

PRZEGLĄD TECHNICZNY

TYGODNIK POŚWIĘCONY SPRAWOM TECHNIKI I PRZEMYSŁU.

TREŚĆ:

Sortownictwo węgla kamiennych (dok.), nap. Inż. H. Czeczott, Profesor Akademii Górniczej w Krakowie.

Możliwość stosowania badań makroskopowych w warsztacie, nap. Dr. Inż. Wł. Wrażeń, Adjunkt Politechniki Lwowskiej.

Przyrządy kontrolujące działanie chłodziarek, nap. Inż. H. Krakowiak.

Kamieniołomy w Belgji, nap. Inż. W. Wolski.

Przegląd pism technicznych.

Nowe wydawnictwa.

SOMMAIRE:

Preparation mécanique du charbon (suite et fin), par M. H. Czeczott, Professeur à l'Académie des Mines de Cracovie.

Contrôle macroscopique de l'acier. Comparaison de divers réactifs, par M. Wł. Wrażeń, Dr. Ing., Adjoint à l'École Polytechnique de Lwów.

Appareils de contrôle du fonctionnement des machines frigorifiques, par M. H. Krakowiak, Ingénieur.

Exploitation des carrières en Belgique, par M. W. Wolski, Ingénieur.

Revue documentaire.

Bibliographie.

Sortownictwo węgla kamiennych.^{*)}

Napisał Inż. H. Czeczott, Profesor Akademii Górniczej w Krakowie.

ROZDZIAŁ V.

Teoria ogólna wzbogacania węgla kamiennych.

Wszystkich procesach wzbogacania stanowi zawsze pewną trudność wybór produktów, które mogą być uważane za gotowe, nawet wówczas, gdybyśmy potrafili kierować się analizą chemiczną na zawartość popiołu, lub siarki. Nawet w ręcznych sposobach wzbogacania, jeżeli domieszki nie składają się z zupełnie czystych kawałków łupku lub piaskowca, trudno bywa czasem odróżnić czarne łupki palne od matowych kawałków węgla, a tembardziej węgiel przzerośnięty, i często do odpadów zostają odrzucone kawałki „podejrzone”, które w gruncie rzeczy mogą się okazać lepszymi, aniżeli miespostrzeżone łupki palne koloru jednolitego, które zostały w „węglu”. W mechanicznych sposobach płókania, o ile materiał jest uprzednio dobrze przygotowany, t. zn. uległ właściwej klasyfikacji, nie zawiera pyłu, a przyrządy są odpowiednio uregulowane (naprz. liczba i wysokość skoków tłoka w maszynach płózkowych), to pomyłki w rozsortowaniu materiału podług pewnej cechy wogóle być nie może, ale nigdy nie zachodzi rozsortowanie na 2 zupełnie określone i wyraźnie rozgraniczone między sobą produkty, których odbiór nie stanowiłby żadnych trudności, ani wątpliwości. Przeciwnie, skutkiem sortowania mechanicznego otrzymuje się raczej szereg produktów elementarnych, w których cecha zasadnicza, stanowiąca podstawę sortowania, zmienia się stopniowo i ciągle, czy to będzie tarcie, czy szybkość spadania, czy ciężar właściwy, a nawet zwilżalność, a w wyniku ostatecznym — zawartość popiołu lub siarki.

Istotnie, przy sortowaniu podług tarcia, węgiel i łupek nie padają z krawędzi płaszczyzny pochylej w 2 linjach zupełnie wyraźnych, lecz — szeregiem linii tworzących wachlarz, w którym można odróżnić cały szereg odcinków elementarnych ze stopniowem przejściem zawartości popiołu od minimum do maximum pomiędzy linjami skrajnymi tego wachlarza. Trudność przeto zachodzi w określeniu pozycji przegródki, która by podzieliła ten strumień na 2 odpowiednie produkty. Tak samo w separatorze spiralnym materiał spada w żłobie wewnętrzny szeroki wachlarzem spiralnym, a trudność polega na takim uregulowaniu początkowej szybkości zasypywania materiału, ażeby na krawędzi żłobie wewnętrznego wachlarza ten został podzielony w miejscu odpowiednim. W maszynie płózkowej tłokowej, zamiast wachlarzowego rozszczepiania się materiału surowego, zachodzi układanie materiału na siatkach warstwami poziomymi, w których zawartość popiołu stopniowo i ciągle się zmienia, od minimum w warstwie najwyższej do maximum w najniższej. Trudność polega na wyznaczeniu granicy poziomej, która by przedzieliła otrzymane warstwy i zgrupowała je w 2 lub więcej produktów. W przypadku płókania podług ciężarów gatunkowych metodą Chance'a, nie otrzymujemy wprawdzie podziału materiału surowego na szereg produktów elementarnych, ale można uważać, że są one zmieszane, wybór zaś odpowiedniej ilości produktów elementarnych, zgrupowanych w dwóch produktach ostatecznych, zachodzi przez odpowiedni dobór ciężaru właściwego cieczy; na tem też właśnie polega trudność największa.

Z powyższego wnosimy, że wzbogacanie węgla kamiennych nie może zachodzić bez strat, i w wyniku ostatecznym, jakkolwiek otrzymuje się węgiel czystszy od materiału surowego, to jednak

^{*)} Dokończenie do str. 814 w Nr. 38 z r. b.

nie tylko uzyskuje się mniej tego węgla czystego, aniżeli wydobyto z kopalni węgla surowego, lecz również część samego węgla zostaje odrzucona w odpadach. Jasne jest też, że im czystszy węgiel będziemy się starali otrzymać, tem bliżej do krawędzi węgla najczystsze w wachlarzu separatorów suchych winna być przysunięta przegródka, przedzielająca produkty, tem wyżej powinna być podniesiona granica, rozdzielająca warstwy otrzymane w płócznie tłokowej, tem mniejszy powinien być obrany ciężar właściwy cieczy w metodzie Chance'a; innymi słowy — tem mniej należy brać od góry warstw elementarnych do produktów gotowych, tem więcej zaś od dołu — do odpadów. Z tego też wynika, że i straty powstaną też tem większe, a jednocześnie odpady będą zawierały tem mniejszą odsetkę związków nieorganicznych.

Jakkolwiek jasne jest, że ten lub inny dobór produktów elementarnych nie może wpływać na koszt ogólny przeróbki, to jednak koszt własny wydobycia i płókania w odniesieniu do 1 tonny produktu gotowego rosną w tym samym stosunku, w jakim zmniejsza się wychód produktu gotowego w miarę tego, jak będziemy usiłowali otrzymać coraz czystszy węgiel.

Okoliczność ta stwarza kres ekonomiczny dla osiągnięcia możliwego maximum oczyszczenia węgla, gdyż jakkolwiek ceny na węgiel płókaną są wyższe od cen węgla niepłókanego, to jednak są one stałe i koszty własne nie mogą ich przekroczyć. Nawet gdyby, jak to bywa w przypadku kruszców, ceny na węgiel płókaną ustalały się podług skali ruchomej, t. j. byłyby tem wyższe, im czystszy jest węgiel, to i wówczas powinien być kres ekonomiczny wzbogacania, albowiem największy stopień oczyszczenia węgla od domieszek nieorganicznych odpowiada górnej warstwie elementarnej, t. j. wychodowi produktu gotowego = 0. Stąd wynika, że w miarę powiększania stopnia oczyszczenia węgla kwota otrzymana ze sprzedaży coraz mniejszej ilości węgla, choć po cenie wzrastającej, osiągnąć musi pewne maximum, po czem zacznie spadać, dążąc do zera. I stąd może powstać zagadnienie najzyskowniejszego stopnia wzbogacania.

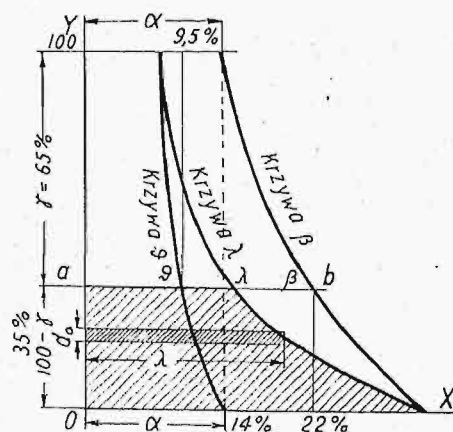
Częściej atoli dla płókanego gatunku węgla kamiennych wyznacza się ceny stałe, z warunkiem, ażeby węgiel nie zawierał bądź popiołu, bądź siarki powyżej określonej odsetki, albo, co na jedno wychodzi, żeby jego wartość kaloryczna była nie niższa od wielkości określonej. Oczywiście, że w takim wypadku ten graniczny skład węgla, ustalony przez wymagania rynku, jest dla kopalni najzyskowniejszy, jeżeli naturalnie przytem koszty własne nie przekroczą cen rynkowych, wszelkie bowiem usiłowania osiągnięcia lepszych wyników (jeżeli nie chodzi o zagwarantowanie marki węgla na rynku i zabezpieczenie konkurencji) nie znajdując odpowiedniej kompensaty w cenach rynkowych, są stratne dla kopalni.

Z powyższego wynika, że ekonomiczna możliwość wzbogacania węgla dla kopalni, przy danych cenach, zależy od stosunku wychodu produktu do stopnia oczyszczenia. Stosunek ten atoli nie poddaje się żadnym obliczeniom a priori i jest zależny przede wszystkim od własności petrogra-

ficzných danych pokładów węgla, powtóre — od metody wzbogacania, wreszcie — od systemu całej przeróbki, i może być jedynie określony drogą doświadczalną. W wielu też wypadkach kopalnie szacują te stosunki na zasadzie praktyki własnej, lub na podstawie wyników osiągniętych w innych, analogicznych wypadkach.

Nie zawsze jednakże, opierając się na danych praktyki, można zrobić w tym względzie wnioski właściwe, co może mieć często ten skutek, że albo zbudowane płócznie w najlepszym razie nie dają żadnego zysku, albo kopalnie nie osiągną tych zysków, jakiego by mogły mieć, gdyby wnioski o rentowności przedsięwzięcia opierały się na badaniach przeprowadzonych naukowo. To znaczy, że przed powzięciem decyzji co do ustawienia płóczki i odbudowy tych lub innych pokładów, powinny być przeprowadzone badania możliwości wzbogacania węgla danych pokładów, z początku w skali laboratoryjnej, później zaś — z większą ilością węgla — na stacji doświadczalnej. Niżej podamy w zarysach ogólnych metodę posilkowania się osiągniętymi wynikami płókania próbnego, celem wyciągnięcia wniosków co do uzasadnienia ekonomicznego możliwości płókania i osiągnięcia danego stopnia oczyszczenia węgla.

Celem wszelkich prób jest właśnie określenie, możliwie szczegółowe, na jakie produkty elementarne i w jakiej proporcji może być podzielony danym sposobem materiał surowy, oraz zobrazowanie drogą graficzną współzależności zawartości pewnego składnika (naprz. popiołu, siarki i t. p.) w produkcie elementarnym od miejsca zajmowanego przez ten produkt w szeregu innych. Doświadczenia prowizoryczne zwykle bywają wykonywane z niewielką próbą przeciętną danego pokładu (wziętą ze złoża podług pewnych przepisów), zmieloną do wielkości ziarn 5 mm i tak zmieszaną i pomniejszoną, ażeby skład jej istotnie odpowiadał przeciętnemu składowi danego pokładu. Jeżeli chodzi o zastosowanie mokrego sposobu płókania podług szybkości spadania, to próba ulega płókanu w przyrządzie laboratoryjnym w okre-

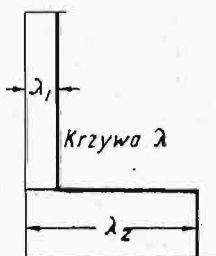


Rys. 58.

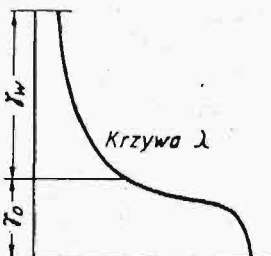
ślonych warunkach, poczem otrzymana w aparacie masa uwarstwiona zostaje za pomocą stosownej aparatury podzielona dokładnie na możliwie większą ilość warstw elementarnych (od 10 do 20) i każda z nich zostaje zważona oraz poddana analizie chemicznej. W wyniku tych prób określa

się ciężary %-we każdej warstwy w stosunku do całej próby oraz zawartość w każdej z nich naprz. popiołu lub t. p. Dane te oznaczamy zapomocą krzywej, odcinając na osi rzędnych ciężary warstw elementarnych w %, w tej kolejności, w jakiej się układają w rzeczywistości, na osi odciętych zaś odpowiednie zawartości popiołu w warstwach elementarnych. Otrzymaną w ten sposób krzywą oznaczamy i nazywamy literą grecką λ (rys. 58).

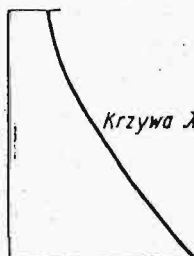
stej ab ; dolna zaś część B — całą ilość popiołu, jaka przypada na dolne warstwy poniżej prostej ab — zgrupowane w odpadach. Odległość γ , na której przeprowadziliśmy prostą ab w stosunku do całej wysokości wykresu, przyjętej za 100, odpowiada oczywiście dowolnie obranemu wychodowi produktu gotowego w %. Jeżeli więc wychód produktu gotowego jest γ %, to odpady stanowią $(100 - \gamma)$ %.



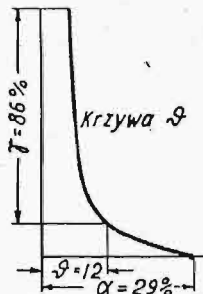
Rys. 59.



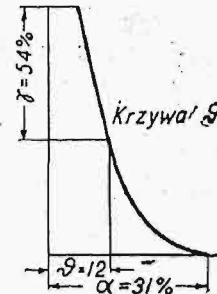
Rys. 60.



Rys. 61.



Rys. 62.



Rys. 63.

W idealnym przypadku dwu ciał z zupełnie określoną zawartością popiołu, krzywa λ powinna mieć postać 2 prostych równoległych do osi rzędnych, w odległościach λ_1 i λ_2 od niej (rys. 59). W rzeczywistości jednak tego nigdy nie bywa, im więcej wszakże jest krzywa λ zbliżona do idealnej, tem łatwiej daje się uskutecznić wzbogacanie danego materiału, tem bowiem więcej zbliżona jest masa do stanu pełnego rozluźowania (rys. 60). Miejsce jej największej wklęsłości odpowiada podług jej rzędnych naturalnemu wychodowi produktów możliwie najczystszych, i te wielkości γ_w i γ_o należy brać za podstawę kalkulacji. Lecz i taki stan spętyka się rzadko; częściej krzywa λ ma niewyraźne, ale łagodne wklęsnięcie na całej swej długości, jak na rys. (58); zdarza się również, że się wyprostowuje niemal zupełnie w kierunku ukośnym (rys. 61). Im mniej jest ona zróżniczkowana, im więcej zbliża się do kierunku prostej ukośnej, co świadczy o nadzwyczajnym przerośnięciu masy organicznej z nieorganiczną, tem trudniej jest określić granicę naturalną podziału produktów, która znika wreszcie zupełnie, i wówczas jako jedyne kryterjum do wyboru produktów pozostają względy wyłącznie ekonomiczne.

Jeżeli na rys. 58 wydzielimy w płaszczyźnie ograniczonej krzywą λ i osią rzędnych wąski pas równoległy do osi odciętych i zamienimy go na prostokąt o tem samym polu, to pole tego prostokąta, równe $d_o \lambda$, oznacza ilość popiołu w tej cienkiej warstwie materiału. Jeżeli całą powierzchnię podzielimy na takie bardzo wąskie prostokąty i zsumujemy je, przyjdziemy do naturalnego wniosku, że całe pole między krzywą λ a osią rzędnych przedstawia całą ilość popiołu w materiale surowym. Jeżeli teraz dowolną linią ab , równoległą do osi odciętych, przeprowadzoną w dowolnej odległości γ od góry wykresu, podzielimy pole krzywej λ na 2 części — górną A i dolną B , wówczas górna część A przedstawi całą ilość popiołu w produkcie gotowym, jeżeli włączymy do niego wszystkie warstwy powyżej pro-

Nietrudno znaleźć z wykresu przeciętne zawartości popiołu przy danym wychodzie γ , tak w produkcie, jak też w odpadach. W tym celu należy na podstawach γ i $(100 - \gamma)$ wykreślić prostokąty, których pola równałyby się odpowiednio polom A i B . Wysokości tych prostokątów w kierunku odciętych stanowią zawartości przeciętne popiołu w produkcie ϑ , oraz w odpadach — β . Z wykresu widzimy również, że $\vartheta < \lambda < \beta$. Wielkości ϑ i β odetnijmy na linii ab od osi rzędnych. Jeżeli w podobny sposób postąpimy biorąc cały szereg linii ab , przeprowadzonych w dowolnych odległościach γ od góry, i wszystkie w ten sposób otrzymane punkty ϑ i β połączymy między sobą linią ciągłą, to otrzymamy 2 nowe krzywe, które oznaczamy i nazywamy greckimi literami ϑ i β .

Krzywa ϑ oznacza zmiany zawartości popiołu w produktach gotowych, krzywa zaś β — w odpadach, w zależności od wychodu γ produktu gotowego. Mamy więc:

$$\vartheta = f(\gamma); \quad \beta = \varphi(\gamma)$$

— dwie funkcje, które nie mogą mieć postaci określonej analitycznie.

