

TREŚĆ: Prof. E. Bratro-Inż. S. Gawliński: W sprawie polskiego piasku normalnego. — Prof. Dr. Inż. S. Bryła i Dypl. Inż. H. Griffel: Budowa 14-stopiętowego gmachu o szkielecie stalowym w Katowicach. (Dokończenie). — Inż. Dr. T. Świeżawski: Toczenie się koła. (Ciąg dalszy). — Wiadomości z literatury technicznej. — Recenzje i krytyki. Nekrologja. — Zebrania i odczyty w Towarzystwie. — Sprawy Towarzystwa.

Prof. E. Bratro-Inż. S. Gawliński.

W sprawie polskiego piasku normalnego.

W Nrze 12 ex 1931 *Cementu* ukazał się artykuł Prof. L. Karasińskiego i Inż. J. Nechaya p. t. „Polski piasek wzorcowy do prób wytrzymałościowych cementu i tworzyw wiążących“, z którego wynika, iż obaj wymienieni autorzy ustalili już cechy i własności polskiego piasku normalnego, działając jako reprezentacja komisji A. Rady Cementowej.

Z uwagi z jednej strony, iż w istocie sprawa poruszona w powyższym artykule jest niezmiernie pilną i ważną powtórze, iż zainteresowany w niej jest również w wysokim stopniu Polski Komitet Normalizacyjny, którego zgoda na taki lub inny piasek normalny nada bezsprzecznie całości zagadnienia charakter bezapelacyjnie wszystkich wiążący, pragniemy poświęcić jej słów parę i to tem więcej, iż pomimo całego uznania dla pracy obu na wstępie wymienionych autorów, ich końcowe propozycje budzą poważne zastrzeżenia.

Na wstępie uwaga odnosząca się do słownictwa celem uniknięcia jakichkolwiek nieporozumień. W omawianym artykule oznaczono piasek normalny jako „wzorcowy“. Nie wchodząc zupełnie w ocenę, czy wyrażenie to jest mniej lub więcej szczęśliwe, pragniemy zaznaczyć, iż uważamy określenie „normalny“ jako bardziej charakterystyczne, mające w świecie technicznym ogólne prawo obywatelstwa, a wreszcie zgodne z dotychczasowym słownictwem użytym przez Polski Komitet Normalizacyjny.

Sprawa piasków normalnych była i jest ciągle jeszcze przedmiotem bardzo starannych rozważań w szeregu państw kulturalnych; dodać przy tem należy, iż w niektórych krajach, nawet o znacznie wyższej kulturze technicznej niżli u nas, nie znalazła dotychczas zadowalniającego rozwiązania. Wynika to z tej tendencji, iż każdy kraj pragnie — zresztą zupełnie słusznie — użyć do tego celu materiału krajowego, który niestety nie zawsze w odpowiedniej jakości się tam znajduje. Typowym przykładem tego jest Szwajcaria. Z powyższego powodu, zanim przystąpimy do szczegółowego omówienia normalnego piasku polskiego, zająć się należy porównawczym zestawieniem, jak to zagadnienie przedstawia się w innych państwach, a to tem więcej, iż dadzą się z tego wyciągnąć pewne wnioski w odniesieniu do stosunków polskich.

Jak dotychczas, najdalej postąpiły w kierunku unormowania piasku, potrzebnego do prób wytrzymałościowych cementu — Niemcy.

Pobór piasku normalnego odbywa się tam z piaskowni w Freienwalde. Jest to piasek kwarcowy, czysty, przed użyciem myty i suszony, o zawartości SiO_2 powyżej 99%, zaś części wymywalnych poniżej 0,1%. Ciekawe koleje przechodził ten piasek w kierunku uzyskania normalnego uziarnienia. Pierwotnie miarodajnymi były dwa przesiewy, mianowicie przez sita tkane o 60 i 120 oczkach¹⁾ na cm^2 przy grubości drutu 0,38 względnie 0,32 m/m tak, iż rzeczywista rozpiętość kwadratowych oczek przyjęta była na 0,87 względnie 0,59 m/m . Po pew-

¹⁾ Nie jest to właściwie zupełnie ściśle, albowiem sprawę tę potraktowano z pewną tolerancją w odniesieniu do dolnej granicy. Mianowicie uzgodniono, iż tolerancja ta polegać będzie na możliwości takiego samego traktowania 60 oczek jak 64 na cm^2 . Vide M. Gary: „Sand u. Zementsiebe. Mitteil. d. deutsch. Vers.-anst. 1896“.

nym okresie czasu przekonano się jednak o niedogodnościach sit tkanych oraz zaczęto rozpatrywać również możliwość użycia innego piasku niżli z Freienwalde. Ten ostatni moment został wkrótce z dyskusji wyeliminowany, przyczem jednak podniesiono²⁾, iż nawet w wypadku, gdyby zdecydowano się na zmianę poboru piasku normalnego z innego miejsca, aniżeli dotychczasowe, nie należy zmieniać wielkości ziarn ze względu na możliwość porównania poszczególnych dat. Do tego niezmiernie ważnego momentu pozwolimy sobie powrócić przy omówieniu polskiego piasku normalnego. Poważne zarzuty wysuwane przeciwko tkanym sitom kontrolnym doprowadziły wreszcie do uznania konieczności użycia sit metalowych tłoczonych. Z natury rzeczy na pierwszy plan wysunęła się koncepcja tłoczenia w blasze mosiężnej otworów kwadratowych o tych samych wewnętrznych wymiarach co tkane, t. j. 0,87 i 0,59 m/m . Okazało się jednakże wkrótce, że przy przesiewie tego rodzaju sitami otrzymuje się materiał zupełnie odmienny, niżli przy identycznych sitach tkanych. Przeprowadzone próby wykazały bowiem, iż przy przesiewie przez sita tłoczone o wymiarze 0,59 m/m (120 oczek/ cm^2) piasku przepuszczonego już przez analogiczne sita tkane, przechodzi przez te pierwsze zaledwie 33,90 do 34,44% w kierunku tłoczenia, zaś 30,20 do 34,30% w kierunku odwrotnym. Innymi słowy, przez sito tłoczone o tych samych wewnętrznych wymiarach jak tkane przechodziła zaledwie $\frac{1}{3}$ część materiału przepuszczonego już przez te ostatnie. O kontroli zatem sit tkanych przez tego rodzaju sita tłoczone mowy być nie mogło.

Ponieważ, jak już wyżej podano, znacznie więcej zależało na tem, by utrzymać dotychczasowe uziarnienie piasku normalnego aniżeli na innych momentach, przeto zdecydowano się raczej na zmianę sit kontrolnych, przyczem przyjęto za podstawę francuski typ sita stalowego tłoczonego o otworach okrągłych, jednakże o takich wymiarach średnic otworów, by rezultat przesiewu otrzymać możliwie analogiczny do wspomnianych poprzednio sit tkanych.

Zaczęto szereg żmudnych prób, w rezultacie których ustalono, iż największe zbliżenie osiąga się w tym wypadku, gdy zastosuje się przesiew przez sita z blachy mosiężnej 0,25 m/m (albowiem grubość blachy, z łatwo zrozumiałych względów odgrywa tu olbrzymią rolę) w granicach otworów o średnicy 1,350 i 0,775 m/m . Nie osiągnięto wprawdzie bezwzględnie idealnego uzgodnienia, ale różnice w przesiewie były praktycznie znikome. Przy kontroli nie można dopuścić więcej jak 2% ziarn za grubych i nie więcej jak 10% ziarn za drobnych. Z uwagi, że była możliwość również używania jako normalnego, piasku o bardziej mieszanem uziarnieniu, a piasek taki jak wiadomo dostarcza wyższych dat wytrzymałościowych odnośnie do zaprawy cementowej, niżli piasek jednostajny, przeto nie brakło w Niemczech i tych tendencji przy ustalaniu odpowiednich norm i to tem więcej, że w tych warunkach istniała możliwość wydatniejszego wyzyskania tych złóż piaskowych, z których piasek normalny jest pobierany. Przeciwko tej tendencji wystąpiono jednakże

²⁾ Prof. M. Gary: „Der deutsche Normalsand“. Mitteilungen aus den königl. tech. Versuchsanstalten in Berlin 1903.

bardzo silnie z uwagi na ciągłość pracy, a szczególnie myśl tę zwalczał istotny twórca niemieckiego piasku normalnego Dr. Geslich³⁾.

Taką była geneza powstania sit niemieckich, nad którymi zatrzymaliśmy się nieco dłużej z uwagi, iż proponowany normalny piasek polski jest w pewnej mierze wzorowany na niemieckim.

Ciekawą, ze względu na nasze stosunki, jest sprawa normalnego piasku w przedwojennej Austrii. Otóż w odniesieniu do uziarnienia przyjęto ten piasek w granicach przesiewu 64 i 144 oczek na cm^2 przy grubości drutu 0,4 względnie 0,3 m/m , otrzymując w ten sposób oczka kwadratowe 0,85 względnie 0,53 m/m boku. Piasku naturalnego tego typu poszukiwano dość długo w całej Austrii, z zastrzeżeniem naturalnie wysokiej wartości SiO_2 i znaleziono go wreszcie w Polsce, mianowicie w Glińsku obok Zólkwi. Jedna z ostatnich analiz tego piasku nieprzemysłowego, przeprowadzona 17 grudnia 1931 r. w Laboratorium budowlano-drogowym Politechniki Lwowskiej⁴⁾ wykazała następujące daty:

SiO_2	99,44%	}	100,05%
$Al_2O_3 + Fe_2O_3$	0,50%		
CaO	0,01%		
Straty przy wyżarzeniu 0,10%			

Jak się okazuje zatem jest to piasek, z uwagi na swój skład chemiczny wprost idealnej wartości, wybiegający ponad normy przyjęte dla piasku polskiego i mający dla nas tę zaletę, iż był właśnie pochodzenia polskiego. Dodać winniśmy, iż swego czasu piaskiem tym zainteresowali się również Niemcy, wysyłając nawet na miejsce komisję badawczą, w której brał również udział Prof. M. Gary, ówczesny kierownik berlińskiej Stacji Doświadczalnej. Orzeczenie tej komisji brzmiało w odniesieniu do składu chemicznego piasku nadzwyczaj przychylnie, natomiast zrobiono zarzut, iż jest on wydobywany przez okolicznych włóścian prymitywnie, i że o większej eksploatacji myśleć nie można. Niemniej jednak zaspokajał on potrzeby Austrii w zupełności.

Szwajcaria otrzymuje piasek normalny w sposób sztuczny przez mielenie kwarcowego rumowiska z Aaru w miejscowości Luterbach obok Solury. Piasek ten jest przed użyciem myty i przesiewany przez idealnie takie same sita, jakie obowiązywały w Austrii. Piasek ten w swym chemicznym składzie odbiega daleko od ustalonych przez Niemcy norm. Przeprowadzona w ubiegłym roku w wspomnianym już Laboratorium budowlano-drogowym analiza⁵⁾ wykazała następujący skład:

Si_2O	62,30%	}	98,11%
$Al_2O_3 + Fe_2O_3$	9,96%		
CaO	13,91%		
MgO	0,80%		
Straty przy wyżarzeniu 11,14%			

Reszta przedstawia alkalia, których się nie poszukiwało.

Jak wykazuje powyższa analiza, piasek ten nie jest kwarcowy, lecz raczej granitowy, zawierający obok okruców kwarcu, znaczne ilości kalcytu, skaleni i t. p.

W Rosji otrzymywało się piasek normalny przez przesiew przez 3 sita o ilości 64, 144 i 225 oczek/ cm^2 , przy grubości drutu 0,4, 0,3 względnie 0,2 m/m tak, iż oczka miały boki 0,85, 0,53 i 0,47 m/m . Otrzymywano w ten sposób dwa rodzaje piasku, które przemieszane wzajemnie w 50% stosunku dawały typ piasku normalnego.

³⁾ H. Burchartz: „Die geschichtliche Entwicklung der Zementprüfung nach den Normen“. 1929. Berlin. Springer.

⁴⁾ Wszystkie analizy chemiczne naprowadzone w niniejszym artykule wykonał P. Józef Walenta.

⁵⁾ Próbką tego piasku została pobrana w „Eidgenössische Materialprüfungsanstalt an der E. T. H. Zurich“.

Francja miała właściwie dwa typy piasku normalnego. Pierwszy pochodził z kamieniołomu Roule obok Cherbourga i był piaskiem kwarcowym sztucznym, przesiewanym przez zupełnie takie same sita, jak w Austrii. W roku 1894 wprowadziła „Commission française des méthodes d'essai des matériaux de construction“ w użycie piasek naturalny z wybrzeża przylądka Leucate, prowadzony przez rzeki prowincji Roussillon z Pyrenejów. Ten ostatni typ wprowadzony został do badań w „Ecole nationale“ w Paryżu. Skład mineralogiczny dość rozmaity, przeważnie kwarc biały lub różowy z silną domieszką skalenia i t. p. Nadto mała domieszka wapna pochodzącego z miążdżonych muszli. Jako normalny uważa się ten piasek, który przechodzi przez sito metalowe o tłoczonych oczkach średnicy 1,50 m/m , zaś pozostaje na sicie o średnicy oczek 1,00 m/m .

W Anglii nie wiele się tą sprawą zajmowano. Jako normalny ustalono piasek pobierany z sąsiedztwa Leighton Buzzard o uziarnieniu wynikającym z przesiewu przez sita tkane o ilości 60 i 120 oczek/ cm^2 podobnie jak w Niemczech.

Przechodząc teraz do Polski zaznaczyć należy, iż w wymienionej na wstępie pracy ustalono następujące cechy piasku normalnego:

A) Nie może zawierać CaO . Zawartość krzemionki nie może być niższą od 99%, zaś zawartość części wymywalnych nie wyższą od 0,05%. Strata po prażeniu nie może przekraczać 0,2%.

B) Ziarnka piasku normalnego winny mieć kształt bryłek kulistych, owalnych i gruszkowatych, przeświecających pośrodku.

C) Przyczepność cementu do ziarenek piasku normalnego, mierzona stosunkiem siedmiodniowych wytrzymałości na rozciąganie: zaprawy i zaczynu ma być zawarta w granicach od 0,6 do 0,7. Siedmiodniowa wytrzymałość na rozciąganie czystego cementu ma wynosić 65 — 75 kg/cm^2 ⁶⁾.

D) Odsianie piasku normalnego jest właściwe, gdy piasek ten daje:

a) na sicie $\phi 1,4 m/m$ nieznaczną pozostałość, nie przekraczającą 1,5%,

b) gdy to, co przeszło przez sito $\phi 1,4 m/m$ daje na sicie $\phi 0,8 m/m$ pozostałość nie mniejszą od 98,5%, wreszcie gdy:

c) to, co pozostało na sicie $\phi 0,8 m/m$ daje na sicie $\phi 1 m/m$ pozostałość zawartą w granicach 25 — 45%.

