Różne sprawy. — Sprawy Towarzystwa.

ODEZWA.

Chcąc dać dowód wdzięczności dla swego długoletniego Profesora - Wychowawcy i szczerego Przyjaciela ś. p. Prof. Dr. h. c. Karola Skibińskiego, zmarłego 15 maja 1922 r. oraz złożyć hołd Jego Cieniom w 5-tą rocznicę śmierci młodzieży Politechniki Lwowskiej, zrzeszona w Związku Studentów Inżynierji postanowiła wzniesić nagrobek na mogile ś. p. Prof. Dr. h. c. K. Skibińskiego, na cmentarzu Łyczakowskim we Lwowie.

Skromne fundusze jakimi rozporządzamy nie pozwalają nam niestety na zrealizowanie tej myśli własnymi siłami. Dlatego też zwracamy się z gorącą prośbą o poparcie naszej akcji do Ogółu polskich Inżynierów, nie tylko byłych Studentów ś. p. Prof. Dr. K. Skibińskiego, lecz również do Wszystkich Tych, którym nie obce jest nazwisko Tego, który sławę polskiego imienia rozniósł daleko po szerokim świecie, do ostatniej Swjej chwili wysoko niosąc sztandar polskiej wiedzy technicznej.

Wzniesienie nagrobka na cmentarzu Łyczakowskim będzie nie tylko wyrazem hołdu całego Społeczeństwa akademickiego dla Świetlanej Postaci Zmarłego, nie tylko trwałym wskazaniem, że tam spoczywa Największy z Pionierów polskiej myśli technicznej, lecz będzie stwierdzeniem, iż zdobycze techniczno-naukowe są tak ważne dla Społeczeństwa, że Tym którzy całe swe życie twórczym technicznym wysiłkom poświęcili, miejsce wśród najbardziej Zasłużonych i najświetniejszych Ojczyzny Synów słusznie się należy.

Będąc głęboko przekonani, że apel nasz nie pozostanie bez echa, prosimy o nadsyłanie datków pod adresem: Komitet budowy nagrobka ś. p. Prof. Dr. K. Skibińskiego — pod protektoratem Jego Magnif. Prof. Dr. O. Nadolskiego Rektora Politechniki Lwowskiej — Lwów — Politechnika, konto czekowe P. K. O. Nr. 153.350.

Za Komitet budowy nagrobka ś. p. Prof. Dr. h. c. K. Skibińskiego

Inż. Franciszek Wojnarowski, mp.

asystent Politechniki Lwowskiej przewodniczący
Związku Stud. Inżyn.

Inż. Eugenjusz Zaczyński, mp.

asystent Politechniki Lwowskiej przewodniczący
Komitetu.

Ludwik Kowalski mp.
sekretarz Komitetu.

Popierając jak najgoręcej szlachetną inicjatywę Związku Słuchaczy Inżynierji Lądowej i Wodnej Politechniki Lwowskiej, Wydział Towarzystwa Politechnicznego na posiedzeniu w dn. 6 grudnia b. r. uchwalił złożyć na ten cel kwotę 500 zł. i zaapelować gorąco do ofiarności członków, by choć drobnymi datkami przyczynili się do zrealizowania zamierzeń Komitetu. Listę ofiarodawców wyłożono w Sekretarjacie Tow. Polit.

Prof. Dr. Maksymilian Thullie.

Słupy żelazne obetonowane.

W budownictwie używa się często słupów żelaznych obetonowanych, przyczem procent żelaza wynosi 8% i więcej, Robi się to po części dla ochrony żelaza od ognia i rdzy, po części dla zwiększenia wytrzymałości.

Dla zbadania wytrzymałości takich słupów wykonał Dr. Emperger¹⁾ szereg doświadczeń i doszedł do wniosku, że wytrzymałość na wyoboczenie słupa żelaznego należy powiększyć jeszcze o wytrzymałość kostkową betonu. Doświadczenia te były jednak za mało liczne, by można było uważać zdanie Empergera za udowodnione.

Pomijam nieliczne doświadczenia Sachsa i Pohlmana²⁾, Witheya³⁾ a zastanowię się tu nad licznymi doświadczeniami które w tej kwestji wykonali Talbot i Lord w uniwersytecie w Urbanie, Illinois⁴⁾.

Słupy żelazne (rys. 1) składały się z 8 kątówek $\frac{76 \times 64}{8}$ łączonych wstęgami 13.7 cm szerokimi, w odstępach 40.6 cm. Słupy te wzmocniono betonem wedle rys. 2 albo też ze względu na ogniotrwałość wzmocniono wedle rys. 3, przyczem niektóre z nich zaopatrzone owinięciem. Aby stwierdzić wpływ wysokości,

badano słupy o wysokości $h=0.61, 1.42, 3.05, 4.67$ i 5.89 m (tabl. I), zmieniano też i stosunek mieszanki betonu i przyjęto 1:2:4, 1:3:6 i 1:1:2. Wskutek tego jednego typu, wysokości i tej samej mieszanki próbowano zwykle dwa a tylko wyjątkowo 3 słupy, co jest za mało i co stanowi ujemną stronę tych doświadczeń. Żelazo badane na ciągnięcie miało wytrzymałość 4360 a granica ciastowatości była przy 2800 kg/cm^2 . Dla słupa l. 1 otrzymano $\sigma_c = 2980$, więc nieco więcej, ale mamy tu do czynienia tylko z jednym doświadczeniem. Przy $h=1.42$ już występuje wpływ wyoboczenia bo tu $\sigma_c = 2401 \text{ kg/cm}^2$.

Tablica II.

l. p.	h	$\frac{l}{i}$	P całkow.	σ_c
1	0.61	6.1	250840	2980
2, 3	1.42	14.4	201665	2401
6, 7, 8	3.05	30.8	189500	2258
11, 12	4.67	47.2	168755	2040
15, 16	5.89	59.5	163110	1943

Z tabl. II widzimy dokładnie wpływ wyoboczenia. Jeżelibyśmy wykreslili te wyniki, to punkty dla σ_c leżą na linii prostej, której równanie $\sigma_c = 2540 - 10 \frac{l}{i} \dots \dots \dots 1$.

Jeżeli słupy zabetonujemy wedle typu II (rys. 2, to wytrzymałość ich wzrasta wskutek zabetonowania), a więc różnicę wytrzymałości niesie beton. Z rubr. 14 tabl. I widzimy, że dla mieszanki 1:2:4

¹⁾ Handb. f. Eisenbeton III. Aufl. T. I. str. 434.

²⁾ Handb. f. Eisenbeton III. Aufl. T. I. st. 436.

³⁾ Bulletin of the University of Wisconsin: Tests of reinforced concrete columns 1911.

⁴⁾ Sprawozdanie Nr. 56 Tests of columns. An investigation of the value of concrete as reinforcement for structural steel columns 1912.

Tablica I.

dł i	2	Ustrój słupa	Wy- sokość h m	l i	Stosun- ek miesz- niny betonu	Wiek dni	Pow. przekroju w cm ²		Ciężar łamiący w kg		Napężenia przy złamaniu w kg/cm ²			Wytrzymałość kostkowa po 60 dniach		σ _b σ ₁	U w a gi		
							F _b	F _s	całkow. żelazny	na słup beton	σ _s że- lazo	σ _b beton	średnio	σ ₁ średnio					
1			3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1		żelazny t. I (rys. 1)	0 61	6 1	—	—	84	—	250840	—	—	2980	—	—	—	—	—	—	—
2		"	1 42	14 4	—	—	"	—	199670	—	—	2380	—	—	—	—	—	—	—
3		"	1 42	14 4	—	—	"	—	203660	—	—	2423	—	—	—	—	—	—	—
4		żel. obeton. t. II (rys. 2)	1 42	"	1 : 2 : 4	60	84	690	264730	201665	60065	2400	87	—	126	148	0 69	—	—
5		"	1 42	"	"	59	"	690	273067	201665	71402	2400	103	95	171	—	0 60	—	—
6		żelazny t. I (rys. 1)	3 05	30 8	—	—	84	—	186160	—	—	2220	—	—	—	—	—	—	—
7		"	3 05	"	—	—	"	—	192770	—	—	2295	—	—	—	—	—	—	—
8		"	3 05	"	—	—	"	—	192324	—	—	2246	—	—	—	—	—	—	—
9		żel. obeton. t. II (rys. 2)	3 05	"	1 : 2 : 4	60	84	690	231140	189500	41660	2258	60 6	—	126	148	0 48	—	—
10		"	3 05	"	1 : 2 : 4	62	"	690	265220	189500	75720	2258	109 6	85	171	—	0 64	—	—
11		żelazny t. I (rys. 1)	4 67	47 2	—	—	84	—	166958	—	—	1990	—	—	—	—	—	—	—
12		"	4 67	"	—	—	"	—	170550	—	—	2030	—	—	—	—	—	—	—
13		żel. obet. t. II (rys. 2)	4 67	"	1 : 2 : 4	61	84	690	212515	168755	43760	2010	63 5	—	100	125	0 64	—	—
14		"	4 67	"	1 : 2 : 4	59	"	690	241408	168755	72658	2016	105	82	151	—	0 70	—	—
15		żelazny t. I (rys. 1)	5 89	59 5	—	—	84	—	169735	—	—	2023	—	—	—	—	—	—	—
16		"	5 89	"	—	—	"	—	156490	—	—	1863	—	—	—	—	—	—	—
17		żel. obeton. t. II (r. 2)	5 89	"	1 : 2 : 4	60	84	690	222895	163110	59785	1943	86 5	88	93	115	0 93	—	—
18		"	5 89	"	1 : 2 : 4	60	"	"	224755	163110	63645	1943	89 4	—	138	—	0 65	—	—
19		"	3 05	30 8	1 : 1 : 2	61	84	690	288490	189500	98980	2258	143	150	209	220	0 68	—	—
20		"	3 05	"	1 : 1 : 2	60	"	"	297110	189500	107610	2258	156	69	93	97	0 68	—	—
21		"	3 05	"	1 : 3 : 6	59	"	"	234060	189500	44560	2258	64 5	—	101	—	0 71	—	—
22		"	3 05	"	1 : 3 : 6	60	"	"	240636	189500	51136	2258	73	—	124	—	0 72	—	—
23		żel. obet. t. III (r. 2)	3 05	"	1 : 2 : 4	60	84	1294	272160	—	—	—	—	—	—	—	—	—	nie złamany
24		"	3 05	"	1 : 2 : 4	60	"	"	286087	189600	96487	2258	74 5	142	132	—	0 53	—	—
25		"	3 05	"	1 : 2 : 4	60	"	"	288355	189600	98755	2258	76 6	122	—	—	0 63	—	—
26		"	3 05	"	1 : 2 : 4	60	84	813	272160	—	—	—	—	101	—	—	—	—	najw. obciąż. 5 razy, nie złamany
27		"	3 05	"	1 : 2 : 4	59	"	"	272160	—	—	—	—	146	—	—	—	—	nie złamany
28		"	3 05	"	1 : 2 : 4	59	"	"	272160	—	—	—	—	164	134	—	—	—	nie złamany, 2 obciąż. 388 t bliski złamania
29		"	3 05	"	1 : 2 : 4	60	"	"	283900	—	—	—	—	125	—	—	—	—	4 razy obc. 376490 kg bl. złamania
30		"	3 05	"	1 : 2 : 4	60	"	"	272160	—	—	—	—	114	127	—	—	—	2 razy obc. nie złamany 4 razy obc. 376490 kg nie złamany
31		"	3 05	"	1 : 2 : 4	59	"	"	272160	—	—	—	—	139	—	—	—	—	2 razy obc. 375120 kg nie złamany

*) Owiniecie 0 75%.

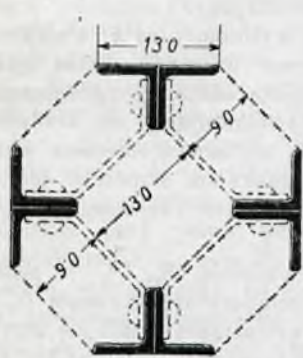
**) Owiniecie 1 0%.

Tablica III.

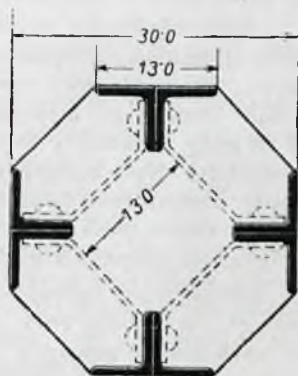
h_m	$\sigma_b, \text{kg/cm}^2$	$\sigma_1, \text{kg/cm}^2$	$\sigma_b : \sigma_1$
1.42	95	148	0.64
3.05	85	148	0.58
4.67	82	125	0.66
5.89	88	115	0.71
średnio	87.5	134	0.65

Dla betonu 1:1:2 $h=3.05$ otrzymamy:

	σ_b	σ_1	$\sigma_b : \sigma_1$
dla 1:3:6 i $h=3.05$	150	220	0.68
	69	97	0.71



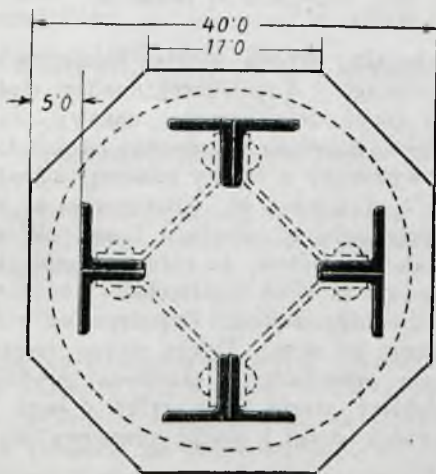
Rys. 1.



Rys. 2.

A więc widzimy, że przez zabetonowanie słupa żelaznego uzyskujemy współdziałanie betonu. Jednak wytrzymałość takiego słupa obetonowanego będzie mniejsza od sumy wytrzymałości słupa żelaznego i betonu. Na beton możemy liczyć tylko $\frac{2}{3}$ wytrzymałości kostkowej. A że wytrzymałość betonu osiowo ciśnionego w słupie jest w przybliżeniu równa 0.8 wytrzymałości kostkowej, więc beton w słupie żelaznym obetonowanym niesie $0.67 \cdot 0.8 = 0.84$ razy tyle, co w słupie czysto betonowym.

Przytem jednak zauważyć muszę, że wytrzymałość kostkowa betonu po 60 dniach była dla tej samej mieszanki bardzo różna od 93 do 171 kg/cm^2 . Okazało się mianowicie, że słupy wykonane w październiku miały beton o wiele mniej wytrzymały niż robione w listopadzie, bowiem powiększenie się wytrzymałości betonu z wiekiem było dla słupów październikowych powolniejsze niż dla słupów robionych w listopadzie, dlatego dla pierwszych otrzymano po 60 dniach wyniki znacznie mniejsze, niż dla drugich. Widzimy to z rubr. 16, tabl. I; dlatego należałoby właściwie beton październikowy uważać jako inny beton niż listopadowy i traktować odnośne słupy osobno. Zrobiliśmy to w rubr. 13, 15 i 17.



Rys. 3.

Uwzględniliśmy przytem przy wyobczeniach tylko stosunek $\frac{l}{i}$ słupa żelaznego a nie uwzględnialiśmy wyobczeni przy

betonie, chociaż jest prawdopodobnem, że obetonowanie zwiększa także sztywność słupa żelaznego, który wskutek tego więcej niesie. Na to wskazywałoby zwiększenie się stosunku $\sigma_b : \sigma_1$ w stosunku do $\frac{l}{i}$. I tak otrzymaliśmy dla:

$$l : i = 14.4 \quad 30.8 \quad 47.2 \quad 59.5$$

$$\sigma_b : \sigma_1 = 0.64 \quad 0.52 \quad 0.66 \quad 0.77$$

Jednak wpływ ten jest stosunkowo mały i nie dał się doświadczalnie wyznaczyć, bo cyfry powyższe w obu małej ilości doświadczeń nie są zupełnie dokładne. Dlatego na razie lepiej przy obliczaniu takich słupów nie uwzględniać stężenia betonem i przyjmować $\sigma_b : \sigma_1 = \frac{2}{3}$.