Dodajmy, co z przebiegu budowy krzywych ϑ i β wypływa, że krzywa ϑ łączy się u góry z krzywą λ , krzywa zaś β łączy się z nią na dole; przeciwne końce obydwu krzywych znajdują się na wspólnej prostej pionowej, znajdującej się od osi rzędnych w odległości równej przeciętnej zawartości popiołu w materiale surowym α .

Wymienione krzywe znane są pod nazwą krzywych „Henry”, od nazwiska inżyniera francuskiego, który po raz pierwszy zastosował ten sposób do rozwiązywania różnych zagadnień wzbogacania węgla kamiennych. Krzywe Henry dają możliwość rozwiązywania wszystkich zagadnień ekonomicznych wzbogacania.

Jeżeli, na przykład, niezbędne jest, ażeby węgiel zawierał $9\frac{1}{2}$ % popiołu (przy zawartości w ma-

terjale surowym $\alpha = 14\%$), wówczas z wykresu (rys. 58) znajdujemy podług krzywej ϑ wychód: $\gamma = 65\%$; przyczem odpadów będzie 35% , z wartością podług krzywej $\beta - 22\%$.

Jeżeli koszta własne wydobycia są a

„ „ „ płókania „ b ,

to koszt jednej tonny węgla płókanego $s = \frac{a+b}{\gamma} \cdot 100$;

o ile koszta te nie przekraczają ceny węgla płókanego s' , to płókanie jest operacją zyskową, w przeciwnym razie — stratną. Wychodząc z ceny s' , możemy określić możliwy wychód $\gamma =$

$= \frac{a+b}{s'} \cdot 100$ i następnie znaleźć z wykresu odpowiednio ϑ .

Jeżeli węgiel jest wysyłany na pewną odległość L , przyczem koszta przewozu tonny na jednostkę odległości wynoszą t , wówczas, oczywiście, osiągamy oszczędność na przewozie jednej tonny węgla surowego: $(1 - \gamma)tL$ ¹⁾. Zysk zaś, otrzymany ze sprzedaży węgla płókanego w ilości odpowiadającej 1 tonnie materiału surowego, przy cenach na węgiel płókaną i surowy s' i s , — jest: $(\gamma s' - s)$. Jeżeli, jak przedtem, koszta płókania 1 tonny węgla surowego wynoszą b , to warunkiem zyskowości płókania, będzie nierówność:

$$(\gamma s' - s) + (1 - \gamma)tL \geq b \quad (1)$$

Ze wzoru tego wynika, naprz., że na samej sprzedaży możemy ponieść stratę, jeżeli $(\gamma s' - s) < 0$; lecz przy dostatecznej odległości przewozu (węgiel eksportowy) oszczędności na przewozie mogą przekroczyć te straty, więc koszt płókania, jeżeli

$$(1 - \gamma)tL > -(\gamma s' - s) + b.$$

Zatem płókanie węgla eksportowego może być zyskowe, podczas gdy dla konsumpcji krajowej przynosi straty.

Z nierówności (1) możemy wyprowadzić następujące nierówności:

$$s' \geq \frac{b - (1 - \gamma)tL + s}{\gamma} \quad (2)$$

$$tL \geq \frac{b - (s' - s)}{1 - \gamma} \quad (3)$$

$$\gamma > \frac{b + s - tL}{s' - tL} \quad (4)$$

Nierówność (2) służy do wyznaczenia ceny na węgiel płókaną przy danym γ lub ϑ (na podstawie wykresu).

Nierówność (3) służy do określenia wysokości frachtu lub odległości eksportu w tych samych warunkach.

Nierówność (4) określa najmniejszy możliwy wychód γ , przy którym płókanie opłaca się.

Ponieważ zwykle jest dane ϑ_0 , lecz jest ono związane z γ w funkcji

$$\gamma = f(\vartheta),$$

którą możemy jedynie ustalić drogą doświadczenia na wykresach Henry, przeto musimy za każdym razem sprawdzić, czy odpowiadająca warunkom (1 ÷ 4) wartość γ odpowiada wartości wziętej z wykresu. Znając zaś tę wartość, możemy określić, o ile opłaca się wzbogacanie, jakie mogą być spodziewane zyski, ewentualnie jakim kosztem możemy wygrać konkurencję na rynku eksportowym. Ważną więc jest we wszystkich wypadkach krzywa ϑ , krzywa zaś β jest tylko pomocniczą i służyć może do kontroli podług analizy odpadów.

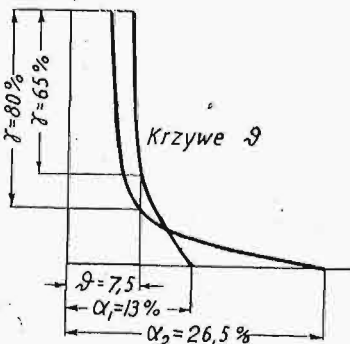
Henry nazywa krzywe λ , ϑ i β krzywami „charakterystycznymi” danego węgla, gdyż dla danego pokładu, przy danym sposobie wzbogacania (zwykle płókania), zachowują one postać stałą. Z ich wyglądu, zwłaszcza z postaci krzywej ϑ , można sądzić zgóry, czy węgiel danego pokładu nadaje się do płókania, czy nie.

Jeżeli krzywa ϑ w górnej swej części jest wyprostowana i stromo opada na dół, wykazując wyraźne wygięcie tylko w swej dolnej części, to taki węgiel jest prawdopodobnie przydatny do płókania, gdyż znacznemu zmniejszeniu zawartości popiołu ϑ w gotowym produkcie odpowiada dość znaczny wychód tego produktu γ . Naprz. na rys. 62, przy zawartości w węglu surowym popiołu $\alpha = 29\%$, wzbogacaniu do 12% odpowiada wychód $\gamma = 86\%$. Jeżeli natomiast krzywa ϑ już od góry posiada wyraźne pochylenie (rys. 63), i słabe zaokrąglenie na dole, to taki węgiel prawdopodobnie nie nadaje się do płókania, gdyż nieznacznym zmniejszeniem zawartości ϑ odpowiada dość znaczne zmniejszenie się wychodu γ . Na rys. 63, przy zawartości w węglu surowym $\alpha = 31\%$, wzbogacaniu do tegoż samego stopnia 12% odpowiada wychód $\gamma = 54\%$. Jasne jest, że koszta własne w drugim przypadku będą znacznie przekraczały te, które mamy w pierwszym przypadku, mianowicie w stosunku odwrotnym do wychodów: 86 i $54 = 1,56$. Węgiel z pokładu rys. 63, oczywiście, nie nadaje się do eksploatacji.

Porównanie krzywych różnych pokładów prowadzi czasem do paradoksalnych na pierwszy rzut oka wniosków, mianowicie, że nie zawsze węgiel z mniejszą zawartością ogólną popiołu α jest lepszy od węgla z większą zawartością, gdyż ostateczny wynik wzbogacania zależy od wypukłości krzywych ϑ . Jeżeli, na przykład, jak na rys. 64, 2 pokłady z zawartością $\alpha_1 = 13\%$ i $\alpha_2 = 26,5\%$ posiadają krzywe ϑ , które się przecinają, wówczas przy wzbogacaniu do zawartości mniejszej od odciętej ich punktu przecięcia pokład z mniejszą zawartością ogólną daje mniejszy wychód produktu, aniżeli pokład z większą zawartością α , jest przeto mniej wygodny do eksploatacji, gdyż węgiel tego pokładu będzie drożej kosztował przy tej samej zawartości popiołu w produkcie. Naprz. na rys. 64, przy $\vartheta = 7,5\%$, pokład posiadający $\alpha_1 = 13\%$ daje $\gamma = 65\%$, podczas gdy drugi pokład — przy $\alpha = 26,5\%$ daje $\gamma = 80\%$.

¹⁾ γ — ułamek w setnych częściach

Na rys. 65 przedstawione są krzywe \varnothing 9 pokładów jednej z większych kopalń Zagłębia Dąbrowskiego, ustalone przez autora. Wskazują one wyraźnie, jak różne mogą być własności pokładów eksploatowanych w tej samej kopalni. Naprzykład, gdyby



Rys. 64.

wypadła konieczność wzbogacania do 6%, wówczas 2 pokłady *K* i *S* mogłyby wcale nie być płókanne, z pozostałych 4 pokłady *F*, *M* i *MII* dawałyby mniej więcej możliwe do przyjęcia

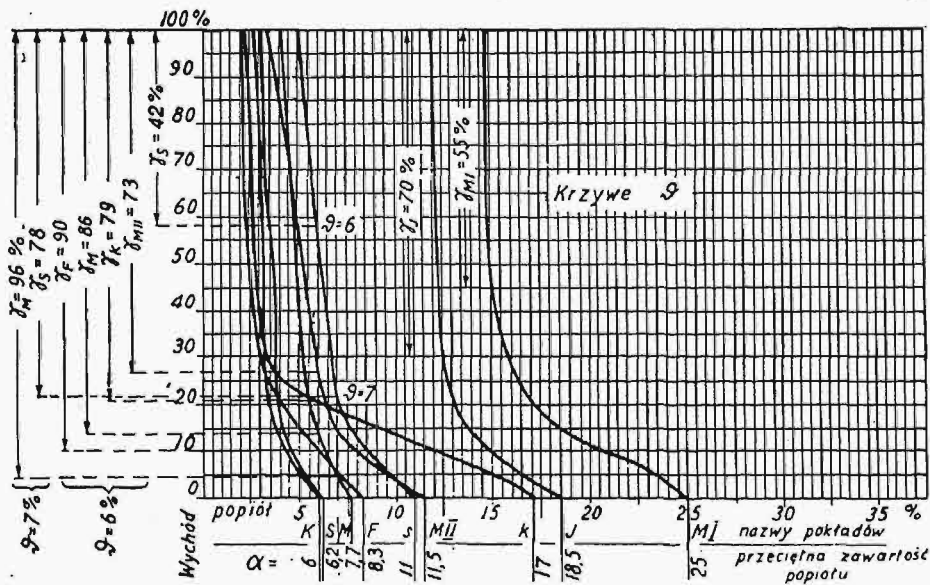
wychody, mianowicie: $\gamma_F = 90\%$, $\gamma_M = 86\%$, $\gamma_K = 79\%$, $\gamma_{MII} = 73\%$. Ale z pokładu *S*, otrzymalibyśmy za ledwie $\gamma_S = 42\%$

i prawdopodobnie należałoby uważać go za nienadający się do odbudowy. Z pokładów *J*, *M* I w żadnym wypadku nie moglibyśmy otrzymać węgla o żądanej czystości, gdyż najczystsze ziarnka tych pokładów zawierają 11 i 14,5% popiołu; do odbudowy więc w tych warunkach nie nadają się. Gdyby rynek zadowolnił się zawartością $\varnothing = 8\%$ w produktach, wówczas oprócz pokładów *K* i *S*, nie wymagałyby płókania również pokłady *M* i nawet *F*. Pokład *S* wszedłby do liczby nadających się do odbudowy i płókania ulegałyby 3 pokłady *S*, *M* II i *k*, przyczem wychody byłyby w granicach 82, 86, 90%. Ale pokłady *J* i *M* nie nadawałyby się nadal do odbudowy. Pokłady te nie nadają się w żadnym razie do odbudowy, gdyż pierwszy z nich nie może być wogóle wzbogacony więcej niż do zawartości $\varnothing = 12,5\%$ przy $\gamma_j = 70\%$, a drugi — do $\varnothing = 15\%$ przy $\gamma_M = 55\%$. Na tej podstawie, obliczając zapasy przemysłowe węgla w danej kopalni, wychodząc z założenia iż wartość przemysłową mają tylko węgle z zawartością $\varnothing = 6\%$, należy z obliczenia zupełnie wyłączyć pokłady *J* i *M* I; liczby zaś otrzymane z obliczenia objętości pokładów *M*, *F*, *S* i *k* powinny być zmniejszone odpowiednio do strat spowodowanych przez wzbogacanie, w drodze pomnożenia przez współczynniki: 0,86; 0,90; 0,73 i 0,79.

Uważne studja krzywych Henry'ego mogą również dać odpowiedź na pytanie, czy należy węgiel każdego pokładu płókać osobno i mieszać je później, czy też wygodniej jest najprzód je zmieszać i płókać po spou. W wielu wypadkach dojdziemy znowu do wniosku napozór paradoksalnego, że, jeśli pewne pokłady zawierają dostatecznie niski % popiołu w stanie surowym, tak że zbędność płókania ich wydaje się oczywistą, a obok nich istnieją

inne, które nie mogą pozostać nieplókanne, to jednak wygodniej jest zmieszać węgiel obydwu rodzajów i płókać je razem, gdyż krzywe Henry'ego mogą ujawnić, że w takim razie osiągniemy większy wychód ogólny i może być przez to osiągnięty większy zysk.

Należy jednakże nadmienić, że wyniki otrzymane z prób laboratoryjnych, wykonanych wyżej podanyym sposobem, mając charakter prowizoryczny, dają wyniki teoretyczne, których osiągnięcie w praktyce będzie możliwe tylko w pewnym przybliżeniu. Istotnie, dla doświadczenia próbę miele się do ziarn 5 mm, przez co osiąga się idealne warunki stanu niemal zupełnego rozluźnienia części składowych węgla, czego w praktyce nigdy nie będzie. Wobec tego, tylko wyniki ujemne tych prób wyrokują w sposób niezawodny o charakterze nieprzemysłowym pewnych pokładów. Natomiast wyniki dodatnie nie są ostateczne i nie dowodzą, że próba w skali przemysłowej przeprowadzona da wynik również pomyślny; jedynie usprawiedliwiają one przedsięwzięcie bardziej kosztownych doświadczeń systematycznych na stacji doświadczalnej, z odpowiednio wziętą próbą węgla w większej ilości, oraz w tych samych warunkach, w jakich wzbogacanie będzie wykonane w przyszłości, a więc z masą niezmieloną, rozklasyfikowaną w jednym lub 2 stadkach i t. d., zależnie od różnych okoliczności. Dopiero krzywe



Rys. 65. Krzywe „Henry” niektórych pokładów węgla Zagłębia Dąbrowskiego.

wyrysowane na podstawie takich doświadczeń będą miarodajne dla wniosków ostatecznych.

Z powyższego zarysu wytycznych, którymi należy się kierować przy urządzeniu wzbogacania węgla kamiennych, widzimy, że jest to proces, który wymaga głębokich studjów własności materiałów surowych, gruntownej znajomości zjawisk zachodzących w procesach sortowniczych, zależy od skójarzenia bardzo wielu różnych czynników przyrodniczych i ekonomicznych, posiada własną teorię i tworzy samoistną specjalność, wymagającą gruntownego przygotowania się do niej od ewentualnego kierownika sortowni.

Możliwość stosowania badań makroskopowych w warsztacie.

Napisal Inż. Dr. Wł. Wrażeń, adiunkt Politechniki Lwowskiej.

Badania stali na zawartość żuźla, fosforu i siarki. Odczynniki zagraniczne i krajowe do badań na zawartość fosforu. Odczynnik Anczyca warsztatowy. Przykłady konieczności stosowania badań makroskopowych.

Dla poznania jakości, gatunku i własności żelaza, potrzebne jest przeprowadzenie bardzo ścisłych i obszernych badań, które w konsekwencji pociągają za sobą konieczność odpowiednich, nieraz bardzo kosztownych urządzeń. Na urządzenia takie mogą sobie pozwolić jedynie większe zakłady; dlatego nie mam zamiaru mówić i roztrząsać potrzeby dokładnych badań, lecz chcę zwrócić uwagę na te badania, które jako praktyczne, wygodne, tanie, a poza tem łatwe do przeprowadzenia, opłacają wielokrotnie okazane dla nich zrozumienie.

Do takich należą badania metalograficzne, które do niedawnych czasów stosowano jedynie w pracowniach naukowych, obecnie zaś (szczególnie zagranicą), stały się one tak powszednie i konieczne, że dzisiaj śmiało mogą powiedzieć, każdy, nawet mniejszy a szanujący się warsztat, przerabiający żelazo kujne, stosuje te badania w mniejszym lub większym stopniu.

Zasadnicze badania metalograficzne, jakie stosować można w praktycznym znaczeniu, są: badania mikro- i makroskopowe. Pierwsze wymagają mikroskopów, które w dzisiejszych stosunkach są dość kosztowne, lecz znowu nie tak, by sobie na taki wydatek większa wytwórnia nie mogła pozwolić, tembardziej, że wydatek zawsze się stokrotnie opłaca.

Nie chcąc rozwodzić się nad słusznością poprzednio wypowiedzianego zdania, przystąpię do rozpatrzenia drugich badań, a więc makroskopowych.

Najważniejszym badaniem makroskopowym (ocznem) było wydawanie sądu o materiale na podstawie przełomu. Według jednak dzisiejszych badań i doświadczeń, wiemy, że przełom nieraz nietylko nic nie mówi, ale może nas sromotnie w błąd wprowadzić. Wygląd przełomu¹⁾, jak wiemy, zależy od tego, jakiej obróbce (czy termicznej, czy mechanicznej), poddano poprzednio badaną stal — oraz od tego, w jaki sposób przełom wykonano.

Celem niniejszego artykułu jest zastanowienie się nad praktycznym sposobem zbadania stali, w tem znaczeniu, czy nie jest ona zbyt zanieczyszczona domieszkami, których zawartości nie można okiem ocenić po przełomie. Domieszkami zanieczyszczającymi stal, a obniżającymi zbytnio jej własności, są głównie jak wiadomo żużel, fosfor i siarka. Większe zawartości tych przymieszek uniemożliwiają stosowalność i przeróbkę stali.

