

Od Redakcji.

W dniach 8—10 czerwca b. r. odbywa się we Lwowie IX Zjazd Inżynierów Mechaników Polskich, którzy przybywają licznie ze wszystkich stron Rzeczypospolitej, aby w murach najstarszej polskiej Technicznej Uczelni przedstawić swój techniczno-naukowy dorobek.

„Czasopismo Techniczne“, które przeszło od pół wieku służy Polskiej Nauce jako techniczno-naukowe archiwum, utrwalające na swych łamach rezultaty badań, dociekań i doświadczeń inżynierów-badaczy, w pierwszej linii tych, którzy pracują w instytucjach i placówkach Lwowa i Małopolski, poświęca niniejszy zeszyt referatom zjazdowym lwowskich inżynierów, i wita nim serdecznie IX-ty Zjazd Inżynierów Mechaników Polskich.

Prof. EDWIN HAUSWALD

Maszyna w życiu gospodarczem.

Maszyna weszła od dawna zwycięsko w życie gospodarcze ludzkości, mimo zawziętej czasami opozycji sfer pracujących; wpłynęła z zadziwiającą mocą na warunki produkcji, transportu i wymiany, wytworzyła wielkie zakłady przemysłowe a zarazem wpływową obecnie warstwę robotników obok mniej licznej grupy urzędników technicznych i administracyjnych. Urządzenia maszynowe stały się główną częścią kapitału technicznego, czyli zbioru środków technicznych, niezbędnych do racjonalnego wytwarzania różnych wyrobów w wielkich ilościach. Przytem objawiła się, nie dająca się dawniej wyobrazić olbrzymia zdolność wytwórcza przemysłu, rozwinęło się zaopatrzenie świata w przeróżne wyroby a dobrobyt, ograniczony dawniej do nielicznych jednostek, zaczął stopniowo ogarniać corazto liczniejsze koła ludności. Z różnych powodów wznosząca się zwolna fala dobrobytu nie zdołała jeszcze objąć ogółu rosnącej szybko ludności ani też uszczęśliwić lub przynajmniej zadowolić większej jej części.

Nie było to jednak winą techniki maszynowej, której główny wytwór, zwany ogólnie maszyną jest czemś „stojącym poza dobrem i złem“ a mogącym służyć różnym grupom i dążeniom.

W każdym razie warto się nad tem zastanowić, jak maszyny wpływać mogą na przyszłe losy ludzkości i jakby należało używać tych niezrównanych pracownic do celów gospodarczych i społecznych.

Przy bezstronnem badaniu społecznej użyteczności czy też szkodliwości techniki maszynowej trzeba zestawzić szereg faktów i spostrzeżeń z życia gospodarczego, zwłaszcza społeczeństw silnie zmechanizowanych, u których przesylenie ma-

szynami najwyraźniejby się objawiało. Użyjemy przytem wyrazu „maszyna“ dla oznaczenia zarówno narzędzi, przyrządów i maszyn właściwych, jak też całkowitych urządzeń mechanicznych, aparatów, automatów i t. p.

Niektórzy ekonomiści lub filozofowie sądzą, że nowoczesna maszyna stała się jedną z przyczyn bezrobocia t. zn. stanu braku zarobków, ponieważ zastępuje pracę ręczną.

Zarzuty tego rodzaju, oparte na zbyt powierzchownem obserwowaniu zawiłych przebiegów gospodarstwa społecznego, stawiają zwykle ludzie nieobeznani bliżej ze światem maszyn i przemysłu a kształceni metodami werbalizmu, opartymi przeważnie o wiarę w słowa i pojęcia w miejsce faktów. Grupy robotniczego socjalizmu widziały ze swej strony w technice maszynowej coś wrogiego wobec ich dążeń do zwiększania stawek płac, ograniczania wydajności produkcji i zdobywania corazto większego wpływu na przemysł i państwo.

Rzeczywiste zjawiska w dziedzinie stosowania maszyn do różnych celów przedstawiają jednak dowody korzystne dla oddziaływań maszyn na życie ludzi.

W wielu dziedzinach życia wprowadzenie maszyn, kolejnictwa, żeglugi i przeróżnych urządzeń technicznych stworzyło warunki i środki do utrzymania przy życiu setek milionów ludzi dzięki potężnemu zwiększeniu produkcji przedmiotów niezbędnych do wyżywienia i zaopatrzenia wielkich mas ludzkich, udostępnieniu nowych obszarów dla rolnictwa, górnictwa, handlu i przemysłu, łącznie z zapewnieniem masowego i taniego dowozu środków żywności i towarów.

Kto raz przeżył następstwa kilkudniowej tyl-

ko przerwy ruchu kolejowego, ten się naocznie o tem przekonał, jak niezbędnym jest prawidłowy ruch pociągów kolejowych i automobili, w jakim stopniu podstawy naszego życia są dziś zależne od nienagannego działania urządzeń mechanicznych.

Rozwój techniki maszynowej umożliwił poprawę płac robotniczych, znaczne skrócenie typowego okresu pracy dziennej, wytworzenie i utrzymanie grupy zawodowo wykształconych robotników, przodowników i dozorców a w dalszym postępie także grupy urzędników technicznych, handlowych i administracyjnych.

W najbardziej zmechanizowanych społeczeństwach Stanów Zjednoczonych, Wielkiej Brytanji i Niemiec, w których na każdego robotnika przypada pomoc 2 do 5 koni maszynowych, czyli około 20 do 50 pomocników mechanicznych, zaludnienie wzrastało stale a średni dobrobyt dochodowy i kulturalny był wyższy niż w krajach mniej zaopatrzonych w maszyny.

W Niemczech żyło w r. 1930 około 3 razy tyle ludzi co z końcem wieku XVIII, od której to daty zaczęła się tam epoka maszyn.

W okresie 30 lat, t. j. od 1900 do 1930 wzrosła ogólna liczba robotników 2,3 razy, a w dziedzinie handlu nawet 3,7 razy.

Liczby osób zatrudnionych wzrosły:
 w przemyśle z 5,7 na 13,2 milj. osób
 „ handlu „ 1,4 „ 5,2 „ „
 „ rolnictwie „ 7,1 „ 9,8 „ „

Postępy techniki stworzyły więc tam wielki przyrost możliwości zarobkowania.

Postępująca z czasem mechanizacja może wprawdzie wywołać w niektórych dziedzinach przemysłu chwilowe zmniejszenie ilości potrzebnych „pracogodzin“ (osobo-godzin), ale bez obniżenia rozporządzalnych dochodów z obrotu, co umożliwia utrzymanie normalnej płacy dziennej mimo skrócenia tygodnia pracy np. z 48 na 40 godzin i to bez pomocy nowych ustaw lub rozporządzeń.

Poprzednie objawy odnoszą się tylko do grupy maszyn oszczędzających pracę ludzką (ang. labor saving machinery), obok której istnieją jednak dalsze grupy maszyn ułatwiających pracę, bez jej przyspieszenia, chroniących ludzi od zajęć niebezpiecznych lub szkodliwych i maszyn stwarzających nowe zapotrzebowanie pracy ludzkiej, jak np. w kolejnictwie, lotnictwie, automobilizmie, w żegludze i t. d. W ten sposób powstaje znane zjawisko kompensacji zarobkowej w innych dziedzinach.

Ponadto wiadomo, że wielu doniosłych zadań nie możnaby wogóle rozwiązać bez zastosowania maszyn i aparatów, w elektrowniach, samojazdach, samolotach, na okrętach motorowych i w technice wojennej. Bez pomocy techniki maszynowej nie byłoby się też rozwinęło kolonji zamorskich i krajów strefy gorącej.

Biologiczne wpływy maszyn zasługują również na uwagę i uznanie. Nowoczesne urządzenia wodociągowe, zdrowotne, kąpielowe, ogrze-

wania i wentylacji, oświetlenia i różne inne wywierają potężny i zbawienny wpływ na zdrowie i długość życia milionów ludzi.

W swoim czasie obliczyłem, że coroczna wartość gospodarza życia ludzi, chronionych przez dobry wodociąg od zabójczych chorób zakaźnych jest w przybliżeniu tak wielka, jak połowa kapitału włożonego w to urządzenie.

Gospodarczej i społecznej wartości maszyn nie wolno rozważać tylko ze stanowiska bezpośrednich interesów grupy robotników fabrycznych, lecz raczej ze stanowiska potrzeb ogółu ludności. Gdyby bowiem np. liczba robotników budujących auta zmniejszyła się o 5000 osób, bez zmiany w ilości aut co roku sprzedawanych, to równocześnie liczba osób prowadzących auta zarobkowo może wzrastać o 10.000 rocznie.

Wojsko nie zajmuje się samo wyrabianiem maszyn wojennych a przeciwieście około ćwierć miliona ludzi zajmuje się u nas stale stosowaniem tych maszyn i ćwiczeniem w ich używaniu, otrzymując za to pełne utrzymanie.

Względy na dzielność bojową wojska i obronę kraju przemawiają w stosunkach europejskich wprost za wzmożeniem i szerokim stosowaniem maszyn oraz poduczaniem prawie całej ludności w sztuce ich używania.

Maszyny nie są też czemś nienaturalnym lub przeciwnym instynktom życiowym. Świat maszyn obejmuje wprawdzie wiele zawiłych urządzeń, które jednak tak są dostosowane do potrzeb i właściwości człowieka, że dadzą się bardzo łatwo używać, czego przykładami są przyrządy sterujące lokomotyw, maszyn okrętowych, motorów, samojazdów, przyrządy radiowe, telefonowe i t. d.

Zresztą tylko mała część ludności zajmuje się zawodowo tymi mechanizmami i bywa przytem ze swego zajęcia zadowolona. Zawiłość maszyn nie stanowi zbyt ciężkiego obciążenia dla nerwów ludzkich, może i dlatego, że człowiek sam jest też pewnego rodzaju mechanizmem a mózg i nerwy jego mogą sobie dać radę z wielu subtelnymi zawiłościami, jakie napotykamy także — i to bez koniecznej potrzeby — w naszych stosunkach z prawem, administracją publiczną, sądownictwem, przymusowymi ubezpieczeniami i t. p.

W wyjątkowych warunkach można wprawdzie maszyn użyć do celów przeciwnych naturalnemu instynktowi życiowemu, jak np. do niszczenia życia i mienia przeciwników w zatar-gach wojennych. Za to jednak nie odpowiada ani technika maszynowa, ani grono inżynierów nad nią pracujących. Za nieszczęśliwe wypadki, powodowane ruchem maszyn komunikacyjnych nie można też winić tych, co owe maszyny wymyślili i zbudowali, chyba byli zadania swe spełnili nieumiejętnie i niedbale.

W dotychczasowych naszych badaniach nie zdołaliśmy wyszukać jakiejś zasadniczej wady lub winy po stronie techniki maszynowej. Możliwym jest jednak, że zło, które się ostatecznie objawiło w postaci trwałej depresji gospodarczej, było wynikiem równoczesnego działania wpływów mecha-

nizacji, gospodarki finansowej, polityki socjalnej, podatkowej i ogólnego stanu podrażnienia między rządami różnych państw Europy.

Istotnie technika maszynowa jest zależną od innych zjawisk i przebiegów w życiu społeczeństwa; następstwa zaś działania maszyn, zwłaszcza wytwarzających różne wyroby, odbijają się znowu na stanach gospodarczych ludności.

Przy poważnej ocenie zjawisk i przebiegów techniczno-gospodarczych zważać zawsze trzeba na ogólne związki i zależności w tej dziedzinie życia.

Na pierwszym planie stawiam tu następujące twierdzenie:

I. „Życie społeczeństwa jest mieszaniną zdarzeń, przebiegów, sił i mocy (energji), pożądań, środków działania, czynów i dążeń“.

Twierdzenie to daje nam podstawę do zrozumienia faktów, dowodzących jak trudnym jest jednolite i planowe rozwiązanie jakiegokolwiek sprawy gospodarczej i społecznej. Wiele na pozór pięknych i dobrze przemyślanych doktryn i systemów zawodzi często w praktycznym ich zastosowaniu, bo życie jest właśnie dziwnym splotem mieszanych przebiegów i dążeń i dlatego nie daje się łatwo wtłoczyć w jedną ramę, w jedno tylko koryto.

II. Na drugim miejscu stawiam twierdzenie o wzajemnej zależności przebiegów gospodarczych i społecznych, czyli zasadę współzależności przebiegów (ang. interdependence principle). Z zasady tej wynika, że każda z naturalnego splotu zjawisk sztucznie wydzielona grupa zależną jest od wpływów, pochodzących od reszty danej całości. W zakresie naszych zagadnień wiemy tedy, że jakiegokolwiek zmiany, dokonane w dziedzinie techniki maszynowej danego kraju, zależne będą równocześnie od warunków finansowych, socjalnych, psychicznych, politycznych i wielu innych.

Zasadniczo błędem byłoby zatem przypuszczenie niektórych socjologów, dopatrujących się głównej albo nawet jedynej przyczyny bezrobocia w postępkach techniki maszynowej.

Bliższemu prawdy będzie niewątpliwie przypuszczenie, że depresja gospodarcza pochodzić musiała od wielu współdziałających zdarzeń i wpływów, leżących przeważnie poza zasięgiem techniki.

III. Trzecią wreszcie zasadą do oceny przebiegów gospodarczych i technicznych jest postulat trwałej opłacalności czyli rentowności wszelkiego rodzaju jednostek gospodarczych. Postulat ten nie stracił nic ze swej doniosłości nawet w okresie powojennych reform i przewrotów.

Wymienione zasady zużytkujemy do wyjaśnienia pewnych bardzo ważnych związków między techniką a ekonomją.

Idzie tu o wzajemne zależności między ilościowymi wynikami pracy maszyn, wytwarzających jakiegokolwiek wyroby a ruchem powstających przytem kosztów wytwarzania i zbytu; dalej ruchem możliwych w danym okresie dochodów przy pewnych cenach

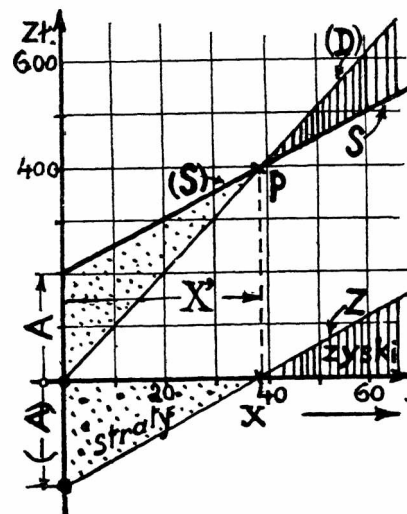
oraz wpływem tych zmian na ostateczne wyniki finansowe w postaci zysków lub strat. Jestto jedno z najbardziej zajmujących zagadnień nowoczesnej dynamiki kosztów, o której pisałem już w roku 1925 w książce pod tyt.: „Koszt wytwarzania w przemyśle“ (Warszawa. Księgarnia Techniczna), niedawno zaś w dziele pod tyt.: „Organizacja i Zarząd“ (Lwów. Wyd. Bratn. Pomocy Politechniki) i w Przegl. Organizacji 1935, 149 i t.d., pod tyt.: „Prawa dynamiki kosztów wytwarzania“.

Przy pomocy podanego tu wykresu i znanych już praw ruchu kosztów i dochodów będzie można wyjaśnić poruszoną sprawę.

Zwróćmy uwagę na zakład przemysłowy dowolnego typu, który prowadzi porządne zestawienia wyników produkcji i związanych z tem kosztów i dochodów. Z jego zestawień rachunkowych otrzymamy corocznie ilość wytworzonych jednostek wyrobu a zarazem przynależne do nich sumy wydatków rocznych (okresowych) jakoteż sumy dochodów ze sprzedaży danej ilości wyrobów po pewnych cenach czyistych (netto).

Analiza takich zestawień pokaże nam, że każdej ilości jednostek odpowiadać będzie inna suma kosztów i inna kwota dochodów.

Jeżeli liczby te rozliczymy na średni, 8-godzinny dzień roboczy a potem przemieszamy je na wykres prostokątny (ryc. 1),



Ryc. 1.

Zależność dziennych (okresowych) kosztów, dochodów i zysków od wydajności ilościowej x .

odmierzając na jego osi poziomej ilości jednostek x , przypadające na jeden dzień oraz sumy kosztów dziennych S , to otrzymamy szereg przynależnych do siebie punktów.

Punkty oznaczające różne sumy kosztów nie są dowolnie rozrzucone, ale leżą, jak się o tem zawsze przekonać można, prawie dokładnie na linii prostej, pochylonej względem osi poziomej X a przecinającej drugą oś współrzędnych w pewnym oddaleniu A , które oznacza minimum kosztów produkcji, pojawiające się w razie zupełnego zatrzymania ruchu wzglę-

*

dnie produkcji zakładu, gdy ilość x stanie się równą zeru.

Koszt ten nazywają często kosztem stałym względem ilości x albo niezależnym. Gdy się jednak zważy, że on jest znowu zależny od długości rozważanego okresu czasowego, byłoby lepiej nazywać go kosztem podstawowym.

Gdyby największa, czyli krańcowa zdolność albo „moc przetwórcza“ (ang.: capacity) zakładu wynosiła np. $X=60$ jednostek, w takim razie linja kosztów kończyłaby się lub zagięła ku górze w odpowiednim miejscu.

Położenie i pochylenie linii (S) wykresu przedstawia nam dynamiczne prawo zmienności kosztów produkcji danego oddziału lub zakładu, dające się też wyrazić prostym wzorem:

$$S=A+Bx, \quad (1)$$

gdzie stała liczba B jest sumą kosztów materiału i robocizny bezpośrednio zużytej.

$$B=m+r \quad (2)$$

B da się obliczyć z równania kosztów jednostkowych dla założenia $x = \infty$.

Na tym samym wykresie możemy teraz rysować także linję dochodów (D) ze sprzedaży różnych ilości wyrobu po pewnej cenie czystej C , przyczem dochód

$$D=Cx. \quad (3)$$

Obrazem tego równania będzie oczywiście prosta wychodząca ukośnie w górę z punktu O układu.

Długość rzędnej między linją S a X przedstawia koszt dzienny, odpowiadający danej ilości x ; długość zaś zawarta między linją D i X przynależny do tego samego x dochód D .

Linje D i S przecinają się w punkcie p , któremu w kierunku osi X odpowiada odcinek X' , oznaczający produkcję albo wydajność krytyczną, przy której sumy rozchodów i dochodów dziennych się równoważą. Tylko przy produkcjach większych niż krytyczna możliwe są zyski, uwidocznione kreskowaniem między linjami D i S ; po lewej stronie produkcji krytycznej nieuniknione są straty.

W praktyce zauważono, że krytyczne zatrudnienie przy normalnym poziomie cen odpowiada mniej więcej 0,4 do 0,55 granicznej czyli największej mocy wytwórczej zakładu.

Przy niższych cenach sprzedaży zmniejsza się kąt pochylenia linii dochodów a punkt krytyczny przesuwa się dalej w prawo.

Zakłady, które mają zbyt kosztowne urządzenia i skutkiem tego nie mogą utrzymać swej produkcji i sprzedaży powyżej krytycznego stanu zatrudnienia, narażone są na upadek.

Trudności gospodarcze ostatniego dziesięciolecia pochodziły prawie zawsze z niedostatecznego stopnia zatrudnienia łącznie z obniżeniem się poziomu cen sprzedaży. Najwięcej ucierpiały przytem zakłady, posiadające kosztowne urządzenia techniczne i wielki aparat administracyjny i handlowy, co się odbijało na wysokości kosztu podstawowego A , wpływającego zarówno na położenie punktu krytycznego jak i na poziom kosztów własnych.

Koszt jednostki wyrobu da się łatwo wyprowadzić z równania (1), bo przeciętny koszt:

$$k = \frac{S}{x} = \frac{A}{x} + B. \quad (4)$$

Na wykresie naszym widoczne są też pola zysków i strat. Celem ułatwienia pomiaru zysków lub strat przenosimy linję D do osi X odmierając na osi Y rzędną początkową ($-A$) i łącząc jej punkt końcowy z punktem krytycznym. Wówczas otrzymany linję zysków Z . Pole kreskowane oznacza zyski, pole kropkowane zaś straty.

Zyski powstają dopiero po przekroczeniu produkcji krytycznej w górę.

Równaniem przebiegu zysków i strat okresowych jest:

$$Z=D-S=(C-B)x-A. \quad . . . (5)$$

Pozostawiając dalsze rozwinięcie ważnej kwestji dynamiki kosztów i dochodów oddzielnej pracy zaznaczam, że już powyższe wywody wyjaśnić nam mogły w pewnym przynajmniej stopniu zagadnienie zależności zakładów technicznych od przebiegów gospodarczych.

Widocznem jest tedy, że np. sprawienie maszyn i urządzeń, które z powodu ogólnych warunków gospodarczych nie dałyby się dostatecznie wyzyskać, stać się może poważnym błędem gospodarczym, wiodącym wkrótce do osłabienia lub nawet upadku danego przedsiębiorstwa.

Podobnie działają i inne poczynania, leżące już w sferach życia gospodarczego i socjalnego, jak np. tolerowanie zbyt wysokich stawek płac, przy niedostatecznej wydajności produkcji, gdy się okaże, że z bieżących przychodów nie można już pokryć związanych z tem wydatków; wprowadzenie niesłychanych ciężarów w dziedzinie przymusowych ubezpieczeń socjalnych, zwłaszcza chorobowych; podtrzymywanie za wysokiej stopy wydatków publicznych i wiele znanych a trudnych do usunięcia zarządzeń.

W zakończeniu rozprawy zestawimy krótko szereg wskazań na przyszłość.

1. Przy wstępnych badaniach nad wprowadzaniem nowych urządzeń maszynowych nie można się wyłącznie kierować względami na ich czysto techniczne właściwości, lecz trzeba nadto ostrożnie zbadać widoki ich rentowności i dopuszczalne w danych warunkach granice produkcji (wydajności ilościowej), dopuszczalne ze względu na zdolności nabywcze koła dostępnych przedsiębiorstwu konsumentów.

2. Inwestycje nowych urządzeń maszynowych lub doskonalenie dawnych za własne pieniądze przedsiębiorstwa nie grozi mu niebezpieczeństwem; natomiast szkodliwym stać się może zwiększanie wkładów długotrwałych na podstawie pożyczek (kredytów).

3. Wyposażenie zakładów przemysłowych powinno być zwykle skromne i tanie, dzięki czemu zakład mający niskie koszty podstawowe może później działać w pobliżu pełnego stopnia zatrudnienia lub obciążenia i zapewnić sobie wystarczające zyski

przeciętne nawet przy obniżaniu się cen i zmniejszaniu obrotów.

4. Przy określaniu normalnych stawek wynagrodzeń za pracę w umowach taryfowych pamiętać trzeba o tem, że wszelkie płace są właściwie tylko zaliczkami na wpływy przychodowe, oczekiwane ze sprzedaży wyrobów lub świadczeń; są zatem zasadniczo udziałami w oczekiwanym zysku przedsiębiorstwa.

Jeżeli więc ów zysk nie dopisze, trzeba mieć prawo regulowania norm płacy w granicach stwierdzonych możliwości.

5. Użycie nowych maszyn do produkcji masowej może czasem prowadzić do zmniejszenia potrzebnej przedtem ilości pracogodzin. Redukcja liczby robotników nie będzie jednak konieczną, jak długo przychody zakładu pozostaną bez zmiany albo się zwiększać będą.

Ponieważ przeważająca masa pracogodzin w gospodarstwach rolnych i domowych, w zakładach o ruchu nieprzerwanym, w komunikacjach, handlu, administracji i t. p. nie maleje, więc nie można ogólnie obniżyć typowego trwania czasu roboczego, ograniczając się do regulowania tej sprawy tylko w tych grupach, które mogą istotnie wprowadzić pewne redukcje.

6. Działanie większych postępów techniki wywołać może przejściowo potrzebę wyrównywania czyli kompensowania zmian w stanie zatrudnienia przez przejście ludzi zajętych w pewnej gałęzi produkcji do innych działów zarobkowych. Przechodzenie takie powinno być ułatwione a nie sztucznie hamowane przez zastarzałe już sposoby ochrony różnych grup zarobkowych za pomocą przepisów o t. zw. dowodach uzdolnienia, koncesjach i t. p.

7. Nawet przy wykonywaniu robót z pomocą mechanicznych liczyć się trzeba zawsze z wy-

mogami ekonomicznej ich użyteczności i opłacalności (rentowności), wobec czego błędem byłoby ograniczanie się do wyłącznego używania pracy ręcznej, albowiem i w tych warunkach korzystać należy z pomocy najlepszych urządzeń mechanicznych, zapewniających lepsze i szybsze wykończenie danych zadań technicznych i gospodarczych.

8. Ze względu na współzależność oddziaływań techniki maszynowej i przebiegów gospodarczych oraz społecznych, trzeba do pełnego wyzyskania przetwórczych zdolności nowoczesnych maszyn nie tylko poważnej wiedzy technicznej, ale także dobrego wyrobienia techników w sprawach finansowych, administracyjnych i gospodarczych. Pożądanem jest więc dalsze rozwinięcie wprowadzonego już na Politechnikach naszych nauczania przyszłych inżynierów zasad racjonalnej organizacji i administracji oraz ekonomiki stosowanej.

LITERATURA.

- Dubreuil: „Człowiek czy maszyna?“ Inst. N. Organ.
 Garret: „Ouroboros“ czyli mechaniczne rozszerzenie organizmu ludzkiego.
 Naegel: Technik u. Wirtschaftskrise. ZVDI, 1932, 329.
 Heidebroek: Maschine u. Arbeitslosigkeit. ZVDI, 1932, 1041.
 Vormfelde: Technik in d. Landwirtschaft. ZVDI, 1933, 513.
 Schroeter: Kulturfragen d. Technik (Bibliografja). ZVDI, 1933, 949.
 Hauswald: Dzieło „Przemysł“. (Lwów, Gubrynowicz).
 Hauswald: Dzieło „Organizacja i Zarząd“.
 „Bezrobocie. (Czas. Techniczne 1926).
 „Technika maszynowa i t. d. (Przegląd Mechaniczny 1935, Nr. 10).

Prof. EMIL BRATRO

Maszyna w nowoczesnym budownictwie drogowym.

Nowoczesne budownictwo drogowe należy do tego działu inżynierji budowlanej, który może w najszerszych granicach zastosować u siebie ruch maszynowy. Szerokie rozpowszechnienie się, szczególnie w okresie powojennym, drogowego ruchu motorowego zmusiło konstruktorów drogowych do szukania nowych rozwiązań w dziedzinie nawierzchni, albowiem dotychczasowe typy i metody nie mogły już odpowiedzieć stawianym wymaganiom. Rozpoczęła się zmuszona i mrówcza praca nad koniecznością dostosowania jezdni do nowych warunków szybkobieżnego ruchu, a olbrzymi szereg prób i doświadczeń, zawodów i korzyści, jakie uwidoczniły się w trakcie przeprowadzanych badań, stwierdziły niezbicie jeden fakt, mianowicie wybitną wartość pracy maszynowej w rozlicznych gałęziach budownictwa drogowego, niedającą się już dzisiaj, o ile chodzi o dobroć wykonania, zastąpić pracą ręczną.

Stwierdzenie tego faktu jest u nas konieczne tem więcej, iż Polska stoi w obecnej chwili przed okresem silniejszych inwestycji drogowych.

Sprawa drogowa, która była w Polsce dotychczas pewnego rodzaju kopciuszkim, nie da się już dzisiaj zepchnąć na szary koniec, albowiem połączona z nią jest niezmiernie ważna, o pierwszorzędnej doniosłości motoryzacja kraju. W przewidywaniu zatem szerszego postępu na tem polu jest rzeczą konieczną zastanowienie się nad problemem mechanizacji budownictwa drogowego, by o ile możności potrzebny do tego celu park maszynowy mógł być pokryty produktem krajowym celem uniezależnienia się od zagranicy i uniknięcia w przyszłości wynikających stąd strat gospodarczych. Rzecz zrozumiała, iż podniesienie z mej strony tej sprawy ma na celu zwrócenie uwagi naszych konstruktorów - mechaników na momenty natury inżyniersko-drogowej, albowiem konstrukcja maszyn drogowych wymaga uwzględnienia pewnych szczególnych właściwości i swoistości tego działu pracy.

Z drugiej strony nie da się zaprzeczyć, iż chwila obecna silnego wzrostu bezrobocia wysuwa konieczność ustalenia tych naturalnych

granic, które warunkują użycie ręcznego, względnie maszynowego sposobu wykonywania prac z budową drogi złączonych, czyli innymi słowy ustalenia kryterjów, miarodajnych dla oceny tego zagadnienia. Niezaprzeczenie maszyna budowlana eliminuje z pracy pewną ilość rąk roboczych, szczególnie o ile się rozchodzi o robotnika o małych kwalifikacjach osobistych. Wprawdzie użycie maszyny pomaga pośrednio w opanowaniu bezrobocia w dziale wytwórstwa mechanicznego, a więc w dziale pod względem wykształcenia i inteligencji roboczej może najwyższej stojącym, jednakże traktując sprawę niejako z ilościowego punktu widzenia, musimy pamiętać o tych, ekonomicznie bardzo słabych rzeszach pracowników, którzy, przy wprowadzeniu maszyny na budowę, nie mogą na niej znaleźć zajęcia w tej masie, jaka jest możliwa przy ręcznym wykonywaniu roboty.

Jakież zatem są tutaj miarodajne kryteria?

Otóż w pierwszym rzędzie decydować tu musi dobroć wykonania. Tylko ten typ roboty powinien być na budowie stosowany, który daje najwyższy, optymalny efekt techniczny. Trzeba bowiem pamiętać, iż dobroć nowoczesnych nawierzchni drogowych nie zależy li tylko od materiałów wyjściowych, zresztą zwyczajnie kosztowniejszych, niżli materiały do zwykłej nawierzchni tłuczniowej, ale w stopniu może jeszcze wyższym od sposobu i rodzaju ich przerobienia na budowie. I tutaj doświadczenie i praktyka wykazały niezbicie, iż ręczna przeróbka tych materiałów stoi w przeważnej ilości wypadków z małymi wyjątkami bardzo daleko w tyle poza przeróbką maszynową. Rzecz ta znalazła już nawet swój wykładnik w rozlicznych urzędowych przepisach budowlanych, nakazujących przymusowo użycie do pewnych czynności maszyn. Czy znajdzie się już dzisiaj ktokolwiek, kto pragnąc otrzymać beton o najwyższych właściwościach technicznych, zarządzi jego zarobienie w sposób ręczny? Przecież tutaj praca maszyny jest wprost nie do zastąpienia; szczególnej zaś wartości nabędzie ona w tym dziale w budownictwie drogowym, które w porównaniu z innymi typami robót inżynierskich wymaga betonu najlepszego. To samo naturalnie, a może w granicach jeszcze wyższych odnosić się będzie do wszelkiego rodzaju mieszanin bitumicznych kruszywa, które znajdują szerokie zastosowanie w rozlicznych typach jezdni maziowych i asfaltowych.