Słupy poddawano obciążaniu w maszynie doświadczalnej Riehla o sile 273 t, dlatego pewnej ilości słupów 1. 23, 27, 28, 29, 30 i 31 nie złamano, gdyż maszyna była za słaba. Cztery słupy, owijane poddano potem dalszym badaniom w uniwersytecie Lehigh, gdzie były maszyny o sile 362.9 t.

Słupy 1. 23, 24 i 25 mają 5-centymetrową skorupę ochraniającą żelazo. Gdy skorupa pękać zaczęła i odlatywać, obciążenie spadło o 29.5 t. Potem obciążano słupy dalej, bo wytrzymałość słupa żelaznego i obejmującego go betonu nie została jeszcze wyczerpana przy pęknięciu skorupy. Dlatego też stosunek $\sigma_b : \sigma_1$ wypadł przy uwzględnieniu skorupy znacznie mniejszy, bo tylko 0.57.

Jeżeli porównamy słupy 9 i 10 ze słupami 23 i 25, to widzimy, że przez dodanie skorupy wytrzymałość słupów wzrosła. Ponieważ po odpadnięciu skorupy spadło obciążenie przy pierwszym słupie o 29.5 t, przy drugim o 28.9 t, więc widocznie tyle niosła skorupa. A że powierzchnia skorupy była 600 cm^2 , więc ciśnienie w skorupie przy odpadnięciu skorupy było 49, względnie 48 kg/cm^2 a po odpadnięciu skorupy reszta betonu niosła 92 względnie 97 kg/cm^2 , średnio 94.5 kg/cm^2 a $\sigma_b : \sigma_1 = 0.72$. Widzimy więc, że skorupa niesie tylko połowę tego, co beton rdzenia.

W końcu badano słupy żelazne obetonowane i owijane i to dla owinięcia $\frac{3}{4}\%$ i 1% . Żaden z tych słupów nie złamał się nie tylko przy obciążaniu mniejszą ale i nawet większą maszyną, pomimo tego, że 4 słupy obciążano kilkakrotnie. Przy obciążaniu mniejszą maszyną słupy te zachowywały się tak, jakby owinięcia nie było. Przy badaniu większą maszyną słupów z owinięciem $\frac{3}{4}\%$, zbliżały się chwile złamania. Granica proporcjonalności była ta sama przy obu procentach owinięcia a dopiero po za tą granicą owinięcie działało energicznie.

Jako wyniki tych badań możemy przyjąć prawidło, że ciężar, który możemy dopuścić dla słupa żelaznego obetonowanego (bez skorupy) obliczamy jak dla słupa żelaznego, uwzględniając wyobczenie i dodając do tego ciężar równy powierzchni przekroju betonu, pomnożonej przez $\frac{2}{3}$ naprężenia dopuszczalnego na ciśnienie betonu, nie uwzględniając przytem wyobczenia.

Przy słupach ze skorupą sędzę, że nie należy jej przy obliczeniach uwzględniać, bo chociaż ona niesie część ciężaru, przyczem ciśnienie w niej jest o połowę mniejsze niż w rdzeniu, to jednak prędzej pęka i odpada a potem niesie już tylko słup żelazny i rdzeń. Gdybyśmy uwzględniali i skorupę, przyjmując naprężenie o połowę mniejsze, to pewność ze względu na złamanie byłaby mniejsza. Dlatego lepiej skorupy nie uwzględniać.

Owinięcie, jak wiemy, nie działa przy mniejszym obciążeniu i odkształceniach małych, zwiększa jednak wytrzymałość na złamanie. Należałoby więc, nie uwzględniając skorupy, liczyć na $\frac{2}{3}$ wytrzymałości betonu owijanego, dodając do tego wytrzymałość słupa żelaznego. Wystarczy przytem owinięcie $\frac{3}{4}\%$, co najwięcej 1% , które pozwala przyjmować większe naprężenia dopuszczalne betonu.

Ponieważ jednak słupów owijanych nie doprowadzono do złamania, więc kwestja obliczania słupów obetonowanych żelaznych ze skorupą i owinięciem pozostaje jeszcze otwartą i zachodzi jeszcze potrzeba dalszych doświadczeń w tym względzie.

Opór warstwy węgla.

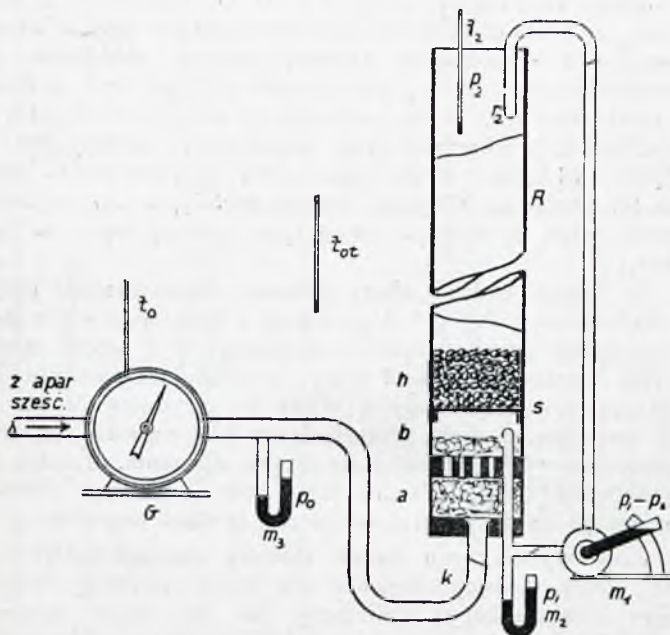
(Ciąg dalszy).

Urządzenia do pomiarów.

Celem uzyskania wartości liczbowych na współczynniki, wyżej omawiane, wykonałem w laboratorium kalorymetrycznym Politechniki Lwowskiej na specjalnie do tego celu zestawionej aparaturze szereg pomiarów spadku ciśnienia przy przepływie gazu przez warstwę ciała sypkiego.

Zależnie teraz od celu, jakiemu wzór doświadczalny ma służyć, należałoby przeprowadzać pomiary w najrozmaitszych warunkach: na warstwach o jednolitem ziarnie, względnie o ziarnie mieszanem, o ile zastosowanie wzoru ograniczałoby się do obliczeń oczyszczalników, absorberów i t. p.; w warstwach o zmiennej temperaturze i o zmiennej ilości przepływającego osrodka dla celów obliczeń warstw na ruszcie generatorów i t. p.

W badaniach moich ograniczyłem się do pomiarów nad warstwą o jednolitem ziarnie i stałej temperaturze, by otrzymać wyniki w formie możliwie wyraźnej i niezamąconej czynnikami ubocznymi, następnie, by uzyskać możliwie proste wzory do badań dalszych.



Rys. 2.
Schemat urządzenia do pomiarów.

Rys. 2 podaje schemat urządzenia pomiarowego. Materiał badany znajduje się w pionowo ustawionej rurce szklanej R o średnicy $46,1 \text{ mm}$ ϕ , o długości mniej więcej 100 cm , na sitku mosiężnym s . W ten sposób powstaje warstwa o wysokości $h \text{ mm}$, ograniczona od dołu sitkiem, z boków ścianką rury, od góry otwarta. Pod sitkiem i u wylotu rury znajdują się dwie rurki szklane r_1 i r_2 , ustawione równolegle do osi rury R . Rurki te są na końcach zatopione na kształt czapki. W oddaleniu około 15 mm od końca rurki znajduje się mały otworek, dokładnie zeszlifowany celem uniknięcia niepożądanego wpływu ciśnienia dynamicznego. Rurki r_1 i r_2 są połączone z precyzyjnym mikromanometrem Rosenmüllera m_1 ze zmiennym nachyleniem ramienia od $1/100$ do $1/2$. Mikromanometr, którego podziałka była scechowana na wodę, był dla większej dokładności wypełniony barwionym alkoholem o ciężarze właściwym $0,821 \text{ gr/cm}^3$ przy 17° C .

Rurka r_1 była połączona także z mikromanometrem m_2 dla mierzenia nadciśnienia gazu pod sitkiem ponad ciśnienie atmosferyczne (p_1). Rura R była na zewnętrznym końcu otwarta, wskutek czego ciśnienie nad warstwą (p_2) było równe ciśnieniu barometrycznemu. Mikromanometr m_3 był połączony zapo-

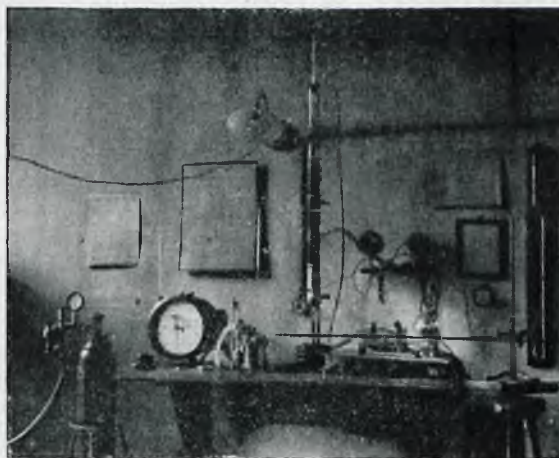
mocą przełącznika z przewodem za gazomierzem celem mierzenia ciśnienia w gazomierzu (p_0). (na rys. 2 jako osobny mikromanometr m_3).

Gaz doprowadzało się z aparatu sześciannego Pintscha (pojemność $0,6 \text{ m}^3$) przy stałym ciśnieniu do gazomierza G (firma Dessin, Londyn). Z gazomierza przepływał gaz rozszerzającą się rurą k pod sitko.

Celem uzyskania możliwie jednostajnego rozkładu prędkości pod sitkiem, urządzone między wylotem rury k , a sitkiem s , na $\approx 20 \text{ cm}$ długości rury przestrzeń do wymieszania gazu (a i b). Przestrzeń a , wypełniona watą szklaną, ograniczona była od góry korkiem z otworami o zwiększającej się średnicy ku obwodowi. Nad korkiem znajdowała się znowu warstwa waty szklanej. Dzięki tym ostrożnościom uzyskałem zupełnie jednostajny strumień gazu, co stwierdziłem przed rozpoczęciem pomiarów przez obracanie rurki r_2 .

Temperatury mierzyłem z dokładnością $1/10^\circ \text{ C}$ w gazomierzu (t_0) u wylotu rury (t_2) oraz temperaturę otoczenia (t_0'). Przy zachowaniu pewnych środków ostrożności udało się utrzymać przez cały czas pomiarów temperatury stałe ($\approx 15^\circ \text{ C}$), przyczem różnice temperatur t_0 , t_2 i t_0' nie przekraczały $0,4^\circ \text{ C}$.

Jak było do przewidzenia, spadku temperatury t_2 nawet przy dużych różnicach ciśnień $p_1 - p_2$ (do $62,4 \text{ m/m H}_2\text{O}$) nie stwierdziłem.



Rys. 3.
Urządzenie do pomiarów.

Jako materiału użyłem węgla kamiennego pochodzenia bliżej nie określonego. Z pobieżnej analizy można było osądzić, że jest to dosyć dobry węgiel gazowy. Węgiel ten potłuczono, częściowo zmielono i przesiano bardzo dokładnie przez normalne sita, wykonane z blachy żelaznej, o średnicy otworów $1, 2, 4, 5, 6, 7, 8$ i 9 mm ϕ . Otrzymano w ten sposób 7 frakcyj, różniących się od siebie o 1 mm . W ciągu samych pomiarów okazało się jednak, że różnica 1 mm jest stanowczo za duża i powoduje za silne rozstrzelanie punktów na wykresach funkcji średnicy ziarna. Dopuszczalna różnica nie powinna przekraczać $0,1 \text{ m/m}$. Drugą ważną rzeczą jest to, że przesianie węgla przez sito o określonej średnicy oczka nie decyduje o średnicy ziarna, lecz tylko o jego najmniejszym przekroju: kawałek długi i cienki przesuwają się przez sitko o małym oczku.

Dlatego w dalszych rachunkach należy za δ uważać nie bezpośrednio średnicę ziarna, lecz średnicę oka sita, zapomoćą którego uzyskano daną frakcję.

Pomiary wykonałem przy użyciu trzech gazów: czystego powietrza, mieszaniny 60% tlenu + 40% azotu, oraz mieszaniny 90% bezwodnika węglowego + 10% powietrza. Gazy te

zbierałem w aparacie sześciannującym, skąd przepuszczałem je węzłem gumowym do gazomierza i aparatu pomiarowego. Zarówno powietrze, jak i reszta gazów były wysycone parą wodną, raz z powodu zetknięcia się z zamknięciem wodnym aparatu sześciannującego, następnie z powodu przepływu przez gazomierz mokry. Wilgotności osrodka przy przeliczeniach nie uwzględniano.

Wilgotność w laboratorium wynosiła zależnie od warunków atmosferycznych 45 do 60% przy średnio 15° C.

Ponieważ wpływ bezwodnika węglowego z flaszki (nawet przez wentyl redukcyjny) wywoływał dosyć silne wahania w sieci przewodu z powodu zestalania się gazu w szczelinie, nie pobierałem gazów wprost z flaszki, lecz wypełniałem niemi aparat sześciannujący, co pociągnęło oczywiście za sobą rozrzedzenie gazu powietrzem.

Specjalną uwagę zwróciłem na wpływ oporu sitka i ścianek rury R . Można się więc było spodziewać, że opór rury będzie, jako działający tylko na obwodzie, zupełnie bez znaczenia wobec oporu warstwy, wypełniającej cały przekrój. Doświadczenie poparło to rozumowanie w całej pełni: spadek ciśnienia przy pełnej prędkości przepływu: 0.134 m/sek był mniejszy niż $1/100$ m/m H_2O . Opór sitka wymierzyłem doświadczalnie, stwierdzając, że rośnie on mniej więcej proporcjonalnie do prędkości przepływu¹⁾ i wynosi przy $w_2 = 0.134$ m/sek 0.057 m/m st. w. Poprawkę tę uwzględniono.

Ujemną stroną pomiarów jest mało rozległa skala prędkości: od ≈ 0.01 m/sek do 0.157 m/sek. Powodem był duży opór gazomierza, który wywoływał przy najwyższym możliwym obciążeniu aparatu sześciannującego ≈ 120 m/m sł. w. tak znaczny spadek ciśnienia na drodze do sitka, że ciśnienie p_1 nie przekraczało 62.7 m/m sł. w. przy bardzo znacznym spadku na warstwie 62.40 m/m (wys. w. 530 m/m śr. ziarna 1-2 m/m ϕ).

Inne urządzenia jak smoczek wodny i t. p. nie dawały dostatecznie stałego ciśnienia przed gazomierzem i powodowały znaczne wahania słupka cieczy w mikromanometrach.

Pomiary wykonywałem, przepychając gaz przez warstwę materiału czyli pracując przy nadeściszeniu. Jeden cykl porównawczy, wykonany przy podciśnieniu, dał bardzo nieznaczne odchyłki od reszty pomiarów.

Jak wspominałem wyżej, średnica rury R wynosi średnio 46.1 m/m ϕ . Wyzyskałem tę właściwość do pewnego uproszczenia wzoru (3 a). Mianowicie ilość gazu dopływającego pod sitko wyraża się w $m^3/sek m^2$. Ponieważ ilość ta praktycznie zawsze prawie jest mniejsza od jedności, a podnoszenie cyfr ułamkowych do potęgi o zawikłanym wykładniku jest uciążliwe, korzystnym było wstawienie zamiast M_1 wielkości 100 M_1 .

Przy średnicy rury 46.1 m/m ϕ , a przekroju $f = 16.67$ cm² istnieje ciekawy związek. Gdy bowiem mierzy się przepływ gazu w litrach/min i przekrój f , ilość ta jest 100 \times większa od równoznacznej ilości, ale mierzonej w m^3/sek i m^2

$$1 \frac{m^3}{sek m^2} = 1 \frac{1000 \cdot 16.67 \cdot 60}{10000} = 100 \text{ litr/min. } f.$$

Pomiary wykonano i wzory ustawiono dla ilości liczonych w litr/min. f . Pomnożenie ilości w $m^3/sek m^2$ przez 100 utożsamia wyniki.

Przed rozpoczęciem właściwych pomiarów zostały wszystkie przyrządy dokładnie szechowane, a poprawki w dalszych pomiarach uwzględnione.

Pomiary i ich dyskusja.