Żużel w większej ilości, jako składnik kruchy, nierozpuszczalny w żelazie, powoduje osłabienie

materiału, gdyż ulokowywując się w żelazie między ziarnami, obniża jego wytrzymałość, która zależy głównie od adhezji ziarn. Fosfor, będący w większej ilości w żelazie, czyni je kruchym niezdatnym do przeróbki na zimno, z której nieraz musimy korzystać, np. przy wytłaczaniu blach, wyrobieniu drutu, klepaniu kos, nitowaniu na zimno i t. p. Przykro uwydatnia się w żelazie większa zawartość siarki, powodując rozpadanie się materiału przy kuciu na gorąco.

Znane są ogólnie sposoby warsztatowe t. zw. prób technologicznych²⁾, które polegają na tem, że zależnie od przeznaczenia stali, próbkę z niej uciętą przerabia się, przez co wyrobić sobie można sąd o materiale. Również badania stali na wytrzymałość, twardość lub odporność na uderzenie dają dobre wskazówki o własnościach materiału, tem samem są one bardzo polecenia godne. Dodać muszę, że próby wytrzymałościowe nic nie mówią, jak się będzie materiał zachowywał przy przeróbce np. kuźniczej, która ma dla warsztatu doniosłe znaczenie.

Śmiało możemy powiedzieć, że tylko wtedy nie musimy się bać niespodzianek, jeżeli kupując stal przekonamy się o jej czystości³⁾.

Ze słusznej zasady wyszedł prof. Broniewski⁴⁾, wprowadzając do norm przez niego zaprojektowanych kontrolę chemiczną dla odbioru szyn, które nie wykazują dostatecznej wartości wytrzymałościowej, przyczem wskazał właściwe miejsce brania próby do analizy.

Co do gatunków stali używanych w przemyśle, to podzielić je można zasadniczo na dwie grupy, a to: stale specjalne, narzędziowe i konstrukcyjne, tak czyste węgliste jak i stopowe — oraz stale konstrukcyjne i żelazo handlowe. Gatunki stali grupy pierwszej nie wymagają specjalnego badania w warsztacie, gdyż kupując je u znanych firm, możemy być pewni, że samej już firmie zależy na tem, aby wydać na rynek jak najlepszy gatunek. Zresztą, znając firmę, mamy możliwość reklamacji⁵⁾. Druga grupa stali to te, które kupujemy nieraz przygodnie i które mają szerokie zastosowanie, dlatego też spotykamy się z niemi na każdym kroku. One też są największą troską, nie tylko większych przedsiębiorstw, ale i małych warsztatów.

²⁾ Anczyca, „Żelazo” (1926). Badania żelaza — ustęp „Próby technologiczne”, str. 368.

³⁾ Naturalnie, że wyklucza się zgóry błędy, powstałe przy obróbce termicznej lub kuźniczej.

⁴⁾ „Przeгляд Techniczny” Nr. 22, 1925, P. K. N. 57 N.

⁵⁾ Przeprowadzając cały szereg ekspertyz reklamacyjnych, z całego szeregu hut, przekonałem się, że w 99% wypadków ponosi winę odbiorca z powodu złego lub nieumiejętnego obchodzenia się ze stalą, a tylko sporadycznie huta, i to jedynie z powodu przeoczenia lub wyjątkowej niesumienności pracownika kontrolującego.

¹⁾ Dokładną krytykę oceny stali według przełomu znajduje czytelnik w książce prof. Anczyca „Żelazo”, 1926, str. 351.

(Stalom tym należy poświęcić największą baczość. Od dobroci tych stali zależy nieraz życie setek osób, bo są one używane na wielkie konstrukcje mostowe, budowlane, środki lokomocji, urządzenia fabryk (maszyny, kotły) i t. p.

Opierając się na poprzednim twierdzeniu, byłibyśmy dopiero wtedy pewni dobroci materiału, gdyby przeprowadzano dla każdego pręta żelaza handlowego przed jego użyciem badania chemiczne, uzupełniając je próbami wytrzymałościowymi. Na tak daleko posunięte badania nie może sobie pozwolić nawet taki odbiorca, jak wielki zakład przemysłowy, ze względu na znaczne koszty. Prób chemicznych nie przeprowadza się nigdy, szczególnie tych gatunków, o których jest mowa. Nie robią tego nawet huty wyrabiające stal. Natomiast badania wytrzymałościowe są szeroko stosowane, ale tylko przez większe zakłady. Wynik wytrzymałościowy odnosi się jedynie do samej próbki oraz do miejsca sąsiadującego z tem, skąd ją wzięto; nigdy zaś do całego pręta np. bardzo długiego, gdyż w takim wypadku należałoby brać materiał z obu końców do badania⁶⁾. Badania takie, nie mówiąc już o konieczności kosztownego urządzenia, jakim jest maszyna wytrzymałościowa, wymagają użycia większej ilości materiału oraz pociągają koszty robocizny, związanej z przygotowaniem warsztatowym całego szeregu prób.

Słowa powyższe — podkreślam z naciskiem — nie mają celu obniżenia znanej wartości prób wytrzymałościowych; owszem, próby takie są nie tylko potrzebne, ale wprost nieraz konieczne, gdyż dają tak cenne wskazówki o materiale, jakich innym sposobem otrzymać nie można, szczególnie jeżeli badanie przeprowadza się w takich warunkach, w jakich będzie badany materiał pracował.

Mała wytwórnia, a takich jest więcej, musi mieć też sposób skontrolowania materiału, i to sposób łatwy w użyciu, pozatem dający wynik niedwuznaczny.

Sposobem bardzo praktycznym i łatwym do przeprowadzenia, celem zbadania jakości stali, jest badanie makroskopowe. Badanie to daje wprawdzie wyniki równające się analizie chemicznej jakościowej, t. zn. stwierdza jedynie sam fakt istnienia zanieczyszczeń w ilości obniżającej już znacznie własności wytrzymałościowe żelaza, lecz przy pewnej wprawie można wyciągnąć z otrzymanych wyników daleko idące wnioski. Ze wyniki badań makroskopowych mają bezwzględnie wielką wartość, świadczy o tem cały szereg daleko idących ulepszeń oraz to, że stają się coraz to bardziej popularne, lecz niestety tylko zagranicą.

Powiedziano już wyżej, że gatunek (jakość) stali, nie zepsutej przez złą obróbkę, zależy od zawartych w niej przymieszek, jak żużel, fosfor i siarka. Zanieczyszczenia te, jak wiadomo, grupują się we środku, dlatego też, chcąc stwierdzić ich zawartość, należy badać przekrój bądź poprzeczny, bądź podłużny.

Badania makroskopowe jedynie celem wykrycia zawartości samego żużla dotychczas niema. Można tylko zauważyć żużel na oszlifowanej dokładnie powierzchni, o ile znajduje się on w żelazie w większej zawartości. Dotychczas zadowalało się wydaniem sądu o jego zawartości, badając powierzchnię przekroju na zawartość fosforu.

Badanie na siarkę daje również wskazówki co do zgrupowania żużla, gdyż właśnie ona znajduje się w żelazie w postaci siarczku, czy to żelaza, czy manganu, stanowiąc jeden ze składników żużla.

Siarka, jako przymieszka, towarzyszy zawsze znacznej zawartości fosforu, gdyż o ile nie zdołano usunąć przy świeżeniu fosforu, nie usunięto też i siarki, chyba że użyto do wyrobu żelaza surowca wolnego od tej przymieszki. Sposobem badania na zawartość siarki jest ogólnie znane postępowanie podane przez Baumanna⁷⁾. Polega ono na tem, że na dokładnie oszlifowaną⁸⁾ powierzchnię badanego przekroju kładzie się kawałek fotograficznego papieru bromo-srebrowego⁹⁾, zwilżonego 5% kwasem siarkowym, pozostawia papier około minuty, następnie zdejmuje się i utrwala w utrwalczu. Papier zabarwia się w miejscach, gdzie była zgrupowana siarka, ma bronzowo, dając obraz jej rozłożenia, jak to widać z rys. 1.

Opisując badania na zawartość fosforu, które przeprowadzono na tej samej próbce, zobaczymy, że jest on rozłożony analogicznie do siarki.

Badając powierzchnię przekroju stali na zawartość fosforu, szlifujemy lub nawet polerujemy ją na suknie, zależnie od tego, jaki odczynnik będzie użyty do trawienia. Trawienie dokonywa się w ten sposób, że albo zanurzamy powierzchnię do odczynnika, co jest możliwe przy małych kawałkach stali, albo też zwilżamy nim przy pomocy gąbki, względnie waty, powierzchnię. Z powodu powstawania prądów elektrolitycznych między miejscem czystym a zanieczyszczonym, wydziela się metal zawarty w soli, tworzącej odczynnik, i osadza w miejscach zanieczyszczonych fosforem. Miejsca bogate w fosfor będą przy użyciu odczynnika, zawierającego sole miedzi, zabarwiały się w zależności od zawartości zanieczyszczenia na kolor od różowego do brązowego. Żużel, zawierający fosfor w znacznej ilości, będzie również zabarwiony na ciemno bronzowo. Większa zawartość fosforu daje pewność obecności żużla.

Z tego co dotychczas powiedziano widzimy, że o ile badanie makroskopowe wykaże w stali zawartość fosforu, to napewno będzie ona zanieczyszczona również siarką i żużlem, i to tem silniej ostatnimi, im więcej będzie fosforu, gdyż zanieczyszczenia te wzajemnie sobie towarzyszą. Dobra (czysta) stal badana makroskopowo na fosfor, nie wykazując zabarwienia, daje pewność, że brak w niej również innych zanieczyszczeń. Wystarczy więc dla praktyki (warsztatu) badanie na zawartość fosforu. Ponieważ badanie to jest dla prak-

⁶⁾ Znany jest powszechnie sposób wyrobu żelaza zlewne- go i związany z tem rozkład zanieczyszczeń w tężejącym bloku. Szyna więc lub dźwigar wykonany przez wywalcowanie, badany od strony głowy bloku, wykaże o 15% mniejszą wytrzymałość, aniżeli od strony podstawy. Przyjmując w tym wypadku średnią sumienność huty,

⁷⁾ R. Baumann „Metallurgie“, 1926, str. 416, pozatem An- zycz. „Badania metalograficzne w zastosowaniu fabrycznym“, 1926, str. 14.

⁸⁾ Najlepiej na papierach szmirglowych o miąższości 00.

⁹⁾ Zwyczajny papier fotograficzny używany do odbi- tek przy sztucznym świetle.

tyki ważne i może być łatwo stosowane, zajmujemy się niem bliżej.

Na wstępie wspomnieć wypada, że istnieje cały szereg odczynników do badania makroskopowego stali na zawartość fosforu, jak to widać z tabeli¹⁰⁾, gdzie zestawiono je, podając zawartości procentowe składników.

ca, widać, że wszystkie zagraniczne, z wyjątkiem pierwszego (Heyna) zawierają kwas solny rozcieńczony wodą z mniejszym lub większym dodatkiem alkoholu, przy obecności chlorku miedzi lub miedziawego. Niektóre z nich są poza tem wzbogacone chlorkami innych metali. Najprostszym z obcych jest, jak widać z tabeli, odczynnik Hey-

Zestawienie odczynników
użytych do porównawczego trawienia na obecność i rozłożenie fosforu¹⁾

	Woda dystylowana (H ₂ O)	Kwas solny stężony (HCl)	Kwas siarkowy stężony (H ₂ SO ₄)	Amoniak 20% (NH ₄ OH)	Chlorek amonowy (NH ₄ Cl)	Chlorek miedziowy (CuCl ₂)	Chlorek miedziawy (Cu ₂ Cl ₂)	Siarczan miedzi (CuSO ₄)	Chlorek żelazowy (FeCl ₃)	Chlorek magnezowy (MgCl ₂)	Chlorek cynawy (SnCl ₂)	Chlorek amonowo miedz. Cu(NH ₄)Cl ₂	Jodek potasu (KJ)	Jod (krystaliczny) (j)	Alkohol metylowy (CH ₃ OH)	Alkohol etylowy (C ₂ H ₅ OH)	Kwas pikrynowy C ₆ H ₃ (NO ₂) ₃ OH	Rys. otrzymany za pomocą odczynnika	Literatura dotycząca odczynnika
Hey	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12	—	—	—	—	—	3	Mitt. Mat. Prüf. Amt (1906) 253.
Stea	1000	20	—	—	—	10	—	—	—	40	—	—	—	—	—	—	—	—	Jl. Iron & St. Inst. 95, I (1915) 140.
Rosenhain	1000	100	—	—	—	1	—	—	30	—	0,5	—	—	—	—	—	—	4	Jl. Iron & St. Inst. 94, II (1914) 517.
Le Chatelier I	180	20	—	—	—	—	10	—	—	40	—	—	—	—	1000	—	—	—	Rev. Mét. (Mém.) 12 (1915) 650.
Le Chatelier II	10	1,5 2,5	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	100	0,5	5	Rev. Mét. (Mém.) 15 (1918) 127.
Oberhoffer	500	50	—	—	—	1	—	—	30	—	0,5	—	—	—	—	500	—	6 6a	St. & E. 36 (1916) 798
Fry I	95	30	—	—	—	1,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	30	—	7	Werkstoffauschuss, Bericht 6.
Fry II	40	20	—	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20	—	8	ditto
Fry III	30	40	—	—	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	25	—	9	Kruppsche Mhefte z r. 1921, str. 118.
Broniewski	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20	10	—	—	—	10	Broniewski: Zasady metalogr. (1922) 38.
Anczyc I	500	—	4	20	30	—	—	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11	Anczyc: Bad. makroskopowe (1926) 13.
Anczyc II (warsztatowy)	100 ²⁾	—	—	—	20	—	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12	treść artykułu.

¹⁾ Liczby oznaczają gramy substancji.

²⁾ Wystarcza studzienna.

Każdy z tych odczynników ma według zdania wynalazcy swoje zalety i wady, stąd podając dla niektórych otrzymane wyniki, pozostawiam czytelnikowi ich ocenę, radząc bliżej interesującemu się tą sprawą, aby sam próby przeprowadził.

Oddzieliwszy z tabeli trzy ostatnie odczynniki polskie, t. j. prof. Broniewskiego i prof. Anczy-

¹⁰⁾ Podobne zestawienie odczynników na wydzielenia fosforowe podał Dr. Hauße w Kruppsche Monatshefte, kwiecień 1926, str. 66. Nie wszystkie jednak wyniki podane przez wymienionego autora, trafiają mi do przekonania. Nie chcąc się jednak wdawać w krytykę i polemikę, zaznaczam, że każdy z nas miałby słusność, gdyż każdy odczynnik musi być indywidualnie traktowany (nieraz odmiennie, aniżeli podaje sam autor odczynnika), gdyż zależy wszystko od warunków i od jakości trawionej próbki. Gdyby zrobiono dla przykładu porównanie na 10 próbkach, to jakkolwiek wszystkie wyniki byłyby prawdziwe, dawałyby inną ocenę, poszczególnych odczynników. Zresztą nie jesteśmy w stanie porównywać samych obrazów wytrawiania, lecz ograniczać się musimy do mniej lub więcej udatnie zrobionych z nich zdjęć fotograficznych.

na, gdyż składa się jedynie z chlorku amonowo-miedziowego (soli sprzężonej), rozpuszczonej w wodzie dystylowanej.

Odczynnik ten jest bardzo wygodny w użyciu i daje, z nielicznymi wyjątkami, dobre wyniki. Jedyną jego wadą jest to, że przy większej obecności regularnie rozłożonego fosforu w stali o większej zawartości węgla, miedź, osadzając się przy trawieniu na badanej powierzchni, nie daje się czasami zmyć.

Celem wypróbowania i porównania wyników trawienia różnymi odczynnikami, wybrałem stal martinowską zasadową o składzie chemicznym:

C	Si	Mn	P	S
0,08	0,15	0,40	0,085	0,045%

Stal ta była wyjątkowo jednostajnie zanieczyszczona, w tem znaczeniu, że na dość znacznej długości (kilku centymetrów) pręta wykazywała prawie jednakowo rozmieszczone silne zanieczy-

szczenia. To dało pewność, że lekkie przeszlifowanie próby przed natrawieniem coraz to innym odczynnikami nie będzie miało wpływu na intensywność obrazów, wykazujących zanieczyszczenia. Poza tem zmieniano kilkakrotnie kolejność i powtarzano trawienie; otrzymując zawsze te same obrazy, miano możność przekonania się, że wyjaśnienie próbki przez poprzedni odczynnik nie miało miejsca.

Alkoholowy roztwór kwasu solnego nie tylko w stosunku 1 : 1, lecz i w każdym innym, nie nadaje się do badania makroskopowego na zawartość fosforu, gdyż powoduje słabe i nie dość kontrastowe ściemnienie obrazu w miejscu wydzielenia, przy czem trawienie trwa bardzo długo i jest przykre dla pracującego, ze względu na pary kwasu.

Obraz wytworzony kwasem solnym 1 : 1, z 5% dodatkiem kwasu azotowego (1%) pokazuje rys. 2. (rys. 1 — 13 i 15 — 21 są umieszczone na osobnej tabeli Nr. XXV i XXVI).

Idąc dalej, widzimy na szeregu obrazów własności i wyniki trawienia innymi odczynnikami, które w tym wypadku na danej próbce otrzymałem. Nie chcąc wdawać się w krytykę użytych przezemnie odczynników, gdyż to miałyby się z treścią mojego artykułu, podam jedynie niektóre szczegóły, dotyczące otrzymanych obrazów.

