

PRZEGLĄD TECHNICZNY

TYGODNIK

poświęcony sprawom techniki i przemysłu.

T R E Ś Ć.

Most z betonu pod la Coulevrinière w Genewie. — O próbach wytrzymałości metali przez przebijanie (dok.). — *Krytyka i bibliografia*: Biblioteka przemysłowa — *Górnictwo i hutnictwo*: Analiza chemiczna gazów w kopalniach węgla. — Ruch wagonów węglowych na drogach żelaznych Warszawsko-Wiedeńskiej i Iwangrodzko-Dąbrowskiej.

Most z betonu pod la Coulevrinière w Genewie.

PODAŁ

J. Orpiszewski, inżynier.

(Tab. XX).

Miasto Genewa posiadało już za czasów rzymskich most, który Cesarz zbuzryć rozkazał, aby Helwetom utrudnić wejście do Gallii. Zapewne niedługo potem sami Rzymianie most ten na nowo odbudowali. Przez całe wieki średnie jeden tylko most i to drewniany, łączył obadwa brzegi Rodanu. Jak zazwyczaj w owym czasie, po obu stronach mostu tego pobudowano domy, które spłonęły razem z mostem w d. 27 stycznia r. 1670; most odbudowano, lecz bez domów.

Od czasu ostatecznego połączenia swego z Szwajcaryą z początkiem tego wieku, Genewa ogromnie się rozwinęła: ma teraz przeszło 80 000 mieszkańców i pięć mostów łączy dwa brzegi Rodanu.

Jeden z tych mostów, z powodu wystawy w r. 1896 i nowych linii tramwajowych, postanowiono odbudować w rozmiarach monumentalnych.

Przedstawiono parę projektów: łuki i belki metaliczne, most podług syst. Monier, i drugi podług syst. Hennebique. Lecz pierwszy odrzucono z powodów estetycznych, drugi także po części z tych samych powodów, a w części także dlatego, że nie mając jeszcze przykładu robót wielkich rozmiarów, dokonanych według tych nowych systemów, uznano za pewniejsze trzymać się uznanych dawnych sposobów.

Most ślicznie się udał. Beton pokryto wszędzie kamieniem ciosowym, ozdobiono bogatą granitową balustradą, tak, że się dziś przedstawia nie tylko jako harde dzieło inżyniera, lecz także jako piękny pomysł artysty.

Most de la Coulevrinière składa się z dwóch wielkich arkad, mających 40 m rozpięcia, a 5,35 m strzałki, między którymi znajduje się mniejsza arkada, mająca tylko 10,80 m rozpięcia, a na jednym brzegu czwarta arkada 12-metrowa

przepuszcza drogę nadbrzeżną. Jak w moście pod Munderkingen w Wirtembergu, znajdują się w kluczu i w osadach dwóch wielkich arkad przeguby stalowe, wprawione w ramy metaliczne i zanurzone w betonie (rys. 3, 4, 5 i 6), które to przeguby pozwalają na pewien ruch dwom częściom arkad.

Szerokość rzeki wynosi 107 m, długość szosy na moście 150 m, szerokość 18,70 m i składa się z drogi jezdnej 11,25 m i dwóch chodników po 3,49 m każdy, resztę szerokości zajmują balustrada granitowa.

Budowę mostu zaczęto w d. 20 listopada r. 1894, pod nadzorem pułkownika Turettini, radcy miasta, zawiadującego robotami publicznymi. Inżynierowie I. Bois, który projekt ostatecznie wykończył, i de Haller, który roboty prowadził, kierowali budową. Most oddano do użytku publiczności w d. 27 kwietnia r. 1896. Kosztował on 800 000 franków.

Po wybudowaniu tymczasowego mostu drewnianego, wzięto się do rozebrania dawnego mostu żelaznego i do stawiania krążyn pod mające budować się sklepienia. Ostra zima w r. 1894/95 dużo przeszkadzała robotom; dość powiedzieć, że mimo bystrego prądu Rodanu, który przez miasto i port przepływa, ten ostatni był zamrożony przez parę tygodni. Grunt też, na którym budowano, okazał się trudny, osobliwie na lewym brzegu, składa się bowiem w tej części rzeki z grubej warstwy mułu gliniastego, pod którym dopiero znajduje się grunt twardy. Musiano więc zacząć od wbicia 404-ch palów, mających 11 m długości, a 0,35 m średnicy; część tych palów wbita jest ukośnie, aby lepiej odpowiadała kierunkowi linii ciśnień. Do zabijania palów prostopadłych użyto baby, ważącej 800 kg, do zabijania ukośnych baby, ważącej 2000 kg. Pale te mogły znieść ciężar 35—40 t. Zabijanie pali dokonywało się przy pomocy motorów elektrycznych, poruszanych przez turbiny, którym wodę dostarczała kanalizacja miejska.

Fundamenta reszty mostu nie bez trudności także dały się ukończyć. Część środkowa znajduje się na gruncie stałym, mogącym znieść 12 kg na 1 cm², ale aby osiągnąć tego gruntu, trzeba było zagłębić się o 3,70 m pod łożysko rzeki, która w tem miejscu ma już 5—6 m głębokości i prąd dość szybki.

Jak powiedzieliśmy z początku, cały most jest z betonu, tylko oblicowany kamieniem ciosowym. Cement, użyty do betonu, jest czysto szwajcarskiego pochodzenia: jest to cement Portland z St.-Sulpice i z Reuchenette w Jura. Piasek i żwir zupełnie czysty i krzemienisty, doskonałego gatunku, dostarczała sama rzeka i dopływ jej l'Arve.

Żwir był najprzód arfowany i doprowadzony do 0,03 m grubości, poczem w t. zw. manęczach mieszany z cementem i piaskiem. Co dzień parę razy brano próbki, aby być pewnym skutku. Jak widać z rys. 8, sklepienie składa się ze zworników, ciągnących się przez całą szerokość mostu i wyrabianych w ten sposób, że pomiędzy dwie deski, umocowane normalnie na krążynie w odległości 1 m jedna od drugiej, ubijano beton, dowożony wagonikami. Zmieniano też proporcje cementu, podług ciśnień wykazanych przez rachunek. Jak zazwyczaj w mostach kamiennych, zaczęto od układania zworników od osad i postępowano równomiernie ku kluczowi, aby regularnie obciążać krążyny. Dla każdego zwornika zmieniano mostki drewniane, którymi prowadzono wagoniki z betonem i opuszczano między każdym zwornikiem miejsce jednego, które następnie zapelniano. Stosunki między zwornikami zapelniano po zdjęciu desek zaprawą czystego cementu. Każde więc sklepienie pracuje tak, jak gdyby było złożone ze zworników z kamienia ciosowego. Ilość cementu na 1 m³ żwiru i piasku zmieniała się zależnie od części mostu, do której beton był użyty. Przed zaczęciem robót przeprowadzono starannie próby, aby zdać sobie sprawę z wytrzymałości rozmaitych mieszanin. Rezultaty prób tych podajemy w tablicy następującej:

№	kg cementu na 1 m ³ piasku i żwiru	Wytrzymałość		
		na 1 cm ² po 28-u dniach	na 1 cm ² po 84-ch dniach	kwadratowy po 210-u dniach
№ 1 . . .	200	110 kg	130 kg	240 kg
„ 2 . . .	300	172 kg	188 kg	340 kg
„ 3 . . .	400	250 kg	266 kg	350 kg
„ 4 . . .	425	300 kg	320 kg	360 kg

Podług nateżeń, wykazanych rachunkiem, zmieniano numer używanej mieszanki. Do 6 kg na 1 cm² nie używano cementu; te części robiono z betonu, do którego używano 200 kg wapna hydraulicznego z Theil (Francya) na 1 m³ żwiru. Dla reszty mostu przestrzegano norm następujących:

od 6 — 10 kg	na 1 cm ²	№ 1 . . .	200 kg	cementu
„ 10 — 20 kg	„ 1 cm ²	„ 2 . . .	300 kg	„
„ 20 — 25 kg	„ 1 cm ²	„ 3 . . .	400 kg	„
„ 25 — 30 kg	„ 1 cm ²	„ 4 . . .	425 kg	„

W tym ostatnim razie proskowano jeszcze cement przed użyciem i przesiewano przez jaknajędsze sito. Zworniki sklepienia były zrobione z betonu № 4, osady z betonu № 3 i 4, dalsze warstwy z № 2 i t. d. W fundamentach także część otaczająca słupy jest z mieszanki № 2 i 3, reszta z mniej bogatych w cement.

Wielkie, 40-metrowe sklepienia, składają się z dwóch części, opierających się jedna o drugą w kluczu i na przyczółkach zapomocą przegubów stalowych (rys. 3, 4, 5 i 6). Przeguby te składają się z dwóch części z lanej stali: jednej wklęsłej, a drugiej wypukłej, wstawionych jedna w drugą z jednej strony, a wprawionych z drugiej w ramy żelazne. Dziewiętnaście takich przegubów z ramami jest ustawionych przez całą szerokość mostu. Ramy są wprawione w beton № 4. Tym sposobem, zresztą akuratnie co do każdego szczegółu przeprojektowanego z mostu pod Munderkingen, niema prawdziwego klucza w sklepieniu, jest owszem pewien ruch możebnym. System ten przyjęto dla kilku przyczyn. Najprzód wiadomo, że rachunek upraszcza się, znając dokładnie punkta, przez które przechodzi krzywa ciśnień. Po drugie, dla sklepień takich rozmiarów trzeba rachować się z obniżeniem w chwili opuszczania krążyn, podtrzymujących je podczas budowy; nareszcie powstaje też ruch, mający pewne znaczenie z powodu dylatacji pod wpływem zmian temperatury. Dla tych rozmaitych przyczyn należało dać możność sklepieniom wykonywać pewien ruch bez pęknięć w masie betonowej. Dano także sklepieniom dla tych powodów, co czyni się zazwyczaj, nieco więcej wypukłości, aniżeli chciano mieć ostatecznie, rachując, że się sklepienia obniżą po skończeniu robót. Rachowano, że to obniżenie dojdzie do 0,20 m, rachunek ten jednak nie sprawdził się ostatecznie. Podczas betonowania sklepień krążyny obniżyły się:

w prawym łuku w kluczu	26 mm
„ „ po bokach	40 „
w lewym łuku w kluczu	19 „
„ „ po bokach	40 „

Rys. 8 pokazuje, jak się te obniżenia objawiały.

