

PRZEGLĄD TECHNICZNY

TYGODNIK POŚWIĘCONY SPRAWOM TECHNIKI I PRZEMYSŁU.

TREŚĆ:

Sortownictwo węgla kamiennych (c. d.) nap. Inż. H. Czczott, Professor Akademii Górniczej w Krakowie.
 O żeliwie perlitycznym (dok.), nap. Wł. Kuczewski, Inżynier.
 Stacja doświadczalna oczyszczania ścieków na Kaskadzie w Warszawie, nap. H. Przyłęcki, Inżynier.
 O grafometrze podziemnym gen. Komarzewskiego i znaczeniu tego narzędzia w dziejach teodolitu, nap. Inż. Dr. F. Kucharzewski, Prof. hon. Politechniki Warszawskiej.
 Przegląd pism technicznych.
 Bibliografja.

SOMMAIRE:

Préparation mécanique du charbon (suite), par M. H. Czczott, Professeur à l'Académie des Mines de Cracovie.
 Fonte perlitique (suite et fin), par M. Wł. Kuczewski, Ingénieur.
 Station expérimentale d'épuration des eaux d'égouts à Varsovie (à suivre), par M. H. Przyłęcki, Ingénieur.
 Sur le graphomètre souterrain de gen. Komarzewski et son rôle dans l'histoire du théodolite, par M. F. Kucharzewski, Dr., Ingénieur, Professeur h. c. à l'École Polytechnique de Varsovie.
 Revue documentaire.
 Bibliographie.

Sortownictwo węgla kamiennych.¹⁾

Napisał H. Czczott, Profesor Akademii Górniczej w Krakowie.

13. **Płóczka Reo.** Ostatniemi czasy został opatentowany we wszystkich krajach nowy sposób płókania bez klasyfikacji uprzedniej w „żłobach”, wynaleziony przez francuskiego inżyniera *Francis Focquet*, który płóczkę urządzoną podług swojej metody nazwał „płóczką Reo” (*Reolaveur***), Należy zastrzec, że idea płókania w żłobach bez klasyfikacji nie jest bynajmniej nowa, przeciwnie, jest to bardzo stary sposób, urzeczywistniony w Anglii po raz pierwszy w płóczkach *Eliot'a* i innych, skąd system płókania bez uprzedniej klasyfikacji został nazwany „systemem angielskim”. Nowe w tym wypadku jest techniczne ulepszenie odprowadzania produktów, oraz kombinacja kilku żłobów w celu otrzymywania produktów przejściowych i płókania powtórnego, jak również cały szereg drobnych szczegółów, podnoszących wydajność i stawiających ten stary sposób płókania ponownie w płaszczyźnie możliwej konkurencji z płókaniami w maszynach tłokowych. Naturalnie, nie zamierzamy pomniejszać doniosłości udoskonalenia technicznego znanych oddawna sposobów, nie możemy wszakże nie podkreślić, że idea nie jest bynajmniej nowa.

Zbędność klasyfikacji uprzedniej w tym przypadku jest również pozorna i wpływa, jak i w wielu wypadkach płókania w maszynach tłokowych, z rozszerzenia współczynnika równopadania, jakże zachodzi również w warunkach płókania w żłobach. W danym jednak przypadku chodzi nie o szybkość spadania, lecz o szybkość przenoszenia materiałów przez wodę w żłobach słabo pochyłonych, bądź nawet zupełnie poziomych, i tylko przez analogię używamy tu tej samej nazwy „spółczynnik równo-

padania”. Mianowicie, szybkość unoszenia przez wodę ziarn, leżących n dnie żłobu, może być w postaci uproszczonej przedstawiona analogicznie do wzoru *Rittinger'a* równaniem

$$v = k \sqrt{f(\delta - 1)d}, \dots \dots \dots (5)$$

gdzie *f* jest współczynnikiem tarcia.

Stąd współczynnik „równopadania”:

$$\varepsilon = \frac{f_2}{f_1} \left(\frac{\delta_2 - 1}{\delta_1 - 1} \right), \dots \dots \dots (6)$$

albo w warunkach skrępowanych:

$$\varepsilon = \frac{f_2}{f_1} \left(\frac{\delta_2 - \Delta}{\delta_1 - \Delta} \right) \dots \dots \dots (7)$$

Widzimy, że współczynniki te różnią się od współczynników (2) i (4) maszyn tłokowych o wielkość $\frac{f_2}{f_1}$, która jest większa od jedności, gdyż współczynnik tarcia łupku jest większy od współczynnika tarcia węgla. Stosunek $\frac{f_2}{f_1}$ należy przyjmować

najmniej = 1,5; a więc stosowne współczynniki dla żłobów są półtora razy większe niż dla płóczek tłokowych. Dla węgla przerosniętych łupkiem zanieczyszczonym, wyprowadziliśmy wyżej, w warunkach skrępowanych, współczynnik równopadania = 3, dla węgla zaś z czystymi domieszkami — 7,7. Stąd dla tych samych przypadków w żłobach powinniśmy przyjąć odpowiednio współczynniki 4,5 i 11,5. Ten ostatni współczynnik praktycznie wyklucza wszelką potrzebę klasyfikacji. Ale i współczynnik 4,5 dopuszcza płókanie bez klasyfikacji pospółki w granicach 45 — 0.

Nie ulega wątpliwości, o ile jakkolwiek bądź sposób daje możność wykluczenia klasyfikacji w

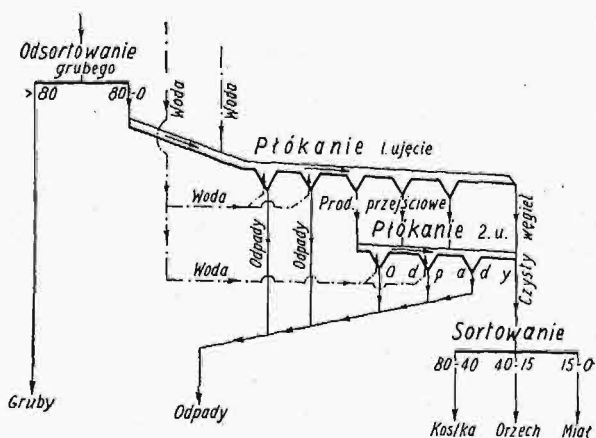
¹⁾ Ciąg dalszy do str. 606 w № 24 z r. b.

Sprostowanie. Na str. 600 rys. 33 został mylnie wydrukowany dołem do góry.

**) Od greckiego wyrazu *ρεω* — płynę.

praktycznym znaczeniu, oznacza to uproszczenie płóczki i postęp techniki, gdyż bardzo często dla całkowitej wydajności kopalni najzupełniej wystarcza jednego przyrządu płóczkowego. Doniosłość tych sposobów uwydatnia się zwłaszcza wtedy, jeżeli dla rynku węgla nie wymaga sortowania. Należy zaznaczyć jednak, że jeśli przy bardzo wielkiej wydajności kopalni wypada postawić kilka maszyn płóczkowych, wówczas, zwłaszcza jeśli rynek wymaga gatunków sortowanych, płókanie każdego lub kilku gatunków z osobną, przy połączeniu zadania sortowania i klasyfikacji w tych samych przesiewaczach, pozwala bez wprowadzania żadnej nowej komplikacji, lecz tylko przy wyzyskaniu istniejącej konieczności ustawienia kilku maszyn (przyrządów), osiągnąć lepszą gwarancję dokładnego oczyszczania, usunąć wszelkie możliwości reklamacji odbiorców, podnieść markę towaru i z tego względu jest zawsze do zalecenia.

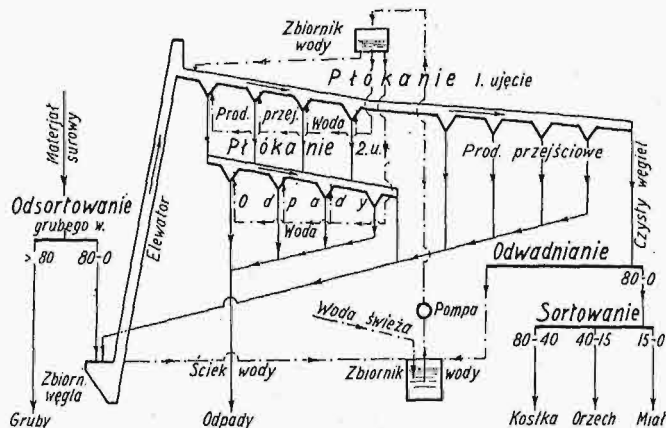
W żłobach Reo, skutkiem różnej szybkości, z którą są unoszone materiały, łupki posuwa się na dnie żłobów, dość grubą warstwą, węgiel zaś płynie ponad nim. W pewnych odstępach pomiędzy sobą są przymocowane z dołu do żłobów naczynia do wydalania łupków, które to właśnie naczynia noszą właściwie nazwę Reo. Łączą się one ze żłobem wąską szczeliną, przez którą wprowadza się do żłobów pionowy strumień wody pod ciśnieniem, wpływający z rurociągu przez Reo i tak uregulowany, że tylko część kamienia może przejść do Reo przeciw prądowi, podczas gdy węgiel nie może. Kameń następnie może być dowolnym sposobem wydany z dolnej części Reo, naprz. tak samo, jak z płóczek tłokowych, zapomocą elewatora. W miarę oddalania się w kierunku prądu w żłobie, warstwa łupki, po przejściu kilku płóczek Reo, staje się coraz cieńszą i wreszcie składa się z materiału coraz drobniejszego i coraz wię-



Rys. 42. Schemat płókania zapomocą płóczki Reo.

cej zmieszanego z węglem, wskutek czego dalsze aparaty Reo nie tylko nie posiadają wznoszącego się prądu wody, lecz przeciwnie, dopuszczają skupianie się w nich łupki zmieszanego ze znaczną częścią węgla, co wpływa na otrzymanie w końcu żłobu czystego węgla, gdy w naczyniach Reo koncentrują się znaczne ilości produktów przejściowych. Ten produkt przejściowy ulega powtórnemu płókanu w drugim żłobie, gdzie naturalnie, wskutek skupienia się większej ilości kamienia,

tworzy on grubszą warstwę i może być łatwo oddzielony w ten sam sposób, jak w pierwszych naczyniach poprzedniego żłobu (rys. 42). Czasem też produkta przejściowe zostają skierowane zapomocą elewatora do powtórnego płókania znów do żłobu pierwszego, przez co pogrubia się w nim warstwa kamienia i łatwiej może być oddzielona (rys. 43). Załączone schematy wyjaśniają w ogólnych zarysach bieg operacji i podają przykłady



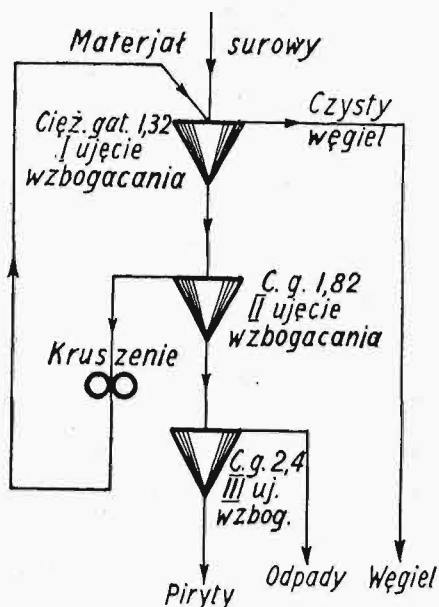
Rys. 43. Schemat płókania w płóczce Reo z płókanem powtórnym.

możliwych kombinacji płókania powtórnego. Cały szereg drobnych przyrządów regulujących bieg operacji i zwłaszcza wypuszczanie łupków z aparatów Reo, mające ważne znaczenie, muszą być w tym krótkim opisie pominięte.

Jakkolwiek na pierwszy rzut oka opisywany system wydaje się prostym i w wielu wypadkach niewątpliwie jest taki, jednakże w literaturze technicznej spotykamy dziś poważne zastrzeżenia. Pomimo to przyznać należy, że system Reo może w wielu wypadkach współzawodniczyć ze zwykłym sposobem płókania w maszynach tłokowych i dzisiaj jest już wiele instalacji Reo, tak w Europie, jak też w Ameryce. W Zagłębiu Dąbrowskiem płóczka Reo urządzona jest na kopalni Klimontów Sosnowickiego Towarzystwa.