Na rys. 3 widzimy obraz makroskopowy zawartości fosforu, uzyskany przez trawienie odczynnikami Heyna. Odczynnik ten, ze względu na prostotę oraz na otrzymywane nim wyniki, można śmiało postawić na czele innych dotychczas znanych. Obraz (rys. 3) nie ustępuje innym, dając właściwe rozłożenie fosforu.

Z spośród wszystkich zagranicznych on jeden nadawałby się do zastosowania w warsztacie, gdyby nie wada, jaką jest przywieranie miedzi, oraz to, że chlorek amonowo-miedziowy nie jest w handlu powszechnym artykułem.

Wszystkie inne odczynniki mają nader cenne znaczenie dla laboratorjów, ze względu jednak na bardzo nieraz skomplikowany skład drogich i niepowszednich dodatków, bądź soli, bądź alkoholu, nie mogą być szeroko stosowane w praktyce, t. j. w każdym nawet najmniejszym warsztacie mechanicznym.

Rys. 4, 5, 6, 7, 8, 9 i 10 dają szereg obrazów, których ocenę przejrzystości rozmieszczenia zanieczyszczeń fosforowych pozostawiam czytelnikowi.

Dodać muszę, że niektóre odczynniki, użyte do trawienia, a zawierające sole miedzi w roztworze alkoholowym, powodują powleczenie próbki nie dającą się zmyć warstewką miedzi, przez co obraz jest albo za mało wyraźny, albo za mało prawdopodobny.

Na szczególne wyróżnienie zasługuje odczynnik Oberhoffera (rys. 6 i rys. 6a), z którym autor w pracowni szkolnej zrobił niejednokrotnie dobre doświadczenie. Rys. 6 przedstawia rozłożenie fosforu widoczne przy oświetleniu skośnym, zaś rys. 6a—przy oświetleniu prostopadłym tej samej próbki. Przez porównanie obydwu obrazów widać, że żuźle (zgrupowane we środku jasne plamki) lepiej są widoczne na rys. 6, zaś linje wydzielenia subtelniej wychodzą na rys. 6a. Odczynnik ten daje, jak widzimy, nader subtelne obrazy zanieczyszczeń

fosforowych i to tem dokładniejsze, im powierzchnia przekroju była staranniej oszlifowana, bądź wypolerowana. To samo możnaby powiedzieć o odczynniku Le Chateliera II (rys. 5) oraz o odczynniku Broniewskiego (rys. 10)¹¹⁾.

Wada jaką ma odczynnik Heyna, t. j. za silne przywieranie miedzi przy stalach wysokowęglistych i bogatych w fosfor, szczególnie, gdy zanieczyszczenia są równomiernie rozłożone na przekroju próby, zniewoliła autora do szukania innego, nie posiadającego tej wady odczynnika, a poza tem łatwego do przygotowania ze względu na powszedniość użytych składników.

Pierwszy miedziowy odczynnik krajowy, noszący nazwę odczynnika Anczyca I, zrobiony, jak widać z tabeli, z siarczanu miedzi, chlorku amonowego, amoniaku i kwasu siarkowego, poddany był długiej próbie w pracowni szkolnej i tam też był stale używany obok innych, zanim wprowadzony został przez prof. Anczyca do literatury technicznej¹²⁾.

Rys. 11 przedstawia obraz rozkładu zanieczyszczeń fosforowych, uzyskany odczynnikami Anczyca I. Porównywując go z innymi widać, że całkowicie nie ustępuje innym pod względem otrzymanego wyniku. Daje całkowicie te same obrazy co odczynnik Heyna, nie mając jednak wad ostatniego.

Rys. 12 daje obraz otrzymany na tej samej próbce odczynnikami Anczyca II (warsztatowym), o którym będzie mowa w dalszej części.

Odczynnik Anczyca I dobrze jest zrobić z gotowych już roztworów kwasów lub soli, a to:

Siarczanu miedzi (Cu SO_4) 100 g soli na 1000 cm^3 wody dystyl.
Chlorku amon. ($\text{NH}_4 \text{Cl}$) 100 " " " " " " "
Amoniak ($\text{NH}_4 \text{OH}$) o stężeniu 20%
Kwasu siarkowego ($\text{H}_2 \text{SO}_4$) 2/1 norm. (98 g kwasu o cięż. właśc. 1,84 na 1000 cm^3 wody dystylowanej).

Odczynnik ma skład następujący:

100 cm^3 roztworu siarczanu miedzi,
200 „ chlorku amonowego,
13 „ amoniaku,
42 „ kwasu siarkowego.

Ze względu na to, że amoniak posiadać może różne stężenia, można kierować się następującym przepisem: podczas dodawania amoniaku do roztworu siarczanu miedzi i chlorku amonowego, opada osad biało niebieski, który przy silniejszej dawce przechodzi w ciemno lazurowy, przezroczyście roztwór, co jest wskazówką dostatecznej zawartości amoniaku. Przy tej czynności, roztwór należy mieszać.

¹¹⁾ Przy tej sposobności chciałbym podkreślić fakt, że w żadnym wypadku makrofotografia nie da właściwego obrazu, t. j. takiego, jakki naprawdę widzimy na natrawionym szlifie próbki.

¹²⁾ Prof. Anczyca w książce p. t. „Badania metalograficzne w zastosowaniu fabrycznym” (1926), str. 13, opisuje ten odczynnik, dając mu nazwę „kwowskiego”, nie zgadzając się na proponowaną przez mnie nazwę „odcynnika Anczyca”, choć taką nazwę nosi do dziś w laboratorium metalograficznym Politechniki. Dziś, po śmierci tego, tak zasłużonego i wielkiego technologa oraz gorącego patrioty, mam prawo, jako twórca tego odczynnika, nazwać go „odcynnikiem Anczyca”, prosząc usilnie tych wszystkich, którzy będą ten odczynnik używać lub o nim poczynią jakieś wzmianki, aby używali nazwy przezemnie proponowanej.

Kwas siarkowy dodawać kroplami aż do chwili otrzymania z powrotem roztworu przezroczystego, błękitnej barwy, podobnej do roztworu wodnego siarczanu miedzi, co może być również wskazówką w razie użycia kwasu siarkowego o nieznanym stężeniu. Nadmiar kwasu siarkowego powoduje osadzanie nie dającej się zmyć warstewki miedzi.

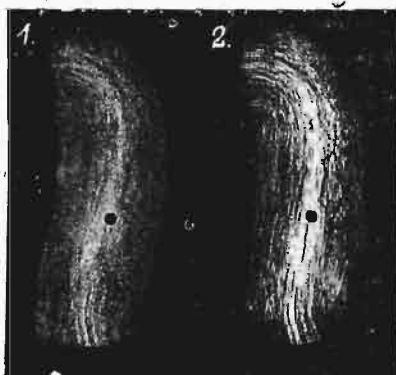
Odczynnik pozostawiony bardzo długo w otwartym naczyniu, z powodu ubytku związków amonowych, musi być w razie silnego przywierania miedzi zadany kilku kroplami amoniaku.

Czas trawienia może być dowolny. Najlepsze wyniki otrzymać można, trawiąc od 1 do 4 minut. Podczas trawienia nie trzeba się wystrzegać dotykania powierzchni trawicznej, gdyż można próbkę wyjmować, przemywać, oglądać i poddawać dalszemu trawieniu.

Spokojnie mogę polecić ten tani odczynnik pracownikom metalograficznym, gdyż otrzymać można nim bardzo dobre wyniki (co będzie później wykazane), przyczem jest tani; lecz jak do każdej nowej rzeczy, tak i do niego trzeba się przyzwyczaić.

Jako przykład jego zdadności posłużyć może rys. 13, przedstawiający rurę przegrzewacza z żelaza kujnego z osadzoną częścią kolanka z kujnej leizny, wprawdzie żarzonej, lecz nie odwęglonej. Trawiąc szeregiem innych odczynników, z wyjątkiem Broniewskiego, który miedzi nie zawiera, nie można było otrzymać kujnej leizny wolnej od osadu miedzi, natomiast odczynnik Anczyca, zadany trzema kroplami amoniaku, dał piękny obraz, tak rury, jak i kolanka, przyczem na ostatniem uwydatniła się dobrze warstwa odwęglona.

Rys. 14, 15 i 16 wskazują, iż odczynnik Anczyca I nie tylko nie ustępuje odczynnikowi Heyn'a, lecz przeciwnie — daje w niektórych wypadkach (rys. 14 i 15) znacznie lepsze wyniki.



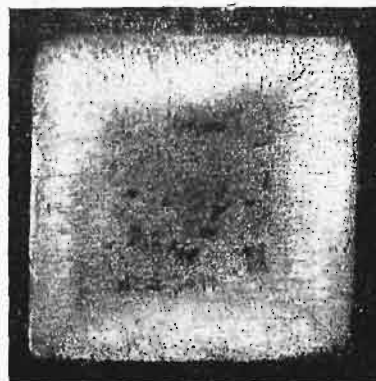
Rys. 14.

Odczynnik Heyna (obr. 1) i Anczyca I (obr. 2). $\times 1$.

Pracując w kierunku znalezienia jak najprymitywniejszego odczynnika, nadającego się do użytku nie tylko w laboratorium, lecz głównie w warsztacie, i to przez ludzi niefachowych, udało mi się stworzyć, wzorując się na odczynniku Anczyca I — odczynnik, któremu jako odczynnikowi Anczyca II daję nazwę „warsztatowego odczynnika Anczyca”. Podany on jest jako ostatni w zestawieniu odczynników, będąc roztworem 5 g handlowego siarczanu miedzi i 20 g handlo-

wego chlorku amonowego (salmiaku) w 100 g wody studziennej.

Odczynnik warsztatowy Anczyca może być stosowany w różnym stężeniu, lecz nie przy większej zawartości siarczanu miedzi w stosunku do chlorku amonowego, jak 1 : 4. Większa zawartość



Rys. 22.

Próba z tej samej partji materiału, jak rys. 20 i 21, badana na zawartość fosforu. Odczynnik Anczyca II. $\times 1$.

chlorku amonowego (salmiaku) nie przeszkadza. Celem otrzymania kontrastowego obrazu, należy przekroić próbkę po natrawieniu obmyć pod prądem wody, by usunąć osadzoną na całym przekroju miedź. Odczynnik ten jest wielce wygodny, gdyż do zbadania stali użyć można człowieka niefachowego, przyczem dodać trzeba, że wystarcza zrobić szlif pilnikiem.

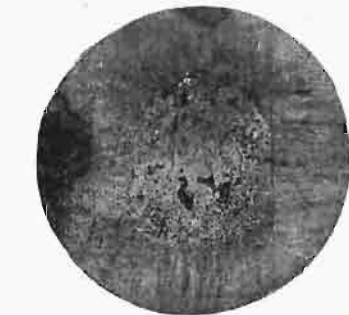
Trawienie warsztatowym odczynnikiem Anczyca przekroju próby bez wygładzenia pilnikiem, np. bezpośrednio po przecięciu piłą, daje już nieraz wyraźną wskazówkę rozmieszczenia zanieczyszczeń przy większej ich obecności, jak to zobaczymy później na rys. 23.

Mówiąc dość obszernie o potrzebie wprowadzenia praktycznych i łatwych badań, do drobnego przemysłu, miałem głównie na celu wprowadzenie badań metalograficznych makroskopowych, i to jedynie na zawartość fosforu. Ułatwienie tych badań zostało według mojego zdania uskutecznione przez stworzenie prostego w użyciu i taniego „odczynnika warsztatowego Anczyca”.

O celowości przeprowadzania choćby tak prostych badań mogą przekonać następujące przykłady:

Jako pierwszy posłużyć może żelazo, z którego wziętem próbkę do porównania odczynników. Żelazo to w formie prętów użyto do zawieszania kadzi na cokrowni. Przy montowaniu, pręt upadł na posadzkę i — zamiast się conajwyżej zgąć — rozleciał się w drobne kawałki. Widać z pokażnej ilości fosforu (rys. 2, do rys. 12), co było powodem jego małej wytrzymałości. Szczęściem można by nazwać tę okoliczność, że pręt rozleciał się przy montowaniu. Gorzej sprawa wyglądałaby, tak dla personelu, jak i dla przedsiębiorstwa, gdyby pręty urwały się pod ciężarem zawieszonych na nich a wypełnionych już zbiornika.

Ciekawem również jest zdarzenie pewnej firmy naftowej, której dostarczono większą partję żerdzi wiertniczych. Próby wytrzymałościowe ro-



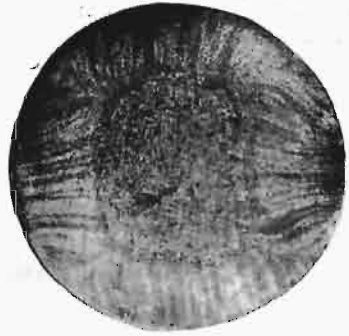
Rys. 1. Odczynnik Baumanna. Rozmieszczenie siarki. $\times 1$.



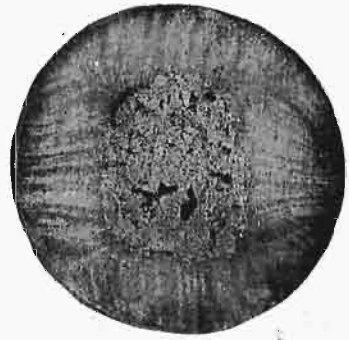
Rys. 2. Kwas solny 1:1 z 5% dod. kwasu azotowego. $\times 1$.



Rys. 3. Odczynnik Heyna. $\times 1$.



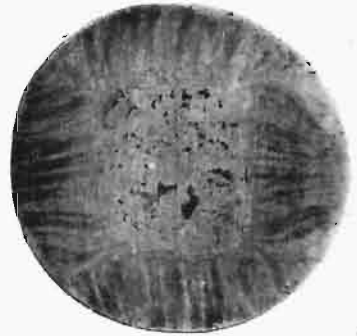
Rys. 4. Odczynnik, Rosenhaina. Pow. $\times 1$.



Rys. 5. Odczynnik La Chatelier'a II. Pow. $\times 1$.



Rys. 6. Odczynnik Oberhoffera. $\times 1$.



Rys. 6a. Odczynnik Oberhoffera. $\times 1$. Oświetlenie prostopadłe.



Rys. 7. Odczynnik Fry'a I. $\times 1$.



Rys. 8. Odczynnik Fry'a II. $\times 1$.



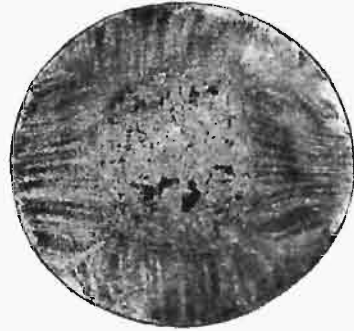
Rys. 9. Odczynnik Fry'a III. $\times 1$.



Rys. 10. Odczynnik Broniewskiego. $\times 1$.



Rys. 11. Odczynnik Anczyca I. $\times 1$.



Rys. 12. Odczynnik warsztatowy Anczyca. $\times 1$.

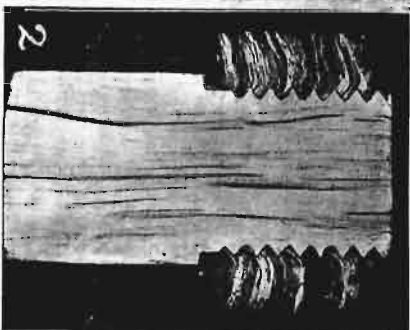
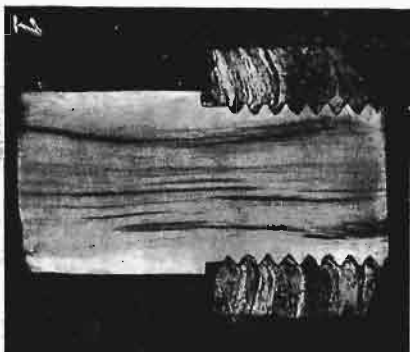


Rys. 15. Odczynnik Heyna (obr. 1) i Anczyca I (obr. 2) $\times 1$.





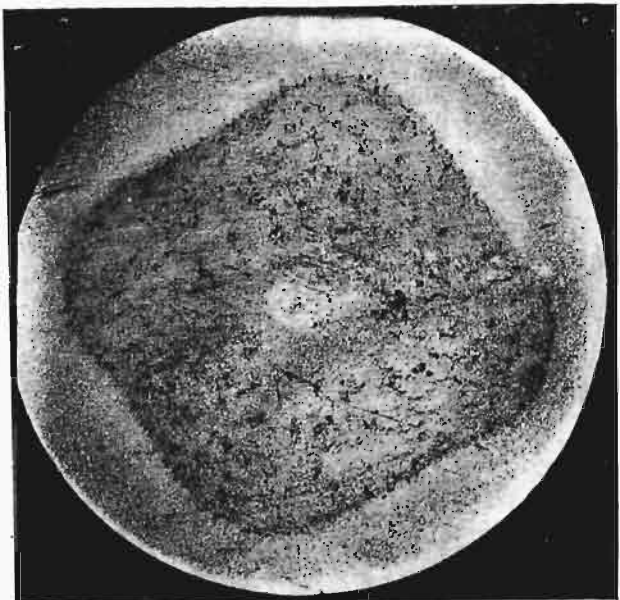
Rys. 13. Odczynnik Anczyca I. $\times 1$.