Opuszczenie krążyn dokonano ostrożnie: zaczekano około półtrzecia miesiąca, aż do chwili, w której zauważono, że krążyny nie obniżyły się już znacząco. Opuszczano je wtenczas zapomocą pudełek z piaskiem o 1 cm pierwszego dnia, potem o drugi drugiego dnia i tak powoli o 1 cm każdego dnia, aż póki nie zauważono, że sklepienie nie postępuje za wiazaniem i że się samo podtrzymuje.

Po opuszczeniu całkowitem krążyn, pokazało się, że łuk prawy obniżył się

jeszcze o 25 mm, a łuk lewy o 32 mm. Obniżenie kluczków po opuszczeniu krążyn trwało jeszcze przez parę tygodni. Jakiś to już zauważyli z belkami betonowymi Hennebique, cement nie od razu się kureczy i nie powraca też od razu do pierwotnego stanu, potrzebuje on do tego pewnego czasu; można powiedzieć, że w jego elastyczności objawia się pewna opieszałość. Jakkolwiek bądź, jest to bardzo piękny skutek, aby w łukach 40-metrowych nie mieć więcej, jak 5—6 cm całkowitego obniżenia.

Jedna tylko zachodzi tu lekka niedogodność, t. j. że klucze zostały się nieco wyżej, aniżeli na to rachowano, ale na długości takiej te parę centymetrów jest zupełnie na oko nie znaczące. Według tego, co mi powiedziano, zmiana temperatury nie daje więcej, jak 2 mm podwyższenia lub zníženia łuku, dodać wszakże trzeba, że zima ostatnia była bardzo lekka w Genewie, a lato dosyć dżdżyste, nie przyszło więc do wielkich różnic temperatury.

Przyczółki mało się ruszyły. Zauważono mniej więcej 5—6 mm na lewym brzegu, a 2—3 mm na prawym.

Po skończeniu sklepień wzięto się do ozdobienia ich i do budowy szosy po nich przechodzącej. Szosa sama i chodniki spoczywają (rys. 3) na małych arkadach podłużnych, które trzema piętrami zapełniają pachy między sklepieniami. Ostatnie piętro tych arkad podłużnych pokryte jest warstwą betonową, 0,30 m grubości, na której ułożono drogę jezdnią z proszku asfaltowego, ubijanego na miejscu; między drugim a trzecim piętrzem tych podłużnych arkad znajduje się parę sztab żelaznych, w poprzek ściągających całą budowę. Są to jedyne żelaza, użyte w budowie tego mostu.

Próżnię pod chodnikami podzielono na trzy kanały, które pokrywają cegielki z betonu Monier; w tych kanałach mieszczą się wygodnie rury wodne, gazowe i druty elektryczne szeroko w Genewie rozpowszechnionych telefonów, prądów dla siły i światła tak publicznego, jak i prywatnego. Cegielki Monier są równoboczne, mają one 0,07 m długości na 0,07 m szerokości, a 0,03 m grubości i spoczywają na lekkich podmurowaniach, stanowiących przedział między kanałami panującymi od jednego końca mostu do drugiego. Dostęp więc do rozmaitych kanalizacyj, znajdujących się pod nimi, jest nader łatwy, dostatecznie jest bowiem te cegielki podnieść, jak pokrycie pudełka.

Opisywany most obliczono w przypuszczeniu, że przechodzić po nim będą pociągi kolei drugorzędnej, obsługującej tę część miasta i okolice. Pociąg próbny składał się z trzech lokomotyw o trzech osiach, ważących każda 8,5 t, rozstawionych o 2 m i z nieograniczonej liczby wagonów po 10 t, o dwóch osiach, rozstawionych o 3,50 m. Drugą próbą polegała na pokryciu połowy każdego łuku ciężarem żwiru równo rozłożonym, po 500 kg na 1 m². Próby te most zniósł doskonale, ale i odbył oprócz tego i inną niespodziewaną próbę, t. j. przejazd dwóch wielkich lokomotyw, ważących jedna 85 t, druga 105 t. Lokomotywy te przyjechały razem, jedna ciągnąc drugą, przez tylko co skończony most, nim go oddano publiczności. Byłem obecny tej próbie, a przy badaniach, które mi powierzono, nie zauważyłem najmniejszego ruchu, wprawdzie ze względu na tor, ułożony wprost na szosie bez żadnego balastu, należało jechać bardzo powoli.

Choć most de la Couleuvrinière jest cały z betonu, którego spotrzebowano 16000 m³, wygląda jednak jak z kamienia. Filary i przyczółki są oblicowane ciosem z wapiennego jasno-żółtego kamienia z St.-Imier (Jura). Pachy są z białego kamienia z Divonne (Jura), a gzymsy z błękitnawo-czarnego marmuru z St.-Triphon (Alpy), a nad nim panuje bogata balustrada z różowego granitu z Baveno. Jedna rzecz tylko, naszym zdaniem, psuje nieco dla oka technika widok tego mostu z pewnych punktów, a mianowicie to, że podniebienie sklepień

pozostawiono bez żadnego wypolerowania. Odbite są więc na nich wszystkie ślady deszczulek, między którymi układano zworniki.

Most ten jest, o ile wiemy, drugi tego systemu na świecie; pokazuje on, że beton, starannie zrobiony i rozsądnie użyty, zdalny jest do robót wielkich rozmiarów; pokazuje nadto, że pozwala on prędzej i za tańsze pieniądze wznosić okazałe i prawdziwie artystyczne budowle. Kosztował on 800 000 franków, a budowa cała nie trwała półtora roku; kamienny kosztowałby pewno trzy razy drożej, bez piękniejszego wyglądu, a budowa niezawodnie trwałaby lat parę.

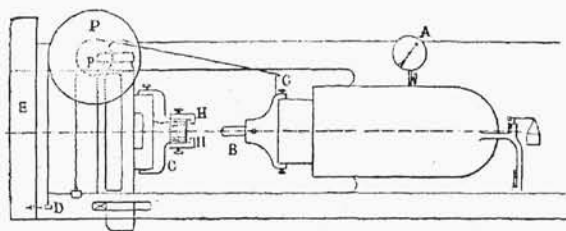
Jaka będzie jego wytrzymałość, trudno przesądzać, ale jest wszelkie prawdopodobieństwo, że on wieki trwać będzie. Beton, z którego się składa, jest tak twardy, że go trudno nawet narzędziami z twardej stali uszczerbić. Próbowano po skończeniu dla mniejszych instalacyj wybić w nim parę otworów — łamał się żwir prędzej, aniżeli zaprawa cementowa. Podług rachunków, mało jest części wystawionych na nateżenia, a wszystkie prawie pracują tylko pod ciśnieniem. Ponieważ zaprawy cementowe dopiero po dwóch latach nabywają, jak wiadomo, ostateczną swą tęgość, można wnosić, że materiał, z którego most jest zbudowany, tak się zachowa, jak naturalne betony alpejskie i puddingi z Valorsino, które są twarde jak granity. Cementy wyrabiane dziś w Szwajcaryi, osobliwie Portlandy z Reuchenette i St.-Sulpice, nie ustępują najlepszym angielskim, a piasek Rodanu i Arwy jest to prawie czysty krzemień sproszkowany, bez najmniejszej innej domieszki mułu.

O próbach wytrzymałości metali przez przebijanie.

(Ciąg dalszy, — por. Nr. 49 z r. b., str. 798).

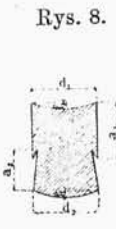
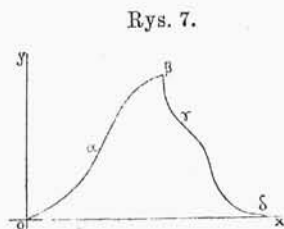
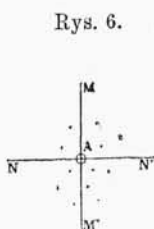
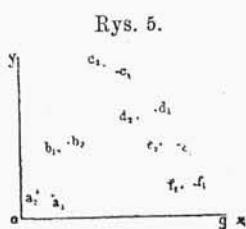
Tolmer do swych prób używał zwykłej prasy hydraulicznej, wywierającej ciśnienie od 0 do 220 *t* (rys. 4). Przebijak *B* przymocowywano tu wprost do tłoka, podkładkę zaś *C* do nieruchomej ramy maszyny. Drogię tłoka określa wska-

Rys. 4.



zówka *D*, przesuwaną się wzdłuż łaty *E*. Wskazówka ta otrzymuje ruch od tłoka za pośrednictwem bloczków *Pp*. Tak całe urządzenie przyrządu, jak również i sposób prowadzenia prób był bardzo prosty. Jeden z obserwatorów, po wprawieniu w działanie prasy, odczytywał głośno wskazania manometru *A* co 5 atm., a także i *maximum* wywieranego ciśnienia, drugi zaś zapisywał te wartości na łacie *E*, naprzeciw położenia wskazówki *D*. Otrzymane dane przenoszono następnie na grafik, w którym rzędne wyrażają ciśnienie, odcięte zaś—drogę prze-

bijaka. Przy tego rodzaju próbach nie można uniknąć pewnych omyłek, a mianowicie odczytywanie wskazań manometru i ich zapisanie nie odbywa się jednocześnie, a między tymi dwoma momentami upływa zwykle pewien przeciąg czasu. Odczytujący wskazania manometru nie jest też w stanie uszereżować pewnych niedokładności, gdyż gołem okiem trudno określić położenie strzałki na manometrze, tembardziej, że ona przesuwana się nierównomiernie. Aby uniknąć, o ile możności, wpływu powyższych omyłek na rezultaty wyrażone krzywami odnośnych grafików, powtarzano próbę z jednym i tym samym kawałkiem metalu kilka razy, otrzymywano zatem kilka punktów na grafiku (rys. 5), odpowiadających temu samemu ciśnieniu i położeniu tłoka maszyny. Na każdej takiej grafice punktów przeprowadzano dwie linie prostopadłe w ten sposób, żeby ilość punktów z każdej strony linii była jednakową (rys. 6), punkty zaś przecięcia linii prostopadłych przyjęto za charakteryzujące daną serię badań.