Sita mają być z gładkiej blachy stalowej, grubości $g m/m$; blacha ma być podziurawiona otworami kołowymi o średnicy $d m/m$ uszeregowanymi wzdłuż prostych równoległych, w odstępach $l m/m$ pomiędzy środkami sąsiednich otworów. Wymiary te podaje się poniżej z dopuszczalnymi odchyleniami in plus i in minus w odsetkach:

Sito	g m/m	d m/m	l m/m
1,4	0,7	1,4	2,5
1,0	0,5	1,0	2,0
0,8	0,4	0,8	1,5
odchylenie	+5% -2%	+2% -5%	} $\pm 5%$

Czy normy te należy uważać jako enuncjację Rady Cementowej, czy też jako wyraz osobistego zapatrywania autorów, trudno jest ocenić. Z uwagi jednak, iż w czerwcu r. u. otrzymało Laboratorium drog. - budowl. Politechniki

⁶⁾ Na podstawie przeprowadzonych dotychczas prób w Laboratorium drogowo-bud. z cementami fabryk polskich nabieramy przekonania, iż ta wartość jest za wysoka.

we Lwowie wykaz normalnego piasku polskiego „przyjęty przez komisję A. Rady Cementowej“, który się częściowo różni od dat poprzednio podanych, należy raczej przypuszczać, iż ma się do czynienia z osobistą propozycją autorów.

Normy, jakie przyjęła Rada Cementowa w wymienionym powyżej wykazie, są mniej więcej zgodne z ustępami A), B) i C) poprzednio podanymi. Natomiast norma odnosząca się do uziarnienia piasku normalnego jest zupełnie inna, brzmi bowiem następująco: „Stopień odsiania jest właściwy, gdy polski piasek wzorcowy przechodzi w całości przez sito o kołowych otworach średnicy 1,35 m/m i pozostaje w całości na sicie o kołowych otworach średnicy 0,775 m/m . Oba sita z blachy mosiężnej grubości 0,25 m/m “. Jak widzimy zatem przepis zupełnie identyczny z normą niemiecką, a różniący się bardzo znacznie od odnośnego ustępu D), poprzednio podanego. Stoimy zatem wobec faktu, iż co do uziarnienia posiadamy już dwie propozycje, albowiem każda z nich da zupełnie odmienny piasek. Rozpatrzmy krytycznie tę sprawę, dając pierwszeństwo wnioskowi autorów.

Godząc się w zupełności z założeniami co do możliwej, praktycznej jednolitości przyszłego polskiego piasku normalnego, odnoszącej się co do poszczególnych ziarenek, ich powłoki zewnętrznej, budowy oraz kształtu, nadto uznając, iż walory te przynosi w pierwszym rzędzie piasek naturalny, a nie sztuczny, uznajemy również konieczność możliwej czystości chemicznej. Dlatego też zawartość krzemionki w granicach powyżej 99% uważamy za pożądaną. Natomiast uwagę, iż piasek normalny nie może zawierać wapna uważamy za słuszną w granicach praktycznie uzasadnionych, gdyż mamy poważne wątpliwości, czy w Polsce znajduje się piasek teoretycznie wolny od tej przymieszki (choćby w setnych częściach procentu).

Dla uzasadnienia powyższego zapatrywania przyłączamy poniżej analizę piasku z Tomaszowa udowadniającą, iż nawet proponowany materiał nie jest idealnie wolny od skromnej i praktycznie obojętnej zawartości wapna pomimo, iż rozchodzi się o materiał przemysłowy.

$Si O_2$	99,51%	}	99,93%
$Al_2 O_3 + Fe_2 O_3$	0,25%		
$Ca O$	ślady		
Straty przy wyżarzeniu	0,17%		
Ciężar właściwy 2,644.				

Z tego też powodu pewna, choćby bardzo skromna tolerancja byłaby tu bardziej na miejscu⁷⁾.

Tutaj podnieść jednakże musimy, iż projekt nie podaje sposobu przeprowadzenia kontroli piasku co do jego cech chemicznych i fizycznych, a w szczególności oznaczenia zawartości części wymywalnych czy też nawet krzemionki. Wiadomą natomiast jest rzeczą, jak wielki wpływ wywiera na ostateczny rezultat sposób przeprowadzenia badania.

Są to jednakże drobiazgi. Natomiast poważne zastrzeżenia należy podnieść w odniesieniu do proponowanego przez autorów uziarnienia.

Już przy omawianiu normalnego piasku niemieckiego, mieliśmy sposobność zwrócić uwagę na tę okoliczność, iż w wszystkich poczynaniach, odnoszących się do stworzenia typu piasku normalnego trzeba nieco uważać na przeszłość. Mylnem jest zapatrywanie autorów, iż na ziemiach polskich istniała pod tym względem pustka. Tak nie było; piasek normalny istniał, wprawdzie w odniesieniu do każdego b. zaboru inny, niemniej jednak samego faktu negować nie można. Być może, że najslabiej uwidoczniło się to na ziemiach b. zaboru rosyjskiego, natomiast od szeregu lat postanowienia odnoszące się do piasku normalnego były rygorystycznie stosowane tak

⁷⁾ Wedle badań przeprowadzonych w rozmaitym czasie z normalnym piaskiem niemieckim wykazuje on od 0.009 do 0.022% (w odniesieniu do ciężaru) wapna.

w dzielnicy b. zaboru austriackiego, jak też pruskiego. I tutaj wchodzimy w sedno rzeczy. Stwierdzić musimy, że Polska posiada znaczną ilość cennych dat, odnoszących się do wytrzymałości cementu, otrzymywanych przez szereg lat tak w b. Galicji, jakoteż w Poznańskiem, nad którym to dorobkiem nie powinno się przechodzić do porządku dziennego. Sama Stacja Mechaniczna przy Politechnice we Lwowie przeprowadziła w ciągu swego istnienia 467 prób używając piasku normalnego z Głińska. Utrzymanie pewnej ciągłości w tej mierze daje przecież możliwość oceny postępu w fabrykacji cementu. Ten moment był, jak to już poprzednio mówiliśmy, dominującym w Niemczech podczas, gdy w ostatnich latach ubiegłego stulecia rozpoczęto tam dyskusję nad możliwością zmiany typu piasku normalnego. I słuszną zasadą tą tam zwyciężyła. Już jest chyba najwyższy czas zerwać z przesłanką, niestety na różnych polach u nas szeroko stosowaną, że świat się od nas zaczyna.

Jeślibyśmy jednak nawet powyżej podany moment z dyskusji usunęli, to i tak propozycje autorów powinny zostać zmodyfikowane. Otóż w pierwszym rzędzie do odsiewu nie powinny być dopuszczone sita z blachy stalowej. Pod tym względem posiadamy już doświadczenia R. Dyckerhoffa⁸⁾, który przesiewał piasek przez sita tłoczone w blasze żelaznej o średnicy 1,0 — 0,8 — 0,75 i 0,7 m/m i skonstatował, że sita te bardzo łatwo się zatykały i były trudne do oczyszczenia, czego natomiast nie stwierdzono u sit tłoczonych w blasze mosiężnej. Prawdopodobnie odgrywa tu dużą rolę rdzewienie ścianek otworów sitowych, wpływając w rezultacie w wysokiej mierze na wartość odsiewu. Dlatego też użycie do tego celu sit z blachy mosiężnej wydaje się być koniecznym. Jeżeli zważy się na olbrzymi wpływ, jaki na wartość odsiewu wywrzeć musi grubość blachy, z której sito sporządzono, to zdumiewać muszą rezultaty, do jakich doszli autorzy, proponując dla każdego z trzech sortów otworów inne grubości blach. Jest przecież rzeczą zupełnie łatwo zrozumiałą, iż po pierwsze uziarnienie piasku będzie się tem więcej zbliżało do pewnego idealnego założenia, im blacha sita będzie cieńszą, powtóre, że daty porównawcze pomiędzy poszczególnymi uziarnieniami będą nabierały cech realnych i wartościowych dopiero podówczas, gdy dla rozmaitych średnic będzie zachowaną jedna i ta sama grubość blach. Oba te momenty zostały w zupełności uznane w odniesieniu do niemieckiego piasku normalnego, dla którego kontroli przewidziane są sita mosiężne o jednakowej, nieznaczącej grubości blach 0,25 m/m . Pozwalamy sobie przy tem zwrócić uwagę, iż zupełnie słuszenie podobnie został potraktowany ten sam moment w projekcie Rady Cementowej z czerwca u. r., o której wspominaliśmy poprzednio.

Z jakiego powodu projektodawcy proponują odsiew piasku normalnego przez 3 sita (typ, który był stosowany jedynie w Rosji) w granicach średnicy 1,4, 1,0 i 0,8 m/m jest niezrozumiałe i to tem więcej, iż jak doświadczenia niemieckie wykazały, wpływ uziarnienia w tych wąskich granicach norm na ostateczną wytrzymałość tak 7-dniowych jak 28-dniowych ciał próbnych okazał się minimalny i praktycznie bez znaczenia. Nie rozchodzi się chyba o to, by sprawa była więcej skomplikowaną a piasek droższy. Odsiew przez 2 sita skrajne, o ile możności z tolerancją około 2% grubych ziarn a 10% ziarn drobnych, upraszcza sprawę w wysokim stopniu, a z punktu widzenia naukowego jest zupełnie odpowiedni.

Wreszcie rzecz najważniejsza, mianowicie wielkość uziarnienia piasku normalnego w jego skrajnych granicach. Przyjęte daty nie są zupełnie niczem poparte, jak tylko chyba tendencją, by w Polsce było odmiennie, aniżeli gdzieindziej. Widzimy natomiast w całym szeregu państw tendencję raczej odwrotną, możliwego wzajemnego

⁸⁾ Vide praca Gary'ego z r. 1908 poprzednio podana.

zbliżenia się do siebie i ujednostajnienia wszystkich norm, odnoszących się do badań cementów.

Co do wielkości ziarna piasku normalnego możliwe są zdaniem naszym dwie ewentualności. Albo przyjęcie dawnej normy austriackiej, stosowanej również przez Szwajcarię, lub też normy niemieckiej. Oba te typy znajdują u nas swe uzasadnienie z powodów, które podajemy poniżej.

Austrjacki typ uziarnienia, oparty o sito tkane o oczkach kwadratowych w ilości 64 względnie 144 oczek na cm^2 miał za podstawę użycie polskiego piasku naturalnego z Glińska. Z piaskiem o tem uziarnieniu wykonano już w Polsce setki prób, a zebrany materiał nie powinien być bez uzasadnienia porzucany. Przeprowadzone w Laboratorium budowl. - drogowem próby na rozerwanie po dniach 7 zaprawy 1:3 sporządzonej z piasku z Glińska (przesianym w granicach 64 i 144 oczek) i Tomaszowskim o proponowanym przez autorów uziarnieniu, dały następujące rezultaty:

a) Cement marki Wołyni:

Próba Nr.	Piasek Glińsko		Piasek Tomaszów	
	kg/cm^2	odchyłka %	kg/cm	odchyłka %
1	32,7	-3,3	32,4	+6,5
2	34,5	+2,1	31,0	+1,9
3	35,1	+3,8	28,5	-0,3
4	33,4	-1,2	30,6	+0,6
5	34,7	+2,4	29,6	-2,7
6	32,5	-3,8	—	—
Średnio	33,8		30,42	
Wskaźnik	111		100	

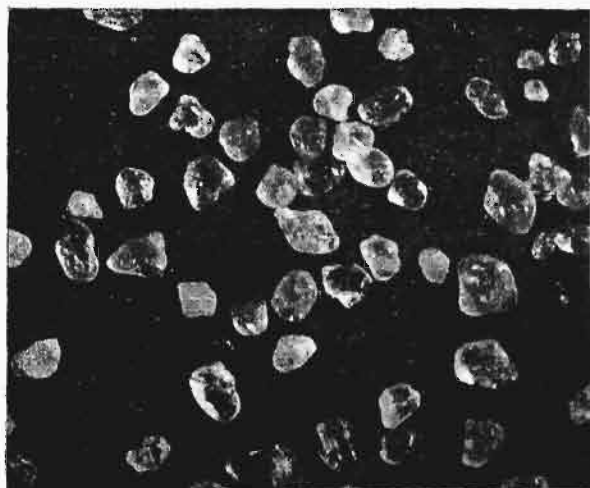
b) Cement marki Firlej:

Próba Nr.	Piasek Glińsko		Piasek Tomaszów	
	kg/cm^2	odchyłka %	kg/cm	odchyłka %
1	29,9	+1,7	26,9	+3,9
2	31,0	+5,5	25,3	-2,3
3	27,0	-8,2	27,4	+5,8
4	26,8	-8,8	25,6	-1,2
5	32,0	+8,8	24,8	-4,3
6	29,7	+1,0	25,4	-1,9
Średnio	29,4		25,9	
Wskaźnik	113,5		100	

c) Cement marki Siccifix:

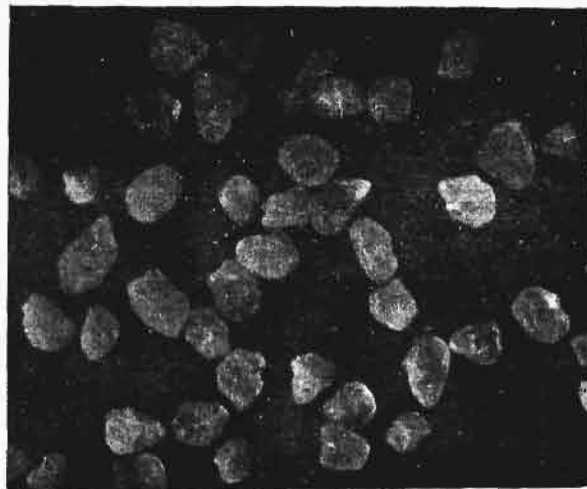
Próba Nr.	Piasek Glińsko		Piasek Tomaszów	
	kg/cm^2	odchyłka %	kg/cm	odchyłka %
1	23,2	+0,9	21,7	-1,4
2	24,0	+4,3	21,2	-3,6
3	22,7	-1,3	22,0	0,0
4	22,2	-3,5	22,7	+3,2
5	22,6	-1,7	21,4	-2,7
6	23,3	+1,3	23,0	+4,5
Średnio	23,0		22,0	
Wskaźnik	104,5		100	

Z dat tych widoczne, iż piasek z Glińska jest pierwszorzędnego gatunku, a wskaźnik jego wartości przewyższa przy wszystkich badanych markach cementu wskaźnik piasku z Tomaszowa. Nie jest to wprawdzie cechą, którą o wyborze piasku normalnego miała bezapelacyjnie decydować, nie mniej jednak jest ona bardzo pożądana. Dodać należy, iż ciężar właściwy piasku z Glińska wynosi 2,646, zbliża się zatem niezmiernie blisko do ciężaru właściwego czystego kwarcu, który jak wiadomo wynosi 2,65. Dla orientacji co do wyglądu zewnętrznego podajemy dwa zdjęcia mikroskopowe piasku z Glińska i Tomaszowa.