Drugim momentem, który będzie decydował o możliwości użycia maszyny w budowie dróg, to sprawa ekonomiczności wykonania. O fundusze, potrzebne do rozbudowy i renowacji drogowej jest dzisiaj tak trudno, od społeczeństwa muszą być żądane w tym kierunku tak znaczne wysiłki, że trzeba się poważnie zastanowić, o ile wykluczmy z rozważań już poprzednio załatwiony moment dobroci technicznej, nad wzajemnym ustosunkowaniem się pracy ręcznej i maszynowej. Ta ostatnia będzie ekonomiczną przy pewnej minimalnej ilości roboty oraz przy wysokich stawkach roboczych. Przykładowo zaznaczę, iż mechaniczne wykonywanie wykopu z pomocą czerpaków może się okazać

tańsze przy pewnym jednak, dość wysokim *quantum* roboty, albowiem koszty inwestycyjne będą tu znaczne i mogą się korzystnie ukształtować w odniesieniu do odpisów i oprocentowania li tylko przy wielkim ruchu ziemi. Tutaj praca ręczna ma wdzięczne pole do konkurowania z pracą maszynową i to tem więcej, iż stawki robocze w okresie panującego u nas kryzysu ukształtowały się niezmiernie nisko, często poniżej możliwości zwalczania ich nawet przy bardzo obszernych robotach przez maszynę. Ten sam objaw widzimy w obecnych czasach przy transporcie budowlanym, przy którym ruch mechaniczny chwilowo nie ma żadnej zdolności konkurencyjnej. Rzecz jasna, iż z chwilą nastania lepszych czasów sprawa ta dozna pewnej zmiany, jakkolwiek i podówczas konkurencyjność transportu mechanicznego będzie zawsze funkcją wielkości przewożonych mas.

Istnieje jeszcze jedno kryterjum, które odgrywa ważną rolę w ocenie konieczności użycia maszyny na budowie. Jest niem pewien pogląd socjalno-społeczny, niedopuszczający do zastosowania pracy ręcznej tam, gdzie człowiek musiałby być użyty z uszczerbkiem dla swego zdrowia i życia lub też w wypadku, gdyby z jakichkolwiek bądź powodów powierzona mu praca stała poniżej godności ludzkiej. Oba poruszone momenty wymagają pewnego zilustrowania w odniesieniu do prac budowlano-drogowych. Otóż tendencja do oszczędzania zdrowia robotnika znalazła swój wyraz w szerokim stosowaniu mechanicznych kafarów i ubijaków, które tylko z trudnością i przy ogromnym wyęczeniu robotnika mogą być zastąpione pracą ręczną. Drugi moment znalazł swój wyraz w coraz szerszym korzystaniu z pracy łamaczków mechanicznych, albowiem tłuczki ręcznych jest coraz mniej pomimo, że dostarczali materiału gatunkowo o znacznie wyższej wartości, aniżeli niestety dotychczas możliwe to jest przy użyciu maszyn. Tutaj, coraz silniejsze zanikanie pracowników ręcznych łączy się z przeświadczeniem naszego ludu, iż tłuczenie kamienia należy do typu pracy stojącego na granicy godności ludzkiej, której oddaje się osobnik tylko w ostateczności, a zwalczanie tego przesądu nie doprowadza do żadnych rezultatów.

Jeżeli uwzględnimy wszystkie poruszone dotychczas momenty, dojdziemy do wniosku, iż nawet w dzisiejszych czasach sprawa konkurencyjności maszyny i pracy ręcznej w budownictwie drogowym jest ciągle aktualna i powinna być w każdym wypadku szczegółowo rozpatrzona.

Zanim przejdziemy do bardziej szczegółowego omówienia maszyn, używanych w budownictwie drogowym, zająć się musimy w pierwszym rzędzie tymi momentami, które z punktu widzenia budowlanego powinny być wytyczne dla konstrukcji maszyny.

W pierwszym rzędzie należy pamiętać, iż maszyna budowlana pracuje w warunkach zupełnie odmiennych i powiedzmy odrazu znacznie przykrzejszych, niżli jakkolwiek inna. Z reguły pod gołym niebem, narażona na roz-

liczne ujemne wpływy atmosferyczne, w kurzu i pyłe budowlany, obsługiwana często przez personel o małych kwalifikacjach osobistych, w znacznym oddaleniu od warsztatów reparacyjnych. Wyniknie z tego konieczność konstrukcji możliwie prostej, złożonej z elementów jak najobszerniej znormalizowanych i ujednostajnionych, by naprawa i wymiana uszkodzonych części przedstawiała się prosto i łatwo, wreszcie zastosowanie materiału pierwszorzędno. Rzecz jasna, że przy tem wszystkim pożądanym jest jak największy zasób sprawności maszyny, albowiem decyduje on o jej ekonomiczności.

Kapitał zainwestowany w parku maszynowym przy większej budowie inżynierskiej, przybiera często rozmiary przekraczające możność finansową przedsiębiorstwa. Z tego też powodu coraz silniej zaczyna się obecnie przejawiać tendencja do uniwersalności maszyny budowlanej, której zakres użycia powinien być w możliwych granicach rozszerzony. Wytyczną zasadą powinno być, by możliwie mała ilość maszyn na budowie była w możności pokonania jak największej ilości różnorodnych prac. Tendencję tę widzimy np. w nowoczesnych czerpakach łyżkowych, które przez bardzo prymitywne przekształcenie mogą być w bardzo krótkim czasie użyte jako żurawie, kafary i ubijaki, nie wspominając już nawet o tem, że są one również dostosowane do planowania i profilowania podłoża drogowego. W ten sposób zabezpieczoną jest wybitnie korzystniejsza amortyzacja maszyny, która obciąża w znacznie mniejszym stopniu jednostkowe ceny wykonywanych robót. Uzyskuje się przy tem również zmniejszenie powierzchni magazynów oraz pewne oszczędności w obsłudze.

Dalszą zaletą, którą powinna wykazywać maszyna budowlana jest jak najdalej posunięte automatyzowanie przebiegu całej pracy. Zdać sobie bowiem musimy sprawę z tego, iż przeciętny robotnik budowlany, przeważnie nieukwalifikowany jest elementem o stosunkowo małej inteligencji, od którego nie można wymagać zbyt wiele osobistej inwencji. W prawdzie do tego celu powinni być użyci nadzorcy, jednakże jest rzeczą zrozumiałą, że ilość ich nie może być zbyt wielka, nadto rozproszkują się oni niejako na budowie terytorjalnie zwyczajnie obszerniej i nie mogą się zjawiać natychmiast, celem skontrolowania przebiegu pracy. Stąd żądanie, by maszyna spełniała cały szereg czynności automatycznie, bez ingerencji nadzorcy i robotnika. By nie pozostawić sprawy tej bez zilustrowania zwrócę uwagę na konieczność automatycznej dostawy wody w ustalonej ilości do maszynowego zarabiania betonu. Również pożądaną rzeczą jest przy nowoczesnych mieszarkach betonowych oraz dla kruszyw bitumicznych automatyczne ich opróżnianie związane z czasem przemieszania, względnie z ilością wykonanych obrotów mieszarek lub mieszadeł. Automatyczne zachowanie stałej temperatury przy podgrzewaniu mazi i asfaltów, samoczynne utrzymanie stałego ciśnienia przy cysternach wytryskowych dla tych samych materiałów jest dalszym przykładem,

uzasadniającym konieczność dochowania tego wymogu. Nie mnożąc dalszych przykładów, trzeba zaznaczyć, iż spełnienie tego postulatu wymaga bardzo ścisłej współpracy inżyniera-mechanika z inżynierem budowy, albowiem koniecznym jest zrozumienie przebiegu pracy oraz wagi pewnych zabiegów i czynności, które są zresztą dosyć różne, a które decydują często o dobroci wykonania. Dodać należy, iż z pojęciem zautomatyzowania przebiegu pracy nie może być absolutnie złączona konstrukcja zawiła, albowiem ze względów już poprzednio wspomnianych obsługa maszyny budowlanej musi być możliwie prosta.

Niezmiernie cenną cechą dla maszyny budowlanej jest to, by pokonywała ona pracę, do której została przeznaczona, w sposób ciągły bez t. zw. ruchu martwego, nieprodukcyjnego. Powiększa to w wysokim stopniu sprawność maszyny, czyni również wykonywaną przez nią pracę tańszą. Wadę wykonywania ruchów martwych posiadają np. powszechnie znane łamaki szczękowe, przy których użyteczną pracę uzyskuje się tylko w momencie zbliżania się dolnych partij szczęk do siebie, natomiast wolne od niej są łamaki wirowe (obrotowe), nieprodukowane jednak niestety do dzisiaj w typie przewoźnym. Zastosowanie ruchu ciągłego uwidacznia się dzisiaj coraz częściej w mieszarkach do betonu, suszarkach i płuczkach kruszywa oraz w mieszarkach dla konglomeratów bitumicznych.

Łatwa przewoźność maszyny budowlanej jest zaletą, która szczególnie w budownictwie drogowym znalazło powszechne uznanie. By zrozumieć, dlaczego właśnie w tym dziale pracy inżynierskiej jest ta cecha tak bardzo cenioną, należy przypomnieć, że kiedy każda inna budowla inżynierska ma plac budowy zmienny tylko w bardzo nieznacznym zakresie, można powiedzieć prawie stały, to droga należy do tego typu roboty, przy której plac budowy zmienia się poprostu z dnia na dzień. Za zmienionym placem budowy postępować musi z natury rzeczy maszyna budowlana, która nawet w wielu wypadkach budowę wyprzedza. Stąd konieczność przewoźności maszyny drogowej o typie możliwie prostym, zdolnym do łatwego pokonywania napotkanych przeszkód. W nowszych konstrukcjach spotykamy coraz szersze zastosowanie czołgów tak, że już w niedługim czasie kołowy lub szynowy transport maszyny należeć będzie do przeszłości. Niektóre typy robót inżynierskich wymagają dla dobroci roboty możliwej bliskości maszyny, produkującej materiał budowlany, w stosunku do miejsca jego zużycia. Np. przy wykonywaniu nawierzchni betonowej pożądaną rzeczą jest bezpośrednie sąsiedztwo mieszarki, celem uniknięcia przewozu zarobionego betonu, przy którym nastąpić może niepożądana jego desegracja. Tutaj zatem zastosowanie mieszarek, umieszczonych na podwoziach czołgowych jest rzeczą prawie nieodzowną, albowiem plac budowy zmienia się już nie z dnia na dzień, ale z godziny na godzinę.

Jakkolwiek wybiega to może poza rozważania inżyniera budowy, nie mogę pominąć milczeniem sprawy motoru maszyn budowlanych. W su-

rowych warunkach budowlanych oraz przy ciągłej zmienności placu budowy, powinien być stosowany motor silny i niezbyt czuły na braki, które na budowie dają się spostrzegać. Pod tym względem zdały pierwszoklasowo egzamin motory Diesla, które zastosowuje się dzisiaj nietylko na wałach motorowych, ale na całym szeregu innych nowoczesnych maszyn drogowych, nie wyłączając nawet narzędzi o typie drobniejszym. Ostatnie konstrukcje mechanicznych dołbi są jego najlepszym przykładem.

Jeżeli w końcu wspomnę o szerokim zastosowaniu w dzisiejszych maszynach budowlanych spawania, które zmniejszając ciężar konstrukcji powinno doprowadzić do jej potania i które bezsprzecznie przyczyni się do zwiększenia wytrzymałości maszyny, a temsamem do przedłużenia jej okresu istnienia czyli potania, natenczas sądzę, iż wyczerpałem w ogólnej formie te cechy, które powinny znamionować maszynę budowlaną, przydatną do użycia w nowoczesnym budownictwie drogowym.

Używane w tym dziale pracy inżynierskiej maszyny dadzą się podzielić na szereg grup. Należą tu będą:

1. maszyny do wykonania robót ziemnych i podłoża;
2. maszyny do przygotowania materiałów budowlanych oraz naniesienia ich na podłoże lub fundament;
3. maszyny do wykonania nawierzchni;
4. maszyny do utrzymania i czyszczenia nawierzchni.

Poniżej będziemy się starali przejść w pewnym skrócie pojedyncze typy, podnosząc te momenty, które z punktu widzenia inżyniera budowy powinny być dla danej konstrukcji dominujące.

1. Maszyny do wykonania robót ziemnych i podłoża.

O ile chodzi o maszyny wykonujące pracę wykopową natenczas przy porównaniu z pracą ręczną odpada naogół moment dobroci wykonania, albowiem tak jeden jak drugi typ roboty daje w rezultacie jeden i ten sam ostateczny efekt techniczny. Podstawa rozważań jest tu raczej natury materialnej. Jeżeli pominiemy sprawę dobroci wykonania, natenczas musimy zaznaczyć, iż wielką ujemną stroną tych maszyn są z reguły wysokie koszty inwestycyjne, a wskutek tego możliwość zastosowania ich dopiero przy pewnej minimalnej objętości roboty, albowiem z uwagi na stosunkowo małe koszty ruchu, dopiero podówczas mogą one konkurować z pracą ręczną. Jest rzeczą zrozumiałą, iż wymieniona powyżej, minimalna ilość wykopu, która decyduje o konkurencyjności tych urządzeń zależy być musi od wysokości stawek robotników ziemnych, innymi słowy od konjunktury budowlanej. W obecnej chwili, w naszych stosunkach budowlanych są małe widoki na możliwość użycia tych maszyn. Wyjątkowo, przy bardzo głębokich przekopach, w materiałach mało lub średnio związłych znaleźć może zastosowanie mały czerpak łyżkowy o pojemności $0,5 m^3$ z założeniem, że będzie to maszyna

o typie uniwersalnym zdolna do łatwego przekształcenia na kafar, żuraw lub ubijak. Ważną rzeczą nadto przy tych czerpakach jest taka konstrukcja, by o ile możliwości zastosować je można tak do wykopów górnych jak wgłębnych, a nadto również w poziomie niwelety budowlanej drogi. Zaopatruje się je dzisiaj prawie wyłącznie w motory Diesla i osadza na podwoziach czołgowych, możliwych do użycia nawet przy bardzo znacznych przeszkodach terenowych. Minimalna ilość wykopu w jednej partii rozwozowej waha się w granicach $5.000-10.000 m^3$ w zależności od warunków miejscowych.

Niezmiernie cenną zaletą konstrukcyjną tych czerpaków są takie ich wymiary, by maszyna przy spuszczonej wysięgnicy mogła wygodnie zmieścić się w profilu załadowania normalnego wozu kolejowego. Wskutek tego staje się zbędnym demontaż i montaż na placu budowy, nadto ułatwione załadowanie na wagon kolejowy, na który czerpak sam zajeżdża. Ważną rzeczą jest także dobranie szerokości czołgów, by wywierane ciśnienie jednostkowo było możliwie małe, by zatem maszyna była możliwą do użycia na rozmaitych rodzajach gruntów. Chyżość ruchu powinna wahać się w granicach około $2 km/g$.

O ile, tu i ówdzie, mogą znaleźć dzisiaj użycie czerpaki kubłowe, natenczas konstrukcja ich powinna być tego rodzaju, by było możliwe dowolne ułożenie drabiny kubłowej, co ma ogromne znaczenie z uwagi na położenie wysokościowe podbieranej szkarpy, oraz łatwa możliwość dostosowania taśmy transportowej, dla szybkiego załadowania urobionego materiału do przewozu.

Jako dodatkia stroną użycia czerpaków należy wymienić znaczne skrócenie okresu budowy w stosunku do pracy ręcznej, co w pewnych wypadkach spowoduje niezaprzeczoną oszczędność na oprocentowaniu kapitału. W związku z tem jest podniesienie przeciętnej sprawności roboczej wskutek użycia maszyn. Szczegółowe badania pod tym względem przeprowadził w r. 1933 Związkowy Urząd Drogowy w Stanach Zjednoczonych Am. Płn. Okazało się z nich, że kiedy w r. 1917 godzinna sprawność jednego robotnika przy wykopach wynosiła $1,27 m^3$, to w 5 lat później podnosi się ona do $1,52 m^3$, w dalszych 6 latach do $2,05 m^3$, osiągając w r. 1932 granicę $2,54 m^3$. Widzimy z tego, iż na przestrzeni 15 lat podniosła się sprawność robotnika w tym dziale o 100% nie wspominając już nawet o równoczesnym zmniejszeniu się zakordowanych stawek za wykonanie jednostki pracy, co było możliwe w tamtejszych stosunkach (wysokie stawki godzinne) przy szerokim zastosowaniu ruchu maszynowego.

W pokładach związłych, które wydobywane być mogą li tylko w drodze wybuchowej nieocenne usługi oddają wiertarki mechaniczne najrozmaitszego typu o popędzie pneumatycznym, elektrycznym lub wodnym, które znalazły szerokie zastosowanie i są dzisiaj nie do zastąpienia pracą ręczną w budownictwie tunelów. W budowie dróg widzimy je w użyciu coraz częściej przy wyłomie starych jezdni monolitowych oraz przy pracy w kamieniołomach, nadto w formie łopat pneumatycznych. O ile uruchamiane są one ściętnionem powietrzem, naten-

czas organiczną ich wadą jest ścisły związek z kompresorem, co w rezultacie doprowadza do ekonomiczności pracy tylko przy sprzężeniu całego szeregu wiertarek do jednego agregatu; nadto w wypadku unieruchomienia z jakiegokolwiek bądź powodu kompresora, wstrzymana jest od razu praca całego szeregu wiertaczy. Zdaje się, iż przyszłość tych urządzeń mechanicznych jest związaną z dostosowaniem do nich motoru wybuchowego. Naogół, w ostatnich czasach daje się spostrzegać przewaga narzędzi lżejszych w formie t. zw. wiertarek rewolwerowych lub młotów wiertniczych.

W związku z wykopem jest praca przewożąca. Wobec niskich stawek roboczych ukształtowanie się dzisiaj mechanizowany przewóz budowlany, z małymi wyjątkami, bardzo niekorzystnie. Przykładem tego jest budowa Dnieprostroju, przy którym przewóz 100.000 m³ wykopu, a więc ilości już bardzo poważnej, pokonany został przez jednokonne wózki o pojemności 1/3 m³. Podobnie u nas znane są fakta, iż nawet przewóz towarów wysokocennych, do odległości kilkudziesięciu kilometrów, przedstawia się ekonomiczniej końmi, niżli motorami. Pod tym względem chwilowo, wszelka konkurencja dla motoru w ruchu budowlanym jest prawie że wykluczona. Natomiast tu i ówdzie kalkuluje się korzystnie użycie taśmy transportowej, która dozwala na pokonywanie dość silnych pochyłości dochodzących do 25°, co jest szczególnie cenną cechą przy sypaniu materiałów sypkich na wysokie hałdy, jak to ma często miejsce w kopalniach żwiru i piasku oraz w wyrobniach zimnych mieszanin mineralno-bitumicznych.

O ile wykonywanie wykopu i przewozu urobku w sposób mechaniczny spotyka dzisiaj na wielkie trudności z uwagi na konkurencję pracy ręcznej, to zupełnie inaczej przedstawia się sprawa z zagęszczaniem nasypów, przy których maszyna, nawet w dzisiejszych, trudnych dla niej czasach odgrywa rolę pierwszorzędą i dominującą. Z punktu widzenia inżyniera budowy trzeba zaznaczyć, że gdy dawniej, przy wyłącznym prawie stosowaniu nawierzchni tłuczniowej lub żwirowej z uwagi na jej elastyczność sprawa zagęszczania nasypów drogowych była do pewnego stopnia obojętną, to jest ona niezmiernie ważną obecnie, szczególnie w odniesieniu do najrozmaitszych typów nawierzchni monolitowych. Ruchliwość podłoża jest często przyczyną pęknięć i rys w nawierzchni, a w następstwie naturalnie jej niszczenia. Z tego powodu przechodzi się obecnie coraz częściej na sztuczne zwięźnienie podłoża, a szczególnie nasypów, albowiem rzadko kiedy mamy możliwość przeczekiwania przez dłuższy okres czasu na ich naturalne osiadanie.

Pomijając narazie możliwość użycia do tego celu wałów drogowych, o których mówić będziemy później, wskazać należy na szerokie zastosowanie obecnie najrozmaitszych typów ubijaków, o konstrukcjach bardzo nowoczesnych, które pracą swoją spełniają zupełnie bez zarzutu. Należy tu w pierwszym rzędzie ubijak wolnospadowy w formie baby zawieszony na żurawiu o wielkości rzutu poziomego 0,8—1,0 m², ciężarze 2,0—2,5 t, wysokości spadu 1,5—2,0 m i ilo-

ści uderzeń 12—20 min. Jak już powyżej wspomniałem, do tego celu nadaje się bardzo dobrze nowoczesny, uniwersalny czerpak łyżkowy, który niezmiernie łatwo daje się przekształcić na ubijak wolnospadowy. Osadzenie całości konstrukcji na czołgach umożliwia powolny obrót ubijaka, a co zatem idzie zagęszczanie coraz to nowych partij podłoża, przy czem zwyczajnie uderzenie wtórne przykrywa częściowo uderzenia poprzednie. Na m² wystarcza zwyczajnie 3—4 uderzeń tak, iż w przeciągu godziny istnieje możliwość zagęszczenia 100—220 m² podłoża. Obserwowane zagęszczenia, przy gruntach piaszczystych większe, przy gliniastych nieco mniejsze, dochodzi do 30%, w każdym zaś razie osiąga wartości niemożliwe do uzyskania przy ewentualnej pracy ręcznej.

W wypadku konieczności osiągnięcia bardziej intensywnego zagęszczenia rozpoczęto obecnie stosowanie ubijaków młotowych, konstruowanych na zasadzie szeregu młotów mechanicznych osadzonych zupełnie analogicznie jak to widzimy na niektórych typach wykańczarek nawierzchni betonowych. Osadzenie również na podwoziu czołgowym, siła uderzenia dochodzi do 2,5 kg/cm². Przy doświadczonym personelu możliwa do osiągnięcia sprawność dochodzi do 1.200 m² w 8-godzinnym dniu roboczym.

2. Maszyny do przygotowania materiałów budowlanych, oraz naniesienia ich na podłoże lub fundament.

Jest ich ogromna ilość, albowiem okres powojenny charakteryzuje się zastosowaniem do nawierzchni drogowej najrozmaitszych materiałów budowlanych, których swoiste cechy wymagają uwzględnienia w konstrukcji odnośnych maszyn.

W pierwszym rzędzie idą łamaki produkujące kruszywo dla rozmaitych typów jezdni. — Konstrukcji ich jest obecnie bardzo wiele i omawianie ich szczegółowe byłoby bezcelowe. Dzielą się jak wiadomo na szczękowe i obrotowe (wirowe), przewoźne i stałe.

W budownictwie drogowym wymaga się kruszywa, zawsze w elementach zwartych, przy których pojedyncze wymiary są mniejwięcej sobie równe. Elementy płytkowe, soczewkowane powinny być bezwarunkowo od użycia usuwane. Z warunku tego wynika wskazanie dla konstruktora łamaków. Niestety jak do dzisiaj postulatuwi temu nie odpowiadają łamaki szczękowe, które szczególnie o typie przewoźnym są szeroko używane, albowiem tłukacz ręczny, jak już wspomniałem poprzednio, zanika coraz bardziej. — Znacznie lepsze rezultaty pod tym względem osiąga się przy łamach obrotowych, albowiem kamień jest w nich zgniatany w przestrzeni ograniczonej powierzchnią stożkową. Dość znaczną wadą tych ostatnich jest okoliczność, iż narazie konstruuje się je tylko jako urządzenia stałe, które mogą być z pożytkiem użyte w kamieniołomach, natomiast nie dadzą się zastosować na pojedynczych i ograniczonych co do ilości kruszywa, placach składowych. Maksymalna godzinna wydajność łamaków szczękowych dochodzi dziś do 30 m³, obrotowych do 250 m³. Przewaga tych ostatnich nad szczękowymi przejawia

się także w ich ekonomiczności, wynikającej z pracy ciągłej, która jest niemożliwą przy szczegółowych.

Najnowsze typy w łamkach szczękowych widzimy w t. zw. agregatach podwójnych, składających się zasadniczo z dwóch łamaków uruchamianych jednym mimośrodem, z których jeden, produkujący kruszywo grubsze osadzony jest na górze, drugi dla kruszywa drobniejszego na dole. Przy użyciu tego typu jest możliwą na jednej maszynie równoczesna produkcja normalnego tłucznia oraz gryziku.

Z każdym agregatem łamkowym złączony jest sortownik, który w normalnym wykonaniu jest bębnowy z zaopatrzeniem powierzchni płaszcza zwyczajnie w 3 gatunki otworów, normujących sortę tłucznia. Okazała się jednakże pewna niewygodność tego rodzaju konstrukcji z powodu zatykania się otworów, których spokojny ruch obrotowy nie mógł od przeszkód uwolnić. Z tego powodu zaczynają wchodzić w użycie sortowniki drgające o znacznej ilości oscylacji, przy których zatkanie się otworu jest z reguły niemożliwe. Wadą ich obecną jest zajmowanie znacznie obszerniejszego miejsca niżli to miało miejsce przy bębnowych.

Nowsze konstrukcje drogowe maziowe i asfaltowe wymagają znacznych ilości miazgi i pyłu, wchodzącego w ich skład w formie t. zw. wypełniacza. Z tego powodu produkuje się dzisiaj znaczne ilości mączek kamiennych dostarczanych przez młyny kulowe i walcowe złączone zwyczajnie z przesiewnikami. Pewną szczególną odmianę stanowi tu produkcja mączki dla asfaltu ubijanego, wykonywanej z kamienia, przeważnie wapienia przepojonego w naturze asfaltami, które mogą być mielone li tylko na młynach odrzutowych, dezintegratorach, pracujących na zasadzie siły odśrodkowej, albowiem przemiał na zwykłych młynach kulowych lub walcowych byłby tu niemożliwy z powodu wywiązującego się ciepła i wynikającego z tego sklejanego się pojedynczych cząsteczek przepojonych asfaltem.

Ważnym postulatem powinno być u nas zaopatrzenie naszych kamieniołomów w maszyny udarowe do wyrobu kostek kamiennych potrzebnych do brukowania dróg i ulic, albowiem moglibyśmy otrzymywać materiał bardziej regularny niżli pochodzący z obróbki ręcznej, a co najważniejsze znacznie tańszy. Jedna maszyna bowiem tego rodzaju składająca się z 120 kg wazącej baby zaopatrzonej w dłuto i spadającej na przeznaczony do cięcia blok kamienny daje w dniu roboczym około 1.800 kostek.

Następną maszyną w tym dziale, którą wypada się obszernie zająć jest mieszarka do betonu znajdująca szerokie zastosowanie tak przy nawierzchniach betonowych jakoteż innych przy których zaprojektowano fundament betonowy. Nadmienić przytem mimochodem należy, iż jezdnia betonowa jest właśnie jedną z tych, przy których mechanizacja wykonania znalazła swój jak najobszerniejszy wyraz.

Typów mieszarek do betonu jest dzisiaj bardzo wiele, naogół dadzą się one podzielić na dwie grupy: wolnospadowe i srzydełko-

we. Te ostatnie są konstruowane również z mieszadłami podwójnymi, obracającymi się w odwrotnych kierunkach. Od nowoczesnej mieszarki żąda się obecnie nietylko mieszania betonu, ale również automatycznego wyciągu dla kruszywa i cementu oraz automatycznego dodawania wody. Reprezentowane są tu agregaty stałe i przewoźne. Pierwsze stosowane tylko w pewnych szczególnych wypadkach, o których jeszcze parę słów pomówimy, drugie natomiast znalazły dziś powszechne zastosowanie. Objętości bębna o skali bardzo obszernej od 75 l do 1.500 l; jednakże najczęściej używa się przy drogach mieszarek o objętości od 350 do 750 l, albowiem te okazały się w użyciu najpraktyczniejsze. Sprawność mieszarek drogowych również bardzo rozmaita od 3 do 30 m³/godz. Szczególnej wartości nabierają obecnie mieszarki przewoźne osadzone na podwoziu czołgowym, albowiem w czasie swego przesuwania się nie deformują podłoża, a właśnie gładkość tego ostatniego elementu jest dla nawierzchni betonowych rzeczą niezmiernie ważną.

Przy budowach znaczniejszych, przy których ilości mającego przerobić się betonu są poważne znalazły obecnie zastosowanie mieszarki o pracy ciągłej, przy których jednakże przedstawia się dość skomplikowanie automatyczna dostawa materiałów wyjściowych. Szerokie zastosowanie znalazły natomiast mieszarki zautomatyzowane pod względem ilości obrotów mieszania oraz opróżniania bębna.

Co do organizacji pracy spotykamy się w tym dziale z rozmaitymi nowościami. Doświadczenie wykazało, iż dostawa kruszywa, cementu i wody rozproszkowana na całą długość budowanej drogi nie należy do typów wzorowych i z powodu nieuniknionych zanieczyszeń tak w czasie transportu jakoteż magazynowania wzdłuż drogi nie można liczyć na otrzymanie betonu o optymalnych własnościach. Rezultatem tego przeświadczenia jest tworzenie przy większych budowach centralnych wyrobni betonu, przy których znajdują zastosowanie wspomniane poprzednio mieszarki stałe o dużych bębnach, skąd zarobiony beton rozwożony jest samochodami o specjalnej konstrukcji do zmieniającego się ciągle miejsca budowy. Rzecz zrozumiała, że praca ta musi iść niezmiernie sprawnie, o ile ma wydać dobre rezultaty. Również stosowane są dziś mieszarki pomieszczone na samochodach, które zajeżdżając na centralny plac składowy pobierają do swego wnętrza materiały składowe, zaś zarobienie betonu następuje w czasie transportu na miejsce budowy. Są to t. zw. mieszarki dostawcze. Oba wspomniane typy posiadają swoją zaletę w dostarczaniu betonu o zupełnie znormalizowanej wartości.

W ścisłym związku z mieszarkami jest dostawa betonu z bębna na podłoże. Typem elementarnym, jednakże już nieco przestarzałym, jest dowóz betonu do miejsca pracy od mieszarki kolejką roboczą z pomocą zwyczajnych kolebek. Rozpatrując to zagadnienie należy pamiętać, iż okres czasu pomiędzy jego zarobieniem a początkiem tężenia jest stosunkowo dość krótki (około 40 min.), wobec czego wiele zależy na tem, szczególnie przy nanoszeniu betonu do war-

stwy wierzchniej przekrojów dwuwarstwowych, by beton dostał się na miejsce swego przeznaczenia możliwie najprędzej. Stąd idea sytuowania przewoźnych mieszarek w bezpośrednim sąsiedztwie budowanej partii, następnie zaopatrywanie mieszarek w wysięgnice kubłowe, dostarczające beton bezpośrednio do miejsca budowy oraz w ostatnich czasach zastosowanie wózków rozdzielczych osadzonych na ruchomych pomostach tuż nad miejscem pracy, które przejmują beton z mieszarek ustawionych na poboczach i natychmiast rozdzielają go w budowanym przekroju. Do tego samego celu stosowane są również taśmy transportowe. Wreszcie używane są już dzisiaj mieszarki osadzone na ruchomych pomostach, poruszających się na tych samych szynach, po których jeździ wykańczarka, które dostarczają beton bezpośrednio, z ominięciem wszelkich dodatkowych urządzeń do wykonywanego przekroju. Ten ostatni sposób, jakkolwiek bardzo postępowy, wydaje się być możliwym li tylko w wypadku wykonywania jezdni jednowarstwowej, t. zn. podówczas, gdy w całym przekroju znajduje się beton o jednolitem ustosunkowaniu kruszywa i cementu.