Próby swe Tolmer robił z arkuszami blachy o grubości od 1 do 30 mm, używając przebijaków o średnicy 8, 11, 13, 16, 19, 21, 31, 41 i 72 mm i nadając im szybkość 46 i 97 mm na minutę. Próby te wykazały, że szybkość niema najmniejszego wpływu na rezultaty badań, gdyż w każdym wypadku otrzymywano tak krzywe jak i wybite krążki zupełnie jednakowe, przy zachowaniu, ma się rozumieć, innych warunków, zupełnie takich samych. Diagram taki wyobraża rys. 7, odpowiada on formie krążka przedstawionego na rys. 8. Badając jednocześnie diagram i krążek w różnych fazach przebijania, przychodzi się do wniosku, że:

1) Część krzywej $\alpha\alpha$, zwrócona wklęsłością do osi rzędnych, odpowiada temu peryodowi przebijania, kiedy przebijak wygina metal i zaczyna go wciskać w otwór podkładki. Ogólna długość części $\alpha\alpha$, jak również i jej krzywizna, będzie tem większa, im mniejsza będzie grubość arkusza przebijanej blachy w porównaniu ze średnicą przebijaka i im metal jest więcej sprężysty.

2) Część $\alpha\beta$, zwrócona wklęsłością w stronę odwrotną, charakteryzuje właściwy peryod przebijania; wklęsłość tej części krzywej będzie tem większą, im metal jest więcej ciągliwy i jeżeli grubość próbki jest znaczna w porównaniu ze średnicą przebijaka.

3) $\beta\gamma$ wskazuje na raptowny spadek ciśnienia, gdy już nastąpiło rozerwanie cząsteczek metalu, t. j. krążek oddzielił się od całości.

4) $\gamma\delta$ charakteryzuje peryod usuwania krążka z otworu.

Krzywa $\gamma\delta$ zupełnie prawie ginie przy przebijaniu bardzo cienkich arkuszy blachy, w krążkach zaś a_1 zastępuje całkowicie a_2 . Rzecz się ma wręcz przeciwnie, gdy przebijamy blachę stosunkowo grubą w porównaniu ze średnicą przebijaka, wtedy nie otrzymuje się krzywa $\beta\gamma$, miejsce zaś jej zajmuje $\gamma\delta$, a na krążkach nie można prawie zauważyć części a_1 , cały zaś grafik przedstawia się w kształcie ciągłej krzywej z maksymalną rzędną w punkcie β . Tego samego charakteru krzywa otrzymuje się i przy przebijaniu metali miękkich, jak miedź, ołów, lub też żelaza i stali na gorąco. We wszystkich tych wypadkach działanie

przebijaka jest równomierne; w pierwszym, wskutek znacznego oporu przy usuwaniu z otworu przebitego krążka, ciśnienie, po rozerwaniu cząsteczek metalu, zmniejsza się nieznacznie, w innych sprawia to znaczna ciągliwość.

Według Tolmera, metoda ta nie może być jeszcze stosowana do bezpośredniego badania wytrzymałości metali, może jednak znaleźć zastosowanie praktyczne np. w takich wypadkach, gdy na podstawie sposobów ogólnie znanych stwierdzono dobroć danego metalu, a następnie trzeba się tylko przekonać, czy jego własności nie zmieniły się pod wpływem obróbki. Należy wtedy zdjąć kilka grafików, przy zastosowaniu przebijaka tej samej średnicy, biorąc próbki zawsze jednakowej grubości, a następnie zestawić otrzymane grafiki. Zmiana kształtu krzywej może nam dostarczyć następujących wskazówek (rys. 9):

1) zmniejszenie osi rzędnej $\beta\beta_1$, wskazuje odpowiednio zmniejszenie wytrzymałości na jednostkę przekroju;
2) dla metali kruchych kąt ω zmniejsza się, dla ciągliwych zaś zwiększa się;

3) istnieje pewna zależność pomiędzy powierzchnią $\alpha\alpha_1$, a oporem sprężystym;

4) widoczna zmiana powierzchni $\alpha\alpha\beta\gamma\gamma_1$, wskazuje zmianę w tym samym kierunku wytrzymałości na rozerwanie;

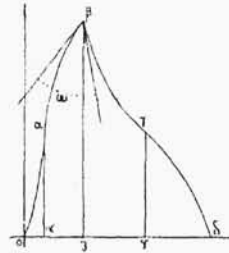
5) powiększenie się części krzywej $\beta\alpha$ mówi o większej ciągliwości metali;

6) część krzywej $\alpha\alpha$ charakteryzuje wydłużenie sprężyste.

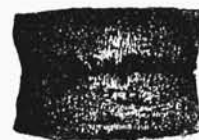
Zauważono w niektórych wypadkach, że dla tej samej wielkości $\beta\beta_1$, wielkość odciętej $\alpha\beta_1$ zmienia się. Po należytem wyświetleniu tej zależności i określeniu jej stosunku do właściwości metali, możnaby przyjąć trzy tylko wartości $\alpha\beta_1$, $\beta\beta_1$ i ω , charakteryzujące tak samo doskonale dany metal, jak obecnie się ma z wytrzymałością na rozerwanie, wydłużeniem i zwiężeniem przekroju.

Już badania Tolmera, choć przerabiane przy zastosowaniu środków bardzo prostych, rzuciły pewne światło na treść samej rzeczy; nieco dalej poszedł w tym kierunku p. Fremont i w paru rozprawach, zamieszczonych w „Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences“, usiłuje dać podstawę naukową badaniom wytrzymałości metali przez przebijanie lub przecinanie. Dotychczas ogólnie rozpowszechnioną jest teoria, że tak przy przebijaniu, jak również przy przecinaniu, występuje zjawisko zsuwania się włókien, tymczasem rozpatrując krążek przebitego metalu, przychodzi się do przekonania, że tak nie jest. Wokoło krążka tworzy się rodzaj pierścienia z włókien rozciągniętych i rozerwanych. W celu wyświetlenia tej kwestyi, Fremont wziął kawałek stali oheblowanej do jednakowej grubości i stopniowo zanurzał weń przebijaki, coraz to w innym miejscu. Począwszy od nieznacznego zagłębienia się przebijaka aż do zupełnego przebiccia. Zbadany w ten sposób kawałek stali przecina się wzdłuż linii, łączącej środki krążków, powierzchnia przekroju, należycie następnie obrobiona, wykazuje dosadnie, że przy przebijaniu ma miejsce zjawisko rozerwania włókien metalu, a nie zsuwanie. Każda warstwa metalu, ściśnięta przebijakiem, nie oddziela się bezpośrednio od jednorodnej z nią warstwy w całym kawałku, lecz między temi warstwami pozostaje łączność w kształcie pierścienia. Włókna pierścienia rozciągają się, potem występuje zjawisko ich zwiężenia przed samem rozerwaniem w najslabszym miejscu pośrodku wysokości krążka, który przyjmuje kształt podwójnego stożka ściętego (rys. 10).

Rys. 9.



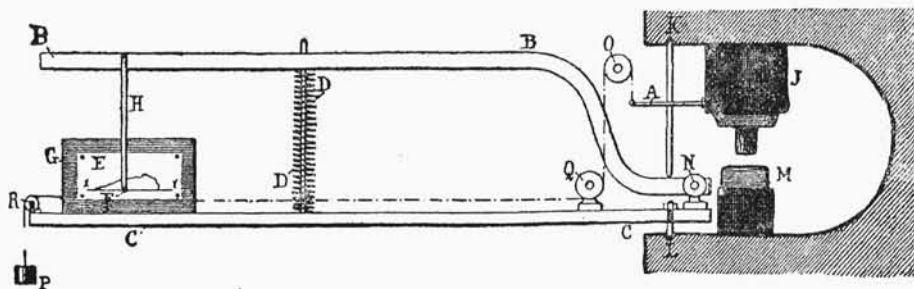
Rys. 10.



W podobny sposób p. Fremont badał i zjawisko przecinania. W sztabie żelaza zrobił 10 stopniowych nacięć, następnie sztukę tę obrobił tak samo, jak i przy badaniu przebijania i przyszedł do wniosku, że i przecinanie jest następstwem nie zsuwania się włókien metalu, lecz ich rozrywania.

Do badań swych używał Fremont przebijarki, połączonej z przyrządem do wykreślenia diagramów pracy przebijania lub przecinania (rys. 11). Przyrząd to bardzo prosty: dwa drążki *C* i *B* unieszcza się w ramie przebijarki, drążek *C* umocowuje się nieruchomo, *B* zaś łączy z *C* na zawiasach w punkcie *N*, oprócz tego pomiędzy drążki wstawia się jeszcze sprężyna *D*, która usiłuje je rozsunąć.

Rys. 11.