Ryc. 1.
Piasek z Glińska.

Jest rzeczą zrozumiałą, iż w wypadku zdecydowania się na tego rodzaju uziarnienie, koniecznym będzie przeprowadzenie studjów nad zamianą sita tkanego na tłoczone w blasze mosiężnej, o stałej a nieznacznej grubości, podobnie jak ta rzecz miała się w Niemczech. Dopiero w ten sposób uzyskane daty pozwolą na ustalenie średnic odpowiednich otworów.



Ryc. 2.
Piasek z Tomaszowa.

Drugą ewentualnością, do pewnego stopnia prostszą jest przyjęcie podstawowych norm niemieckich, za którymi zresztą oświadczyła się już komisja A. Rady Cementowej. Nie uważamy tego rozwiązania za lepsze niżli poprzednie, nie mniej jednak z uwagi na możliwość uzyskania dat porównawczych z olbrzymiego obszaru niemieckiego, z którym w dziale cementowym będziemy silnie konkurować przy ewentualnym eksporcie po prze-

minięciu dzisiejszego światowego kryzysu gospodarczego, wydaje nam się ono znacznie korzystniejsze, niżli tworzenie dla siebie samych nowych norm, niczem nie usprawiedliwionych i nie dających możliwości kontroli z datami o charakterze światowym.

Sądzymy, że tych kilka uwag powinno być rozpatrzone na terenie, na którym sprawa piasku normalnego ostatecznie zostanie zdecydowana tej w Polskim Komitecie Normalizacyjnym.

Prof. Dr. Inż. Stefan Bryła i Dypl. Inż. Henryk Griffel.

Budowa 14-stopiętrowego gmachu o szkieletcie stalowym w Katowicach.

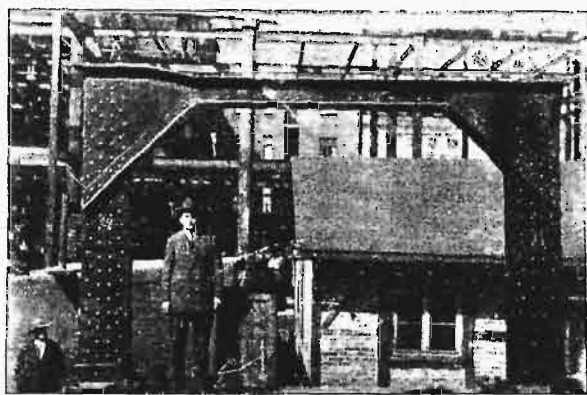
(Dokończenie).

VII. Wykonanie szkieletu.

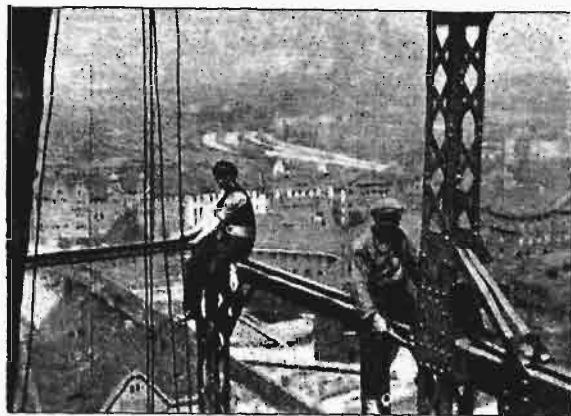
a) Część 14-stopiętrowa.

Całkowity szkielet części 14-stopiętrowej został wykonany w warsztatach konstrukcyjnych Zj. Zakładów Huty Królewskiej i „Laury“ w Królewskiej Hucie. Wykonano go w sposób zwykle praktykowany, t. j. znitowano w warsztacie części konstrukcji o wielkości

wano na plac budowy celem zmontowania. Montaż zaczął się od ustawienia słupów i ram. Podstawy słupów wykonane z płyt do 60 mm grubości otrzymały otwory pasujące do kotew zapuszczonych do fundamentów, co ułatwiało znacznie montaż. Po ustawieniu części słupów łączono je zaraz odpowiednimi dźwigarami, poczem dźwigano w górę dalsze części. Dźwiganie skutecz-



Ryc. 24.



Ryc. 26.

i ciężarze nie większym niżby się nadawały do transportu i montażu, następnie części te przetransporto-

niono przy pomocy żorawi (w ogólnej liczbie 4) oraz wind ręcznych i motorowych (por. ryc. 24, 25, 26 i 27).

Po zmontowaniu pewnej części konstrukcji przystąpiono do nitowania ześrubowanych prowizorycznie słupów i belek. Nitowanie odbywało się przy pomocy pneumatycznych młotków do nitowania. Zgęszczonego powietrza dostarczał w tym celu przewoźny kompresor ustawiony na budowie.

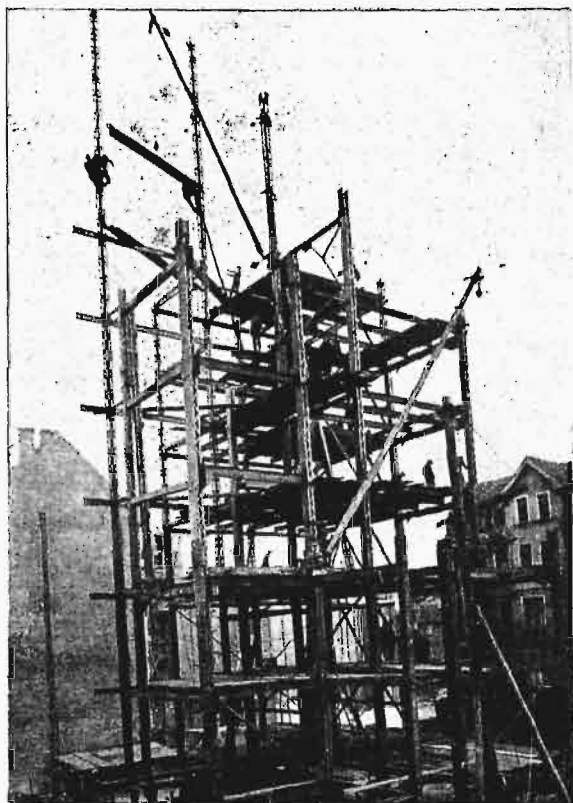
Po dokładnym ustawieniu całego szkieletu zalano przestrzeń wolną między podstawą słupa a betonem płynnym ołowiem na grubość około 20 mm, (Podstawy słupów były ustawione na klinach stalowych, które potem wyjęto). Podłanie podstaw ołowiem ma na celu lepszy rozkład ciśnienia, oraz zmniejszenie wstrząśnięć i drgań fundamentu, powstających skutkiem ruchu ciężkich pojazdów, a udzielających się łatwo szkieletowi (por. ryc. 29 i 30).

Całkowity montaż szkieletu części 14-stopiętrowej o wadze 500 t trwał od 20 marca 1931 do 20 czerwca, zatem równo 3 miesiące.

Roboty wykonały Zj. Zakłady Huty Król. i „Laury“ w Królewskiej Hucie.

b) Część 6-piętrowa.

Konstrukcję spawaną można wykonać całkowicie na budowie — tu jednak obrano drogę pośrednią — wykonano słupy częściami po 2 piętra w warsztacie „Huty Pokój“ w Nowym Bytomiu oraz przycięto na miarę podciągi i belki; montaż oraz reszta spawania odbyło się już na budowie. Montaż (ryc. 31) lekkich części konstrukcji spawanej nie przedstawiał żadnych trudności — tem większą wagę jednak należało poświęcić spawaniu, które w tym wypadku było elektryczne (ryc. 32).



Ryc. 25.

Do spawania na budowie użyto tak prądu stałego, pochodzącego z przewodzonego agregatu, jak i prądu

Spawaczy, którzy mieli spawać tę konstrukcję, poddano egzaminowi; każdy spawacz musiał wykonać szereg przepisanych prób spawania, które zadecydowały o jego dopuszczeniu na budowę. Prócz tego wykonano cały szereg prób, by się przekonać o jakości materiału elektrod (pałeczek) użytych do spawania. Próby wypadły naogół dobrze, poczem spawanie mogło się już bez przeszkód odbywać.

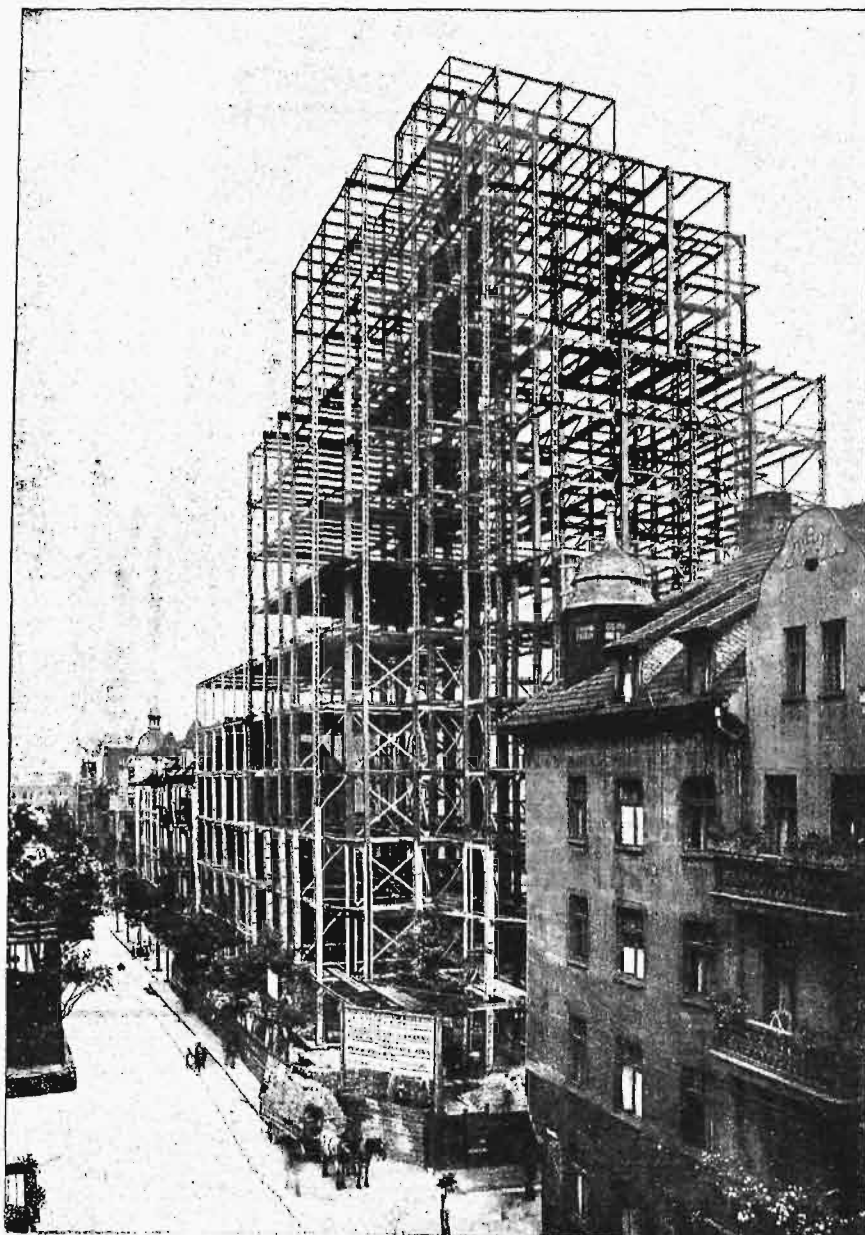
Kontrola oraz odbiór spawek na budowie odbyły się w następujący sposób: Każda spawka bez wyjątku została zbadała na wygląd oraz ostukana młotkiem, prócz tego wrywkowo poddano niektóre szwy przecięciu dłutem, by przekonać się, czy materiał spawki uległ należytemu przyspojeniu do materiału konstrukcji. Drobne usterki, jakie przy tem badaniu zauważono, zostały naturalnie natychmiast usunięte. Spawanie wykonane przez „Hutę Pokój“ w Nowym Bytomiu odpowiedziało w zupełności swemu zadaniu (por. ryc. 33 i 34).

Na budowie pracowało stale 9 spawaczy. Montaż i spawanie konstrukcji trwały od 23 lutego 1931 do końca maja, zatem niespełna 4 miesiące.

VIII. Obudowa szkieletu.

a) Ochrona szkieletu od rdzy i od ognia.

Jak ogólnie wiadomo, tak cenny i prosty niezastąpiony materiał jak żelazo, ulega z biegiem czasu zniszczeniu przez rdzę, jeżeli nie jest odpowiednio chronione. Traci również żelazo na wytrzymałości w wyższych temperaturach, powyżej 500° C wytrzymałość jego gwałtownie spada, co stanowi wielkie niebezpieczeństwo w razie pożaru. Dźwigające elementy konstrukcji muszą być przeto starannie chronione przeciw obydwu szkodliwym wpływom t. j. przeciw rdzy i ogniovi i to tem starannie im budynek jest wyższy, a elementy konstrukcji bardziej obciążone. Ochronę tę można skutecznie w rozmaity sposób; najczęściej stosowanym sposobem równie skutecznym przeciw rdzy i ogniovi, jest obetonowanie szkieletu na siatce drucianej, przy-



Ryc. 27.

zmiennego z transformatora. Na tej budowie specjalnej różnicy w jakości szwów spawanych prądem stałym



Ryc. 28.



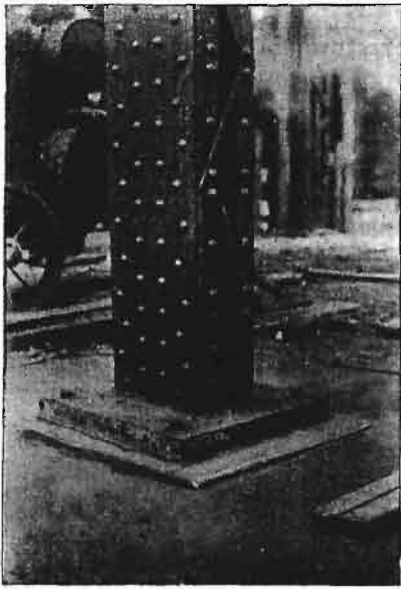
Ryc. 29.

lub zmiennym nie zauważono — również nie było znaczniejszych różnic w wytrzymałości przy rwaniu próbek.

czem doświadczenie wykazało, że warstwa betonu grubości 5 cm jest w tym celu zupełnie wystarczającą.