14. Sortowanie podług ciężarów gatunkowych w ciężkich cieczach (sposób Chance'a). Jest to sposób najnowszy, powstały w Ameryce w okresie wojny światowej. Idea rozdzielania ciał podług ciężarów gatunkowych była dotąd stosowana tylko w laboratoriach mineralogiczno-petrograficznych oraz w doświadczalnych pracowniach przeróbki mechanicznej. Naprzykład, w celu zbadania ilościowych stosunków różnych ciał i ich zrostów w węglach kamiennych, są używane w pracowniach roztwory bądź $ZnCl_2$, bądź H_2SO_4 w wodzie, w różnej proporcji, tak, że mogą być precyzyjnie przygotowane ciecze o ciężarach właśc.: 1,3; 1,32; 1,34; 1,36... do 1,8. Dla cięższych ciał używa się specjalnych płynów, naprz. HgS , o ciężarze właśc. 3. W przemyśle, naturalnie, stosowanie HgS jest wykluczone, a nawet $ZnCl_2$ lub H_2SO_4 jest za kosztowne i niewygodne. Tymczasem, z rozwojem chemii koloidalnej, nauczono się przyrządzać „roztwiny” dowolnych ciał nierozpuszczalnych, jak naprz. rudy ciężkich metali, i wszelkich skał płonnych. W tym celu należy zemleć odnośne ciała do stanu iltu w wodzie, poczem, dodając pewnych odczynników, kwasów lub zasad, w minimalnej ilo-

ści, można osiągnąć tak zwaną bezwzględną ich zwilżalność, gdy woda zwilżająca ciało wchodzi w



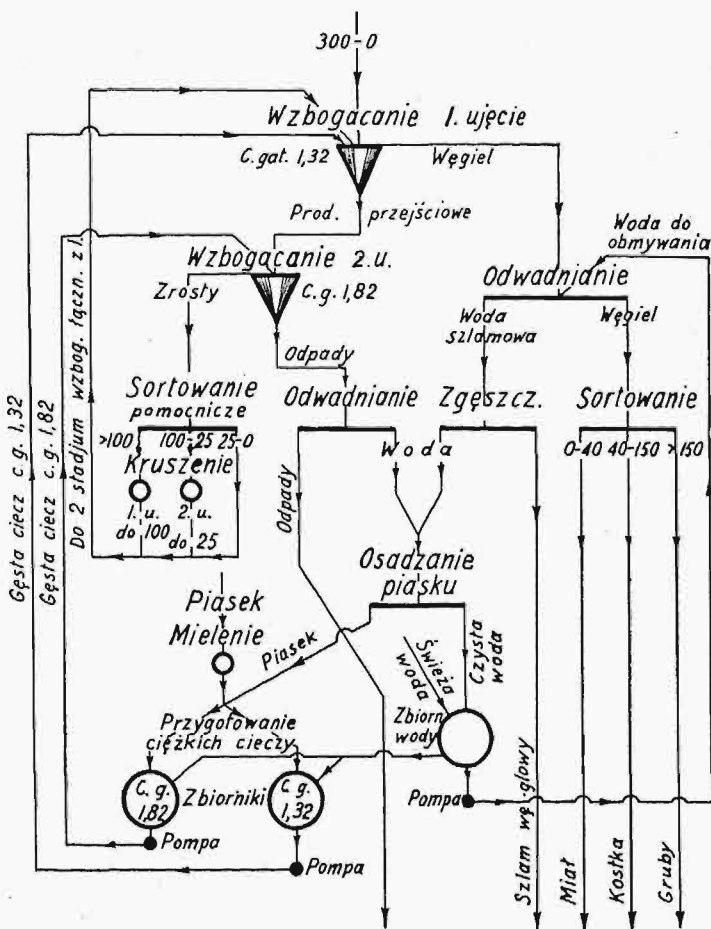
Rys. 44. Metoda „Chance”.

przestrzenie międzycząsteczkowe i ciało zostaje „dyspergowane”, czyli przybiera postać „koloidalną”. Taka ciecz ma wszelkie cechy cieczy ciężkich i może być przygotowana w dowolnych proporcjach z ciałem stałym. Początkowo używano w tym celu magnetytu o ciężarze właściwym 5,2; przytem 3 części wody i 1 część dyspergowanego magnetytu dają ciecz o przeciętnym ciężarze właściwym 2. Później zwrócono się do czystego piasku kwarcowego i wówczas wyjaśniło się, że można nawet bez dodawania specjalnych odczynników doprowadzić piasek, po zmieleniu w młynach kulowych, do stanu tak drobnego pyłku, że tworzy on zawiesinę w wodzie w dowolnej proporcji. Tak więc 1 część piasku o ciężarze wł. 2,52 + 1 część wody tworzy ciecz o ciężarze wł. 1,82; dodając 2 części wody, otrzymamy c. wł. 1,54; przy 3-ch częściach — 1,42; wreszcie przy 5 — 1,32.

Metoda Chance'a polega na tem, że całą masę urobku niesortowanego załadunku się odrazu z szybu do wielkiego naczynia, zawierającego ciecz o ciężarze wł. 1,32 (5 części wody i 1 część piasku), przyczem, w celu lepszego utrzymania piasku w stanie zawieszenia, utrzymuje się ciecz zapomocą mieszadła stale w nieznanym ruchu. W naczyniu tem najczystsze kawałki węgla o ciężarze wł. < 1,32 utrzymują się na powierzchni podług prawa Archimedesesa, przytem najdrobniejsze ziarenka pływają obok wielkich brył czystego węgla. Wszystkie zaś kawałki skały pływającej oraz wszystkie przerosty i węgle z wtrąconą domieszką, o ile ich ciężar wł. przekracza 1,32, opadają na dno. Zapomocą specjalnych mechanizmów, oby-

dwa produkty z powierzchni cieczy i z dna naczynia — są ciągle wyczerpywane, pierwszy w charakterze produktu gotowego, drugi — jako produkt przejściowy. Ten ostatni przechodzi do drugiego, leżącego niżej podobnego naczynia, zawierającego ciecz o ciężarze wł. 1,8 (1 część piasku i 1 cz. wody). W naczyniu tem opadają na dno: czysty łupkę w całości oraz przerosty ze znaczną częścią łupku. Na powierzchni utrzymują się zrosty o ciężarach wł. w granicach 1,32 — 1,82 — jako produkt przejściowy. Produkt ten podawany jest następnie na walce, celem dodatkowego rozluźnienia i następnie skierowuje się z powrotem do pierwszego naczynia, — gdzie ulega 2-iemu stadium wzbogacania, oczywiście wspólnie z materiałem surowym (rys. 44). Gdyby chodziło o osobne otrzymanie pirytów (w razie znacznej ich zawartości), to odpady drugiego naczynia mogłyby być skierowane do trzeciego naczynia wzbogacającego, z płynem składającym się z 1 cz. magnetytu i 2 cz. wody, o ciężarze wł. 2,4. W tem ostatnim naczyniu odpady otrzymałyby się na powierzchni, na dole zaś — produkt bogaty w piryty, który mógłby mieć zastosowanie przemysłowe.

Schemat na rys. 45 przedstawia cały cykl wszystkich operacyj metody Chance'a. Węgiel o-



Rys. 45. System wzbogacania „Chance”.

trzymaany w 1-em ujęciu wzbogacania unosi jednak ze sobą część piasku, wskutek czego ulega następ-

nie obmywaniu czystą wodą i dopiero po odwodnieniu, jeżeli zachodzi potrzeba, sortuje się na gatunki rynkowe. Produkt przejściowy, otrzymany w 2-iejm ujęciu wzbogacania, nie wymaga odmywania z piasku, i ulega bezpośrednio rozdrabnianiu w 2-iejm stadium, które może być wykonane w kilku ujęciach, z zastosowaniem sortowania pomocniczego na sitach. Odpady wychodzą zawsze ze znaczną częścią cieczy, unoszącej ze sobą piasek; w celu zaoszczędzenia tegoż, jak również i wody, ulegają one odwadnianiu. Woda oddzielona od odpadów łączy się z wodą powstałą z odwadniania węgla i zgęszczania szlamów węglowych, przy czem, oczywiście, większa część piasku pozostaje w wodzie w stanie zawieszenia, pewna jednak część jest tracową w odpadach i szlamach. Piasek zawieszony w wodzie może być csadzony z niej przez dodawanie pewnych odczynników (elektrolitów) i następnie po oddzieleniu od wody skierowany z powrotem do zbiorników, w których przyrządza się ciecz o pewnych ciężarach własc. Oczyszczoną wodę również jest używana ponownie. Oczywiście straty piasku w odpadach i szlamach, częściowo zapewne i w produktach, winny być uzupełniane przez stałe dodawanie świeżych ilości, po uprzednim zmieleniu w młynie kulowym.

W procesie Chance'a, jak widać, uprzednia klasyfikacja jest zupełnie zbędna.

W Ameryce sposób ten został zastosowany do antracytów. Jest to rzadki przykład rozwoju pewnego systemu, który po krótkim okresie doświad-

czeń, odrazu znajduje zastosowanie na wielką skalę w przemyśle z zupełnem powodzeniem. O ile metoda Chance'a okazała się ekonomicznie wygodną świadczy właśnie zastosowanie jej na kopalniach antracytu w Ameryce, których sortownie w praktyce sortowniczej węgla kamiennych stanowią budowlę najbardziej skomplikowane i rozległe. Przy szerokiem stosowaniu kruszeni gatunków grubszych, jak zaznaczyliśmy już na początku, bardzo często przygotowuje się do 24 różnych gatunków drobniejszych, względem których obowiązują nader surowe warunki co do ich czystości. To też, obok różnych sposobów mechanicznych suchego i mokrego wzbogacania, również ręczne sortowanie, jako operacja uzupełniająca w sortowniach antracytu, znajduje bardzo rozległe zastosowanie. W związku z tem, jak również w związku z wielką zwykle wydajnością kopalni amerykańskich, sortownie antracytu przypominają „drapacze nieba” o 20 piętrach. Przy zastosowaniu zaś metody Chance'a, płókania w ciężkich cieczach, okazało się, że ogólną liczbę pięter można zmniejszyć do 4-ch.

Sposób ten niezawodnie może znaleźć zastosowanie we wszystkich innych zagłębiach, w tej liczbie i w naszych, wnosząc istotny postęp w sortowaniu węgla kamiennych; wyklucza bowiem liczną obsługę taśm sortowniczych, mnóstwa maszyn płózkowych i sit klasyfikacyjnych, dając możność nader dokładnego oczyszczania węgla wszystkich gatunków, od najgrubszych do najdrobniejszych, w jednym procesie.

(d. c. n.)

O żeliwie perlitycznem¹⁾

Napisał Inż. Władysław Kuczewski.

Jeżeli uprzytomnimy sobie okoliczność, że stosowane do niedawna rodzaje żeliwa posiadały względnie niskie (wykazane w tabeli III) wytrzymałości, nie przekraczające najczęściej 20 kg/mm², to stanie się zrozumiałym postęp, jaki zaszedł w czasach

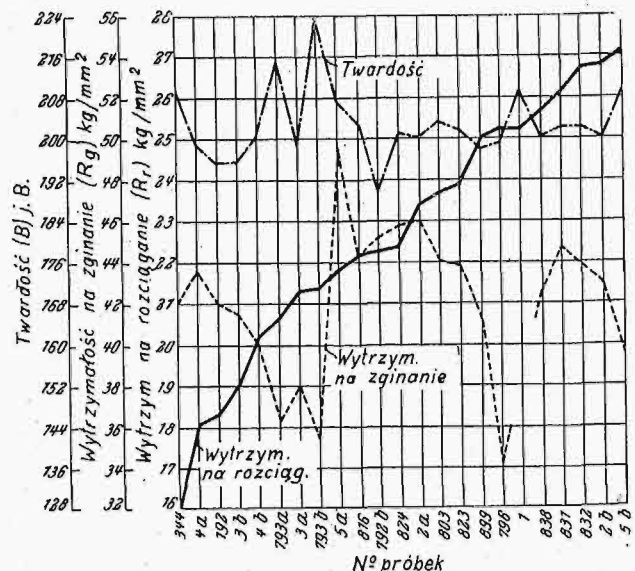
TABELA III.

Wytrzymałość na rozciąganie szarego żeliwa w zależności od zawartości Si i C p/g
Wuest'a i Goerensa'a.

		% Si											
		0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4		
3,8	% C	22	—	22	22	23	14	14	11	—	3,8		
3,6	% C	25	22	22	21	20	21	21	17	15	3,6		
3,4	% C	23	23	24	25	25	25	20	20	—	3,4		
3,2	% C	—	24	25	—	—	22	—	—	—	3,2		
3,0	% C	—	—	26	—	—	—	—	—	—	3,0		
2,8	% C	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,8		
2,6	% C	—	29	—	—	—	—	—	—	—	2,6		
2,4	% C	—	—	31	—	—	—	—	—	—	2,4		
2,2	% C	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,2		
2,0	% C	—	—	(29)	(38)	—	—	—	—	—	2,0		

¹⁾ Dokonczenie do str. 687 w № 31—32 z r. b.

ostatnich w technice odlewniczej. Jednak należy też nadmienić, iż określanie wartości żeliwa perlitycznego przez wytrzymałość na zginanie, tak jak to czyni Maurer, nie jest w zgodzie z nowoczesnymi

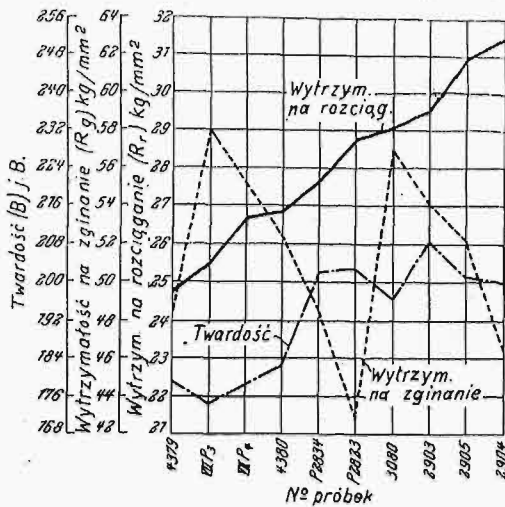


Rys. 11. Zależność między wytrzymałością na rozciąganie, wytrzymałością na zginanie i twardością żeliwa cylindrowego.

zapatrywaniami, zwłaszcza z doświadczeniami, poczynionymi w tej materji przez pracownię Zarządu Głównego Kolei Niemieckich²⁾. Z rys. 11 i 12 wia-

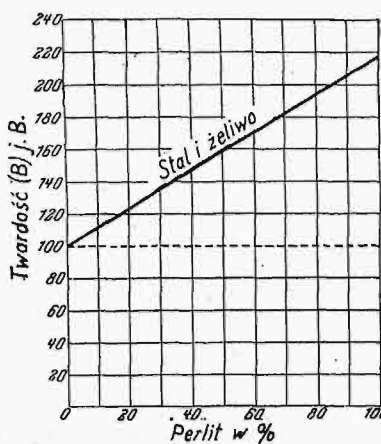
²⁾ Stahl u Eisen, 1925, str. 1421/6.

dzimy, że zarówno między wytrzymałością na rozciąganie (R_r) a twardością żeliwa (B), jak i pomiędzy wytrzymałością na rozciąganie a wytrzymałością na zginanie (R_g), niema żadnej współzależności: ani w żelwie zwykłym, ani też w perlitycznym