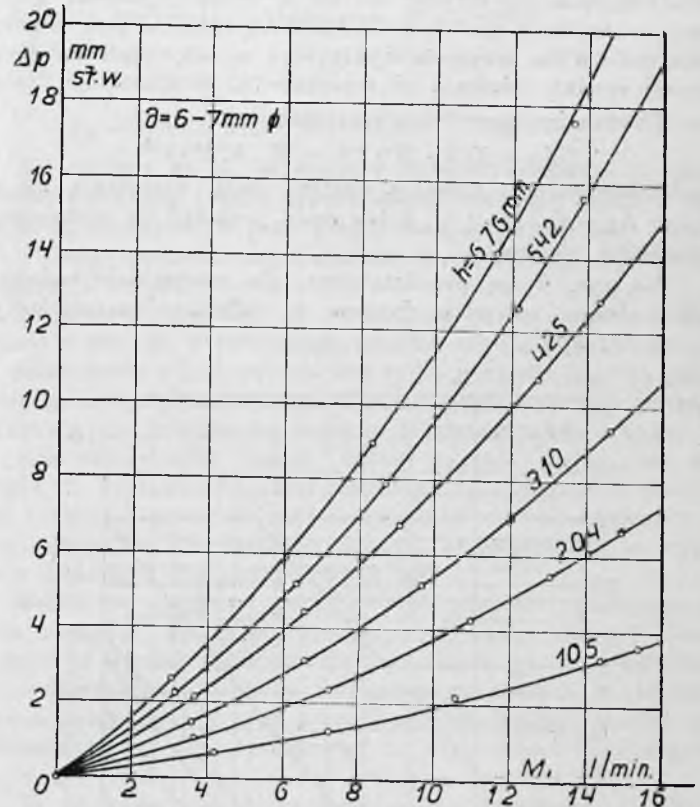
W urządzeniu pomiarowym wyżej opisanem zdjąłem dla średnic ziarna $\delta = 8-9, 7-8, 6-7, 5-6, 4-5, 2-4$ i 1-2 m/m ϕ szereg wykresów oryginalnych, przedstawiających zależność spadku ciśnienia od prędkości dopływu gazu przy stałej średnicy ziarna i stałej wysokości warstwy. Zdjąłem następujące krzywe:

δ m/m ϕ	h m/m					
8-9	96, 208, 323, 430, 532, 658					
7-8	93, 200, 298, 404, 505, 627					

¹⁾ W rzeczywistości według bardzo słabo wygiętej paraboli.

6-7	105, 204, 310, 425, 542, 676
5-6	110, 219, 316, 406, 530, 620
4-5	103, 205, 305, 410, 515, 626
2-4	105, 215, 321, 424, 545, 654
1-2	111, 238, 320, 418, 530, 649

Rys. 4 przedstawia wykres oryginalny dla średnicy ziarna 6-7 m/m.



Rys. 4.

Spadek ciśnienia w zależności od prędkości dopływu.

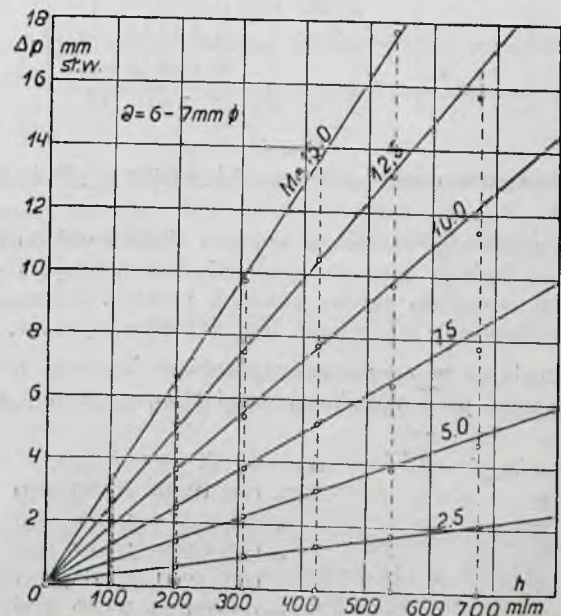
Wykresy powyższe uległy przeróbce według następującego rozumowania: Po podstawieniu w równaniu zasadniczym na spadek ciśnienia:

$$\Delta p = C \cdot h^{n_1} \cdot \eta^{n_2} \cdot \mu^{n_3} \cdot \delta^{n_4} \cdot M^{n_5} \cdot \varphi^{(\delta)}$$

za C, η, μ, δ wartości stałych otrzymuje się wzór:

$$\Delta p = K_1 \cdot h^{n_1} \cdot M^{n_5} \cdot \varphi^{(\delta)},$$

jako wyrażenie matematyczne wykresów oryginalnych.



Rys. 5.

Zależność spadku ciśnienia od wysokości warstwy.

Przedstawiając powyższy cykl wartości w układzie $\Delta p = f(h)$ przy stałej prędkości dopływu M_1 , otrzymuje się zależność: $\Delta p = K_2 \cdot h^{n_1}$, która przedstawia się na wykresach jako linja prosta (rys. 5).

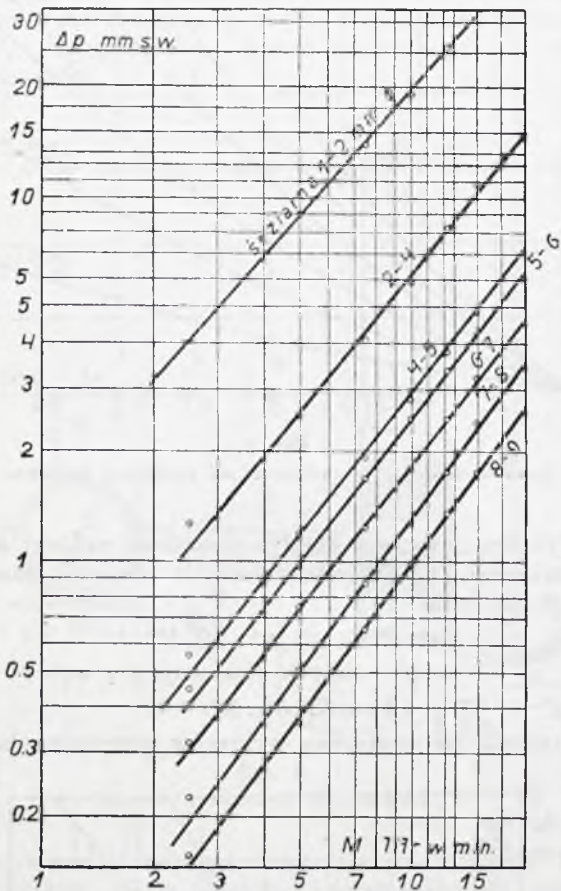
Wprawdzie przy znacznych wysokościach warstwy ($h > 500 \text{ m/m}$) i przy dużych prędkościach M występuje dosyć wyraźne odchylenie linii stałych prędkości od prostej i skłonność do zagięcia się krzywej ku osi h , niemniej jednak, w granicach w technice spotykanych, proporcjonalność jest zupełnie wystarczająca do przyjęcia wykładnika $n_1 = 1$, czyli zależności linijowej spadku ciśnienia od wysokości.

Powracając teraz do wyrażenia:

$$\Delta p = K_1 h^{n_1} M^{n_2 \varphi(\delta)} = K_1 \cdot h \cdot M^{n_2 \varphi(\delta)}$$

i podstawiając za h dowolną wartość stałą, otrzymuje się zależność $\Delta p = K_3 \cdot M^{n_2 \varphi(\delta)}$, która może posłużyć do wyznaczenia wykładnika prędkości.

Na rys. 6 są przedstawione, dla wszystkich badanych średnic ziarna, powyższe funkcje w układzie logarytmicznym dla $h = 100 \text{ m/m}$.



Rys. 6.

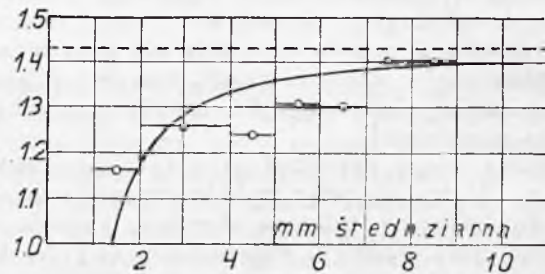
Zależność logarytmu spadku ciśnienia od logarytmu prędkości dopływu.

Jak widać z powyższego wykresu, linje wykładnika prędkości nie są liniami zupełnie prostymi, lecz zbliżają się swym charakterem raczej do bardzo płaskich parabol. Zwłaszcza przy małych prędkościach odchylenie jest zupełnie wyraźne.

Interpolując w przybliżeniu przebieg linjowy, otrzymuje się 7 zależności przy wysokości $h = 100 \text{ m/m}$ i stałej średnicy ziarna.

$\delta \text{ m/m } \phi$	$\Delta p = K_1 M^{n_2 \varphi(\delta)} \cdot h$
8-9	$= 0,000390 M^{1,405} \cdot 100$
7-8	$= 0,000517 M^{1,405} \cdot 100$
6-7	$= 0,000905 M^{1,309} \cdot 100$
5-6	$= 0,001201 M^{1,316} \cdot 100$
4-5	$= 0,001623 M^{1,243} \cdot 100$
2-4	$= 0,003381 M^{1,260} \cdot 100$
1-2	$= 0,013580 M^{1,164} \cdot 100$

Z powyższych cyfr można wyznaczyć zależność wykładnika prędkości od średnicy ziarna (rys. 7). Występuje tu wspomniana na innym miejscu niedogodność wskutek za dużych różnic w średnicach ziarna, która powoduje, że punkt zmierzony nie da się umieścić w ściśle określonym miejscu na wykresie, lecz może być przesuwany wzdłuż odcinków poziomych, oznaczonych różnicami średnic. Ponieważ błędy pomiaru powodują odchyłki ku górze i dołowi, otrzymuje się na wykresie prostokąty, przez które powinna przechodzić szukana krzywa.



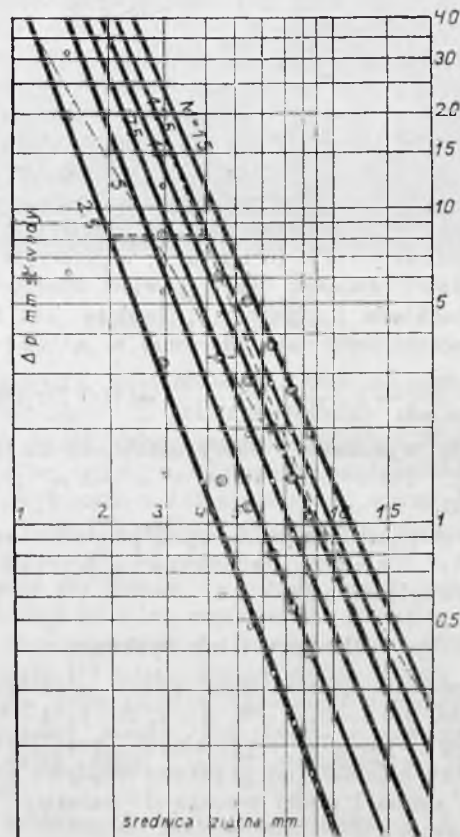
Rys. 7.

Zależność wykładnika potęgi prędkości dopływu od średnicy ziarna.

Jako obraz matematyczny krzywej $n_2 \cdot \varphi(\delta) = \psi(\delta)$, obrazem hiperbolę, określoną równaniem:

$$n_2 \cdot \varphi(\delta) = 1,430 - \frac{1}{1,387 \delta^{1,46}}$$

mimo, że lepiej oddawałaby przebieg punktów linja prosta $1,132 + 0,30 \delta$ lub parabola $1,132 + 0,018 \delta + 0,002 \delta^2$ z powodów, które zostały bliżej wyliczone przy omawianiu wykresu rys. 1. Mniej więcej dla $\delta = 12$ do $14 \text{ m/m } \phi$ stopień wypełnienia przestrzeni przestaje zależeć od średnicy ziarna: wartość wykładnika prędkości zbliża się około tej cyfry do wartości stałej. Dla $\delta = 0$ stopień wypełnienia przestrzeni $= 0$, wykładnik prędkości maleje (asymptotycznie) do $-\infty$. Charakter przebiegu wykładnika jest wyraźnie hiperboliczny.



Rys. 8.

Podkreślić należy, że przyjęta wartość 1,430 jest tylko wartością prawdopodobną, ponieważ dalszy przebieg krzywej

nie był mierzony. Wahania od 1.420 do 1.440 są zupełnie możliwe.

Z wzoru na spadek ciśnienia, który przedstawia się teraz w formie:

$$\Delta p = C \cdot h \cdot \eta^{n_2} \cdot \mu^{n_3} \cdot \delta^{n_4} \cdot M^{1.430} - \frac{1}{1.387 \delta^{1.446}}$$

można przez rozdzielenie wyrażenia prędkości przejść na wzór:

$$\Delta p \cdot M^{\frac{1}{1.387 \delta^{1.446}}} = C h \eta^{n_2} \mu^{n_3} M^{1.430} \cdot \delta^{n_4} = K_4 \cdot \delta^{n_4},$$

z którego w przedstawieniu logarytmicznym wyznacza się wykładnik n_4 (rys. 8).

W wykresie tym, podobnie zresztą jak w wykresie 7, przyjęto, że średnica ziarna posiada wielkość odpowiadającą średniej średnicy oczek sit, zapomocą których otrzymano daną frakcję węgla. Powoduje to, że punkty na rys. 8 mają ściśle określone położenie, a nie oscylują w prostokącie, jakby tego właściwie dokładny rachunek wymagał.

Linje wykładników średnic wykazują znowu odchylenia od prostych, dlatego przyjęto za miarodajny kierunek, wyznaczony położeniem punktów, odpowiadających średnicom 8.5, 7.5 i 6.5 m/m ϕ , ponieważ dla tych średnic i prostokąty, w których punkty muszą leżeć, są najmniejsze i wartości hiperbolicznego wykładnika prędkości dobrze nakrywają się z mierzonym i na koniec punkty te wyznaczają dosyć ściśle linię prostą, na której leżeć będą prawdopodobnie także punkty, odpowiadające większym średnicom.

Z rys. 8 otrzymuje się równania (dla $h = 100$ m/m):

M	$\Delta p \cdot M^{\frac{1}{1.387 \delta^{1.446}}} = K_5 \cdot \delta^{n_4} \cdot h$
2.5	0.551 $\delta^{-2.980} \cdot 100$
5.0	1.123 $\delta^{-2.784} \cdot 100$
7.5	1.514 $\delta^{-2.520} \cdot 100$
10.0	1.864 $\delta^{-2.360} \cdot 100$
12.5	2.400 $\delta^{-2.370} \cdot 100$
15.0	3.166 $\delta^{-2.400} \cdot 100$

Średni wykładnik $n_4 = -2.569$.

Spółczynniki K_1 z (6) i K_5 z (7) umożliwiają wyznaczenie współczynnika $K_6 = C \eta^{n_2} \cdot \mu^{n_3}$ na dwu drogach z wzoru:

$$K_1 = K_6 \cdot \delta^{-2.569} \quad \text{i z wzoru:}$$

$$K_5 = K_6 \cdot M^{1.430}.$$

Z wzoru pierwszego otrzymuje się wartości:

K_1	δ	K_6	δ	K_6	δ	K_6
0.000390	9	0.1384	8.5	0.09531	8	0.08150
0.000517	8	0.1080	7.5	0.09194	7	0.07648
0.000905	7	0.1338	6.5	0.0911	6	0.09010
0.001201	6	0.1195	5.5	0.0958	5	0.07508
0.001626	5	0.1015	4.5	0.0773	4	0.05706
0.003381	4	0.1189	3	0.0550	2	0.02005
0.013580	2	0.0640	1.5	0.0385	1	0.01358
średnia z wartości łuku		0.1163		0.0933		0.0808

Jako średnia stała $K_6 = 0.0968$. Średnią powyższą określono tylko z wartości odpowiadających średnicom 9 do 4 mm, ponieważ punkty, leżące poniżej tej granicy, są mniej pewne i dają za duże odchyłki od wartości przeciętnych.