W naszym wypadku obetonowanie wykonano metodą, o ile wiadomo po raz pierwszy w Polsce przy

lub „torkretnicą“ (ryc. 35). Beton w ten sposób wykonany posiada znacznie większą wytrzymałość niż normalny beton lany; jest bardzo zbity i dlatego zre-



Ryc. 30.

tego rodzaju robotach stosowaną, t. j. metodą „torkretowania“. Torkretowaniem nazywamy narzucanie be-

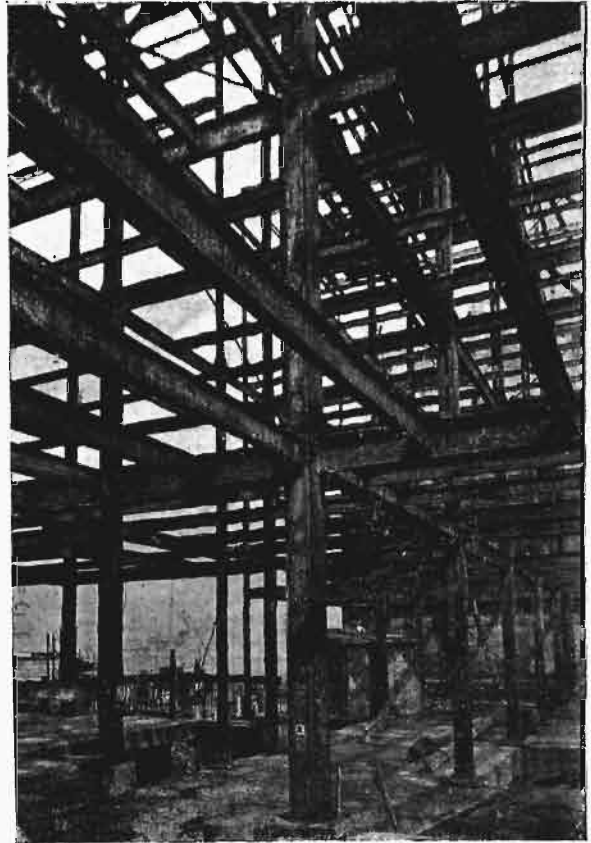


Ryc. 31.

tonu przy pomocy zgęszczonego powietrza i specjalnej patentowanej maszyny, zwanej „działem cementowem“

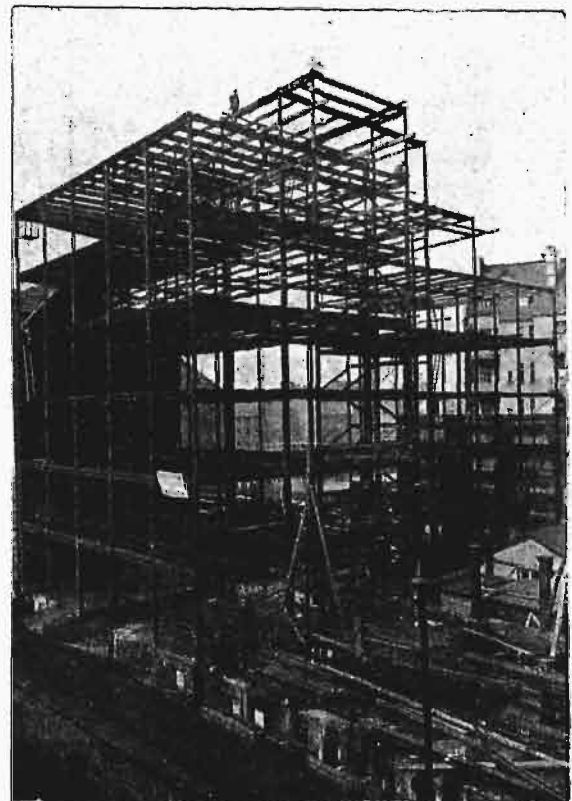


Ryc. 32.



Ryc. 33.

dukowano tutaj grubość warstwy ochronnej na średnio 4 cm. System torkretowania posiada tę dogodność, że nie potrzeba zupełnie deskowania, powinien być zatem



Ryc. 34.

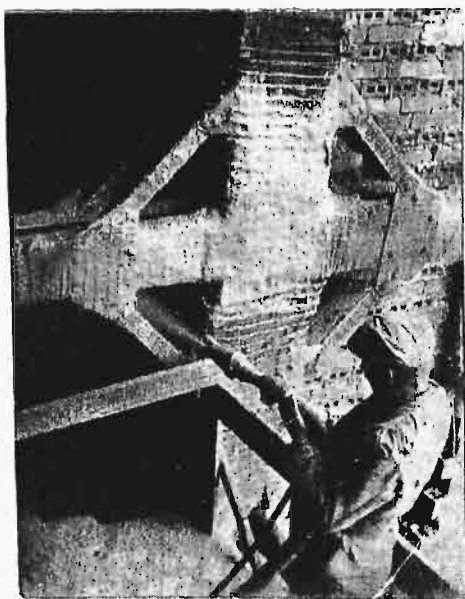
teoretycznie tańszy, niż zwykle obetonowanie w szalowaniu i faktycznie zachodzi to pod warunkiem jednak, że nie obciąża się roboty zbyt wysokimi kosztami amortyzacji maszyn potrzebnych do torkretowania.

Obetonowanie zatem wszystkich ważniejszych części szkieletu, jakoto słupów, rygli, ramownic i t. d. wykonano metodą torkretowania w następujący sposób: Na część konstrukcji mającą być otorkretowaną, na-



Ryc. 35.

ciągnięto siatkę drucianą, która przy pomocy specjalnie do tego celu zrobionych klocków betonowych utrzymywała się w oddaleniu co najmniej 2,5 cm od wystających części żelaznych (łączników, nitów i t. p.). Na tak naciągniętą siatkę natryskiwano beton, składający się z piasku o wielkości ziarn do 8 mm oraz 400 kg cementu na 1 m³ tegoż piasku. Użyto do tego celu portland cementu szybko twardniejącego.



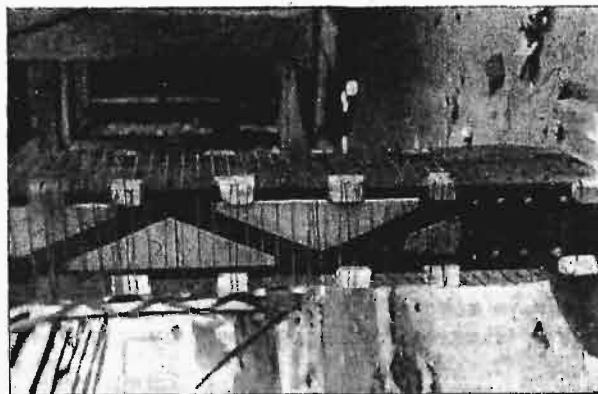
Ryc. 36.

W rezultacie otrzymaliśmy jako warstwę ochronną uzbrojony płaszcz żelbetowy otulający ściśle konstrukcję żelazną. Jako pewną dodatkową zaletę warstwy torkretu należy wymienić w tym wypadku znaczną jej chropowatość, przez co dobre trzymanie się murów i wyprawy jest zapewnione.

Przy słupach kratowych musiano dodatkowo wypełnić otwory trójkątnymi płytkami betonowymi, które potem weszły w skład płaszcza żelbetowego (por. ryc. 36 i 37).

Do torkretowania przepisano piasek czysty o maksymalnej wielkości ziarn 8 mm, posiadający zaś powyżej 5% drobnych ziarn przechodzących przez sito o 900 oczkach. Wymaganiom tym odpowiadał odpowiednio przesiany piasek wiślany, posiadający jedynie 3% części przechodzących przez sito o 900 oczkach.

Użyty do torkretowania wysokowartościowy portland-cement marki „Firley-Górka“ dobrze odpowiedział swemu zadaniu; o jakości tego cementu świadczą następujące próby wytrzymałości wykonane przez Inż. T. Czaderskiego z 6-ciu wagonów wysłanych na budowę.



Ryc. 37.

Wytrzymałość zaprawy cementowej 1:3.

a) na ciągnięcie:

1.	po 2 dniach:	min. 24,1 kg/cm ² ,	max. 28,5 kg/cm ²
2.	" 3 "	" 27,0 "	" 32,8 "
3.	" 7 "	" 30,6 "	" 36,8 "

b) na ciśnienie:

1.	po 2 dniach:	min. 294 kg/cm ² ,	max. 358 kg/cm ²
2.	" 3 "	" 384 "	" 437 "
3.	" 7 "	" 533 "	" 589 "
4.	" 28 "	" 635 "	" 678 "

Próby kombinowane (1+6+21):

(1 dzień we formie, 6 dni we wodzie, 21 dni na powietrzu w temp. 15–20° C).

a)	na ciągnięcie:	min. 39,1 kg/cm ² ,	max. 50,0 kg/cm ²
b)	na ciśnienie:	" 689 "	" 745 "

Ogółem wykonano 3650 m² torkretowania słupów i rygli. Oprócz torkretowania zewnętrznych ścian słupów, wybetonowano znaczną część słupów i rygli wewnątrz, bądź w celu wzmocnienia, bądź też celem ochrony od rdzewienia; ilość do tego celu zużytego betonu wyniosła 140 m³. Obetonowanie szkieletu wykonała firma „Fundament“ z Cieszyna.

b) Wykonanie stropów i dachów.

Stropy wykonane zostały z pustaków syst. Kleina między dźwigarami żelaznymi. Pustaki otrzymały wymiar podstawowy 30 × 25, grubość zaś 10 lub 15 cm, zależnie od odstępów dźwigarów. Do rozpiętości 1,5 m między dźwigarami użyto pustaków grb. 15 cm. Fugi szerokości około 1,5–2 cm zostały uzbrojone wkładką z żelaza płaskiego, oraz zalane zaprawą cementową 1:3 (por. ryc. 38). Obliczenie takiego stropu, wzgl. płyty między dźwigarami, nie różni się prawie niczem od obliczenia zwykłej płyty żelbetowej; należy jedynie w odpowiednie wzory wstawić zamiast $n=15$, $n=25$, zaś naprężenie dopuszczalne należy obrać odpowiednio

do użytych materiałów, zatem cegły i żelaza. Cegła użyta w tych stropach badana w Stacji Doświadczalnej Politechniki Lwowskiej wykazała znaczną wytrzymałość na ciśnienie, przekraczającą 300 kg/cm^2 , zaś wykonany umyślnie w tym celu strop doświadczalny grb. 10 cm , zaś rozpiętości $1,5 \text{ m}$, wytrzymał obciążenie 2000 kg/cm^2 nie wykazując żadnych widocznych pęknięć.



Ryc. 38.

Stropów takich wykonano 7900 m^2 , zużyto zaś cementu 54.000 kg , czyli $6,8 \text{ kg}$ na 1 m^2 .

Dachy płaskie zostały wykonane również jako stropy Kleina, jednak w celu uzyskania izolacji termicznej oraz spadku dla odpływu wody, położono na nich warstwę cegieł porowatych na płask oraz wykonano rodzaj stropu żeberkowego z betonu żuźlowego. Na betonie żuźlowym położono „szlichtę” cementową 2 cm grubą, na której dopiero wykonano właściwe pokrycie dachu z asfaltu. Dachów takich wykonano przeszło 900 m^2 , ilość wykonanego żuźlobetonu wynosi 110 m^3 .

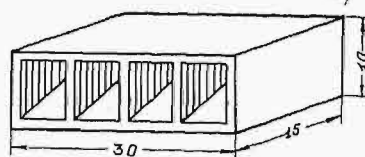
Stropy i dachy wykonała wymieniona już firma „Karol Korn S. A.” Bielsko, filja Katowice.

b) Ściany, kominy i wentylacje.

Ściany, które służą do wypełnienia szkieletu, służą tutaj tylko dla zamknięcia przestrzeni budynku i ochrony od wpływów atmosferycznych; wytrzymałość ich i grubość mogą być małe, natomiast zdolność izolacji termicznej możliwie wielka przy jak najmniejszym ciężarze. Również i koszty odgrywają tu naturalnie wielką rolę.

W naszym wypadku użyto do wypełnienia szkieletu cegły pustakowej porowatej. Ponieważ grubość ścian 30 cm uznano za zupełnie wystarczającą w tym wypadku, określono wymiary cegły:

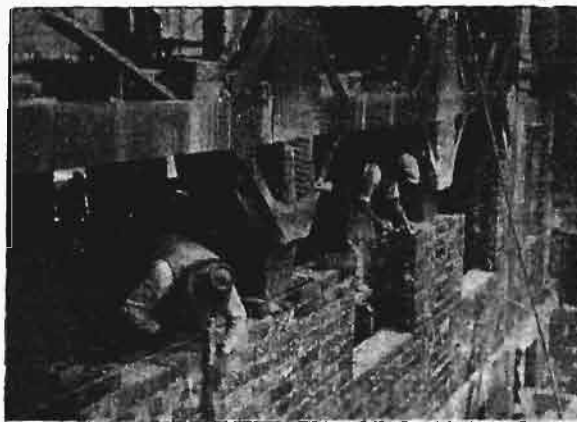
$30 \times 15 \times 10 \text{ cm}$. (rys. 39). Cegła posiada 4 otwory, które w murze łącząc się, tworzą poziome kanały, zawierające powietrze i izolujące doskonale. Zdolność izolacyjna ściany wykonanej z takiej cegły odpowiada izolacji termicznej muru z cegły pełnej 51 cm grubości.



Rys. 39.

Ciężar tej cegły stanowi swego rodzaju rekord, wynosi on w stanie zupełnie suchym około $2,3 \text{ kg}$, zaś w stanie wilgotnym nie przekracza $2,6 \text{ kg}$. Odpowiada to ciężarowi właściwemu cegły średnio 550 kg/m^3 , zaś ciężar 1 m^2 ściany z tej cegły wykonanej wynosi około 230 kg . Wytrzymałość tej cegły oraz odporność na mroz są przytem zupełnie wystarczające. Wykonanie takiej cegły umożliwił wysoki poziom techniczny przemysłu cegielnianego na Górnym Śląsku (por. ryc. 40 i 41)

Kominy dla kuchen oraz wentylacje wykonano również ze specjalnych pustaków. Prowadzenie przewodów kominowych oraz wentylacyjnych przeszło



Ryc. 40.

50 m długich zabrałoby w zwykłej cegle zbyt wiele miejsca, nie mówiąc już o znacznym ciężarze, któryby obciążył konstrukcję. Skonstruowano przeto dla komi-



Ryc. 41.

nów oraz wentylacji osobne pustaki lekkie, nie zabierające dużo miejsca. Sposób wykonania widoczny dobrze na ryc. 42. Jak widać przewód kominowy składa się



Ryc. 42.

z 4 pustaków złączonych ze sobą, zaś dwa przewody wentylacyjne mieszczą się w jednym pustaku wentylacyjnym.