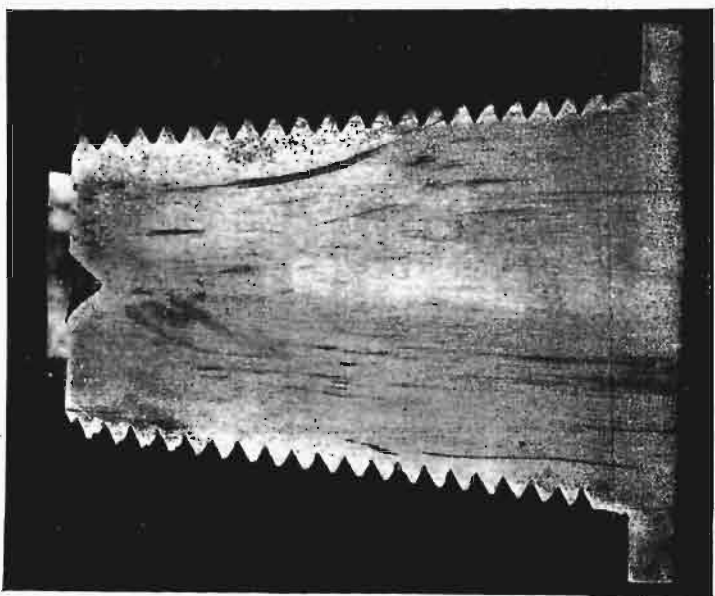
Rys. 16. Odczynnik Heyna (obr. 1), i Anczyca I (obr. 2) $\times 1$.



Rys. 17. Przekrój drążka wiertniczego: poprzeczny (obr. 1) i podłużny (obr. 2) w miejscu pęknięcia. Odczynnik Anczyca I. $\times 1$.



Rys. 18. Stal na nożyce wiertnicze z wadliwym ośrodkiem. Odczynnik Anczyca warsztatowy. $\times 1$.



Rys. 19. Stal jak na rys. 18. Przekrój podłużny. Odczynnik Anczyca warsztatowy. $\times 1$.



Rys. 20. Rdzeń z powodu zanieszczenia oddzielił się przy kucie od reszty materiału. Odczynnik Anczyca II (warszt.). $\times 1$.



Rys. 21. Odczynnik Anczyca II (warsztatowy). $\times 1$.

bione podczas odbioru na kilku żerdziach, przekonały szczęśliwym zbiegiem okoliczności o dobroci materiału. Przy pracy jednak zachowywały się żerdzie rozmaicie; część ich rwała się, powodując przykre przerwy w ruchu, nie mówiąc już o niebezpieczeństwie zagwoźdżenia szybu. Makroskopowe badanie żerdzi wykazało, że materiał (rys. 17) w większości żerdzi jest lichej, z powodu znacznych zanieczyszczeń. Widać więc z tego, że zbadanie każdej żerdzi przed jej użyciem, nawet przez niefachowego, lecz sumiennego pracownika, przy użyciu taniego sposobu, byłoby uchroniło firmę od dość pokaźnej straty.

Nie lepszym okazał się materiał dostarczony na nożyce wiertnicze. Stal ta, choć dostarczona jako pierwszorzędny materiał, okazała się nie do użytku, powodując przerwę przykrą w ruchu, będąc przytem źle zgrzewalną. Rozkład zanieczyszczeń, które obniżyły jej wartość, widzimy na rys. 18 i 19.

Dalszym przykładem, stwierdzającym iż zastosowanie prostych badań makroskopowych może nas uchronić od pokaźnych strat, jest następujący wypadek, który miał miejsce w jednej z poważnych instytucyj.

Do wykonania kilkudziesięciu osi, czy sworzni, dostarczono stali o przekroju prostokątnym (rys. 22), którą przecięto na żadaną długość. Podczas kucia na gorąco pokazało się, że materiał jest wadliwy, gdyż kucie powodowało oddzielenie się rdzenia, jak to widać na rys. 20 i 21.

Badanie odczynnikami warsztatowym (rys. 20 i 21) wykazało silne zanieczyszczenie fosforem, któremu, jak wiadomo, towarzyszą również siarka i żużel.

Badanie reszty materiału, znajdującego się w magazynie, wykazało w mniejszym lub większym stopniu zanieczyszczenia, jak to widać na rys. 22, który otrzymano trawiąc oszlifowany przekrój odczynnikami warsztatowym Anczyca.

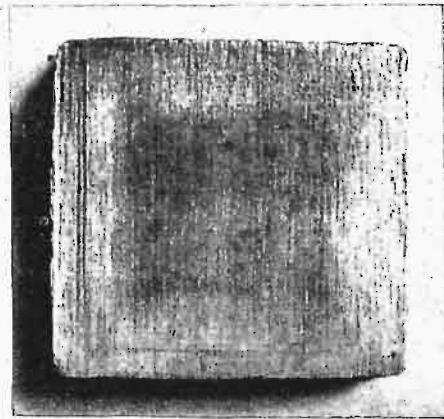
Nietylko na oszlifowanym przekroju wystąpiło ściemnienie w miejscach skupień fosforowych, lecz podobny obraz, tylko nie tak wyraźny, otrzymano już na przekroju nieoszlifowanym, t. j. po przecięciu piłą (rys. 23).

Widać z tego, że niekosztowne badanie stali przed jej użyciem byłoby uchroniło instytucję od kosztów, jakie poniosła przez cięcie, zagrzewanie, kucie i t. p. Jeszcze mniejszą byłaby strata, gdyby zbadano dostarczoną stal przed jej odbiorem, nie polegając na danych sprzedawcy. By dowieść potrzeby stosowania choćby tak prymitywnego środka badania przy jej zakupie, mógłbym przytoczyć niezliczoną ilość przykładów, np. z badania blach kotłowych, czego jednak z braku miejsca uczynić nie mogę. Zresztą każdy przerabiający stal miał możliwość przekonania się o niespodziankach, jakie go prawie codziennie spotykają w praktyce.

Celem uniknięcia różnych trudności i niespodzianek, należy kupować zawsze stale czyste (bez zanieczyszczeń), takich tylko żądać i o tem się samemu przekonywać, nie polegając na danych sprzedawcy.

Stosowanie badań wytrzymałościowych, uzupełnianych badaniami makroskopowymi, da moż-

ność spokojnej i nie przynoszącej niespodzianek pracy.



Rys. 23.

Materiał jak na rys. 22. Przekrój po przecięciu piłką, bez wyszlifowania, badany na zawartość fosforu. Odczynnik Anczyca II.

Jeżeli wytwórnia z braku urządzeń nie może stosować badań wytrzymałościowych, wtedy powinna wprowadzić przynajmniej badania makroskopowe odczynnikami warsztatowym Anczyca, który nie wymaga fachowego obchodzenia się, a przatem jest tani i łatwy do zrobienia. Do ściślejszych badań można również stosować z dobrym skutkiem powyższy odczynnik, lub też któryś z podanych w tabeli.

Z chwilą kiedy wytwórcy i sprzedawcy stali nabiorą przekonania, że odbiorca kontroluje dostawę, odrzucając zły materiał, przestaną oni zasilać rynek gatunkami, które mogą być najwyżej sprzedawane za cenę łomu.

Odbiorca, kontrolując kupiony materiał, będzie mógł spokojnie podejmować się odpowiedzialnych robót.

Byłoby zatem pożądane jak najszersze stosowanie badań makroskopowych w warsztacie, wogóle, a w szczególności poczynienie prób z odczynnikami warsztatowym Anczyca.

Nowe wydawnictwa.^{*)}

- Rocznik Statystyczny przewozu towarów na P. K. P. Cz. I.** Węgiel, koks, torf. Str. 215. Warszawa, 1927.
- Cours de chimie. I. Lois générales; métalloïdes,** par Marcel Boll, Professeur agrégé de l'Université. Wyd. III, uzup. Str. 552, rys. 100. Dunod. Paryż, 1927.
- Quelques problèmes d'urbanisme.** W. Karachnick. Str. 70 z 17 rys. Dunod. Paryż, 1927.
- Die Widerstandsfähigkeit von Dampfkesselwandungen.** Sammlung von wissenschaftlichen Arbeiten deutscher Materialprüfungs-Anstalten. Wyd. Stow. Właściciele Wielkich Kotłów. Tom. I. Str. 81 (4-o) ze 176 rys. Wydawca J. Springer. Berlin 1927.
- Der Kranbau, Berechnung und Konstruktion von Kranen aller Art.** Dr. R. Duib. Tom uzupełniający do wyd. 2-go. Str. 765 ze 141 rys. i 52 tab. Wyd. Ziemsen Verlag. Wittenberg, 1927.
- Der Zement, Herstellung, Eigenschaften und Verwendung.** Dr. R. Grün. Str. 173 z 90 rys. i 35 tab. Wyd. J. Springer. Berlin, 1927.

*) Wszystkie podawane w tym dziale wydawnictwa są do nabycia w Księgarni Technicznej „Przeglądu Technicznego”, Warszawa, ul. Czackiego 3.

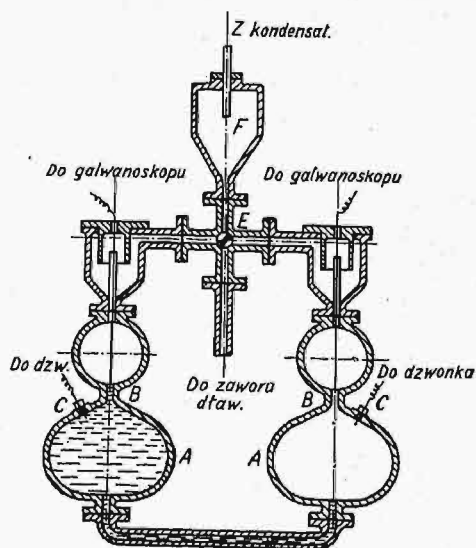
Przyrządy kontrolujące działanie chłodziarek.

Napisał Inż. Henryk Krakowiak.

Zasada oszczędnego wytwarzania, dziś tak powszechnie stosowana w różnych gałęziach przemysłu, została wprowadzona również i do chłodnictwa, czego wyrazem są próby stosowania przyrządów, kontrolujących bieg chłodziarki i ilość czynnika obiegowego. Konieczność takiej kontroli uzasadniona jest z jednej strony tem, że chłodnictwo — wprawdzie u nas będące jeszcze u początków rozwoju — na Zachodzie znalazło już oddawna bardzo szeroki zakres zastosowania, wskutek czego możliwe oszczędności uzyskane drogą kontroli, przy dłuższej pracy chłodziarek i dużych całkowitych skutkach chłodzenia, mogą dać w sumie poważną pozycję w ogólnym bilansie kosztów, z drugiej strony — tem, że dotychczasowa kontrola chłodziarek, oparta na indykowaniu i sporządzaniu bilansu, jako z natury rzeczy nieciągła i dorywcza, nie odpowiadała celowi. Istotne tutaj jest zastosowanie aparatów prostych, pozwalających w każdej chwili podczas biegu sprawdzić działanie chłodziarki przez niższy personel obsługujący.

Ponieważ działanie urządzenia chłodniczego zależy przede wszystkim od ilości czynnika przepływającego w jednostce czasu, przez dowolny przekrój przewodów głównych urządzenia, najcelowszem okazało się stosowanie aparatu, kontrolującego właśnie ilość czynnika, krążącego w chłodziarce. Trudności, jakie nastroczały się przy rozwiązaniu tego zagadnienia, były związane z opinowaniem wysokich ciśnień, cechujących chłodnictwo, oraz aktywności czynników obiegowych.

Jednym ze starszych przyrządów, do tego celu służących, jest aparat Doerffel'a (rys. 1). Aparat ten, złożony z dwóch naczyń połączonych



Rys. 1. Przyrząd Dörffel'a.

rat ten, złożony z dwóch naczyń połączonych A—A, częściowo wypełnionych rtęcią, włącza się w obwód chłodziarki, na drodze między kondensatorem a zaworem dławiącym. Kurek 4-drogowy E umożliwia połączenie jednego naczynia A z kondensatorem, równocześnie zaś drugiego —

z zaworem dławiącym. W położeniu kurka wskazanym na rysunku, ciekły czynnik płynie z kondensatora przez oddzielnik powietrza F do naczynia lewego, wypierając rtęć do naczynia prawego. Gdy powierzchnia rtęci, minawszy kontakt C połączony z dzwonkiem ostrzegawczym, dojdzie w zwężeniu szyjki do kontaktu B, igła galwanoskopu odchyli się, wówczas kurek E zostaje przekręcony o 90°, ręcznie lub automa'ycznie, skierowując ciekły czynnik z kondensatora do naczynia prawego. Znając objętość skokową zbiornika oraz ilość wahań igły galwanoskopu na godzinę, można obliczyć ilość czynnika przepływającego $G \text{ kg/h} = V \gamma$.

Przyrząd ten, jako wymagający starannej obsługi i kosztowny z powodu znacznej ilości rtęci, nadawał się raczej do celów laboratoryjnych, niż przemysłowych.

Nowsze przyrządy, do tegoż celu służące, odznaczają się przede wszystkim prostotą obsługi. Do takich należy przyrząd pomysłu Fishera z American Society of Refrigerating Engineers¹⁾, oparty na zasadzie wypływu przez otwór Poncelet'a. Szereg doświadczeń, wykonanych przez Plank'a i Weiskera (1922) ze zmodyfikowanym przyrządem Fishera, wykazał możliwość zastosowania tej metody do pomiaru ilości czynnika obiegowego w stanie skroplonym. Ilość czynnika, przepływająca przez otwór Poncelet'a w jednostce czasu, wyznacza się wprost ze wzoru $G \text{ kg/h} =$

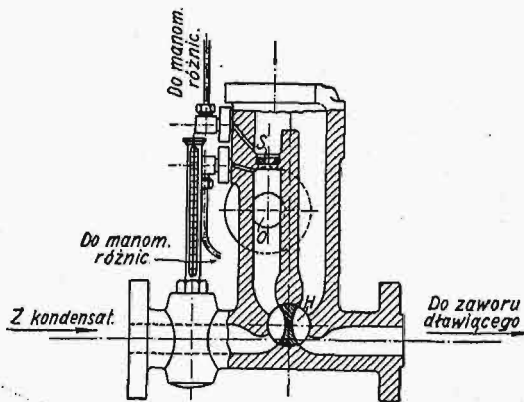
$= 3600 \mu f \sqrt{2g \frac{\Delta p}{v'}}$, gdzie f — przekrój otworu, v' — objętość właściwa czynnika skroplonego, g — przyspieszenie ziemskie, μ — współczynnik dławienia, Δp — różnica ciśnień przed i za otworem Poncelet'a. Ponieważ jednak v' skroplonego czynnika zmienia się w nader małych granicach, a współczynnik μ — według badań Weiskera — przy wyższych spadkach ciśnień (dla $\Delta p > 1$) jest niezależny od ciśnienia, można przyjąć, iż dla pewnego f ilość czynnika obiegowego równa się $G' = \text{const } V \Delta p$. Jak widać z powyższego, pomiar ilości czynnika redukuje się tylko do pomiaru spadku ciśnienia, wywołanego wypływem przez otwór, skutkiem czego można skalę manometru różnicowego wycechować bezpośrednio w jednostkach ilości krążącego czynnika.

Do pomiaru włączając należy przyrząd tuż przed zaworem dławiącym, gdyż w tem miejscu czynnik jest nie tylko skroplony, ale zazwyczaj dochłodzony. Spadek ciśnienia Δp w tem miejscu równać się powinien teoretycznie różnicy ciśnienia w kondensatorze i ciśnienia nasycenia, odpowiadającego temperaturze dochładzania. W rzeczywistości ciecz poza otworem nie osiąga tak dużego spadku ciśnienia, przez co wypływ z otworu nie jest zakłócony zjawiskiem parowania. Zaznaczyć należy, że spadek ciśnienia Δp nie powoduje dodatkowych strat w bilansie chłodziarki, gdyż

¹⁾ Por. Zeitschrift für die Gesamte Kälte-Industrie, zeszyt 11 z 9.XI. 1926.

jest tylko częścią spadku, jaki wywołuje zawór dławiący bez użycia przyrządu.

Przyjmując dla pewnej chłodzarki granice temperatur, np. -10°C dla zasysanej pary i $+15^{\circ}\text{C}$ w dochładzacz, można podać skalę manometru różnicowego w kalorjach, według wzoru $Q = G (i''_o - i''_d)$, gdzie i''_o — całkowita zawartość ciepła pary zasysanej, i''_d — zawartość ciepła cieczy w dochładzacz, dzięki czemu jest możliwość bezpośredniego odczytywania skutku chłodzenia chłodzarki w Kal/h .



Rys. 2. Przyrząd Linde'go.

Tego typu przyrządy wykonywane są przez Gesellschaft für Lindes Eismaschinen w Wiesbaden, rys. 2. Skroplony czynnik płynie przez kurtek 2-drogowy H do aparatu, wewnątrz którego znajdują się dwa pionowe kanały, połączone ze sobą zapomocą otworu Poncelet'a S . Ciecz płynie przez kanał lewy, otwór S , do kanału prawego, a stąd do zaworu dławiącego. Manometr różnicowy (tarczowy), włączony tuż przed i za otworem S , posiada podwójną skalę dla ciśnień i dla skutku chłodzenia w Kal/h .

Przyrząd ten, oprócz pomiaru skutku chłodzenia, pozwala również śledzić prawidłowy bieg chłodzarki, do czego służy wziernik O , wbudowany w kanał lewy. Przy dobrym działaniu chłodzarki, przez aparat Lindego powinien przepływać tylko ciekły czynnik. W przypadku pojawiania się baniek pary — co łatwo można zaobserwować przez wziernik — świadczących o zaburzeniu w działaniu urządzenia, wywołującym zmniejszenie się skutku chłodzenia, personel obsługujący jest w możności wczas temu zapobiec.

Przekręcenie kurka H o 90° pozwala całkowicie wyłączyć aparat Lindego z obwodu chłodzarki.