W dziale przygotowania materiałów budowlanych jest maszyna bardzo szeroko reprezentowaną przy wykonywaniu nawierzchni maziowych i asfaltowych. Starsze typy tych jezdni, mianowicie asfalt ubijany oraz lany, które zresztą dzisiaj zaczynają coraz bardziej zanikać, wymagają stosunkowo skromnej aparatury przy produkcji potrzebnego do budowy materiału. Dla asfaltu ubijanego znajdzie użycie wspomniany już poprzednio dezintegrator oraz suszarka, asfalt ubijany zadowolony się zwyczajnie dosyć prymitywnym typem kotła do ogrzewania mastyksu. Natomiast nowsze sposoby, a więc wszelkie rodzaje maziowania i asfaltowania wgłębnego potrzebują bardzo szeroko rozbudowanej aparatury maszynowej.

Należy zaznaczyć, iż nowsze typy nawierzchni maziowych i asfaltowych mogą być wykonywane na gorąco lub na zimno. Stąd wynikną pewne różniczkowania w urządzeniach mechanicznych.

Stosunkowo skromnie przedstawiają się one przy maziowaniach i asfaltowaniach powierzchniowych, albowiem ograniczają się głównie do większych lub mniejszych cystern rozpryskowych, które mają ogrzane lepiszcza rozprowadzić możliwie jednostajnie na powierzchnię drogi. Spotykamy tu urządzenia przewoźne od ręcznie obsługiwanym zbiorników o pojemności 100 l do olbrzymich cystern osadzonych na samochodach a obejmujących objętość paru tysięcy litrów. Mniejsze typy zaopatrzony są w podgrzewacze oraz ręczne kompresory lub dzwony powietrzne, większe otrzymują normalne paleniska oraz pompy ssąco-tłoczące, nadto wyposażone są w aparaturę umożliwiającą uzyskanie jednostajnego ciśnienia bez względu na zawartość w cysternie. Ostatnią nowością w tym dziale jest użycie azotu do wywołania wewnętrznego ciśnienia w zbiorniku. Normalnie otrzymuje się je przez wpuszczenie oczyszczonych

i oziębionych gazów wydmuchowych z motoru lub też przez włączanie z pomocą kompresora ściśnionego powietrza. Oba te sposoby nie są jednak bez zarzutu. Gazy wydmuchowe bowiem nie są elementem neutralnym, a często zachodzi możliwość powstania pożaru; powietrze w pewnych wypadkach, szczególnie przy pracy emulsjami, doprowadza do ich rozpadu. Azot natomiast ma tę zaletę, iż jest bezwzględnie neutralny i nie wchodzi w żadne związki z zawartością cysterny.

Szczególnie celowo przedstawia się dzisiaj aparatura do pracy na zimno, przy której znacząco szerokie zastosowanie emulsje maziowe i asfaltowe, umożliwiające pracę również w niekorzystnych warunkach atmosferycznych. Tutaj trzeba zaznaczyć, iż z emulsjami ma pewien kłopot budownictwo drogowe, albowiem żąda od nich dwóch, nieco sprzecznych warunków. W pierwszym rządzie bowiem wymaga się możliwie długiego okresu zachowania stałości emulsji przy jej transporcie i magazynowaniu, w drugim zaś szybkiego rozpadu z chwilą wyrzucenia jej na powierzchnię drogi. Idealne rozwiązanie przedstawia zatem bezpośrednia produkcja emulsji na drodze oraz natychmiastowy jej rozprysk w stanie gorącym lub zimnym, do czego obecnie posiadamy już parę typów mechanizmów.

Maziowanie i asfaltowanie powierzchniowe wymaga natychmiastowego pokrycia utrwalonej partii miałem. Praca ręczna nie daje tu dobrych rezultatów, albowiem nie ma mowy w tym wypadku o jednostajnym jego rozprowadzeniu. Do tego celu znalazły szerokie zastosowanie wózki do rozrzutu miału, pracujące bardzo dokładnie i jednostajnie z pomocą wałków nadawczych lub na zasadzie siły odśrodkowej o sprawności dochodzącej do 10.000 m²/godz.

Przechodząc obecnie do istotnych mieszarek kruszywa z bitumami zauważyć należy, iż może żaden z działów budownictwa drogowego nie jest tak bogato zaopatrzony w urządzenia maszynowe, zresztą bardzo skomplikowane, jak ten. Całość urządzenia musi być naturalnie zastosowana do tych wymogów, jakie postawimy dla odnośnego konglomeratu. Wystąpią zatem pewne różnice w zależności od tego, czy celem naszym będzie produkcja betonu maziowego, czy też asfaltowego lub asfaltu piaskowego i t. p. Trzeba przytem dodać, iż dopiero współpraca maszyny w tym dziale umożliwiła istotny rozwój tych nawierzchni, albowiem nawet w najśmielszych marzeniach, nie można tu przypuścić dopuszczalności pracy ręcznej.

Zadanie mieszarek w tym dziale nie polega tylko na przemieszaniu obu materiałów wyjściowych, ale nadto na poprzednim ich ogrzaniu, przesortowaniu kruszywa wedle ziarn dopuszczalnych dla danego typu budowy, jego przemyciu, odpyleniu i osuszeniu, wreszcie na automatycznym dozowaniu poszczególnych porcji kruszywa i bitumów tak w wypadku pracy przerywanej, jak ciągłej. Jak widzimy z tego zakres prac bardzo obszerny, wobec czego rozbudowa aparatury często niezmiernie skomplikowana. Znajdą tu zatem zastosowanie elewa-

tory doprowadzające materiał surowy i odprowadzające przerobioną miazgę, płuczki i suszarki najrozmaiciej skonstruowane, ekshaustory dla odpylania, automatyczne wagi i cały szereg innych przyrządów, zabezpieczających możliwą dobroć pracy. Szczególnie wielkie wymagania stawia się suszarkom, które na krótkiej drodze, jaką kruszywo przebiega, muszą ogrzać je w dostatecznym stopniu. Uskutecznią się to przeważnie w suszarkach bębnowych, przez które przepływają gazy grzejne w kierunku odwrotnym do ruchu kruszywa uruchomianego łopatkami lub ślimacznica. Sprawa ta przedstawia się o tyle trudniej, iż sprawność suszarek zależy od pierwotnego nawilgocenia kruszywa, od temperatury zewnętrznej oraz wymaganej końcowej. Ogrzewanie suszarki możliwe bądź to przy zastosowaniu paliwa stałego lub płynnego, bądź też przy systemie kombinowanym. Rzecz zrozumiała, iż konieczną jest tu odpowiednia izolacja suszarek, celem uzyskania oszczędności na paliwie.

Wielkiego zrozumienia przebiegu akcji mieszania oraz wzajemnego oddziaływania na siebie obu materiałów, wymaga od konstruktora - mechanika odpowiednie zaprojektowanie mieszadeł. Celem skutecznego dobrego zamieszania jest konieczną ciągła i częsta zmiana położenia pojedynczych ziarn kruszywa, następnie dobre i delikatne powleczenie bitumem poszczególnych elementów, a wreszcie niedopuszczenie do wzajemnego spajania się kruszywa w mieszarce, która to tendencja występuje natychmiast po powleczeniu go bitumem. Pod tym względem otrzymuje się dobre rezultaty, przy powszechnie dzisiaj stosowanych mieszarkach o ruchu ciągłym.

Produkcja miazgi asfaltowej lub maziowej odbywa się bądź to w urządzeniach stałych, bądź też przewoźnych. Z pierwszymi mamy do czynienia wyjątkowo w miastach, gdzie czasami zarządy miejskie budują odpowiednie zakłady dla produkcji masy stosowanej w obszerniejszych granicach na ulicach, z drugiej spotykamy się częściej przy wykonywaniu nawierzchni dróg międzymiastowych i ten typ należy uważać za normalny. Dodać trzeba, iż w wypadku istnienia centralnego urządzenia stałego jest rzeczą konieczną posiadanie odpowiednich wozów dostawczych, przewożących materiał ogrzany do miejsca budowy, których zbiorniki muszą być odpowiednio izolowane, celem ochrony przed możliwością oziębienia w czasie transportu.

3. Maszyny do wykonywania nawierzchni.

W tym dziale należy w pierwszym rzędzie zająć się najstarszą maszyną, w a ł e m d r o g o w y m, którego praca absolutnie nie da się już dzisiaj zastąpić siłą ludzką lub zwierzęcą.

Użycie wału drogowego wynika ze zrozumienia konieczności możliwie jak najsilniejszego zagęszczenia jezdni, albowiem w tym wypadku uodpornia się ją tak przeciwko niszczącym wpływom ruchu, jakoteż wpływom atmosferycznym. Do stężania jezdni tłuczniowej używane są ciężkie wały trzykołowe, natomiast przy wykonywaniu nawierzchni maziowych i asfaltowych

znalazły zastosowanie wały lżejsze i szybsze dwukołowe, względnie jednokołowe.

Nowoczesna nawierzchnia drogowa stawia w odniesieniu do wałów dość obszerną skalę wymagań. W pierwszym rzędzie, o ile możliwości duże średnice wałów, albowiem tylko w tym wypadku ominąć możemy w czasie wałowania tworzenia się fal w jezdni, szczególnie niebezpiecznych dla nawierzchni bitumicznych. Rzecz jasna, że ze średnicą wału jednakże nie można pójść za daleko. Rozpoczęły się zatem obecnie prace, by średnicę tę powiększyć pośrednio do wartości około 5 m przez zaopatrzenie stosunkowo małych, istotnych wałów w czołgi opasujące oddzielnie dwa tylne i dwa przednie wały. O ostatecznym efekcie pracy tych urządzeń dzisiaj jest mówić jeszcze przedwcześnie. Zapobieganie tworzeniu się fal usiłują konstruktorzy osiągnąć również przez zastosowanie wałów pięciokołowych, w których dwa dodatkowe, osadzone z boku, mają na celu przytłumianie powstających w czasie wałowania wyrzuseń.

Drugim wynalazkiem ostatnich czasów jest wahadłowe osadzenie łożysk tak wałów tylnych, jak i przednich, celem dostosowania się do wysklepienia przekroju drogowego.

Wałowanie pewnych typów nawierzchni maziowych i asfaltowych o drobnym kruszywie, wymaga stężenia sukcesywnego od możliwie małych ciśnień do coraz wybitniejszych. Są to typy, przy których zastosowanie od razu ciężkich wałów doprowadzić musi do zupełnego nieudania się roboty. Dla celów tych nawierzchni dostarczane są dzisiaj lekkie wałki jednokołowe od 0,7 t ciężaru z popędem motorowym, o sile 3—4 KP, szerokości 700 m/m, chyżości 2 km/godz, przy czym mechanizm motoru umieszczony jest wewnątrz wałka, a kierowanie ręczne z pomocą dyszla prowadzonego przez robotnika. Powiększenie ciężaru, w miarę postępu pracy z pomocą obciążników. Ostatnie modele zaopatrzone w niziutkie kółka kierownicze oraz stanowisko kierowcy przy ciężarze nieprzekraczającym 2 t.

Dla jezdni bitumicznych buduje się dziś wały ze stawidłem zwrotnym bez wstrząśnień, celem uniknięcia uszkodzenia miękkich jeszcze w czasie wałowania jezdni. Wszystkie wały mechaniczne zaopatrywane są obecnie w dyferencjały, umożliwiające bezpieczny dla jezdni ruch w krzywiznach.

Ciężary służbowe wielkich wałów trzykołowych wahają się w granicach 8—20 t, małe wały tandemowe (dla nawierzchni bitumicznych) wykazują obciążenie 4—8 t. Prym w typach ciężkich dźwizy ciągle jeszcze wał parowy, dzięki wielkiej rezerwie siły i długiemu okresowi życia, jakkolwiek zaczyna go obecnie silnie atakować motor Diesla.

Wielkie zalety budowlane wykazują lżejsze wały z motorami wybuchowymi w postaci stałej gotowości do pracy, większej sprawności z powodu małego obciążenia materiałem pędym, wreszcie ze względu na skromne zapotrzebowanie wody i paliwa. Również wielki postęp należy widzieć w niskim położeniu środka ciężkości całej konstrukcji, uniemożliwiającemu wywrót

oraz zapewniającemu większą stateczność wału wobec jezdni.

Dla umożliwienia łatwego transportu zaopatrzone są najnowsze modele typu ciężkiego i średniego w dodatku koła odkładane, umożliwiające szybszy transport wału tak po torze szynowym jak na drodze. W pierwszym wypadku koła zaopatrzone są w odpowiedni rąbek dostosowany do szyny, w drugim w obręczę gumowe.

Przy wykonywaniu nawierzchni z bruku kamiennego, rzędowego i drobnego oraz przy pewnych typach nawierzchni betonowych zachodzi szerokie zastosowanie dobni mechanicznej. Pomijając już nawet szybkość pracy w porównaniu z dobną ręczną, zwrócić należy uwagę na techniczną dobroć ubijania tem narzędziem, polegającą na uderzeniu nie pionowym, lecz prostopadłym do nawierzchni drogowej, co jest szczególnie rzeczą ważną przy pracy na spadkach.

Używane dziś dobnie mechaniczne są pneumatyczne i eksplozyjne. Pneumatyczne mają te same wady, o jakich wspominaliśmy omawiając ubijaki do zagęszczenia ziemi; eksplozyjne nie są sprzężone ze sobą, pracują zupełnie oddzielnie, stanowiąc każdy dla siebie samoistną jednostkę. Obecnie budowane są typy umożliwiające stosowanie pewnej zindywidualizowanej dawki mieszanki, wskutek czego istnieje możliwość otrzymywania w miarę potrzeby uderzeń o rozmaitej sile. Zachodzi przy nich tylko obawa, czy ułatwiający się gazy spalania nie będą ujemnie oddziaływały na stan zdrowia robotnika, obsługującego je z bezpośredniej bliskości.

W wybitny sposób do powiększenia dobroci roboty przyczynia się maszyna w budowie nawierzchni betonowej, przy której dzisiaj przebieg produkcyjny jest prawie w 100% zmechanizowany. Tylko zupełnie wyjątkowo używa się przy wykonywaniu warstwy dolnej ubijania z pomocą dobn, przeważnie pneumatycznych lub eksplozyjnych, natomiast regułą jest uskutecznianie roboty za pośrednictwem mechanicznych wykańczarek jeżdżących na torze roboczym, których kolebką były Stany Zjedn. Am. Płnc. Zasadniczo rozróżniamy obecnie dwa podstawowe typy konstrukcyjne tych maszyn. Pierwszy, którym elementem zagęszczającym beton w nawierzchni jest ubijak brusowy przechodzący przez całą szerokość wykonywanej jezdni i sprofilowany dożądanego dla niej przekroju i drugi w formie ubijaka młotowego składającego się z szeregu ubijaków o ciężarze 50—60 kg powierzchni 25×10 cm opadających kolejno na beton w różnych okresach czasu i dających około 70 uderzeń w minutę. Ponieważ niezmiernie często wykonuje się jezdnię dwuwarstwową, przeto poziom ubijania jest inny dla warstwy dolnej i górnej, wobec czego istnieje możliwość obniżania i podwyższania ubijaków. Ostatecznym efektem wykańczarek jest silne zagęszczenie betonu w jezdni i usunięcie znajdującego się w nim powietrza. Praca jest możliwą tak w całym przekroju, jakoteż po podówece, przyczem ostatni wypadek znajduje zastosowanie podówece, gdy w czasie budowy

nie ma możliwości urządzenia objazdu. Ponieważ nadto stosowane są różne szerokości jezdni, przeto konstrukcja wykańczarek powinna być tego rodzaju, by dawała się w pewnych granicach teleskopowo zsuwać i rozsuwać.

Jak wiadomo, celem umożliwienia ruchów w płycie betonowej spowodowanych skurczem, pęceniem, wreszcie wpływem temperatury, wykonywa się tę nawierzchnię w częściach oddzielnych ograniczonych szwami dylatacyjnymi. Nawet jednak najlepiej wykonany szew jest elementem wywołującym pewne wstrząsy w przejeździe, których zmniejszenie uskutecznia się dzisiaj przez zakładanie szwów ukośnych do osi drogi, uzyskując w ten sposób różnicę przejazdu przez szew dwu kół jednej osi samochodu. Wskutek tego zmniejszenie wstrząsów oraz słabsze oddziaływanie na szew. Wynikiem tego jest konstrukcja wykańczarek dostosowana do wykonania szwu ukośnego.

Oprócz pracy związanej z ubijaniem wykonywane są tą samą maszyną czynności związane z wyrównywaniem naniesionego betonu, a w końcu z wygładzeniem powierzchni. Nadto znajdują tam dzisiaj szerokie zastosowanie najrozmaitszego rodzaju urządzenia wibracyjne, wywołujące pewne wstrząsy w betonie, dopomagające do silniejszej komprymacji i zaniku porowatości betonu. Dzienny postęp roboty dochodzi do 150 mb, o ile naturalnie jest odpowiednio zorganizowana dostawa betonu.

Praca nad usprawnieniem betoniarek nie ustaje i w tym dziale spotykamy ciągły postęp i nowości. Zaczynają się pojawiać zarzuty odnośnie do wykańczarek młotowych, tkwiące w tem, iż pojedyncze uderzenia równocześnie spadających młotów wywołują w efekcie nie tylko zagęszczanie betonu, ale również w sąsiednich partjach jego wyrzucenie, co jest objawem zupełnie niepożądanym. Nadto skonstatowano przy tym typie stężania pewną desegregację betonu w formie opadania cięższego kruszywa na spód oraz wypychania cementu i wody do góry. Rezultatem tych spostrzeżeń jest obecnie praca nad konstrukcją elementów ugniatających w postaci stalowych, skrzynkowych krążyn profilowanych, które wykonując dwa lub co najwyżej trzy ruchy robocze, spełniają wszystkie czynności z budową nawierzchni betonowej związane. Osiąga się w tym wypadku ugniot dożądanego profilu z jednostajną siłą, wykonywaną nadto w sposób ciągły oraz jednostajne rozłożenie kruszywa w betonie. Z punktu widzenia technologicznego należy podnieść nadto ten fakt, iż przy tym typie umożliwiające jest użycie betonu o konsystencji stalszej, aniżeli ma to miejsce dotychczas, co w rezultacie daje większą wytrzymałość betonu.

Jak dalece, nawet w drobiazgach, jest praca przy nawierzchni betonowej zmechanizowaną, dowodzi tego wykonywanie pasów barwnych ustalających kierunki ruchu. Przy szybkoieżnym ruchu na drodze jest szczególnie ważne znaczenie na jezdni pasu środkowego, którego jadący bezwarunkowo przekroczyć nie powinien, o ile chce uniknąć wypadku. Otóż w nowszych konstrukcjach znajduje się z tyłu wykańczarki

dodatkowe urządzenie w formie ząbionego wałka, który z gotowej już, jednakże zupełnie świeżej warstwy betonu wyrwa pasek odpowiedniej szerokości, przy równoczesnym zabarwieniu go żądanym kolorem oraz w następstwie końcowym wygładzaniu i dodatkowym ubiciu. Również zachynają być stosowane osadzone z tyłu wykańczarki stalowe szczotki walcowe, których zadaniem jest nadawanie ukończonej nawierzchni dodatkowej, sztucznej szorstkości.

Wykańczarki poruszają się samoczynnie za pomocą własnego motoru po szynach, stanowiących równocześnie boczne oszalowanie budowanej jezdni. Chyżość ruchu postępowego przy pracy około $2,20 \text{ m/min}$, wstecznego $1,80 \text{ m/min}$, natomiast przy ruchu jałowym osiąga się chyżość do 9 m/min , przy sile 8—12 KP. Roczna sprawność jednej maszyny przy szerokości jezdni 6 m i dwuwarstwowym przekroju wynosi w naszych warunkach klimatycznych około 12 km , którą jednakże przy zastosowaniu podwójnej dniówki można wybitnie powiększyć. Odnosi się to naturalnie li tylko do robót większych, wykonywanych w jednym ciągu, gdyż praca maszynami temi w drobnych odcinkach nie przedstawia się, ze zrozumiałych powodów, ekonomicznie.

Bardzo zbliżoną do maszyny poprzednio opisanej jest wykańczarka do nawierzchni bitumicznych, dostosowana naturalnie w szczegółach do nieco odmiennego celu. Istotne zmiany, które tutaj musiały być zastosowane odnoszą się do napędu. Okazało się mianowicie, iż wskutek wydostających się z miazgi bitumicznej olejów, ruch całego agregatu po żelaznych szynach, ułożonych na krawędziach jezdni kształtuje się bardzo trudno. Nawet próby przekształcenia napędu czterokołowego na sześciokołowy nie wydały należytych rezultatów tak, że ostatecznie musiano tę sprawę rozwiązać przez zastosowanie napędu z pomocą dźwigiarki linowej. Wydatność tej maszyny przekracza mniej więcej pięciokrotnie w analogicznych warunkach wykonywaną pracę ręczną.

Zastosowanie maszyn do wykonywania nawierzchni brukowanych, pomimo czynionych w tym kierunku prób nie wydało dotychczas należytych rezultatów.

4. Maszyny do utrzymania i czyszczenia nawierzchni.

Dział utrzymania i czyszczenia nawierzchni drogowych jest niezmiernie bogato zaopatrzone dziś w urządzenia maszynowe i śmiało można powiedzieć, iż szczególnie w miastach praca, związana z tą częścią zagadnienia drogowego jest poprostu już nie do zastąpienia ręką ludzką. Szczegółowe omówienie używanych tu maszyn rozszerzyłoby znacznie łamy tej pracy, dlatego też wspomnę tylko mimochodem w formie możliwie najogólniejszej najczęściej spotykane urządzenia.

Będą tu należały pługi żwirowe, służące do zrywania jezdni tłuczniowej lub bitumicznej dla celów renowacyjnych, stanowiące bądź to samoistne maszyny ciągnięte przez wał lub ciągnik, bądź też namontowane na wale.

Dla celów usuwania uszkodzonych partyj jezdni betonowych stosuje się dziś piły cyrkularne, umieszczone na specjalnie do tego celu przeznaczonych samochodach.

Bardzo bogato reprezentuje się maszyna w dziale jezdni ziemnych, które są wprowadzane przeważnie arterjami lokalnymi (w Polsce nawet drogi państwowe), posiadają jednak często doniosłe znaczenie gospodarcze. Tutaj widzimy najrozmaitsze typy równaczy, pługów i bron drogowych, maszyn do wycinania profilu rowów bocznych i t.p., które nie tylko wykonują pracę technicznie w sposób lepszy niżli ręka ludzka, ale nadto w ostatecznym efekcie przedstawiają się znacznie ekonomiczniej.

Również wielką różnorodność przedstawia dział urządzeń mechanicznych, służących do naprawy jezdni bitumicznych wszelkiego typu. Pod tym względem panuje ogromna różnorodność, albowiem każda poważniejsza firma rzuca na targ wyroby zróżniczkowane wprowadzając do szczegółów, służące jednak często do jednego i tego samego celu.

W ostatnich czasach ukazały się bardzo ciekawie skonstruowane maszyny do zmiekczenia nawierzchni maziowych i asfaltowych z pomocą płomienia. Okazało się mianowicie, iż niektóre typy tych jezdni są za gładkie (asfalt ubijany) dla nowoczesnego ruchu, który przedstawia na nich dużą dozę niebezpieczeństwa. Ponieważ w niektórych miastach powierzchnia tych jezdni przedstawia olbrzymie rozmiary (Berlin np. ma około 7 mil. m^2 asfaltu ubijanego), przeto zaszła konieczność uczynienia ich bardziej szorstkimi przez rozniekczenie powierzchni i włożenie w nie drobnego miazgu kamiennego, do czego użyto wspomnianych maszyn.

Dalekobieżny ruch samochodowy ma podówczas warunki rozwoju, gdy droga jest nie tylko dobrą, ale również dostępną bez względu na porę roku. W wielu krajach znacznym utrudnieniem w tym kierunku są zasypany śnieżne. Z tego powodu rozpoczęto zagranicą intensywną pracę nad konstrukcją odpowiednich pługów odśnieżnych, budowanych na rozmaitej zasadzie, od bardzo prymitywnych, służących do usuwania małych warstw puszystego śniegu do potężnych pługów odśrodkowych, które usuwają warstwy śniegu zbitego dochodzące do $1,5 \text{ m}$ grubości, o ciężarze do 400 kg/m^3 . Pod tym względem ogromne postępy poczyniły Włochy i Szwajcaria, które w partjach alpejskich mają do zwalczania wielkie zasypany śnieżne.

Wspominając w końcu o ogromnej ilości najrozmaitszych maszyn, używanych przez zarządy miejskie, do utrzymywania w czystości nawierzchni ulic sądzę, iż wyczerpałem w ogólnym zarysie ten dział urządzeń mechanicznych, związanych z drogą.

Z przedstawionego stanu sprawy widzimy, jak poważne miejsce zajmuje w nowoczesnym budownictwie drogowym maszyna, niedająca się często, z uwagi na techniczną dobroć wykonania zastąpić pracą ręczną. Polska stoi u wrót szerokiego inwestycyjnego programu drogowego.

wskutek czego będzie w najbliższym czasie poważnym klientem w tej mierze przemysłu maszynowego na bardzo długi jeszcze okres czasu. Niestety w kraju nie wyrabia się jeszcze wszystkie wspomniane typy maszyn drogowych, jakkolwiek nie wątpię, iż przemysłowi naszemu przy zabezpieczeniu mu odpowiednich zamówień, nie sprawi ta rzecz najmniejszych trudności. W przeświadczeniu tem upewnia mnie dotychczasowa produkcja, skromna wprawdzie ilościowo i nie obejmująca wszystkich działów, jednakże dostarczająca jakościowo urządzeń odpowiednich. Konstrukcyj celowych

możemy się przytem spodziewać tylko podówczas, gdy zjednoczy się tu praca inżyniera - mechanika z inżynierem budowy, który ułatwi zadanie pierwszemu, wskazując na momenty budowlane, które bezwzględnie muszą być zrozumiane i odczute, by konstrukcja mechaniczna odpowiedziała swojemu celowi.

Zadaniem mojem było zwrócenie uwagi na omawiane zagadnienie, by w najbliższej przyszłości uniknąć o ile możliwości posiłkowania się przemysłem zagranicznym oraz zapewnić pracę krajowym firmom i robotnikom.

Inż. STANISŁAW OCHĘDUSZKO

Nowa charakterystyka kotła.

W artykule niniejszym podejmujemy próbę skomponowania charakterystyki kotła¹⁾. Przez charakterystykę jakiegokolwiek urządzenia cieplnego rozumiemy zazwyczaj wykres, na którym uwidocznione są zarówno linje sprawności jako też wartości poszczególnych parametrów, które mają wpływ na obciążenie i sprawność tego urządzenia. Korzyść takiej charakterystyki polega zasadniczo na tem, że: 1. widoczny jest charakter wpływu poszczególnych czynników na sprawność danego urządzenia; 2. możliwe jest dobranie takich wartości zmiennych parametrów, aby osiągnąć zamierzony cel przy możliwie wysokiej sprawności.

Celem kotła jest produkowanie pary kosztem ciepła wywiązanej po spalaniu paliwa. Poniżej zajmujemy się kotłem, w którym spalanie węgla kamiennego odbywało się na ruszcie łańcuchowym. Przy opalaniu takiego kotła mogą ulegać zmianie: 1. szybkość posuwu rusztu, 2. grubość warstwy paliwa i 3. ciąg różnicowy. Dwa pierwsze czynniki decydują o obciążeniu kotła, ciąg zaś różnicowy, t. j. różnica ciśnienia statycznego spalin nad rusztem i za kotłem, jest poniekąd wskaźnikiem nadmiaru, w jakim powietrze dopływa do paleniska.

Charakterystyka kotła musi zatem zawierać linje: 1. stałego obciążenia rusztu G , 2. stałej grubości warstwy węgla H , 3. stałej szybkości rusztu w_r , 4. stałego ciągu różnicowego h , i 5. stałej sprawności termicznej kotła.

Aby dojść do charakterystyki kotła, należy uprzednio przeprowadzić żmudne i długo trwające pomiary sprawności termicznej kotła przy różnych obciążeniach rusztu, przyczem należy utrzymywać to samo obciążenie przy różnych prędkościach posuwu rusztu, dobierając odpowiednio grubość warstwy paliwa. Prócz tego należy zmieniać (skokami) ciąg różnicowy przy zachowaniu tego samego nastawienia rusztu. Stąd widać, że możliwych kombinacji pomiarowych jest bardzo wiele. — Jest zrozumiałe, że przed rozpoczęciem nowego punktu pomiarowego należy wyczekać na ustalenie się równowagi kotła. Widomym znakiem równowagi termicznej rusztu jest ustalenie się długości „ję-

zyka“ węgla oraz ustalenie się rozkładu grubości warstwy paliwa na ruszcie (przy pełnym pokryciu rusztu węglem).

Niżej przedstawiona charakterystyka dotyczy kotła Babcock-Wilcox, wchodzącego w skład kotłowni M. Z. E. — Lwów na Persenkówce, gdzie właśnie potrzebne pomiary zostały uskutecznione²⁾. Zestawienie wyników badań i obliczeń zamieszczono na końcu niniejszej pracy. Bliższe dane o kotle podane są pod ryc. 6.

W czasie badań używano do opalania kotła węgla kamiennego górnośląskiego o następujących własnościach: wartość opałowa: $W = 6200 \text{ kal/kg}$, sortyment: orzech II, pozorny ciężar właściwy: $\gamma = 790 \text{ kg/m}^3$.

Obciążenie rusztu łańcuchowego, t. j. ilość węgla doprowadzanego do kotła na godzinę, określa wzór:

$$G = \mu \cdot \gamma \cdot b \cdot H \cdot w_r \text{ kg/h.} \quad (1)$$

Tu oznaczają:

- μ współczynnik „wypływu“ węgla z kosza na ruszt,
- $\gamma = 790 \text{ kg/m}^3$ ciężar właściwy węgla,
- $b = 1,36 \text{ m}$ szerokość rusztu (podwójnego),
- $H \text{ m}$ pionowy odstęp dolnej krawędzi zasuwki węglowej od płaszczyzny nośnej rusztu; dla prostoty używamy nadal określenia „grubość warstwy węgla“,
- $w_r \text{ m/h}$ szybkość posuwu rusztu.

Dodatkowe pomiary wykazały, że wartość współczynnika „wypływu“ wynosiła średnio: $\mu = 0,806$. Ruszt mógł się poruszać z 4-ma różnymi szybkościami, których wartości mają się do siebie tak, jak 1:2:3:4. Szybkości te wyrażać będziemy na wykresach zapomocą cyfr rzymskich: I, II, III i IV. Najmniejsza szybkość (oznaczona I) równała się: $w_r = 2,686 \text{ m/h}$.

Z równania (1) wynika, że przy założeniu $w_r = \text{const.}$ istnieje prostoliniowa zależność między G i H , jak przedstawiono na ryc. 6.