IX. Zakończenie.

Jak każda większa budowa, tak też i ta wymagała sprawnej organizacji, oraz współpracy całego szeregu fachowców. Niestety nie mógł być ten budynek wykonany w tak krótkim czasie, jak to z początku preliminowano, budowa mogła postępować tylko w miarę kredytów przyznawanych na dany rok budżetowy przez Sejm Śląski, które to kredyty z powodu kompresji budżetu były za małe, by móc rozwinąć należyte tempo budowy. Poszczególne partje robót były oddawane przez Wydział Robót Publicznych w drodze publicznych przetargów firmom budowlanym; robót we własnym zarządzie nie prowadzono. Koszt $1 m^3$ budynku jest preliminowany na 80 zł.

Inż. Dr. Tadeusz Świeżawski.

Toczenie się koła.

(Ciąg dalszy).

4. Sztywne koło biegowe po plastycznym podłożu.

W tych wstępnych objaśnieniach zjawisk toczenia i toczenia się koła została przyjęta zupełna sztywność obręczy i podłoża. Przyjęcie takie nie jest jednak ścisłe, nie odpowiada bowiem rzeczywistości. W istocie wszystkie ciała są mniej lub więcej podatne, tak, że wskutek działania obciążenia osiowego i reakcji podłoża otrzymujemy w miejscach styku obu ciał odkształcenia, które będą trwałe w wypadkach ciał porowatych i plastycznych, a sprężyste w wypadkach takiej tylko wielkości występujących sił, że odkształcenia w odnośnych ciałach będą odwracalne. Ciałami sprężystymi mogą być obydwie ciała stykające się albo tylko jedno z nich, koło lub podłoże, podczas gdy drugie uznawać będziemy za tak mało sprężyste wobec pierwszego, że będzie się zachowywać jak sztywne. Przy ciałach plastycznych rozpatruje się tylko plastyczne podłoże wobec sztywnej lub sprężystej obręczy koła, skoro przy trwale odkształcanej obręczy nie zachodziłaby ciągłość zjawisk toczenia i toczenia się.

Przy poziomym przeprowadzaniu pojazdu względnie prostym przykładem skutków działania sił i oddziaływań jest toczenie koła o sztywnej obręczy po zupełnie plastycznym podłożu.

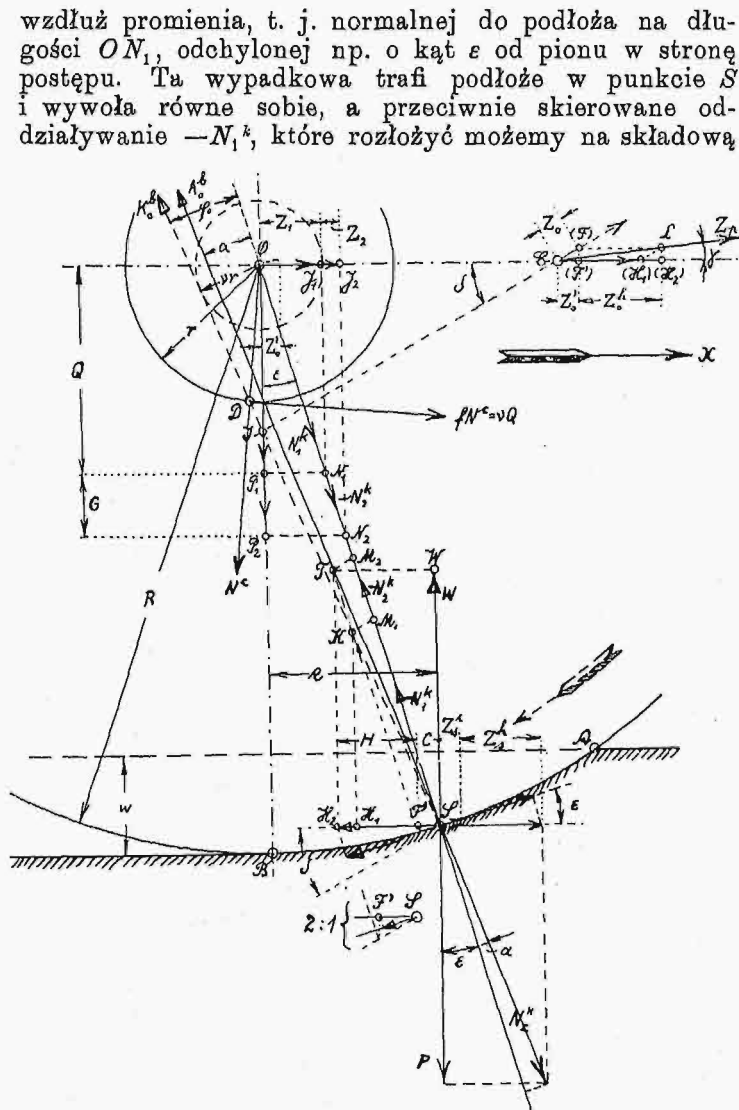
Przyjmijmy najpierw przypadek takiej plastyczności podłoża, że na zagłębioną sztywną obręcz koła oddziaływa podłoże na całej długości łuku styku równomiernie w kierunkach promieniowych, a zatem wypadkowa oddziaływań zaczepiać będzie w środku S łuku styku.

Taki przypadek jest przedstawiony na rys. 4 (oraz na rys. 5), gdzie sztywne koło zanurzyło się w równomiernie plastycznym podłożu na głębokość w , stykając się z podłożem na łuku AB . Zgniecione podłoże pozostaje za kołem w płaszczyźnie poziomej, o w obniżonej w porównaniu do położenia przed zgnieceniem, stycznie do ostatniego elementu łuku styku, t. j. w punkcie B przebicia się pionu z poziomem.

Niech koło będzie biegowym (rys. 4), to całkowite obciążenie osiowe Q działa wzdłuż pionu (OB) z środka czopa O , a siła ciągnięcia Z_1 w kierunku poziomego przeprowadzania środka O . W pewnej podziאלce odpowiada obciążeniu Q długość OP_1 , a siłę ciągnącą Z_1 długość OJ_1 . Przyjmijmy najpierw, że tarcie czopowe jest znikomo małe, to siły akcyjne Q i Z_1 , działające równocześnie na środek O , dadzą wypadkową N_1^k

Obecnie wykonany jest budynek całkowicie w stanie surowym. W r. 1932 spodziewane jest całkowite jego wykończenie.

Projekt architektoniczny oraz plany wykonawcze wykonało biuro konstrukcyjne Wydziału Robót Publ. Śl. Urzędu Wojew. Obliczenia statyczne całego szkieletu oraz szczegółowy projekt fundamentów żelbetonowych i konstrukcji spawanej wykonał prof. Bryła; plany konstrukcji 14-stopiętrowej wypracowało Biuro konstrukcyjne Zj. Zakł. Królewskiej Huty i „Laury“ w Królewskiej Hucie. Kierownictwo budowy z ramienia Śl. Urzędu Wojew. sprawował Inż. H. Griffel. Zwierzchni nadzór należał do Wydziału Robót Publ. Wojew. Śl. z p. Dr. Inż. Kaufmanem, naczelnikiem tegoż wydziału na czele; w szczególności sprawowali ten nadzór Pp. Inż. Kłębkowski jako kierownik oddziału arch. budowlanego, oraz Inż. Soupper.

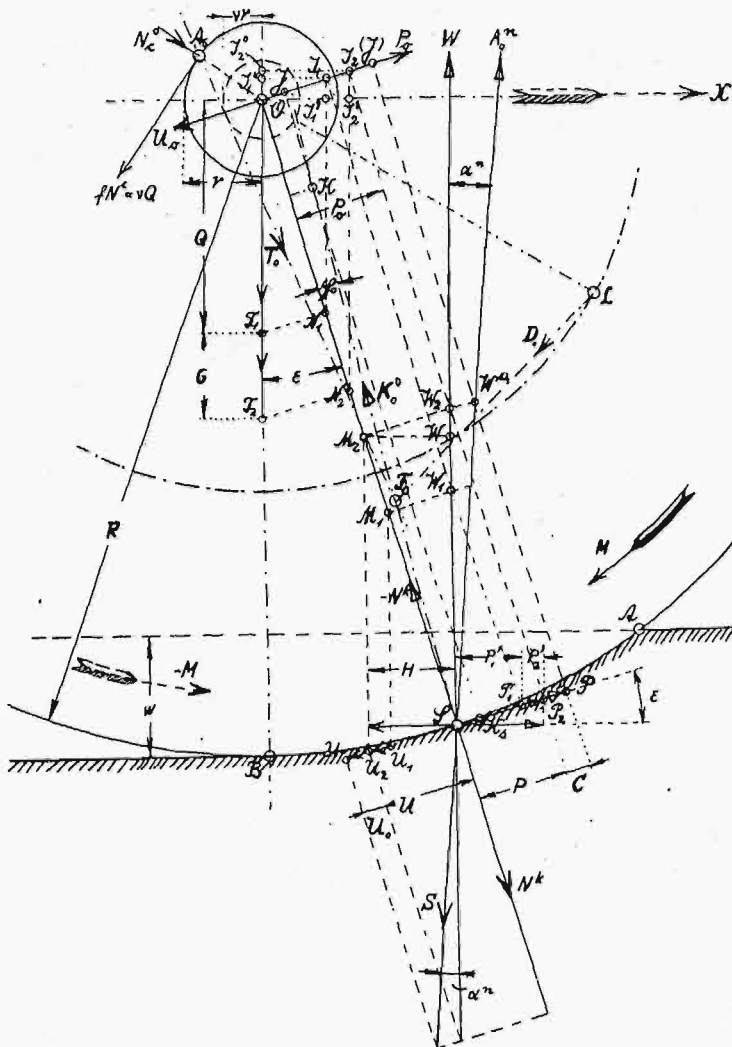


Rys. 4.

Wypadkowe siły występujące przy toczeniu sztywnego koła biegowego po zupełnie plastycznym podłożu. — X kierunek postępu.

pionową i poziomą. Te składowe okażą się równe, a przeciwnie skierowane do Q i Z_1 . W tym wypadku nie został jeszcze uwzględniony ciężar koła G , który również z środka O działa pionowo w dół o wielkości równej

np. P_1, P_2 . Wynik zatem w przyjętym przypadku jest błędny. Pozostawiając jednak podane oddziaływanie $-N_1^k$ wskutek działania sił Q i Z_1 uwzględnijmy tarcie czopowe. Powstaje ono, jak wiadomo z rys. 2. z powodu ślizgania się panewki po czopie podczas toczenia koła przy równoczesnym nacisku czopa na panewkę siłą N^c . Wtedy kierunek oddziaływania podłoża na koło przebiega wzdłuż SK , odchylony o kąt φ_0 od normal-



Rys. 5.

Wypadkowe siły występujące przy toczeniu się sztywnego koła napędowego po zupełnie plastycznym podłożu. — X kierunek postępu.

nej wstecz do postępu, a wielkość jego K_0^b znajdziemy, skoro ustalimy na dyszlu, złączonym z czopem, punkt E zaczepienia siły ciągnącej, oraz jej kierunek IE . Tem samym znajdujemy konieczną dla równowagi koła i czopa z dyszlem wielkość tej siły ciągnącej $E(F) = Z_0$, która występuje równocześnie z siłą Z_1 , poziomo skierowaną.

Pozioma składowa $E(F') = Z_0'$ siły $E(F)$,¹⁾ przeniesiona do punktu O , daje się zastąpić siłą równą i równoległą Z_0^c w punkcie S i parą sił, t. j. Z_0' w punkcie O i $SF' = C$ w punkcie S . Rzuty sił Z_0^c i C , występujących w punkcie S , na kierunek styczny do obręczy w tym miejscu powodują chwilowe zatrzymanie punktu S , a para sił na ramieniu R powoduje toczenie koła naokoło każdorazowego położenia środka O , równocześnie z jego postępowaniem. Siła $Z_1 = (F')(H_1)$ pokonuje poziome oddziaływanie podłoża $F'H_1 = Z_1$.

Tym sposobem rozwiązałoby się zagadnienie, gdyby ciężar koła G równał się zeru. Wobec tego jednak, że ciężar koła ma oznaczoną wielkość, możemy osobno uwzględnić jego działanie. Zapomocą drugiej części siły

ciągnącej $Z_2 = J, J_2$ kojarzymy jej działanie z ciężarem G na wypadkową $N_2^k = N_1, N_2$, która wywołuje w punkcie S równie sobie a przeciwnie skierowane oddziaływanie $-N_2^k$. Przez geometryczne zesumowanie tego oddziaływania KT , z poprzednim oddziaływaniem $K_0^b = SK$ otrzymujemy wypadkowe oddziaływanie $ST = A_0^b$, odchylone od normalnej OS o kąt α wstecz do kierunku postępu. Rozłożyć je możemy na 2 składowe: pionową SW , wywołaną obciążeniem Q i ciężarem koła G , ale nieco mniejszą od sumy $Q+G$ wskutek tarcia czopowego, oraz na poziomą $SH_2 = C+H$. Oddziaływanie poziome zostaje wywołane siłą pociągową $E(F') = E(F) \cdot \cos \delta$, t. j. rzutu na poziomą linję ciągnięcia siły $E(F)$, potrzebnej do zrównoważenia tarcia czopowego, jak również siłą pociągową $Z_0^h = Z_1 + Z_2 = (F)L = (F)(H_2)$. Siły czynne wywołujące powyższe poziome i pionowe oddziaływania w punkcie S , możemy przedstawić wielkościami $Z_0^h + Z_0^c = H+C$, względnie $P=W$, które jednoczą się w wypadkową N_c^k , jako wypadkowy nacisk na podłożo koła podczas jego toczenia. Rzut tej wielkości wypadkowej N_c^k na kierunek normalny, $N_c^k \cdot \cos \alpha$ (lub w przybliżeniu całkowitą wielkość N_c^k wobec zwykle bardzo małego kąta α) należy mnożyć przez współczynnik μ_0 tarcia przyczepnego danej obręczy i podłoża, aby określić dopuszczalne maximum siły pociągowej dla zapewnienia toczenia bez zrywania przyczepności i ślizgania się obręczy po podłożu. Miarodajnym dla porównania z tarciem granicznym $\mu_0 N_c^k$ jest rzut oddziaływania $(C+H)$ względnie siły $(Z_0^c + Z_0^h)$ w punkcie S na kierunek styczny w tym miejscu. Całkowita zaś siła pociągowa $EL = Z_p$ będzie wypadkową z siły $E(F)$ i sił Z_1, Z_2 , nachyloną pod kątem γ do poziomu.