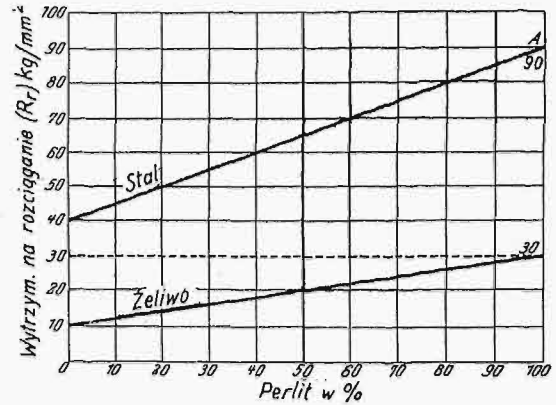
Rys. 12. Zależność między wytrzymałością na rozciąganie, wytrzymałością na zginanie i twardością żeliwa perlitycznego.

nie stwierdzamy proporcjonalności między R_r i B , jak to się dzieje w stali zlewnej, chociaż trzeba przyznać, że w żelwie perlitycznym przy wzroście R_r istnieje jednak tendencja wzrostu również i dla B podczas gdy żelazo zwykłe tendencji takiej wcale nie wykazuje. Co się tyczy wytrzymałości na zginanie, to w niektórych wypadkach bywa ona nawet niższa, aniżeli wytrzymałość na rozciąganie (np. na rys. 12 dla żeliwa perlitycznego próbka Nr. P. 2823 ma $R_r = 28,7 \text{ kg/mm}^2$, natomiast $R_g = 21,5 \text{ kg/mm}^2$). Stąd widać, że przy ocenie własności żeliwa w ogóle, a żeliwa perlitycznego w szczególności, nie można posługiwać się — jak się to robi dość często — wartościami wytrzymałości zarówno na rozciąganie, jak na zginanie; należy natomiast najbardziej uważać zwracać na twardość — a co jest rzeczą najistotniejszą i najmniej zawodną — na obraz żeliwa pod mikroskopem, albowiem strukturze eutektoidalnej, czy też eutektycznej⁷⁾ żeliwa, bez znaczniejszych skupień tego lub innego składnika metalograficznego, zawsze towarzyszą najlepsze własności mechaniczne wyrobu. Zasługują też na uwagę spostrzeżenia d-ra Emila Schuetz'a, polegające na tem: 1) że twardość żeliwa perlitycznego i stali eutektoidalnej (0,9% C) przy jednakowych zawarto-



Rys. 13. Zależność twardości od zawartości perlitu w żelwie i stali. eutektoidalnej (0,9% C) przy jednakowych zawarto-

ściach perlitu jest prawie jednakowa (patrz rys. 13); 2) że wytrzymałość na rozciąganie żeliwa perlitycznego i stali eutektoidalnej zależy od zawartości perlitu (patrz rys. 14), przyczem żeliwo posiada wytrzymałości mniejszą, aniżeli stal, podczas gdy liczby twardości dla obu tworzyw są — zgodnie z rys. 11 — jednakowe. Oznacza to, że wydzielenia grafitu nie wpływają na twardość żeliwa, natomiast zmniejszają

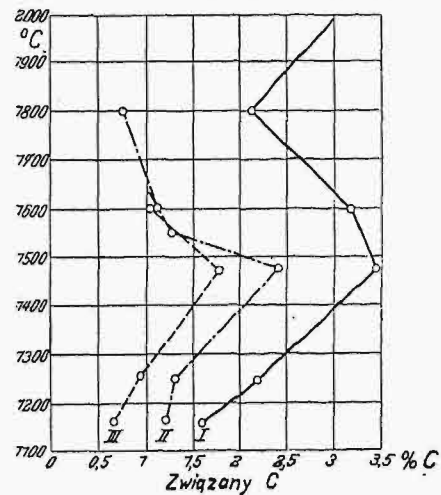


Rys. 14. Wpływ zawartości perlitu na wytrzymałość na rozciąganie żeliwa i stali.

szają wytrzymałość żeliwa na rozciąganie z 40 na 10 kg/mm^2 (w ferrytycznym, nie zawierającym perlitu, żelwie i stali), a przy zawartości 50% perlitu — z 65 na 20 kg/mm^2 .

Odkładając na czas późniejszy rozpatrzenie sposobów otrzymywania żeliwa perlitycznego, zastanówmy się pokrótce nad wpływem pierwotnej temperatury metalu (przed wlianiem go do formy) na strukturę gotowego odlew.

Z doświadczeń H. Masumi nad żelwem perlitycznym o zawartości do 0,3% P, jak również z prac Wuest'a i Bardenheuer'a nad żelwem o zawartości 2,5 — 3% C i 0,3% P wynika, że żeliwo wysokowartościowe daje się otrzymać przy niedużych stosunkowo ilościach węgla, oraz przy zawartości



Rys. 15. Wpływ temperatury topu na zawartość węgla związanego w żelwie pod Piwowarsky'ego. fosforu nie wyższej od 0,3%. Z drugiej strony — inż. Kerpely, podwyższając zapomocą topu w piecu elektrycznym Nathusius'a temperaturę żeliwa do 1500 — 1600° C, stwierdził możliwość otrzymywania metalu o tych samych, co powyżsi autorowie własnościach mechanicznych, jednak przy znacznie wyższej zawartości węgla i fosforu; mianowicie, przy 3 — 3,2% C oraz 0,2 — 0,8% P. Przyczyną zjawi-

⁷⁾ Poza perlitem (strukturą eutektoidalną) istnieje jeszcze t. zw. eutektyka grafityczna, którą można otrzymać przez szybkie chłodzenie żeliwa o zawartości 3,5% C i powyżej 3,00% Si (we wlewnicach metalowych) (Stahl u. Eisen, 1925, str. 144.

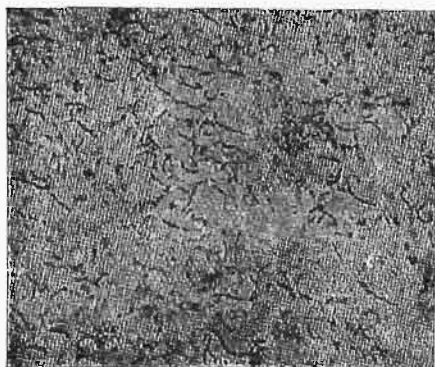
⁸⁾ Tamże, 1925, str. 1463/4.

ska, wskazanego jest — według doświadczeń prof. Piwowarsky'ego — istnienie pewnej krytycznej temperatury, przy której surówka, względnie żeliwo płynne — niezależnie od zawartości w niem węgla, krzemu i manganu — daje metal o największej możliwej zawartości karbidu i poza którą temperatura



Rys. 16. Odlew perlityczny z pieca Wüst'a. ($\times 1500$).

(patrz rys. 15) ilość grafitu wrasta do tego stopnia, że powstaje zwykle żeliwo szare. Tem się tłumaczy też dziwny napozór fakt, który wydarzył się w jednej z hut niemieckich w 1877 roku, wkrótce po wprowadzeniu wyrobu żelazo-manganu. Odcz pewnego dnia otrzymano w wielkim piecu surówkę, zawierającą — obok 17,4% Mn i 1% Si — bardzo obfite wydzielenia grafitu. Surówka była przetopiona w żeliwiaku. Po ochłodzeniu żeliwiaka, wewnętrzne jego ściany okazały się całkowicie pokryte płytami grafitu. Okoliczność, że żelazo o zawartości 17,4% manganu może być szare, przeczy — zdawałoby się — najelementarniejszym zasadom meta-



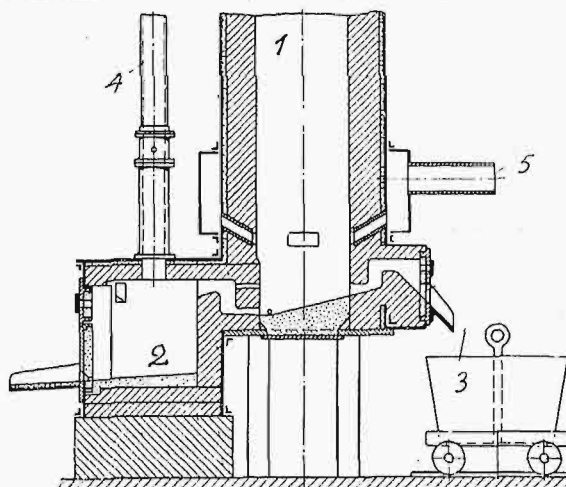
Rys. 18 a. Wydzielenia grafitu ($\times 50$).

Żeliwo perlityczne Thyssen-Emmel (odlew o grubości 10 mm).

lurgji, a jednak jest faktem i znajduje uzasadnienie w istnieniu w płynnym żeliwie dwóch odmian cząsteczkowych: karbidycznej oraz grafitycznej, przy cz. zw. temperaturze krytycznej, ustępuje miejsca odmianie grafitycznej, wobec czego powstaje żeliwo szare.

Jednak dobroczynny wpływ wysokiej (niższej atoli od krytycznej) temperatury płynnego żeliwa na jego własności mechaniczne po skrzepnięciu i ochłodzeniu nie sprowadza się li tylko do zmniejszenia ilości grafitu, lecz jednocześnie znajduje wyraz w uszczupleniu rozdrobnienia wysp grafitycznych, oraz wzmocnieniu mostków tworzywa podstawowego, łączącego te wyspy. Jest bowiem rzeczą niewątpliwą, że duża szybkość chłodzenia żeliwa, która

wraz ze wzrostem jego początkowej temperatury z przyczyn oczywistych również wzrasta, przyspiesza przekroczenie temperatury przez punkt eutek-



Rys. 17. Żeliwiak ze zbiornikiem do odsiarczania metalu o progu wg. patentu Dürrkopp-Luyken.
1 — szyp żeliwiaka, 2 — zbiornik, 3 — wózek do żużli, 4 — rura wyciągowa, 5 — przewód powietrzny.

tyczny i przez to powoduje powstawanie drobnej struktury, tak pod względem wydzielen grafitycznych, jak eutektyki fosfidycznej⁹⁾. Na tem mianowicie polega możliwość otrzymywania wysokowartościowego żeliwa perlitycznego z tworzyw bogatych w węgiel i w fosfor, przy korzystaniu z pieców o wysokiej temperaturze roboczej, a więc w piecu Wüst'a o palnikach naftowych¹⁰⁾, w żeliwiakach o dodatkowych (poza dyszami) palnikach na pył węglowy, następnie w żeliwiakach o silnym, umiejętnie stosowanym dmuchu, w piecach płomiennych, wreszcie, kombinując top w żeliwiakach z topem



Rys. 18 b. Perlit ($\times 500$).

w niedużym piecu elektrycznym. Ten ostatni spo-

⁹⁾ Powyższe tłumaczenie prof. Piwowarsky'ego nie wszystkim metalografom trafiło do przekonania. A jednak w tyg. „Stahl u. Eisen”, 1927, str. 294/7, p. F. Meyer, na podstawie bardzo ciekawych doświadczeń, potwierdził w całości wywody prof. Piwowarsky'ego, zarówno co do istnienia krytycznej temperatury żeliwa w granicach od 1420 do 1500° C), jak co do charakteru zachodzących przy tej temperaturze zmian strukturalnych. P. Meyer, na licznych, najróżnorodniejszych gatunkach surówki i żeliwa dowiódł, iż przegrzanie metalu zawsze prowadzi: 1) do rozdrobnienia grafitu, oraz 2) do przemiany — w jednych wypadkach perlitu i ferrytu na perlit, w drugich perlitu — na ledeburyt, w innych znowu wypadkach — do przemiany ledeburytu na perlit.

¹⁰⁾ Opisaliśmy go w tyg. „Przegl. Techn.”, 1926 str. 390/1.

sób znalazł — jak wiadomo — bardzo szerokie zastosowanie w Stanach Zjednoczonych A. P. Natomiast dla większości odlewni polskich, wobec drożyzny i braku energii elektrycznej, byłby — zdaniem naszym — wskazany raczej piec Wuest'a, względnie żeliwiak (ze zbiornikiem), aniżeli elektryczny.



Rys. 19 a. Wydzielenia grafitu (X 50).

Żelazo perlityczne Thyssen-Emmel (środek odlewu o grubości 75 mm).



Rys. 19 b. Perlit (X 500).

Według danych Kerpely'ego — wytwarzanie 5 000 kg żeliwa wysokowartościowego na godzinę wymaga 3 żeliwiaków oraz 1 pieca Nathusius'a na 1 000 kW. Wsad żeliwiakowy składa się prawie wyłącznie z taniego, fosforycznego druzgu żeliwnego; postępowanie prowadzi się w ten sposób, że w ciągu 40 minut żeliwiaki kolejno napełniają lejnicę, poczem płynny metal idzie do pieca elektrycznego i po 40 minutach jest już gotów do użytku. Różnica w strukturze żeliwa perlitycznego, otrzymywanego — z jednej strony — zwykłą metodą w żeliwiakach (patrz rys. 8), a z drugiej, np., w piecu Wuest'a przy wysokiej temperaturze (rys. 16) jest nader widoczna i nie wymaga objaśnień¹⁰⁾.

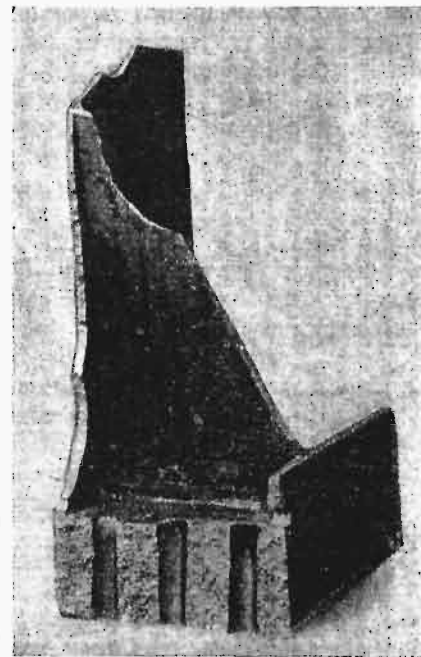
Żelazo-krzem i żelazo-mangan dodawane są po wychyleniu do pieca elektrycznego pierwszej lejnicy, przez co osiąga się doskonałe odtlenienie kąpieli. Przy kosztach przetopu, wynoszących w żeliwiakach 8 — 8,5 mk. niem., (poza wydatkami na wsad metaliczny), kosztu przerobu w piecu elektrycznym przy cenie prądu 10 fen. za 1 kWh wynoszą — według Kerpely'ego — 4,00 — 4,50 mk., a więc razem 12 — 13 mk. od 100 kg żeliwa.