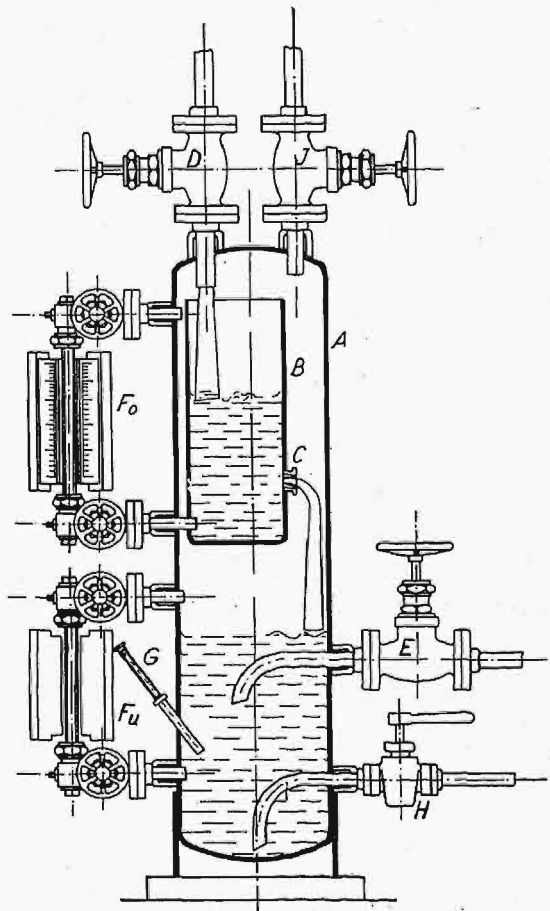
Inną odmianą tego typu jest przyrząd Glässel'a, oparty również na wypływie ciekłego czynnika, różniącego się jednak tem, że ilość wypływającego czynnika mierzona jest nie ze spadku ciśnienia, lecz z wysokości spiętrzenia cieczy H .

Przyrząd Glässel'a (rys. 3) składa się z cylindrycznego zbiornika A , wewnątrz którego u góry mieści się naczynie Poncelet'a B , z jednym lub kilku otworami. Zbiorniki A i B są zaopatrzone w odpowiednie plynowskazy F_o i F_u . Ciekły czynnik płynie z kondensatora przewodem D do naczynia B , wypełniając je do takiej wysokości H , przy której następuje równowaga między dopływem i wypływem. Z naczynia B ciecz spływa do

zbiornika A , skąd zostaje odprowadzona do zaworu dławiącego przewodem E . Przewód J , łączący dodatkowo aparat Glässel'a z kondensatorem, ma na celu wyrównanie ciśnień, dzięki czemu ciecz wypływająca z B znajduje się tylko pod ciśnieniem odpowiadającym wysokości H . Ilość cieczy przepływającej oblicza się według wzoru $G \text{ kg/h} = 3600 \mu f \sqrt{2gH}$.

Na podstawie tego wzoru, oraz przyjmując — jak to w rzeczywistości najczęściej jest stosowane — że chłodzarka pracuje w granicach temperatur $t_{\text{zasys.}} = -10^{\circ}\text{C}$ i $t_{\text{dochl.}} = +15^{\circ}\text{C}$, firma Stein w Cannstatt, budująca aparaty Glässel'a, zaopatrjuje górny plynowskaz F_o w podwójną skalę, w jednostkach $G \text{ kg/h}$ i $Q \text{ Kal/h}$, podobnie jak na manometrze w przyrządzie Lindego.

Aparat Glässel'a pozwala nie tylko ocenić, jaka jest ilość czynnika w obiegu oraz jaki jest skutek chłodzenia, lecz służy także do sprawdzania prawidłowości biegu chłodzarki. Przy dobrym działaniu urządzenia chłodniczego, poziom w plynowskazie F_u powinien tylko wahać się dokoła pewnej wysokości. Stałe zwiększanie się lub opadanie poziomu świadczy o wadliwym ustawieniu zaworu dławiącego lub braku dostatecznej ilości czynnika.

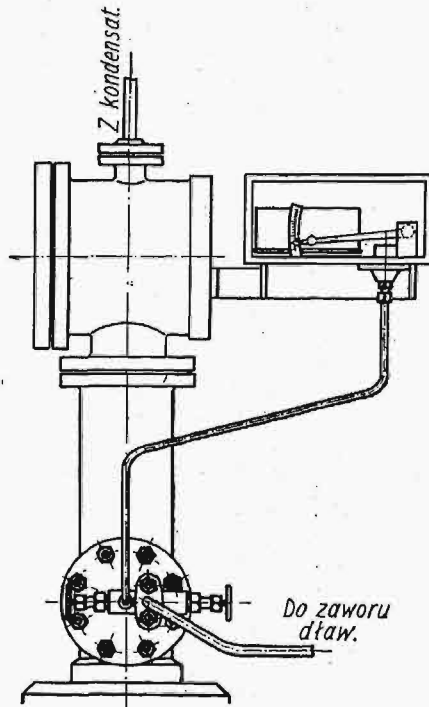


Rys. 3. Przyrząd Glässel'a.

Prostota budowy aparatu Glässel'a, minimalna obsługa oraz wystarczająca pewność jego wskazań — jak to wykazały badania przeprowadzone z tym aparatem w laboratorium politechnicznym w Stuttgarcie w 1922 — przyczyniły się do dość znacznego rozpowszechnienia jego w Niemczech.

Dalszym typem urządzenia kontrolującego ilość obiegową czynnika jest miernik kołyskowy, firmy Weckerle z Zuffenhausen (rys. 4), analogiczny do wodomierzy kołyskowych, używanych przy silnikach parowych, których zasada działania jest powszechnie znana.

Po każdym przechyleniu się kołyski miernika, pływak podnosi wentyl, i skroplony czynnik — w danym wypadku amonjak — wypływa do innego naczynia, skąd przez zawór dławiący idzie do parownika. Z miernikiem połączony jest przyrząd rejestrujący, na który działa zmienne ciśnienie, panujące w naczyniu między zaworem pływakowym a zaworem dławiącym. W okresie, gdy zawór pływakowy jest zamknięty, a ciecz przepływa z miernika do zaworu dławiącego, w naczyniu tem ciśnienie jest takie, jak w kondensatorze; w następnym okresie, gdy ciecz już przepłynęła do parownika, a wahnięcie następne kołyski miernika jeszcze nie nastąpiło, ciśnienie opada do ciśnienia równego panującemu w parowniku. Wskutek po-



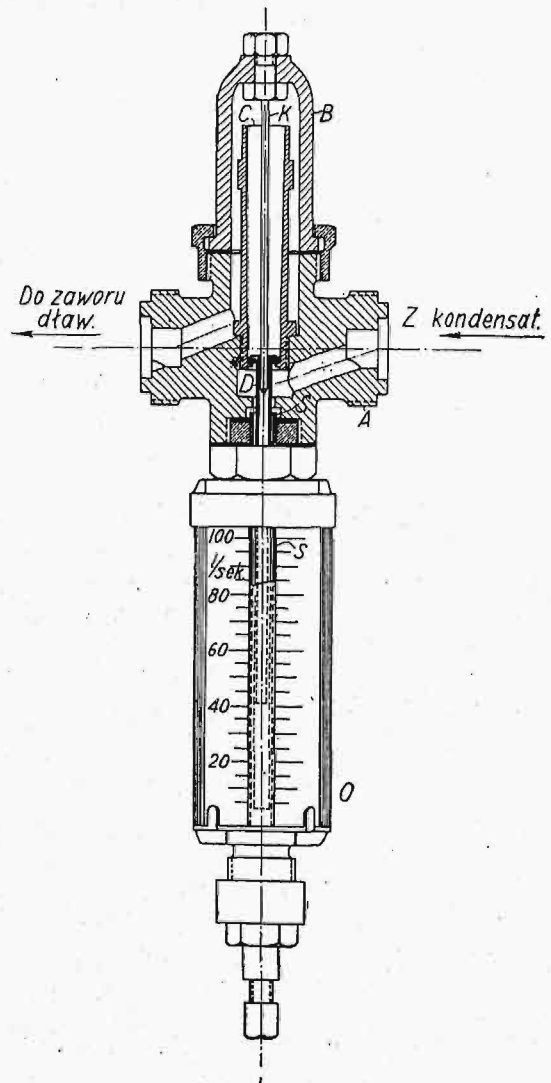
Rys. 4. Miernik kołyskowy f-my Weckerle.

wyższych wahań ciśnienia, rysik aparatu piszącego rysuje na bębnie linję falistą. Z liczby fal na wykresie w ciągu 1 godziny oraz z pojemności kołyski miernika można obliczyć ilość krążącego amonjaku.

Rys. 5 przedstawia miernik ciekłego amonjaku, znajdujący się przy chłodzarce amonjakalnej w laboratorium maszyn Politechniki Warszawskiej. Przyrząd ten włączony jest równolegle do głównego obwodu chłodzarki w ten sposób, że przy pomocy odpowiednich zaworów amonjak płynący z kondensatora może być skierowany na drodze swej do zaworu dławiącego przez miernik, lub też może ten miernik omijać.

Działanie powyższego przyrządu oparte jest na innej od poprzednich zasadzie, mianowicie na

zmienności wolnego przekroju przepływowego. Ciekły amonjak z kondensatora dostaje się pod grzybek pływaka *D*, umieszczonego w rurce *C*, o powierzchni wewnętrznej lekko stożkowej. Pod wpływem strumienia amonjaku, pływak unosi się do góry, powiększając przekrój przepływu, i amonjak z rurki *C* dostaje się do przestrzeni między tą rurką i nasadą *B*, a stąd już do zaworu dławiącego.



Rys. 5. Miernik ciekłego amonjaku w lab. maszyn Polit. Warsz.

Pływak *D*, górnym swym końcem, t. j. grzybkiem, opiera się na 3 występach wewnątrz rurki *C*, drugim zaś — wchodzi w szklaną rurkę *S*, osłoniętą wraz ze skalą szkłem ochronnym *O*.

Drut *K*, umocowany w górnej śrubie nasady *B*, stanowi prowadzenie pływaka, który w tym celu jest na pewnej długości wydrążony.

Ze wzoru $G \text{ kg/h} = 3600 \mu f \sqrt{2g \frac{\Delta p}{v}}$ wynika, że dla $\Delta p = \text{const.}$ ilość krążącego czynnika zależna jest głównie od przekroju f . Ponieważ wielkość przekroju przepływowego zależy od wysokości, na jaką wznosi się pływak *D*, przeto bezpośrednio ze wznoszenia się końca pływaka widocznego w rurce *S* można wnosić o ilości przepływającego amonjaku.

Kamieniołomy w Belgji.

Napisał Inż. W. Wolski.

W szeregu swych źródłowych prac: „Materiały do budowy i utrzymania dróg w Polsce“, „Problem drogowy w Polsce i możliwość jego rozwiązania“, „Sprawa drogowa w Polsce“ i innych, Inż. Melchior Nestorowicz poddaje krytycznemu badaniu sprawę drogową, jedną z największych bolączek naszego kraju, interesującą w znacznym stopniu wszystkie warstwy społeczeństwa, lecz zbyt często niestety traktowaną dotychczas w sposób mało rzeczowy.

Jak oblicza Inż. M. Nestorowicz, Polska traci rocznie w sposób nieprodukcyjny siłę pociągową o wartości równej prawie czwartej części budżetu państwowego. Tak olbrzymią sumę mógłby corocznie kraj nasz oszczędzać na sile pociągowej, po ulepszeniu swych przysłówiowych dróg kołowych.

Przewrót, jaki samochód już sprowadził w stunkach komunikacyjnych na zachodzie Europy, a jeszcze bardziej w Stanach Zjednoczonych, odbił się u nas dotychczas słabem tylko echem. Nie może jednak ulegać wątpliwości, że — aczkolwiek ze znacznym opóźnieniem — rozwój środków komunikacyjnych w Polsce pójdzie w kierunku, wytkniętym już przez doświadczenie Zachodu. Kraj nasz powinien więc przystąpić jaknajrychlej do budowy na wielką skalę dróg z twardą nawierzchnią i do ulepszenia dróg już istniejących.

Jednym z najgłówniejszych czynników rozwoju dróg w Polsce jest uruchomienie w kraju kamieniołomów, produkujących wyborowe gatunki materiałów do budowy i utrzymania dróg, a w szczególności kostki brukowej.

Kraj nasz posiada niewiele krystalicznych pokładów skalnych, w dodatku położone są one przeważnie na krańcach Państwa. Posiadamy wszakże bazyalty w kilku miejscach na Wołyniu, granity w okolicach Zakopanego i na wschód od Sarn na Wołyniu, diabazy w górach S-to Krzyskich i koło Krzeszowic pod Krakowem, porfiry w okolicach Krakowa, a dezyty w okolicy Czorszyna i Szczawnicy. Co się tyczy skał osadowych, mogących być z lepszym lub gorszym skutkiem użytymi do celów drogowych, należy wymienić piaskowce kwarcytowe w pow. Sandomierskim i Opatowskim, pod st. Zagłaznisk i w szeregu miejscowości w Małopolsce, piaskowce wapienne w różnych okolicach i wreszcie, najmniej dla celów drogowych przydatne, w apienie.

Wszystkie wymienione tu gatunki skał są już w Polsce eksploatowane, jednakże w sposób bardzo pierwotny. Jedyne kamieniołomy, prowadzone na wielką skalę, z produkcją dzienną do 1000 tonn, posiadające największe i najlepsze w Polsce urządzenia, znajdują się w Miękinii pod st. Krzeszowice. Pozostałe kamieniołomy prowadzone są na bardzo małą skalę, posiadając mało urządzeń technicznych, albo też pozbawione są zgoła wszelkich instalacji i eksploatowane w sposób zupełnie prymitywny.

Według Inż. M. Nestorowicza, cała obecna produkcja maksymalna wszystkich kamieniołomów w Polsce nie przekracza łącznie 400 000 m³ rocznie, gdy najżywniejsze potrzeby kraju wymagają produkcji wynoszącej około 2 000 000 m³ rocznie, t. j. dzisiejszą produkcję kamieniołomów należałoby zwiększyć pięciokrotnie. Sprawa gospodarki drogowej zależy więc w bardzo silnym stopniu od postawienia na należytej stopie i w sposób racjonalny eksploatacji już istniejących kamieniołomów, jak również uruchomienia nowych. Jest tu duże pole dla inicjatywy prywatnej i instytucyj samorządowych. Zadanie to jest jednak niełatwe, ze względu na znaczne kapitały, jakieby należało włożyć w nowoczesne instalacje. Jak oblicza bowiem inż. M. Nestorowicz, w pierwszych latach racjonalnej gospodarki drogowej w Polsce musiałoby powstać przynajmniej 15—20 kamieniołomów, każdy o produkcji do 100 wagonów dziennie, przyczem koszt każdej takiej instalacji wynosiłby ok. 20 milionów fr. zł.

Dla zobrazowania rozmiarów, do jakich dochodzi produkcja kamieniołomów na Zachodzie, i dania pojęcia o skali i rodzaju stosowanych tam urządzeń mechanicznych, podajemy poniżej opis szeregu kamieniołomów, jakie zwiedziliśmy w Belgji w maju r. b.

Przemysł kamieniarski stanowi bardzo poważną gałąź eksportu belgijskiego do Francji, Holandji i Niemiec. Do największych nietylko w Belgji, lecz wogóle w Europie, należą kamieniołomy w Lessines i Bierghes, należące do Société Anonyme des Carrières Unies de Porphyre. Pojęcie o rozmiarach tego przedsiębiorstwa może dać cyfra przeciętnego naładunku dziennego materiałów kamiennych, dochodząca do 6000 tonn, t. j. do 400 wagonów 15-to tonnowych dziennie.

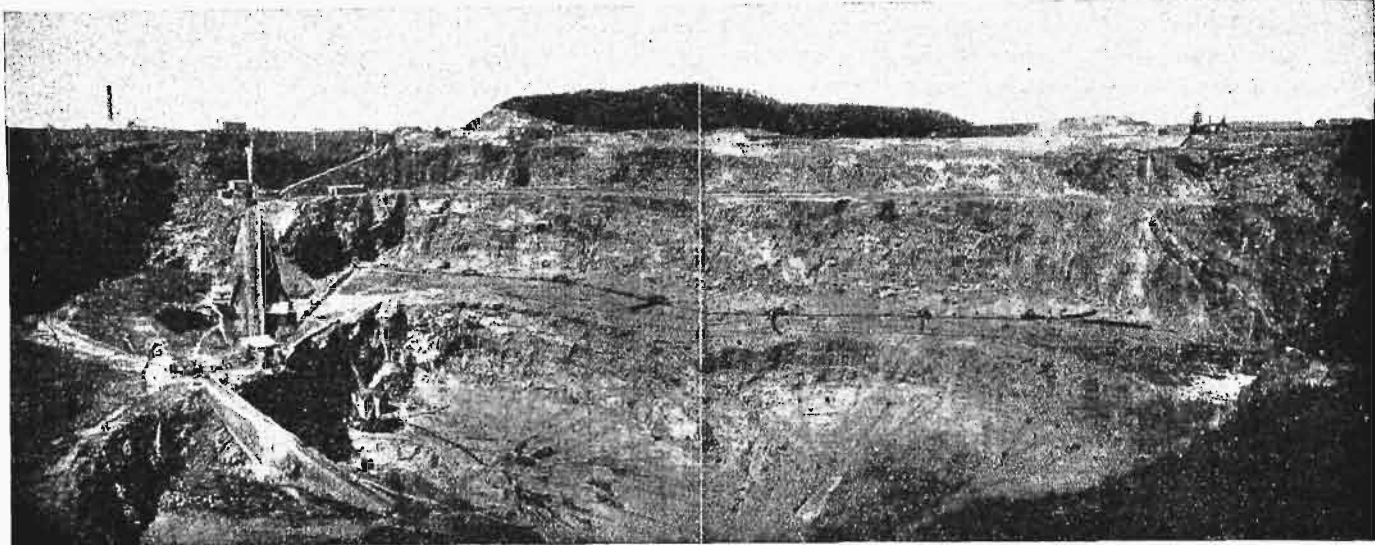
Société Anonyme des Carrières Unies de Porphyre posiada w Lessines i Bierghes 20 karjerów porfiru, zajmujących ogółem 400 ha powierzchni. Zakłady zatrudniają do 5000 robotników, zaś ogólna moc silników, pracujących przy instalacjach mechanicznych, wynosi 6000 KM. Zakłady produkują rocznie do 1 800 000 tonn materiałów kamiennych, mianowicie około 35 000 000 sztuk kostki i 1 600 000 tonn różnych gatunków tłucznia, grysiku i pyłu kamiennego. Kamienia łamanego zakłady nie dostarczają, uważając go za półprodukt, którego sprzedaż nie wytrzymuje kalkulacji.