Zauważyć należy, że w porównaniu z wypadkiem, przedstawionym na rys. 2, odchylenie δ siły ciągnącej na rys. 4, koniecznej do pokonania tarcia czopowego, jest (przy takich samych zresztą warunkach poza właściwością podatności podłoża) mniejsze, a przez kojarzenie się z poziomą siłą pociągową, potrzebną do pokonania poziomego oddziaływania, zmniejsza ogólne odchylenie jeszcze więcej (do kąta γ). W wypadku zatem rys. 4. nawet stosunkowo krótki dyszel pozwala w większym przybliżeniu na przyjęcie całkowitej siły pociągowej w kierunku poziomym (równoległym do podłoża), niż to zachodziło w wypadku na rys. 2.

Stwierdzić wreszcie należy, że opór tarcia czopowego wypadnie zwykle bardzo mały wobec oporu podłoża spowodowanego występowaniem poziomego oddziaływania H . Skoro przyjmiemy opór tarcia czopowego znikomo mały, to pozostaje tylko opór oddziaływaniem H , nazwany oporem tarcia potoczystego. Opór ten oblicza się z równania: $H = (Q+G) \cdot \tan \epsilon$, albo przy oznaczeniu poziomej odległości punktu zaczepienia wypadkowych normalnych akcji i reakcji w S od pionu przez e , a promienia koła przez R , z równania: $H = (Q+G) \frac{e}{R \cdot \cos \epsilon}$ ²⁾, skoro wówczas pionowa oddziaływanie podłoża $W = Q+G$.

W istocie obydwa opory, tarcie czopowe C , oraz poziomy opór podłoża H przy kole wgłębionem w pod-

¹⁾ W podręcznikach mechaniki technicznej podawana jest przybliżona wartość $H = Q \cdot \frac{e}{R}$ (przyczem Q jest rozumiane wraz z ciężarem koła G), która w wielu praktycznych wypadkach przy nieznacznych wgłębieniach się koła w podłożo wystarczą. W upodobieniu do reguły Coulomba na tarcie posuwiste można tę przybliżoną wartość na tarcie potoczyste przedstawić następująco: $H \cdot R = Qe$, wzgl. $Z \cdot R = We$, gdzie z lewej strony jest moment siły ciągnącej na ramieniu R , a z prawej oddziaływanie W podłoża na obciążenie osiowe Q , pomnożone przez współczynnik odpowiednio wielki, a w wymiarze długości.

łoże, winne nosić miano oporu tarcia potoczystego, który pokonuje siła ciągnąca:

$$Z_p = C + H = \nu Q \frac{r}{R} + (Q + G) \frac{e}{R \cdot \cos \varepsilon}.$$

Poziomy opór podłoża winno się nazwać oporem czołowym w odróżnieniu od oporu tarcia czopowego C .

Z poszczególnych składników na całkowity opór tarcia potoczystego Z_p jest wielkość tarcia czopowego zależna od wielkości oporu czołowego o tyle, że z rosnącym oporem czołowym rośnie ciśnienie czopa na panewkę N^c , a więc rośnie współczynnik ν .

O ile przyleganie obręczy do podłoża istnieje na całym lub części łuku styku \overline{AB} , to koło biegowe pod działaniem przytoczonych powyżej sił i oddziaływań będzie jednostajnie toczono w stronę kreskowanej strzałki na rys. 4. z równoczesnym poziomym przeprowadzaniem obciążenia Q i zgniataniem podłoża zupełnie plastycznego z poziomu poprzedzającego toczono koło do poziomu o w niższego.

5. Szttywne koło napędowe po zupełnie plastycznym podłożu.

Przy sztywnym kole napędowym (rys. 5) w takimsamym wypadku równomiernie plastycznego podłoża wprowadzony moment obrotu M siłą D_0 na ramieniu OL wytworzy siłę obwodową U , która zaczepiać będzie w punkcie S , t. j. w tym punkcie styku obręcza z podłożem, gdzie wystąpi wypadkowy nacisk normalny N^k . Siła obwodowa U wywoła równe sobie, a przeciwnie skierowane oddziaływanie P podłoża na obręcz.

Skoro punkt S jest przytrzymywany siłą U i równą jej, a przeciwnie skierowaną (tak, jak P) siłą tarcia, nie większą od wartości $\mu_0 N^k$ (ale mniejszą lub równą), to siła P objawi się także w punkcie O , jako akcyjna siła P_0 . Przy takim jednak przeniesieniu równoległym musi równocześnie wystąpić w punkcie O także druga siła U_0 , równa sile P_0 , a przeciwnie do niej skierowana. Siła U_0 na ramieniu R wywoła przeciwmoment $-M = -U_0 R = P \cdot R$, skoro punkt S jest chwilowo ustalonym środkiem obrotu. Siła zaś $P_0 = OI_2$ w punkcie O jednoczy się z obciążeniem $Q = OT_1$ i z ciężarem koła $G = T_1 T_2$ w wymieniony wyżej wypadkowy nacisk N^k na podłożu, który wywołuje równe a przeciwnie skierowane oddziaływanie $-N^k$ na koło. Rozłożyć je możemy na pionowe oddziaływanie $W = S_1 W = OT_2 - OI_2''$ oraz na poziome oddziaływanie H , pokonywane siłą $(P_1' + P_2') = OI_1' + OI_2'$.

Normalne oddziaływanie $-N^k$ wraz z oddziaływaniem P daje wypadkowe oddziaływanie SW_1 , które musi przebiegać wzdłuż pionu (prostopadłej do kierunku postępu) ze względu na równowagę całego pojazdu.

W ten sposób koło napędowe będzie się toczyło, postępując równocześnie poziomo (równoległe do podłoża), o ile tarcie czopowe przyjmiemy znikomo małe, t. j. o wartości zerowej.

W istocie jednak tarcie czopowe występuje w pewnej wielkości i powoduje odchylenie nacisku normalnego $-N^k$ w stronę postępu o kąt φ_3 w kierunku K_0' , który ustalimy z warunku równowagi na cały pojazd (porów. rys. 3) tak co do kierunku, jak i wielkości. Ustalenia tego trzeba jednak dokonać przy wyłączeniu oporu czołowego, powstałego wskutek zanurzenia obręczy w podłożu w ten sposób, że przyjmie się dla tego celu kierunek styczny w punkcie S , nachylony pod kątem ε do poziomu podłoża, jako poziom nowy podłoża dla całego pojazdu, a normalną OS , jako prostopadłą do kierunku postępu po nowym poziomie. Przytem uwzględnia się jako obciążenie wielkość ON_1 , złożone z obciążenia osiowego i siły OI_1 , działanie zaś ciężaru

G (oraz siły $I_1 I_2$) znosi się równem, a przeciwnie skierowanym oddziaływaniem $M_1 M_2$ wzdłuż normalnej SO .

Przypuśćmy, że oddziaływanie podłoża K_0' wypadnie z równowagi pojazdu równe SK , to rzut jego na kierunek styczny do obręczy, SK^s , musimy dodać do poprzednio ustalonego oddziaływania SP_2 , aby otrzymać całkowite styczne oddziaływanie, objawiające się przy toczeniu się koła napędowego w plastycznym podłożu. Musi zatem wprowadzony moment M być tak wielki, aby w punkcie S ustaliła się siła obwodowa $U = SU$, która wywoła sobie równe a przeciwnie skierowane oddziaływanie styczne SP .

Wypadkowa z oddziaływań normalnych $-N^k$ (powstałych wskutek obciążenia osiowego i ciężaru koła, oraz sił $OI_1 + I_1 I_2$ do pokonania oporu czołowego) i z oddziaływania stycznego SP na przewyciężenie tarcia czopowego przebiega w kierunku A_0'' w wielkości SW^a , odchylonym pod kątem α'' od pionu w punkcie S w stronę postępu środka koła. Odpowiednio do oddziaływań występują w punkcie S równe, a przeciwnie skierowane działania sił czynnych $(U + U_0)$ i N^k , które kojarzą się w wypadkową S . Rzut siły U na kierunek poziomy pokonują opór czołowy H podłoża przez wywołanie oddziaływania podłoża $P \cdot \cos \varepsilon$.

Siła obwodowa $(U + U_0)$ musi zaczepiać oczywiście w punkcie zaczepienia S wypadkowego normalnego nacisku, ponieważ tylko wtedy może nastąpić równowaga w przebiegu zjawiska.

Z rozpatrywania tego wypadku wynika, że w zwykłych warunkach przy znaczniejszym (w stosunku do promienia R) zanurzeniu koła opór tarcia czopowego wypadnie znikomo mały wobec oporu czołowego tak, że pod mianem oporu potoczystego wystarczy zwykle rozumieć tylko opór czołowy podłoża.

Pod działaniem wyżej przytoczonych sił i oddziaływań będzie koło napędowe, zanurzające się na pewną głębokość w plastyczne podłożu, toczyło się z równoczesnym przeprowadzaniem środka koła po równoległej do podłoża, jak długo istnieje przyczepność obręczy do podłoża na całym lub części łuku \overline{AB} . Skoro siła obwodowa $(U + U_0)$ przekroczy wartość graniczną tarcia przyczepnego $\mu_0 N^k$, koło zacznie się ślizgać, obracając się w miejscu i nie przeprowadzając swego środka równoległe do podłoża.

6. Zjawisko smykania się wskutek normalnych nacisków.

Naciski na podatne podłożu powodują jednak tak przy kole biegowym, jak również przy kole napędowym, takie skutki, że powyższe przedstawienia zjawisk nie wystarczają. Wyznaczył to jako następstwa zjawisk tarcia Gumbel w rozprawie o „bezpośrednim tarcu ciała stałych“⁷⁾.

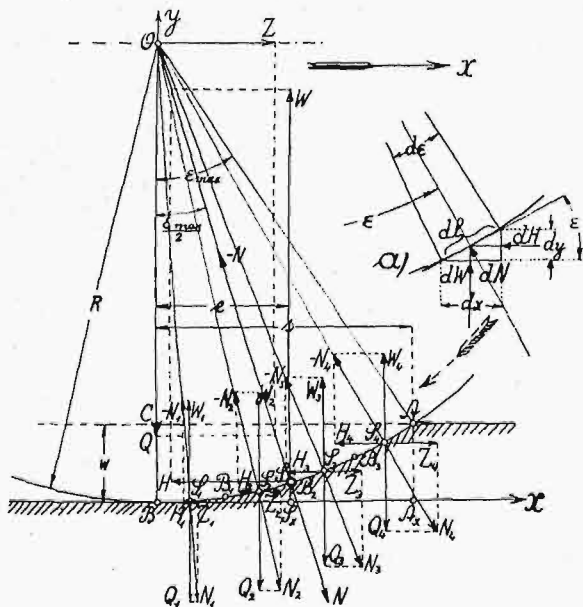
W celu dokładniejszego wglądu w przebieg tych zjawisk rozpatrzmy zamiast wypadkowych sił, jak powyżej, siły cząstkowe, np. przy toczeniu sztywnego biegowego koła po równomiernie plastycznym podłożu według rys. 6. z nieuwzględnianiem oddziaływania obwodowego na pokonanie tarcia czopowego.

Skoro podzielimy łuk styku \overline{BA} na równe odcinki $BB_1 = B_1 B_2 = B_2 B_3 = B_3 A$, to w środku każdego z nich, w S_1, S_2, S_3 i S_4 zaczepiają cząstkowe oddziaływania $-N_1, -N_2, -N_3, -N_4$ równej wielkości wobec równomiernej plastyczności. Wypadkowe oddziaływanie $-N$ zaczepia w środku łuku styku w S , a równe jest sumie wszystkich cząstkowych oddziaływań. Również pionowa

⁷⁾ „Die unmittelbare Reibung fester Körper“, jako uzupełnienie broszury polemicznej p. t. „Wer ist der wirklich Blinde“, Berlin, Vlg. J. Springer 1920.

składowa W wypadkowego oddziaływania, równa obciążeniu Q , jest sumą pionowych składowych W_1, W_2, W_3, W_4 cząstkowych oddziaływań, które są proporcjonalne do dostaw kątów ε odchylenia od pionu, a pozioma składowa H wypadkowego oddziaływania jest sumą poziomych składowych H_1, H_2, H_3, H_4 cząstkowych oddziaływań, które są proporcjonalne do wstaw kątów ε odchylenia od pionu. Według rys. 6a przedstawic można te związki następująco:

$dW = dQ = k \cdot dN \cos \varepsilon = k \cdot dl \cos \varepsilon = k \cdot R \cos \varepsilon d\varepsilon$, a
 $dH = k \cdot R \cdot \sin \varepsilon \cdot d\varepsilon$, skoro przez k oznaczymy współczynnik proporcjonalności łuku l , względnie promienia R do sił N, W i H .



Rys. 6.

Cząstkowe siły występujące przy toczeniu sztywnego koła biegowego po zupełnie plastycznym podłożu. — X kierunek postępu.

Skoro weźmiemy pod uwagę przeciwnie siły do oddziaływań, t. zn. siły czynne, które działają na podłożu w równych wielkościach oddziaływaniom w tych samych punktach styku, to stwierdzamy, że pionowe siły cząstkowe Q zmieniają się wolniej (według $\cos \varepsilon$ od 0° do 45°), niż poziome siły cząstkowe H (według $\sin \varepsilon$ od 0° do 45°)⁸⁾ i że bliżej punktu wejściowego A łuku styku te poziome składowe mają stosunkowo do pionowych składowych znaczną wartość, ale maleją w kierunku do punktu wyjściowego B prędkiej, niż pionowe składowe. Cząstki podłoża, szczególnie w pobliżu punktu wejściowego A , ugną się pod zgniataniem pionowym w stronę toczenia obręczy, rozsuwając się jednakże równocześnie po toczonej obręczy w kierunku postępu, a więc zaczną się ślizgać po ob-

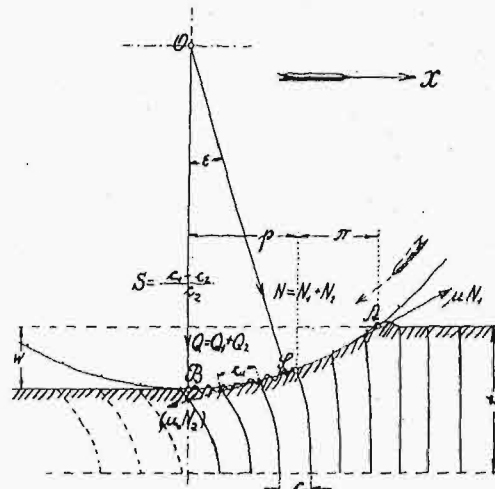
⁸⁾ W celu udowodnienia, że funkcja sinus w granicach od 0° do 45° prędkiej wzrasta, aniżeli cosinus maleje, wystarczy wykazać, że suma $\sin x + \cos x$ wzrasta w podanych granicach i że jest większa od 1.

$$\begin{aligned} \text{Przyjmijmy: } y &= \sin x + \cos x \\ &= \sin x + \sin(90-x) \\ &= 2 \sin \frac{x+90-x}{2} \cos \frac{x-90+x}{2} \\ &= 2 \sin 45 \cdot \cos(x-45) \end{aligned}$$

$$= \sqrt{2} \cdot \cos(45-x). \text{ to pochodna } \frac{dy}{dx} = \sqrt{2} \sin(45-x).$$

Prawa strona ostatniego równania jest: $\sqrt{2} \sin(45-x) = 0$ dla $x=45^\circ$, a dla każdego x od 0° do 45° jest $[\sqrt{2} \sin(45-x)] > 0$, to znaczy kąt nachylenia stycznej $\left(\frac{dy}{dx}\right)$ jest stale większy od 0, czyli $(\sin x + \cos x)$ wzrasta ze wzrostem x w wymienionych granicach.

ręczy. W ten sposób może być wywołane, przynajmniej na części obręczy od A począwszy, tarcie posuwiste w kierunku przeciwnym do kierunku toczenia koła, działając bezpośrednio na obręcz, jako reakcja przeciw działaniu sił czynnych⁹⁾. Prawdopodobny zatem układ cząstek podłoża okazuje rys. 7.