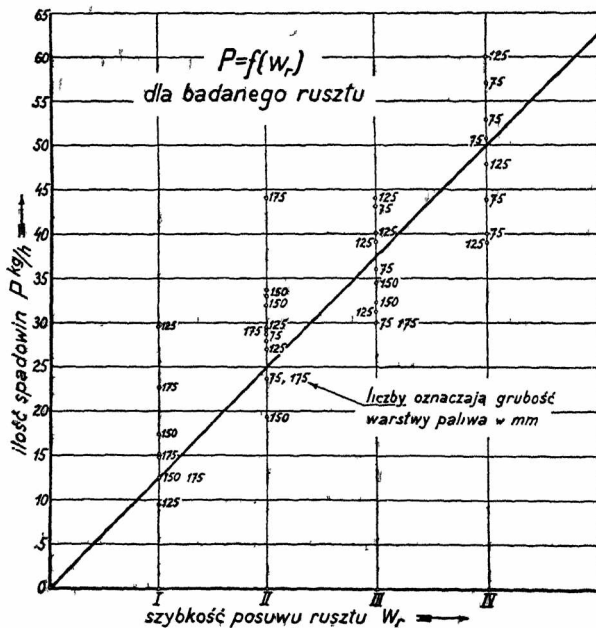
²⁾ Pomiary te podjęte zostały z inicjatywy P. Prof. Dr. Inż. R. Witkiewicza i stanowiły temat t. zw. Laboratorium Maszynowego III. Wykonawcami pomiaru byli: Pp. B. Lis, B. Krieger, G. Porębski i J. Schreiber. Protokoły pomiarowe tych badań stanowią podstawę niniejszej pracy.

¹⁾ Ogólny zarys tej charakterystyki był gotowy już w roku 1925.

Z ciepła wywiązanego w palenisku kotła tylko część zużywa się na produkcję pary. Ułamek, przez który należy pomnożyć obciążenie termiczne kotła, aby otrzymać ciepło użyteczne, nazywamy sprawnością termiczną kotła. Uzupełnienie tej wartości do jedności stanowią straty energii paliwa, spowodowane:

1. spadaniem stałych części palnych węgla pod ruszt (strata rusztowa S_r);
2. uchodzeniem poza obręb kotła gazów spalinowych, mających wyższą temperaturę od temperatury otoczenia (wyrażna strata kominowa S_w);
3. obecnością lotnych składników palnych w gazach spalinowych (utajona strata kominowa S_u);
4. obecnością stałych części palnych (sadza, lotny koks) w gazach spalinowych;
5. wymianą ciepła między ścianami gorącego obmurowania kotła a otoczeniem.

Podczas wspomnianych na wstępie badań nie zajmowano się bezpośrednio wyznaczeniem sprawności kotła; przedmiotem pomiarów było tylko ustalenie charakteru zmienności strat S_r , S_w i S_u w zależności od obciążenia rusztu i ciągu różnicowego. Jeśli się jednak uwzględni, że straty wyszczególnione pod 4. i 5. niewiele zmieniają swą wartość przy różnych obciążeniach, to suma strat $S = S_r + S_w + S_u$ jest do pewnego stopnia miarą sprawności badanego kotła.



Ryc. 1

Zależność ilości spadowin od szybkości posuwu rusztu oraz grubości warstwy paliwa.

Strata rusztowa S_r w badanym kotle zawiera dwie części, a mianowicie: 1. stratę w spadowinach S_p oraz 2. stratę w żużlu S_z . Pod rusztem kotła znajdowały się dwa leje; pierwszy obejmował tę część powierzchni rusztu, na której przy normalnym obciążeniu odbywa się osuszanie, podgrzewanie i odgazowanie paliwa ($\sim 2/3$ powierzchni rusztu), w drugim zaś leju umieszczonym pod końcową częścią rusztu

zbierał się przeważnie żużel t. j. popiół z wtopionym w nim koksem.

Energję straconą w spadowinach (opuszczających ruszt przez 1. lej) oblicza się według znanego wzoru:

$$S_p = 100 \cdot \frac{P}{G} \cdot \varphi \cdot \frac{W_p}{W} \% \quad (2)$$

gdzie poza znanymi symbolami oznaczają:

P kg/h godzinową ilość spadowin,
 φ ciężarowy udział części palnych w spadowinach.

W_p kal/kg wartość opałową części palnych spadowin.

Z rysunku 1. wynika, że ilość spadowin prawie linjowo rośnie ze zwiększeniem szybkości posuwu rusztu. Ruchy własne części składowych rusztu wywołane mniejszą lub większą jego szybkością mają decydujący wpływ na ilość spadowin, która między rusztowinami spada w dół. Wpływ grubości warstwy paliwa nie zaznacza się wyraźnie.

Stosunek φ niewiele zmieniał swą wartość i wynosił średnio: $\varphi = 0,725$. Wartość opałową W_p przyjęto równą średniej arytmetycznej:

$$W_p = \frac{W_1 + W_2}{2} = \frac{6200 + 8000}{2} = 7100, \text{ gdzie } W_2$$

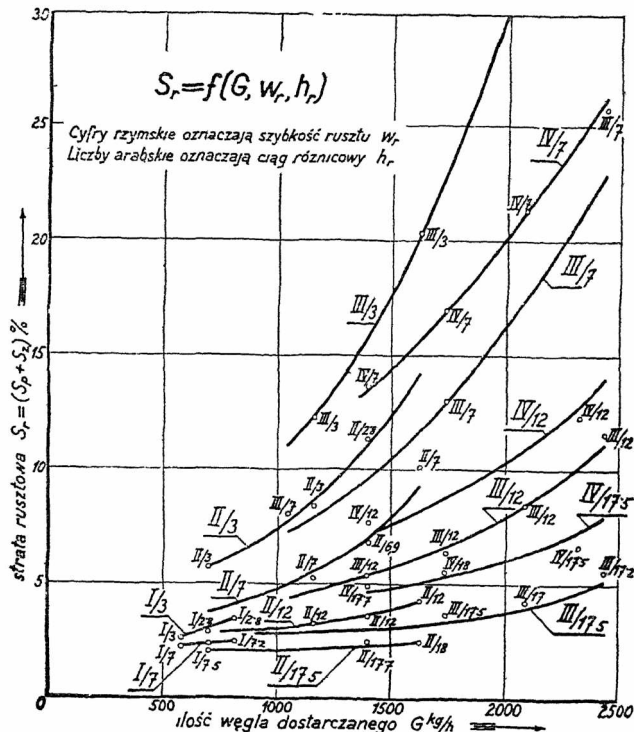
przedstawia wartość opałową koksu w żużlu.

Stratę w żużlu określa się również na podstawie równania (2), jednak symbole P , φ i W_p oznaczają wówczas ilość żużla, udział koksu w żużlu i wartość opałową części palnych w żużlu.

W przeciwieństwie do spadowin, ilość żużla jest funkcją nie tylko szybkości posuwu rusztu, ale również grubości warstwy paliwa i ciągu różnicowego. Dla tego samego ciągu h_r i tej samej grubości warstwy H ilość żużla jest tem większa, im większa jest szybkość rusztu w_r ; wzrost grubości warstwy powoduje przy tych samych w_r i h_r tem większą ilość żużla, im grubsza jest warstwa H . Im bowiem szybciej porusza się ruszt oraz im wyżej nastawiona jest zasuwa węglowa paleniska, tem bardziej wydłuży się „język” paliwa na ruszcie, przy zupełnym zaś zaścieleniu się rusztu węglem tem grubsza warstwa paliwa ustali się w danej odległości od zasuwy węglowej. Zmniejszenie ciągu różnicowego (a tem samym nadmiaru powietrza) przy tem samym obciążeniu rusztu połączone jest ze wzrostem ilości żużla, co stanie się zrozumiałe, jeżeli uprzytomnimy sobie, że szybkość spalania się węgla jest tem większa, im większy jest nadmiar tlenu.

To wszystko, co zauważono o ilości koksu przepadającego w żużlu, odnosi się również do zawartości części palnych w żużlu. Szybkość posuwu rusztu, grubość warstwy paliwa i ciąg różnicowy wpływają na wielkość stosunku φ w tym samym kierunku, co na ilość żużla, t. zn. wartość stosunku φ jest wprost proporcjonalna do w_r i H , natomiast odwrotnie proporcjonalna do h_r . W związku z tem wartość opałowa części palnych W_z żużla musiała się zmieniać. Ponieważ wartości tej nie badano, przyjęliśmy w rachunku: $W_z = 8000$ kal/kg.

Przytoczone powyżej okoliczności znajdują swój wyraz na wykresie 2. Każda krzywa na tym wykresie jest linią stałej szybkości posuwu rusztu i stałego ciągu różnicowego. Z wykresu tego wynika, że przy danym obciążeniu G strata rusztowa jest tem mniejsza, im mniejszą zastosujemy szybkość posuwu rusztu (czyli im większą obierzemy grubość warstwy węgla), tudzież im większy nastawimy ciąg.



Ryc. 2.

Strata rusztowa jako funkcja obciążenia rusztu, szybkości posuwu rusztu i ciągu różnicowego.

Skolei zajmiemy się stratą kominową S_k . Jak już wspomniano, strata ta jest sumą:

$$S_k = S_w + S_u.$$

Podkreślić tu należy, że kocioł badany nie posiadał osobnego własnego podgrzewacza wody i z tego powodu wyznaczono stratę kominową, jakaby istniała, gdyby podgrzewacz był wyłączony.

Do obliczenia wyraźnej straty kominowej używamy wzoru Hassensteina³⁾:

$$S_w = 0,65 \cdot \frac{t-t_0}{r_{co_2} + r_{co} + 0,33} \% \quad (3)$$

dającego dość przybliżone wartości w przypadku, gdy w spalinach występują produkty niezupełnego spalania.

Stratę utajoną t. j. stratę, jaką ponosi się spowodu występowania tlenu węgla w gazach spalinowych za kotłem, obliczamy na podstawie wzoru Hassensteina³⁾:

$$S_u = \frac{3046 \cdot r_{co}}{17 + 51 \cdot (r_{co_2} + r_{co})} \% \quad (4)$$

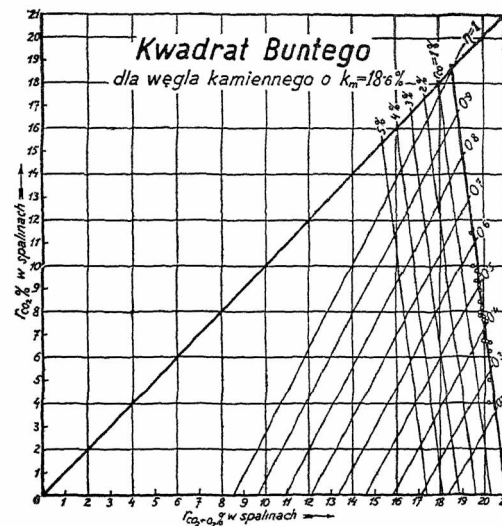
W obu ostatnich wzorach oznaczają:

³⁾ G. Herzberg: „Handbuch der Feuerungstechnik und des Dampfkesselbetriebes“, 1922, str. 128 i 128.

r_{co_2} i r_{co} procentowy objętościowy udział bezwodnika kwasu węglowego i tlenu węgla w spalinach suchych,

$(t-t_0)^0$ różnicę między temperaturą spalin za kotłem i temperaturą powietrza otaczającego.

Dokładne wyliczenie straty kominowej było niemożliwe, ponieważ nie wykonano elementarnej analizy spalonego węgla i ponieważ podczas omawianych badań analizę spalin ograniczono tylko do wyznaczania zawartości tlenu i dwutlenku węgla w spalinach. Obecność tlenu węgla stwierdzano przez użycie chlorku paladu.



Ryc. 3.

Kwadrat Buntego dla spalanego węgla.

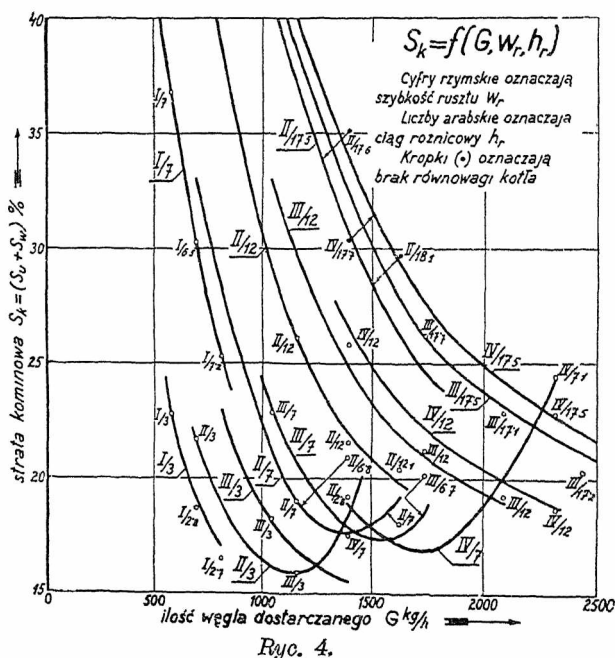
Udział objętościowy CO w gazach spalinowych oznaczano sposobem podanym przez autora niniejszej pracy⁴⁾, budując kwadrat Buntego. W kwadracie tym wykreślono gromady linii stałej zawartości CO, tudzież odwrotności nadmiaru powietrza $\eta = \frac{1}{\lambda}$.

Linje ciągłe na rysunku 4. wskazują, jak zmienia się wielkość straty kominowej z obciążeniem rusztu przy tej samej szybkości posuwu rusztu oraz przy tym samym ciągu różnicowym. Zwiększenie obciążenia G powoduje wprawdzie dość stromy spadek straty (zwłaszcza przy niskich wartościach ciągu h_r); przy pewnym G krzywa strat osiąga minimum, poczem wzrost obciążenia połączony jest ze wzrostem straty kominowej. Zjawisko to jest zupełnie zrozumiałe, gdyż zwiększenie obciążenia rusztu przy tym samym ciągu różnicowym jest jednoznaczne z obniżeniem nadmiaru powietrza; przy zbyt małym nadmiarze tlenu pojawiają się w gazach spalinowych produkty niezupełnego spalania, powodujące przyrost straty kominowej.

Nietrudno jest również wytłomaczyć, dlaczego wzrostowi ciągu różnicowego przy tem samym obciążeniu G i tej samej szybkości w_r towarzyszy zwiększenie straty kominowej, tu-

⁴⁾ St. Ochęduszek: „Kwadrat Buntego“, Czasopismo Techniczne, 1934.

dzień dlaczego wzrost szybkości w , (obniżenie warstwy paliwa) przy tych samych G i h , połączony jest ze zwiększeniem tejże straty. Powyższe zależności są bezwzględnie słuszne tylko wówczas, gdy rozpatrujemy gałęzie krzywych strat na lewo od minimum. Nie trzeba bowiem zapominać o tem, że zwiększenie grubości warstwy paliwa na ruszcie (obniżenie ciągu różnicowego) z jednej strony zapobiega tworzeniu się w tejże warstwie „dziur“, przez które przedostaje się powietrze tam, gdzie go najmniej potrzeba, z drugiej zaś strony powoduje gruntowniejsze przykrycie powierzchni rusztu węglem oraz równomierniejsze rozmieszczenie powietrza i lepsze wymieszanie się go z produktami odgazowania wzgl. zgazowania węgla.



Ryc. 4. Strata kominowa jako funkcja obciążenia rusztu, szybkości posuwu rusztu i ciągu różnicowego.

Należy zauważyć, że strata kominowa na ogół zachowuje się odwrotnie, aniżeli strata rusztowa; podczas gdy strata rusztowa rośnie ze zwiększeniem obciążenia, to w tych samych warunkach strata kominowa maleje.

Mniej więcej pełny charakter strat poznamy dopiero wówczas, gdy dodamy do siebie odnośne rzędne wykresów S_r i S_k (ryc. 2 i 4). W ten sposób dochodzimy do ryciny 5. Charakter linii stałej szybkości rusztu przy tym samym ciągu w zasadzie jest ten sam, co charakter tychże linii w układzie $S_k = f(G)$. Ze zwiększeniem obciążenia krzywe te opadają do pewnego minimum, poczem zaczyna się ich wzrost. Przebieg krzywych na ryc. 5. jest nieco łagodniejszy, aniżeli na ryc. 4. Już na rycinie 5. widać, że przy danym obciążeniu znacznie korzystniej jest stosować grubszą warstwę paliwa i mniejszą szybkość rusztu, aniżeli odwrotnie.

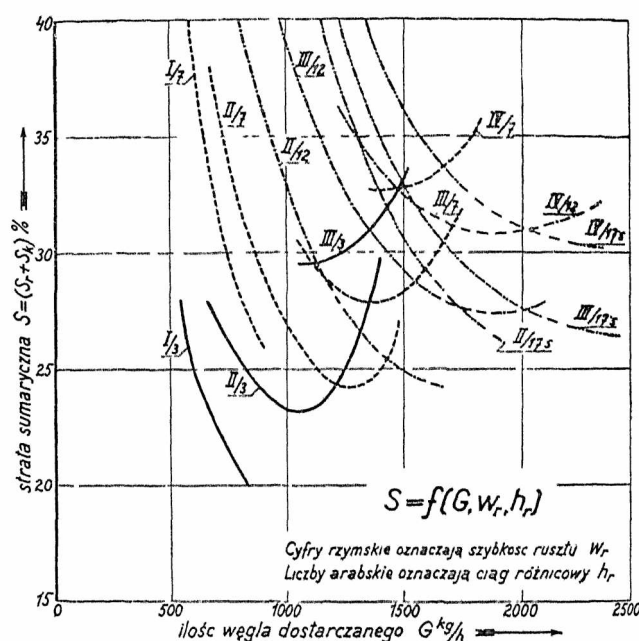
Ostatni wykres jest podstawą dla sporządzenia charakterystyki kotła. Postępujemy następująco:

1. W układzie $G-H$ wkreślamy proste stałej

szybkości rusztu na podstawie równania (1) (r. ryc. 6).

2. W tymże układzie kreślimy linie stałej straty S dla tego samego ciągu różnicowego h_r . Do tego dochodzi się w ten sposób, że na rysunku 5. szukamy wpierw punktów przecięcia się linii rozważanej straty S z krzywami należącymi do tego samego ciągu różnicowego. Dla punktów przecięcia (poszczególnych prędkości rusztu) odczytujemy wartości G , które łącznie z odnośnymi prostymi szybkości w , określają w układzie $G-H$ położenia punktów przynależnych do krzywej straty rozważanej.

W ten sposób otrzymujemy gromadę krzywych stałej (lecz coraz to innej) straty S dla pewnej wartości ciągu różnicowego h_r . Postę-



Ryc. 5.

Suma strat rusztowej i kominowej jako funkcja obciążenia rusztu, ciągu różnicowego i szybkości posuwu rusztu.

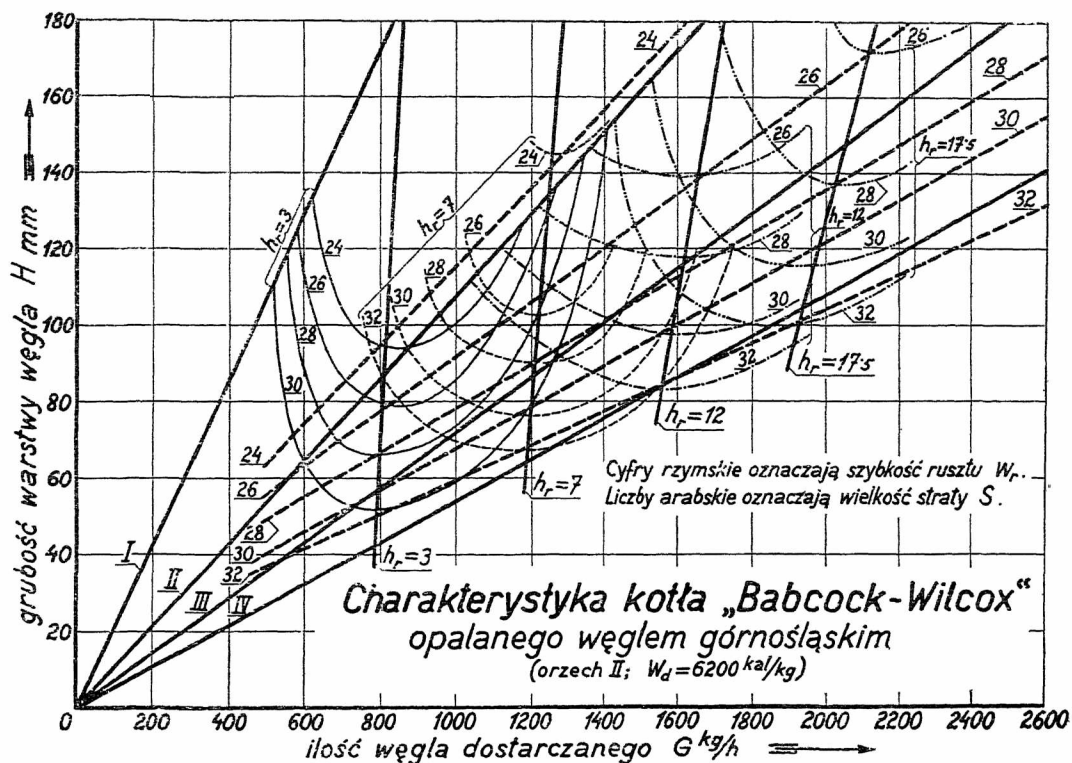
powanie to powtarzamy również dla pozostałych wielkości ciągu. Na rycinie 6. wkreślono dla ciągu $h_r = 3$ mm wd. zupełne krzywe stałej straty; dla innych wartości ciągu zaznaczone są tylko dolne partie tych krzywych.

Z ostatniego wykresu wynika, że stosując ciąg różnicowy $h_r = 3$ tudzież III szybkość rusztu narażamy kocioł na stratę $S = 30\%$ przy obciążeniu $G = 730$; zachowując tę samą szybkość rusztu i ten sam ciąg różnicowy widzimy, że ze wzrostem obciążenia sprawność termiczna kotła rośnie, osiągając maksimum przy $G \approx 1000$. Dalsze obciążenie kotła powoduje spadek sprawności, tak, że przy $G = 1250$ strata wynosi odwrotnie $S = 30\%$. Bliższe wgłębienie się w wykres wykazuje, że podniesienie ciągu różnicowego z $h_r = 3$ na $h_r = 7$ mm wd. wywołałoby przy $G = 1250$ i $w_r = III$ obniżenie straty do $S = 28\%$. Myliłby się jednak ten, kto by sądził, że dalsze podniesienie ciągu przyniesie dalszą podwyżkę sprawności kotła; już bowiem zastosowanie ciągu $h_r = 12$ powoduje wzrost straty do wartości $S = 32\%$.

Aby powyższy wykres uczynić bardziej uniwersalnym i uzyskać istotną charakterystykę, na podstawie której możnaby regulować ruch kotła, tak aby praca jego była najekonomiczniejsza, kombinujemy w następujący sposób. Linje stałej straty dla danego ciągu różnicowego mają kształt zbliżony do parabol o prawie pionowej osi. Jeśli połączymy ze sobą minima krzywych tej samej straty S dla różnych wartości ciągu, to okazuje się, że linja ta (na wykresie 6. gruba linja przerywana) jest prawie prosta. Linja ta jest zatem miejscem geometrycznym najniższych grubości warstwy paliwa, przy których strata S zachowuje rozpatrywaną wartość.

Rzut oka na charakterystykę poucza, że dla pewnego obciążenia rusztu bezwzględnie korzystniej jest stosować niższą szybkość rusztu, dobierając grubszą warstwę węgla. Najlepiej wykazać to można na przykładzie. Weźmy obciążenie $G=1600 \text{ kg/h}$. Na wykresie odczytujemy:

dla $w_r=IV$ wynoszą: $H=86 \text{ mm}$, $h_r=12,5 \text{ mm wd.}$,
 $S=32\%$,
 „ $w_r=III$ „ $H=115 \text{ mm}$, $h_r=11,7 \text{ mm wd.}$,
 $S=27,8\%$,
 „ $w_r=II$ „ $H=172 \text{ mm}$, $h_r=11,4 \text{ mm wd.}$,
 $S=24,2\%$.



Ryc. 6.

Dane o kole:

ciśnienie robocze	15 atn
powierzchnia rusztu	11 m ²
„ ogrzewana kotła	340 „
„ „ przegrzewacza	120 „
„ „ podgrzewacza wody	„
(wspólnego dla dwóch kotłów)	260 „

W podany sposób wykreślono na rycinie 6. pięć linii stałej straty S (od $S=24$ do $S=32\%$). Oczywiście, że posuwając się po tych liniach w kierunku rosnącego obciążenia przecinać będziemy linje przedstawiające coraz to większą wartość ciągu różnicowego. W przypadku idealnie przeprowadzonych pomiarów minima krzywych strat (względnie linii stałej sprawności termicznej) powinny leżeć na krzywych, odpowiadających wartościom ciągu, które podczas badań były nastawiane. Na przedstawionej charakterystyce wykreślono 4 linje stałego ciągu różnicowego (a to: $h_r=3, 7, 12$ i $17,5 \text{ mm wd.}$), jako pełne grube linje proste. Pośrednie wartości h_r i straty S można odczytać przez interpolację.

Na zakończenie podkreślić należy, że dla innego paliwa, tudzież odmiennego sortymentu tego samego paliwa zarówno linje stałej prędkości posuwu rusztu, jak też linje stałej sprawności i stałego ciągu różnicowego muszą ulec pewnym przesunięciom.

Streszczenie. Opierając się na wynikach przeprowadzonych badań przedstawiono na wykresach, w jaki sposób zmienia się strata rusztowa i strata kominowa w zależności od szybkości posuwu rusztu, grubości warstwy paliwa i ciągu różnicowego. Następnie podano tok postępowania przy komponowaniu charakterystyki kotła. Cechą tej charakterystyki jest, że dla dowolnego obciążenia rusztu można dobrać taką

grubość warstwy paliwa i taki ciąg różnicowy, aby sprawność kotła była jaknajwiększa. Z charakterystyki badanego kotła wynika, że ze

względem na ekonomję cieplną korzystniej jest stosować mniejsze szybkości rusztu oraz grubszą warstwę węgla, aniżeli odwrotnie.

Zestawienie wyników pomiarów i obliczeń.

Nr.	G	w_1/H	h_r	r_{co_2}	$r_{co_2}+r_{o_2}$	r_{co}	$(t-t_0)$	S_w	S_u	S_p	S_z	S	Uwaga
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
38	580	I/125	3,0	6,6	20,2		231	22,8		1,8	0,8	25,4	
35	696	I/150	2,8	7,9	19,9	0,15	227	17,6	1,1	1,5	1,3	22,1	
36	812	I/175	2,7	9,1	19,8		232	16,6		1,3	2,2	20,2	
25	696	II/75	3,0	7,5	20,2		250	21,7		2,9	2,7	27,3	
49	1160	II/125	3,0	11,5	19,3	0,4	263	14,0	2,0	1,8	6,7	24,7	
24	1392	II/150	2,8	13,5	17,6	2,4	258	10,3	8,8	1,5	10,2	29,7	
50	1044	III/75	3,0	10,0	19,5	0,4	264	16,0	2,2	2,9	9,4	29,5	
1	580	I/125	7,0	3,9	20,2	0,4	225	31,6	5,2	1,8	0,4	38,9	
3	696	I/150	6,5	5,0	20,2	0,2	239	28,1	2,2	1,5	0,6	32,5	
37	812	I/175	7,2	6,2	20,3		241	25,3		1,3	0,9	27,5	
2	1160	II/125	7,0	9,3	19,7	0,15	272	18,1	0,9	1,8	3,4	24,7	
4	1392	II/150	6,8	10,9	18,7	1,35	281	14,5	6,4	1,5	5,3	24,7	
7	1624	II/175	7,2	11,9	18,8	0,95	280	13,8	4,2	1,3	9,0	38,8	
41	1044	III/75	7,0	7,8	20,1		273	22,8		2,9	5,3	30,6	
5	1740	III/125	6,7	14,1	17,7	2,2	313	12,2	7,9	1,8	11,4	31,8	
40	1392	IV/75	7,0	11,4	19,4	0,25	300	16,3	1,2	2,9	11,0	32,6	
6	2320	IV/125	7,1	13,3	16,7	3,4	327	12,4	12,0	1,8	21,7	49,4	
26	1160	II/125	12,0	7,8	20,2		313	26,1		1,8	1,3	29,2	
43	1392	II/150	12,0	9,6	19,9		319	21,6		1,5	2,0	25,6	
33	1624	II/175	12,1	9,8	19,7		308	20,4		1,3	3,2	24,3	
42	1740	III/125	12,0	11,0	19,2	0,6	334	18,2	3,0	1,8	4,6	27,6	
44	2088	III/150	12,0	12,2	19,0	0,7	328	16,1	3,1	1,5	8,9	27,6	
46	1392	IV/75	12,0	7,3	19,9	0,15	315	24,7	1,1	2,9	4,9	33,6	
45	2320	IV/125	12,0	13,1	18,9	0,7	343	15,3	2,9	1,8	10,6	31,9	
27	1392	II/150	17,6	5,6	19,7	0,8	290	23,0	7,1	1,5	0,9	32,7	brak równ.
29	1624	II/175	18,1	6,6	20,0	0,25	305	27,6	2,1	1,3	1,2	28,6	" "
31	1740	III/125	17,7	8,2	20,0		330	26,2		1,8	1,8	29,6	
28	2088	III/150	17,1	10,2	19,4	0,5	341	20,1	2,6	1,5	2,8	27,2	
34	2436	III/175	17,2	11,3	19,4	0,3	347	18,9	1,4	1,3	4,4	26,5	
30	1392	IV/75	17,7	6,8	20,2		318	30,4		2,9	2,1	38,4	" "
32	2320	IV/125	17,5	12,2	18,7	1,1	374	17,3	4,9	1,8	4,9	30,3	

Uwaga: Liczby zawarte w 1. kolumnie przedstawiają oznaczenia protokołów pomiarowych. Kolumna 13 zawiera wynik sumowania rzędnych wykresu 2. i 4.

Inż. WŁADYSŁAW HACZEWSKI

Mechaniczna Stacja Doswiadczalna P. L. 1)

Charakterystyka wad i ocena stali węglowej na podstawie próby makroskopowej.

I. Wstęp.

Dokładna analiza obrazu, jaki daje wykonana odbitka Baumanna w zastosowaniu do badania stali węglistej odwalcowanej na pręciśkach różnych wymiarów, daje nie tylko możliwość wykrycia wad stali, lecz również może dać pewne wskazówki co do powodów ich powstawania. Próba ta pozwala na usunięcie w odpowiednim czasie wadliwego materiału z produkcji i na ewentualne wyeliminowanie częściowo złego materiału, jak również może być pomocną

w określeniu błędów popełnionych przy wyrobieniu stali i tem samym może ułatwić ich uniknięcie na przyszłość²⁾.

Łatwość przeprowadzenia jak też stosunkowo mały koszt takiej próby, powinny zwrócić uwagę tak producentów, jak i odbiorców stali na korzyści, jakie ta próba dać może. Poniżej omówimy najbardziej charakterystyczne i najczęściej zdarzające się odbitki Baumanna i przeprowadzimy dyskusję nad ich wyglądem, mając na celu

1) Referat zgłoszony na IX Zjazd Inżynierów Mechaników Polskich we Lwowie.