Przy projektowaniu wszelkich instalacyj mechanicznych, ogromną uwagę zwraca się na zredukowanie siły roboczej, o którą w Belgji bardzo trudno i przytem jest droga i bardzo kapryśna. Za przykład może służyć jeden ze zwiedzonych przez nas kamieniołomów, gdzie przy dziennej (8 godz.) produkcji 1000 tonn tłucznia zatrudnionych jest zaledwie 37 ludzi, poczynając od strzelania i wydobycia kamienia i kończąc już na naładunku tłucznia na wagony. Tam gdzie robotnik musi być już nieodzownie zatrudniony, poczynione jest

wszystko możliwe, by jego wysiłek fizyczny zredukować do minimum.

Zwiedzony przez nas kamieniołom produkuje na wielką skalę przede wszystkim kostkę brukową rozmaitych wymiarów, z odpadków zaś i uwarstwień, nie nadających się na wyrób kostki (tego mają około 70%) wyrabiają tłuczeń i inne pro-

nym budynku na takiej wysokości od dna karjeru, aby ciągnęły wodę swobodnie. Bardzo ważną rzeczą jest zrobienie górnego odwodnienia dokoła karjeru, jeżeli spadki na to pozwalają. Odwodnienie takie bywa w postaci brukowanego rowu odkrytego lub z półotwartych rur cementowych, albo też wreszcie w postaci krytego drenażu z rur.



Rys. 1. Widok kamieniołomu „Tacquenier“.

dukty uboczne. Kostkę, po jej wyrobieniu i dostarczeniu na skład, segreguje się i układa co do jakości wyrobów. Wymagania belgijskie na kostkę pierwszej klasy są tak duże, iż przed ułożeniem na skład zostaje ona poddana poprawieniu i ostatecznemu wykończeniu przez najlepszych specjalistów.

Instalacje do klasyfikacji tłucznia wykonane są na b. dużą skalę, gdyż Zakłady wyrabiają 11 gatunków tłucznia, od 6/8 cm począwszy, aż do pyłu kamiennego 0,20 mm włącznie. Ten ostatni wyławiany jest przy pomocy specjalnych instalacji odkurzających i sprzedawany jako produkt najdroższy do wyrobów asfaltowych i żelbetowych. Tłuczeń wyrabiany jest na podsypkę kolejową, materiał szosowy, na różnego rodzaju materiał do robót betonowych i żelbetowych, na grysik zastępujący żwir i t. p.

Głębokość kamieniołomów jest bardzo znaczna, bo wynosi przeciętnie 80 — 100 m, z piętrami o wysokości 15—30 m. Łamanie kamieni odbywa się masowo. W charakterze materiałów wybuchowych, stosowane są: proch czarny, nitrat i — w wyjątkowych wypadkach — dynamit, tam mianowicie, gdzie w otworach jest woda. Wadą dynamitu jest to, iż powoduje on nadmierne rozdrabnianie kamienia. Do rozdrabniania dużych bloków otrzymanych na skutek wybuchu, używane są młotki pneumatyczne. Elektryczne wiertarki nie są używane, ze względu na znaczną twardość tamtejszego kamienia.

Do odwodnienia używane są pompy wirnikowe z napędem elektrycznym, o wydajności dostosowanej do potrzeb miejscowych. Pompy umieszczone są wraz z silnikiem elektrycznym w osob-

Rów dochodzi mniej więcej do wierzchołków warstwy kamiennnej, jednakże nie zagłębia się w kamień. Górne odwodnienie zmniejsza często do połowy potrzebę pompowania. Wielką ostrożność należy zachować przy cementowaniu szczelin w kamieniołomach. Jeżeli chodzi o zatrzymanie wody stojącej, to można to zrobić bezpiecznie, jeżeli jednak ma się do czynienia ze źródłem, to należy koniecznie dać mu ujście, gdyż inaczej prędzej czy później woda wyrwie zapórę i może łatwo spowodować katastrofę.

Ładowanie kamienia w głębi karjeru odbywa się dwójako, ręcznie i mechanicznie. Więcej praktykowane jest ręczne ładowanie do małych wagoników, wywożących kamień na powierzchnię ziemi po pochylni. Kamień ładowany mechanicznie, przy pomocy czerpaka łyżkowego, na większe wagony dowożony jest zapomocą parowozów do łamacza wstępnego, zainstalowanego na dnie kamieniołomu, i dopiero w stanie rozdrobnionym trafia z łamacza do wagoników pochylni, wywożących go na powierzchnię ziemi do łamaczy ostatecznych.

Tory dojazdowe prowadzące od ścian karjeru dochodzą do tarczy obrotowej, skąd już dwa tylko tory prowadzą do pochylni. Trakcja na torach dojazdowych jest zawsze ręczna, natomiast na dłuższych linjach od tarczy obrotowej do pochylni stosowane są łańcuchy bez końca, łąjące za tarczą wózek automatycznie i również automatycznie puszczające go przy dojeździe do pochylni. Łańcuch bez końca poruszany jest zapomocą bębna i silnika elektrycznego.

Wyciągi pochylniowe stosowane są dwójakiego rodzaju: 1) ze stałymi wózkami na linach i 2) z wózkami przyczepianymi, t. j. temi samymi, któ-

re kursują w głębi karjeru, przyczem stosowane tu bywają zarówno liny, jak i łańcuchy bez końca. Wyciąg projektowany jest w ten sposób, aby dół jego przy przewidywanej głębokości karjeru nie był zbyt posunięty ku środkowi tegoż, a więc nie zajmował zbyt dużo miejsca i nie zawadzał w karjerze. Góra wyciągu dochodzi wprost do skrzyni umieszczonej nad łamaczem (około 20 m nad powierzchnią ziemi), przyczem istnieje możliwość wcześniejszego wyjazdu z pochylni i wyładunku kamienia na innych poziomach, np. na powierzchni ziemi. Wyciągi pionowe stosowane bywają tylko w wyjątkowych wypadkach, gdy dla pochylni zupełnie brak miejsca, uważane są bowiem za gorsze.

Kamień z poszczególnych pięter opuszczany bywa zawsze na sam dół karjeru i dopiero stamtąd wyciągany po pochylni do góry. Do opuszczania kamienia z pięter na dół karjeru, używane są wyciągi pionowe bez silnika, gdzie opuszczający się wózek pełny, sam wciąga pusty do góry.

Łamacze używane, są dwójakiego systemu: pionowe-obrotowe i szcękowe. Pierwszy typ (amerykański) używany jest przeważnie dla dużych wydajności — około 1000 tonn na 8 godzin, przyczem tak duże instalacje są zwykle dwustopniowe, t. j. kamień przechodzi kolejno przez dwa łamacze, z których pierwszy rozdrabnia kamień tylko z grubsza, a drugi przerabia go dopiero na odpowiedni wymiar. Taka instalacja umożliwia przedewszystkiem znacznie szybszą pracę, a więc zwiększa wydajność, mniej niszczy łamacz i daje równiejszy tłuczeń. Pierwszy łamacz ustawiany jest albo w głębi karjeru, albo też bezpośrednio na powierzchni ziemi. Od tego pierwszego łamacza, o ile jest on w głębi karjeru, idzie pochylnia, o ile zaś jest na powierzchni ziemi — taśma transportowa bezpośrednio w górę do drugiego łamacza, zainstalowana już normalnie nad silosami.

Łamacze szcękowe używane są w instalacjach mniejszych — do 250 tonn na 8 godzin — i pracują najczęściej samodzielnie, dając tłuczeń równiejszy, niż łamacze obrotowe.

Sortownie zaistalowane są przy łamaczach pojedynczych (jednostopniowych) i przy łamaczach ostatecznych (w urządzeniach dwustopniowych). Sortownie urządzone są najczęściej w postaci obracającego się bębna pochyłego, dziurkowanego stosownie do ilości i jakości potrzebnych gatunków tłuczni. Przy małych instalacjach, o wydajności do 250 tonn na 8 godzin, mogą być zamiast bębnow używane również pochyłe sita druciane, umieszczone jedne nad drugimi, z otworami sit, odpowiadającymi gatunkom tłuczni. Sitom tym nadawany jest lekki ruch wstrząsający, skutkiem czego kamień posuwa się po nich i sortuje. Sita uważane są za instalację mniej precyzyjną, są jednak tańsze w cenie i w eksploatacji, gdyż mniej się od bębnow zużywają.

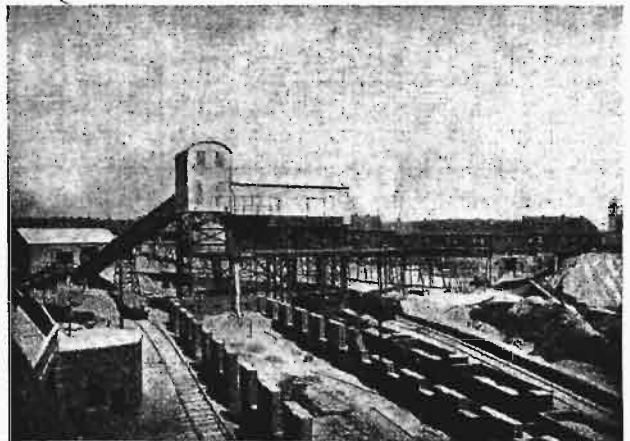
Pod sortownią umieszczone są silosy, których wyloty znajdują się wprost nad torem kolei nor-

malnej, tak aby ładunek mógł się odbywać bezpośrednio do wagonów normalnotorowych. Silosów jest tyle, ile gatunków tłuczni, pojemność zaś silosów może być dowolna, robią je jednak w Belgji najczęściej o pojemności równej 8-miogodzinnej produkcji łamacza.

Cała konstrukcja budynku łamacza, sortowni oraz silosów jest żelbetowa. Pod silosami bywa umieszczany tor kolei wąskotorowej, służącej do odwożenia tłuczni na skład, w razie braku zamówień. Składy urządzone są tak, by tor kolei normalnej położony był niżej od nich, dla ułatwienia późniejszego naładunku. Naładunek ze składów na wagony odbywa się w Belgji czerpakami łyżkowymi. Składów dla tłuczni jest wzdłuż toru tyle, ile jest gatunków tłuczni.

Wszystkie maszyny, a więc silniki, sprzężarka i t. p. umieszczone są w jednym budynku, gdyż ułatwia to dozór i zmniejsza personel, ześrodkowując w jednym ręku odpowiedzialność za maszyny. Stosowanie sprzężarek przewoźnych nie jest wskazane, gdyż wymagają one dodatkowej obsługi fachowej, same zaś maszyny narażone są przytem na uszkodzenia od wybuchów, zniszczenie od wilgoci i nawet okradzenie w nocy.

Wszystkie urządzenia przewidziane są dla masowej i szybkiej produkcji, zabezpieczając dostawę materiałów kamiennych po tanich cenach i we wszelkich żądanych na rynku gatunkach. Kamieniołomy belgijskie są to zakrojone na wielką skalę placówki przemysłowe, odgrywające poważną rolę w życiu gospodarczym swego kraju.



Rys. 2.

Łamacz i sortownia kamieniołomu „Cosyns“.

Powstanie i u nas podobnych placówek, choćby zakrojonych narazie na znacznie mniejszą skalę, jest rzeczą wielkiej wagi dla kraju. Należałoby więc życzyć, by sprawą tą zainteresowały się nasze sfery przemysłowe i finansowe, niezależnie od akcji, jakiejby w tym kierunku słusznie należało oczekiwać od samorządów i instytucji państwowych.

PRZEGLĄD PISM TECHNICZNYCH.

KOTŁY PAROWE.

Kotły o wysokiej wydajności.

Kotły parowe zbudowane niedawno w znanej elektrowni Calumet, należącej do Commonwealth Edison Co, ustr. Babcock-Wilcox, o stromych opłomkach, wykazują bardzo wysoką sprawność. Kocioł o polu pow. ogrzewanej 840 m^2 (z czego na opłomki przypada 540 m^2 , zaś pozostałe 300 m^2 stanowi powierzchnia rur osłaniających ścianki komory spalinowej i „ruszt wodny”) wytwarza parę o ciśnieniu 25 at man . Przegrzewacz ma pow. 466 m^2 , podgrzewacz wody — 825 m^2 , podgrzewacz powietrza — 3870 m^2 . Węgiel, używany do opalania kotła, zawierający 14,5% wody, 18,3% popiołu i posiadający wartość opałową 6620 Kal/kg w stanie suchym, jest suszony do wilgotności 10,5%, mielony i wdmuchiwany przez 8 palników. Badania wykazały odparowanie $136\,000 \text{ kg/h}$ pary, t. zn. $162 \text{ kg/m}^2\text{h}$ w odniesieniu do powierzchni kotła, stykającej się z wodą, wzgl. $82 \text{ kg/m}^2\text{h}$ — w odniesieniu do pow. ogrzewanej kotła i podgrzewacza wody. (Power, t. 65, (1927), str. 519).

METALOZNAWSTWO.

Nikiel czysty i warsztatowy.

Nikiel dostarczany do laboratoriów i warsztatów, określany jako czysty chemicznie, posiada tak znaczne odchylenia w składzie chemicznym i tak wielką nieraz ilość domieszek, że koniecznym staje się zbadanie tej sprawy i określenie możliwej czystości niklu. Zamiast nieokreślonego terminu „chemicznie czysty” lub „czysty”, lepiej przyjąć za normę sumę domieszek; wówczas np. pierwszego stopnia czystości będzie metal, zawierający 1 do 10% domieszek, drugiego — mający 0,1 do 1% i t. d. Nikiel w postaci zwartej można przy obecnych środkach technicznych otrzymać drugiego stopnia czystości. Metoda laboratoryjna, opracowana przez autora, pozwala na otrzymanie osadu niklu czwartego stopnia czystości. Stopień zanieczyszczenia metalu ma wielki wpływ na jego własności, czego dowodem jest odkryty przez Merica i Waltenberg'a, a potwierdzony przez Masing'a i Koch'a fakt, że bardzo drobna zawartość siarki czyni nikiel niekujnym i t. p. W zanieczyszczeniach niklu znajduje się zawsze pewna ilość żużli. (F. Mylius. Z. f. M.kunde, 1927, 261). Z. J.

Pęknięcie bloczków na druty z amerykańskiej miedzi elektrolitycznej podczas walcowania na gorąco.

Niektóre gatunki amerykańskiej miedzi elektrolitycznej, już na drugim przepuszczeniu pod walcami, wykazywały nadpęknięcia w środkowej części bloku. Rysy te przechodziły prostopadle do kierunku walcowania, poczynając od krawędzi bloku. Badania makroskopowe wykazały, że przyczyną tego zjawiska jest promieniste ułożenie dużych kryształów po brzegach bloku, spowodowane nieodpowiednim odlewaniem. Aby uniknąć tego, należy odlewać bloki w umiarkowanie podgrzanej formie, przy możliwie niskiej temperaturze odlewania. (W. Wunder. Z. f. M.kunde, 1927, 275). Z. J.

Odtlenianie niklu.

Zgodnie z badaniami przeprowadzonymi przez amerykańskie Bureau of Standards, stwierdzono na podstawie badań, przeprowadzonych w laboratorium Siemens'a, że na obrabialność niklu wpływa szkodliwie nie tlen, lecz siarka, i to już w drobnych ilościach. Niskotopliwa eutektyka pomiędzy niklem i siarką sadowi się w postaci obwódek na granicach ziarn, czyniąc stop kruchym. Odsiarczanie przy pomocy Mn jest dość problematyczne, gdyż eutektyka MnS-Ni osiada również na granicach ziarn, jakkol-

wiek jest ona nieco wyżej topliwa, niż eutektyka Ni-NiS . Dodatek Mg usuwa znakomicie S, gdyż MgS nie rozpuszcza się w płynnym Ni, nie tworzy więc eutektyki, lecz oddziela się, a pozostałe tu i ówdzie kropelki MgS nie przeszkadzają przy przeróbce. Dodawanie samego jednak Mg nie jest wskazane, gdyż nadmierne jego ilości mogłyby wpłynąć niekorzystnie na właściwości niklu. Przy dodawaniu Mn i Mg, pierwszy odgrywa rolę odtleniacza. (G. Masing i L. Koch. Z. f. M.kunde, 1927, 278). Z. J.

SPAWANIE.

Spawanie w budowie samolotów.