W przecię *H*, przymocowanym do drążka *B*, umieszcza się ołówek, który kreśli rzędne proporcjonalne do ciśnienia wywieranego na metal, gdyż zmiana położenia drążka *B* zależy od ciśnienia przebijaka, papier zaś *E*, wraz z tablicą *G*, przesuwają się w kierunku poziomym wskutek działania nań ciężaru *P*, zawieszono go na sznurze przymocowanym do przebijaka i przetrzucanym przez bloczki *O* i *Q*, a zatem odcięte diagramu są proporcjonalne do drogi przebijaka i grafiki da nam pracę, zużytą na przebicie. Przyrząd ten działał bardzo dokładnie i przy powtarzaniu prób z tym samym metalem dawał krzywe zupełnie jednakowe, a gdy brano metal, posiadający cokolwiek inne właściwości, charakter krzywej zaraz się zmieniał. Badając zjawiska przy przebijaniu, Fremont zwrócił uwagę i na to, jakie znaczenie odgrywa *gra* przy przebijaniu, t. j. luz pomiędzy przebijką a otworem podkładki. W tym celu zbadał on siedm sztab rozmaitych metali, a mianowicie: mosiądz, miedź, stal miękka, żelazo i t. d.

Grubość wszystkich próbek była jednakowa — 25 mm i do przebijania we wszystkich wypadkach używał przebijaka o tej samej średnicy (35 mm), lecz przy dwóch rozmaitych otworach w podkładce; jedna podkładka miała otwór o średnicy 36 mm, luz tu więc wynosił $\frac{1}{2}$ mm, druga z otworem stożkowym 39 mm, a zatem grą 2 mm. Grafiki otrzymane w obydwóch wypadkach dla jednakowych metali różnią się tylko wielkością swej powierzchni, maksymalne zaś rzędne zawsze są jednakowe, a zatem wynika stąd, że *gra* przy przebijaniu niema zupełnie wpływu na *maximum* ciśnienia przebijaka, zależy od niej tylko ilość pracy, zużytej na przebicie.

Praca przebijaka może być podzielona na dwie części: pracę rozerwania cząsteczek metalu i pracę usuwania krążka z otworu. Krążki, jak nam już wiadomo, posiadają kształt podwójnego stożka ściętego; krążek taki usuwa się więc łatwo, gdy średnica otworu od strony podkładki jest większa niż średnica przebijaka, w przeciwnym razie następuje ściskanie krążka i wytlaczanie go z otworu pochłania wiele pracy i tem więcej, im grubość przebijanego metalu jest znaczniejsza. Można zatem przysiąc do wniosku, co zresztą stwierdziły i badania, że

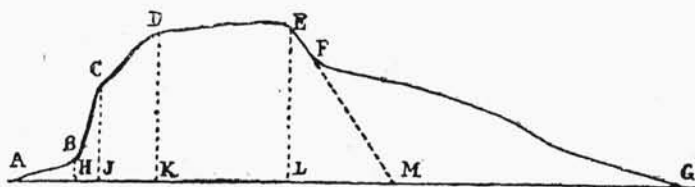
gra pomiędzy przebijiakiem a otworem podkładki zależy tylko od grubości przebijanego metalu i jego ciągliwości, lecz nie od średnicy przebijaika; wogóle gra powinna wynosić mniej więcej $\frac{1}{5}$ grubości przebijanego metalu.

Z poprzedniego wynika, że metoda badania wytrzymałości metali przez przebijanie jest znacznie prostszą niż próby na rozerwanie i jeśli tylko, na podstawie otrzymanych grafików, można będzie zupełnie dokładnie zhadać właściwości danego metalu, w takim razie kwestya ta staje się rozstrzygniętą i próby przez przebijanie, jako łatwe do przeprowadzenia i charakteryzujące jednocześnie wiele właściwości materiału, znajdują szerokie zastosowanie.

W celu zbadania grafików, przerabiano próby przy uwzględnieniu rozlicznych warunków.

Brano metale przeróżnych gatunków, poczynawszy od miedzi, której wytrzymałość na rozerwanie nie przewyższa 20 kg/mm^2 , a kończąc na twardej stali o wytrzymałości na rozerwanie z górą 95 kg/mm^2 . Próby te wykazały, że przy badaniu metali o jednakowych własnościach otrzymują się grafiki zupełnie identyczne, wszelkie zaś zmiany we własnościach metali, wywołują odpowiednie zmiany w grafikach. Na podstawie dotychczasowych badań, nie można jeszcze

Rys. 12.



na pewno utrzymywać, że diagram otrzymany przy przebijaniu odpowiada ściśle pracy przebijania, jednakże można przyjąć za pewnik, że *max.* rzędna pozostaje proporcjonalną do ciśnienia przebijaika i do grubości przebijanego metalu. Własność tę grafików stwierdzono w sposób następujący: wzięto kilka próbek rozmaitych metali i oheblowano je do grubości 5, 10, 15, 20 i 25 mm. Badając następnie wytrzymałość tych próbek na przebijanie i rozerwanie i zestawiając otrzymane diagramy, daje się łatwo zauważyć, że *max.* rzędna przy przebijaniu jest zupełnie proporcjonalna do rzędnej, odpowiadającej rozerwaniu próbki przy próbach na rozerwanie. Po zestawieniu zaś oporu, jaki stawia metal przy przebijaniu, z oporem przy rozerwaniu, daje się wyprowadzić stały stosunek 0,7, a zatem badając dany metal przez przebijanie, możemy sądzić o jego wytrzymałości na rozerwanie. Przy porównywaniu, grafiki otrzymane dla rozmaitych metali stają się widocznymi, charakteryzują one i inne własności metali nie gorzej niż grafiki z prób na rozerwanie. Przypatrzmy się np. typowemu diagramowi (rys. 12) przebijania. Im metal twardszy, tem krzywa *BC* więcej się zbliża do osi rzędnych. Część krzywej *CD* charakteryzuje ciągliwość metalu, krzywa zaś *DE* z *max.* rzędną w punkcie *E* odpowiada zupełnie w próbach na rozerwanie temu peryodowi, gdy po przekroczeniu granicy sprężystości zaczyna się tracić związek pomiędzy cząsteczkami metalu; o wydłużeniu zaś, jakie otrzymuje wtedy metal, daje nam pojęcie odległość pomiędzy rzędnymi *DK* i *EL*. Jeżeli następnie poprowadzimy styczną w punkcie *E* do krzywej *EF*, to przestrzeń *FMG* wyraża pracę użytą na usuwanie krążka z metalu, a *ELM* — ściskanie metalu podczas usuwania.

Wyniki dotychczasowych badań wytrzymałości metali przez przebijanie, choć może nie wystarczające, ażeby się można było na nich już w zupełności

ograniczyć i metodę tę stosować wprost w praktyce, wskazują jednak, że droga, jaką szedł Hunt i jego następcy, nie jest pozbawioną doniosłego znaczenia, i po więcej gruntownem opracowaniu, może oddać technice niezaprzeczone usługi ¹⁾.

J. Michalíkovski.

KRYTYKA I BIBLIOGRAFIA.

Biblioteka Przemysłowa. Od administracyi Biblioteki Przemysłowej odbieramy odezwę podpisaną przez jej wydawcę, p. Hipolita Wawelberga, której osnowę podajemy i na którą czujemy się w obowiązku zwrócić uwagę czytelników naszych.

„Wydawane przeze mnie dzieła techniczne — mówi szanowny Wydawca — mają na celu przyjsć w pomoc swoim pracownikom na polu pracy przemysłowo-technicznej, zwłaszcza niższym technikom, majstrom, mechanikom, rzemieślnikom i robotnikom fabrycznym, nie znajdującym w kraju odpowiednich szkół, w którychby mogli nabyć niezbędne dla nich wykształcenie zawodowe i z tego powodu wypieranym często ze swych stanowisk przez obcokrajowców. Zarazem mają one na celu dostarczyć uczniom powstających u nas szkół zawodowych, a także wykwalifikowanym technikom, którzy fachowe swe wykształcenie nabyli za granicami kraju, odpowiednich podręczników, przy których pomocy obeznawczy się mogli zarówno z polską terminologią techniczną, jak i z miejscowymi warunkami wytwórczości. Wydawnictwa te, któremi kieruje Komitet redakcyjny, złożony z najwybitniejszych naszych techników, przyczynić się przeto mogą w znacznym stopniu do normalniejszego i racjonalniejszego rozwoju przemysłu krajowego.“

Słowa powyższe, tak jasno i wymownie określające obywatelskie prawdziwie cele wydawnictwa, zobowiązują bez wyjątku przemysłowców i techników naszych, na jakimkolwiek stopniu ich hierarchii zawodowej pozostających, do czynnego i gorącego poparcia Wydawcy w jego szlachetnych dążeniach. Słowa te powinny znaleźć oddźwięk w sercach tych wszystkich, którym dobro przemysłu naszego nie jest obojętnem. Powinniśmy ułatwiać, uprzystępniać nabywanie i czytanie tych dzieł, jako stanowiących nieodzowną podwalinę wiedzy teoretycznej, bez której wniknięcie w praktyczną stronę techniki staje się trudnem, mozolnem i długoletnią zaledwie pracą dającą się osiągnąć — i to w pewnej tylko mierze — zadaniem.

Niżej podajemy wykaz dzieł już wydanych, oraz wykaz dzieł do druku przygotowanych, zaznaczając przytem, że nader niskie ceny dzieł tych, czynią je łatwymi do nabycia.

DZIEŁA WYDANE:

- 1) *P. Brausser i A. Spannath. Podręcznik dla pałaczy kotłowych.* Przetłomaczył na język polski i uzupełnił dr. Felicyan Łaszczyński. Warszawa, 1894, in-8^o, str. 143, XV, rys. 53. Cena kop. 60.