2) Sposób wykonania odbitki Baumanna podano w artykule Inż. K. Mogilnickiego p. t.: „Ocena stali przeznaczonych do tłoczenia na gorąco na podstawie próby makroskopowej Baumanna“. Publikacje M. S. D. 1935 r.

określenie powodów powstawania wykazanych przez odbitkę wad stali i ocenę badanego materiału ze względu na przyszłe zachowanie się w dalszej jego przeróbce. Badania, których wyniki są niżej zamieszczone wykonane były na pręciskach stali węglistej o analizie ok.: 0,40% C, —0,60% Mn, —0,35% Si, —0,025% P i 0,030% S. Pręciska te o wym. kw. 100 mm i kw. 150 mm zostały wywalcowane z wlewków 1 i 1,3 tonowych, odlanych z pieca zasadowego Siemens-Martina. Odbitki wykonane na przekrojach poprzecznych odwalcowanych pręcisk można podzielić według obrazu, jaki dają, na 4 typy, a mianowicie:

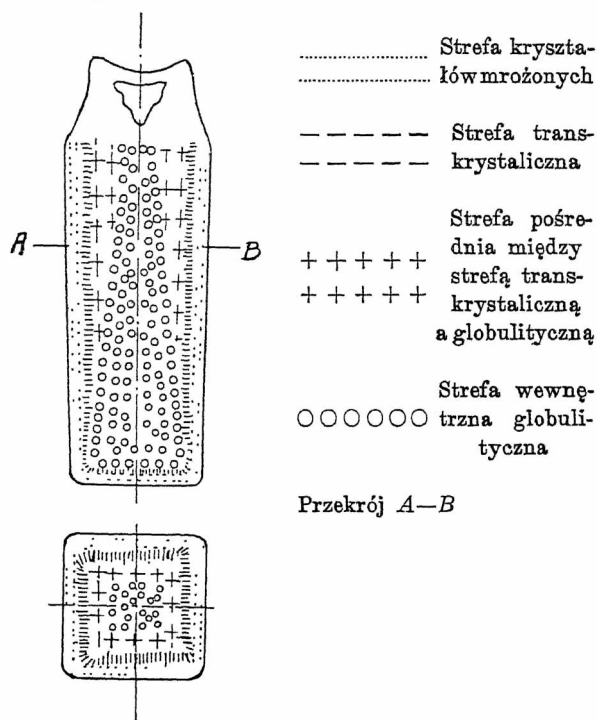
1. odbitki wskazujące na wadę materiału spowodowaną błędami prowadzenia wytopu,
2. odbitki wskazujące na nieodpowiednie przygotowanie wlewnicy,
3. odbitki wskazujące na miejscowe wady w materiale,
4. odbitki wskazujące na niedostateczne obciążenie pręcisk od strony głowy wlewka.

II. Wady spowodowane błędami prowadzenia wytopu.

W zamieszczonych zdjęciach Ryc. 2, 3, 4 i 5 przedstawione są kolejno: odbitka Baumanna czysta (z dobrego materiału) Ryc. 2, odbitka o słabo widocznym kwadracie³⁾ zanieczyszczeń, Ryc. 3, odbitka o wyraźnie widocznym kwadracie zanieczyszczeń Ryc. 4, i odbitka o wybitnych zanieczyszczeniach rozmieszczonych w kwadracie, Ryc. 5.

Okazujące się na odbitce „kwadraty zanieczyszczeń” Ryc. 3 i 4 stoją w ścisłym związku z przebiegiem krzepnięcia stali po odlaniu jej do wlewnicy. Materiał lany do wlewnicy zastyga w niej jak wiadomo w następujący sposób: Warstwy będące w bezpośrednim sąsiedztwie ze ścianami wlewnicy stygną najszybciej, tworząc t. zw. strefę kryształów mrożonych o charakterze globulitycznym. Od warstwy mrożonych kryształów w kierunku ku wnętrzu wlewka narastają równoległe z odpływem ciepła dendryty zorjentowane głównymi osiami krystalizacji prawie prostopadle do osi wlewka, wypychając w tym kierunku zawarte w materiale zanieczyszczenia niemetaliczne. Narastanie dendrytów trwa tem dłużej, im czas stygnięcia jest dłuższy, t. zn. im więcej czasu potrzeba na zestalenie całego materiału zlanego do wlewnicy, tem samem strefa narośniętych dendrytów t. zw. strefa transkrystalizacyjna jest grubsza przy dłuższym stygnięciu wlewka. Strefa narośniętych jednokierunkowo kryształów przechodzi następnie w strefę dendrytów różnokierunkowych, która tworzy warstwę przejściową pomiędzy strefą transkrystalizacyjną a wewnętrzną strefą globulityczną (Ryc. 1)⁴⁾. Ta ostatnia stygnie oddając ciepło przez strefę przejściową, strefę transkrystalizacyjną, strefę mrożonych kryształów i przez ścianki wlewnicy, na zewnątrz. Należy przypuszczać, że warstwa wewnętrzna

w kształcie ostrosłupa o podstawie u dołu wlewka Ryc. 1, ma mniej więcej w całej swej objętości wyrównaną temperaturę i zastyga w krótkim okresie czasu, tak, że dendryty wykrystalizowane nie mają wyraźnego kierunku odpływu ciepła i są zorjentowane rozmaicie, tworząc również warstwę globulityczną. Wypychane przez narastające dendryty strefy transkrystalizacyjnej zanieczyszczenia i bańki gazowe z chwilą zetknięcia się tej strefy ze strefą globulityczną środkową zostają umiejscowione na pograniczu tychże. — Grubość warstwy narośniętych jednokierunkowo kryształów zależy od temperatury, jaką posiada materiał w chwili lania do wlewnicy, a mianowicie, materiał gorący lany posiada warstwę grubszą, zimno lany warstwę cieńszą. Tem samem z wielkości kwadratu zanieczyszczeń, występującego na odbitce można zorjentować się co do temperatury lania.



Ryc. 1.

Schemat stygnięcia stali wlanej do wlewnicy. Przekrój: A—B.

Orientacja ta zasada się na porównaniu odbitek z dwóch wytopów o podobnej analizie, a wykonanych i odlanych w tych samych warunkach, pobranych z pręcisk w tej samej odległości od głowy wlewka. Na podstawie porównania wielkości kwadratów zanieczyszczeń można wywnioskować, który z tych wytopów był goręcej lub zimniej lany. W celu zbadania stali w miejscu, w którym odbitka Baumanna wykazała zaciemniony kwadrat (Ryc. 4), wykonano szlif na przekroju a—a na powierzchni równoległej do kierunku walcowania. Wyniki badań mikroskopowych tego miejsca pokazują Ryc. 6 i 7, z których pierwsza przedstawia strukturę i zanieczyszczenia w miejscu oznaczonym na Ryc. 4 przez „1” i druga w miejscu oznaczonym przez „2”. Pozatem zostały wykonane analizy chemiczne z wiórków zestruganych z płytki, z której wykonano odbitkę przedstawioną na Ryc. 4. Wiórka do analizy chemicznej Nr. 1

³⁾ Kwadratem zanieczyszczeń nazywamy ciemne pasma, okalające środek materiału, ułożone w formie zbliżonej do czworoboku.

⁴⁾ Ing Friedrich Badenheuer, Stahl und Eisen, — 1934 r., str. 1073.

pobrano z przekroju poprzecznego pręciska wzdłuż kwadratu zanieczyszczeń (na Ryc. 4 oznaczonego literami *A B C D*) t. j. z miejsc najbardziej zanieczyszczonych, natomiast wiórka do analizy. Nr. 2 pobrano wzdłuż czworoboku oznaczonego literami *E F G H* t. j. z miejsc mniej zanieczyszczonych. Wynik analizy na węgiel i siarkę wykazał różnicę w zawartości tych składników w miejscach likwacji i w miejscach czystych. Analiza Nr. 1 wykazała: 0,47% C i 0,056% S. Analiza Nr. 2 wykazała: 0,40% C i 0,027% S. Zanieczyszczona warstwa materiału w porównaniu z warstwami czystymi wykazała więc nieco większą zawartość węgla (o ok. 17%) i wybitne zwiększenie zawartości siarki (o ok. 100%). Struktura szlifu pobranego z badanej płytki wykazała w miejscu zanieczyszczonym wskazanym przez obraz odbitki (pkt. „1” — Ryc. 4) obecność zanieczyszczeń niemetalicznych przy dość znacznym wzroście ziarn (Ryc. 6), w porównaniu ze strukturą materiału czystego (pkt. „2” — Ryc. 4) pokazaną na Ryc. 7. Tak w jednym jak i w drugim wypadku struktury wskazują na przegrzanie materiału, spowodowane za wysoką temperaturą walcowania.

Wybitne zanieczyszczenie w formie większych plam występujących na odbitce wskazują na wady zasadnicze materiału, których najczęściej nie można usunąć przez odcięcie pewnej części pręciska. Ciemne plamy umiejscowione w strefie transkrystalizacyjnej Ryc. 5, 8 i 9 wskazują na istnienie w materiale zwalcowanych jednak niezgrzanych spowodu zanieczyszczonej powierzchni, pęcherzy gazowych. Oberhoffer⁵⁾ podaje, że ilość baniek gazowych umiejscowionych w blokach zależy od temperatury prowadzenia wytopu (gorący bieg pieca powoduje większą zdolność materiału do rozpuszczenia gazów) poza tym od składu chemicznego (większa zawartość węgla zmniejsza zdolność rozpuszczania gazów). Ponadto wielką rolę odgrywa tutaj t. zw. interwał krzepnięcia (Erstarrungsintervall), na zwiększenie którego wpływa dodatek fosforu, siarki i węgla a na zmniejszenie obecność manganu, krzemu, glinu i niklu. Im mniejszy jest ten interwał, tym mniej czasu pozostaje do wydalenia gazu z płynnego materiału we wlewkę i tym samym materiał będzie zawierał więcej baniek gazowych. W materiałach o mniejszej zawartości węgla przeważa czynnik czasu stygnięcia. Działanie manganu, krzemu i aluminium w kierunku zmniejszenia ilości baniek gazowych nie jest dokładnie wyjaśnione, działanie to może spowodować:

1. zwiększenie rozpuszczalności gazu w materiale,
2. przedłużenie procesu desoksydacji aż do chwili wydalania nowych połączeń tlenowych z kąpieli,
3. zmniejszenie zdolności reakcyjnej węgla z nowo utworzonymi tlenkami, pozostającymi w kąpieli.

Obecność więc baniek gazowych w zastygniętym wlewkę może być spowodowana nieodpowiednim sposobem przeprowadzenia wytopu, nie-

⁵⁾ Das Technische Eisen. — 1925.

odpowiednią temperaturą lania i niedostateczną ilością dodanych składników w postaci *Mn*, *Si* i *Al*.

Według A. Wimmera i O. Keila⁶⁾ bańki gazowe, występujące w blokach można podzielić na trzy rodzaje:

1. bańki w zupełności wypełnione materiałem zanieczyszczonym,
2. bańki częściowo wypełnione,
3. bańki próżne, ale otoczone materiałem silnie zanieczyszczonym.

W bezpośrednim sąsiedztwie baniek gazowych gromadzą się prawie z reguły zanieczyszczenia niemetaliczne w pokaźnej ilości.

Wymienieni wyżej autorowie twierdzą, że likwacje zanieczyszczeń wlewków stoją w ścisłym związku z obecnością baniek gazowych.

Badanie stali węglistej przy pomocy próby Baumanna pozwala wykryć istniejące w pręciskach, zwalcowane pęcherze gazowe. Plamy rozłożone na odbitce w miejscu odpowiadającym strefie transkrystalizacyjnej bloka, Ryc. 5 i 8 wskazują na to, że wydzielone w czasie krzepnięcia wlewkę bańki gazowe zostały uwięzione w tej strefie przez narastające kryształy. Najczęściej właśnie powierzchnia zanieczyszczona odbitki sprowadza się do miejsc odpowiadających strefie transkrystalizacyjnej bloka. Środkowa natomiast część odbitki, a więc miejsce odpowiadające strefie globulitycznej środkowej wlewkę i kraj odbitki (strefa kryształów mrożonych) pozostają czyste. Tłumaczyć to można tem, że skrajne warstwy zastygając szybko wepchnęły zanieczyszczenia i bańki gazowe do płynnego materiału, natomiast środkowa strefa, krzepnąc najpóźniej miała czas wydzielić powstałe bańki ku górze.

W najgorszych pod tym względem warunkach znajdowała się strefa transkrystalizacyjna, w której wydzielające się podczas krzepnięcia bańki gazowe zostały zamknięte między narastającymi dendrytami. Odbitki na Ryc. 5, 8 i 8a wskazują na wyżej opisane rozłożenie pęcherzy w przekroju poprzecznym i podłużnym pręciska. Na skrajnie wadliwy materiał wskazują odbitki, których cała powierzchnia pokryta jest ciemnymi plamami, Ryc. 9 i 9a.

Materiał, który posiada wady wskazane przez odbitki, Ryc. 8 i 9, jest materiałem nie nadającym się do użytku. Podobny rodzaj odbitek dają pręciska z wszystkich bloków danego wytopu na całej długości. Odbitki wykonane na przekroju podłużnym pręciska, Ryc. 8a i 9a uwidaczniają dokładnie rozłożenie się baniek gazowych w bloku, z którego odwalcowano pręcisko. Odpowiednio do odbitki wykonanej na przekroju poprzecznym, odbitka podłużna wskazuje czysty stosunkowo pas środkowy (strefa środkowo-globulityczna) z tem, że wyciągnięte przez walcowanie pęcherze umieściły się w strefie transkrystalizacyjnej. Ryc. 9 obrazuje odbitkę skrajnie wadliwego materiału, w którym bańki gazowe rozmieściły się w całej objętości pręciska.

W celu zbadania struktury materiału w obrębie umiejscowionych baniek gazowych, wykonano z płytki, z której pobrano próbę Baumanna,

⁶⁾ Stahl und Eisen 1925, str. 836.

przedstawioną na Ryc. 10, szlif przekroju *a—a*. Mikrostrukturę tego szlif przedstawia Ryc. 11 i 11 *a*. Widoczna jest wyraźna rysa spowodowana niezgrzanym pęcherzem gazowym (Ryc. 11). W sąsiednim miejscu uwidocznione jest pasmo odwęglone (Ryc. 11 *a*) z wielką zawartością zanieczyszczeń niemetalicznych. Można przypuścić, że zaznaczone wyżej dwa miejsca na mikrostrukturze mają pewną łączność z klasyfikacją baniek gazowych, podanych przez A. Wimmera. Mianowicie rysa pochodzi prawdopodobnie z pęcherza pustego, niezgrzanego, powodu zanieczyszczonej powierzchni, pasmo zaś odwęglone, bogato zanieczyszczone (Ryc. 11 *a*) może odpowiadać bańce, wypełnionej materiałem zanieczyszczonym wyciągniętej podłużnie przez walcowanie.

III. Wady spowodowane nieodpowiedniem przygotowaniem wlewnicy.

Odbitki, pokazane na Ryc. 12, 13 i 14 a charakteryzujące się tem, że małe pęcherzyki gazowe rozłożone są na skraju pręciska, a więc najczęściej w strefie kryształów mrożonych wlewnicy, wskazują na niedostateczne oczyszczenie i przygotowanie wewnętrznej powierzchni wlewnicy przed odlaniem materiału. Pęcherzyki te tworzą się w chwili zetknięcia się płynnego materiału ze źle oczyszczoną powierzchnią wlewnicy. Powierzchnia zewnętrzna wlewnicy jest zazwyczaj pokryta lakierem. Przy niedbałym wylakierowaniu wlewnicy mogą pozostać miejsca niepokryte lakierem i rdza, wchodząca w bezpośrednie zetknięcie z płynnym materiałem, wywołuje reakcję tlenową i zaburzenia. Powstałe wskutek tego bańki gazowe zostają uwięzione w szybko stygnącej warstwie kryształów mrożonych, wywołując następnie na odbitce uszeregowanie się ciemnych punktów wieńcem na skraju odbitki. Podobny obraz odbitki może dać również pręcisko pochodzące z wlewnicy lanego z góry. Krople płynnego materiału rozbryzgiwane przy laniu z góry, utleniając się na powierzchni, przymarzają do ścian wlewnicy, tworząc po podniesieniu się wlewanego materiału podobne wady. W tym wypadku jednak, banieczki przybrzeżne umiejscowione są zwyczajnie w dolnej części bloka (tam gdzie rozbryzgiwanie było najintensywniejsze). Strukturę materiału w obwodzie przybrzeżnych baniek gazowych obrazuje Ryc. 15. Szlif pobrany z płytki, z której wykonano odbitkę przedstawioną na Ryc. 14 w miejscu „*b—b*”. Uwidoczniona rysa wskazuje na zwalcowany pęcherz gazowy. W porównaniu ze strukturą pokazaną na Ryc. 6 i 7 uderza drobna wielkość ziarn, wskazująca na odpowiednią temperaturę walcowania.

Jeżeli wszystkie pręciska danego wytopu dają odbitki o zanieczyszczonych krajach przypuszczać należy, że wlewnice były źle przygotowane.

IV. Wady lokalne.

Ryc. 16, 16 *a*, 17 i 18 obrazują odbitki, w których zanieczyszczenia rozłożone są w sposób nie dający się wytłumaczyć przebiegiem krzepnięcia materiału wlewnicy. Wady takie jak wskazuje Ryc. 16 *a* ciągną się w głąb materiału, jednak po obcięciu pół metra pręciska wykonana odbitka

Baumanna, Ryc. 16 *b* pokazała, że w tem miejscu materiał już jest dobry. Wadę tę najprawdopodobniej wywołało wykruszenie się kanału syfonowego lub miejsca przymurowania nadstawki do wlewnicy. W wypadku, gdy więcej rygli, pochodzących z różnych wlewków danego wytopu wykazuje podobne wady należy przypuścić, że materiał używany na kanały syfonowe jest nieodpowiedni. Podobne również wady, jeżeli się znajdują w pręcisku od strony głowy wlewnicy, spowodowane są często niedostatecznym wysuszeniem miejsca przy murowaniu nadstawki do koki, wskutek tego przy zetknięciu się tego miejsca z płynnym materiałem powstają zaburzenia miejscowe, które powodują utworzenie się lokalnych zgrupowań baniek gazowych. W ostatnim wypadku obcięcie pewnej długości pręciska usuwa powyższą wadę.

V. Wady normalne, umiejscowione w okolicy jamy usadowej.

Do wad tych należą resztki jamy usadowej lub jej ślady, jak też i rzadzinny materiałowe, pozostawione w pręcisku przez nieodpowiednie obcięcie tegoż od strony głowy wlewnicy. Odbitki wykazujące powyższe wady przedstawione są na Ryc. 19—21. Na pierwszej z nich (Ryc. 19) uwidoczniona jest jama usadowa. Druga (Ryc. 21) przedstawia odbitkę, wskazującą na rzadzinny materiałową, charakteryzującą się paroma ciemnymi punktami rozmieszczonymi w środku odbitki. Rzadzinna taka najczęściej występuje w bloku w miejscu sąsiadującym z jamą usadową. Następnie Ryc. 20 i 20 *a* przedstawia odbitkę wykonaną na przekroju poprzecznym i podłużnym pręciska, które obrazuje pewną anormalność odlanego wlewnicy w postaci śladu jamy usadowej, wyciągniętego w głąb pręciska.

Wada ta ukazuje się czasami w pręciskach, pochodzących z jednego spodu⁷⁾, u którego lej wlewany po napełnieniu wlewnicy pękł tak, że część materiału wypłynęła, wciągając za sobą materiał z okolic jamy usadowej, a więc wybitnie zanieczyszczony, do wnętrza bloka. W powyższym wypadku wada ta znikła po odcięciu jednego metra pręciska od stony głowy wlewnicy.

Powyższe więc wady, charakteryzujące się obrazem pokazanym na odbitkach, Ryc. 19—20 znikają wraz z obcięciem pewnej długości pręciska od strony głowy wlewnicy. Przy pewnej wprawie można z wyglądu odbitki ocenić potrzebną długość odcięcia.

VI. Ocena przydatności materiału do dalszej przeróbki na podstawie wnioskowania z wyglądu odbitki o przyszłym zachowaniu się badanego materiału w dalszej przeróbce.

Po omówieniu kwestyj związanych z powstawaniem wad pokazanych przez odbitkę Baumanna, przy wyrobie materiału przechodzimy do określenia wpływu tych wad na zachowanie się materiału w dalszej jego przeróbce. Badania

⁷⁾ Przy laniu syfonowym, wlewnicy lane równocześnie określa się mianem jednego spodu, jako postawione na jednej płycie przy laniu.

zostały przeprowadzone na stali węglistej, walcowanej na pręciisku kw. 100 mm i 120 mm, przeznaczonej do wyłaczania skorup.

Zrozumiałą jest rzeczą, że własności wytrzymałościowe stali, w której umiejscowiły się bańki gazowe są gorsze w porównaniu z własnościami wytrzymałościowymi materiału czystego. Pogorszenie się tych własności występuje wybitnie w próbkach poprzecznych (pobranych poprzecznie do kierunku walcowania) natomiast próbki podłużne nie wykazują tego wyraźnie. Bańki gazowe zwalcowane a nie zgrzane powodując przerwy wewnątrz materiału, działają wybitnie ujemnie na wytrzymałość materiału w kierunku poprzecznym. Materiał taki nie nadaje się w zupełności do wyrobu elementów, narażonych na naprężenia skierowane poprzecznie do kierunku walcowania czy kucia. Również obrabialność termiczna takiego materiału pogarsza się z uwagi na to, że spowodowana przez wybitne skupienie zanieczyszczeń niemetalicznych niejednorodność chemiczna materiału nie pozwala na równomierne zahartowanie danego elementu, powodując powstawanie wewnętrznych naprężeń, które w skrajnych wypadkach mogą doprowadzić do pojawienia się rys hartowniczych.

Wyżej wymienione skutki istnienia w materiale wybitniejszych skupień niemetalicznych i pęcherzy gazowych są ogólnie znane, więc też szerzej omawiane tu nie będą. Występujące natomiast na elementach tłoczonych na gorąco, następnie obrabianych termicznie i mechanicznie, rysy i cienie łącząc się ściśle z wyglądem odbitki, wysuwają się na czoło zagadnień omawianych w niniejszym artykule.

Kwestja rys i związek ich z odbitką Baumanna została wyczerpująco omówiona w art. Inż. K. Mogilnickiego⁸⁾.

Co do cieni, to wady te zawdzięczają to określenie swej postaci, w jakiej występują na powierzchni skorupy. Ryc. 22 przedstawia pierścień wycięty ze skorupy, na której w miejscu wskazanym strzałką występuje t. zw. „cień“. Ryc. 23 umieszczona bezpośrednio pod nią przedstawia zdjęcie tego samego miejsca, lecz nieco inaczej oświetlone. Na drugim zdjęciu cień jest zupełnie niewidoczny. Jest to więc wada, która jest widoczna na obtoczonej skorupie, jedynie pod pewnym oświetleniem. Powstaje ona podczas obróbki mechanicznej ulepszonej termicznie skorupy, w ten sposób, że nóż tokarski napotykając na warstwę miększą aniżeli normalnie, drga w tym miejscu powodując pewne zadzieranie powierzchni.

Cień więc różni się zasadniczo od rysy, tem, że nie jest spowodowany przerwą w materiale lecz istnieniem w niem pewnej warstwy materiału miękkiego (odwęglonego). Odbitka Baumanna wykonana na obwodzie pierścienia wyciętego ze skorupy pokazana jest na Ryc. 24, wykazuje wyraźnie w miejscu, gdzie na skorupie występuje cień, zaciemnione miejsce tej samej długości. Jest to zupełnie jasnym, gdyż miejsce to jak wskazuje Ryc. 25 (mikrostruktura szlifu, pobranego pierścienia w miejscu, gdzie się cień

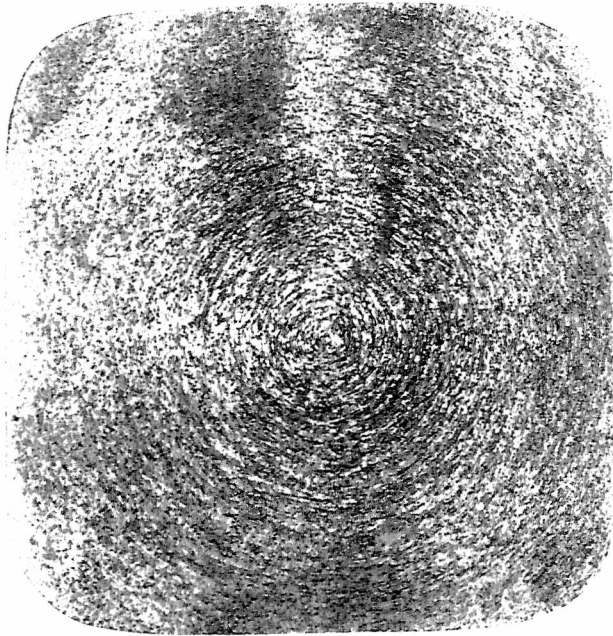
zaznacza) jest wybitnie zanieczyszczone siarczkami rozmieszczonymi gęsto w paśmie odwęglonem. Skorupa wykazująca na swej powierzchni wielką ilość cieni, które nie znikają przy stopniowym podtaczaniu materiału (toczenie schodkowe) pochodzi napewno z rygla, którego odbitka na przekroju poprzecznym wykazała szereg ciemnych punktów. Punkty te nie są niczem innym, jak przekrojem wyciągniętych w kierunku walcowania smug, bogato zanieczyszczonych siarczkami. Materiał taki jest bezsprzecznie wadliwy. Obecność jednak na skorupie jednego czy dwóch cieni z tem, że odbitki poprzeczne Baumanna z rygli, z których dane skorupy zostały wykonane są czyste nie powinna nasuwać obaw. Miejsca bowiem zanieczyszczone, jeżeli występują sporadycznie nie są dla tego rodzaju materiału szkodliwe. Inaczej ma się rzecz zupełnie z rysami, występującymi na powierzchni skorup, te ostatnie są bowiem oznaką przerw w materiale, osłabiającą wybitnie jego odporność na rozzerwanie w kierunku poprzecznym. Badanie rygli próbą Baumanna na poprzecznych przekrojach daje możność ustalenia zgóry, czy skorupy wykonane z tego materiału będą posiadały cienie wzgl. rysy, czy też nie. Jak wyżej powiedziano, odbitka taka nie wskazuje na materiał w zasadzie wadliwy, jedynie na wady zewnętrzne w ryglu, spowodowane najprawdopodobniej błędami przygotowania wlewnicy. Małe pęcherzyki, umiejscowione na samym kraju rygla powinny być w zasadzie wytoczone w obróbce mechanicznej. Zdarza się jednak często, że skorupa zostaje wytoczona ekscentrycznie, t. zn. że grubość jej ścianki nie jest w każdym miejscu równa czyli, że przy obróbce mechanicznej w jednym miejscu obwodu dla wyrównania ekscentryczności zostaje stoczona większa (grubsza) warstwa, a w drugim cieńsza. I tam właśnie mogą się ukazać cienie, pokazane na Ryc. 22. Orjentując się jednak wg. odbitki Baumanna Ryc. 12 stwierdzić można z wielkim prawdopodobieństwem, że cienie te nie idą w głąb, i w zasadzie materiał jest dobry, a w tym miejscu skorupy zostały one uwidocznione z powodu wspomnianej wyżej ekscentryczności tłoczenia.

Zdarza się niekiedy, że występujący na powierzchni skorupy cień nie znajduje swego odpowiednika w odbitce Baumanna, t. zn. wykonana na pobocznicę takiej skorupy odbitka w miejscu, gdzie powinna wykazać ciemną smugę (analogicznie do Ryc. 24) takowej nie wykazuje. — Fakt ten jednak nie może być podstawą do stwierdzenia, że wady materiałowe, powodujące cienie nie zostają wykryte przez odbitkę Baumanna, a to z powodów następujących. Cień, jako wada powierzchni spowodowana pewnym pasmem odwęglonem w materiale może być równie śladem rysy zewnętrznej materiału (zwalcowanie). Wówczas odbitka Baumanna w rzeczywistości nie wykazuje żadnych śladów zanieczyszczeń, gdyż takowych w tem paśmie odwęglonem niema. Powstało ono jedynie przez utlenienie materiału wzdłuż rysy zewnętrznej. Drugim wypadkiem, w którym odbitka Baumanna również nie wykazuje cieni jest możliwość nienatrafienia przy staczaniu na smugę zanieczyszczoną, która zostaje albo stoczona

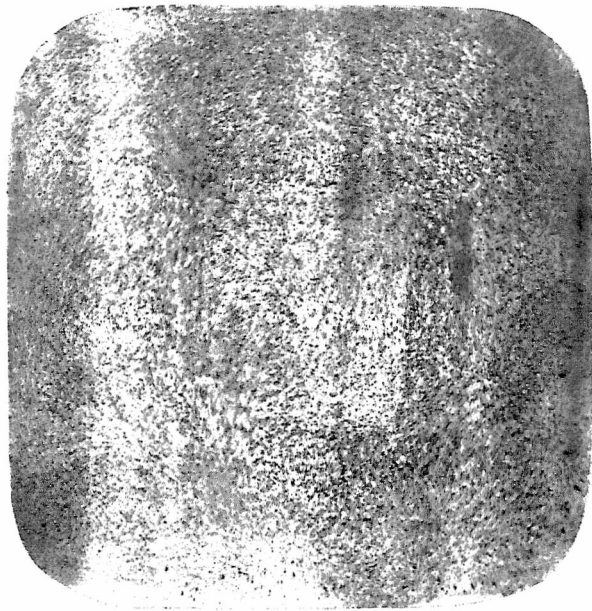
⁸⁾ Publikacje M. S. D. 1935 r.

TABLICA VI.

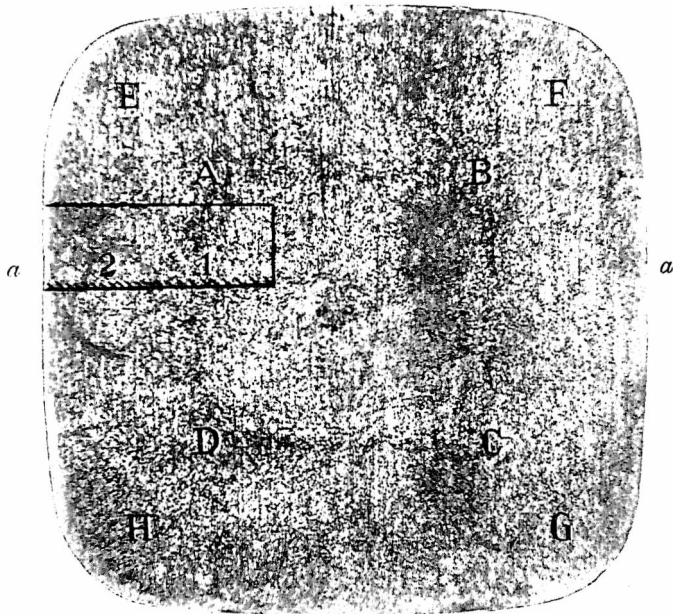
Zdjęcia makro- i mikroskopowe do art. Inż. W. Haczewskiego p. t. „Charakterystyka wad i ocena stali węglowej“.