Piec Wuest'a o wydajności 1 000 kg na godzinę zużywa około 10% ropy naftowej, co przy cenie ropy w Polsce ok. 4 zł. za 100 kg stanowi wydatek na paliwo zaledwie 2 mk. (ok. 4 zł.) od 100 kg żeliwa, podczas gdy w żeliwiakach wydatek na koks bywa większy i sięga 3 do 5 mk. (ok. 6 do 10 zł.) od 100 kg żeliwa.

Wytop metalu wysokowartościowego możliwy jest również i w żeliwiakach; do tego potrzebna jest wysoka temperatura przed dyszami (co się osiąga naprz. zapomocą silnego, odpowiednio zastosowanego dmuchu, wzgl. przez ustawienie dodatkowych palników na pył węglowy¹¹⁾). Należy nadmienić, że w czasach ostatnich znalazła szerokie rozpowszechnienie w Europie metoda odsiarczania płynnego, wolnego od żużla żeliwa zapomocą alka-

lów, głównie sody. Reakcja polega na wiązaniu siarki w sulfidy alkaliczne. Obecność żużla kwaśnego jest szkodliwa, gdyż powoduje powstawanie krzemianów alkalicznych. To też odsiarczanie odbywa się w zbiorniku żeliwiakowym, zaopatrzone w rurę do odprowadzania szkodliwych dla zdrowia ga-

zów siarkowych, oraz zabezpieczającym dobre oddzielanie żużla w piecu, przed wstąpieniem żeliwa do zbiornika (patrz rys. 17). Zasluguje też na uwagę nader proste urządzenie tak zw. progu Duerkopp-Luyken o wąskim przekroju przepustowym dla żeliwa i o szerokim dla żużla. Brykiety do odsiarczania (prostokątne, o wadze 1 kg) są wprowadzane ręcznie do zbiornika przez specjalny otwór, w ilości odpowiadającej 0,5 kg brykietów na 100 kg żelwa, przyczem zawartość siarki w metalu obniża się o 40 — 50%. Żużel siarkowy wypuszczany jest ze zbiornika okresowo, przez nieduży, uwidoczniony na rysunku otwór.



Rys. 20. Trybny kątownik, odlany w zakł. Thyssen & Co, A. G. w Mülheimie, z którego robione były obrazy rys. 18 i 19.

Stosowanie odsiarczania wydatnie podnosi jakość żeliwa, przyczyniając się: 1) do otrzymywania odlewów ścisłych i nieporowatych, 2) do polepszenia wytrzymałości metali na ścieranie (co

¹⁰⁾ U w a g a: obraz rys. 8 jest zrobiony przy powiększeniu 100-krotnym, zaś rys. 15 — przy powiększeniu 1500-krotnym.

¹¹⁾ Naprz., patent Babcockwerke (patrz „Przegł. Techn.", 1926, str. 391).

ma olbrzymie znaczenie dla odlewów maszynowych), na rozciąganie i na zginanie, jednocześnie obniżając jego twardość. Poza tem odsiarczanie pozwala na stosowanie w żeliwiakach druzgu i odpadków żeliwnianych w rozmiarze większym, aniżeli normalny, i przyczynia się w ten sposób do potania postępowania przemysłowego.

Pozostaje powiedzieć słów parę o metodzie Thyssen-Emmel'a¹²⁾, która polega na otrzymywaniu ze zwykłych żeliwiaków odlewu wysokowartościowego, zawierającego poniżej 3% C, dającego w próbkach o średnicy 20 mm wytrzymałość na rozciąganie od 30 do 40 kg/mm². Wobec niskiej ilości węgla, zawartość krzemu wynosi 2 — 2,7%; można przyjąć, że suma tych dwóch pierwiastków równa się około 5%, przyczem każdego z nich jest po

2,5%. Odsetka manganu waha się około 1%, fosforu — 0,1% do 0,2%, a zatem do odlewu używana jest surówka z dodatkiem dużych ilości kawałków stali oraz stopów żelaza z krzemem i manganem. Przy różnej grubości ścianek, żeliwo daje strukturę perlityczną (patrz rys. 18 dla ścianki o grubości 10 mm, oraz rys. 19 dla środka odlewu o grubości 75 mm), co odpowiada przytoczonej wyżej tezie Maurer'a o żeliwie, które „niezależnie od szybkości chłodzenia posiada zawsze strukturę drobną, perlityczną, oraz pierwszorzędne własności mechaniczne”.

Doświadczenia dyr. Karola Emmel'a w znanych zakładach budowy maszyn Thyssen & Co A. G., w Muelheim, rzucają isnąp światła na tajemnicę żeliwa perlitycznego¹³⁾.

Stacja doświadczalna oczyszczania ścieków na Kaskadzie w Warszawie.

Napisał Inż. H. Przyłęcki, Państwowa Szkoła Higjeny.

Uchwała Rady Miejskiej m. st. Warszawy z dn. 17-go maja r. b. powołała do życia pierwszą w Polsce „Stację doświadczalną oczyszczania ścieków w Warszawie”, czyniąc w ten sposób niejako zadość naglącej potrzebie, szczególnie silnie odczuwanej przez zespół inżynierów, pracujących w dziedzinie technologii ścieków i wody. Zawdzięczając wspólnym wysiłkom i kosztom poniesionym przez Departament V-ty Min. Spr. Wewn., Dyrekcję Kanalizacji i Wodociągów i Państwową Szkołę Higjeny, rozpoczyna dziś ta stacja swą pracę badawczą i doświadczalną nad ściekami i sposobami ich oczyszczania. Nikogo, oczywiście, nie potrzebujemy przekonywać o znaczeniu, jakie praca ta mieć może dla Warszawy i dla kraju, jako punkt oparcia dla praktycznego rozwiązywania wszelkich zagadnień, połączonych z oczyszczaniem ścieków.

Stacja ta mieści się koło głównego kanału kanalizacji m. Warszawy, niedaleko od jego wylotu na Bielanych, na tak zwanej Kaskadzie.

Wybudowana w r. 1913—1914 według projektu inż. Gomólińskiego, dowodzi ona zrozumienia doniosłego jej znaczenia dla Warszawy, jakie wtedy już przypisywał jej projektodawca.

Teren forteczny, na którym stację wybudowano, utrudniał bardzo samą budowę oraz przystąpienie do jej eksploatacji. W roku 1914 szkielec stacji był gotów, maszyny były na miejscu. Brakowało tylko materiału do załadowania filtrów i niektórych środków do uruchomienia stacji.

Wojna w r. 1914 oderwała od pracy głównego inicjatora i kierownika stacji inżyniera Gomólińskiego. Materiałów co do wyników badań wstępnych niema. Inżynier Gomóliński, wysłany włąb Rosji, zginął tam, zginęły również materiały dotyczące stacji, obliczenia i projekty. Jedyne wybudowane części stacji i część planów wykonawczych pozwalają domyślać się, co zamierzano czynić ze stacją.

Stacja obmyślona i wykonana była z wielką precyzją i zastosowaniem najnowszych urządzeń technicznych swego czasu, z pewnym rozmachem

i komfortem, na który nie stać było żadnej z obejranych przezemnie stacji tego rodzaju w Stanach Zjedn. Powszechnie znana stacja w Lawrence, Mass., która położyła takie olbrzymie zasługi w sprawie oczyszczania ścieków, wydaje się w porównaniu z tą, co do urządzeń, posiadanego terenu, zabudowań i t. d. — małą i słabo uposażoną.

Stacja na Kaskadzie miała za zadanie wykazanie najlepszego i najtańszego sposobu oczyszczania ścieków dla miasta Warszawy.

Mając filtry biologiczne, działki do suszenia osadu i szereg innych urządzeń, projektodawca przywiązywał jednak główną wagę do rozpowszechnionego wtedy strącania osadów ze ścieków za pomocą różnego rodzaju chemikaliów. Siarczany glinu i żelaza miały tu odgrywać główną rolę. Projekt retort do koksovania torfu, przyrządy do usuwania wody z osadu, wskazują też na chęć zastosowania proszku torfowego, jako koagulantu natury fizycznej, a razem z koagulacją związkami chemicznymi — do zużytkowania produktów ostatecznych — bądź to do celów rolniczych, bądź do spalania otrzymanych brykietów.

Położenie głównego nacisku na przeróbkę osadu i pewne projekty zastosowania powietrza nie tylko do pompowania, lecz też i do użycia go bezpośrednio do oczyszczania ścieków, świadczą wymownie, że projektodawca przewidywał nowoczesne dążenia w tej dziedzinie.

Na to wskazuje bardzo starannie zastosowany do nich budynek z całym arsenałem narzędzi i przyrządów do tego celu służących.

Ośrodkiem pracy na stacji doświadczalnej miało być laboratorium chemiczne. Obszar, należący do miasta, na którym położona jest stacja doświadczalna, w przybliżeniu równa się jednemu hektarowi.

Przez ten teren przepływa potok. Do niego też projektowano zlewać oczyszczone wody ściekowe.

W części terytorjum, położonej między kanałem głównym (B) i połukiem, umieszczone są urządzenia właściwe stacji.

Na rys. 1 podany jest ogólny plan stacji.

¹²⁾ „Stahl u. Eisen”, 1925, str. 1466/70.

¹³⁾ Na wyrób żeliwa perlitycznego istnieją patenty Augusta Dienthällera: DRP. 301913 i 325250 (kol. 31c, gr. 25).

Na nim oznacza:

- a — rurę do zasilania stacji w ścieki, obliczoną na dostarczenie 250 m³ dziennie. W tym celu, w studziencie na kanale głównym, ścieki można spiętrzyć przy pomocy zasuw.
- E — osadnik o pojemności 49 m³.
- D — filtr biologiczny kropelkowy, czworoboczny 25 × 2 m², o powierzchni zraszania 50 m².
- C — filtr biologiczny kropelkowy, okrągły, z kołem Fildjana 2 R = 4 m, o powierzchni zraszania 13 m².
- G — trzy pary dwustopniowych zalewanych (kontaktowych) filtrów biologicznych, o ogólnej powierzchni 240 m².
- H — osadnik i filtr piaskowy do oczyszczania wód, które już przeszły przez filtry biologiczne.
- g — 3 naczynia żelazne z mieszadłami do strącania osadów; pojemność od 0,79 do 1,4 m³.
- M — osadnik do ścieków koagulowanych; 22 studzienki o pojemności 0,73 m³ każda.
- L — 2 studnie betonowe o pojemności: jedna — 7, druga — 9,6 m³; głębokość każdej około 4 m.
- J — poletka do suszenia osadów.
- l, i, k, j — silnik spalinowy (6—7 KM), sprężarkę i 2 zbiorniki sprężonego powietrza na 6 i na 30 at.

Wreszcie szereg koryt betonowych, łączących ze sobą poszczególne części stacji, i sam budynek maszynowy (K), mieszczący silnik, sprężarkę, naczynia do strącania osadów, mieszadła, filtrprasę pomysłu inż. Gomolińskiego i t. p.

Rozpoczynając pracę, należy sobie dokładnie zdać sprawę z celów i zadań stacji na przyszłość. Przedewszystkiem nasuwa się (1) ogólnopństwowe znaczenie stacji, a położenie w Warszawie i ścisły związek z miejskimi urządzeniami sanitarnymi szczególnie uwypukla (2) wartość stacji dla samego miasta. Trzecim celem stacji jest (3) cel pedagog.-naukowy.

Dawniejsza koncepcja przypisuje sprawie inżynierii sanitarnej 3 działy zasadnicze:

- 1) oczyszczanie wody do picia; 2) oczyszczanie ścieków; 3) przeróbkę śmieci.

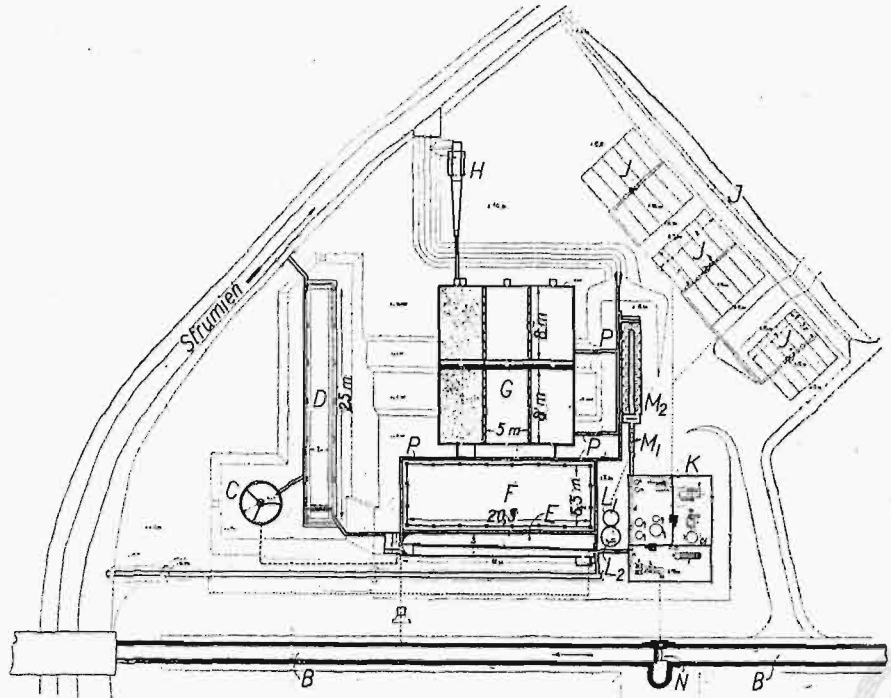
Chociaż rzeczą nietylko możliwą, ale i bardzo pożądaną byłoby, żeby na stacji tej skoncentrowały się z czasem wszystkie działy inżynierii sanitarnej, dziś nas narazie powinno obchodzić przedewszystkiem oczyszczanie ścieków i kwestje z nim związane.