Dziełko to, przystępnie napisane, obejmuje treściwe wiadomości z fizyki ciepła, niezbędne do zrozumienia nauki o kotłach parowych, wiadomości o materiałach

¹⁾ Szczegóły badań Hunta i Tolmera, objaśnione licznymi tablicami i grafikami, znajdują się w „R. gener. d. chem. d. fer.“ z r. 1894.

opałowych, o wodzie, o ustawianiu i obmurowywaniu kotłów, o wodowskazach, wentylach, o obsłudze kotłów i t. d. W końcu dodane są „Przepisy do budowy, ustawiania i utrzymania kotłów parowych“, zatwierdzone przez p. ministra skarbu d. 30 lipca r. 1890.

Dziełko to winno być nieodstępnym towarzyszem każdego, kto ma do czynienia z kotłami parowymi.

- 2) *Robert S. Ball*. **Mechanika doświadczalna**. Z drugiego wydania angielskiego przełożył Stanisław Kramsztyk. Warszawa, 1895, in-8^o, str. 422, IV, rys. 103. Cena rs. 1.

Książka ta powstała z odczytów prof. Balla w Dublinie, mianych głównie dla młodzieży rzemieślniczej i przemysłowej. Napisana elementarnie, z wielkim talentem dydaktycznym, podaje ona czytelnikowi gruntowny wykład zasad mechaniki, wysnuty na drodze doświadczalnej. Kto tę książkę sumiennie przeczyta, nabierze dokładnego pojęcia o podstawowych prawdach mechanicznych i nauczy się rozumieć zjawiska, z jakimi spotyka się na każdym kroku pracy zawodowej.

- 3) *Stanisław Jakubowicz*, inżynier. **Zarys przędzenia wełny czesankowej**. Warszawa, 1895, in-8^o, str. 79, III, rys. 21. Cena kop. 40.

W bardzo treściwym i jasnym wykładzie podaje autor najważniejsze wiadomości o wełnie czesankowej, oraz opis wszelkich czynności przędzenia tejże.

- 4) *Felicjan Przyszychowski*, inż.-chemik, czeladnik garbarski. **Słownik polsko-rosyjsko-niemiecki terminów garbarskich**. Warszawa, 1895, in-8^o, str. 28, II. Cena kop. 15.

Zadaniem tej książeczki, obejmującej spis 650 wyrazów, jest porozumienie się ze specjalistami, celem ustalenia słownictwa polskiego w tak ważnej gałęzi przemysłu, jaką jest garbarstwo.

- 5) *E. F. Scholl*. **Przewodnik dla maszynistów**, tłumaczył Alek. Podworski, inż.-technolog. Część I. Warszawa, 1895, in-8^o, str. 380, XI, rys. 235. Cena rs. 1 kop. 50.

Część II. Warszawa, 1897, str. 305, VII, rys. 179. Cena rs. 1 kop. 20.

Dzieło zawiera praktyczne wskazówki i rady dla młodych techników lub aspirantów do zawodów technicznych, ułatwiając im obznajmienie się z urządzeniem i działaniem machin parowych, ze sposobami obchodzenia się z nimi, środkami zapobiegania łatwym w początkach zawodu pomyłkom i t. d.

- 6) *M. Lauenstein*, inżynier i profesor w Karlsruhe. **Podręcznik mechaniki dla średnich szkół technicznych i samouków**, przełożył Józef Hofman, inżynier. Warszawa, 1896, in-8^o, str. 256, VIII, rys. 141. Cena rs. 1 kop. 10.

Wykład zasad statyki, dynamiki, hydrostatyki, hydrodynamiki, aerostatyki i aerodynamiki, wymagający tylko znajomości matematyki elementarnej. Kto przestudował mechanikę doświadczalną Balla, znajdzie w tej książce odmienne przedstawienie rzeczy, pożądane do dokładnego poznania zasad mechaniki, tak niezbędnych każdemu technikowi.

- 7) *A. Jamieson*. **Zasady magnetyzmu i elektryczności**, z dopełnieniami d-ra J. Kollerta, profesora szkoły technicznej w Chemnitz, przekład z uwzględnieniem ostatniego wydania angielskiego, dokonany przez St. Stetkiewicza, kandydata nauk mat.-fiz. Część I. Warszawa, 1897, str. 354, rys. 193. Cena rs. 1 kop. 35 w oprawie, rs. 1 kop. 25 bez oprawy.

Dzieło to, stojące zarówno pod względem naukowym jak i podawanych wskazówek praktycznych, na wysokości tegoczesnych wymagań, napisane jest jasno, przystępnie i zrozumiale. Jest ono niezbędne dla każdego, zajmującego się badaniem zjawisk magnetyzmu i elektryczności.

DZIEŁA PRZYGOTOWANE DO DRUKU:

- 1) *Jabłkowski i Szleszyński*. **Nauka tkactwa**.
- 2) *Wawrykiewicz*. **Nauka rysunków**.
- 3) *Z. Straszewicz*. **Przewodnik dla monterów instalacji elektrycznych**.

- 4) *F. Przyszychowski.* Nauka garbarstwa.
- 5) *Lickfeld.* Motory gazowe.
- 6) *St. Konkwiewicz.* Mineralogia i geologia.
- 7) *F. Kucharzewski.* Hydraulika.
- 8) *St. Jakubowicz.* Samoprążnice.
- 9) *Łisiecki.* O transmisyjach.
- 10) *Krause.* Geometrya analityczna.
- 11) *J. I. Boguski.* Podręcznik chemii.
- 12) *Prof. Witt.* Nauka miernictwa i niwelacji.
- 13) *Pokrzywnicki.* Statyka graficzna.

Dzieła powyższe nabywać można w biurze domu bankowego H. Wawelberg w Warszawie, oraz we wszystkich księgarniach w kraju i zagranicą. Książki mogą być wysyłane za zaliczeniem pocztowym.

GÓRNICTWO. — HUTNICTWO.

Analiza chemiczna gazów w kopalniach węgla.

Rozwój górnictwa węglowego przyczynił się także, szczególnie w ostatnich czasach, do rozwoju odnośnego działu analizy chemicznej, zastosowanej w tym przemyśle. Dziś ma ona znaczenie tak ze względu na bezpieczeństwo przy wydobywaniu, jak i ze względu na ocenę jakości węgla.

Poniżej podaję niektóre metody analityczne, jakimi posługuję się w laboratorium w Dąbrowie śląskiej, i jakie miałem sposobność widzieć i przerabiać przy zwiedzaniu innych pracowni chemicznych, jak np. w Ostrawie morawskiej i Karwinie. Wszędzie posiadają analizy gazów, względnie powietrza kopalnianego, największe znaczenie.

Do brania prób powietrza kopalnianego używane są naczynia szklane (rys. 1, 2) lub blaszane (rys. 3) o rozmaitej pojemności, które napełnia się dokładnie wodą i wypuszcza ją w kopalni w tem miejscu, gdzie ma być wzięta próba, a następnie zamyka się szczelnie naczynie. Przekonałem się, że naczynia blaszane są mało odpowiednie do brania prób, gdyż łatwo się psują, a najdrobniejsza nieszczelność, której nieraz trudno zauważyć, wpływa bardzo ujemnie na dokładność analizy (ze względu na silną dyfuzję).

Dlatego najlepiej stosować naczynia ze zwykłego, grubego szkła i, o ile możliwości, opatrzone kranami szklanymi. Zwykle naczynia do brania prób zawierają około 300, największe około 1300 cm^3 . Wielkość ta, przy zastosowaniu poniżej podanych metod, jest zupełnie wystarczającą.

Oznaczenie metanu— CH_4 .

Jak wiadomo, zawartość metanu w gazach kopalnianych odgrywa bardzo ważną rolę; wykonanie oznaczenia po-

Rys. 1.



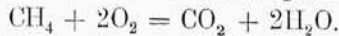
Rys. 2.



Rys. 3.



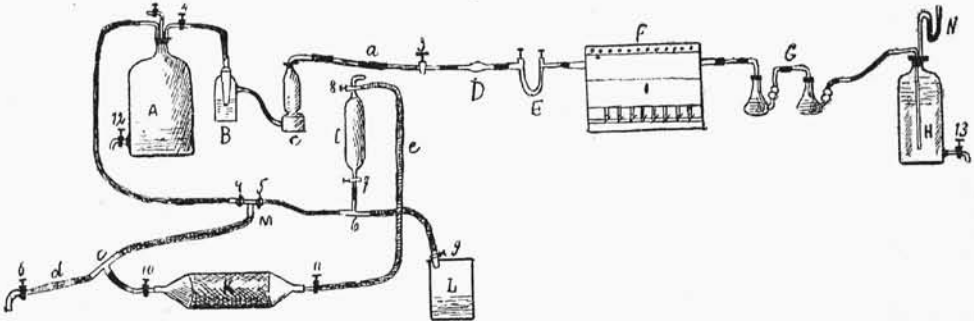
winno się odbywać z jak największą dokładnością. Do najdokładniejszych metod zalicza się sposób Winkler'a, trochę zmodyfikowany. Gaz przepuszcza się przez rurę, napełnioną tlenkiem miedzi CuO i spala.



Wydzielony CO_2 chwyta się w wodzie barytowej $\text{Ba}(\text{OH})_2$, a nadmiar $\text{Ba}(\text{OH})_2$ miareczkuje się kwasem szczawiowym w obecności fenolftaleiny.

Aparat ustawia się na stole około 2,20 m długim tak, jak wskazuje rys. 4.

Rys. 4.



- A* i *H*—aspiratory; pierwszy napełniony powietrzem, drugi wodą;
- B*—płóczka z H_2SO_4 ;
- C*—naczynie z wapnem sodowanym;
- D*—kulka bezpieczeństwa;
- E*—rurka z wapnem sodowanym;
- F*—piecyk Glaser'a z 8-ma palnikami; wewnątrz spoczywa rura szklana;
- G*—dwie kolbki Fresenius'a;
- I*—naczynie o 500 cm^3 pojemności, umocowane zapomocą pierścienia do żelaznego stojaka. Rurka górna naczynia ma być włoskowata; kran 8 trójdrogowy. Tuż przy naczyniu powinien wisieć termometr, a nadto ustawia się obok naczynia, od strony piecyka, przegrodę drewnianą, aby ciepło rozgrzanego pieca nie oddziaływało na gaz w zbiorniku *I*;
- K*—zbiornik z próbą gazu analizowanego;
- L*—zlewka;
- M*—kran mosiężny, podwójny (Hlasiwetz'a);
- b, c*—rurki szklane, trójdrogowe;
- d*—kauczuk, łączący aparat z wodociągiem.