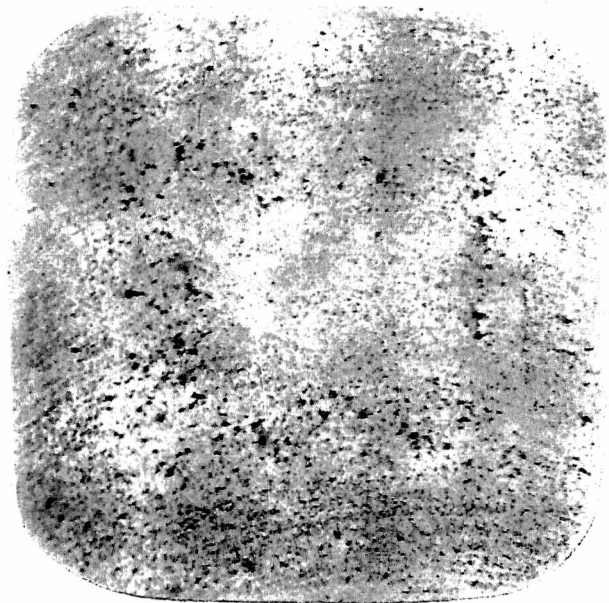
Baumann. Ryc. 2.
Przekrój poprzeczny wykazuje równomierne rozłożenie zanieczyszczeń.



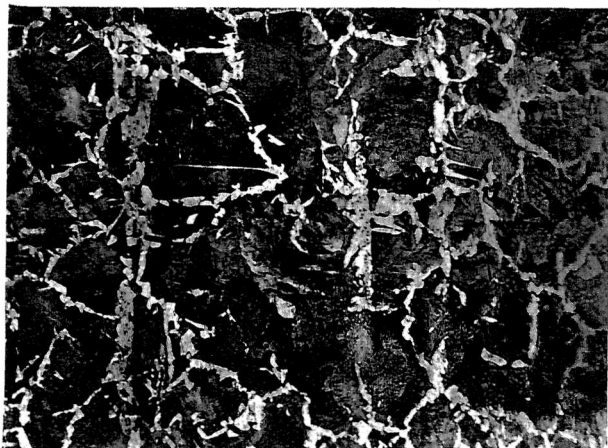
Baumann. Ryc. 3.
Przekrój poprzeczny wykazuje słabe skupienie zanieczyszczeń (kwadrat zanieczyszczeń).



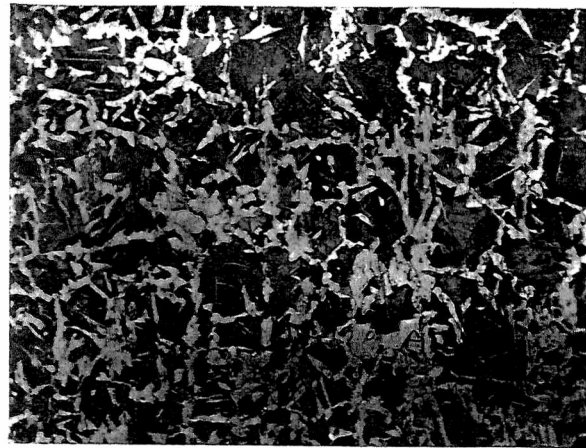
Baumann. Ryc. 4.
Przekrój poprzeczny wykazuje znaczne skupienia zanieczyszczeń (kwadrat zanieczyszczeń).



Baumann. Ryc. 5.
Przekrój poprzeczny wykazuje znaczne skupienie zanieczyszczeń i pęcherzy gazowych.



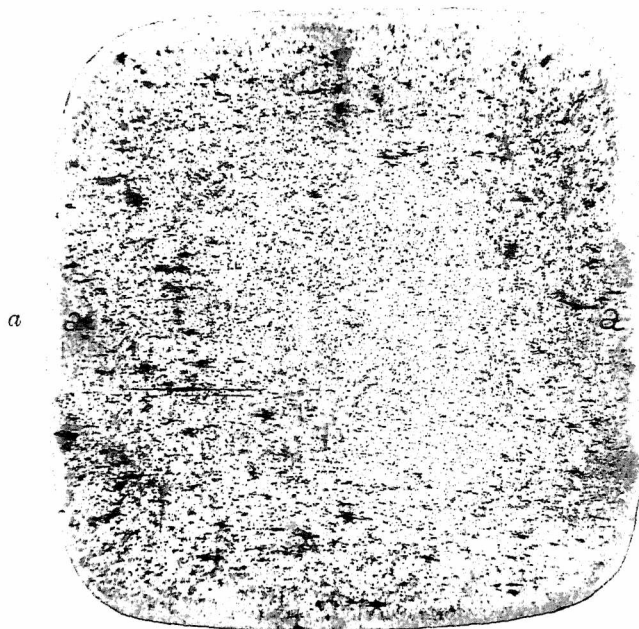
kw. azot. Ryc. 6. pow. = 100.
Przekrój podłużny wykazuje strukturę materiału oraz zanieczyszczenia w miejscu „1“ na Ryc. 4.



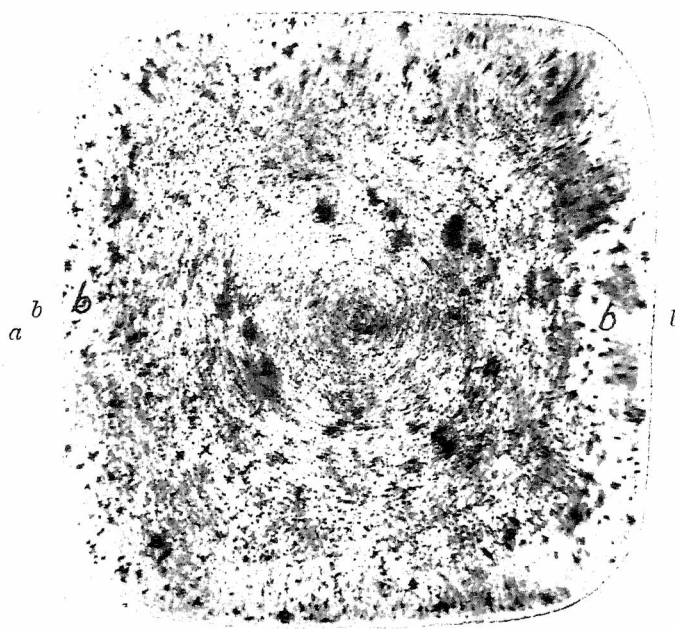
kw. azot. Ryc. 7. pow. = 100.
Przekrój podłużny wykazuje strukturę materiału oraz zanieczyszczenia w miejscu „2“ na ryc. 4.

TABLICA VII.

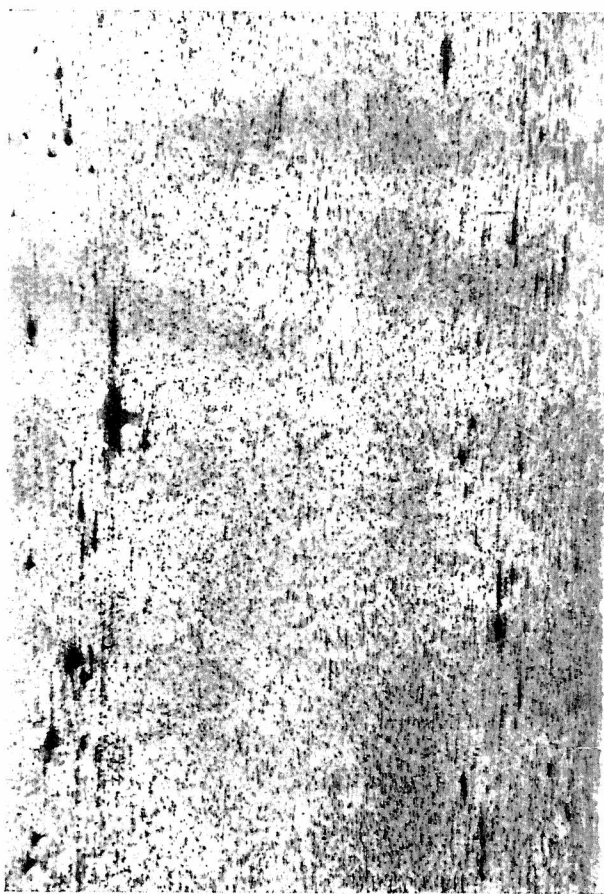
Zdjęcia makro- i mikroskopowe do art. Inż. W. Haczewskiego p. t. „Charakterystyka wad i ocena stali węglowej“.



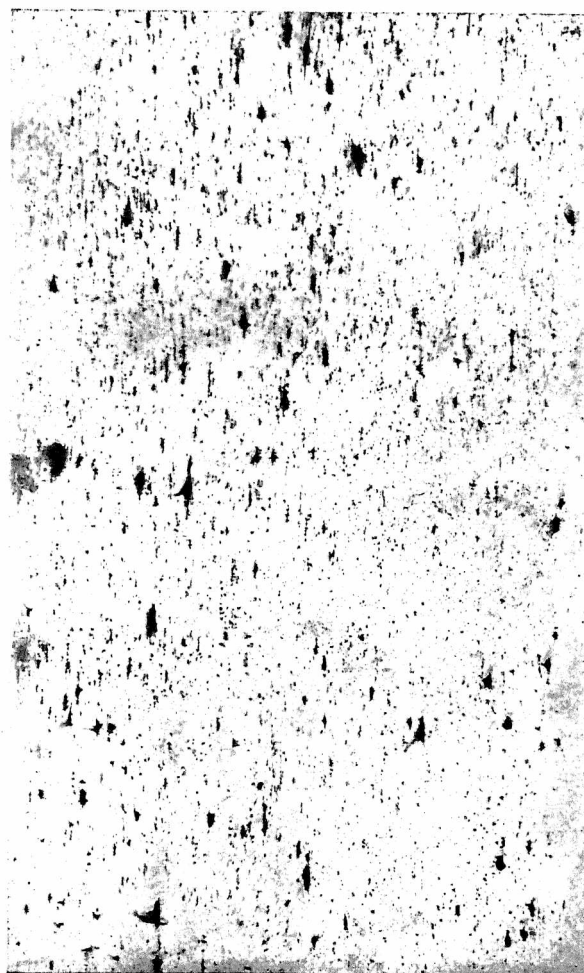
Baumann. Ryc. 8.
Przekrój poprzeczny wykazuje pęcherze gazowe rozmieszczone w pasie obwodowym.



Baumann. Ryc. 9.
Przekrój poprzeczny wykazuje pęcherze gazowe rozmieszczone w całej objętości rygla.



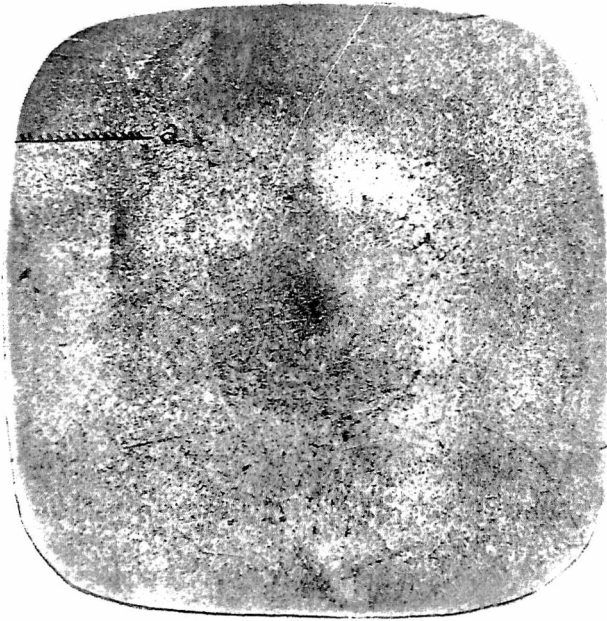
Baumann. Ryc. 8 a.
Przekrój podłużny wykonany w miejscu „a—a” Ryc. 8.



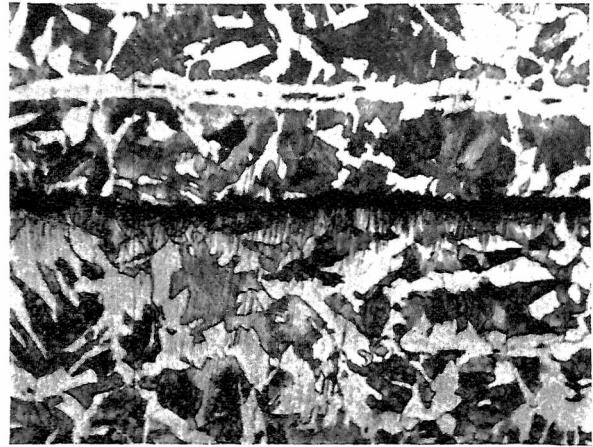
Baumann. Ryc. 9 a.
Przekrój podłużny wykonany w miejscu „b—b” na Ryc. 9.

TABLICA VIII.

Zdjęcia makro- i mikroskopowe do art. Inż. W. Haczewskiego p. t. „Charakterystyka wad i ocena stali węglowej“.



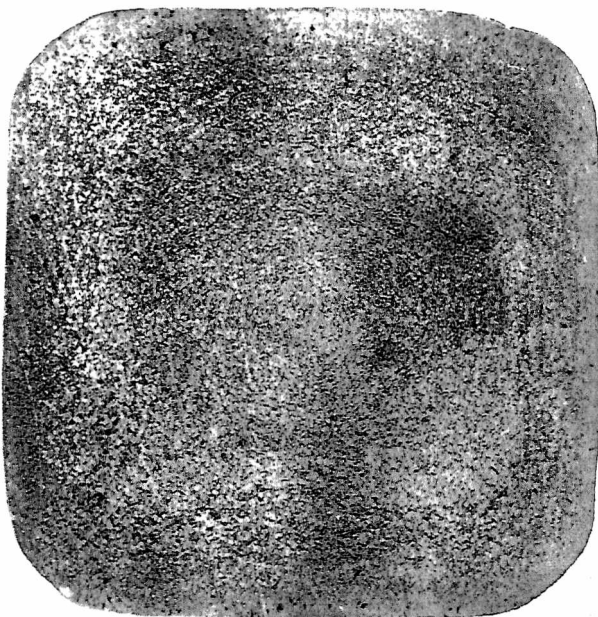
Baumann. Ryc. 10.
Przekrój poprzeczny wykazuje bańki gazowe ułożone w kwadracie środkowym.



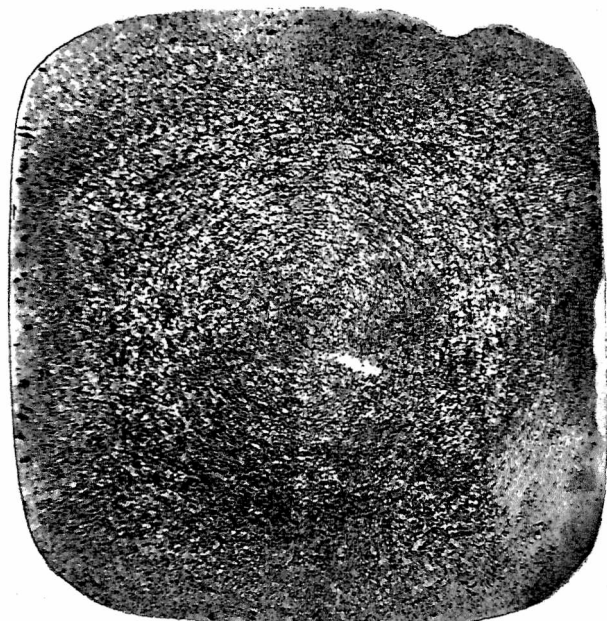
kw. azot. Ryc. 11. pow. = 100.
Przekrój podłużny wykazuje strukturę materiału oraz zawalcowaną pustą bańkę gazową w formie ciemnej rysy.



kw. azot. Ryc. 11 a. pow. = 100.
Przekrój podłużny wykazuje strukturę materiału. W miejscu zawalcowanej bańki gazowej, wypełnionej znacznymi zanieczyszczeniami.



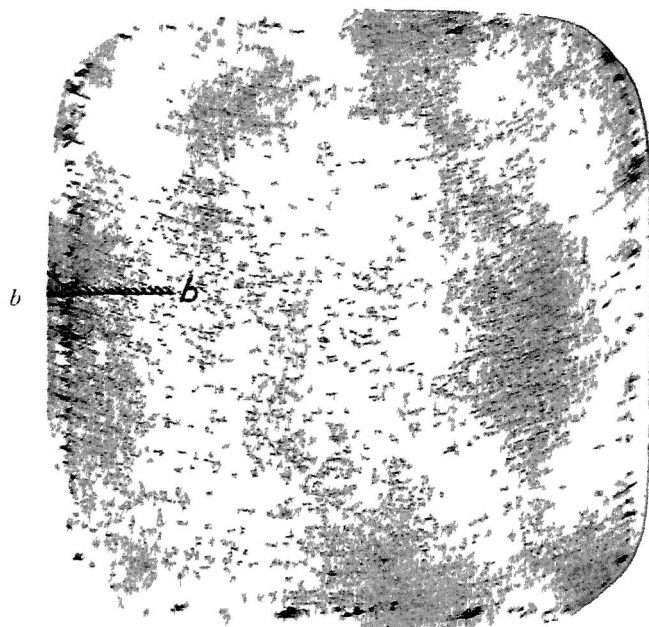
Baumann. Ryc. 12.
Przekrój poprzeczny wykazuje bańki gazowe przybrzeżne.



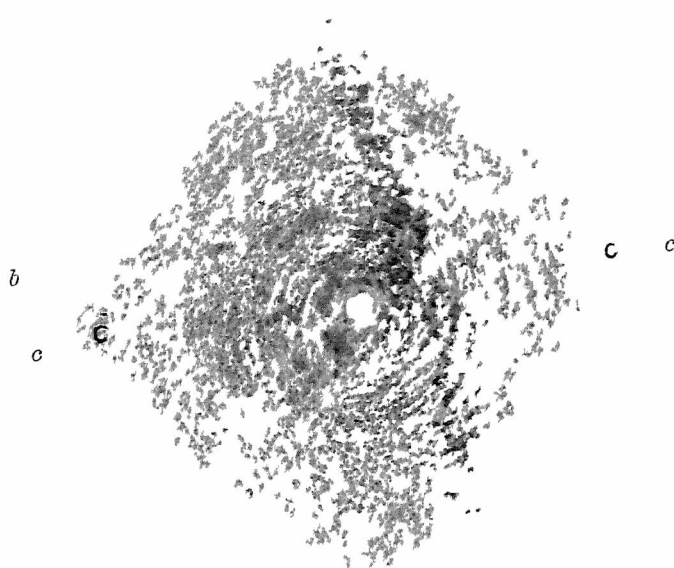
Baumann. Ryc. 13.
Przekrój poprzeczny wykazuje znaczne bańki gazowe przybrzeżne.

TABLICA IX.

Zdjęcia makro- i mikroskopowe do art. Inz W Haczewskiego p t Charakterystyka wad i ocena stali węglowej“.



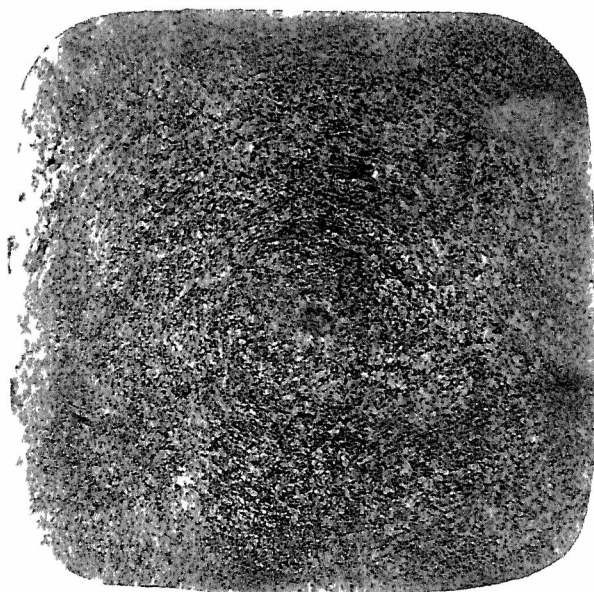
Baumann Ryc 14
Przekroj poprzeczny wykazuje banki gazowe przybrzezne



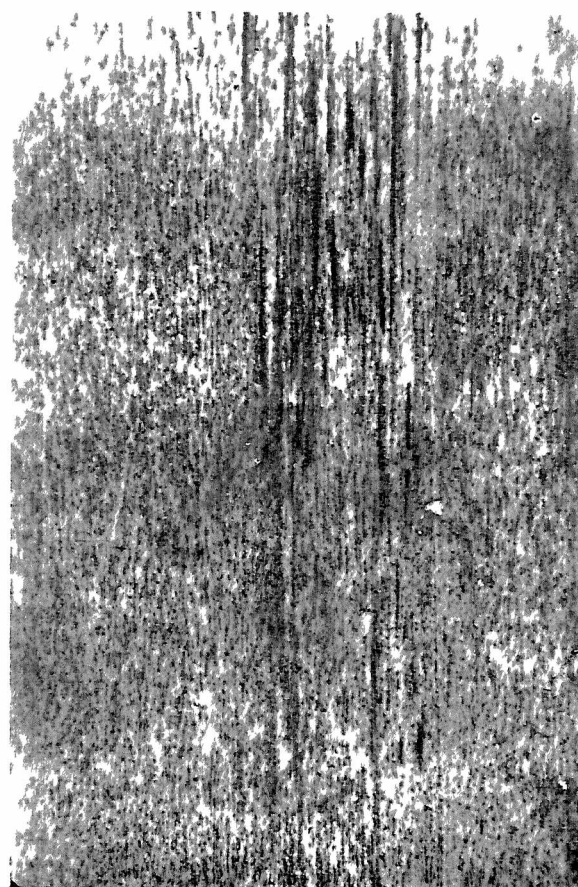
Baumann Ryc 16
Przekroj poprzeczny wykazuje wady lokalne



lw azot Ryc 15 pow. = 100
Przekroj podłużny wykazuje strukturę w miejscu zanie-
czyszczonem bankami, Ryc 14 „b—b



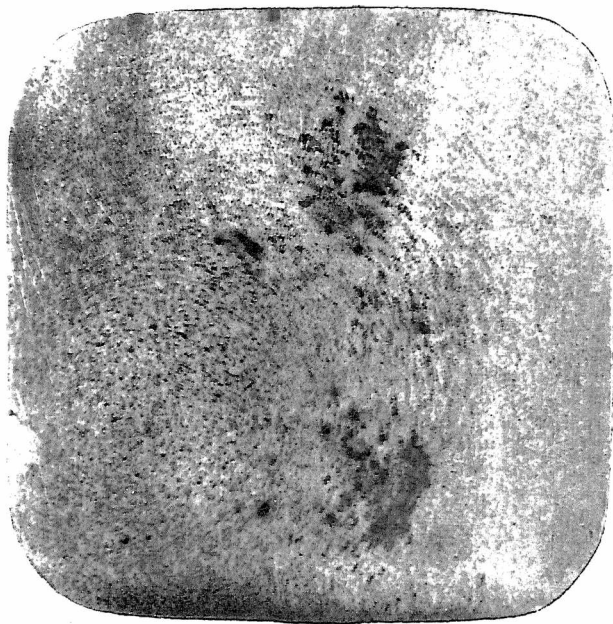
Baumann Ryc 16 b
Przekroj poprzeczny po ucięciu $\frac{1}{2}$ metra pręciska od
miejsca wskazanego na Ryc 16.



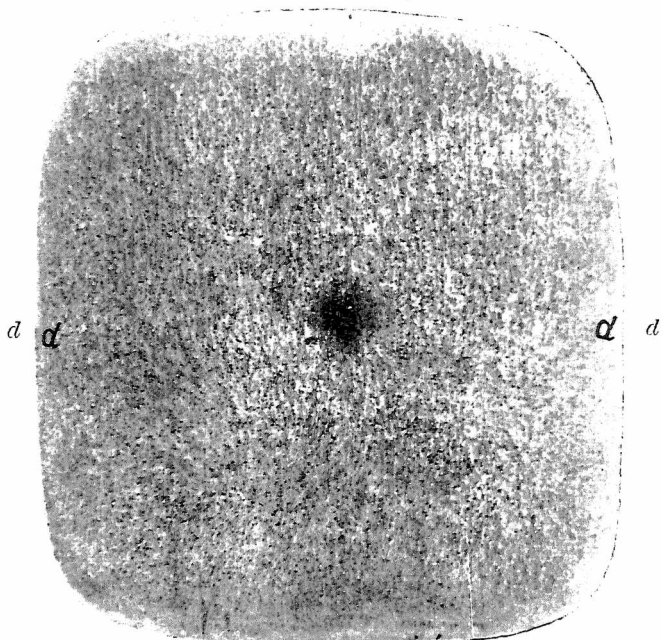
Baumann Ryc 16 a.
Przekroj podłużny wykonany w miejscu „c—c“

TABLICA X.

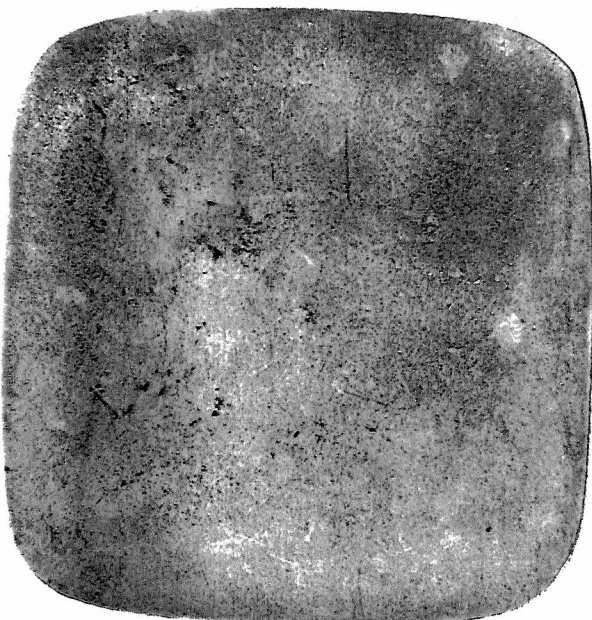
Zdjęcia makro- i mikroskopowe do art. Inż. W. Haczewskiego p. t. „Charakterystyka wad i ocena stali węglowej“.



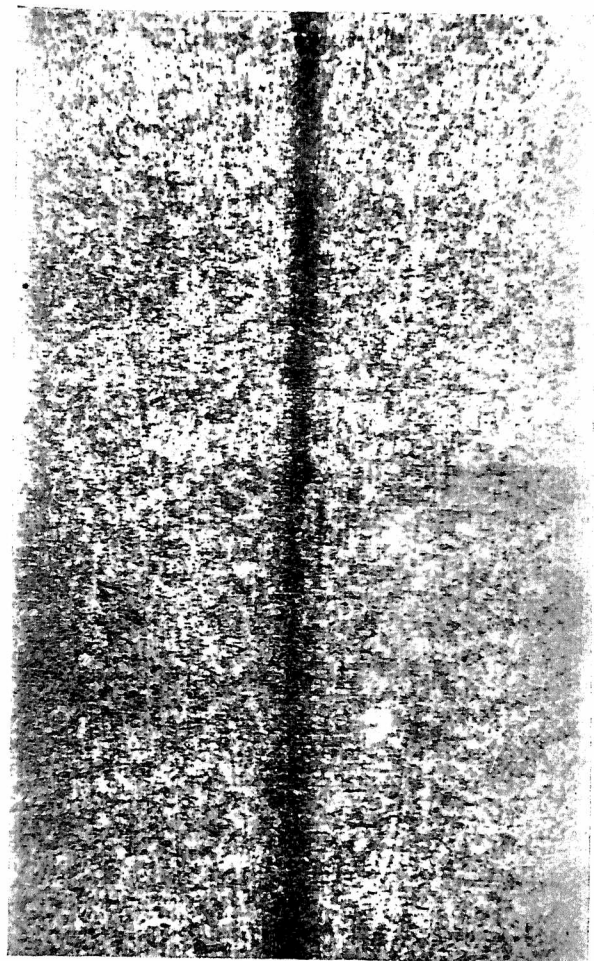
Baumann. Ryc. 17.
Przekrój poprzeczny wykazuje wady lokalne.



Baumann. Ryc. 20.
Przekrój poprzeczny wykazuje ślady jamy usadowej.



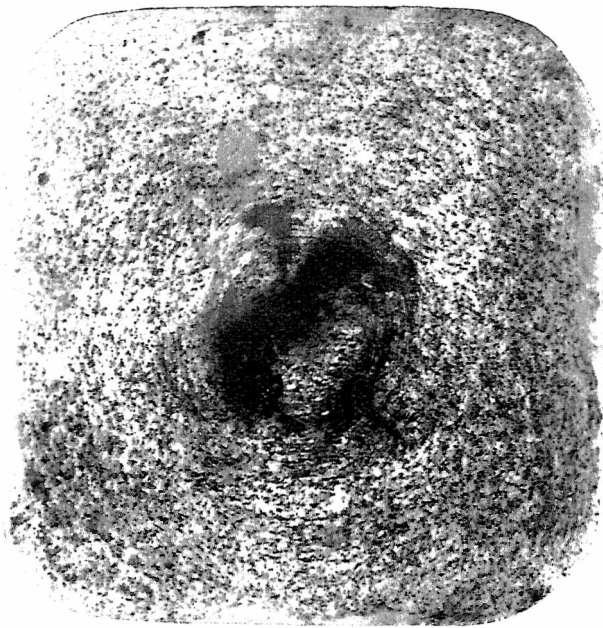
Baumann. Ryc. 18.
Przekrój poprzeczny wykazuje wady lokalne.



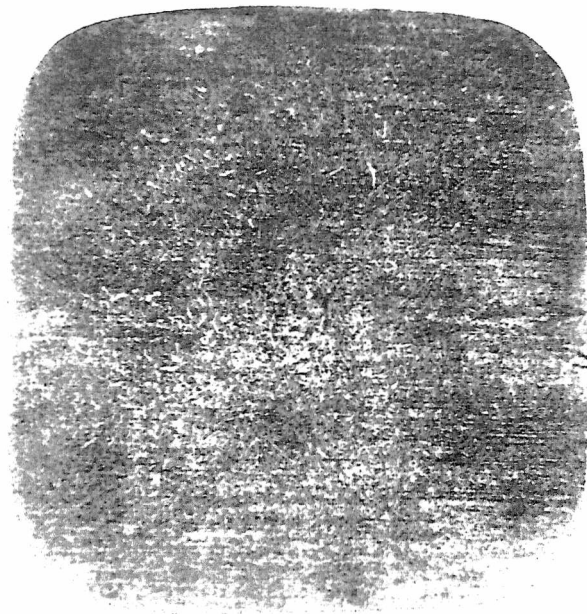
Baumann. Ryc. 20 a.
Przekrój podłużny wykonany w miejscu d—d, Ryc. 20.

TABLICA XI.