Głównym więc zadaniem stacji doświadczalnej na Kaskadzie powinny być badania ścieków — przedewszystkiem warszawskich, a w miarę rozszerzania zakresu działalności — również i innych miast Rzeczypospolitej.

Praca ta powinna zmierzać ku celowi ostatecznemu, jakim ma być odnajdywanie i zastosowanie do warunków i potrzeb miejscowych najlepszych i najtańszych sposobów oczyszczania ścieków — a więc poza stroną zdrowotną uwzględniana powinna być również strona ekonomiczna.

Praca na stacji powinna być oparta na podstawach naukowych, również jak i metody badań powinny być naukowe. Jako taka, praca ta będzie ciągłą, opartą na zdobyczach wiedzy wogóle i nowoczesnych zdobyczach tego działu technologii wody w szczególności. Praca ta winna przyczynić się do posunięcia naprzód tej sprawy, nietylko

w naszym, bardzo zaniedbanym pod tym względem kraju, — co będzie głównym jej zadaniem, ale i przyczyni się również do powszechnego rozwoju Higieny Publicznej. Stąd konieczne jest podtrzymanie ścisłego kontaktu stacji z zakładami naukowymi w Polsce, odpowiednimi instytucjami, stowarzyszeniami i poszczególnymi osobami zainteresowanymi sprawami rozwoju higieny, zarówno w kraju, jak i zagranicą.



Rys. 1. Plan ogólny Stacji Doświadczalnej.

Stąd praca na stacji powinna rozwijać się w dwu kierunkach: w kierunku natychmiastowego, praktycznego zastosowania wiedzy w warunkach naszych i w kierunku niezależnych od nich badań naukowych.

Cały szereg stacji doświadczalnych tego rodzaju, ze stacją w Lawrence, Mass., na czele, pracami swymi przyczynił się niezmiernie do rozwoju urządzeń higienicznych odnośnych krajów. Tam dobrze rozumiano, że budować nowych instalacji nie można bez uprzedniego szczegółowego zgłębienia miejscowych stosunków i dokładnego poznania samego obiektu prac na miejscu. Przekonano się, że każdy kraj i każda miejscowość ma całokształt odrębnych warunków, które wpływają decydująco na charakter urządzeń zaprojektowanych, stawiają te ostatnie w zależności od specyficznych warunków danej miejscowości i nakładają na inżyniera projektującego obowiązek ich studjowania i poznania. To też parę lat temu, we Francji, zaniedbanej bardzo pod względem urządzeń sanitarnych i przeżywającej nadomiar niebawmy kryzys ekonomiczny, rozumiano doniosłość badań w tej dziedzinie i, nie czekając aż minie ten kryzys, przystąpiono do budowy w Paryżu stacji doświadczalnej do badania ścieków i wody do picia.

Dla Polski rozpoczęcie prac w tym kierunku stawało się w czasie ostatnim sprawą coraz bardziej nagłą i dalsze zwlekanie z ich rozpoczęciem mogłoby się przyczynić do strat materialnych zarówno dla Warszawy, jak i dla całego kraju.

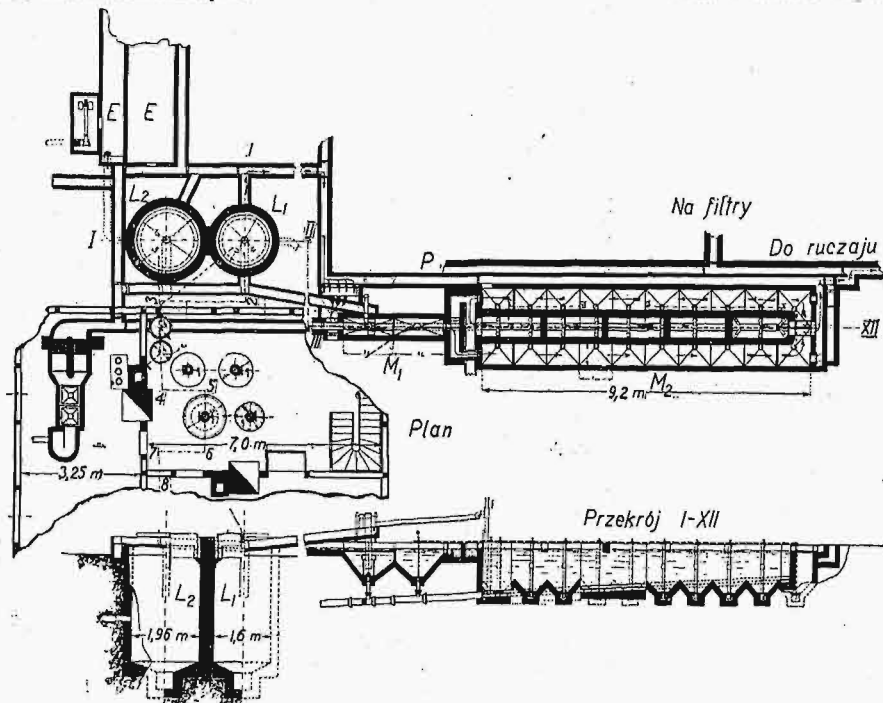
Wybudowane dziś instalacje do oczyszczania

ścieków, bez uprzednich badań laboratoryjnych, mogą wykazać w przyszłości cały szereg braków, które będą powodowały straty w budżetach miast. Oparte na wzorach obcych i obcych danych analitycznych, bez zbadania i należytego uwzględnienia danych lokalnych, będą one wymagały przeróbek i nowego nakładu kosztów.

Nauką i ostrzeżeniem poniekąd powinny służyć dla nas doświadczenia, nabyte z powodu prac, wykonanych na terenie polskim przez cudzoziemców, którzy przenieśli na nasz grunt dane praktyki zagranicznej, bez dostatecznego zbadania terenu polskiego i bez uzgodnienia tych danych z jakimikolwiek badaniami lokalnymi.

Przerwę w rozroście i w rozbudowie miast polskich, powodowaną stanem ekonomicznym całego kraju, należy wypełnić pracą przygotowawczą do przyszłej wzmoczonej kampanji budowlanej, by być należycie przygotowanymi do rozwiązania całego szeregu zagadnień z budową sanitarnych instalacji miejskich związanych. Stacja doświadczalna stać się powinna ośrodkiem tych prac.

Aczkolwiek to nie należy bezpośrednio do uruchomienia stacji na Kaskadzie, pozwolę sobie przytoczyć przykład korzyści praktycznych, jakie potrafią wyciągnąć z wyników prac takich stacji doświadczalnych.



Rys 2. Plan i przekrój studni betonowych i osadników dla ścieków koagulowanych.

Takim przykładem jest między innymi miasto Moskwa. Miasto to posiada obecnie 6 różnych sposobów oczyszczania ścieków. Porównyując koszty budowy (bez kosztów ziemi) tych urządzeń, przerachowanych na 12 000 m³ codziennego oczyszczania ścieków i koszty eksploatacji jednego wiadra (12 l) dziennie w ciągu roku, czyli 4 m³ ścieków, otrzymamy dane zamieszczone obok w tabeli.

Jeżeli porównać koszty eksploatacji na 1 m³ najstarszego sposobu — polirygacji (5,75 gr.) z najnowszym sposobem aerofiltracji

	Koszta budowy urządzeń na 12 000 m ³	Koszta eksploatacji 1 m ³ .
Najstarszy sposób: polirygacji	2 300 000 zł.	5,75 gr.
Biolog. filtry kontaktowe	3 770 000 „	13,50 „
Biolog. filtry zraszane	2 300 000 „	8,75 „
Nowy sposób — aerotanki	2 300 000 „	11,00 „
Najnowsze konstrukcje z paru ostatnich lat — aerofiltry	460 000-2 300 000 zł.	3,00 „

mi (3 grosze), który powstał w wyniku szeregu prac na stacji doświadczalnej w Moskwie — to już na 10 000 000 m³ ścieków Moskwa może zaoszczędzić 275 000 zł. A przecież utrzymanie laboratorium kosztuje znacznie mniej.

Warszawa zaczęła budowę osadników na Kaskadzie. Jeżeli iść za danymi niemieckimi, to 1 000 000 ludności powinien byłby dawać dziennie, (zakładając na głowę 1,2 l płynnego osadu) — 1 200 000 l, t. j. 1 200 m³ (1 000 t). Odwożenie na jakieś 2—3 kilometry tego osadu, który bardzo trudno przepompowuje się, wydaje nieznośną woń i może być szkodliwy — wymagałoby całego taboru¹ specjalnie urządzonych wozów, kolejek i t. d.

Osad ten, przykryty wrowach ziemią, nie ulega rozkładowi w ciągu szeregu lat i jest w takiej postaci mało podatny do celów rolniczych. Wielki postęp pod tym względem daje gnicie tego osadu w dołach gnilnych, gdyż otrzymujemy zmniejszenie jego ilości do 0,2—0,3 l na głowę, t. j. zamiast 1 200 m³ tylko 200—300 m³, a najnowsze dane stacji moskiewskiej i stacji w Essen pozwalają oczekiwać otrzymania z tej masy osadu, w trakcie jego fermentacji, od 8 do 16 tysięcy i więcej m³ gazu świetlnego dziennie, co stanowi o tyle duży zasób energii cieplnej, że starczyłoby jej, jak zapewnia inż. Dr. Imhoff, do uruchomienia całej instalacji. Zresztą, oceniając m³ gazu na 80 gr., otrzymamy od 6—12 tysięcy złotych, — wcale

pokażną sumę. Należy dodać do tego, że osad, otrzymany w tym procesie, wysycha bardzo szybko, nie cuchnie zupełnie, i zawierając znacznie wyższą ilość azotu, jest bardzo wartościowym nawozem.

Z tych zestawień można już widzieć, jakie korzyści — zupełnie realne — może w przyszłości przynieść stacja doświadczalna w ogóle, a miastu Warszawie przede wszystkim, gdyż badania nad jej ściekami będą podstawą dla wszelkich innych badań.

(d. n.)

O grafometrze podziemnym gen. Komarzewskiego i znaczeniu tego narzędzia w dziejach teodolitu.¹⁾

Napisał Inż. Dr. Feliks Kucharzewski, Profesor hon. Politechniki Warszawskiej.

Miernictwo górnicze, które Niemcy nazwali markszajderstwem, a Francuzi geometrią podziemną, powstało razem z kopalniami i już Jerzy Agricola, założyciel wiedzy metalurgicznej w Niemczech, w swych dwunastu księgach *De re metallica*, wydanych w r. 1546, opisuje narzędzia do dziś dnia używane, do oznaczania położenia żył i pokładów, pomiaru ich rozciągłości i upadu. Do mierzenia kąta na poziomie czyli, jak mówią górnicy, kąta kierunku, służył już wtedy kompas górniczy, a kąta nachylenia — półkole wiszące z pionem. O stanie miernictwa górniczego w końcu XVIII w. informuje dzieło Duhamel'a *Geometrie souterraine élémentaire théorique et pratique* z r. 1787. I tam także opisywany jest kompas górniczy i półkole z pionem, w dalszym ciągu wszakże jest mowa o narzędziach, służących do zdejmowania planów kopalń rud żelaznych, w których używanie kompasu z igłą magnesową okazało się niemożliwym. W kopalniach takich zdejmowano plany albo zapomocą dwóch cienkich tarcz mosiężnych, zwanych kołami, i przenośnika, albo też przy użyciu zwykłego grafometru z celownikami. Narzędzi pozwalających mierzyć kąty, jednocześnie na płaszczyznach poziomej i pionowej, nie używano jeszcze przy pomiarach podziemnych.

O narzędziach tych, powstałych przez połączenie poziomego astrolabium lub grafometru z pionowym półkolem, pierwszą wiadomość znajdujemy w dziele Leonarda Digges'a z r. 1571, wydanem powtórnie przez jego syna Tomasza w r. 1593 w Londynie p. t. *Pantometria, a geometrical practical treatise*. Podany tam został rysunek takiego narzędzia, z alidadami czyli prawidłami, zaopatrzonymi w przezierniki do celowania, oraz użytą była po raz pierwszy nazwa *theodolitus*, pochodzenia której nie ustalono dotąd. Oryginalny wywód inżyniera francuskiego Breton de Champ, jakoby wyraz *théodolite* pochodził ze skrócenia angielskich *the alidada*, znajdował jednak zwolenników²⁾. Podczas gdy w Niemczech rozpowszechniał się stół mierniczy Praetoriusa, który zaopatrzony w celownicę ruchomą około osi poziomej, pozwalał zdejmować kąty równocześnie na płaszczyznach, poziomej i pionowej, — w Anglii udoskonalono teodolit, zastępując w nim przezierniki alidady, lunetą ze skrzyżowanymi przy szkle ocznem nitkami, według pomysłu astronoma Gascoigne³⁾. Mechanik angielski, John czy Jonathan Sisson, już w pierwszej połowie XVIII w. wyrabiał teodolity przenośne, nadające się do robót geodezyjnych, a znów Ramsden zbudował w r. 1789, dla obserwatorium w Palerme, wielki teodolit z kołem poziomym trzystopowej, a pionowym pięciostopowej średnicy.