Wzór $K_5 = K_6 \cdot M^{1.430}$ może służyć tylko do kontroli wartości K_5 , otrzymanych metodą poprzednią, ponieważ ani wykładnik potęgi prędkości 1.430 nie jest dostatecznie pewny, ani też wartość współczynnika K_5 , uzyskana dosyć dowolnie [na rys. 9 dla $M = 10$ równanie $K_5 \cdot \delta^{n_4} \cdot h$ może wahać się w granicach od 0.48 $\delta^{-1.75} \cdot 100$ (linja kreska-kropka), do 2.60 $\delta^{-2.51} \cdot 100$ (linja kreskowana), co odpowiada wahaniom K_6 od 0.01784 do 0.0966] nie daje wystarczających gwarancji dokładności.

W tabeli następującej zebrane są wartości K_6 , rachowane tą metodą dla różnych M .

M	K_6
2.5	0.1386
5.0	0.1128
7.5	0.0852
10.0	0.0692
12.5	0.0515
15.0	0.0658

Średnia ze wszystkich wartości 0.0872 pokrywa się z błędem 9.9% z wartością dokładniejszą $K_6 = 0.0968$.

Ostateczny wzór na opór powietrza przy normalnym ciśnieniu i temperaturze brzmi:

$$\Delta p = 0.0968 \cdot h \cdot \delta^{-2.567} (100 M)^{\frac{1}{1.387 \delta^{1.446}}} \quad (8)$$

Ze względu na to, że pomiary były wykonywane w temperaturze pokojowej i przy prawie stałym ciśnieniu (różnica do 60 m/m sł. wody) czyli przy praktycznie stałej gęstości i lepkości, niema możliwości wyznaczenia ze stałej K_6 zależności funkcyjnej $C \eta^{n_2} \mu^{n_3}$.

Najłatwiej możnaby ją wyznaczyć przez określenie dla warstwy o stałych własnościach spadku ciśnienia przy wysokich ciśnieniach, gdzie zmienia się tylko gęstość, podczas gdy lepkość pozostaje bez zmiany, albo też przy wysokich temperaturach, gdzie zmienia się zarówno pierwsza, jak i druga.

Nie zastosowano jednak żadnej z tych metod, raz ze względu na brak odpowiedniej aparatury, a następnie z obawy przed zmianami materiału pod wpływem wyższych temperatur, jakoto gazowania, wysychania i t. p., pociągających za sobą zmiany własności powierzchniowych ziaren.

Udało się natomiast przeprowadzić rozbitcie współczynnika K_6 na czynniki w sposób następujący: Skoro ma się dane równania na spadek ciśnienia dla rozmaitych gazów o odmiennych współczynnikach lepkości i różnych gęstościach w temperaturach pokojowych i przy normalnych ciśnieniach, można ze zmienności stałej K_6 wnioskować o wielkościach czynników C , n_2 i n_3 .

W tym celu przeprowadzono szereg pomiarów dla dwu gazów: mieszaniny azotu i tlenu (60% O_2 i 40% N_2), oraz dla mieszaniny powietrza z dwutlenkiem węgla (10% pow. 90% CO_2). Ze względu na dosyć znaczną cenę tych gazów i trudności zachowania stałego stosunku mieszanki przy kilkakrotnym napełnianiu aparatu sześciannego nie przeprowadzono pomiarów w tak szerokim zakresie, jak przy powietrzu, lecz ograniczono się do trzech cykli, co wystarczyło do wyznaczenia współczynników.

Skoro bowiem przyjmie się, że równanie na spadek ciśnienia dla dowolnego gazu wyraża się w formie:

$$\Delta p_1 = C_1 h \cdot \eta^{m_2} \mu^{m_3} \delta^{m_4} \cdot M^{m_5} \varphi^{(\delta)}$$

$$= k_6 \cdot h \cdot \delta^{m_4} \cdot M^{\varepsilon_1},$$

analogicznej, jak dla powietrza, można ustalić stosunek spadku ciśnienia dla gazu 1 jako:

$$\frac{K_6 \cdot h \cdot \delta^{m_4} \cdot M^{\varepsilon}}{k_6 \cdot h \cdot \delta^{m_4} \cdot M^{\varepsilon_1}}$$

Należy więc wykonać szereg pomiarów dla obu gazów dla tej samej warstwy h i różnych średnic ziarna $\delta_1, \delta_2, \delta_3 \dots$ w funkcji M , a otrzyma się wtedy dla takiej samej średnicy ziarna δ_1 i takiego samego M_1

$$\alpha_1 = \frac{K_6}{k_6} \delta_1^{n_4 - m_4} \cdot M_1^{\varepsilon - \varepsilon_1}$$

$$= K_7 \cdot M_1^{\varepsilon - \varepsilon_1} \quad (9)$$

Określając dla kilku M_1 odpowiadające α_1 i tworząc stosunki:

$$\frac{\alpha_1}{\alpha'_1} = \frac{M_1^{\varepsilon - \varepsilon_1}}{M_2^{\varepsilon - \varepsilon_1}}, \quad \frac{\alpha}{\alpha''_1} = \frac{M_1^{\varepsilon - \varepsilon_1}}{M_3^{\varepsilon - \varepsilon_1}}$$

można wyznaczyć wyrażenie $\varepsilon - \varepsilon_1$, względnie samo ε_1 .

Mając dane $\varepsilon_1, \varepsilon_2$, oraz stosunek α_1, α_2 i t. d. dla średniego ziarna δ_1, δ_2 i t. d., otrzymuje się jako stosunek

$$\beta_{1,2} = \frac{\alpha_1}{\alpha_2} \quad \text{i t. d.}$$

$$\beta_{1,2} = \frac{\alpha_1}{\alpha_2} = \frac{(\delta_1)^{n_4 - m_4} M^{\epsilon - \epsilon_1}}{(\delta_2)^{n_4 - m_4} M^{\epsilon - \epsilon_2}}$$

Wielkości ϵ_1 i ϵ_2 zostały wyznaczone poprzednio i są tu cyframi stałymi.

$$\beta_{1,2} = \left(\frac{\delta_1}{\delta_2}\right)^{n_4 - m_4} \cdot M^{\epsilon_1 - \epsilon_2} \quad (10)$$

stąd:

$$m_4 = \frac{n_4 \log \frac{\delta_1}{\delta_2} + \log M^{\epsilon_1 - \epsilon_2} - \log \beta_{1,2}}{\log \frac{\delta_1}{\delta_2}}$$

Mając dane m_4 wyznacza się z równania (9) stałą k_6 .

Wyniki pomiarów dla powietrza, tlenu i bezwodnika węglowego przedstawiają się w sposób następujący:

powietrze - tlen h = 400 m/m

L.	średn. δ m/m	M	2.5	5.0	7.5	10.0	12.5	15.0	l/m
1	5-6	α_1	0.988	0.902	0.891	0.892	0.892	0.888	
2	7-8	α_2	0.929	0.912	0.920	0.917	0.910	0.915	
3	8-9	α_3	0.750	0.863	0.911	0.940	0.932	0.942	

Jest rzeczą charakterystyczną, że dla mieszaniny tlenu i azotu w stosunku do powietrza współczynniki α dążą do wartości stałej, która leży dla:

$$\begin{aligned} \delta_1 = 5-6 \text{ m/m } \varphi & \quad \alpha_1 = 0.891 \\ \delta_2 = 7-8 \quad \quad \quad & \quad \alpha_2 = 0.917 \\ \delta_3 = 8-9 \quad \quad \quad & \quad \alpha_3 = 0.938. \end{aligned}$$

Z równania (9) wynika, że, ponieważ współczynniki α nie są zależne od M, wykładnik M musi być równy zero. Wykładnik prędkości jest dla obu gazów taki sam.

Wykładnik m_4 wyznacza się z uproszczonego wzoru (10):

$$-m_4 = \frac{\log \frac{\alpha_1}{\alpha_2} + 2.567 \log \frac{\delta_2}{\delta_1}}{\log \frac{\delta_2}{\delta_1}}, \text{ przyczem}$$

$$\frac{\alpha_2}{\alpha_1} = 1.030, \quad \frac{\alpha_3}{\alpha_1} = 1.052, \quad \frac{\alpha_3}{\alpha_2} = 1.023.$$

Po wyliczeniu otrzymuje się:

L.	δ_2/δ_1	m_4	δ_2/δ_1	m_4	δ_2/δ_1	m_4
1	7/6	-2.760	7.5/5.5	-2.660	8/5	-2.630
2	8/6	-2.742	8.5/5.5	-2.684	9/5	-2.652
3	8/8	∞	8.5/7.5	-2.742	9/7	-2.660

Przeliczenia dokonano, ze względu na szerokie granice średnic ziarn, dla wypadków krańcowych i wypadku pośredniego.

Średnia wartość na współczynnik m_4 wynosi: -2.698.

Z kolei z wzoru (9) otrzymuje się stałą k_6 .

$$k_6 = \frac{1}{\alpha} \cdot 0.0968 \cdot \delta^{0.131}$$

L.	δ	k_6
1	5.5	0.1358
2	7.5	0.1375
3	8.5	0.1365

Średnia $k_6 = 0.1366$.

Wzór na opór dla mieszaniny 60% O₂ + 40% N₂ przedstawia się w postaci:

$$\Delta p_1 = 0.1366 h \cdot \delta^{-2.698} \cdot (100 M)^{1.430} \cdot \frac{1}{1.387 \delta^{1.46}} \quad (11)$$

Dla mieszaniny bezwodnika węglowego z powietrzem znaleziono współczynniki α .

L.	średnica δ	M	2.4	5.0	7.5	10.0	12.5	15.0	l/min
1	5-6	α_1	0.953	0.976	0.977	0.957	0.938	0.916	
2	7-8	α_2	1.000	0.990	0.952	0.933	0.914	0.889	
3	8-9	α_3	1.000	0.960	0.926	0.900	0.878	0.865	

W odróżnieniu od poprzedniej tabeli dla tlenu, gdzie współczynniki α posiadają wartość stałą, należy zauważyć, że, porównawszy od M=7.5, współczynniki dla CO₂ opadają nieomal według linii prostej.

Przeliczając według schematu, podanego przy równaniu (9) dla M=7.5, 10 i 12.5 i dla podanych trzech średnic wartości ϵ_1 , otrzymuje się:

L.	$\frac{M_1}{M} = \frac{12.5}{10.0}$	$\frac{12.5}{7.5}$	$\frac{10.0}{7.5}$	średnia $\epsilon - \epsilon_1$
1	-0.1089	-0.1051	-0.0992	-0.1046
2	-0.0952	-0.0847	-0.0702	-0.0834
3	-0.0905	-0.0847	-0.0742	-0.0865
			śr.	-0.0915

Ponieważ wartości $\epsilon - \epsilon_1$ wykazują w swym przebiegu niejednolity charakter, przyjmuję, że różnica $\epsilon - \epsilon_1$ nie zależy od średnicy ziarna i posiada wartość -0.0915. Wniosek z tego, że charakter $\varphi'(\delta)$ w ϵ_1 jest identyczny z $\varphi(\delta)$ w ϵ , wobec czego:

$$\epsilon_1 = m_5 \cdot \varphi'(\delta) = 1.522 - \frac{1}{1.387 \delta^{1.46}}$$

Z kolei wyznacza się z równania (10) wielkość współczynnika m_4 , znowu da prędkości M=7.5, 10, 12.5 i danych średnic.

L.	M	7.5	10.0	12.5	średnia β
1	8-9				
	7-9	0.972	0.973	0.960	0.966
2	8-9				
	5-6	0.948	0.945	0.936	0.941
3	7-8				
	5-6	0.974	0.971	0.974	0.971

Po wyliczeniu z równania (10) otrzymuje się na m_4 wartości.

L.	$\frac{\delta_2}{\delta_1}$	m_4	$\frac{\delta_2}{\delta_1}$	m_4	$\frac{\delta_2}{\delta_1}$	m_4
1	7/6	-2.388	7.5/6.5	-2.552	8/5	-2.508
2	8/6	-2.358	8.5/5.5	-2.428	9/5	-2.462
3	8/8		8.5/7.5	-2.292	9/7	-2.431

Jako wartość średnią przyjęto: $m_4 = -2.399$.

Wyznaczenie stałej k_6 z wzoru:

$$k_6 = \frac{K_6}{\alpha} \cdot \frac{1}{\delta^{0.168} M^{0.092}}$$

nie przedstawia trudności.

L.	δ	$M=7.5$	10.0	12.5
1	5.5	0.0618	0.0613	0.0614
2	7.5	0.0602	0.0598	0.0597
3	8.5	0.0606	0.0607	0.0609

Jako średnia wartość: $k_6 = 0.0608$.

Wzór na spadek ciśnienia dla mieszaniny bezwodnika węglowego i powietrza brzmi:

$$\Delta p_2 = 0.0608 \cdot \delta^{-2.399} (100 M)^{1.522 - \frac{1}{1.387 \delta^{1.16}}} \quad (12)$$

Szukane współczynniki K_6 wynoszą:

dla powietrza	0.0968
" miesz. tlenu i azotu	0.1366
" " bez. węgl. i pow.	0.0608

Wartości na współczynnik lepkości, gęstość i współczynnik lepkości kinematycznej dla $+15^\circ \text{C}$ i 735.6 m/m zebrane są w następującej tabeli:

gaz	gęstość μ	lepkość η	lepkość kinemat.	ciężar wł. γ
powietrze	0.1205	$1.762 \cdot 10^{-6}$	$14.61 \cdot 10^{-6}$	1.182
$\text{O}_2 + \text{N}_2$	0.1265	$1.832 \cdot 10^{-6}$	$14.48 \cdot 10^{-6}$	1.241
$\text{CO}_2 + \text{pow.}$	0.1730	$1.508 \cdot 10^{-6}$	$8.72 \cdot 10^{-6}$	1.698
	$\frac{\text{kg/sek}^2}{\text{m}^4}$	$\frac{\text{kg/sek}}{\text{m}^2}$	$\frac{\text{sek}}{\text{m}^2}$	$\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

Jako skład mieszanek przyjęto:

40% azotu + 60% tlenu
10% powietrza + 90% bezwodnika węglowego.

Ponieważ nie ustalono dotychczas wzoru na współczynnik lepkości mieszanin, założyłem dowolnie, że współczynnik ten jest proporcjonalny do udziału procentowego składników.

Z powodu za małej ilości danych wyznaczenie współczynników C , n_2 i n_3 musi być w pewnej mierze dowolne.

Na podstawie przybliżonych rozważań teoretycznych i długich rachunków zdecydowałem się na związanie wyżej wymienionych współczynników wzorem:

$$K_6 = C \left(\frac{10^6 \eta}{\mu} \right)^{-(1+n_2)} \cdot \mu, \quad (13)$$

przyczem n_4 wynosi: dla powietrza -2.567 , dla $\text{O}_2 + \text{N}_2$ -2.698 , dla $\text{CO}_2 + \text{pow.}$ -2.399 .

Po podstawieniu odpowiednich wartości z poprzedzającej tabeli otrzymuje się stałą C :

dla powietrza	0.01188
" $\text{O}_2 + \text{N}_2$	0.01152
" $\text{CO}_2 + \text{N}$	0.01700

Pewne, bardzo zresztą dowolne uzasadnienie teoretyczne da się uzyskać na podstawie następującego rozumowania:

Na podstawie doświadczeń Ombecka, Blasiusa, Jacoba, Föppla, Nusselta i innych, oraz rozważań teorii podobieństwa dla przepływów hydraulicznych stwierdzono, że przepływ cieczy w rurach da się wyrazić funkcją dwu liczb charakterystycznych, liczby Reynolds' a, oraz liczby, nazwanej przez Gröbera liczbą Eulera:

$$F \left(\text{grad } p \cdot \frac{d}{v^2 \mu}, \frac{\eta}{v d \mu} \right) = \text{Constans.} \quad (14)$$

We wzorze tym oznaczają:

v = prędkość przepływu w m/sek
 d = średnica rury w m
 η = współczynnik lepkości w kg sek/m^2
 μ = gęstość w $\text{kg sek}^2/\text{m}^4$
 p = ciśnienie w kg/m^2 .