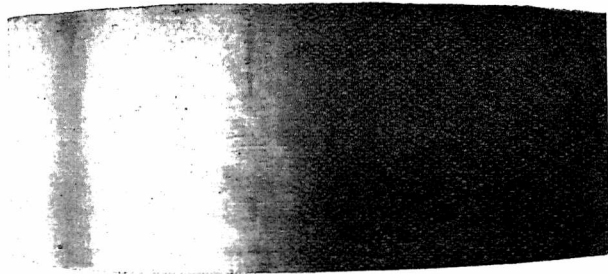
Zdjęcia makro- i mikroskopowe do art. Inż. W. Haczewskiego p. t. „Charakterystyka wad i ocena stali węglowej“.



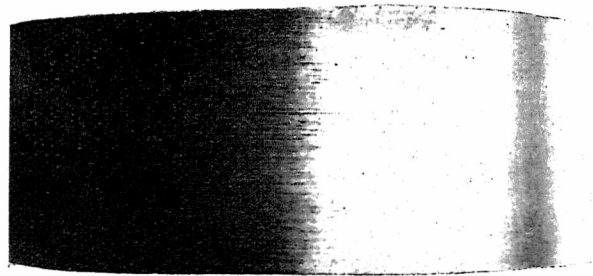
Baumann. Ryc. 19.
Przekrój poprzeczny wykazuje jamę usadową.



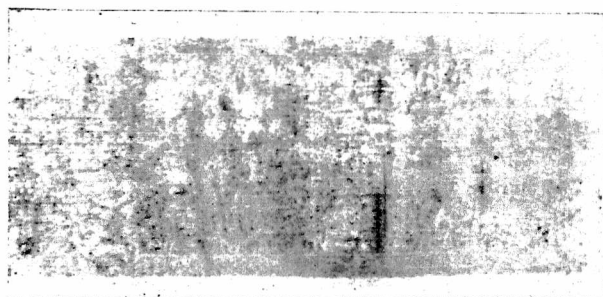
Baumann. Ryc. 21.
Przekrój poprzeczny wykazuje ciemne punkty zgrupowane w środku jako rzadziwą materiałową.



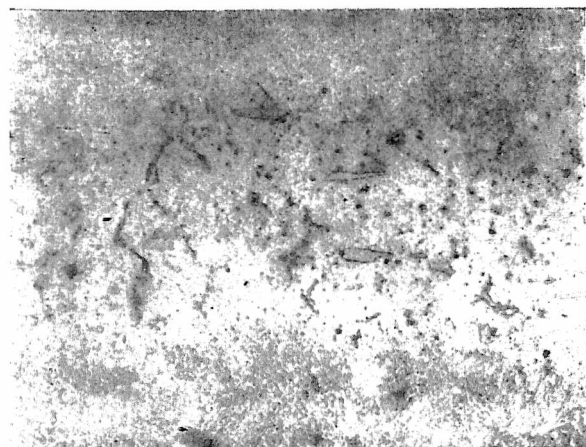
Ryc. 22. Wielk. natur.
Fotografja obtoczonego pierścienia wykazuje tylko pod pewnem nachyleniem cień jako ciemny ślad na zdjęciu.



Ryc. 23. Wielk. natur.
Fot. jak Ryc. 22 nie wykazuje cienia, ze względu na inne nachylenie pierścienia.



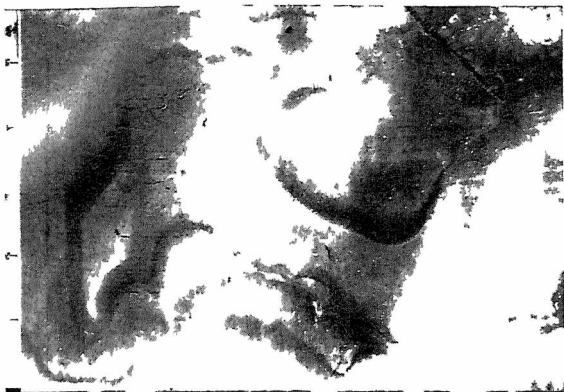
Baumann. Ryc. 24.
Odbliska na powierzchni pierścienia jak Ryc. 22 i 23 wykazuje w miejscu cienia zanieczyszczenia siarką.



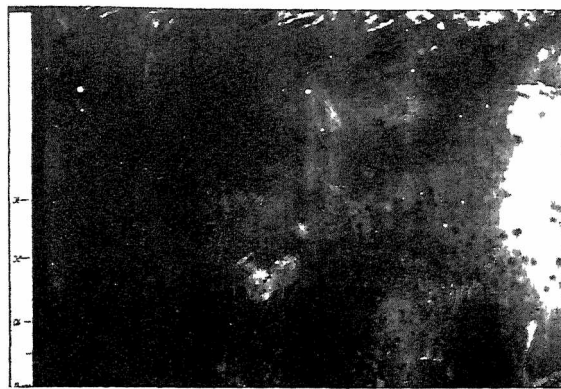
kw. azot. Ryc. 25. pow. = 100.
Struktura materiału w miejscu cienia wykazuje warstwę bogatą w zanieczyszczenia odbijającą się jako jasne pasmo od reszty struktury materiału termicznie ulepszonego.

TABLICA XII.

Zdjęcia makro- i mikroskopowe do art. Inz. Z. Majewskiego p. t. „Wady cienkich blach alupolonowych.”



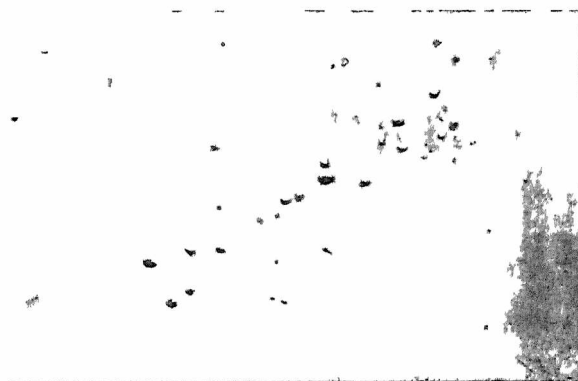
Ryc. 1.
Niebieskie plamy.



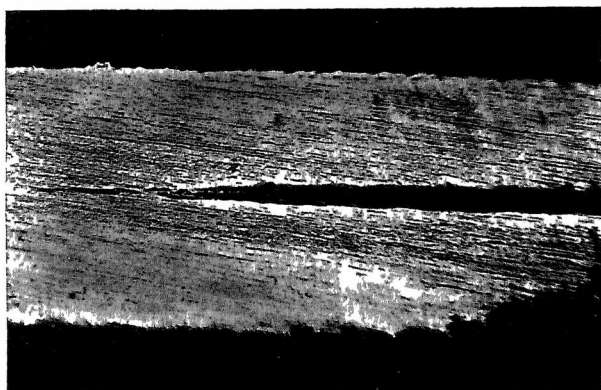
Ryc. 2.
„Ospa” i plamy z rąk.



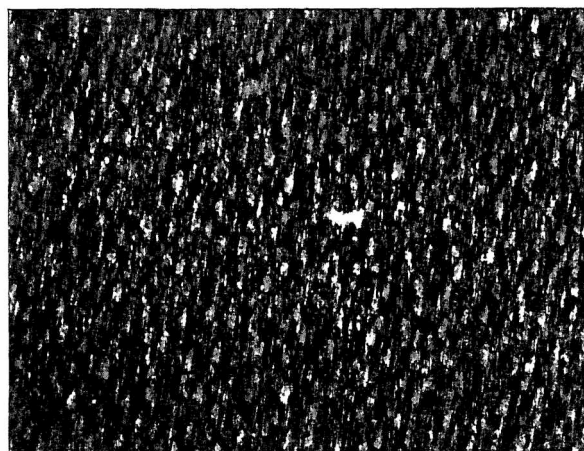
Ryc. 3.
Białe plamy „wodne”.



Ryc. 4.
Pęcherze („wzdymki”).



Ryc. 5.
Przekroj przez pęcherz.

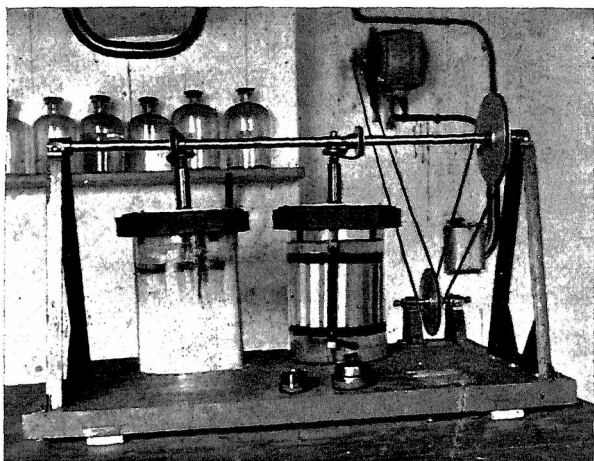


Ryc. 6.
„Angielska materia”. Wielkość naturalna

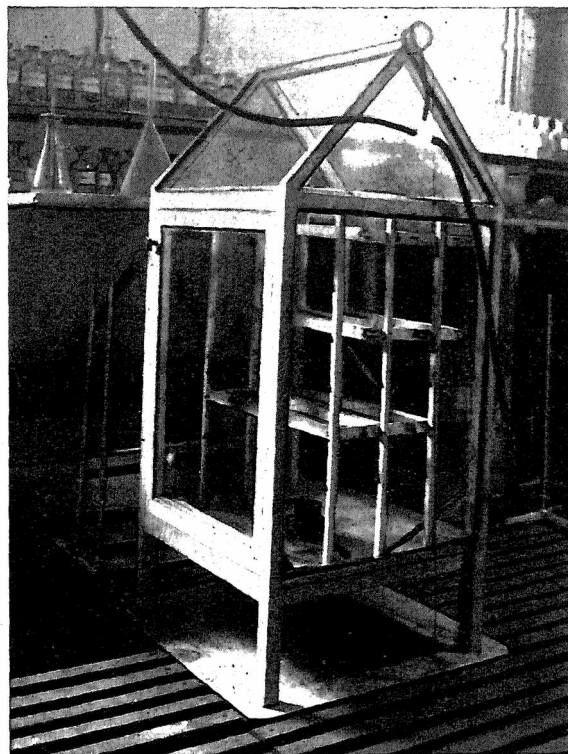


TABLICA XIII.

Zdjęcia makro- i mikroskopowe do art. Inż. Z. Majewskiego p. t. „Wady cienkich blach alupolonowych“.



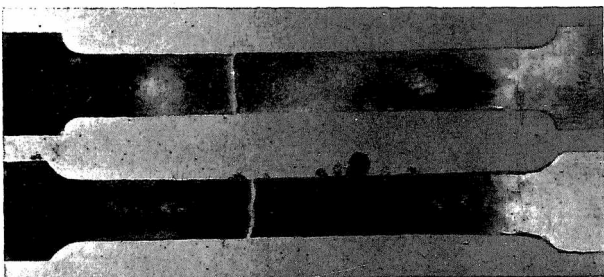
Ryc. 12.
Aparat kapielowy.



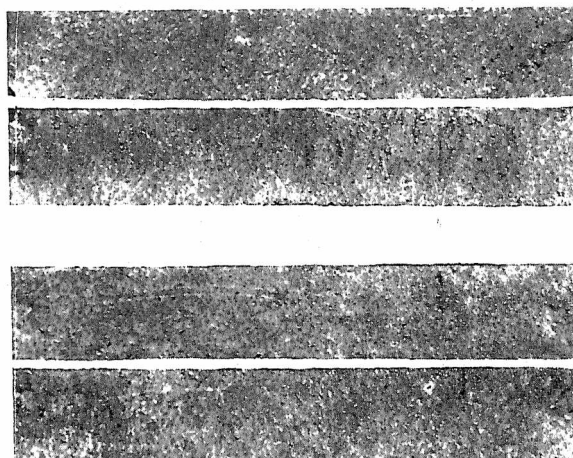
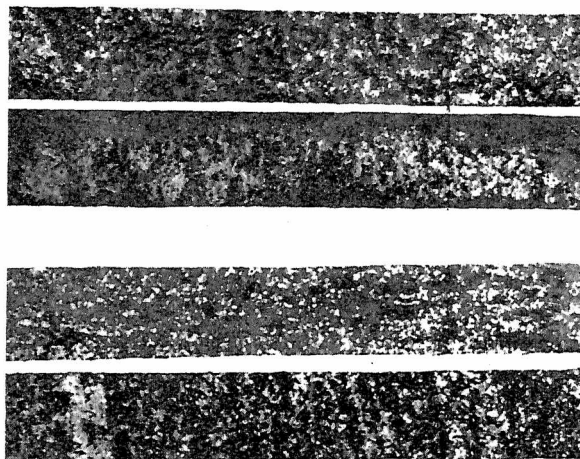
Ryc. 13.
Aparat rozpylający.



Ryc. 15.



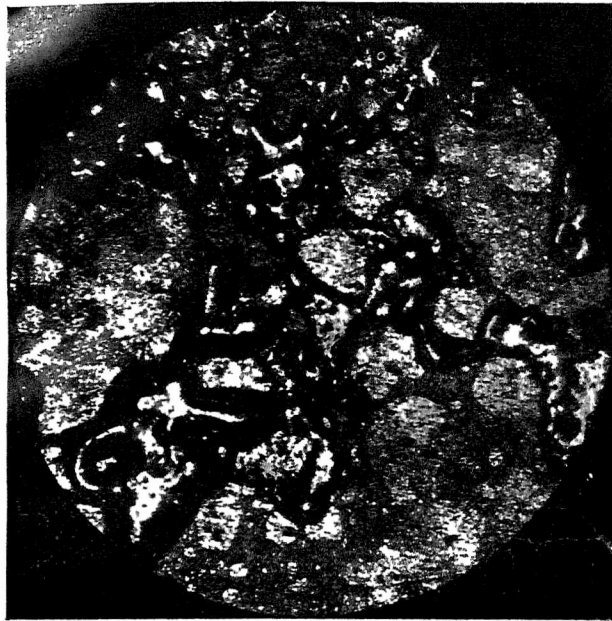
Ryc. 16.



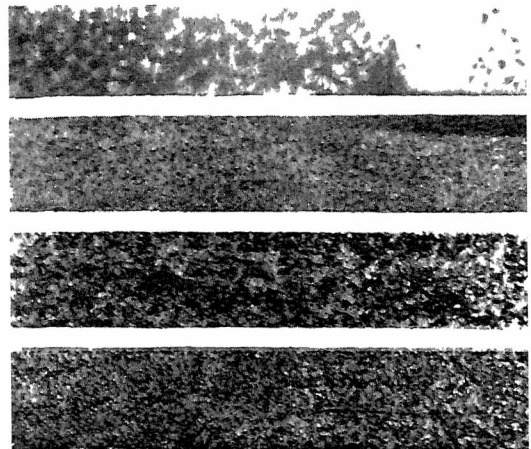
Ryc. 17.

TABLICA XIV.

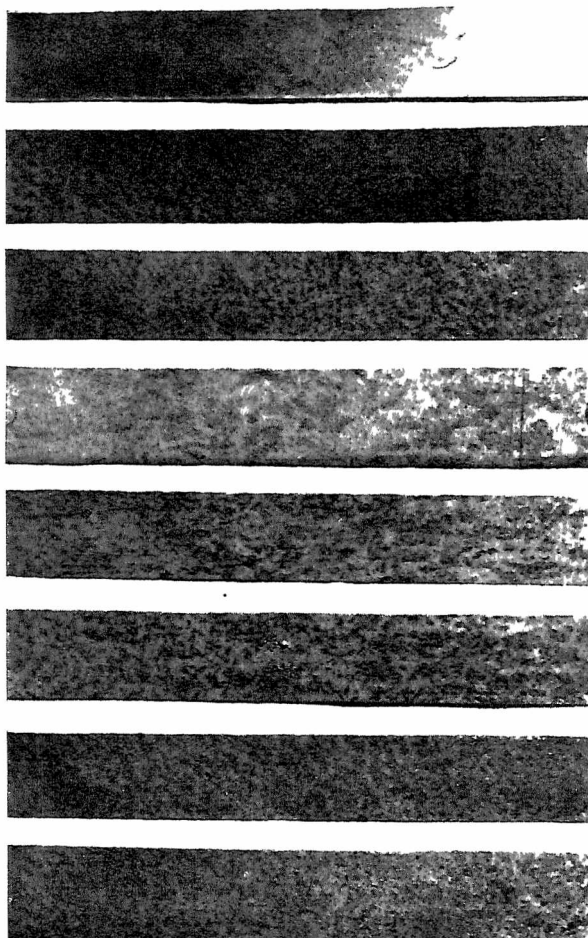
Zdjęcia makro- i mikroskopowe do art. Inż. Z. Majewskiego p. t. „Wady cienkich blach alupolonowych“



Ryc. 18.



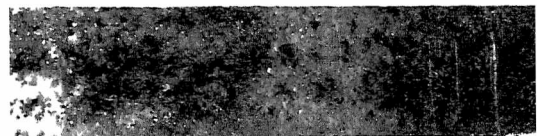
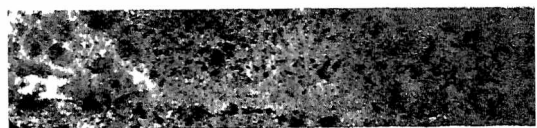
Ryc. 22.



Ryc. 21.



Ryc. 23



Ryc. 24.



Ryc. 25.

TABLICA XV

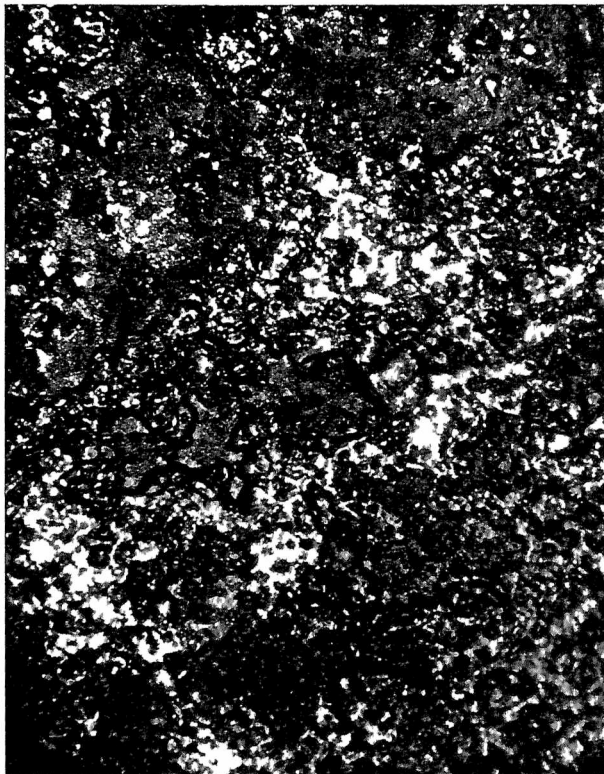
Zdjęcia makro- i mikroskopowe do art Inż Z. Majewskiego p t „Wady cienkich blach alupolonowych



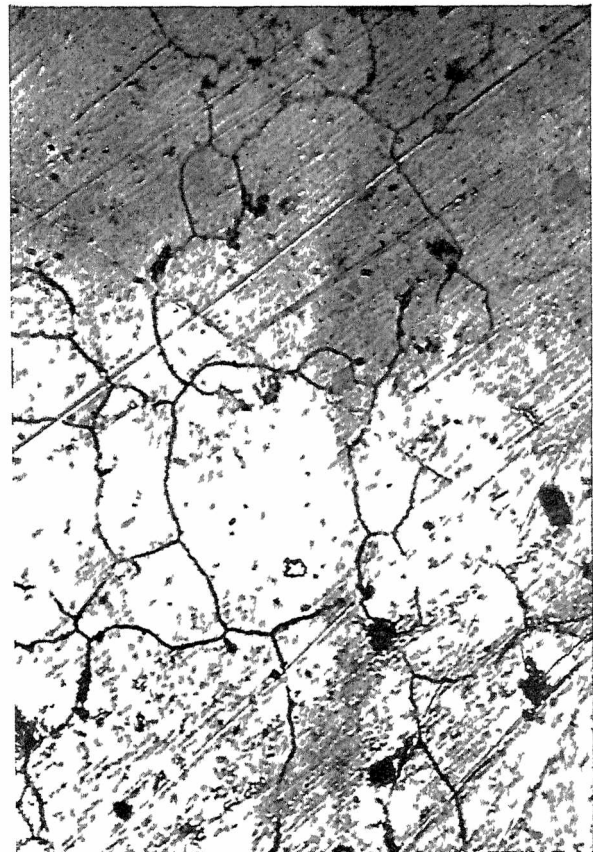
Ryc. 26 pow. = 50



Ryc. 27. pow. = 300



Ryc 28 pow. = 50.



Ryc 29. pow = 300.

albo znajduje się bezpośrednio pod powierzchnią obtoczoną. Pasma zanieczyszczeń otoczone warstwą odwęgloną nie styka się wtedy bezpośrednio z odbitką, a cień, który wystąpił na obtoczonej powierzchni został spowodowany właśnie otaczającą to zanieczyszczenie warstwą odwęgloną.

VII. Wnioski.

Wady, wykazane przez odbitkę Baumanna można podzielić na wady mogące być usunięte przez odcięcie części materiału od góry wlewka, wady miejscowe w materiale, i wady zasadnicze materiału, spowodowane błędem prowadzeniem lub odlewaniem wytopu.

Zatem analiza odbitek Baumanna pozwala z jednej strony zorientować się wytwórcy,

czy wady przez odbicie wykazane mają charakter przypadkowy (lokalny) czy też należy skontrolować metodę prowadzenia wytopu, czy zwrócić baczniejszą uwagę na czyszczenie wlewnic, z drugiej zaś strony pozwala odbiorcy na rzeczowe ocenienie materiału, wyeliminowanie częściowo złego materiału i niedopuszczenie wadliwego materiału do dalszej produkcji.

Ponadto z przedstawionych badań wynika, że istnieje ścisły związek między obrazem jaki daje odbitka Baumanna a cieniami występującymi na skorupkach po obróbce termicznej i mechanicznej.

Wobec tego odbitka Baumanna pozwala wyeliminować z produkcji materiał, który w dalszej przeróbce mógłby wykazać rysy i cienie.

ZYGMUNT MAJEWSKI

Mechaniczna Stacja Doświadczalna P. L.

Wady cienkich blach alupolonowych i stopień ich szkodliwości z punktu widzenia korozji¹⁾.

I. Alupolon.

Stopy aluminjowe podzielić można na dwa rodzaje: 1) stopy dające się uszlachetnić termicznie i 2) stopy nie dające się uszlachetnić termicznie.

Każdą z tych grup podzielić należy jeszcze na stopy odlewnicze i walcownicze, które zawierają pewne odmiany różniące się składem chemicznym. Bardzo ważną rolę w przemyśle, zwłaszcza lotniczym, odgrywają półfabrykaty z aluminowego stopu walcowniczego, dającego się termicznie uszlachetnić, typu duraluminu. Blachy wykonane z tego stopu znajdują szerokie zastosowanie, np. jako materiał pokryciowy.

Stop tego typu opatentowała w Polsce Walcownia Metali w Dziedzicach pod nazwą „alupolon“.

Zasadniczym składnikiem jego jest aluminium z dodatkami ok. 4% *Cu*, ok. 0,5% *Mg*, 0,5% *Mn*, oraz *Si* i *Fe*, jako zanieczyszczeniami glinu hutniczego.

II. Wady cienkich blach alupolonowych.

Wyrób blach alupolonowych nastrocza bardzo wiele trudności, dlatego też w gotowych już półfabrykatkach spotyka się liczne wady. Najczęściej występują następujące wady:

1. niebieskie lub czarne plamy (Ryc. 1),
2. białe lub czarne rozsiane plamki t. zw. „ospa“ (Ryc. 2),
3. plamy z rąk,
4. białe lub czarne plamy „wodne“ (Ryc. 3),
5. pęcherze (t. zw. „wzdymki“) dwojakiego rodzaju:
 - a) gęste drobne (Ryc. 4 i 5),
 - b) większe, wydłużone w kierunku walcowania,

6. drobne białawe plamki równomiernie rozłożone na całej powierzchni blachy, t. zw. „angielska materja“ (Ryc. 6),

7. ciemniejsze i jaśniejsze pasy układające się naprzemian prostopadle do kierunku walcowania, t. zw. „falistość“ blachy,

8. rozwarstwienia (Ryc. 7 i 8),

9. łuskwin, odpryskiwanie powierzchni,

10. lokalne wady powierzchniowe np. rysy, wgłębienia, żuźle i t. p.

Wyeliminowanie tych wad nie jest zbyt trudne, o ile znany jest powód ich powstawania. Powody te w wielu wypadkach są bardzo proste, jednak znalezienie ich nastrocza nieraz znaczne trudności.

III. Źródła wad.

1. Niebieskie plamy (z wyglądu jakby „naltowe“) pojawiały się przeważnie na cienkich blachach (0,32—0,40 mm), przy grubszych wypadki te były tylko sporadyczne. Powodem tej wady było nieodpowiednie ułożenie blach w czasie żarzenia przed hartowaniem, co stwierdzono doświadczalnie przez sztuczne wywołanie tego zjawiska. Zmiana pozycji blach w piecu usunęła tę wadę. (Ryc. 9 i 10).

Genezy niebieskich plam do niedawna jeszcze nie znano i nie można było ich uniknąć, skutkiem czego w produkcji powstawały wielkie straty. Usuwano je przez trawienie danych blach w kwasie chromowym.

Doświadczenia nasze wykazały jednak, że trawienie to wpływa ujemnie na odporność tych blach na korozję, o czym niżej będzie mowa.

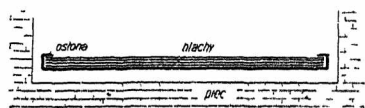
2. Powstawanie t. zw. „ospy“ nie jest jeszcze dokładnie wyjaśnione, stwierdzono tylko, że wada ta przestała występować odkąd przestano dodawać do odlewu bloku alupolonowego niektórych soli, względnie zmniejszono ich ilość. Czy jednak to jest istotnym i jedynym powodem, ściśle dotąd jeszcze nie ustalono.

¹⁾ Referat wygłoszony 3. VI. 1934 r. na VIII Zjeździe Inżynierów Mechaników Polskich w Katowicach, w sekcji Metaloznawczej.

3. Powierzchnia blachy, zwłaszcza przed jej uszlachetnieniem, jest bardzo wrażliwa na dotknięcie palcami, które powodują plamy podobne do odcisków daktyloskopijnych, ujawniające się dopiero po uszlachetnieniu. Niema narazie sposobu usunięcia tych plam bez uszkodzenia powierzchni. Dotknięcie palcami po uszlachetnieniu pozostawia także plamy, mniej jednak widoczne. Występują one wyraźniej, o ile blachę taką uszlachetnia się ponownie. Ażeby zapobiec powstawaniu tych plam, należy używać w czasie pracy odpowiednich rękawiczek.

4. Białe plamy wodne powstają po uszlachetnieniu, skutkiem nieodpowiedniego magazynowania blachy. Plamy te często później czernieją i powierzchnia ich wykazuje wyraźną chropowatość (nagryzienie).

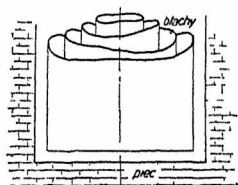
5. Pęcherze („wzdyмки“) są jedną z najmniejbezpiecznych wad przy wyrobieniu blach alupolonowych. Występują one dopiero po zahartowaniu blachy, zwłaszcza o ile temperatura hartowania była wysoka.



Sposób produkcji

Ryc. 9.

Istnieją różne teorie powstawania pęcherzy. Niektórzy z autorów dopatrują się przyczyny powstawania pęcherzy w odlewie: bądź to w nieodpowiednim namiarze (np. za dużo cienkich odpadków, a więc i dużo Al_2O_3), bądź też w nieodpowiedniej atmosferze w piecu (np. dużo wilgoci w gazach spalinowych), ewentualnie w nieodpowiedniej temperaturze odlewu. Również przypadkowa obecność węgla w namiarze jest bardzo szkodliwa, gdyż może ona tworzyć reakcje z Al_2O_3 , z N, lub t. p. Powodów tych może być przy odlewie więcej, omawianie ich nie należy jednak do zakresu tego referatu.



Sposób obecny

Ryc. 10.

Według twierdzenia innych, wada ta powstaje dopiero w dalszej fazie wyrobu, np. przez dyfuzję gazów (głównie H_2 „in statu nascendi“) podczas wyżarzania międzyoperacyjnego. Większe zgnioty również mają sprzyjać późniejszemu powstawaniu pęcherzy.

Zdaje się, że istnieje obok siebie kilka z tych powodów, które bądź to sumują się, bądź to są od siebie zależne. Przypuszczalnie bez działania zewnętrznego otoczenia tworzenie się pęcherzy jest niemożliwe, wpływ jednak na ich powstawanie mają również składniki wewnętrzne.

W każdym bądź razie, jak potwierdziły nasze spostrzeżenia, bardzo duży wpływ na powstawanie tej wady ma wilgoć w piecu tyglowym przy topieniu namiaru (np. z wilgotnego koksu, namiaru, lub też powietrza potrzebnego do spalania), jak również dobór namiaru (odpadki).

Wpływu atmosfery w piecach żarzenia nie zdołaliśmy stwierdzić, mimo licznych prób w zakresie fabrycznym.

6. „Angielska materja“ powstaje przy blachach grubszych, od 1 mm wzwyż, naskutek nieodpowiedniego prostowania. Przy zmianie sposobu prostowania wada ta zupełnie zniknęła.

7. „Palistość“ występowała skutkiem nierównomiernego biegu walców.

8. Blachy, a zwłaszcza taśmy alupolonowe wykazywały niekiedy zupełne rozwarstwienia, (rozdwojenia) wewnątrz materjału. Powodem tej wady było złe wyżarzanie, a raczej zbyt duże zgnioty bez dostatecznej ilości międzyoperacyjnych wyżarzeń. Zastosowanie dodatkowego wyżarzania usunęło tę wadę.

9. Podczas hartowania odpryskiwały czasami na powierzchni blachy płatki materjału, pozostawiając muszlowe wyłomy. Analiza chemiczna tych łuskwiny wykazała do 15% Cu.

Powodu tej wady szukać należy w odlewie. Skutkiem odwrotnej likwacji miedź dyfunduje ku zimnym ścianom kokili, gromadząc się na powierzchni odlanego bloku. Po zwalcowaniu takiego bloku na blachy, podczas hartowania tychże, stop ten odpryskuje od powierzchni, tworząc muszlowate wyłomy.

Wyższe podgrzewanie kokil przy odlewaniu bloku zmniejsza tę likwację. Struganie bloków odlanych, oraz grubych płyt na strugarkach i ich szabrowanie usuwa dostatecznie ten stop likwacyjny. Blachy walcowane z takich bloków wad tych nie wykazały.

IV. Wpływ wad blach alupolonowych na ogólną jakość materjału.

Wady powierzchniowe odgrywają dużą rolę w ogólnej jakości materjału, zwłaszcza przy blachach cienkich. Niektóre wady, silniej występujące, obniżają bezpośrednio właściwości mechaniczne danej blachy. Po dłuższym magazynowaniu wzmagają się wpływy tych wad na właściwości mechaniczne blach, powodując często ich nieużyteczność.