W literaturze miernictwa górniczego, spisanej przez c. k. markszajdra w Příbram Kleszczyńskie-

go⁴⁾ i pomieszczonej w tomie IV Rocznika górniczo-hutniczego szkół austriackich⁵⁾ podana jest wiadomość o trzech narzędziach z końca XVIII w., które uważać można za pierwowzory dzisiejszych teodolitów kopalnianych. Pierwsze z tych narzędzi zbudował w r. 1798 jezuita Paris von Giuliani, astronom w Landshucie, później profesor liceum w Klagenfurcie i dając mu nazwę *Catageolabium*, opisał w wydanej w r. 1799 w Wiedniu broszurze in 4^o, p. t. „*Verbesserte Markscheidekunst*”. Opis drugiego narzędzia mieści się w broszurze: „*Beschreibung eines neuerfundenen Markscheider Instruments*”, wydanej w Cassel w r. 1800, przez mechanika nadwornego H. C. W. Breithaupta, później profesora gimnazjum w Bückenburgu. W broszurze tej opisana jest najprzód busola, używana przez Breithaupta w r. 1798, do pomiaru kopalni w Riechelsdorfie, a w dalszym ciągu projekt drugiego narzędzia, nazwanego „*Markscheider Instrument mit der Scheibe*”, w którym już igła magnesowa bardzo małe miała zastosowanie. Było to astrolabium, złożone z koła z podziałką i noniuszami, łuku do mierzenia kątów na płaszczyźnie pionowej i rury z dioptrą. W końcu zaznacza Kleszczyński, że także w końcu XVIII w. polski generał Komarzewski⁶⁾ wynalazł grafometr podziemny, wykonywał z nim próby i w trzech językach go opisał.

Wymieniony na ostatnim miejscu wynalazek rodaka naszego był jednak ze wszystkich trzech najważniejszym. We wstępie do okazale wydanej w r. 1803 w Paryżu, po francusku, „*Rozprawy o grafometrze podziemnym, przeznaczonym do zastąpienia busoli w kopalniach*”⁶⁾, opowiada Komarzew-

⁴⁾ W Bibliografii Estreichera podane są tytuły dwóch rozprawek c. k. markszajdra Edwarda Kleszczyńskiego: „*Die Mineralspecies und die Pseudomorphosen von Příbram nach ihrem Vorkommen*” (stron 18) i „*Geognostische Skizze der Umgebung von Příbram*” (stron 10), będących odbitkami z *Jahrbuch der K. K. geologischen Reichsanstalt*, 1855.

⁵⁾ *Berg und Hüttenmännischer Jahrbuch der K. K. Montan-Lehranstalt IV Band*, s. 249. Nazwę „*Montan-Lehranstalt*” nosiły szkoły górnicze w Leoben i Příbram od r. 1849 do 1874, w którym przemianowane zostały na „*Berg-Akademien*”.

⁶⁾ Generał Komarzewski, szef królewskiej kancelarii wojskowej, zaufany dworzanin i ulubieniec Stanisława Augusta, używany do rozmaitych misyj poufnych, zmuszony był przez swych przeciwników politycznych do ustąpienia z urzędu w r. 1788. Udał się wtedy do Anglii i zwrócił do pracy naukowej, interesując się zwłaszcza mineralogią i górnictwem. Zwrot ten mógł się opierać na odpowiednim wykształceniu w młodych latach, coby usprawiedliwiało utożsamienie przez Estreichera (Bibliografja, t. II, str. 411; t. XIX, str. 435) Jana Chrzciciela Komarzewskiego, generała, ze wzmiankowanym w dziejach Akademii Zamojskiej (*Fontes et Commentationes*, t. I, str. 241; t. VII, str. LVI) Janem Ignacym Komarzewskim, audytorem prawa i geometrii, który w r. 1770 złożył egzamin na geometrę przysięgłego i wydrukował przy tej okazji łaciński panegiryk.

⁷⁾ *Mémoire sur un graphomètre souterrain, destiné à remplacer la boussole dans les mines*, par Mr. de Komarzewski, Ancien Lieutenant-Général du Roi et de la République de Pologne, Chevalier des plusieurs Ordres, Membre de la Société Royale de Londres et de la Société littéraire de Varsovie. Paris. Charles Pougens; Quai Voltaire Nr. 10. An. XI (1803). Wielkie folio (29 cm na 44 cm), kart 2 n. l., str. 16, tablic (58 cm na 44 cm) 2. Egzemplarz, który miałem w ręku, używany był przez Bibliotekę Jagiellońską tutejszej Bibliotece Głównej.

¹⁾ Streszczenie odczytu wygłoszonego w Stow. Techn. 15/X 1920 r. przedstawione wydziałowi nauk mat. i przyr. Tow. Nauk Warsz. 2 czerwca 1921 r.

²⁾ Por. Dr. Rudolf Wolf. *Handbuch der Astronomie*. Dritter Halbband. Zürich 1899.

³⁾ Por. A. Laussedat. *Recherches sur les instruments*, tome I. Paris 1898.

ski, że zwiedzając w r. 1790 kopalnię Cornwall w Anglii, przekonał się o niemożności używania busoli wszędzie, gdzie oprócz żelaza i niklu wiele innych ciał przyciąganych jest przez magnes. Przedtem zaś jeszcze, odwiedzając często astronoma Herschla w jego siedzibie Slough, koło Windsoru i jeżdżąc z nim razem po fabrykach, informował się o narzędziach mierniczych, a zwłaszcza o teodolicie. Herschel, opisawszy mu teodolit, zakomunikował interesujące szczegóły, odnoszące się do pomiarów prowadzonych przez „wynalazcę tego narzędzia” generała Roy'a, przy mierzeniu łuku południka między obserwatorium w Greenwich a Paryżem. Komarzewski, zainteresowany opowiadaniem Herschla, udał się do generała Roy'a dla obejrzenia teodolitu i następnie szukał sposobności zapoznania się z tem narzędziem przy pomiarach. W r. 1791 Ramsden wykończył jedno takie narzędzie dla Kompanji Indyi Wschodnich. Gdy się Kompanja targowała, książę Richemond, podówczas wielki mistrz artylerji, kupił ten teodolit w celu użycia przy zdejmowaniu karty topograficznej Anglii. Inżynierowie, zajmujący się temi zdjęciami, mieli wtedy właśnie powtarzać pomiar podstawy generała Roy'a, koło Hounslow i kilku trójkątów w St. Anna Hill, o czem Komarzewski zawiadomiony został przez Ramsdena. Asystując przy tych operacjach, przemyśliwać zaczął „czy nie możnaby zredukować teodolitu do małych wymiarów, tak jak z zegara zrobiono zegarek kieszonkowy”.

W latach 1795 i 1796 zajmował się Komarzewski pomiarami podziemnymi we Freyburgu w Saksonji, prowadzonymi pod kierunkiem profesora Lempego⁷⁾. Opowiada, że gdy w tych kopalniach, tak umiejętnie i oszczędnie eksploatowanych, Lempe wykonywał z nim pomiary, od czasu do czasu przeszkadzała im busola i rozprawiali nad sposobami jej usunięcia. Lempe pokazywał Komarzewskiemu narzędzie mosiężne, sporządzone przez oficera kopalń elektorskich Krumpla, według zasad jakie on sam podał w swym kursie geometrii podziemnej. Narzędzie to składało się z okrągłej tarczy małej średnicy z dwoma ruchomymi prawidłami i służyć mogło tylko do mierzenia kątów na poziomie, czyli jak mówią górnicy, kątów kierunkowych. Komarzewski znów opisywał Lempememu ustrój teodolitu i pomiary wykonywane w Anglii i streszczał swój pogląd w następujących ośmiu punktach:

1. Wszystkie pomiary geometrii podziemnej sprowadzają się do mierzenia kątów kierunków i nachyleń.

2. Przy tych pomiarach otrzymuje się trójkąty prostokątne, a ich przeciwprostokątną stanowi zawsze sznur, na którym zawieszoną jest busola lub półkole z pionem.

3. Obniżanie się sznura pod ciężarem zawieszzonego narzędzia jest zbyt wielkie, aby je można było obliczać jak linję łańcuchową i wymaga znacznie dłuższego rachunku.

4. Busola przyjętą została w kopalniach dla braku miejsca, potrzebnego przy użyciu zwykłego grafometru, lub stolika mierniczego.

5. Busola wyznacza kąty przez oddalenie się igły magnesowej od południka, tak jak promień koła oddala się od średnicy.

6. Gdyby można było pomieścić w kopalniach zwykły grafometr, lub stolik mierniczy, narzędzia te tak dobrze zastąpiłyby busolę, jak są przez nią zastępowane.

7. Busola mogłaby być usuniętą z kopalń, gdyby zbudowano narzędzie małych wymiarów, mierzące ściśle kąty kierunków i nachyleń.

8. Ze wszystkich znanych narzędzi, najwięcej się nadaje do przystosowania w tym celu, teodolit generała Roy'a, gdy w nim zastąpione zostaną alidadami lunety, w kopalniach bezużyteczne.

Wywody te przekonały Lempego, który je zakomunikował mechanikowi kopalń elektorskich Studerowi. Komarzewski dał Studerowi tarczę poziomą swego grafometru podróznego, dla dorobienia podziałki godzinowej, takiej jak na kompasie górniczym, tarczy pionowej, alidad i kolana zastosowanego do wymiarów kopalń freiberskich. Narzędzie wkrótce zostało zbudowane, a gdy wykonana z niem przez Lempego, Studera i Komarzewskiego próba w kopalni się powiodła, Komarzewski razem z Lempem robił z niem pomiary w latach 1797 i 1798 i dał mu nazwę grafometru podziemnego. Szczegóły te, podane przez Komarzewskiego w przedmowie do Rozprawy, wydanej w r. 1803, ustalają datę wynalazku na rok 1796, a więc o dwa lata wcześniej od wymienionych przez Kleszczyńskiego narzędzi Giulianiego i Breithaupta.

W Rozprawie, po czterech stronach wstępu, następuje na dwóch stronach krótki opis grafometru, którego rysunki w elewacji, planie i perspektywie mieszczą się na jednej z dwóch wielkich tablic. Następnie na siedmiu stronach objaśnia Komarzewski użycie narzędzia, rozwiązując trzy zadania, mające za przedmiot: zdjęcie planu galerji, zdjęcie planu szybu, oznaczenie punktu na powierzchni, leżącego na pionowej, przechodzącej przez dany punkt wewnątrz kopalni. Figury odnoszące się do tych trzech zadań mieszczą się na drugiej tablicy. W końcu, na trzech stronach, podany jest raport, jaki po rozpatrzeniu wynalazku Komarzewskiego złożyli Akademji umiejętności w Paryżu w r. 1802 trzej znalkomicy jej członkowie: matematyk Lacroix, generalny inspektor kopalń Duhamel, wspomniany już jako autor Geometrii podziemnej, i również generalny inspektor kopalń, mineralog Gillet-Laumont. Raport ten, uzupełniony szczegółowym opisem grafometru i objaśniony małym rysunkiem elewacji narzędzia, podany był w tomie XIV czasopisma *Journal des Mines* z r. 1803.

Równocześnie z Rozprawą francuską ogłosił Komarzewski w Paryżu opisy swego grafometru po angielsku i niemiecku. Opisów tych nie mieliśmy w ręku. Według Estreichera, podającego ich tytuły, wydane były w równie wielkim formacie, jak Rozprawa francuska, prawdopodobnie więc z temi samymi tablicami rysunków. Egzemplarze trzech rozpraw nadesłane były przez Komarzewskiego Towarzystwu Przyjaciół Nauk w Warszawie.⁸⁾

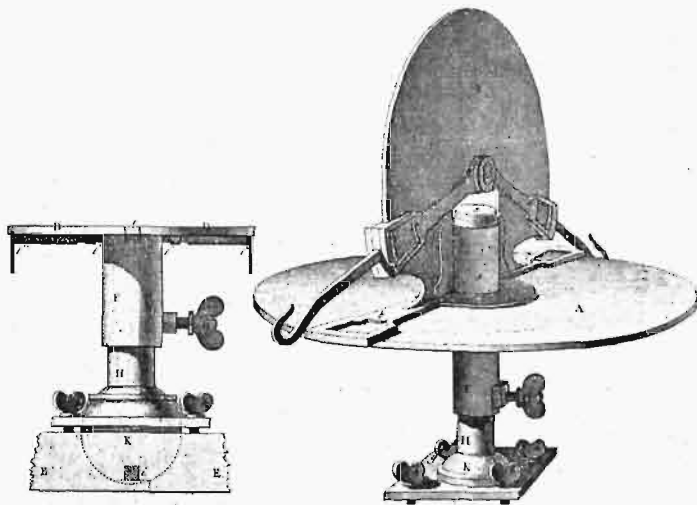
W raporcie złożonym Akademji, uczeni sprawozdawcy podnoszą najprzód zarzuty, jakie w swej rozprawie postawił Komarzewski używaniem w ko-

⁷⁾ Zapewne Joh. Fr. Lempe, autor dzieła „Lehrbegriff der Maschinenlehre mit Rücksicht auf den Bergbau. Leipzig 1795”. Inny Lempe, także Fryderyk, przybył do Polski razem z Jerzym Bogumiłem Puschem, wykładał w szkole górniczej Kieleckiej i był naczelnikiem górnictwa po r. 1830.

⁸⁾ Przedstawione na posiedzeniu 12 lipca 1803 r. Por. Al. Kraushar. Tow. Warsz. Prz. Nauk., t. I, str. 243.

palniach narzędziom z igłą magnesową, stwierdzając jej brak stałości i zbaczanie w pobliżu ciał zawierających żelazo metaliczne. Twierdzą oni, że ta niedogodność, często trudna do zauważenia, gdy skutek jest słaby, przytrafia się częściej niż to zwykle jest uwzględniane; przytaczają doświadczenia Coulomba, świadczące że mało które ciało nie zawiera żelaza, oraz Gillet Laumonta, który próbował 300 kawałków miedzi żółtej, zanim doszedł do niedziałającego na igłę magnesową i to tylko niektórymi swymi częściami; zwracają przytem uwagę, że szkło, nakrywające igłę magnesową, może zostać naelektryzowane, gdy się je wyciera, aby usunąć pył padający w galerjach kopalń, oraz że igła magnesowa przedstawia tę niedogodność, że jej zboczenie ulega zmianom w czasie, co nie pozwala wiązać ze sobą zdjęć, dokonanych w różnych epokach, jeżeli na planie nie był oznaczony kierunek południka. Wspominają wreszcie o kołach podziałkowych, takich jak opisane przez Duhamela, używanych oddawna w Niemczech i we Francji, pozwalających zdejmować kąty bez igły magnesowej, dodając że koła służą tylko dla kierunków i mogą narażać na wiele błędów, jeżeli galerje kopalni nie leżą na jednej płaszczyźnie.