Rys. 7.

Wyobrażenie dodatniego smyknięcia się S przy sztywnym kole biegowym po zupełnie plastycznym podłożu. — X kierunek postępu; p — przyczepność; π — poślizg.

Podobny układ cząstek podatnego podłoża pomiędzy dwoma toczącymi się równoległymi wałcami unaoćnił Kic k¹⁰⁾ przez przewalcowywanie ciastowatej masy, przełożonej barwnymi prążkami, chcąc zbadać układ cząstek rozgrzanego żelaza przy procesie walcowania. W tym wypadku oprócz nacisków normalnych napędzanych wałcami występuje także siła obwodowa wałców. (Działanie siły obwodowej przy toczeniu się koła będzie rozpatrywane w dalszym ciągu w związku z przedstawieniem doświadczeń Jahn'a).

Przebieg zjawiska według rys. 7 odbywa się w ten sposób, że na początkowej części łuku styku nastąpi wskutek umykania cząstek podłoża tarcie posuwiste względem obręczy koła, które to tarcie, μN_1 skierowane będzie przeciwnie do toczenia koła. Równocześnie na dalszej części łuku styku aż do punktu wyjściowego B może zachodzić przyleganie, o ile opór tarcia potoczystego wraz z oporem tarcia czopowego, względnie jeszcze z oporem użytkowym (P jak na rys. 2) nie przekroczy wartości $\mu_0 N_2$. Zaznaczyć tu trzeba wyraźnie, że tylko część normalnego nacisku N_1 , a więc część obciążenia Q , a mianowicie N_1 wzgl. Q_2 jest czynnikiem wywołującym tarcie przyczepne, ponieważ pozostała część N wzgl. Q , a mianowicie N_1 wzgl. Q_1 rozkłada się na umykające cząstki podłoża. Tym sposobem toczone koło biegowo, zagłębione stosunkowo do swego promienia na znaczniejsze zanurzenie w plastycznym podłożu, może łatwiej pośliznąć się wprzód pod działaniem siły ciągnącej z dwóch powodów: 1. przez wystąpienie na części obwodu momentu obrotu przeciwnego do kierunku toczenia, a wy-

⁹⁾ Przedstawienie przebiegu toczenia koła biegowego i rozłożenia nacisków na podłożu z ich skutkami na toczenie jest podane mylnie na rys. 44 pracy autora p. t. „Kołowe pługi motorowe“, Poznań 1928 (str. 67 i 68), a zmiany nacisków poziomych według tangens są ściśle tylko w porównaniu z różnymi zagłębieniami się koła w podłożu. Również na str. 69 do 72 wymienionej pracy zachodzą nieścisłości, które niniejsza praca prostuje.

¹⁰⁾ Kic k: „Dinglers Polyt. Journal“, 1879, str. 349, oraz Rummel: „Richtlinien für die Erforschung der Formänderung bildsamer Körper“, Stahl und Eisen, 1919, str. 240 i nast.

wolanego na promieniu koła siłą tarcia ruchowego pomiędzy obręczą a umykającym podłożem, oraz 2. przez redukcję nacisku normalnego wzgl. obciążenia osiowego, działającego na wywołanie przyczepności.

(Udziały nacisków normalnych N na strefę przyczepności p , wzgl. poślizgu π , można w przybliżeniu zastąpić udziałami obciążeń Q , o ile kąt ε jest mały).

Oczywiście w ciągłym ruchu postępowym takiego obciążonego koła biegowego zostanie poślizg koła, powstałego z powyżej podanych powodów, szybko zniesiony nagle wielkim oporem warstwy podłoża przed kołem, mającej być teraz przesuwanej i chyba tylko rozsuwanej na boki, a więc oporem, który spowoduje koło do toczenia w właściwym kierunku.

Poślizg koła biegowego, nawet na krótkich odległościach, jest niedopuszczalny, skoro koło swym toczeniem ma pokonywać opory użytkowe (P na rys. 2). W tym celu otrzymują koła biegowe występy na obwodzie, zwane ostrogami, które wgłębiają się w podatne podłoże pod działaniem dostatecznie wielkiego obciążenia i zapewniają toczenie znacznym oporem czołowym na wypadek dążności do poślizgu.

W opisanym wypadku cząstki podłoża pod działaniem ślizgania się po obręczy spiętrzą się w wejściowym punkcie A nieznacznie ponad nawierzchnię podłoża w wolną przestrzeń.

Wobec dwóch innych zjawisk poślizgu, występujących lub mogących wystąpić w powyższym wypadku, zatrzymajmy nazwę poślizgu (niem. „Gleitung“) na zjawisko rzeczywistego poślizgu po zerwaniu przyczepności, a poślizg cząstek plastycznego podłoża po obręczy, zachodzący przy równoczesnym istnieniu przyczepności podczas normalnego toczenia, określimy mianem smykania się (niem. „Schlupf“) ¹¹⁾, przyczem będzie to rzeczywiste smyknięcie się. Wartość tego smyknięcia wyraża stosunek różnicy wzajemnych odległości cząstek zgniataną powierzchni styku po rozsunięciu a nieugniataną przed rozsunięciem do pierwotnej odległości cząstek przed rozsunięciem: $\frac{a_1 - a_2}{a_2}$ (rys. 7). W przytoczonym wypadku jest smyknięcie dodatnie t. j. koło biegowe musi obtoczyć większą drogę, niżby to wypadło z odwi-

¹¹⁾ Termin „smykania się“ w celu wyraźnego odróżnienia od poślizgu można zastąpić określeniem „względny poślizg“ przy nieusuwananiu się cząstek materiałów.

nięcia obwodu koła na drodze koła, choćby koło zupełnie się nie ślizgało, znajdując w każdym punkcie wystarczającą przyczepność.

Koło napędowe w takich samych, jak powyższych, warunkach [podobnie do prawej strony rys. 9 od A do C , z tą różnicą, że punkt S ustali się pod większym kątem ε i zamiast μQ_1 i $(\mu_0 Q_1)$ będzie μN_1 i $(\mu_0 N_2)$], wywołuje w odniesieniu do podłoża podobne skutki, jak koło biegowe. Samo jednak podlega dwóm przeciwnym sobie w skutkach zjawiskom, a mianowicie tarcie smykającego się podłoża na części łuku styku obręczy przeciwnie do kierunku toczenia się, przeciwdziała pośliznięciu koła na miejscu, podczas gdy zmniejszony dla adhezji udział normalnego nacisku wzgl. obciążenia łatwiej może dopuścić do krążenia i poślizgu w miejscu. Ponieważ współczynnik tarcia ruchowego jest mniejszy, niż współczynnik tarcia spoczynkowego, to iloczyn z części normalnego nacisku wzgl. obciążenia, przypadającej na ten łuk styku, po którym podłoże się smyka, i z współczynnika tarcia ruchowego musi być mniejszy, niż iloczyn z tej samej części normalnego nacisku wzgl. obciążenia i z współczynnika tarcia spoczynkowego, które występowałyby, gdyby podłoże się nie smykało. A zatem z tego powodu koło napędowe w plastycznym podłożu przy występowaniu smyknięcia łatwiej się pośliznie w miejscu, zamiast potoczyć się. Przytem jeszcze nie ma pomocy takiej, jak przy kole biegowym, do toczenia w właściwym kierunku przez opór tarcia potoczystego, który koło biegowe wspomaga przy toczeniu, przeciwnie, opór ten utrudni wystąpienie nowej adhezji, działając w kierunku toczenia się w miejscu, chociaż zwiększony nacisk normalny powiększa zdolność przyczepności. N. p. koło napędowe rolniczej ciągnówki motorowej tem gorsze ma warunki przyczepności, tem łatwiej ślizgać się będzie w miejscu po podłożu, im więcej zagłębi się w podatnej w stosunku do obciążenia roli, właściwie bez względu na użytkowy opór ciągnięcia, który przy skośnym od dołu ciągnięciu powiększa obciążenie osiowe tylko pionową składową pociągu, zwykle nieznaczną, pomijając większą wtedy potrzebną siłę obwodową i konieczność większego (stycznego) oddziaływania podłoża.

Wskutek działania siły obwodowej U na cząstki powierzchni podłoża nie wystąpi przy kole napędowym w odróżnieniu do koła biegowego spiętrzenie cząstek podłoża ponad powierzchnię w punkcie wejściowym A . (C. d. n.).

Wiadomości z literatury technicznej.

Budownictwo.

— **Budowę domów mieszkalnych w Niemczech** omawia Menzel w *Deutsch. Bauzeit.* (Bauw. 1930, str. 242). Według rozporządzenia ministerstwa dopuszcza się finansowanie budowy mieszkań z funduszków publicznych tylko przy powierzchni 30 do 50 m².

— **Solomit**, nowy materiał budowlany, omawia Rogier w *Deut. Bauz.* (Konstr. 1930, str. 12). Są to płyty z bardzo komprimowanej słomy, których użyć można z korzyścią do wypełnienia ścian zamiast cegły. Materiał jest bardzo lekki, 1 m² waży wraz z tynkiem 90 kg, bez tynku 15 kg. Ciężar jego gatunkowy jest 0.25. Pod względem cieplnym jest on znakomity. Materiał jest ogniotrwały, lampką płonąca można wypalić tylko małą dziurę, która po odsunięciu lampki przestaje się żarzyć. Z powodu lekkości ścian osiągamy oszczędność przy budowie szkieletu żelaznego czy żelbetowego. Zarazem ściany zajmują mniej miejsca. Pod względem cieplnym 8 cm. gruba ściana solomitowa z tynkiem obustronnym odpowiada ścianie ceglanej 71 cm grubej. W Berlinie zbudowano już wiele budynków z tego materiału.

— **Najwyższy komin w Europie** stoi w fabryce Neuhoftow. elektrycznego Hamburgskiego. Zbudowano go z żelbetu, jest 150 m wysoki, średnica w świetle u góry wynosi 5.5 m, u dołu 10 m. Ciężar jego wynosi 5650 t i spoczywa na 211 palach żelbetowych długich 13 m. Dr. M. Thullie.

Mosty.

— **Most drogowy na Warcie** między Kostrzynem a Gorzowem (Landsberg) opisuje Dr. K. Bernhard w *Deutsch. Bauzeit.* (Konstruk. 1930, str. 31). Długość mostu wynosi blisko 700 m. Most rzeczny żelazny składa się z 3 przęseł, środkowego łuku z pomostem dołem o rozpiętości 90 m i dwu skrajnych po 25 m. Wiadukt zalewowy jest żelbetowy około 500 m długi, składa się on z 21 przęseł o rozpiętościach 25 i 23.8 m. Koszt budowy wynosi 1.2 milj. marek.

— **Wzmocnienie i rozszerzenie mostu na Werra w Witzhausen** opisuje Bunz w *Deut. Bauzeit.* (Konstr. 1930, str. 17). Stary ten most kamienny miał jezdnię 4.40 m i dwa chodniki po 1 m. Okazała się potrzeba rozszerzenia jezdni i chodników na 6.0 m i 2 x 1.4 m. Wykonano to w ten sposób, że z obu stron stron starego mostu zbudowano sklepienia o mniejszej strzałce i szerokości 1.6 m. Oprócz tego

mury tak filarów jak i sklepień były wskutek wymycia zaprawy luźne. Trzeba było po wymyciu szwów wciskać w nie zaprawę cementową pod znacznym ciśnieniem. Ponieważ głowice nie były wcale połączone z filarami, musiano je połączyć zapomocą opaski żelbetowej. Wszystkie roboty wykonano bez przerwy ruchu.

Dr. M. Thullie.

Wytrzymałość materiałów.

— **Żeliwo.** Normalne żeliwo ma wytrzymałość na ciągnięcie 2500 kg/cm^2 , a na ciśnienie 7500 kg/cm^2 . *Mitt. d. städt. Prüf.* (Wien 1931, 3) donoszą, że wyrabiają już żeliwo wyborowe o wytrzymałości na ciągnięcie 4000 kg/cm^2 , na zginanie 600 kg/cm^2 , którego wytrzymałość na ciśnienie może wzrosnąć do 12.000 kg/cm^2 .

Dr. M. Thullie.

Żelazo - beton.

— **Stal wyborowa dla żelbetu.** *Mitt. der Städt. Prüfungsanstalt für Baustoffe* Nr. 3 z r. 1931, wydawane w Wiedniu, donoszą, że w Wydziale żelbetowym austr. tow. inż. i arch. wybrano podkomisję dla badania wzmocnienia żelbetu stalą wyborową, a w szczególności *St 55*, stalą *Isteg* i blachą siatkową. Chodzi tu o zwiększenie naprężenia dopuszczalnego z 1500 kg/cm^2 i wykonanie potrzebnych doświadczeń. W Wiedniu policja budowlana dopuszcza już dla stali *Isteg* 1700 kg/cm^2 . Przepisy niemieckie dopuszczają jednak tylko dla płyt i belek prostokątnych 1500 kg/cm^2 dla stali *St 48* i *St 52*. Przepisy austriackie dopuszczają także 1500 kg/cm^2 i to ogólnie w belkach żelbetowych pod warunkiem, że granica ciastowatości wynosi 3000 kg/cm^2 . Przy stali *St 55* można liczyć na granicę ciastowatości 3400 kg/cm^2 , a wtedy można przyjąć naprężenie dopuszczalne 1700 kg/cm^2 . Wydział ma jeszcze w tym roku wypowiedzieć się co do możliwości takiego podwyższenia naprężeń dopuszczalnych.

Dr. M. Thullie.

RECENZJE I KRYTYKI.

Politechnika Lwowska. Jej stan obecny i potrzeby. Nakładem Grona Profesorów. Lwów 1932.