Najpierw napełnia się aspirator *A* czystym powietrzem. W tym celu napełniony początkowo wodą aspirator opróżnia się na podwórze, albo prowadzi się rurkę kauczukową od kranu 1 za okno i otwiera kran 1 i 12, wskutek czego wypływa woda, a powietrze wchodzi do wnętrza, po napełnieniu powietrzem oba krany się zamyka.

Gdy aparat jest ustawiony, przepuszcza się przez niego powietrze, aby wypędzić znajdujący się w aparacie CO_2 (aspiratora *H* nie włącza się podczas przepuszczania powietrza). W tym celu otwiera się krany: 2, 3, 4, a 6-ym reguluje się dopływ wody tak, aby spadała w aspiratorze *A* szybko, lecz kroplami. Równocześnie zapala się palniki (jeżeli piec jest dobry to tylko sześć) pod rurą szklaną, umieszczoną w piecyku *F*. Rura napełniona jest sproszkowanym CuO , pomieszczanym z azbestem. Użycie takiego CuO jest lepsze, gdyż następuje prędsze

rozżarzenie i dokładniejsze spalenie. Rura powinna wystawać po za piecyk, z obu stron 10—15 cm.

Przepuszczanie powietrza przez aparat trwa około pół godziny, to znaczy przepuszcza się 1—1½ litra (najlepiej mieć odpowiednią podziałkę na aspiratorze). Jeżeli wypada robić kilka oznaczeń jedno po drugim, wówczas przygotowuje się przedtem kolbki absorpcyjne. W tym celu łączy się szereg kolbek ze sobą, na początku stawia się płóczkę z H_2SO_4 i drugą z wapnem sodowanym, a z przeciwnej strony łączy się kolbki z pompą ssącą (np. Arzberger'a i Zulkowsky'ego) i przepuszcza wolno powietrze; na sześć kolbek przepuszcza się mniej więcej 2—3 l powietrza. W ten sposób zaraz po dokonaniu jednego spalenia można dołączyć dwie kolbki i robić spalenie drugie.

Gdy przeszła już przez aparat dostateczna ilość powietrza, zamyka się wszystkie krany i napełnia zbiornik *I* gazem, a więc otwiera się krany: 6, 10, 11, 7 i 9, a 8 ustawia się w ten sposób, aby gaz wchodził do zbiornika *I*. Gdy zbiornik napełnił się już gazem do dolnego znaczka, zamyka się kran 7 i następnie, prócz 8, aparat rozłącza się przy kauczuku *a* (kran 3 musi być zamknięty) i łączy w tym punkcie ze zbiornikiem *I*, wypuściwszy poprzednio tak z kauczuku *e*, jak i ze zbiornika *I* nadmiar gazu, przez odpowiednie otwarcie kranu 8. Notujemy ciśnienie barometryczne i temperaturę przy naczyniu *I*.

Zapomocą pipetki wlewamy do obu kolbek *G* roztwór $Ba(OH)_2$, szczelnie je zamykamy i dołączamy aspirator *H*. Po tej czynności następuje spalenie. Otwiera się krany 13, 3, 8 w ten sposób, aby połączyć zbiornik *I* z kauczukiem *a*, 7, 5, a 6 o tyle, aby woda wpływała bardzo wolno do zbiornika. Po kilku próbach dochodzi się z łatwością do wprawy, jeżeli się zauważy, że napełnianie zbiornika *I* wodą, względnie wypychanie gazu, powinno trwać około 20 minut. Gdy woda w naczyniu *I* doszła do kranu 8, zamyka się go, jak również krany: 3, 7 i 5, odłącza zbiornik *I*, a aparat łączy się jak na początku, celem przepuszczania powietrza, a więc otwiera się krany: 2, 3, 4, a 6-ym reguluje się dopływ wody do aspiratora tak, aby spadała szybko, lecz kroplami. Powietrza po spaleniu przepuszcza się około 1,5 l. Kolbki z wodą barytową zabiera się teraz do miareczkowania.

W ten sposób można na dwóch aparatach, w przeciągu ośmiu godzin, wykonać 12—16 oznaczeń.

Rozczyny potrzebne przyrządza się w sposób następujący:

Rozczyn zwykły $Ba(OH)_2$ otrzymuje się, mieszając 600 cm^3 nasyconego roztworu tego odczynnika z 4,5 l wody. Taki roztwór służy przy analizach powietrza kopalnianego, zawierającego mniej niż 2% CH_4 . Używa się po 20 cm^3 roztworu do każdej kolbki. Przy 2% CH_4 wlewa się po 25 cm^3 roztworu, a przy wyższych ilościach używa się cięższego roztworu, a mianowicie: 100 cm^3 roztworu nasyconego rozcieńcza się 500 cm^3 wody i z tego bierze się po 20 cm^3 do każdej kolbki. Przy setnych % CH_4 używa się słabego roztworu $Ba(OH)_2$, a mianowicie: 135 cm^3 nasyconego rozcieńcza się 3 l wody.

Kwas szczawiowy przyrządza się normalny, t. j. zawierający 5,6325 g chem. czyst. kwasu szczawowego krystalicznego w litrze. Taki roztwór stosuje się wówczas, gdy jest więcej niż 2% CH_4 , jeżeli zaś jest 2% lub mniej, używa się 1/3 normalny kwas szczawiowy, a przy 0% setnych metanu 1/10 normalny kwas.

Fenoltaleinę przyrządzam, rozczyniając 10 g preparatu w 300 cm^3 alkoholu o 90% objętościowych.

Celem oznaczenia miana roztworu $Ba(OH)_2$ bierze się 40 cm^3 roztworu do kolbki, dodaje 2 krople fenoltaleiny i miareczkuje 1/8 norm. kwasem szczawowym. Jeżeli do analizy używamy innego roztworu $Ba(OH)_2$, a więc i innego także kwasu szczawowego, wówczas oznaczamy odpowiednie miano; a więc

bierzemy np. 40 cm^3 słabego roztworu $Ba(OH)_2$ i miareczkujemy $\frac{1}{10}$ norm. kwasem szczawiowym.

Przykład: $t=19^0$; $B=739$ mm; $V_t = 500$ cm^3 ; $V_0=445$ cm^3 —1)

40 cm^3 roztworu $Ba(OH)_2 = 36$ cm^3 $\frac{1}{3}$ norm. $C_2H_2O_4$.

Przy analizie zużyto 30,3 cm^3 $\frac{1}{3}$ norm. $C_2H_2O_4$.

1 cm^3 normalnego roztworu $H_2C_2O_4 = 1$ cm^3 CO_2

$$36,0 - 30,3 = 5,7$$

$$5,7 : 3 = 1,9$$
 cm^3 CO_2

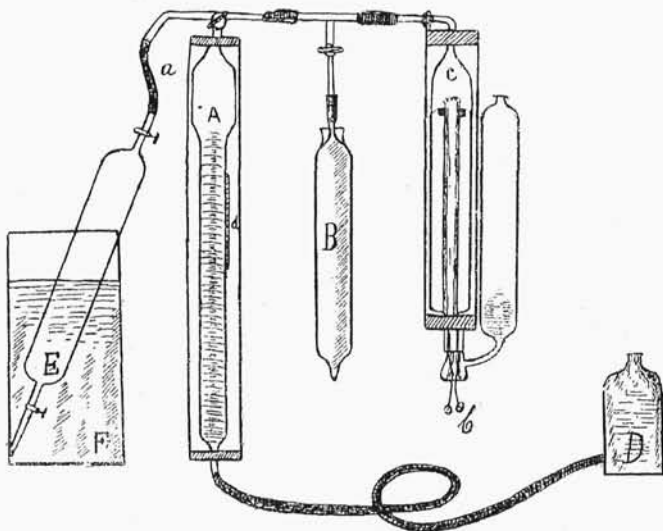
$$445 : 1,9 = 100 : x$$

$$x = 0,427\% CO_2.$$

A ponieważ 1 obj. $CO_2 = 1$ obj. CH_4 , więc:

$$0,427\% CO_2 = 0,427\% CH_4.$$

Rys. 5.



Celem szybkiego oznaczenia CH_4 , szczególnie przy znaczniejszych jego zawartościach w powietrzu kopalnianem, używa się różnego rodzaju aparatów, znanych pod nazwą: *grisometrów* (grison=metan). Grisometry nowszej konstrukcji urządzone są zwykle dla oznaczeń CH_4 , a także CO_2 , O i CO. Powyżej podajemy opis jednego z najdogodniejszych ³⁾, służącego równocześnie do oznaczania CH_4 i CO_2 (rys. 5).

1) $V_0 = \frac{V_t (B - f)}{760 (1 + at)}$, gdzie f = prężność pary.

2) $\alpha = 0,00357$, B = stan barometryczny, t = temperatura.

f przy	$15^0 = 12,7$	$23^0 = 20,9$
	$16^0 = 13,5$	$24^0 = 22,1$
	$17^0 = 14,4$	$25^0 = 23,5$
	$18^0 = 15,3$	$26^0 = 24,9$
	$19^0 = 16,3$	$27^0 = 26,5$
	$20^0 = 17,3$	$28^0 = 28,1$
	$21^0 = 18,5$	$29^0 = 29,8$
	$22^0 = 19,6$	$30^0 = 31,5$

3) Wyrabia je firma: Cornelius Heinz et C^o w Akwizgranie (Aachen).