Grafometr Komarzewskiego przedstawiony jest w perspektywie na tabl. 1 jego rozprawy. Obok perspektywy narzędzia narysowaną tam została elewacja kolana na skalę nieco większą. Rysunki te (rys. 1) pozwalają zdać sobie sprawę z ogólnego wyglądu grafometru. Rozpatrzenie szcze-

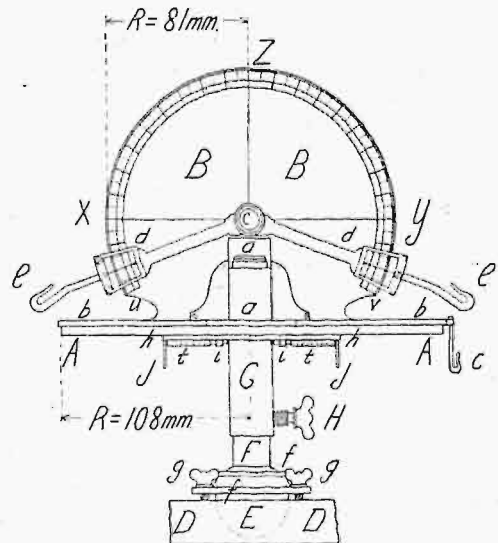


Rys. 1.

głów narzędzia ułatwia mały rysunek schematyczny, dołączony do raportu uczonych francuskich (rys. 2). AA jest to tarcza kołowa, o średnicy 8 cali, z kołem podziałowym, podzielonem na 360°, a każdy stopień na 4-ry ćwierci. Koło to podzielone jest także na godziny, jak kompas górniczy. Przez środek tarczy AA przechodzi sworzень aa, tworzący z tarczą jedną całość. W około sworznia obraca się nasunięty nań walec pusty, do którego spodu przymocowany jest poziomy celownik bb, z okienkami zaopatrzonemi we włosy, służące do odczytywania stopni na podziałce koła. Haczyk c, na jednym końcu celownika służy do zawieszania pionu. Do celownika i walca otaczającego sworzень pionowy, przymocowaną jest tarcza pionowa BB,

o średnicy 6 cali, zaopatrzona na swym obwodzie w podziałkę taką, że części okręgu *xz* i *yz*, podzielone są każda, zaczynając od średnicy poziomej, na 90°. Części okręgu *xu* i *yv*, położone pod średnicą poziomą, obejmują każda 30°. Wokoło środka C tarczy BB, obracają się dwa celowniki *dd*, z okienkami takimi jak celownica *bb*, zaopatrzone w haczyki *ee* do przywiązywania sznurków, przeciąganych wzdłuż zdejmowanych kierunków. Komarzewski zalecał w tym celu, jako najodpowiedniejsze, sznurki konopne, dobrze skręcone.

Grafometr ustawiano na desce DD, 18 cali długiej, 6 cali szerokiej, 1 cal grubej, mającej na obu końcach otwory, dla przepuszczania śrub, przymocowujących deskę do belek w galerjach kopalń. Nastawa kulkowa składała się z kulki mosiężnej E, odlanej razem ze sworzniem F, wchodzącej w wyżłobienie, zrobione w desce DD. Płyta kwadratowa ff, pustym odcinkiem sferycznym obejmuje kulkę E i służy do utrzymywania jej w odpowiednim położeniu za pośrednictwem śrub gg, które przytwierdzają płytę ff do deski D. Walec pusty G, otaczający sworzень F, utrzymywany jest w stałym położeniu przez dokręcenie śruby H. Z walcem G stanowi jedną całość płyta hh, na której ustawia się grafometr. Dwa uszka ii, odlane razem z tarczą AA grafometru, wchodzą w dwa otwory płyty hh. Przez te uszka przechodzą zasuwki jj, ruchome w pochewkach tt, przylutowanych do płyty hh. Zasuwki te utrzymują tarczę AA nieruchomo na płycie hh.



Rys. 2.

Rozpoczynając pomiar z grafometrem od pewnego znanego kierunku, określonego zapomocą kompasu górniczego lub, co lepiej, związanego z pionem, przechodzącym przez jeden z szybów głównych kopalni, można z łatwością zdejmować plany, potrzebne dla robót kopalnianych, nie posługując się igłą magnesową i mierzyć jednocześnie wszystkie kierunki i nachylenia. Po zmierzeniu wszystkich kątów i długości linii, pozostaje tylko obliczenie trójkątów prostokątnych, których trzy elementy są znane.

Lacroix, Duhamel i Gillet-Laumont wyrazili swą opinię o wynalazku w tych słowach: „Grafometr podziemny (narzędzie zbudowane na tych samych mniej więcej zasadach co i teodolit) pro-

ponowany przez p. Komarzewskiego, dobrze zbudowany i doprowadzony do możliwego stopnia doskonałości, zastąpi z korzyścią dawne narzędzia, używane w kopalniach, nie przedstawiając ich niedostatków i pożądanem jest aby został wykonany przez mechaników francuskich i wprowadzony do naszych kopalń".

Ale nie tylko pomysł naszego rodaka oczekiwał wtedy swego urzeczywistnienia we Francji. Rada górnicza francuska zamierzała już dawniej usunąć busolę z kopalń, pomimo wielkiej dogodności, jaką przedstawia, pozwalając wyznaczać każdy kierunek, bez odnoszenia się do pomiarów poprzednich; nie przystępowano wszakże do wykonania projektu grafometru inżynierów francuskich, uznanego przez radę za odpowiedni. Uwagę ogólną coraz więcej zwracał na siebie teodolit, który wtedy, głównie dzięki pracom Reichenbacha w Monachjum, przekształcał się w coraz poręczniejsze narzędzie geodezyjne. Pojawiać się też zaczynały powoli teodolity w kopalniach, a w r. 1836 budował już specjalne teodolity kopalniane mechanik F. W. Breithaupt w Kassel. Podobne narzędzie, z lunetą ekscentryczną, opisywał w tymże roku Combes w *Annales des Mines*.

Zasługą Komarzewskiego było przystosowanie

do potrzeb kopalnianych pierwotnego teodolitu, takiego jak opisany w r. 1571 przez Digges'a⁹⁾. W grafometrze podziemnym zastąpione zostało półkole pionowe tego teodolitu, tarczą o obwodzie 240°, pozwalającą mierzyć nachylenie do 30° pod poziomem. Zamiast celowników, jak w teodolicie, alidady tarczy pionowej grafometru mają na końcach haczyki, służące do przywiązywania sznurów, przeciąganych wzdłuż zdejmowanych kierunków. Sznurowy takie używane bywają zawsze przy zdejmowaniu planów kopalń za pomocą dawnych narzędzi z igłą magnesową. Zawieszają się na nich półkole z pionem i kompas górniczy, albo kombinację obu tych narzędzi, tworzącą tak zwany „zawiesznik sztygara”. Sznurowy są zbyteczne, przy zdejmowaniu planów teodolitem kopalnianym z sygnałami świetlnymi, gdyż wtedy kierunki wyznacza luneta teodolitu.

Grafometr podziemny Komarzewskiego, używany przez wynalazcę od r. 1796 w kopalniach freiberskich, był więc, jak świadczy literatura markszajderska, zebrana przez Kleszczyńskiego, pierwszym zwiastunem używanych do dziś teodolitów kopalnianych i rodakowi naszemu należy się zaszczytna wzmianka w dziejach rozwoju narzędzi, używanych przy pomiarach kopalń.

PRZEGLĄD PISM TECHNICZNYCH.

HYDRAULIKA.

Sprawność przewodów kanalizacyjnych o przekroju kołowym.¹⁾

Przy obliczaniu przekrojów przewodów kanalizacji miejskiej, dotychczas używa się zwykle skróconego wzoru Kuttera, powstałego w 1869 r.,

$$v = k \sqrt{R \cdot I} = \frac{100 R}{b + \sqrt{R}} \sqrt{R \cdot I},$$

gdzie v — prędkość odpływu, R — promień hydrauliczny, I — spadek jednostkowy, b — współczynnik szorstkości. Wartość b waha się od 0,27 do 0,45. Ganzmer (Hand. d r Ingenieurwissenschaften, 1924 r.) podaje na podstawie wielokrotnych doświadczeń, że bez względu na materiał należy przyjmować $b=0,35$. Tyczy się to i gładkich rur kamionkowych, ponieważ po większej części są one niezupełnie okrągłe w przekroju i z tego powodu przedstawiają dodatkowy opór odpływu wody, a oprócz tego nie można wyników doświadczeń z czystą wodą, w nowych kanałach, stosować do starych kanałów, odprowadzających wodę brudną.

Teoretycznie najodpowiedniejszym przekrojem przewodu, ułożonego z pewnym spadkiem, dla przewodów otwartych, będzie połowa koła, dla przewodów przykrytych — pełne koło, gdyż przy pełnych ich napełnieniach ich promień hydrauliczny będzie większy od promienia hydraulicznego innych przekrojów o tych samych polach. Ponieważ przez kanały miejskie często odprowadza się małe ilości ścieków, a przy słabych spadkach należy się starać otrzymać możliwie dużą głębokość, ażeby uniknąć osadzenia się zawieszin, to wypadło odstępować od przekroju kołowego i przez przekrój owalny dojść do przekroju „rynny kątovej”. Oprócz znacznie większej głębokości spływu, rynna kątovej posiada tę zaletę, że na jej bardziej stromych ścianach tworzy się mniejszy osad. Ganzmer wskazuje dalej, że rynny kątovej, przy odprowadzaniu jednakowej ilości ścieków, wymagają

znacznie mniejszego spadku, ażeby otrzymać należytą prędkość, niż kanały owalne. Pierwszeństwo rynien pod tym względem jest niewątpliwe.

W każdym razie, używając do obliczenia przekrojów przewodów otwartych wzoru Kuttera, spotykamy się z uciążliwym wyznaczaniem współczynnika szorstkości k . Wielu praktyków i teoretyków wypowiedziało się przeciwko używaniu wzoru Kuttera. Powstały inne wzory, otrzymujące postać ogólną $v = K \cdot R^b \cdot I^c$, gdzie K jest pewną liczbą stałą.

Fromm znalazł, że $b = 0,66$ i $c = 0,5$, zaś Forchheimer przyjmuje $b = 0,7$ i $c = 0,5$, t. j. $v = K \cdot R^{0,7} \cdot I^{0,5}$, gdzie K zależne jest od materiału, np.:

dla starych przewodów z rur pojedynczych	$K =$	76
" nowych		85
" rur jednolitych (ubijanych)		88
" " (wygładzanych)		100
" chropowatego betonu	60,4 —	71,9
" gładkiego		92
" nadgryzionego betonu		50

Wzór Forchheimera ma wielu zwolenników, jako prosty, dający się zastosować do rozmaitych profili, nie posiadający zmiennego i zależnego od wymiarów współczynnika szorstkości, a zawierający go tylko w zależności od materiału, i wogóle uważają, że stosowanie tego wzoru wymaga 4—5 razy mniej czasu, niż posilkowanie się wzorem Kuttera.

Znacznie wcześniej, gdyż już przed 1880 r., W. H. Lindley, przy opracowywaniu projektów kanalizacji miast, zaczął używać wzoru,

$$I = K \cdot \frac{v^{1,8}}{R^{1,25}},$$

w którym dla kanałów murowanych z cegieł gładkich prasowanych i kanałów betonowych wygładzanych przyjmował $K=0,00025$. Wzór ten można wyrazić:

$$v = 100 R^{0,7} \cdot I^{0,555},$$

a więc zewnętrznie mało się on różni od niedawno powsta-

¹⁾ Porówn. Dr.-Inż. F. Bülow: „Die Leistungsfähigkeit von Fluss-, Bach-, Werkkanal- und Rohrquerschnitten...”, Ges.-Ingenieur, 1927, Nr. 14 i 15.

⁹⁾ Rysunek teodolitu z tego dzieła podał A. Laussedat w tomie I swoich *Recherches sur les instruments*, na str. 101.

tego wzoru Forchheimera, daje zaś przy tych samych współczynnikach szorstkości mniejsze wartości V , np. przy spadku 1:50 — o 19%, przy spadku 1:1000 o 31% mniejsze, co ma szczególne znaczenie przy obliczaniu ogólnospławnej sieci kanalizacyjnej, gdzie się ma do czynienia z mało uchwytnym elementem, jak opady atmosferyczne.

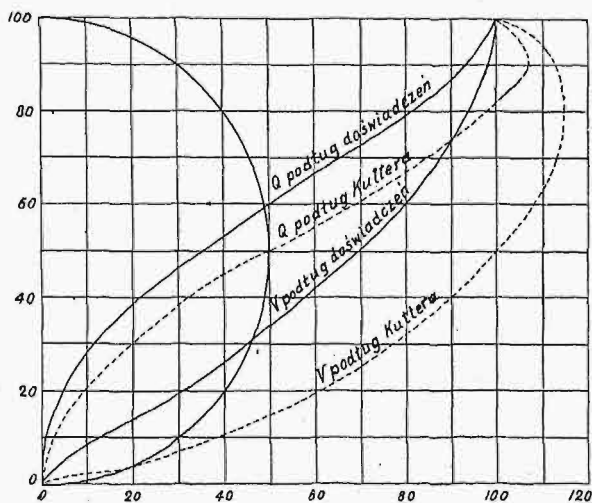
Podług nowszych doświadczeń amerykańskich (Eng. News Rec., 1925) prawa odpływu wyraża się wzorem

$$v = K \cdot R^{0.75} \cdot I^{0.535}$$

Zarówno wzór Kuttera $v = K \sqrt{R \cdot I}$, jak i inne wzory pod postacią $v = K \cdot R^b \cdot I^c$, muszą zawierać pewien błąd już z tego powodu, że obliczone podług nich ilości odprowadzanych wód są większe przy częściowym napełnieniu (podług Kuttera maximum przy $h = 0,91 d$), niż przy pełnym.