Ponieważ we wzorach (8), (11) i 12 przyjmowano δ , jako wielkość proporcjonalną do średnicy kanalików w m/m , wzór (14) po podstawieniu $d = 10^{-3} \cdot \delta$ przyjmuje postać:

$$F \left(\text{grad } p \cdot \frac{1}{10^3} \frac{\delta}{v^2 \mu}, \frac{10^3 \eta}{v \delta \mu} \right) = \text{Constans.}$$

Funkcję F bada się doświadczalnie, nie więc nie stoi na przeszkodzie ustaleniu innego związku:

$$F_1 \left(\text{grad } p \cdot \frac{\delta}{v^2 \mu}, \frac{10^6 \eta}{v \delta \mu} \right) = \text{Constans.}$$

Przebieg funkcji F_1 określa się z odpowiednich pomiarów, wyrażając wyniki czysto doświadczalnym wzorem interpolacyjnym potęgowym o kształcie:

$$\frac{\Delta p}{l} = \text{Const.} \left(\frac{10^6 \eta}{v \delta \mu} \right)^s \frac{\mu v^2}{\delta_1} \quad \text{czyli}$$

$$= \text{Const.} \left(\frac{10^6 \eta}{\mu} \right)^s \mu \cdot \delta_1^{-(1+s)} \cdot v^{2-s} \quad (15)$$

Zakładając, że przepływ przez warstwę ciała sypkiego da się w swych sumarycznych, wypadkowych przejawach uchwycić podobnym prawem, jak przepływ burzliwy w rurach, przez porównanie związku (15) z zasadniczym wzorem na spadek ciśnienia (3):

$$\frac{\Delta p}{h} = C \cdot \eta^{n_2} \mu^{n_3} \cdot \delta^{n_4} \cdot v^{n_5}$$

otrzymuje się po przyjęciu $\delta_1 = \delta$, $l = h$, zależności między wykładnikami:

$$n_2 = s \quad n_3 = 1 - s$$

$$n_4 = -(1 + s) \quad n_5 \approx 2 - s$$

Ponieważ we wzorze zasadniczym uwzględnia się prędkość dopływu pod warstwę, a nie prędkość przepływu w kanalikach v , wykładnik $n_5 \cdot \varphi(\delta)$ będzie miał wartość różną od $2 - s$.

Natomiast zależności dla n_2 , n_3 i n_4 zostały uwzględnione we wzorze (13) do obliczenia stałych C .

We współczynnikach C i n_4 , o czym zresztą była już mowa na stronach poprzednich, zawarty jest wpływ dwu wielkości, we wzorach nieuwzględnionych, mianowicie chropowatości powierzchni ziarn oraz wpływu tarcia gazu o ścianki. Dlatego jest rzeczą zrozumiałą, że współczynniki C i n_4 muszą być dla różnych gazów i różnych materiałów różne. Dla powietrza i mieszaniny $\text{O}_2 + \text{N}_2$ wyrażenia na lepkość kinematyczną są prawie równe, różnica istnieje tylko w gęstości. Dlatego też i współczynniki C są prawie identyczne. Charakter obu gazów, posiadających te same składniki w różnych stosunkach procentowych, wskazywałby, że i współczynniki tarcia przy tej samej chropowatości są prawie równe.

Jeżeli podzieli się odpowiednie współczynniki n_4 przez lepkość, otrzymuje się dla obu gazów niemal identyczne cyfry

$$\text{powietrze: } \frac{n_4}{10^6 \eta} = \frac{2.567}{1.762} = 1.455$$

$$\text{O}_2 + \text{N}_2: \quad = \frac{2.698}{1.832} = 1.470$$

na funkcję chropowatości i tarcia gazów. Stosunek obu wyrażeń jest praktycznie równy stosunkowi stałych C .

$$\frac{1.455}{1.470} = 0.99; \quad \frac{0.01188}{0.01152} = 1.03$$

Różnica wynosi niespełna 4% .

Odmienne przedstawia się sprawa przy gazie tak biegunowo różnym, jak dwutlenek węgla. Współczynnik tarcia jest tu prawdopodobnie większy, ponieważ $n_4 = 1.591 \cdot \eta \cdot 10^6$, ale też i stała C jest większa, mianowicie $C_{\text{CO}_2} = 1.429 C_{\text{pow.}}$.

Niema tu już takiej zgodności, jak przy $\text{O}_2 + \text{N}_2$, powód leżeć może zarówno w błędach pomiaru, jak i w odmiennym przebiegu funkcji współczynnika tarcia w wyrażeniach na C i n_4 .

Ostateczne wzory na spadek ciśnienia w warstwie ciała sypkiego brzmią:

powietrze:

$$\Delta p = 0.01188 \left(\frac{10^6 \eta}{\mu} \right)^{1.567} \mu \cdot h \cdot \delta^{-2.567} (100 M)^{1.430 - \frac{1}{1.387 \delta^{1.16}}} \quad (16 a)$$

mieszanina $40\% \text{ N}_2 + 60\% \text{ O}_2$

$$\Delta p = 0.01152 \left(\frac{10^6 \eta}{\mu} \right)^{1.698} \mu \cdot h \cdot \delta^{-2.698} (100 M)^{1.430 - \frac{1}{1.387 \delta^{1.16}}} \quad (16 b)$$

mieszanina 90% CO₂+10% pow.

$$\Delta p = 0.0170 \left(\frac{10^6 \eta}{\mu} \right)^{1.399} \mu \cdot h \cdot \delta^{-2.399} (100 M)^{1.522} - \frac{1}{1.387 \delta^{1.144}} \quad (16 c)$$

przyczem liczy się Δp w m/m sł. w.

$$\eta \text{ w } \frac{\text{kg sek}}{\text{m}^2}, \mu \text{ w } \frac{\text{kg sek}^2}{\text{m}^4}, h \text{ w } \text{m/m}, \delta \text{ w } \text{m/m}$$

M w $\frac{\text{m}^3}{\text{sek}}$ i 1 m^2 przekroju.

Wstawiając zamiast gęstości μ ciężar właściwy γ w kg/m³, otrzymuje się:

powietrze:

$$\Delta p = 0.04340 \left(\frac{10^6 \eta}{\gamma} \right)^{1.567} \gamma \cdot h \cdot \delta^{-2.567} (100 M)^{1.430} - \frac{1}{1.387 \delta^{1.144}} \quad (17 a)$$

O₂ + N₂:

$$\Delta p = 0.05672 \left(\frac{10^6 \eta}{\gamma} \right)^{1.698} \gamma \cdot h \cdot \delta^{-2.698} (100 M)^{1.430} - \frac{1}{1.387 \delta^{1.144}} \quad (17 b)$$

pow + CO₂:

$$\Delta p = 0.04225 \left(\frac{10^6 \eta}{\gamma} \right)^{1.900} \gamma \cdot h \cdot \delta^{-2.900} (100 M)^{1.522} - \frac{1}{1.387 \delta^{1.144}} \quad (17 c)$$

Extrapolacja wzoru na inne temperatury możliwa jest tylko pod bardzo dowolnym założeniem, że wykładnik średnicy ziarna n_s jest zawsze proporcjonalny do współczynnika lepkości i że współczynnik proporcjonalności wynosi stałe $1.455 \cdot 10^6$, (dla powietrza), oraz że wykładnik potęgi prędkości nie zmienia się z temperaturą.

Wtedy po podstawieniu za η wzoru Sutherlanda:

$$\eta = \eta_0 \frac{1 + \frac{114}{273}}{1 + \frac{T}{273}} \sqrt{\frac{T}{273}} = 0.1446 \cdot 10^{-6} \frac{T^{\frac{3}{2}}}{114 + T},$$

a za γ

$$\gamma = \gamma_0 \frac{p}{10330} \cdot \frac{273}{T} = 0.03418 \frac{p}{T}$$

we wzór (17), otrzymują się dla powietrza

$$\Delta p = 0.00390 \cdot \frac{T^{2.917} h (100 M)^{1.430} - \frac{1}{1.387 \delta^{1.144}}}{(114 + T)^{1.567} \cdot p^{0.567} \delta^{0.21825} \frac{T^{3/2}}{114 + T}}$$

Jak powiedziałem, wzór ten jest dla temperatur różnych od pokojowej bardzo niepewny, pozwala jednakowoż przy temperaturze 15°C, dla której został ustawiony i przy której jest prawdziwy, na wykrycie pewnej ciekawej zależności spadku ciśnienia od ciśnienia gazu: ze wzrostem ciśnienia maleje spadek ciśnienia.

Że zjawisko tego rodzaju rzeczywiście występuje, wykazuje rysunek 9.

Przedstawia on zdjęte krzywe spadku ciśnienia w funkcji prędkości dopływu dla wysokości warstwy $h = 410 \text{ m/m}$, średnicy ziarna $\delta = 7-8 \text{ m/m}$, przy temperaturze 15°C i ciśnieniach barometrycznych 736.0 m/m sł. rt. i 721.0 m/m sł. rt.

$$\text{Stosunek ciśnień: } \frac{\Delta p_1}{\Delta p_2} = \left(\frac{736}{721} \right)^{0.567} = 1.011$$

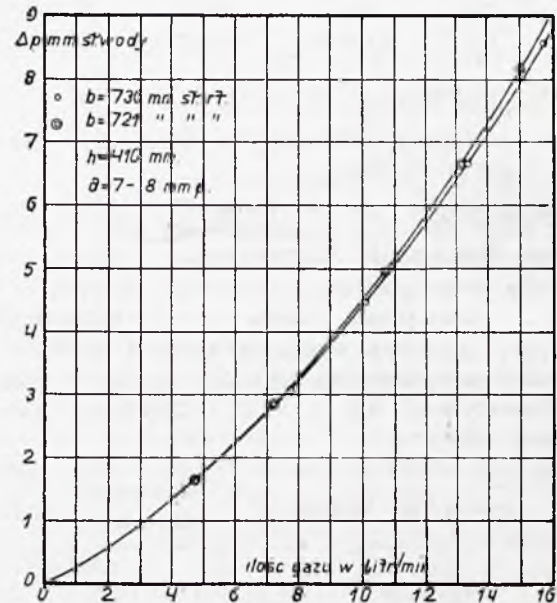
zaś stosunek ciśnień z wykresu wynosi

M :	10.0	12.5	15.0	Mil/minf.
$\frac{\Delta p_1}{\Delta p_2}$:	1.024	1.024	1.026	

Zgodność jest wystarczająca.

Na wykresie następnym (rys. 10) przedstawiłem dla wykazania prawdziwości wzoru (16 a) krzywą spadku ciśnienia

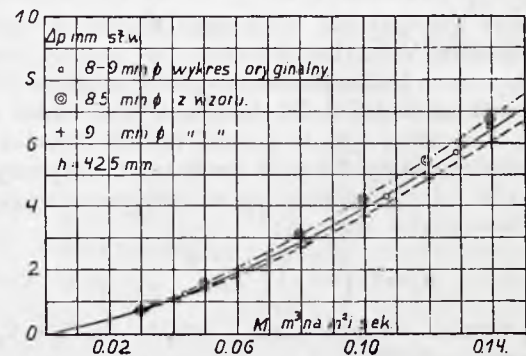
w funkcji prędkości dopływu dla $h = 425 \text{ m/m}$, $\delta = 8-9 \text{ m/m}$, temperatury 15°C i ciśnienia 735 m/m sł. rt. Krzywa, znaczone kółkami, przedstawia punkty mierzone, krzywe z krzyżykami i kółkami podwójnymi są liczone wzorem (16 a) dla średnic



Rys. 9.

Zależność spadku ciśnienia od ciśnienia gazu.

$\delta = 8.5$ i 9 m/m . Krzywa oryginalna leży w zupełności między krzywami wyrachowanymi i posiada z nimi identyczny charakter przebiegu.



Rys. 10.

Wielkość spadku ciśnienia z pomiaru i rachunku.

Jest rzeczą uwagi godną, jak silny wpływ, przy niezmiennych innych czynnikach, posiada średnica ziarna. Zmiana o 0.5 m/m = 5.6% powoduje zmiany spadku ciśnienia o przeszło 10%. Ponieważ w praktyce nie pracuje się nigdy ziarnem o ściśle określonej średnicy, czy to używając wprost materiału niedokładnie sortowanego, czy też wskutek zmian, jakim podlega warstwa pod wpływem procesów, w niej się odbywających, spadek ciśnienia, obliczony z wzorów wyprowadzonych, będzie zawsze obciążony pewną dozą dowolności. Błędy popełniane wskutek różnic średnicy ziarna przy pomiarach przemysłowych są tak duże, że wpływ wszystkich innych czynników — prócz prędkości — może być mniejszy od tych błędów i jako taki, łatwo może być przeoczony. Niemniej jednak, i to właśnie podkreślają wzory wyprowadzone, pojęcie spadku ciśnienia na warstwie ciała sypkiego jest pojęciem bardzo złożonym, na które ma wpływ cały szereg stałych fizykalnych ośrodka przepływającego i materiału ziarna. (Dok. nast.).

Jaką powinna być organizacja służby drogowej P. K. P.?

Słusznie podniósł inż. W. Przedpełski w artykule pod tytułem „Kontroler drogowy, czy inżynier dystansowy?”¹⁾, że wprowadzona na kolejach polskich organizacja służby drogowej, jest czemś niedokończonym, niedopowiedzianym, „ni pies, ni wydra”. Tak w kierunku, poruszonym przez autora, jak i w wielu innych, dotychczas niepodnoszonych, jest ona niczem innym — jak eksperymentem.

Nie chcę wdawać się w analizę tej organizacji, gdyż to zaprowadziłoby nas za daleko, zresztą przed wejściem jej w życie krytyka dosadnie zaznaczyła jej niedomagania, podam tylko w jak najkrótszej formie obraz takiej organizacji, jaka najbardziej odpowiada naszemu duchowi i potrzebom, jaka ostatecznie pokaże się najekonomiczniejszą.

Na wstępie muszę jednak zaznaczyć, że w błędzie są ci, którzy sądzą, że organizacja trzech technicznych działów kolejnictwa ma iść temi samymi drogami, a etapy jej urzędów mają się kryć ze sobą. Działy te pod wielu względami tak różnią się od siebie, że ustroje służby drogowej, eksploatacyjnej i mechanicznej muszą iść swoimi szlakami, jakie im wytyczają sam rodzaj pracy, stuletnia praktyka, jak i ekonomja organizacji.

Na razie będziemy mówili o służbie drogowej i zaczniemy nie od góry, jak to się zwykle robi, ale od dołu, t. j. od robotnika drogowego.

Już na samym wstępie przy robotniku natrafiamy na błędy organizacyjne. Biorąc rzecz analogicznie do innych działów technicznych kolejnictwa, podzielono tych robotników na stałych i sezonowych. Przecoczono, że robotników stałych w służbie drogowej może być bardzo znikoma ilość, zaś służba ta w każdym razie wymaga pewnej specjalizacji, której nie może posiadać robotnik sezonowy.

Robotników w służbie drogowej można tylko podzielić na robotników drogowych i robotników przejściowych (sezonowych).

Ponieważ przez okres zimowy, szczególnie gdy jest brak opadów śnieżnych, zatrudnia się najmniejszą ilość robotników drogowych, więc tylko ci mogą być uważani za stałych. Zaraz z nastaniem wiosny ilość ta robotników musi być podwojona, a nawet potrojona, a siły te muszą posiadać takie kwalifikacje, jak i poprzednio wymienieni robotnicy stali, — więc wyłania się potrzeba posiadania takich robotników w zapasie, do rozporządzenia. Robotnik sezonowy, wzięty z ulicy za cenę targową luki tej nieuzupełni, gdyż jako zmienny, nieposiada požądanej kwalifikacji.

Wobec tego w służbie drogowej robotnicy muszą się dzielić na robotników drogowych, do pewnego stopnia kwalifikowanych, związanych z koleją, i robotników przejściowych, przygodnych, czyli sezonowych.