A, naczynie o 100 cm^3 pojemności, służące do odmierzania gazu; otoczone jest chłodnicą, przez którą, w razie potrzeby, przepuszcza się wodę. Zapoinocą węża kauczukowego naczynie *A* połączone jest z flaską *D*, napełnioną wodą. Do naczynia *A* przyczepiony jest termometr *d*.

B, naczynie do pochłaniania CO_2 , napełnione jest roztworem KOH.

C, naczynie do spalania metanu, otoczone chłodnicą. We wnętrzu naczynia wtopione są dwie rurki szklane, przez które przechodzą druty miedziane, zaopatrzone na końcach rurek nasadami i śrubkami mosiężnymi, służącymi do przyczepiania spirali platynowej. Należy dobrze uważać, aby końce drutów były doskonale uszczelnione, gdyż albo woda na zewnątrz, albo powietrze do wnętrza naczynia mogłoby się dostawać, co spowodowałoby fałszywe wyniki. Spiralę platynową robi się albo wprost z drutu, o przekroju $0,35\text{ mm}$, albo lepiej z blaszki wąskiej i cienkiej.

E, naczynie z grubego szkła o pojemności około 300 cm^3 , zawierające próbę gazu, umieszczone w zlewce z wodą.

b, śrubki, łączące aparat ze zwykłymi dwoma lub trzema elementami np. Grove'go, lub z akumulatorem. Siła prądu ma być tak wielka, aby spiralę rozgrzać do jasnego żaru. Przy słabym prądzie następuje za wolne lub niedostateczne spalanie metanu.

Chłodnice około *A* i *C* połączone są z wodociągiem lub ze zbiornikiem z wodą, umieszczonym po nad stołem, przy którym się pracuje, nadto obie chłodnice połączone są wężem kauczukowym ze sobą tak, że gdy wodę przepuszczamy przez jedną z nich, przechodzi ona równocześnie i przez drugą (na rysunku tego nie uwzględniono).

Gdy aparat jest już przygotowany do analizy, to jest gdy płyny w naczyniach *A*, *B* i *C* są podniesione aż do kranów 1, 2 i 3, względnie znaczków, umieszczonych nieco poniżej tych kranów (uskutecznią się to zapomocą flaszki *D*), wówczas naczynie *E* z próbą gazu wkłada się do zlewki z wodą, łączy kauczukiem *a* z aparatem, następnie otwiera się kran: 5 i 4, a zapomocą trójdrogowego kranu 1 łączy rurkę gazową *a* z naczyniem *A*. Należy zauważyć, że po otwarciu kranu 5 powinno ująć kilka baniek gazu na zewnątrz, gdyż w kopalni, prócz w przewodzie do wentylatora, panuje większe ciśnienie, niż nad kopalnią. Jeśli więc bańki nie ukażą się, jest to znakiem, że próba źle była brana.

Naczynie *A* nie napełnia się początkowo w zupełności gazem, gdyż pierwsza część gazu zmieszana jest z powietrzem, a więc należy ją wypuścić na zewnątrz. W tym celu zamyka się kran 4, a gaz wypuszcza z naczynia *A*, podnosząc do góry flaskę *D* i ustawiając odpowiednio kran 1. Po skutecznieniu tego napełnia się naczynie *A* gazem aż do znaczku *O*, przyczem należy chwilę poczekać, aby woda miała czas ocieć i wówczas dopiero ustawia się gaz przy równym poziomie wody we flasce *D* i naczyniu *A*. Równocześnie odczytuje się temperaturę na termometrze, umieszczonym obok naczynia *A*.

Najpierw oznacza się ilość CO_2 , przepuszczając gaz przez roztwór KOH. W tym celu łączy się naczynie *A* z rurką *c* i otwiera kran 2. Podnosząc teraz flaskę *D* do góry i na dół kolejno, poddajemy gaz działaniu KOH, wskutek czego po 4—6 razowym podniesieniu i opuszczeniu wszystkich CO_2 zostaje absorbowany. Wreszcie podnosi się roztwór KOH aż do kranu 2, kran zamyka, a przepuściwszy wodę przez chłodnicę, dochodzi się do poprzednio odczytanej temperatury. Teraz pozostawia się aparat chwilę w spokoju, aby woda w naczyniu *A* ociekła i odczytuje ubytek gazu wprost jako % CO_2 .

Ważnem jest utrzymanie tej samej temperatury przy odczytywaniu na podziałce ilości gazu, gdyż już przy niewielkiej różnicy temperatury następuje w porównaniu, znaczne zmniejszenie lub powiększenie objętości gazu.

Rozczyn KOH przygotowuje się, rozpuszczając 250 g odczynnika w 1 l wody destylowanej (1 cm^3 takiego rozczyntu pochłania 42 cm^3 CO_2).

Celem oznaczenia CH_4 łączy się naczynie A zapomocą kranu 1 i 3 z naczyniem C, opuszcza wodę w tem ostatniem, aż do punktu, w którym do rurek szklanych przyczepione są nasady mosiężne i przepuszcza prąd, wskutek czego spirala rozgrzewa się do jasnego żaru. Zapomocą flaszki D podnosi się i opuszcza wodę w naczyniu C mniej więcej 6—8 razy; oczywiście wodę podnosi się nie wyżej, jak do nasadów mosiężnych. Następnie przerywa się prąd, daje chwilę biegunom rozpalonym ostygnąć i wypełnia naczynie wodą do kranu 3. Aby doprowadzić do pierwotnej temperatury, przepuszcza się znowu przez chłodnicę wodę i po chwili odczytuje ubytek gazu w naczyniu A. Ubytek dzieli się przez 2 i otrzymuje % CH_4 , gdyż:



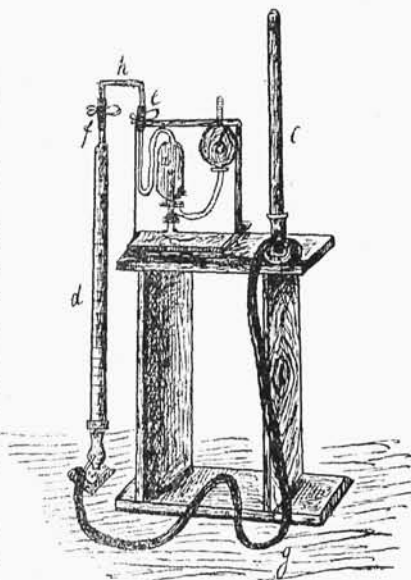
Można również po spaleniu absorbować otrzymany CO_2 w rozczyntie KOH, wówczas, aby znaleźć % CH_4 , należy stratę gazu podzielić przez 3.

Jeżeli w powietrzu kopalnianem znajduje się większa ilość metanu, wówczas należy go zwykłym powietrzem rozcieńczyć i potem dopiero analizować, gdyż w przeciwnym razie może nastąpić albo eksplozja, albo spalenie niepełne. W tym celu wprowadza się pewną ilość gazu do naczynia A, z tego wpuszcza się do naczynia z rozczyntem KOH dokładnie 5 cm^3 , resztę wypuszcza się na zewnątrz, a natomiast wciąga się świeżego, czystego powietrza dokładnie 95 cm^3 . Po dodaniu jeszcze owych 5 cm^3 gazu otrzymujemy mieszaninę, z którą postępujemy w zwykły sposób, bez obawy wybuchu lub niedokładności spalenia.

Zamiast powyższe j opisanego grisoimetru, używa się także do oznaczania CH_4 pipety Hempel'a; zasada oznaczenia jest ta sama.

Aparat składa się z dwóch części (rys. 6): pierwszą stanowią dwa cylindry, drugą — właściwa pipeta, zamknięta korkiem kauczukowym, przez który przechodzą dwa mosiężne elektrody, połączone wewnątrz pipety spiralą platynową; część pipety: a napelniona jest wodą. Najpierw napelnia się cylinder d wodą do samej góry, następnie łączy go ze zbiornikiem gazowym zapomocą kauczuku f i wciąga gaz przez opuszczenie na dół cylindra c. Gdy gaz doszedł już poniżej punktu 0 na cylindrze d, zamyka się kauczuk f, podnosi cylinder c, ścisną palcem kauczuk g, a cylinder c opuszcza znowu na dół i ostrożnie opuszcza wodę, aż do punktu 0 na podziałce. Nie wypuszczając kauczuku g z palców, otwiera się ścisnaczy na kauczuku f, aby zrównoważyć ciśnienie i zaraz ścisnaczy zamyka. Gdy teraz zrównany poziomy cieczy w obu cylindrach, poziom wody w cylindrze d będzie stał równo przy punkcie 0. Zapomocą rurki kapilarnej h łączy się cylinder d z pipetą, wpuszcza do niej tyle gazu, aby wychyliła się z pod wody spirala platynowa, rozżarza ją przez puszczenie prądu i wprowadza resztę gazu do

Rys. 6.



pipety. Spalenie trwa 1—2 minut. Po spaleniu prąd się przerywa, pipetę pozostawia chwilę w spokoju, aby ostygła i wypuszcza gaz do cylindra *d*. Strata gazu, podzielona przez dwa, daje % CH₄. Aby oznaczenie było dokładniejsze, otacza się cylinder gazowy *d* chłodnią i odczytuje wysokość wody w cylindrze przy tej samej temperaturze przed i po reakcyi.

Oznaczenie CO₂.

Powyżej opisaliśmy już sposób, jaki używa się dla prędkiego oznaczenia CO₂. Dokładniejszym jest i z tego powodu ma częste zastosowanie sposób Hesse'go.

Do wykonania oznaczenia potrzebna jest osobna próba gazu, wzięta w zwykły sposób w kopalni, ale naczyniem dla brania próby jest tu kolba Erlenmayera, z grubego szkła.