W budowie samolotów używa się głównie spawania łukowego i gazowego, rzadziej zaś oporowego.

Spawanie łukowe. Używa się tu prądu stałego lub zmiennego. Przy prądzie stałym, biegun dodatni stanowi przedmiot, gdyż tu wywiązuje się więcej ciepła, biegunem zaś ujemnym jest drut (elektroda). Przy prądzie zmiennym, biegunowość zmienia się z każdym okresem i temperatura jest jednakowa na obu końcach łuku. Do spawania elektrycznego cienkich przekrojów, jakie są przeważnie w konstrukcji samolotów, trzeba spawacza wprawniejszego, niż do spawania acetylenowego. Z drugiej strony, spawanie ostrych kątów i głębokich wcięć jest łatwiejsze łukiem niż palnikiem gazowym. Dostać wykwalifikowanych dobrych spawaczy acetylenowych jest znacznie łatwiej niż elektrycznych, których przeważnie warsztat musi sobie sam wykształcić. Elektryczne spawanie ma znów tę zaletę, że otrzymanie energii cieplnej jest tu proste, gdy wytwarzanie acetylenu i zaopatrywanie się w tlen sprężony jest kłopotliwe. Ta zaleta występuje szczególnie na jaw przy produkcji masowej. Nie można jednak zaprzeczyć, że łatwość transportu urządzenia acetylenowego i możliwość pracy w dowolnym miejscu daje mu pierwszeństwo, bo nie wszędzie istnieje możliwość przyłączenia się do sieci elektrycznej.

Spawanie płomieniem gazowym. Najbardziej używany jest płomień tleno-acetylenowy, rzadziej tleno-wodorowy. Spawanie wykonywa się przez stapianie krawędzi części łączonych lub przez stapianie krawędzi i dodawanie materiału z topionej równocześnie pałeczki lub drutu.

Spawanie oporowe. Do tego spawania używa się prądu zmiennego, jednofazowego. Obie części łączące, zetknięte ze sobą, są zamocowywane w uchwytach miedzianych, włączonych w obwód pierwotny o niskim napięciu i wysokim natężeniu prądu. Miejsce styku przedstawia największy opór i jest szybko nagrzewane do stanu topliwości, wówczas dociska się jedną część do drugiej, i powstaje t. zw. spojenie „na styk”. W spawaniu „punktowym”, wkłada się między blachy łączone krążki metalowe i przepuszcza się w tym miejscu prąd, przy jednoczesnym ściskaniu blach; krążek się topi i połączenie jest uzyskane. Przy bardzo cienkich blachach, można się obyć bez krążków.

Pałeczki (drut) do spawania. W zasadzie skład drutu do spawania powinien być ten sam, co materiału spawanego. Przepisy urzędowe amerykańskie podają nast. skład drutu do spawania:

TABELA I.

Rodzaj drutu	C	Mn	S	P	Si
Drut żel. miękki	do 0,06	do 0,15	do 0,040	do 0,040	do 0,08
Drut żel. twardy	0,10—0,18	0,40—60	„	„	do 0,06

Jeżeli nie ma odpowiedniego drutu, można użyć wiórów tego samego materiału, zwłaszcza przy spawaniu acetylenem. Elektrody metalowe są często pokrywane powłoką z topników przy spawaniu acetylenem nie używa się drutów powlekanych

Spawanie zwykłych stali konstrukcyjnych drutami wyszczególnionymi w tabeli I-ej dawało dobre wyniki. Stale stopowe wogóle nie dają się tak łatwo spawać, jak zwykle węgliste. Im więcej stosunkowo w stali węgla i obcych metali, tem łatwiej uskutecznia się spawanie.

Spawalność stali. Z doświadczeń amerykańskich wynika, że przekroje rurowe i blachy ze stali miękkiej, węglistej, chromo-molibdenowej i chromo-wanadowej, dają się dość dobrze spawać elektrycznie i acetylenem. Stale stopowe łatwiej się dają spawać drutem ze stali węglistej, niż ze stali stopowej, gdyż topienie odbywa się łatwiej i równomierniej. Użycie drutu ze stali stopowej (np. chrom-molibden) jest jednak niezbędne, jeżeli spojenie ma być termicznie ulepszone, w celu osiągnięcia wysokiej wytrzymałości (np. 70 kg/mm²).

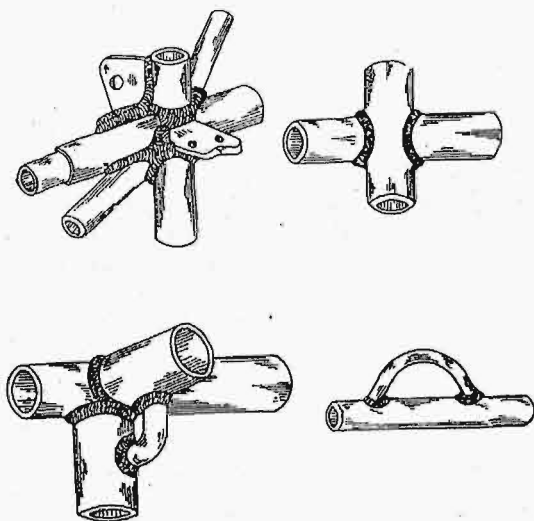
Próby użycia drutu stali niklowej do spawania stali chromo-molibdenowej dały pomyślne wyniki.

TABELA II.

Przedmiot	C	Mn	Cr	Mo	Wytrzymałość kg/mm ²	Gran. plast. kg/mm ²	Wydłuż.	Miejsce rozzerwania
Rurka . .	0,32	0,56	0,93	0,23	70	50	12%	
Drut . .	0,28	0,01	1,14	0,95	—	—	—	
Spojenie .	—	—	—	—	70	50	4%	10 mm od spojenia
Rurka . .	0,18	0,49	—	—	40	22	20%	
Drut . .	0,03	0,48	—	—	—	—	—	
Spojenie .	—	—	—	—	35	16	47%	75 mm od spojenia

Spawalność stali chromo-molibdenowej ze stałą chromo-wanadową ma duże znaczenie: całość może podlegać następnie obróbce termicznej, bez obawy przegrzania którejkolwiek z części, gdyż temp. hartowania jest ta sama; inaczej rzecz się ma ze stałą niklową. Poza tem spojenie rurek ze stali chrom.-molybd., tak w stanie surowym, jak i ulepszonym, przedstawia się pod względem własności mechanicznych i mocy znacznie korzystniej, niż spojenie rurek ze stali niklowej.

Własności połączeń spawanych. Przez wyżarczenie, odpowiednio przeprowadzone, można przywrócić



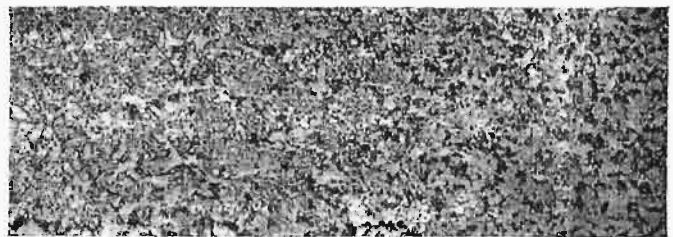
Rys. 1. Typowe połączenia spawane w budowie samolotów. połączeniem spawanym strukturą drobnokrystaliczną, perlityczną, wzgl. sorbityczną, i zwiększyć ich wydłużalność. Przez zahartowanie i odpuszczenie miejsca spawanego, posiadającego odpowiedni procent węgla i składników wysokowartościowych, można osiągnąć wytrzymałość i kujność właściwą strukturze pośredniej między martenzytem a sorbitem.

Niestety, części konstrukcyjne samolotu można tylko rzadko po spawaniu poddać zabiegom termicznym.

Na rys. 1 mamy przykłady połączeń spawanych. Struktura miejsca spawanego ma wszystkie cechy materiału łanego. W pobliżu spojenia powstaje struktura gruboziarnista; gruboziarnistość rozciąga się również na przyległe



Rys. 2. Połączenie spawane rurki chromo-molibdenowej (na prawo) z małowęglistym drutem spawalnym, bezpośrednio przy spojeniu. Pow. 100 X.



Rys. 3. Struktura rurki (rys. 2) w odległości 1/4 cala od miejsca spojenia (1-a granica zmiany budowy krystalicznej) Pow. 100 X.



Rys. 4. Struktura rurki (rys. 2) w odległości 1/2 cala od spojenia (2-ga granica zmiany budowy krystalicznej). Pow. 2 X.

warszwy stali z powodu przegrzania ich podczas spawania (rys. 2, 3 i 4). W miarę odsuwania się od miejsca spojenia, kryształy stali stają się znów coraz drobniejsze, przylegają do siebie, tworząc ostre granice, w danym wypadku na odległości 6 i 12 mm, gdzie zmienia się struktura (rys. 3 i 4). W tych właśnie miejscach najłatwiej o pęknięcia przy próbach na rozzerwanie, gdyż w miejscu bezpośrednio łączonym grubość szwu jest zwykle większa, niż materiału.

Ponieważ odlew stalowy ma wytrzymałość bliską wytrzymałości wyżarzonej stali kutej tego samego składu, przeto miejsce spawane wykazuje 100% wytrzymałości na rozzerwanie. Gorsze wyniki uzyskuje się w razie spawania części z materiału, który był przedtem poddany zgniotowi na zimno lub hartowaniu, niż przy użyciu materiału wyżarzonego.

Wytrzymałość jednak szwu na zginanie, uderzenie i zmęczenie jest mniejsza. W niektórych wypadkach wytrzymałość na zmęczenie była równa tylko 23% wytrzymałości części łączonych.

Miejsce spawane wytrzymuje zgięcie na 90°, gdy rurka niespawana — na 180°.

W tabeli II podano wyniki prób spawania rurek stalowych \varnothing 25 mm o grub. 1 mm na styk. Własność stali chromo-molibdenowej hartowania się na powietrzu jest przyczyną, że miejsce spawane okazuje wytrzymałość 100%, podczas gdy rurki ze stali węglistej dały tylko 80%. Spojenia stali chromo-molibdenowej, zahartowane od 900° C i odpuszczone przy 430°—680° C, wykazywały wytrzymałość na rozciąganie 110—80 kg/mm² i wydłużenie 4—17% na próbce 2-calowej.

Sprawdzanie spoiw. Sprawdzenie spoiw po wykonaniu jest rzadko możliwe bez zniszczenia. Badania metalograficzne są niezbędne dla stwierdzenia doskonałości połączenia, wytrzymałości i struktury. Głębokość przeniknięcia spoiwa do materiału, obecność żużli i pęcherzy, może być wtedy zbadana. Pewne wskazówki dają badania szczelności przy pomocy benzyny pod ciśnieniem. Gdzieindziej robiono próby zastosowania promieni X. Jedynym sposobem jest śledzenie procesu spawania (napięcia i natężenia prądu przy spaw. elektr., czystości acetyleny i tlenu, regulacji ciśnienia, wielkości palnika, właściwego sposobu układania warstw, odpowiednio do natężeń w spoiwieniu po ostygnięciu i t.d.).

W wielu wypadkach spawanie jest niedopuszczalne; przedewszystkiem nie można spawać części hartowanych, gdyż spawanie niszczy obróbkę termiczną.

Urzędowe przepisy amerykańskie, dotyczące budowy samolotów, przewidują nast. ograniczenia spawania części stalowych:

„Połączenia spawane należy uważać za pewniejsze, gdy ulegają bezpośrednio ściskaniu albo ścinaniu przy obciążeniu gnacem, niż gdy są narażone na rozciąganie bezpośrednio lub pod obciążeniem zginającym, albo ścinaniu przy skręcaniu.

Spawanie części steru i spawanie części znajdujących się pod obciążeniem, których pęknięcie mogłoby być powodem nieszczęśliwego wypadku, może być wykonane tylko za zezwoleniem na piśmie Departamentu Lotnictwa.

Naprężenia jednostkowe w połączeniach spawanych, nie podlegających po spawaniu ulepszeniu termicznemu, nie powinny przewyższać 80% naprężeń właściwych materiałowi spawanemu w jego stanie użytkowania na zimno. Naprężenia jednostkowe w połączeniach, ulepszanych termicznie po spawaniu, mogą być równe naprężeniom materiału po obróbce termicznej.

W głównych wiązaniach samolotów (podłużnice, połączenia międzyplatawowe, wózek), nie wolno używać połączeń spawanych na styk, narażonych na ciągnięcie lub gięcie, jeżeli niema dodatkowego zabezpieczenia połączenia przy pomocy nitów, pochwy, czopków i t. p. Przy łączeniu rurek przez spawanie na „rybi ogon“, kąt krawędzi spawanej z osią rurki nie powinien przekraczać 30°. Prócz tego należy zachować następujące ostrożności przy spawaniu sprzętu samolotów:

Połączeń spawanych nie należy wygładzać pilnikiem, gdyż to osłabia wytrzymałość. Zamiast spawania nie można używać lutowania. Obróbka termiczna połączenia spawanego nie jest wymagana, lecz jest zalecona. Można ją wykonać przez zagrzanie do temperatury hartowania i ostudzenie na powietrzu“.

(d. n.) Z. D.

TECHNIKA CIEPLNA.

Krytyka teorii podobieństwa termodynamicznego.

Wydany ostatnio zeszyt „Mitteilungen der Wärme-stelle Düsseldorf“ poświęcony jest krytyce teorii podobieństwa przepływu ciepła. Autor referatu, A. Schack, dowodzi, że zgodność odpowiednich wartości, obliczonych na podstawie teorii podobieństwa, nie jest wcale warunkiem niezbędnym podobieństwa dwu przepływów. Wobec tego teoria

podobieństwa nie zawsze prowadzi do wzorów poprawnych. Wartości dotyczące pola temperatury mogą się zmieniać niezależnie jedne od drugich, wobec czego powstają błędy o nieokreślonej wielkości. Jak wykazuje doświadczenie, pola prędkości nie czynią zadość teorii podobieństwa w wypadku rur szorstkich, a przypuszczalnie również i gładkich. Wzory zatem teorii podobieństwa nie mogą być stosowane w praktyce bez odpowiednich poprawek, nie mają również oczekiwanej wartości i teoretycznie. Nie pozostaje więc narażenie nic innego, jak prowadzenie dalszych badań, w warunkach technicznych.

Samoczynne regulowanie temperatury.

Przy ogrzewaniu centralnem jest rzeczą ważną właściwe regulowanie temperatury, gdyż przy niedość czulej regulacji pomieszczenia są ogrzewane nadmiernie podczas ciepłej pogody lub niedostatecznie podczas mrozów. Szołególnie ważne jest regulowanie temperatury w pomieszczeniach publicznych, jak teatry, szkoły i t. d., nabiera tam bowiem znaczenia higienicznego.

Samoczynne regulatory temperatury wprowadzone są oddawna w Ameryce, wówczas, gdy w Europie zwracano dotąd głównie uwagę na regulację opalania kotłów. Autor opisuje szereg urządzeń regulujących temperaturę, wykonywanych w fabrykach niemieckich i opartych na: wydłużeniu, wzgl. przyroście objętości ciał stałych, cieczy lub gazu oraz na ciśnieniu gazu lub cieczy. Urządzenia amerykańskie oparte są na tych samych zasadach, posiadają jednak częstokroć również termometry kontaktowe, oraz zawory elektromagnetyczne.

Najprostsze regulatory, oparte na zmianie objętości, nadają się jednak tylko do opalania gazem i składają się z zaworów dławiących, włączanych do gazociągu i zaopatrzonych bądź w zawór pomocniczy, bądź bezpośrednio w urządzenie regulujące, np. w postaci sprężyny spiralnej, zamkniętej w odp. osłonie i zwijającej się lub rozwijającej pod wpływem zmian temperatury, przyczem z końcem sprężyny połączony jest drążek, przymykający grzybek zaworu dławiącego. Inne przyrządy oddziałują na zawór za pośrednictwem tłoczka w cylindrze, zawierającym ciecz łatwo wrząca, której para porusza tłoczek, w zależności od swej prężności, szybko się zmieniającej pod wpływem zmian temperatury w pomieszczeniu. Tego rodzaju regulatory nie są jednak czule na małe zmiany temperatury. Pod tym względem lepsze są przyrządy pneumatyczne (prof. Johnson'a), w których powietrze sprężone do $\frac{3}{4}$ —1at man. przepływa przez termostaty, przymyka odpowiednio zawory membranowe przy grzejnikach. Termostat pneumatyczny posiada zawór 3-drogowy, regulujący ciśnienie w rurociągu, prowadzącym do wspomnianych wyżej zaworów membranowych; regulacja odbywa się w ten sposób, że powietrze, sprężone, dopływające do termostatu, jest kierowane bądź na wydmuch, bądź do rurociągu, prowadzącego do membranowych zaworów regulacyjnych, przyczem organem sterującym jest sprężyna z dwu metali, o różnej rozszerzalności cieplnej, przymykająca lub otwierająca otworek wydmuchowy, oraz mechanizm membranowy. Przyrząd działa już przy zmianie temperatury o $\frac{1}{4}$ °, regulacja jest jednak kosztowna, gdyż wymaga ustawienia termostatu w każdym pokoju i zaworów przy każdym grzejniku. Ponadto osiąga się tylko regulację temperatury w pomieszczeniu, nie zaś regulację rozchodu paliwa, wobec czego, im dłużej zawory są zamknięte, tem więcej paliwa spala się bezużytecznie. Tu też wyżej od niej stoi sposób elektryczny, w którym termometr nastawny połączony jest z silnikiem elektrycznym, oddziałującym na klapę kominową. (Arch. f. Warmew. t. 8, (1927), str. 149—151).