Pierwsi muszą się dzielić na robotników drogowych stałych i robotników drogowych niestałych. Ponieważ żądane są od nich pewne kwalifikacje, przeto wynagrodzenie ich powinno być korzystniejsze od płac robotnika wedle cen rynkowych, ale dodatki na członków rodziny powinny być w tych wynagrodzeniach zniwelowane, natomiast zapewnione posunięcia w płacy co kilka lat dla stworzenia bodźca do intensywniejszej pracy. Muszą oni wszyscy znać przepisy osobistego bezpieczeństwa, w skromnych granicach przepisy sygnalizacyjne, a przede wszystkim być praktycznie wyrobieni przy utrzymaniu nawierzchni. Robotników drogowych stałych będzie niewiele. By nawet w zimie drużyna robocza mogła być w pełni wyzyskana, ilość ta wyniesie na działkę czterech pracowników pod kierownictwem torowego, względnie samodzielnego przodownika. Ponadto jest niezbędna jedna siła robocza, która mogłaby samodzielnie prowadzić wózki, mierzyć luki, zastępować torowego, lub przodownika. Daje to razem na działkę sześciu pracowników stałych, wliczywszy w to torowych.

Robotników drogowych niestałych potrzeba na jedną działkę dwa razy po czterech, a najmniej jeszcze czterech. Posuwają się

oni przy wolnych miejscach na stanowiska robotników drogowych stałych o ile nie są analfabetami. Pierwszeństwo na miejsca robotników stałych z pośród niestałych mają ci, co złożą egzamin na torowego lub droźnika.

Robotnicy drogowi są przytem rezerwoarem, z którego czerpią pracowników wydziały eksploatacyjny i mechaniczny.

Torowy, względnie przodownik, powinien wyjść z łona robotników drogowych stałych, szczególnych studjów szkolnych nie wymagamy od niego. Wskazane jest urządzenie uzupełniających kursów dla torowych wyłącznie przez zarządy kolejowe, gdyż tylko taka szkoła potrafi się dostosować do potrzeb duchowych pracownika i należyte uwzględnić praktykę. Poza to musi on zdać przepisany egzamin. Przodownik, który przez rok prowadził samodzielnie działkę, może zostać torowym etatowym.

Długość działki wynosi od 3 km na liniach głównych dwutorowych, do 8 km na liniach drugo- i trzeciorzędnych.

Gdzie jest wielka ilość rozjazdów do obsłużenia, tam granica niższa może spaść do kilkuset metrów.

Droźnik, czyli strażnik drogowy, jest to instytucja, która dzisiaj do pewnego stopnia należy do historii. Dzisiejszy droźnik posiada nie wiele wspólnego z pierwotnym droźnikiem z zarania kolejnictwa.

Droźnik, w dawnym tego słowa znaczeniu, pełnił bardzo liczne obowiązki, które dzisiaj rozpadły się na barki różnych pracowników. Pełnił on przedewszystkiem służbę policyjną, nosił nawet gdzieś szablę przy boku, obchodził swoją przesterzeń i wykonywał pomniejszych roboty przy nawierzchni, obsługiwał przejazdy w poziomie, pełnił służbę awizera pociągów, nawet dozorował robotników drogowych i spełniał wobec nich obowiązki przodownika.

Dzisiaj to się zupełnie zmieniło.

Prawdziwa służba droźnicza to jest tylko służba blokowa i zapowiadania pociągów. Obchody linii przeszły na torowych, obsługa zapór drogowych, wobec zmechanizowania ich, stała się czynnością wielce ułatwioną. Gdzie są jeszcze ręczne zapory drogowe, wystarczy dla nich obsługa droźnikami, niezdatnymi do służby blokowej, lub robotnikami drogowymi, stałymi, w podeszłym wieku, niezdatnymi już do ciężkiej pracy. Zresztą przejazdy w poziomie szyn skazane są na zagładę.

Dzisiejszy prawdziwy droźnik należy więcej do służby eksploatacyjnej, jak drogowej, wychodzi on z łona robotników drogowych stałych i powinien zdać przepisany egzamin.

Na tem kończy się niższa służba drogowa.

Średni etap w organizacji służby drogowej jest Zawia-
dowca Odcinka Drogowego.

Zawia dowca ten jest organem Oddziału drogowego i wykonawcą jego zarządzeń, ale sam nie stanowi żadnego urzędu. Wedle zarządzeń Oddziału drogowego prowadzi on budowlę, nadzoruje je i utrzymuje, jest sam magazynierem przydzielonych mu materiałów, prowadzi ich subwidencję, odpowiada za ich odbiór i całość. Odpowiada on za bezpieczeństwo ruchu na odcinku, prowadzi ewidencję robotników, przyjmuje ich i usuwa na wyłączne zarządzenia Oddziału. Słowem jest to siła, która cały odcinek ma mieć obrazowo wryty w swoim mózgu wraz z jego niedomaganiem i chorobami i musi go w całości obsłużyć swojemi wiadomościami technicznymi.

Wedle tych wymagań powinien to być człowiek o średnim wykształceniu technicznym i odpowiedniej praktyce. Oddany mu pod nadzór odcinek nie powinien być większy nadto, by go mógł obejść przynajmniej co drugi dzień, a objechać codziennie.

Długość odcinka będzie się wahać pomiędzy 15 a 25 km, a może spadać i do kilku km, gdzie są wielkie stacje.

Kancelarję nadzorca drogowego stanowi on sam, niepotrzeba mu żadnych rachmistrzów i kancelistów. Osobiście prowadzi on książkę robotniczą i zamyka ją, osobiście prowadzi

¹⁾ Inżynier Kolejowy zeszyt 10 z października 1926, str. 275.

on księgę subwidenencji materiałów bez zaliczania cen jednostkowych, również książeczki wydatków materiałów.

Przy odbiorach materiałów, sporządzaniu tabel ich wymiarów i wag, opisywaniu i sortowaniu wolno mu używać do pomocy piśmiennego robotnika, zaliczonego na konto rzeczowe.

O zawiadowcach do specjalnych działów, jak: mostów, budynków, zakładów impregnacyjnych i t. p. nadmieniam tylko, gdyż nie tu jest miejsce określenia ich bliższego zakresu działania.

Ponad Zawiadowcą Odcinka stoi Oddział Drogowy, jest to jedyny urząd po Dyrekcji w organizacji służby drogowej. By można utrzymać we wszystkich zaborach jedną nazwę, nazwałem ten urząd Oddziałem Drogowym, a nie Dystansem lub Sekcją.

Urząd ten musi pozostawać pod kierownictwem inżyniera o pełnych wiadomościach teoretycznych i praktycznych.

Niepotrzebuję bliżej określać zakresu działania tego urzędu po porównaniu go z Dystansem i Sekcją.

Ponieważ jest to władza wykonawcza w pełnym zakresie, pracująca w ramach kredytów, wydająca i zarachowująca, musi ona posiadać pewien skład urzędników, odpowiadający normowaniu dla Dystansów, względnie Sekcji. Nie występuję przeciw urzędom rachmistrzów, sekretarzy i t. p., tylko zaznaczam, że w Oddziale drogowym czynności te powinny być poruczone wyłącznie kandydatom na Zawiadowców Odcinków Drogowych i starszym Zawiadowcom Odcinków Drogowych. Oddział taki ma być z jednej strony szkołą praktyczną na nowych Zawiadowców, z drugiej zaś ostoją dla starszych.

Gdy rozchodzi się o wielkość Oddziału drogowego, na ten czas miarodajnym musi być moment, by Naczelnik Oddziału pod względem technicznym mógł zapanować nad całością, nie dopuszczając do tak zwanej: „gospodarki zawiadowców“, a czynności biurowe nie pożerały go w całości.

Wasiutyński¹⁾ określa długość Oddziału na 150 do 250 km drogi jednotorowej, Krüger²⁾ idzie znacznie niżej, licząc się bardziej względami technicznymi. Zdaje się, że kierując się praktyką, podać można tylko górną granicę długości Oddziału drogowego, a mianowicie nie powinna ona przekraczać 200 km. Na granicę niższą wpływają różne czynniki przede wszystkim wielkie urządzenia stacyjne.

Przechodząc do następnego stopnia w ustroju drogowym, natrafimy już na Naczelnika Wydziału drogowego, względnie Dyrekcję.

Nie jeden z czytających zatrzyma się na tem miejscu i wypowie, że to zawiązki skok. Naczelnikowi Wydziału drogowego trudno samemu zapanować nad dziesięcioma lub piętnastoma Oddziałami. Brak tu czegoś pośredniego.

Rzeczywiście w luce tej jest potrzebny czynnik pomocniczy dla czynności czysto technicznych, zaś niepotrzebny pod względem administracyjnym i kancelaryjnym. Ustanowienie czegoś, co dziś nazywamy w Polsce „Oddziałem Drogowym“, a gdzieindziej nazywano „Inspektorami“ i t. p. z zastępem pracowników biurowych, jest ze stanowiska praktycznego rzeczą zbędną i musiałoby z czasem zwiędnąć i odpaść jako sucha gałąź, — natomiast służba techniczna wymaga rzeczywiście uzupełnienia i odciążenia Naczelnika Wydziału.

¹⁾ Inż. Aleksander Wasiutyński: „Drogi żelazne“ Warszawa 1925 r., str. 288.

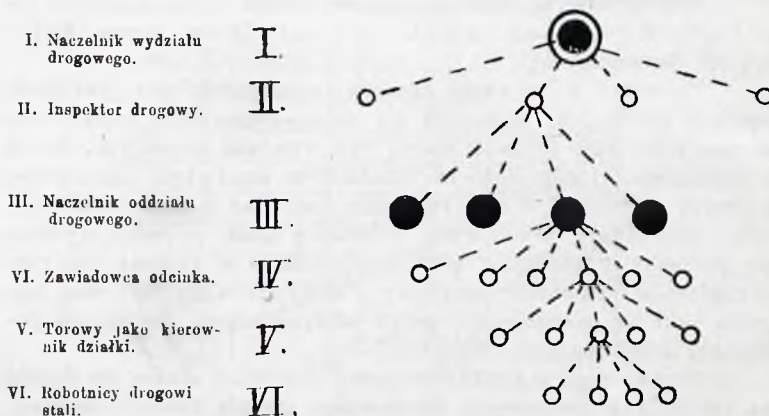
²⁾ Inż. Aleksander Krüger: „Organizacja działu utrzymania i budowy drogi przy kolejach“ Lwów 1912 r. (Odbitka z *Czasopisma Technicznego*).

Nie stawiam zatem w tem miejscu żadnego urzędu, ale Inspektorów Drogowych, którzy są przy boku Naczelnika Wydziału i tworzą dla niego łącznik z Oddziałami drogowymi. Inspektor drogowy czuwa, by podporządkowane mu Oddziały pracowały jednolicie, wedle zasad niezbędnej ekonomii i obowiązujących przepisów. Pośrednictwo jego ma umniejszać pisaninę między Oddziałami a Wydziałem; czuwa on, by pracownicy drogowi byli należycie pouczani i traktowani, by urządzenia kolejowe znachodziły się w stanie zupełnie pewnym dla bezpieczeństwa ruchu, a nowe budowle były wykonywane wedle planów z zachowaniem warunków umów. Obowiązany on jest do perjodycznego objazdu przydzielonych mu linii, poczynione spostrzeżenia wpisuje on do dziennika swoich podróży, który przedkłada Naczelnikowi Wydziału, a ten dopiero na podstawie jego zapisków wydaje ogólne zarządzenia. Zatem Inspektor Drogowy nie jest żadnym urzędem, nie ma żadnych sił pomocniczych i kancelaryjnych, nie wydaje samodzielnie zarządzeń, ale pośredniczy między Oddziałem a Wydziałem jest organem pomocniczym Dyrekcji.

Ze względu na potrzebę licznych objazdów, przydzielonych Inspektorowi drogowemu szlaków, długość podporządkowanych mu linii kolejowych nie powinna przekraczać długości trzech „Oddziałów drogowych“, wyjątkowo w terenie płaskim, technicznie okazującym mniej komplikacji, czterech.

Na stanowiska Inspektorów drogowych musi się powoływać inżynierów o wielkiej praktyce, z taktem, starszych wiekiem, zazwyczaj byłych Naczelników Oddziałów, a tylko kontrola takich ludzi może być owocną.

Inspektor drogowy bez falangi sił biurowych, nie przygwożdżony do stołka kancelaryjnego, przy swojej wielkiej praktyce posiada także niepomierne znaczenie ze względów strategicznych.



Powyższy szemat daje obraz takiej organizacji, gdzie tylko kółka, wypełnione czarno dają nam urzędy z siłami biurowymi, gdy kółka puste przedstawiają organa pomocnicze i wykonawcze.

Tego rodzaju organizacja będzie także najbardziej odpowiadała potrzebom strategicznym.

Niezaprzeczenie niewyczerpałem wszystkich argumentów za tego rodzaju ustrojem, ale pole do dyskusji jest otwarte...

Nie zalecam, by dzisiejszy stan rzeczy znieść, a zaraz wprowadzić nowy. W wszechświecie wogóle nic się nie przetwarza gwałtem, tylko powolnie stopniami — wszystko się przetradza. Z istniejącego ustroju przejść powolnie na nowy.

Najpierw skreślić obecnych „Kontrolerów“, a ich kosztem łamać dzisiejsze olbrzymie Oddziały drogowe na mniejsze. Powolnie przyjdzie na wszystko kolej. A. W.

Sposób obliczenia datku za nadmierne zużycie drogi.

Wzór, podany w zeszycie 18 b. r. *Czasopisma techn.*, na obliczenie datku za nadmierne zużycie drogi ma tę wyższość nad metodami obliczeń, rozpatrywanymi w Nr. 12 *Czasop.* z roku 1924, że ujmuje sprawę w sposób jasny i dla rachunku łatwy,

zwłaszcza że o potrzebne do tego wzoru daty statystyczne nie będzie obecnie trudno wobec zaprowadzonego obowiązku badania wielkości ruchu na drogach państw. i niektórych samorządowych.

Datek atoli obliczony tym sposobem wypada nieco za wielki, gdyż cały ciężar utrzymania drogi, psutej pojazdami danego przedsiębiorcy, przenosi na barki tego przedsiębiorcy, odsuwając go od prawa partycypowania w korzyściach, płynących z normalnego utrzymania drogi przez Państwo, względnie samorząd.

Należałoby zatem jeszcze to prawo uwzględnić i we wzór wprowadzić.

Rozważania na ten temat prowadzą do następującej modyfikacji podanego wzoru:

Na danym odcinku drogi przejeżdża rocznie F pojazdów, a nadto f pojazdów przedsiębiorstwa.

Wydatek średni roczny na utrzymanie tego odcinka drogi, niszczonej furmankami, wynosi W . Na jedną furmankę zatem łoży fundusz drogowy $\frac{W}{F}$, w wypadku zaś, gdy istnieje przedsiębiorstwo $\frac{W}{F+f}$. Różnica zatem na jednej furmance wynosi

$$\frac{W}{F} - \frac{W}{F+f} = \frac{W \cdot f}{F(F+f)}, \text{ na } F \text{ furmankach } D = \frac{W \cdot f F}{F(F+f)} = \frac{W \cdot f}{F+f}.$$

Tę różnicę D powinien zapłacić przedsiębiorca, gdyby nie miał prawa korzystania z normalnego utrzymania dróg przez odnośny fundusz drogowy.

Wiadomą jest rzeczą, że niektóre odcinki nawet b. ważnych dróg państwowych mają nader słabą frekwencję; jednak te odcinki ulegają niszczeniu (opady atmosf. lód, zlewy gwałtowne i t. p.) i muszą ze względu na całość być należycie konserwowane.

Przyjmijmy, że z takiego odcinka drogi, dla którego F możemy przyjąć $= 0$, korzysta przedsiębiorstwo. Według więc wzoru datek przedsiębiorstwa wynosiłby $D = \frac{W \cdot f}{0+f} = W$, czyli przedsiębiorca ponosiłby całkowity koszt utrzymania tego odcinka, co byłoby, jak już wykazaliśmy niesłusznem.

Znacząc udział Państwa w takim wypadku przez $\frac{W}{X}$, otrzymamy $D = W - \frac{W}{X} = \frac{W(X-1)}{X}$, a stąd dla

$$\begin{aligned} X=1 & D=0 \\ X=2 & D=\frac{1}{2}W \\ X=3 & D=\frac{2}{3}W \\ X=4 & D=\frac{3}{4}W \text{ i t. d.} \end{aligned}$$

Mnożąc licznik i mianownik ułamka $\frac{W(X-1)}{X}$ przez f i dzieląc przez $X-1$ otrzymamy $D = \frac{W \cdot f}{X}$ czyli przy istnieniu

$$\text{ruchu furmanek } F, \text{ ogólnie } D = \frac{W \cdot f}{F + \frac{X}{X-1} f}.$$

To X zależnie od warunków może być różne, lecz zawsze większe od 1, a nie powinno zdaniem mojem, przekraczać 3.