Ciężkie położenie już od dłuższego czasu Politechniki Lwowskiej oraz wynikająca z tego konieczność przyjscia z jak najszybszą pomocą tej najstarszej polskiej Uczelni Technicznej były powodem ukazania się powyższego wydawnictwa, uskutecznionego staraniem i sumptem Grona Profesorów.

Może autorów i wydawców tego dzieła spotkać zarzut, że chwila, w której wydawnictwo ujrzało światło dzienne, nie jest odpowiednią dla możliwości natychmiastowego uzyskania środków materialnych celem sanowania dotychczasowych stosunków. Nie da się nawet zaprzeczyć, że od momentu zamknięcia redakcji tej książki stosunki pogorszyły się bardzo znacznie, jeśli wspomni się tylko o olbrzymich kompresjach budżetowych, uniemożliwiających odbywanie całego szeregu wykładów zleconych, redukcji katedr i pomocniczych sił naukowych, środków na pomoce naukowe, prawie zupełny zanik kredytów budowlanych i konserwacyjnych itp. Trzeba jednakże pamiętać, iż sama myśl o potrzebie zaznajomienia myślącej części naszego społeczeństwa z bolączkami Politechniki Lwowskiej powstała już przed kilku laty, podówczas, gdy nie można było przewidzieć dzisiejszego trudnego położenia finansowego Państwa.

Istnieją jednakże dwa ważne momenty, które w zupełności usprawiedliwiają obecne ukazanie się tej pracy. Pierwszy, to ten, iż w chwili, gdy ukończy się dzisiejsza depresja gospodarcza, znajdą czynniki miarodajne gotowy materiał odnoszący się do mizerji Uczelni oraz konieczny, minimalny program na przyszłość, oraz drugi tkwiący w tem, by społeczeństwo zrozumiało, że w całym szeregu państw kulturalnych nie wszystko, w odniesieniu do potrzeb Wyższych Uczelni, przerzuca się na barki budżetu państwowego. Jeżeli na Zachodzie znajduje się cały szereg mece-

nasów, którzy fundacjami swemi umożliwiają spokojny, bez troski, a często nawet kwitnący byt wyższemu szkolnictwu, to i w naszym społeczeństwie powinno wyrobić się przeświadczenie o konieczności przyjscia z pomocą nauce polskiej ze strony klas posiadających, które zresztą nierzadko dobrobyt swój opierają na postępie i rozwoju techniki. Jeżeliby ta myśl znalazła jakitaki oddźwięk u tych, którzy do przyjscia z pomocą poczuwać się powinni, to zadanie omawianego wydawnictwa byłoby w zupełności spełnione.

Księga cała jest dziełem zbiorowym. Zarys historyczny rozwoju Politechniki opracował Prof. O. Nadolski, ogólne potrzeby Prof. K. Weigel. Ustępy informacyjne o poszczególnych Wydziałach opracowali: o Wydziale Inżynierji Prof. W. Wojtan, Architektury Prof. W. Derdacki, Chemji Prof. W. Jakób, Mechanicznym Prof. E. Hauswald, Rolniczo-lasowym Prof. K. Różycki zaś Ogólnym Prof. W. Stożek. Nadto krótkie monografie o poszczególnych katedrach opracowali odnośni profesorowie. Nad zespoleniem całości, uzgodnieniem pojedynczych dat i nadaniem całemu wydawnictwu poważnej szaty typograficznej czuwał redaktor książki Prof. D. Szymkiewicz, któremu należy się istotna wdzięczność za sumę pracy w wydawnictwo to włożonej.

Opisywanie, choćby pobieżne, tych trudności, w jakich Politechnika Lwowska się znajduje w ramach krótkiej recenzji jest wprost niemożliwe. Największą bolączką, to brak pomieszczeń występujący jaskrawo na tem tle, iż w gmachach, które obliczone były na 300 studentów, znaleźć musi obecnie pomieszczenie 2000, przy ogólnej liczbie studentów ponad 3000. Następnie katastrofalny wprost brak odpowiednich dotacyj naukowych dla poszczególnych katedr i wynikająca stąd często niemożność wydanej pracy naukowej opartej o nowoczesne instrumenty i przyrządy. Wreszcie trudności związane ze skromnym wyposażeniem profesorów, które często uniemożliwiają pozyskanie pożądaných sił, znajdujących gdzie indziej bardziej znośne warunki pracy.

Książka godna uważnego przestudjowania, oddająca prawdziwą usługę nauce polskiej a przynosząca zaszczyt Gronu Profesorskiemu, które w opisanych trudnych warunkach istnienia rąk nie opuszcza, wzywa o pomoc i dzwoni na alarm, pracując przy tem bardzo intensywnie, jak tego dowodzi spis wydawnictw pracowników poszczególnych zakładów naukowych, dołączony do opisu każdej katedry.

Pojedyncze egzemplarze są do nabycia w Bibliotece Politechniki po cenie 10 zł.

„**Statyczne obliczenie łuków utwierdzonych dla poziomych sił** nap. Dr. Wład. Záruba, docent czeskiej Politechniki w Bernie. Berno 1928.

Dla rozwiązania tego problemu używa się zwyczajnie sposobu analitycznego Müllera Breslaua. Autor rozwiązuje ogólnie zadanie, zastosowując prawo Castigliana, a potem podaje rozwiązania dla rozmaitych wypadków obciążenia tak ciągłego jak i skupionego, wyznacza też linje wpływowe dla parcia poziomego i momentów.

Dr. M. Thullie.

„**Łukowe mosty**“ **Obliczenie momentów zginających i skrecających pod wpływem wiatru i sił poziomych**, nap. Dr. Wład. Záruba. Berno 1927.

Obliczenie zasadza się na pracy odkształcenia. Autor oblicza moment w kluczu, wywołany siłami poziomymi. Przekrój łuku przyjmuje prostokątny, dwudzielny i teowy. Osobno liczy dla łuków parabolicznych i ciągłych.

Dr. M. Thullie.

„**Mosty wiszące ze szczególnem uwzględnieniem mostu Filadelfia - Camden**“ nap. Ralf Modrzejewski (Modjeski) (*Przeł. Techn.* 1930, str. 697).

Jest to referat wygłoszony w r. 1929 na światowym Kongresie inżynierów w Tokio. Autor podaje historję mostów wiszących, a potem opisuje dzisiejszy ich ustrój na przykładzie mostu Filadelfia - Camden. Praktyka wykazała, że liny główne z drutów równoległych są lepsze i tańsze, aniżeli łańcuchy.

Dr. M. Thullie.

NEKROLOGJA.

† **Śp. Inż. Adam Ebenberger**, Dyrektor Oddziału Lwowskiego Polskich Zakładów Siemens S. A. zmarł dnia 15 lutego 1932 r. Członkiem naszego Towarzystwa był od r. 1910. Przez długi okres czasu piastował stanowisko Przewodniczącego Sekcji Elektryków. Cześć Jego pamięci!

† **Karol Bach**, znakomity profesor budowy maszyn i wytrzymałości materiałów na Politechnice w Stuttgarcie zmarł w 85 roku życia. Prace jego naukowe są powszechnie znane i wysoko cenione.

Zebrania i odczyty w Towarzystwie.

W dniu 3 lutego 1932 r. odbyło się zebranie dyskusyjne nad zagadnieniem racjonalizacji gospodarczej z referatem wstępnym Prof. E. Hauswalda. Dnia 10 lutego 1932 r. odbył się odczyt Inż. Piotra Tułacza p. t.: „Najnowsze metody spawania“, dnia 17 lutego 1932 odczyt Michała Bohatyrewa p. t.: „Zagadnienie szybkości w żegludze wodnej“, zaś dnia 24 lutego 1932 odczyt Inż. Tadeusza Wróbla p. t.: „Propaganda w budowie miast“.

SPRAWY TOWARZYSTWA.

Protokół z posiedzenia Wydziału Głównego P. T. P. z dnia 9. listopada 1931 r. Obecni: Prezes St. Rybicki, Wiceprezesi: Inż. F. Blum, Prof. Dr. O. Nadolski. Członkowie: Prof. E. Bratro, Inż. M. Bessaga, Inż. E. Bronarski, Inż. A. Broniewski, Inż. St. Kozłowski, Inż. D. Krzyczkowski, Inż. T. Laskiewicz, Prof. Dr. M. Matakiewicz, Inż. J. Wokroj, oraz Inż. M. Kossakowski, jako delegat Sekcji Inżynierów - Architektów przy P. T. P.

Usprawiedliwili swą nieobecność: Inż. Z. Kalityński, Inż. A. Tomaszewski i Inż. T. Jarosz.

Przed porządkiem dziennym zawiadamia Prezes Rybicki Wydział, iż P. T. P. otrzymało zaproszenie od Polskiego Towarzystwa Fizycznego do współudziału w urządzeniu uroczystości ku czci Maxwella, która odbędzie się 19. b. m.

Na skutek starań w sprawie uzyskania funduszy na ukończenie budowy Biblioteki Politechniki Lwowskiej udało się uzyskać obietnicę Ministerstwa Robót Publicznych otrzymania 50.000 zł. na częściowe wykończenie budowy.

Prezes Rybicki podaje do wiadomości pismo b. Ministra A. Kędziora z rezygnacją ze stanowiska przewodniczącego Sekcji Meljoracyjnej P. T. P. ze względu na zły stan zdrowia. Postanowiono uprosić na przewodniczącego p. Inż. Howartha.

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

W związku ze sprawami poruszonymi na poprzednim posiedzeniu Prezes Rybicki podaje do wiadomości, iż wziął udział w delegacji w sprawie uzyskania kredytu na dokończenie budowy gmachu Biblioteki Politechnicznej. Delegacja w składzie: Rektor Politechniki Prof. Sokolnicki, Prezydent m. Lwowa Brzozowski, Prez. Al. Pawłowski, oraz Prezes Rybicki, była przyjęta przez Pana Prezydenta Rzeczypospolitej, oraz przez Panów Ministrów Becka, Jana Piłsudskiego, Norwid-Neugebauera, oraz Ks. Żongolłowicza, którzy obiecali w miarę możliwości sprawę poprzeć.

2. Przyjęto jednogłośnie następujących nowych członków: Inż. Jana Głowacza, Inż. Stanisława Różyckiego, Inż. Stanisława Szerszenia.

3. Skarbnik zdej sprawozdanie ze stanu kasowego w ostatnim miesiącu, oraz podaje dokładne zestawienie kwot, należnych Towarzystwu od poszczególnych członków, oraz ostateczne ustalenie wydatków do końca bieżącego roku (vide załączniki). Wiceprezes Blum stawia wniosek o przyjęcie sprawozdania do wiadomości i wyrażenia panu Skarbnikowi podziękowania za tak skrupulatne zestawienia kasowe. Wniosek przyjęto jednogłośnie.

4. Prezes Rybicki zawiadamia o ukonstytuowaniu się nowej Sekcji Inżynierów - Architektów przy P. T. P., której regulamin przedkłada. Regulamin Sekcji zatwierdzono. Prezes Rybicki wita nowopowstałą Sekcję i uważa za objaw b. pożądaną utworzenie jej, zwłaszcza wobec obecnych potrzeb.

5. Prezes Rybicki przedstawia sprawę utworzenia nowej Sekcji przy Towarzystwie, której zadaniem byłaby luźna dyskusja nad tematami zawodowymi, gospodarczymi i t. p.

i któraby miała za zadanie zebranie materiału i przygotowanie konkretnych wniosków na tygodniowe zebrania Towarzystwa. Sekcja otrzymałaby nazwę „Ogólna“. Po dłuższej dyskusji uchwalono upoważnić Prezydium do zwołania informacyjnego zebrania w sprawie takiej Sekcji.

6. Prezes Rybicki zawiadamia Wydział o otrzymaniu zaproszenia na uroczystości 50-lecia założenia Towarzystwa Politechnicznego w Bukareszcie. Po dłuższej dyskusji postanowiono nie wysłać delegata a natomiast wysłać ozdobny adres w językach polskim i rumuńskim. Celem zrealizowania tej uchwały wybrano Komisję w składzie: Inż. T. Laskiewicz, Inż. E. Bronarski, Inż. A. Broniewski i Inż. Grzymalski. Na kosztą tego adresu przeznaczono kwotę 400 zł.

7. Prezes Rybicki zawiadamia Wydział, że w r. 1932 odbędzie się VII. Kongres Międzynarodowej Federacji Prasy Technicznej i Zawodowej.

8. Prezes Rybicki przedstawia uchwałę XIII. Zjazdu Delegatów Z. P. Z. T., według której wszystkie Zrzeszone Towarzystwa mają wygotować opinię w sprawie wniosków Kujawskiego Stowarzyszenia Techników w sprawie przyspieszenia wydania rozporządzenia wykonawczego do ustawy o ochronie tytułu inżyniera, oraz w sprawie ustawowego określenia i ochrony tytułu „technika“. W sprawie tej wybrano Komisję w składzie: Prof. Dr. Nadolski, jako przewodniczący, oraz Inż. Blum, Prof. Dr. Matakiewicz, Prof. D. Krzyczkowski, Prof. Łukasiewicz i Prof. Dr. Krukowski jako członkowie.

9. Inż. Kozłowski przedstawia sprawę aktów S. S. S. przekazanych przez rodzinę śp. Inż. Jaskólskiego wraz z kwotą 50 zł., jako pozostałości po tej akcji i prosi Wydział o dalsze rozporządzenie temi aktami. Postanowiono uprosić p. Prezesa Inż. Gąsiorowskiego do zajęcia się tą sprawą.

Na tem posiedzenie zamknięto.

Zwyczajne Walne Zgromadzenie Członków Towarzystwa. Na podstawie uchwały, powziętej na posiedzeniu w dniu 18. stycznia b. r. zwołuje Wydział Główny w myśl postanowień §§ 30—32 Statutu Zwyczajne Walne Zgromadzenie na dzień 16. marca 1932 r. o godz. 17-tej (5-tej popołudniu) w lokalu Towarzystwa przy ul. Zimorowicza 9 z następującym porządkiem obrad:

1. Odczytanie protokołu z ostatniego Zgromadzenia.
2. Sprawozdanie Wydziału Głównego z działalności Towarzystwa.
3. Sprawozdanie kasowe i wnioski Komisji lustracyjnej.
4. Sprawozdanie Redakcji *Czasopisma Technicznego*.
5. Wybór nowych członków Wydziału Głównego, Sądu konkursowego i Honorowego.
6. Wnioski Wydziału Głównego.
7. Wnioski Członków.

W razie braku kompletu na tem zebraniu odbędzie się tego samego dnia, t. j. 16. marca 1932 r. o godzinie 18-tej (6-tej wieczór) w tym samym lokalu drugie Walne Zgromadzenie, którego uchwały będą ważne bez względu na liczbę obecnych.

Wydział Główny.