W szyjce znajduje się korek kauczukowy z 2-ma otworami, dochodzący aż do znaku, umieszczonego na szyjce kolby, a pojemność kolby do znaku jest dokładnie wymierzona i wynosi około 1000 cm³.

Do kolby zawierającej gaz wlewamy pipetą przez otwór w korku 50 cm³ roztworu Ba(OH)₂, a równocześnie odkrywamy drugi otwór. Po wlewaniu zamykamy w tej chwili oba otwory i zostawiamy kolbkę przez 30 minut, wstrząsając co pewien czas. Po upływie pół godziny dodaje się do cieczy zawartej w kolbie 2—3 kropel fenolfaleiny i szybko miareczkuje kwasem szczawiowym, aż do zniknięcia czerwonego zabarwienia.

Rozczyn Ba(OH)₂ przyrządza się tak, jak to opisaliśmy przy oznaczaniu metanu; kwas szczawiowy używa się 1/3 normalny. Przy obliczaniu uwzględnia się stan barometryczny i temperaturę miejsca, w którym pracujemy. Nadto należy odjąć od pojemności kolby 50 cm³, które zostały zajęte przez wlanie roztworu Ba(OH)₂ do kolby.

Przykład: $B=749$ mm; $t=20^{\circ}$ C.; $V_i = 1075-50=1025$ cm³;

$$V_0 = \frac{V_i (B - f)}{760 (1 + at)} = 920 \text{ cm}^3$$

50 cm³ roztworu Ba(OH)₂ = 55,7 cm³ 1/8 normalnego C₂H₂O₄.

Przy miareczkowaniu zużyto 46,1 cm³ roztworu C₂H₂O₄.

$$55,7 - 46,1 = 9,6$$

$$9,6 : 3 = 3,2$$

$$920 : 3,2 = 100 : x$$

$$x = 0,343\% \text{ CO}_2.$$

W razie jeżeli idzie o szybkie oznaczenie CO₂, oprócz grisometru używa się również pipety Hempela (rys. 7), napełnionej roztworem KOH.

Napełnienie cylindra gazowego, a następnie samej pipety odbywa się jak wyżej. Po napełnieniu kuli *a* gazem, zamyka się ściskacz na kauczuku *c*, rozłącza pipetę od cylindrów gazowych i wstrząsa nią wolno i ostrożnie przez minutę; czas ten wystarcza w zupełności do pochłonięcia CO₂. Następnie łączy się pipetę z cylindrem gazowym, wpuszcza doń gaz z pipety i po zrównaniu poziomu cieczy w obu cylindrach odczytuje się % CO₂.

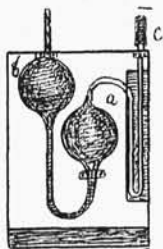
Oznaczenie O.

Oznaczenie tlenu w powietrzu kopalnianem ma wówczas szczególniejsze znaczenie, gdy znaczniejszą jest ilość metanu, spostrzegamy to bowiem ze zmniejszonej ilości tlenu i następnie odpowiednio postępujemy przy oznaczaniu metanu. Oznaczenie O wykonuje na grisometrze złożonym. Taki grisometr składa się z naczynia do spalania metanu i trzech naczyń do pochłaniania gazów: jedno dla CO₂, drugie dla O, trzecie dla CO. Najpierw przepuszcza się gaz przez roztwór KOH, aby oznaczyć ilość CO₂, następnie przez takie samo naczynie, zawierające zasadowy roztwór kwasu pyrogallusowego, celem pochło-

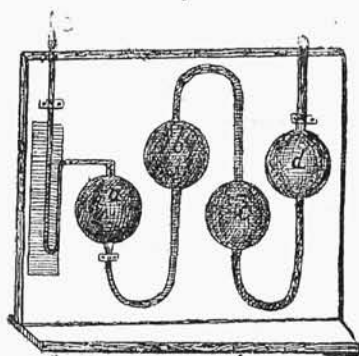
nięcia O, a wreszcie w oddzielnej próbie oznacza się metan. Absorbcyę tlenu można uważać za skończoną po 8—12-krotnem przepuszczeniu gazu przez zasadowy roztwór kwasu pyrogallusowego. Rozczyn ten przyrządza się, rozpuszczając 250 g KOH w 1 l wody, a następnie dodaje się 50 g krystalicznego kwasu pyrogallusowego. Świeże napełnianie naczynia roztworem powinno się odbywać już po czterech oznaczeniach, gdyż przy znacznych zawartościach tlenu w powietrzu kopalnianem wywiązuje się z odczynnika po kilkakrotnem pochłanianiu—CO, z czego wynikają niedokładności oznaczeń O i CO, dochodzące do 0,4%.

W niektórych laboratoryach używają także metody W. Hempela. Jako aparat służy t. zw. złożona pipeta absorbcyjna i znane nam cylindry do odmierzenia gazu. W kulach *a* i *b* (rys. 8) znajduje się zasadowy roztwór kwasu pyrogallusowego, w *c* i *d* woda, służąca jako środek ochronny przeciw dostawianiu się powietrza z zewnątrz. Napełnianie kul płynem odbywa się najlepiej zapomocą pompy ssącej, albo też zakłada się na kauczuk *e* lejek z rurą długą około 1 m i przezeń wlewa płyn.

Rys. 7.



Rys. 8.



Postępowanie przy analizie jest podobne do wyżej opisanego przy oznaczaniu CO₂ metodą Hempela. Należy tylko zwrócić uwagę, że pochłanianie, względnie wstrząsanie pipety z gazem trwa nieco dłużej, mianowicie 2—3 minut.

Oznaczenie CO.

Gaz ten znajduje się w powietrzu kopalnianem tylko podczas pożaru lub po pożarze kopalni; z tego powodu oznaczenie to wykonuje się bardzo rzadko. Używa się grisometru złożonego. Jak powiedzieliśmy, grisometr taki posiada także naczynie do pochłaniania CO; naczynie to napełnione jest zasadowym roztworem Cu₂Cl₂. Po pochłonięciu tedy CO₂ i O przystępujemy do absorbcyi CO, która na grisometrze trwa dosyć długo, bo przy znaczniejszych ilościach CO trzeba nieraz przeszło czterdzieści razy przepuścić gaz przez roztwór, aby nastąpiło pochłonięcie zupełne. Dlatego lepiej nadaje się do tego oznaczenia złożona pipeta Hempela. Postępowanie jest takie same, jak opisaliśmy przy oznaczeniu tlenu, tylko pipeta oczywiście napełniona jest zasadowym roztworem Cu₂Cl₂. Wstrząsanie pipety z gazem trwa 3 minuty. Amoniakalny roztwór Cu₂Cl₂ przyrządza się, rozpuszczając 250 g krystalicznego NH₄Cl w 750 cm³ wody, roztwór wlewa do flaszki szczelnie zakorkowanej i do tego dodaje 200 g Cu₂Cl₂, który rozpuszcza się po parokrotnem wstrząśnięciu. Aby płyn lepiej zachować, dodaje się doń drutu miedzianego. W chwili użycia wlewa się do naczynia, służącego

do pochłaniania gazu, amoniaku i owego roztworu w stosunku: 50 cm^3 amoniaku na 150 cm^3 roztworu.

Jeżeli idzie o dokładne oznaczenie CO, wówczas stosuje się metodę spalania. Aparat ustawia się jak na rys. 4, ale do rury szklanej, nmieszczanej w piecyku, daje się zamiast azbestu zmieszanego z CuO—azbestu palladynowanego. Najważniejszą rzeczą przy tym sposobie oznaczenia jest odpowiednia temperatura: nie powinno się przekroczyć poczynającego żarzenia się, gdyż w przeciwnym razie spala się także metan. Do ogrzania używa się zwykle nie więcej jak czterech palników, niezupełnie otwartych. Podczas spalania wydzielają się CO_2 , który chwyta się w mianowanym roztworze $Ba(OH)_2$, a nadmiar roztworu $Ba(OH)_2$ miareczkuje się kwasem szczawiowym.

W tym wypadku więc, gdy CO znajduje się w powietrzu kopalnianem, należy oczywiście znaleźć ilość odjąć od ilości CH_4 , gdyż przy oznaczaniu metanu spalamy razem i CO, a więc wynik otrzymany równa się sumie CH_4 i CO.

Edward Hankus.

WIADOMOŚCI BIEŻĄCE.

Ruch wagonów węglowych na drogach żelaznych Warszawsko-Wiedeńskiej i Iwangrodzko-Dąbrowskiej ¹⁾.

	Listopad			Grudzień				Razem
	28	29	30	1	2	3	4	
Droga żelazna Warszawsko-Wiedeńska								
Kopalnie zażądały wagonów	—	973	986	968	948	920	40	4835
Kopalnie otrzymały wagonów	—	879	843	881	775	658	40	4076
więcej: ilość	—	—	—	—	—	—	—	—
„ %	—	—	—	—	—	—	—	—
mniej: ilość	—	94	143	87	173	262	—	759
„ %	—	10	15	9	18	29	—	16
Wysłano wagonów węgla do Warszawy	—	239	188	163	186	165	9	950
„ Łodzi	—	180	203	177	220	139	3	922
Droga żelazna Iwangrodzko-Dąbrowska								
Kopalnie zażądały wagonów	—	269	253	257	267	191	—	1237
Kopalnie otrzymały wagonów	—	277	271	257	255	176	—	1236
więcej: ilość	—	8	18	—	—	—	—	—
„ %	—	3	7	—	—	—	—	—
mniej: ilość	—	—	—	—	12	15	—	1
„ %	—	—	—	—	5	8	—	0
Wysłano wagonów węgla do Warszawy	—	14	12	21	22	23	—	92
„ Łodzi	—	9	4	3	3	3	—	22

¹⁾ Wiadomości te będziemy komunikowali co tydzień do czasu unormowania się cen węgla. W przytoczone cyfry nie włączono tej ilości węgla, którą kopalnie wysyłają na potrzeby dróg żelaznych.