W swojej praktyce we wszystkich wypadkach obliczenia datków zastosowałem $X=2$. Wtedy wzór miał kształt $D = \frac{W \cdot f}{F+2f}$. Dla ilustracji przyłączę jeden realny przykład.

Na odcinku drogi o dług. 10 km przewozi przedsiębiorstwo swoje wyroby do stacji kolejowej. Przebiegający kredyt roczny na utrzymanie 1 km tej drogi wynosi 1.000 zł., czyli dla całego odcinka $W=10.000$ zł. $F=110.000$ (okrągło), $f=10.000$

$$\text{(również w zaokrągleniu). Wstawiając do wzoru } D = \frac{W \cdot f}{F+2f}$$

powyższe ilości, otrzymamy wysokość datku $D=761$ zł.

Odnośne przedsiębiorstwo, wezwane do zapłaty datku, deklarowało bez wielkich targów kwotę 750 zł. Podobnie miała się sprawa z szeregiem innych przedsiębiorstw.

Wynikałoby z tego, że dane przedsiębiorstwa nie czuły się wymiarem datku pokrzywdzonymi. Chodziłoby więc jeszcze o zajęcie stanowiska ze strony Skarbu Państwa, czyli o ustalenie wielkości X .

Inż. M. Geisler.

Cieszę się bardzo, iż poruszona przeze mnie jeszcze w r. 1924 sprawa, wywołała nareszcie pewną dyskusję w kołach zawodowych. Jak już wówczas zaznaczyłem, nie uważałem podanych w Nr. 12 *Czas. Techn.* z r. 1924 metod, za ostatni wyraz tego, co w danej materji może być stworzone, a jako główną wadliwość w tym kierunku, uważałem brak jakichkolwiek danych, odnoszących się do statystyki ruchu na naszych drogach.

Nieulega żadnej kwestji, że zarządzone w r. b. przez M. R. P. badania statystyki ruchu na drogach państwowych, będą dla omawianej sprawy ważnym elementem i przyczynią się bardzo do wyjaśnienia wielu momentów, pozwalając w pierwszym rzędzie na pewne naukowe rozwiązanie poruszonej kwestji.

Brak rezultatów statystyki drogowej jest zdaje się przyczyną również usterek, jakie wykazują oba ogłoszone sposoby obliczania datku za nadmierne zużycie dróg, tak w Nr. 18 z r. b. *Czas. Techn.*, jakoteż w artykule obecnym. Autorzy poszli po linii najmniejszego oporu w tej sprawie, upraszczając zadanie do możliwych granic i postawili w ten sposób całe zagadnienie na tym samym poziomie na jakim stoi rozwiązanie jego, wynikające z uwzględnienia opłat mytniczych. Sprawa zaś tak prostolinijną nie jest.

Jako główne niedomaganie obu wspomnianych sposobów uważać należy zupełne nieskatogoryzowanie ruchu drogowego w zależności, czy ma się do czynienia z pojazdem konnym, czyli jak autorzy mówią, z furą, czy też z samochodem ciężarowym. Tymczasem nie potrzeba, jak sądzę, specjalnego dowodu na okoliczność, iż są to rzeczy pierwszorzędnej wagi, gdyż samochód, już z samej swej konstrukcji, niszczy drogi znacznie więcej niżli zwyczajny pojazd, nie wspominając już o destruktywnym wpływie, jaki na jezdnię wywiera zwiększona chyżość.

Tymczasem ten właśnie moment, często w nowoczesnej gospodarce drogowej wybijający się na plan pierwszy, został w pewien sposób uwzględniony w podanych przeze mnie dalszych trzech typach obliczeń. Mówię „w pewien sposób“ dlatego, iż sam mam wątpliwości, czy uchwycenie tego czynnika w formach przytoczonych jest ostatecznem załatwieniem sprawy. W każdym razie usiłowania w tym kierunku istnieją.

Doprowadza to z natury rzeczy do obliczeń bardziej skomplikowanych, nie mniej jednak w rezultacie odmiennych, niżli przyjęcie li tylko ruchu konnego.

Że wymogi ustawowe nie bardzo dadzą się pogodzić z podanymi przez Szan. Autorów sposobami, dowodzi tego rozporządzenie Min. Spr. Wewn. z 11. sierpnia 1923 (Dz. U. R. P. Nr. 31/24 poz. 317) normujące wykonanie ustawy o tymczasowem uregulowaniu finansów komunalnych, albowiem żąda ona, iż „opłaty drogowe od wozów mogą być wymierzone według ilości sił mechanicznych lub według tonażu siły nośnej, samochodów ciężarowych i innych wozów ciężarowych“. Również wyjaśnienie M. R. P. z 12. lutego 1925 l. XII—51 żąda, iż „wysokość dopłaty za nadmierne zużycie drogi winna być określona przez właściwy zarząd drogowy na podstawie porównania ilości, rodzaju ruchu spowodowanego przez dane przedsiębiorstwo z ilością i rodzajem ogólnego ruchu na odcinku drogi, z którego odnośne przedsiębiorstwo stale lub czasowo korzysta. Przy tem winny być uwzględnione okoliczności wpływające na zużycie nawierzchni, jako to: ładunek wozu, szerokość obręczy kół, pora roku, w której odbywa się masowy przewóz i t. p.“. Wszystkie te momenty nie mogą doprowadzić do takiej prostoty wzorów, jaka jest widoczna w podanych przez Autorów sposobach.

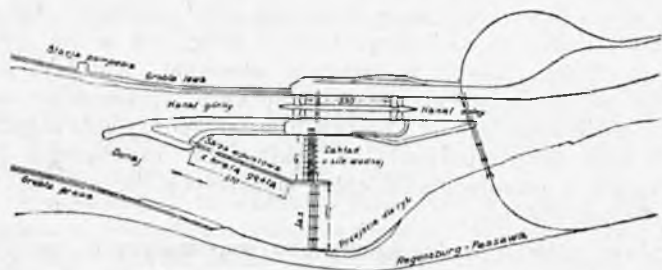
Nie będę wspominał o wątpliwościach, które żywię w odniesieniu do artykułu P. Inż. Geislera, co do podanego przez Niego czynnika X będącego wyrazem udziału zarządu drogowego w kosztach utrzymania drogi, wspomnę natomiast, iż już po ogłoszeniu przeze mnie artykułu o datkach, podał Inż. Funk bardzo cenną pracę w tej materji w Nr. 52 z r. 1925 w *Verkehrstechnik* w której rozwija szerzej podany przez siebie sposób obliczenia zużycia nawierzchni drogowej i która wiele do należytego rozwiązania tej sprawy przyczynić się może.

Inż. Emil Bratro.

Wiadomości z literatury technicznej.

Budownictwo wodne.

— Zakład o sile wodnej „Kachletstufe“ na Dunaju pod Passawą. Kanalizacja Dunaju w tem miejscu stanowi początek drogi wodnej Dunaj-Men-Ren, budowanej dla statków 1.200 tonnowych. Jak widać z sytuacji (rysunek 1), na założenie jazu wyzyskano miejsce rozszerzone, skutkiem czego cały zakład turbinowy, oraz śluza komorowa bliźniacza, mogły być umieszczone w tym samym profilu (miejsce na śluzę uzyskano przez wylupanie skały). Szypoty istniejące w łożysku pokrywa spiętrzenie jazu.



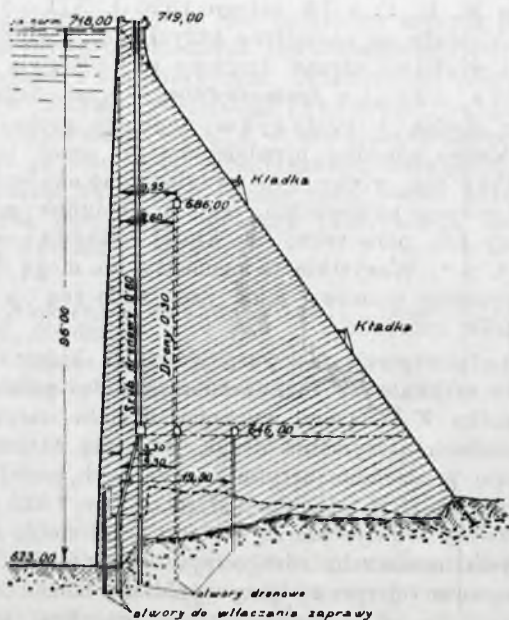
Rys. 1

Jaz ma 75 m długości między przyczółkami i składa się z 6-u otworów po 25 m, zamykanych zasuwami dwudzielnymi, z których górna ma 3 m, dolna 8 m wysokości; próg znajduje się 2,45 m pod małą wodą. Wlot wody roboczej ma próg 2,50 m ponad dnem rzeki.

Zakład turbinowy, 120 m długi, obliczony jest na średnią objętość 700 m³, średni skutek 42.600 K. m. i roczną energię 250 milj. kWg.

Rozmiary śluz obrano stosownie do przyjętych pociągów statków, złożonych z holownika kołowego, 20 m szerokiego (największy typ Dunaju) i 4 statków 1.200 tonowych (72 m dług. i 10 m szer.); długość użyteczna komór wyniesie 230 m, szerokość każdej 24 m. Dno śluz leży 3,5 m pod małą wodą, naziem 1,50 m ponad wielką wodą (różnica tych poziomów okr. 13 m). Budowę rozpoczęto w r. 1922; dotychczas wykonano część jazu i śluzę komorową południową; w jesieni roku przyszłego spodziewane jest ukończenie robót i uruchomienie zakładu. (Bautechnik z maja i czerwca 1926 i Schweiz. Bauztg. z 7. VIII. 1926 Nr. 6).

— Wyzyskanie sił wodnych górnej Dordogne i przegroda doliny Celette na Chavanon. Wykonane tu będą trzy zakłady hydroelektryczne Celette na Chavanon, prawym dopływem Dor-

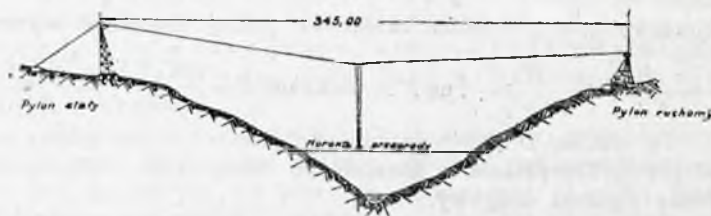


Rys. 2.

dogne, Coindre na Rhue lewym dopływem tej rzeki i Vernejoux na samej Dordogne. Wykonanie pierwszego zakładu jest w toku.

Opiera się on o zbiornik z przegradą doliny pod Eygu-raude, w pobliżu linii kolejowej Bordeaux-Lyon; zbiornik ma pojemność 190 milionów m³ i otrzymuje dopływ z dorzecza 280 km², sam ma około 9 km² powierzchni i 20 km² długości.

Mur przegrody wykonuje się z betonu z dodatkami 20% bloków kamiennych; objętość jego wynosi 350.000 m³, a wykonuje się go według typu trójkątnego (rys. 2). Największa wysokość muru przegrody wynosi 96 m, jest on zatem jednym z najwyższych, dotychczas wykonanych. Zastosowano tu wszystkie nowości wprowadzone w ostatnich czasach; wykonane w oddzielnych blokach z uszczelnionymi przewrami dilatacyjnymi, zwiększenie ilości cementu ku spodowi i ku ścianie górnej, drenowanie gruntu, wciskanie zaprawy cementowej w podłoże etc.



Rys. 3.

Wykonanie odbywa się przy pomocy transportera linowego, rozpiętego nad Chavanon na długości 345 m między dwoma pylonami o udźwigu 10 tonn, wykonanego przez firmę medjołańską Ceretti i Tanfani wyspecjalizowaną w tego rodzaju urzędzeniach (rys. 3). (Genie Civil. Nr. 8. I. sem. 1926).

Dr. M. M.

— Łamacz lodów „Kristjanis Valdemars“ został wykonany dla Łotwy w stoczni Williama Beadmora i Sp. w Dalmuir w Anglii. Okręt jest 62 m długi, 18 m szeroki, 9·4 m wysoki, zagłębia się na 7·3 m. (Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1926, str. 454).

Inż. A. W. Krüger.

Wytrzymałość materiałów.

— Stal F. Dr. Schuper opisuje doświadczenia z nową stalą F, która współzawodniczy ze stalą St. 48. Doświadczenia wykazały granicę ciastowości 3.500 do 4.310 kg/cm², wytrzymałość 4.880 do 5.750 kg/cm², wydłużenie 20 do 30%. Stal F ma wiele krzemionki i mało węgla.

Dr. M. Thullie.

Drogi.

— Bawarskie drogi państwowe, przyczyny ich obecnego złego stanu i niezbędne zarządzenia do ich naprawy. Bawarskie ministerstwo spraw wewnętrznych wydało pod powyższym tytułem sprawozdanie, mające na celu naprawę stosunków. Sprawozdanie twierdzi, że przyczynę złego należy szukać w nieodpowiedniej budowie tych dróg jako następstwie historycznego ich powstawania i rozwoju, jakoteż w ich geograficznym położeniu. 52% dróg nieposiada podłoża, nadto utrzymanie tych dróg jest niedostateczne skutkiem braku środków. Mimo podrożeń materiałów budowlanych i robocizny około 60%, od roku 1914 do 1924 na utrzymanie przeznaczano się mniej niż przed wojną. Także wielką rolę odgrywa nowoczesny ruch drogowy; dzienny ruch automobilowy na km drogi wynosi 17 razy tyle co w r. 1910, gdy ruch zwierzętami pociągowe w równym czasie zmniejszył się tylko o 15%.

Ze stanowiska technicznego do poprawy dróg potrzebne są luźne ich przełożenia ze względu na spadki i łuki i wymiana materiału torowiska. Z 6.750 km dróg państwowych należy przebudować 3.440 km, zatem 51%, a będzie to kosztowało 250 milj. marek.

Wszystkie przebudowy połączone będą z kosztami, które w pierwszych ośmiu latach będą wzrastały od 22·2 do 24·0 milionów rocznie, w następstwie będą one spadały do 17 milionów marek. Przeliczywszy to na km drogi otrzymamy na pierwszych ośm lat od 3.300 do 3.500 m rocznie. Należy dodać,

że prowincje Nadreńskie w r. 1925 wydawały po 3.720 marek na *km* swoich dróg.

W normalnych warunkach koszta te znalazłyby pokrycie w pożyczkach, w dzisiejszych czasach jest to rzeczą niemożliwą. Rząd musi się zwrócić do źródła podatkowego od samochodów. W roku 1926 przyniesie ten podatek prawdopodobnie 10 mil. marek, co jest za mało, zatem podatek ten będzie musiał być podniesiony, jeżeli nie będzie się chciało dopuścić do dalszego pogorszenia dróg. (*Deutsche Bauzeitung* tom 60 (1926 r.) str. 52, *Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure* tom 70 (1926) str. 788).

— **Elektryczne omnibusy z przewodami górą.** *Genie Civil* (3. kwietnia 1926 r.) podaje, że koło Nines we Francji na dwóch liniach otwarto elektryczny ruch omnibusowy. Omnibus obliczony jest na 27 siedzeń i dopuszczalne są wozy przyczepne.

Także *Engineering* (3. września 1926) wspomina o oddaniu jednej takiej linii w Anglii do użytku publicznego. Omnibus obliczony jest na 36 osób i prędkość jazdy 45 *km*.

Takie koleje bez szyn ma się rozumieć mogą być tylko tam zaprowadzone, gdzie pozwala na to budowa gościńca.

Inż. A. W. Krüger.

Drogi żelazne.

— **Drogi żelazne Chin** liczyły z końcem r. 1923 12.000 *km*, w czym było 7.430 *km* kolei państwowych, rozpadających się na 17 różnych linii w 19 prowincjach. Koszta budowy tych kolei wynosiły od 88.000 do 227.000 dolarów na 1609 *m* (mila angielska), a to zależnie od trudności terenowych. Przy dochodzie brutto 120 milionów dolarów przypada na utrzymanie i prowadzenie ruchu 65 milionów dolarów (54%). Na ruch osobowy wypada z przychodu 32·34%, a towarowy 59·04%. Personal kolejowy wynosi 25 głów na milę angielską.