W celu wyjaśnienia tej sprawy, Dr. Inż. F. Buelow, kierownik oddziału naukowo-technicznego Towarzystwa Emscherowskiego w Essen, przedsięwziął szereg doświadczeń z przewodem rurowym, w którym można było badać przepływ wody przy rozmaitych napełnieniach przewodu. Rura o średnicy 250 mm była odpowietrzana, ponieważ kanały miejskie są również odpowietrzane za pośrednictwem włączów lub rur wentylacyjnych. Przewód zasilano odpływami z osadników kanalizacyjnych w Rellinghausen. Rurki wodowskazowe, z podziałką milimetrową, pozwalały na ściśle obserwowanie wysokości wody w przewodzie. Pierwsze doświadczenia odbywały się z rurą 4 m długości, którą następnie przedłużono o 9 m w celu wyrównania początkowych wahań w poziomie wody. Przewód był zawieszony, więc można go było dokładnie doprowadzić do żądanego spadku. Przed kilku miesiącami musiano przerwać badania, gdyż miejsce, w którym się odbywały, zajęto na powiększenie osadników.

Na rysunku 1-y wykresiono nową krzywą dla Q i v przy różnych napełnieniach i dla porównania poda-



! Rys. 1.

no odpowiednie wielkości, otrzymane ze wzoru Kuttera. Z rysunku widać, że przy całkowitem napełnieniu otrzymuje się największą sprawność przewodu.

Obecnie odbywają się doświadczenia nad sprawnością przewodów o przekroju kołowym, średnicy 1,30 m, na kanale ściekowym w Mühlheim pod Duisburgiem. Pomiaru będą ukończone po zupełnym napełnieniu kanału, co może nastąpić podczas silnych deszczów. lg.

METALOZNAWSTWO.

Stopy glinu z germanem.

Wobec bliskiego podobieństwa krzemu z germanem, zbadanie tych stopów jest dość interesujące pod względem teoretycznym, ponieważ narazie praktyczne zastosowanie

tych stopów jest wykluczone, ze względu na cenę germanu (1 g kosztuje 5 dol.). Dr. Kroll, mając w swem posiadaniu 12 g tego metalu, ofiarowanego mu przez Otabi Mining Company, ustala wykres termiczny Al—Ge.

Wykres ten jest podobny do wykresu Al—Si, t. j. mamy do czynienia ze stopem eutektycznym o składzie 55% Ge, temperatura krzepnięcia wynosi 423° dla eutektyki i 958° dla czystego metalu.

Po stronie glinu istnieje prawdopodobnie bardzo wąski zakres roztworu stałego. Sprawozdawca tej pracy w „The Metallurgist” słusznie zaznacza, że z powodu braku obróbki termicznej i bardzo małej ilości mikrografij trudno określić słuszność tych przypuszczeń Kroll'a.

Badanie twardości wykazało energiczny wpływ Ge na twardość; a więc przy 40% Ge, t. j. znacznie poniżej eutektyki, twardość wynosi 82° Brinell'a, podczas gdy dla stopu eutektycznego krzemu twardość wynosi 55° Brin. Jednakże przy tej samej ilości dodatku twardość jest mniej więcej jednakowa, a może nawet i trochę niższa dla stopów z Ge, jak to można sądzić z wykresu podanego w streszczeniu.

W stopach typu duraluminu, german ma takie samo znaczenie, jak krzem, może tylko działa energiczniej przy tej samej ilości. Przy dodaniu germanu do stopu zawierającego krzem i magnez, początkowo następuje zanik właściwości samoulepszenia, lecz dodatek pewnego nadmiaru magnezu przywraca tę zdolność stopowi. Poza tem Dr. Kroll uważa, że dodatek niewielkich ilości germanu do duraluminu, lauralu i t. p. polepsza ich właściwości i może dać praktyczną korzyść. Jednakże temu przewidywaniu przeczy jego obserwacja, że związek germanu z magnezem rozkłada się bardzo energicznie pod działaniem wody, tak że np. polerowanie i t. p. należało skutecznie w oliwie.

(Streszcz. z Metall. u. Erz, grudzień 1926, Engineer, styczeń 1927, Metallurgist, str. 6—7).

W. Ł.

PAROWOZY.

Ściąg podniebienne w skrzyniach ogniowych parowozów.

Płaskie podniebienia skrzyń ogniowych parowozów normalnotorowych są zeszytwniane ściągami, t. j. śrubami długości około 500 mm, nagwintowanymi z obu końców i wkręconymi do nagwintowanych otworów sklepienia paleniska i stojaka (płaszcza zewnętrznego). Zakończenie ścięga po stronie ognia może być wykonane trojakiem sposobem:

1) ściąg wkręca się od środka skrzyni, na dolnym końcu ma odkuty łeb w kształcie nita, z występem czworokątnym (t. zw. kwadratem), dla klucza. Po wkręceniu, łeb uszczelnia się, jak zwykły nit;

2) ściąg wkręca się z wierzchu kotła, a koniec wystający w skrzyni ogniowej roznitowuje się i utworzony w ten sposób łeb uszczelnia się;

3) ściąg wkręca się z wierzchu kotła, a na wystający koniec w skrzyni ogniowej daje się nakrętkę z podkładką lub bez; podkładka bywa miedziana, z gwintem lub bez (np. na żelaznych skrzyniach gwintowana, a na miedzianych nie).

W obecnych czasach w Europie Zachodniej i w Polsce prawie wyłącznie jest stosowany sposób ostatni, jako najbardziej celowy, ze względu na ochronę ścięgów i sklepienia od opalenia. Pogląd ten stara się obalić E. J. Mokrzycki w Nr. 5—6 Żelaznodorożnoje Dzieło z r. b.

W Rosji używane są ścięgi wszystkich trzech typów, przeważnie jednak typu 1-go i 2-go. Zebrane opinie od różnych zarządów kolejowych rosyjskich wypowiadają się jednogłośnie za typem 1 i 2. Autor zebrał szereg zużytych ścięgów wszystkich trzech typów, wyciąganych przy okazji

wyjmowania paleniska w czasie naprawy; badania wykazały, że nakrętki opalają się bardzo szybko i nie chronią ani gwintu ścięga ani podniebienia, opalone nakrętki wiszą często luźno, gdy tymczasem były nitowe daleko mniej się opalają i wykazują znacznie mniejsze zużycie gwintów. Autor zwraca również uwagę na fakt, że od dwudziestu lat nie było wybuchu kotła, spowodowanego przepaleniem podniebienia przy braku wody, na kotłach o ścięgach typu 1 lub 2; aczkolwiek często wypadki przepalenia podniebienia zachodziły i na takich kotłach, to jednak nigdy nie powstało wybuchów, choć dochodziło do połądowania podniebienia do 20 mm między poszczególnymi ścięgami. Natomiast wszystkie wybuchy zdarzyły się na kotłach ze ścięgami zaopatrzonymi w nakrętki. Autor daje wykaz 14 takich kotłów rozmaitych seryj, z 4-ch różnych kolei. Autor tłumaczy to tem, że były nitowane, przylegające dużą powierzchnią do sufitu, są lepiej chłodzone i temp. ich nie przenosi 350° (temp. w skrzyni 900°), gdy tymczasem nakrętki rozgrzewają się do 600—700°. Wskutek tego opalenie gwintu następuje szybko i, w dodatku, przy tak silnym nagrzewaniu, średnica gwintu nakrętki znacznie się rozszerza; w razie braku wody, nakrętka, w stanie rozżarzonej, już nie opiera się tak skutecznie naciskowi podniebienia, jak łeb nitowy.

Do wywodów autora można dodać jeszcze, że ścięgi wykonane jak zespirki, t. j. z zanitowanymi łbami od strony ognia, są tańsze niż wykonane z nakrętkami, co również przemawia na ich korzyść.

Na P. K. P. używane są wyłącznie nakrętki. Dotychczas zakładano pod nakrętki podkładki,¹⁾ a raczej wąskie pierścionki miedziane, które grały rolę uszczelnienia. Pierścionki te zakładano gwintowane, gdy podniebienie było żelazne, a bez gwintu — na podniebieniu miedzianem. W nakrętkach były robione odpowiednie zatoczenia stożkowe. Przy dokręcaniu nakrętki, pierścionek ściskany obejmuje szczelnie śrubę; nakrętka, po dokręceniu, nie powinna dotykać podniebienia. Widocznie jednak nie okazało się to praktyczne, jeżeli na obecnie budowanych dla P. K. P. „Decapodach”, żadnych podkładek nie stosuje się.

Inż. Z. Dobrowolski.

Bibliografia.

„Podręcznik Inżynierski w zakresie inżynierji lądowej i wodnej. Tom I. Redaktor naczelny Prof. Dr. Inż. Stefan Bryła. Lwów — Warszawa, 1927.

Niedawno zainicjowana przez prof. S. Bryłę i wychodząca pod jego redakcją podwyższona praca zbiorowa, stosunkowo szybko przybiera kształty realne. Mamy przed sobą tom I „Podręcznika”, obejmujący cztery części, mianowicie: 1) roboty ziemne, drogi i ulice, 2) koleje żelazne, 3) miernictwo, 4) budownictwo wodne. Każda z powyższych części składa się z kilku tematów, wyczerpujących zasadniczo sprawę, a opracowanych przez oddzielnych autorów, pierwszorzędnych znawców przedmiotu. W ten sposób „Podręcznik Inżynierski” prof. Bryły ujmuje w pewnym skrócie, ale wszechstronnie i gruntownie, duży odłam wiedzy technicznej w jego stanie współczesnym i dzięki temu stanowi cenny wkład do naszej literatury technicznej; dla każdego zaś inżyniera-praktyka zapewnia lukę, której prze-

¹⁾ Tak postępowano w Warsz. Sp. Akc. Bud. Parowozów przy naprawach starych parowozów i budowie nowych, na polecenie M. K.

starzałe i nie dosyć kompletne analogiczne dzieła w języku polskim zapelnąć nie są w stanie.

W przewidywaniu dalszych wydań tego pożytecznego dzieła, należy zaznaczyć, że jest pożądaną, ażeby ujęcie poszczególnych tematów było bardziej jednolite pod względem szczegółowości i skali i bardziej dostosowane do tego, czem „Podręcznik” być powinien.

Zdaniem naszym, „Podręcznik” powinien traktować sprawę nieco szerzej, niż to czynią książki typu „Hütte” i „Trautewine”, t. zn. winien dawać systematyczny całokształt każdej sprawy, nie powinien jednak spuszczać z oka konieczności konspektowego grupowania ważniejszych dat i formuł, celem ułatwienia korzystania z „Podręcznika” w zagadnieniach praktycznych.

O ile pierwszemu warunkowi „Podręcznik” czyni zadostę, o tyle ta ostatnia potrzeba może została doceniona nie przez wszystkich autorów, których prace składają się na tom I.

Niech zilustruje naszą myśl następujący przykład:

W doskonale opracowanym artykule o fundamentach, gdzie są opisane różne sposoby wykonywania pali, bardzo się przydało krytyczne zestawienie głównych wzorów, służących do obliczania nośności pala w zależności od zagłębienia się pod uderzeniami. Autor ogranicza się do podania wzoru Brix'a i dwu innych wzorów, nie dając oceny porównawczej stopnia bezpieczeństwa do tych wzorów przywiązanego. Jest to w podręczniku tego typu za mało, pożyteczne byłoby coś bardziej esencjonalnego.

Należałoby również zwrócić uwagę, ażeby te same sprawy nie były omawiane w różnych artykułach. Uniknięcie powtarzania odbije się korzystnie na całości. Lepiej, ażeby dana sprawa była omówiona wyczerpująco w jednym miejscu, niż rozrzucona fragmentarycznie przy różnych tematach.

Z tego punktu widzenia nie są, na przykład, potrzebne wskazówki o wykonaniu zapraw cementowych i betonu przy okazji omawiania fundamentów. Sprawa tych materiałów winna być opracowana wyczerpująco oddzielnie, gdyż dotyczy całego budownictwa, tak lądowego, jak też i wodnego.

Byłoby bardzo pożądaną pozatem, ażeby terminologia techniczna uległa tu i owdzie wygładzeniu: są miejscami użyte terminy, których właściwość może być kwestjonowana.

Dzieło prof. Bryły, jako praca zbiorowa, nie mogło uniknąć w pierwszym wydaniu usterek wyżej wskazanego typu i da się oczywiście w następnych wydaniach skondensować i dopełnić; tymczasem zaś w formie, w jakiej tom I ujrzał światło dzienne, jest „Podręcznik Inżynierski” pracą cenną i pożyteczną, która niewątpliwie znajdzie się na stole każdego inżyniera.

Prof. W. Paszkowski.

Nowe wydawnictwa.

Rozprawy Wydziału Matematyczno-Przyrodniczego Polskiej Akademii Umiejętności. Tom 23/24 A/B. 1923/24. Str. 297. Kraków, 1927.

Bulletin International de l'Académie Polonaise des Sciences et des Lettres. Zeszyty 1 — 12 r. 1926. Str. 404, Kraków.

Zur Sicherheit des Dampfkesselbetriebes. Sprawozd. z prac Stow. właścicieli wielkich kotłów referaty ze Zjazdu technicznego w Cassel w r. 1926 oraz badania Komisji oczyszczania wody zasilającej. Wyd. Stow. właścicieli wielkich kotłów parowych. 189 str. (4-o) z 311 świetnie wykonanymi rysunkami. J. Springer. Berlin, 1927.