Pozatem znajdują się w Chinach bardzo ważne koleje prywatne, t. z. koncesjonowane, liczące razem 2080 mil ang., i małe koleje prywatne o różnych prześwitach 1230 *km*.

Tabor kolei państwowych liczył z końcem r. 1923: 1.121 parowozów, 1.698 wagonów osobowych i 16.768 towarowych. Na kolejach koncesjonowanych cyfry te wynosiły: 952, 1.330 i 16.602; na małych prywatnych: 126, 211 i 2026.

Powierzchnia Chin obejmuje 1·9 milionów mil kwadratowych o zaludnieniu 439 milionów głów, zatem przypada 17 mil na milion mieszkańców, a 4 mile kolei na 1.000 mil kwadratowych kraju. Odpowiednie cyfry w Japonii wynoszą: 124 i 47; w Indjach: 146 i 32; w Stanach Zjednoczonych: 2.294 i 72. Niskością tych cyfr w Chinach nie należy się przerażać, gdyż zato rozwinięte są tam drogi wodne. (*Engineering News*, listopad 1925).

— **Kolej podziemna w Tokio.** Po należytem zbadaniu miejscowych stosunków ruchowych, opracowano w Tokio plany dla sieci kolei podziemnych, z których pierwszą rozpoczęto budować. Przewidzianych jest 5 linii o prześwicie normalnym, z których cztery będą wybudowane przez rząd, zaś piąta jako kolej prywatna i tę zaczęto już budować. Sumaryczna długość pierwszych czterech linii wyniesie 67 *km*, a koszta budowy obliczono na 187 milionów jen. Spadki największe wyniosą 40‰, najmniejsze promienie łuków 90 *m*. Punkty wyjścia poszczególnych linii stanowić będą punkty końcowe najważniejszych linii podmiejskich, gdy punktem dośrodkowym będzie dworzec centralny w Tokio. (*Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure*, zeszyt 13. 1926).

— **Programowość prac przy przebudowie nawierzchni na kolejach niemieckich.** Wartość nawierzchni przedstawia 21% kapitału zakładowego całej kolei. Przed wojną wymieniano w Niemczech corocznie 5·33% torów, t. j. 4.000 *km*. W latach wojennych od r. 1915 do 1924 procent ten spadł do 2·75%, czyli 2.100 *km* rocznie. Koleje niemieckie znajdują się zatem w niedoborze co do wymiany torów o 9.600 *km*. Podniesienie prędkości jazdy zależy przede wszystkim od stanu nawierzchni. Przy takim niedoborze niemożna zatem myśleć o uczynieniu zadość względem gospodarczym i podniesieniu prędkości jazdy.

Przy 5·33% wymianie torów, szyny były w użyciu na torach głównych przez 19 lat, nadto 66% z nich był jeszcze

użyteczny i służył do celów utrzymania reszty torów przez dalszych 20 lat, zatem wiek szyn można było liczyć na 39 lat. Gdy uwzględnimy znaczniejszą doskonałość dzisiejszych nowych typów nawierzchni niemieckich i lepsze metody utrzymania, można powiedzieć, że w przyszłości wiek szyn niemieckich będzie wynosił 46 lat, z tego otrzymamy dla torów głównych potrzebę przebudowy rocznej 4‰, co odpowiada użyteczności szyn w torach głównych przez 25 lat.

Do tej normalnej wymiany rocznej należy dodać uzupełnienie pozostałości z lat 1915 do 1924, co musi być przyspieszone, by z utrzymaniem torów dojść jak najprędzej do normalnych stosunków. Niedobór w wymianie wynosi na sieć 76.628 *km* okrągło 9.600 *km*, podzieliwszy to na 6 lat, otrzymamy rocznie 1.600 *km*. Zatem na kolejach niemieckich należałoby przez 6 lat wymieniać 4‰ torów co daje 3.000 *km* i 1.600 *km*, razem 4.600 *km*, z czego wynika zapotrzebowanie corocznego kredytu na te cele 520 milionów marek.

Niepozwoła fundusze zarządu kolei na przeznaczanie na te cele corocznie powyższego kredytu, natenczas niema widoków, by mogło nastąpić podniesienie prędkości jazdy pociągów, ale i owszem należy się obawiać, by prędkości te nie musiały być zredukowanymi. (*Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens* zeszyt 8. 1926).

Inż. A. W. Krüger.

RECENZJE I KRYTYKI.

Obliczenie belek zginanych żelbetowych. Część I: Belki, płyty płaskie i żebrowane; II: Belki i płyty specjalne, sprawdzanie projektów i wpływ uzwojenia belek zginanych napisał Juljus Castineiras. La Plata 1917 i 1918.

Leżą przedemną dwa tomy wydawnictwa Uniwersytetu w La Plata, w których prof. Castineiras omawia obliczenie belek i płyt na zginanie. Autor ogranicza się na obliczeniu naprężeń podłużnych w betonie i żelazie, zostawiając sobie obliczenie prętów odgiętych i strzemion na później. Podręcznik portugalski prof. C. ułożony jest wcale poprawnie, przyczem zastosowuje on czasem tylko obliczenie przybliżone n. p. dla belki podwójnie uzbrojonej przyjmując, że wkładka ciśniona jest w $\frac{Z_1}{3}$.

Tak samo przy projektowaniu belek teowych przyjmuje on środek ciśnienia w połowie grubości płyty. W płytach ze względu na momenty ujemne odgina on wkładki, obliczając dokładnie, gdzie to można uczynić. Obszernie zajmuje się uzwojeniem ciśnionej części belki i na podstawie wywodów i doświadczeń Guidego, dochodzi do wniosku, że uzwojeniem możemy najwyżej podnieść wytrzymałość belki o 20% i że używając żelaza potrzebnego na uzwojenie na pręty podłużne, możemy wytrzymałość belki więcej podnieść tak, że uzwojenie części ciśnionej belki nie jest ekonomicznem.

Wykreślenie obliczenie belek ciągłych o stałym przekroju podał Tomasz Kluz (*Calcul graphique des poutres continues à section constante*) str. 53 (24 × 16 *cm*) Paryż. Le constr. de cim. armé 1926.

Z przyjemnością odczytywałem broszurę lwowskiego inżyniera Kluz, drukowaną w Paryżu. Rozwiązuje on zadanie wyznaczenia momentów belki ciągłej dwu, trzy i *n* przęsłowej na zupełnie nowej podstawie, przyczem konstrukcja dla dwu a nawet trzy przęsłowej belki jest bardzo prosta. Zawilszą staje się ona przy więcej przęsłach. Sposób ten da się z korzyścią użyć dla obciążenia stałego; dla ciężaru ruchomego zawsze najlepiej używać linii wpływowych, których nie daje sposób Kluz.

Autorowi, który udowodnił znajomość metody badań naukowych, życzę, by w pracy nie ustawał i pracował na tak mało u nas uprawianem polu naukowem.

Dr. M. Thullie.

BIBLIOGRAFJA.

Książki nadesłane. Sprawozdanie z V-go Ogólnego Zgromadzenia członków Związku Przedsiębiorstw Tramwajowych i Dojazdowych w Polsce odbytego w Warszawie w dniach 29—30 maja 1926 r.

Dzieła i czasopisma, kupione na własność Biblioteki Politechniki Lwowskiej w pierwszym kwartale 1926 roku. (Ciąg dalszy), — **64.** Wichert A. Theorie der Schüttelschwingungen. Berlin, 1924. St. 120. — **66.** Brasch H. Das Ziehen unregelmässig geformter Hohlkörper. Berlin, 1925. St. 33. Tf. 41. — **66.** Reiher H. Wärmeübergang von strömender Luft an Rohre und Röhrenbündel im Kreuzstrom. Berlin, 1925. St. 80. Tf. 2. — **67.** Bach C. Versuche über die Widerstandsfähigkeit und die Formänderung gewölbter Kesselböden. Berlin, 1925. St. 46. Tf. 9. — **68.** Heinrich E. und Stückle R. Wärmeübergang von Öl an Wasser. Berlin, 1925. St. 60. Tf. 16. — **69.** Schrenk E. Versuche über Strömungsarten, Ventilwiderstand und Ventilbelastung. Berlin, 1925. St. 62. Tf. 4. — **70.** Speyerer H. Die Bestimmung der Zähigkeit des Wasserdampfes. Berlin, 1925. St. 30. — **71.** Hausen H. Der Thomson-Joule-Effekt und die Zustandsgrößen der Luft. Berlin, 1926. St. 48. Tf. 12. — **72.** Merkel F. Verdunstungskühlung. Berlin, 1925. St. 48. Tf. 33. — **73.** Ruhrmann E. Bördeln und Ziehen in der Blechbearbeitungstechnik. Berlin, 1926. St. 35. — **74.** Drenkhahn R. Die hydrographischen Grundlagen für die Planung von Wasserkraftwerken in Südwestdeutschland. Berlin, 1926. St. 42. Tf. 26. — **75.** Goerens P. Einführung in die Metallographie. 5 Aufl. Halle, 1926. St. XII. 372. — **76.** Brunner K. Baupolitik als Wissenschaft. Wien, 1925. St. 80. — **77.** Handbuch der Experimentalphysik. Leipzig, 1926. 2 Bände. — **78.** Die Wasserbaulaboratorien Europas. Berlin, 1926. St. XI. 431. — **79.** Kelle Ph. Gothe E. u. Kreil A. Das Einrichten von Automaten. Berlin, 1926. St. 58. — **80.** Kothny E. Stahl und Temperguss. Berlin, 1926. St. 68. — **81.** Selin W. Die Ziehtechnik in der Blechbearbeitung. Berlin, 1926. St. 60. — **82.** Moszczeński S. Podstawy organizacji gospodarstw wiejskich. Warszawa, 1924. Str. XII. 314. — **83.** Turczynowicz i Tillinger. Konieczność budowy drogi wodnej przez Polesie. Warszawa, 1925. St. 44. Tb. 1. — **84.** Stosunki rolnicze Rzeczypospolitej Polskiej, Warszawa, 1925. Str. XV. 304. — **85.** Prace meteorologiczne i hydrograficzne. Warszawa, 1924. Str. 109. — **86.** Debar R. Die Aluminium Industrie.

2 Aufl. Braunschweig 1925. St. VI. 338. — **87.** Löser B. Bemessungsverfahren. Berlin, 1925. St. VIII. 149. — **88.** Koch R. Private und gewerbliche Garagen. Berlin, 1925. St. VI. 68. — **89.** Grüning M. Die Statik des ebenen Trägwerkes. Berlin, 1925. St. VII. 706. — **90.** Unold G. Statik für den Eisen und Maschinenbau. Berlin, 1925. St. VIII. 342. — **91.** Rieppel P. Ford-Betriebe und Ford-Methoden. München, 1925. St. 51. Fig. 60. (Dok. nast.).

ROŻNE SPRAWY.

Wybór nowego Wydziału Koła Architektów Polskich we Lwowie. Na Walnem Zgromadzeniu K. A. P. dnia 26. XI. 1926 wybrano nowy Wydział w następującym składzie:

Prezes: inż. arch. Bronisław Wiktor; Zastępca: inż. arch. Adam Mściwujewski; Członkowie Wydziału: inż. arch. Jan Bagiński, Tadeusz Broniewski, Stanisław Domaszewski, Erwin Wieczorek, Alfred Zacharjewicz; Członkowie zastępcy: inż. arch. Ludomił Gyurkovich, Adolf Meissner.

Komisja rewizyjna: inż. arch. Adam Opolski i Stanisław Ziółowski. Do stałej Delegacji Architektów Polskich w Warszawie wybrano: inż. arch. J. Bagińskiego, Opolskiego, W. Minkiewicza, B. Wiktora, T. Wróbla.

Otrzymujemy następujące pismo z prośbą o ogłoszenie. Niżej podpisani Architekci, zamieszkali stale w Białymstoku, zawiadamiamy niniejszym, że oddanie przez Komitet budowy kościoła Ś-tego Rocha w Białymstoku do wykonania projektu na budowę tegoż kościoła — zostało dokonane bez zasięgnięcia opinii i bez wiedzy komisji technicznej przy komitecie, na której członków zostaliśmy powołani. Jednocześnie zaznaczamy, że projekt wybrany głosów naszych uzyskać by nie mógł, gdyż stoimy na stanowisku oddania do wykonania projektu według zmienionego programu jednemu z autorów prac wyróżnionych. *F. Kummant mp., R. Macura mp., S. Piotrowski mp., J. Rybołowicz mp.*

SPRAWY TOWARZYSTWA.

Posiedzenie Wydziału Głównego z dnia 22. XI. 1926 r. Przewodniczy prezes kol. Rybicki. Obecni kol.: Blum, Duteczyński, Drexler, Gajczak, Jaskólski, Krzyczkowski, Kozłowski, Matakiewicz, Mazur, Nadolski, Opolski i Roniewicz. Nieobecność swoją usprawiedliwili: Kol. Huber i Południowski.

Kol. Nadolski przedstawił prace Komisji dla ustawy budowlanej dla Zdrojowisk i zawiadomił, że Kol. Opolski ma bruljon na ukończeniu. W związku z tem upoważniono Kol. Skarbnika do wyasygnowania potrzebnej kwoty na przepisanie tego projektu.

W dalszym ciągu Prof. Nadolski zdaje sprawę z prac Komisji dla uprawnień inżynierów i techników. Postanowiono wystosować pisma do Przewodniczących poszczególnych Podkomisji z prośbą o podjęcie prac na nowo.

Odnosnie do ankiety w sprawie utrudnień w przemyśle budowlanym postanowiono na wniosek Kol. Opolskiego, a to z powodu zmiany stosunków jaka nastąpiła od maja br., ankiety zaniechać.

Prezes Rybicki podaje do wiadomości pismo Zw. Architektów i Inżynierów w Poznaniu w sprawie rozszerzenia prawa tytułu inżyniera na wychowanków niektórych szkół technicznych, którzy dotychczas uprawnienia tego nie mieli. Sprawę tę oddano do referatu Kol. Nadolskiemu.

W sprawie utworzenia jednolitego Towarzystwa Technicznego uchwalono po dyskusji, w której zabierali głos Kol. Zipser, Matakiewicz, Kozłowski, Krzyczkowski i Prezes Rybicki, że Towarzystwo jest przeciwnie utworzeniu jednolitego Towarzystwa i nie przygotowuje wniosku odnośnie do projektu statutu tegoż Towarzystwa.

Odnosnie do zmian statutu Związku Zrzeszeń Technicznych uchwalono po dyskusji, że Towarzystwo zgadza się na zmianę statutu w sprawie przyjmowania do Zrzeszenia towarzystw mających siedzibę poza granicą, zaś w sprawie delegatów Sekcji fachowych tow. proponuje, aby ci delegaci mieli głos decydujący w sprawach fachowych, zaś doradczy w sprawach ogólnych Zrzeszenia. Na wniosek Prezesa Rybickiego wybrano na delegatów do Związku Zrzeszeń Technicznych ponownie Kol. Duteczyńskiego i Zipsera. W końcu rozpatrywano sprawę legitymacyj na Zjazd i postanowiono zamówić legitymacje w Zw. Zrz. Techn.

Na tem porządek obrad wyczerpano i posiedzenie zamknięto.

Polskie Towarzystwo Politechniczne poszukuje sekretarza płatnego. Zajęcie w godzinach wieczornych od 17-tej do 19-tej. Podania należy składać w Sekretarjacie w godz. 17—19, ul. Zimorowicza 9.

Posad poszukują.

Inżynier budownictwa lądowego i komunikacji z 19-letnią praktyką zawodową w dziedzinie budowy kolei, dróg i zabudowań miejskich w instytucjach państwowych, samorządowych i prywatnych, kapitan W. P. w rezerwie, władający językiem polskim, niemieckim i ruskim poszukuje odpowiedniej posady. Informacji udzieli Sekretarjat Tow. Polit. ul. Zimorowicza l. 9, w godz. 17—19.

Do niniejszego zeszytu dołącza się spis rzeczy.

Redakcja.