Blachy, posiadające niebieskie plamy słabo nieraz widoczne i nie wpływające w danym momencie na właściwości mechaniczne, po pewnym czasie wykazywały ściemnienie tych plam, przy czym postęp korozji zaznaczył się obniżeniem się właściwości mechanicznych, zwłaszcza wydłużenia. Te same blachy po 1 $\frac{1}{2}$ roku magazynowania, wykazywały w miejscu „zdrowym“ (bez plam) wydłużenie A_{10} około 16%, a obok w miejscu z plamami, A_{10} około 5%.

Naturalnie, że kwestja odpowiedniego magazynowania tych blach odgrywa tu zasadniczą rolę. Stwierdzono, że na wygląd powierzchni blach wpływa nawet rodzaj papieru, jakim poszczególne arkusze są przedzielone. Unikniemy tego, magazynując blachy „pionowo“.

Blachy z wadami powierzchniowymi wykazują naogół mniejszą odporność na działanie korozji w razie dalszego ich magazynowania, niż blachy o powierzchni „zdrowej“, i w tem głównie leży niebezpieczeństwo wad powierzchniowych.

V. Korozja cienkich blach alupolonowych.

Słabą stroną blach alupolonowych jest ich skłonność do korozji. Na ten czynnik należy zwrócić szczególną uwagę, tak przy wyrobie, jak i magazynowaniu lub też późniejszym użyciu tych blach.

Wielka ilość wad powierzchniowych alupolonu, jest natury korozyjnej, np. niebieskie plamy, białe plamy wodne, „ospa“, plamy z rąk i t. p.

Zagranicą problem korozji stawiany jest na jednym z naczelnych miejsc w badaniach naukowych. W Japonii, instytut badający korozję materiałów lotniczych, ma do dyspozycji całą eskadrę samolotów, gdzie odpowiadające sobie części poszczególnych płatowców sporządzone są z różnych materiałów. Cała eskadra pracuje w tych samych warunkach. Co jakiś czas badane są poszczególne płatowce i ich części składowe, i w ten sposób wybiera się materiały najlepiej odpowiadające warunkom pracy.

Przeważnie przeciwdziała się korozji atmosferycznej przez powlekanie blach odpowiednimi płynami ochronnymi (np. lakierowanie), co nie zawsze jednak jest skutecznym, choćby z tego powodu, że łatwo można powłokę uszkodzić.

Znacznie lepsze wyniki otrzymuje się przez pokrywanie duralu powłoką metaliczną (np. duralplat), bądź też zapomocą oksydacji anodowej. Zabiegi te jednak wybitnie podrażają wyrób, dlatego też rzadko się je stosuje.

Zaznaczyć należy, że nie tylko skład chemiczny materiału wpływa na jego odporność korozyjną, lecz również i sposób samej fabrykacji blachy (stopnie zgniotu, temperatury wyżarzania, szybkość hartowania i t. p.). Na czynniki te nie zwraca się prawie uwagi, tembardziej, że nie odbijają się w wielu wypadkach na końcowych własnościach mechanicznych blachy, t. j. na wytrzymałości na rozciąganie, wydłużeniu, tłoczności i ilości przegięć, które to cechy uważane są jako wyłączne kryteria dobroci materiału.

Badaliśmy blachy tej samej grubości (0,32 mm), o tym samym składzie chemicznym, które posiadały, praktycznie biorąc, te same własności mechaniczne, a zupełnie różne stopnie odporności na korozję, — sposób fabrykacji tych blach był jednak różny.

Cienkie blachy alupolonowe o grubości 0,32 mm, w głównej mierze używane są jako materiał pokryciowy (np. w lotnictwie) i w wielu wypadkach narażone są na silne działanie korozyjne atmosfery, dlatego też stopień odporności na korozję jest jedną z najważniejszych cech tych blach.

VI. Rodzaje korozji.

Korozja może być zasadniczo dwojakiego rodzaju:

1. w nieelektrolitach, np. tworzenie się tlenków metali przy ogrzewaniu (barwy nalotowe),

2. w elektrolitach, gdzie tworzą się lokalne elektroelementy.

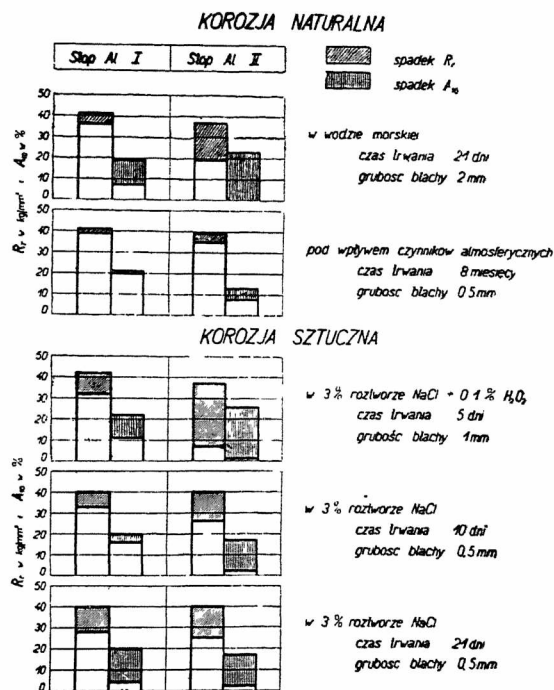
Może tu działać również pewne rozpuszczenie się materiału w danym roztworze.

Badania przeprowadzono tylko nad korozją w elektrolitach.

Najistotniejszą rzeczą byłoby badanie działania korozji naturalnej, t. j. atmosferycznej. Jest to jednak rzeczą uciążliwą i długotrwałą, dlatego też do badań stosuje się sposoby krótsze — przy pomocy korozji sztucznej.

Stosując do badań korozję sztuczną, musimy jednak zdać sobie sprawę z tego, o ile ona odpowiada naturalnej korozji atmosferycznej, a czem się od niej różni.

Bardzo ważna jest tlenkowa warstewka ochronna na blachach, uodporniająca je przed działaniem korozji. Długotrwałe wpływy atmosferyczne (np. opady) działają silniej, krótkotrwałe wogóle mogą nie działać, gdyż nie zdążą jeszcze zniszczyć wierzchniej warstwy ochronnej.



Ryc. 11.

Przy korozji sztucznej ostatni ten czynnik nie odgrywa prawie żadnej roli.

Ten powód i wiele jeszcze innych sprawia, że należy ostrożnie wyciągać wnioski z wyników badań korozji sztucznej w zastosowaniu do przyszłej pracy materiału w warunkach naturalnych. Ryc. 11 wykazuje, że istnieje jednak pewien związek między korozją naturalną, a sztuczną. Przedstawia on wyniki badań przeprowadzonych przez Rackwitzę i wykazuje postęp korozji dwu stopów aluminijowych, z których jeden jest bardziej, a drugi mniej odporny na korozję. Badania te przeprowadzono w morzu Bałtyckim, na powietrzu, oraz przy pomocy korozji sztucznej w 3% roztworze wodnym $\text{NaCl} + 0,1\% \text{H}_2\text{O}_2$.

Stosunek spadku R_r i A_{10} dla jednego i drugiego stopu pozostaje prawie ten sam.

VII. Aparatura do badań.

Do badań nad korozją sztuczną użyto:

- a) aparatu kąpielowego (Ryc. 12) i
- b) aparatu rozpylającego (Ryc. 13).

Aparat kąpielowy sporządzono ściśle według szkicu przyrządu używanego przez Deutsche Versuchsanstalt für Luftfahrt, Berlin - Adlershof. Próbkę były stale zanurzone w 3%-wym roztworze wodnym $\text{NaCl} + 0,1\% \text{H}_2\text{O}_2$, mechanicznie mieszanym. Co 12 godzin roztwór miareczkowano na H_2O_2 i dodawano brakującej ilości.

Aparat kąpielowy składa się z naczynia szklanego o średnicy 220 mm i wysokości 340 mm. W naczyniu tem znajduje się ebonitowy stojak na odcinki próbne badanych blach. Jednocześnie można zanurzyć 20 odcinków próbnych. Naczynie szklane napełnione jest odpowiednim roztworem (10 litrów) i opatrzone ebonitową nakrywką, przez środek której przechodzi również ebonitowe mieszadełko mechaniczne, poruszane zapomocą motorku elektrycznego. Mieszadełko robi 120 obr/min. Ryc. 12 przedstawia taki aparat składający się z 2 kompletów o wspólnym napędzie.

Przy wykończeniu aparatu do korozji rozpylającej, korzystano z różnych pomysłów.

Aparat składa się z zamkniętej skrzyni szklanej o objętości $0,34 \text{ m}^3$, wewnątrz której wiszą odcinki próbne badanych blach. Na dnie naczynia znajduje się 20% wodny roztwór NaCl . Sprężone powietrze, przy pomocy odpowiedniej dyszy rozpyła cząstki tego roztworu w formie mgły w całym aparacie. Kilka cm nad otworem dyszy znajduje się płyta szklana $30 \times 30 \text{ cm}$ dla lepszego i bardziej równomiernego rozpylania roztworu. Blachy użyte do badań pochodziły z bieżącej produkcji fabrycznej. Ostatni zgniot dla blach alupolonowych wynosił 70%.

VIII. Badanie korozji sztucznej na blachach o grubości 0,32 mm z niebieskimi plamami.

Badania te przeprowadzono dla wyciągnięcia wniosków natury ogólnej, a poza to dla stwierdzenia, czy trawienie blach z niebieskimi plamami w kwasie chromowym i ewentualne ponowne uszlachetnienie, wpływają na odporność korozyjną blach.

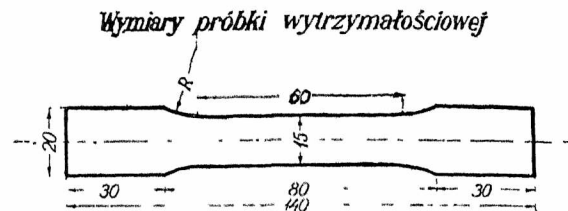
Badanie przeprowadzono tylko w aparacie kąpielowym. Do badań użyto 3 blachy, każdą z nich badano:

- a) w stanie dostarczenia,
- b) po wytrawieniu, i
- c) po wytrawieniu i ponownym uszlachetnieniu.

Z każdej blachy pobrano po 12 odcinków próbnych wzdłuż kierunku walcowania i 12 odcinków próbnych w poprzek kierunku walcowania. Następnie te same blachy wytrawiano przez 5 godzin w 8%-wym kwasie chromowym i wycięto znowu po 12 odcinków próbnych wzdłuż i 12 w poprzek walcowania, obok odcinków próbnych poprzednich. Blachy wytrawione jeszcze raz uszlachetniono i pobrano znowu 24 odcinków próbnych. Wszystkie pobrane odcinki poddano równocześnie działaniu korozji

sztucznej, poczem wykonano z nich próbki wytrzymałościowe.

Wymiary próbek użytych do badań podaje Ryc. 14.



Ryc. 14.

Ogółem do tej serii doświadczeń zbadano i zerwano 216 próbek. Próbkę badano przed działaniem korozji, oraz po 12, 24, 36, 48 i 72 godzinach jej działania.

Na próbkach badano:

1. zmiany powierzchniowe,
2. zmiany struktury,
3. rodzaj korozji,
4. zmiany własności mechanicznych.

Zmiany powierzchniowe, struktury i rodzaj korozji, najlepiej przedstawiają załączone fotografie.

Ryc. 15 przedstawia próbki wytrzymałościowe, wzięte obok siebie z tej samej blachy, pierwszą w stanie dostarczonym, drugą po skorodowaniu. Widać charakterystyczną różnicę w kącie zerwania. Próbkę wytrzymałościową w stanie naturalnym zrywają się zwyczajnie pod kątem ok. 60° . Próbkę skorodowaną zrywają się mniej więcej prostopadle do osi próbki.

Ryc. 16 przedstawia zerwane próbki z blach alupolonowych o grubości 0,32 mm z niebieskimi plamami, przyczem kąt zerwania jest typowym dla materiału skorodowanego.

Ryc. 17 przedstawia skorodowane odcinki próbne, pobrane wzdłuż i w poprzek kierunku walcowania. Pierwsze 4 odcinki pokryte są jeszcze produktami korozji w formie plamek charakterystycznie ułożonych wzdłuż kierunku walcowania. Następne odcinki próbne są już oczyszczone z produktów korozji w rozcieńczonym kwasie azotowym.

Badania mikrostruktury blach skorodowanych wykazały 2 rodzaje korozji:

1. międzykrystaliczną,
2. lokalną.

Ryc. 18 przedstawia mikrofotografię powierzchni skorodowanej blachy alupolonowej (powiększenie $\times 100$).

Wyniki badań własności mechanicznych przedstawiono na Ryc. 19.

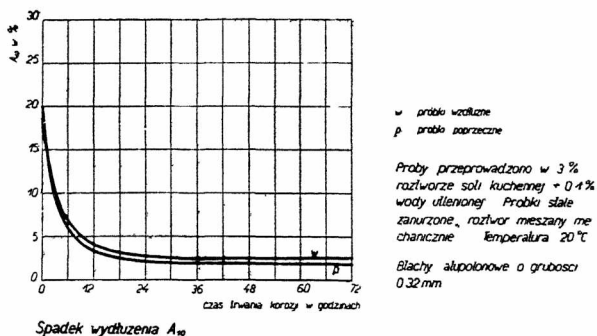
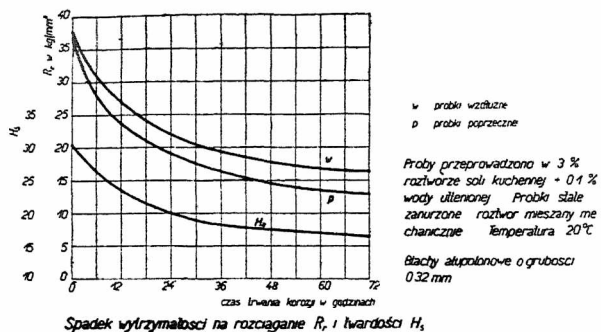
Obciążenia maksymalne odnoszono do przekroju próbki przed działaniem korozji.

Próbki oczyszczono z produktów korozji w rozcieńczonym kwasie azotowym.

Z wykresów można wyprowadzić następujące wnioski:

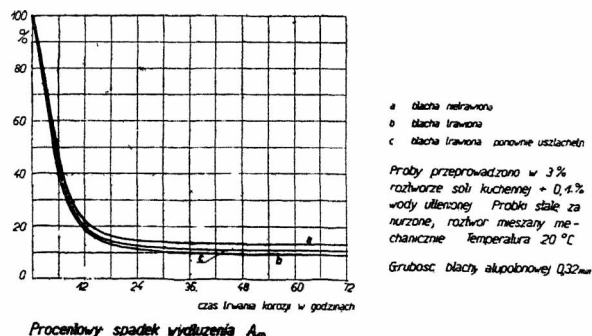
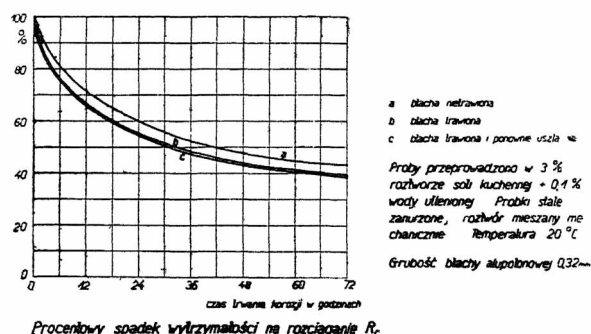
1. Najintensywniej obniżają się własności mechaniczne, zwłaszcza wydłużenie A_{10} , w pierwszym okresie działania korozji.

2. W początkowym okresie korozji wytrzymałość na rozciąganie R_r próbek poprzecznych



Ryc. 19.

spada szybciej niż próbek wzdłużnych, później oba rodzaje próbek wykazują równomierny spadek wartości R_r . Wydłużenie A_{10} spada równomiernie dla obu rodzajów próbek.



Ryc. 20.

3. Spadek wytrzymałości na rozciąganie, oraz spadek twardości jest prawie proporcjonalny.

Inne badania nad korozją, wykazały słuszność powyższych wniosków.

Ryc. 20 przedstawia porównanie procentowe własności wytrzymałościowych blach z niebieskimi plamami:

- a) w stanie naturalnym,
- b) trawionych,
- c) trawionych i powtórnie uszlachetnianych.

Jako wartość porównawczą (100%) przyjęto własności blach przed korozją. Widać z tego wykresu, że trawienie blach powoduje zmniejszenie się odporności korozyjnej, wobec czego zabieg ten nie powinien być stosowany.

IX. Badania nad wpływem różnych wad powierzchniowych blach alupolonowych o grubości 0,32 mm na ich odporność korozyjną.

Badania te przeprowadzono w obu rodzajach aparatów, t. j.: kąpielowym i rozpylającym.

Pomiary robiono na próbkach z aparatu kąpielowego co 6 godzin, z aparatu rozpylającego co 5 dni.

Badano blachy z następującymi wadami:

1. niebieskie plamy,
2. białe plamy (wodne),
3. „ospa“,
4. pęcherze,
5. powierzchnia sztucznie starta papierem szmerglowym.

Prócz blach z wadami, badano również w celach porównawczych blachy zdrowe i to hartowane tak w wodzie jak i w powietrzu, oraz blachy nieuszlachetniane i blachy aluminjowe.

Wszystkie badane blachy były wykonane w tych samych warunkach i w ten sam sposób (poza użyciem środka hartującego).

Próbki pobierano tylko wzdłuż kierunku walcowania.

Przy obserwowaniu zmian powierzchniowych zauważyć można, że ułożenie produktów korozji zależy od stanu, w jakim się dana blacha przed korozją znajdowała, a nawet od sposobu wyrobu blachy.

Wygląd zewnętrzny skorodowanych próbek z blach hartowanych wodą i hartowanych powietrzem, jest zupełnie różny. Na próbkach z blach hartowanych wodą, produkty korozji są rozmieszczone dosyć nierównomiernie, zwykle wzdłuż kierunku walcowania. Czasami tworzą się większe plamy.

Na próbkach z blach hartowanych powietrzem, produkty korozji rozmieszczone są względnie równomiernie.

Skorodowane próbki z blach nieuszlachetnionych, nie wykazują żadnej kierunkowości w ułożeniu produktów korozji.

Ryc. 21 przedstawia odcinki próbne skorodowane w aparacie kąpielowym i oczyszczone od produktów korozji z następujących blach:

1. aluminjowej,
2. alupolonowej, nieuszlachetnionej,
3. ze startą powierzchnią, hartowanej w powietrzu,
4. ze wzdymkami, hartowanej w powietrzu,
5. z białymi plamami, hartowanej w wodzie,
6. z „ospą“, hartowanej w wodzie,
7. normalnej, hartowanej na powietrzu,
8. normalnej, hartowanej w wodzie.

Ryc. 22 przedstawia skorodowane w aparacie kąpielowym nieoczyszczone odcinki próbne z blach:

1. aluminiowej,
2. nieuszlachetnionej,
3. hartowanej w wodzie,
4. hartowanej na powietrzu.

Odcinki próbne blach z pęcherzami („wzdykami“), po kilku godzinach działania korozji pokrywają się licznymi pęcherzykami, mimo, że przed korozją widać było na danej próbce zaledwie tylko kilka pęcherzyków.

Ryc. 23 przedstawia skorodowany w aparacie rozpylającym odcinek próbny blachy hartowanej w wodzie, która przed działaniem korozji miała na swej powierzchni zaledwie kilka drobnych pęcherzyków.

Po dłuższym okresie działania korozji w aparacie rozpylającym, występują na odcinkach próbnych blach hartowanych na powietrzu przeżarcia, czego nie widać jeszcze na podobnych odcinkach próbnych z blach hartowanych w wodzie.

Ryc. 24 przedstawia 2 odcinki próbne, pierwszy z blachy zahartowanej na powietrzu, drugi z blachy zahartowanej w wodzie. Na odcinku blachy pierwszej widoczne są przeżarcia na wskrós, które pozatem przedstawia ryc. 25.

Ryc. 26 przedstawia mikrofotografię powierzchni blachy alupolonowej hartowanej w wodzie i skorodowanej w aparacie kąpielowym. Blachę oczyszczono z produktów korozji w rozcieńczonym kwasie azotowym.

Ryc. 27 przedstawia skorodowaną powierzchnię tej samej blachy, tylko lekko wyszlifowaną.

Ryc. 28 i 29 przedstawiają podobne mikrofotografie blach zahartowanych na powietrzu.

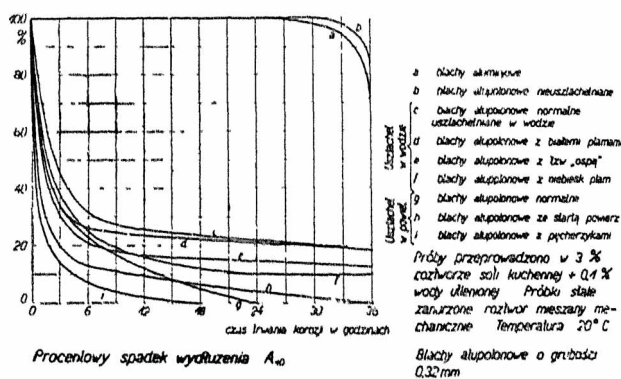
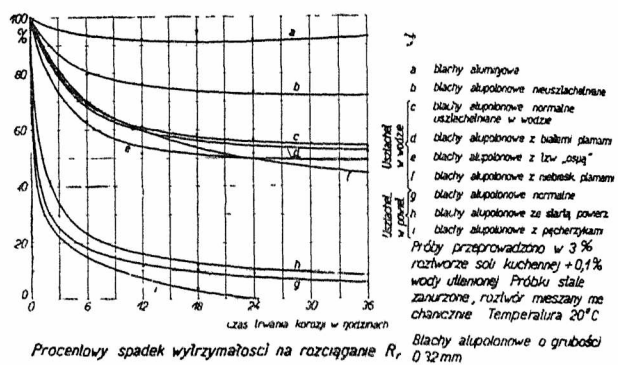
Obie te blachy poddane były działaniu korozji w równych warunkach. Mikrofotografie blach hartowanych wodą, wykazują korozję raczej lokalną, a blach hartowanych powietrzem, korozję międzykrystaliczną.

Wyniki badań spadku własności wytrzymałościowych blach alupolonowych podczas działania korozji w aparacie kąpielowym, przedstawia Ryc. 30, a w aparacie rozpylającym Ryc. 31. Każdy punkt pomiarowy jest wartością średnią z 2-ech zerwanych próbek. Prób wykonano w aparacie kąpielowym 108, a w aparacie rozpylającym 96.

Dla ścisłości należy jednak dodać, że niektóre punkty wykresu Ryc. 31 (aparat rozpylający) nasuwają wątpliwości, które będą jeszcze sprawdzone. Badania dodatkowe są obecnie w toku i o ile wykażą większe odchyłki, zostaną ogłoszone.

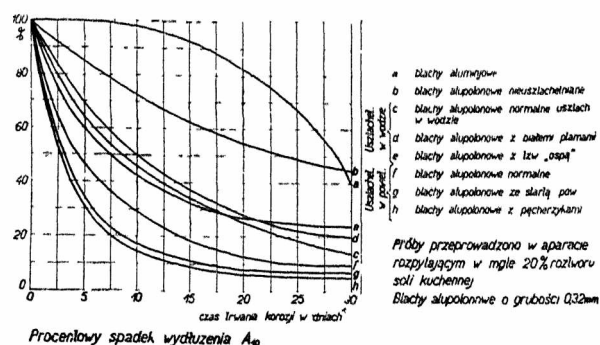
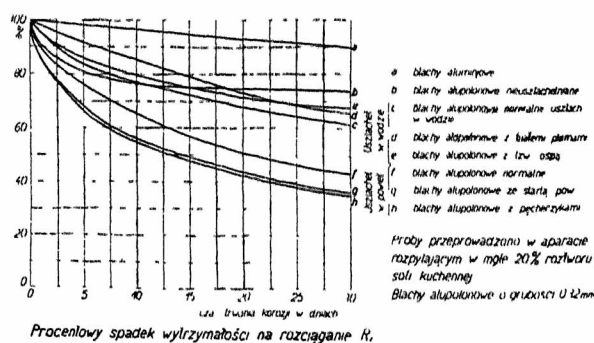
Wyniki badań zestawione na ostatnich wykresach wskazują, że pod względem odporności na korozję, mierzonej spadkiem własności mechanicznych, najbardziej odporna jest blacha aluminiowa, co jest ogólnie znane. W dalszym ciągu idą blachy alupolonowe nieuszlachetnione, blachy alupolonowe hartowane w wodzie bez wad powierzchniowych, wreszcie blachy alupolonowe hartowane w wodzie z wadami powierzchniowymi.

Bardzo małą odporność na działanie korozji wykazują alupolonowe blachy hartowane na powietrzu. Podkreślić należy, że w charakterze korozji zachodzą również różnice pomiędzy bla-



Ryc. 30.

chami hartowanymi w wodzie, jak też i na powietrzu, w pierwszym wypadku korozja jest raczej lokalną, w drugim międzykrystaliczną.



Ryc. 31.

Nie zaznacza się wybitniejszy wpływ wad powierzchniowych na postęp korozji sztucznej

pomiędzy blachami alupolonowymi hartowanymi w wodzie.

Pęcherze na blachach hartowanych tak w wodzie, jak i w powietrzu, obniżają wybitnie ich odporność korozyjną. Skorodowane odcinki próbne z tych blach są nieraz tak kruche, że nie można z nich wykonać próbek wytrzymałościowych.

Wszechstronne wyjaśnienie zagadnienia korozji lekkich stopów aluminiowych o dużej wytrzymałości wymaga dalszych, obszerniejszych doświadczeń, przyczem instytuty naukowe, zajmując się temi zagadnieniami, winny uwzględnić także doświadczenia t. zw. „ruchowe“ fabryk wytwarzających.

Materiał do badań otrzymaliśmy bezpłatnie dzięki uprzejmości Dyrekcji Walcowni w Dziezdicach, za co na tem miejscu składamy Dyrekcji Walcowni podziękowanie.

ŹRÓDŁA.

1. E. Rackwitz — O. Schmidt: Korrosionsversuche mit alkalisch reagierenden Wasserstoffsperoxyd — Kochsalzlösung auf verschiedene Leichtmetall-Legierungen Kor. u. Met. 3, 1927.
2. Guertler: Bericht über Untersuchungen zur Korrosionsfrage des Aluminiums. Z. f. Metallkde, 20, 1928.
3. E. Rackwitz — O. Schmidt: Prüfverfahren zur Beurteilung der Korrosionsbeständigkeit von Metallen gegen Witterung und Seewasser-Kor. u. Met. 5, 1929.
4. P. Breuner: Korrosionsschutz von vergütbarer Aluminiumlegierung im Flugzeugbau. Luftfahrtforschung 3, 1929.

5. H. Röhring: Ueber die Wirkung von Schutzanstrichen auf Aluminiumlegierung-Kor. u. Met. 5, 1929.

6. M. Haas, E. Weitz: Die anodische Schutzbehandlung von Aluminium und seinen Legierungen. Kor. u. Met. 6, 1930.

7. Praca zbiorowa „Aluminium“: Prüfverfahren zur Feststellung der Korrosion von Aluminium und Aluminium-Legierung. Z. f. Metallkde, 22, 1930.

8. P. Breuner: Korrosion und Korrosionsschutz von Aluminium-Walzlegierung im Flugzeugbau. Z. f. Metallkde, 22, 1930.

9. O. Schmid: Verfahren zur Korrosionsprüfung. Z. f. Metallkde, 22, 1930.

10. P. Schwerler: Die Korrosionsgefahr bei Leichtmetallen (Al-Legierungen) vom Standpunkt des Praktikers-Aluminium 12, 1930.

11. O. Schmid: Schutz von Aluminium und Aluminiumlegierungen gegen Seewasser-Kor. u. Met. 7, 1931.

12. G. Akimow — W. Koenig: Korrosionsschutz von Aluminiumlegierungen mittels metallischer Ueberzüge nach dem Schoopischen Spritzverfahren. Kor. u. Met. 8, 1932.

13. G. W. Akimow: Die Korrosion von Niet-Verbindungen bei Duraluminkonstruktionen.-Kor. u. Met. 8, 1932.

14. P. Breuner — F. Sauerwald — W. Gatzek: Die Blasenbildung bei der Wärmerbehandlung aushärtbarer Aluminiumlegierungen, Z. f. Metallkde, 25, 1933.

15. H. Bohner: Uebersicht über das Verhalten des Aluminiums und seiner Legierungen gegenüber Stoffen der chemischen und der Nahrungsmittelindustrie.-Kor. u. Met.

16. A. Zeerkder: Technologie des Aluminiums und seiner Leichtlegierungen — 1934.

Wiadomości z literatury technicznej

Fundamenty.

Budowę na lodzie w Sowietach opisuje inż. Schauder w *Beton u. Eisen* (1933, str. 213). W większej części Syberji znajdujemy grunt zamrznięty, który w czasie letnim odtaja do pewnej głębokości. Poniżej mamy grunt stale zamrznięty, na którym możemy już oprzeć fundamenty. W Czycie leżała płyta wiecznego lodu w głębokości 5 m, w Irkucku około 4,5 m. Na tej płycie nie możemy jednak opierać pale, bo przy tajaniu ziemi nad płytą powstają ukośne siły na pale, które je pochylają a czasem druzgoczą.

Dr. M. Thullie.

Żelazobeton

Powiększenie wytrzymałości betonu przez wstrząsanie. Satałkin i Brockyj opisują w *Stroitelstwo Moskwy* (1932, zesz. 1) doświadczenia odnośne. Najlepsza długość czasu wstrząsania wynosi przy mieszaninie 1:4 3 minuty. Dłuższe wstrząsanie zmniejsza wytrzymałość do 13%. Wpływ wstrząsań jest największy przy betonie chudym.

Doświadczenia z betonem wstrząsanym i ręką ubijanym podaje Otto Graf w *Beton u. Eisen* (1933, str. 252). Z doświadczeń tych wynika, że beton o małej domieszce wody przez ubijanie i wstrząsanie zyskuje wiele na wytrzymałości, beton zaś miękki o znacznej domieszce wody wstrząsaniem traci na wytrzymałości z powodu rozłączania się części składowych.

Dr. M. Thullie.

Mosty

Największy żelbetowy most łukowy pod Sztokholmem o rozp. 181 m *Cement* (1933, str. 146). Pomost zawiera jezdnię drogową 13 m, dwa tory kolejowe 8,4 m i dwa chodniki 6 m. Przekrój łuków skrzynkowy o przekroju 3×9 m.

Dr. M. Thullie.

Recenzje i krytyki

I. Prof. Dr. Inż. Karol Pomianowski: „Mniejsze Zakłady o sile wodnej“ — i II. Inż. Marjan Prokopowicz: „Postanowienia ustawowe dotyczące zakładów o sile wodnej“. Warszawa 1935; str. 116, rys. 42. Wydawnictwo Stowarzyszenia członków Kongresów gospodarki wodnej. Cena 7 zł. 40 gr.

Powyższymi dwoma pracami, złączonymi w jednej publikacji wypełniono poważną lukę w naszej popularnej literaturze technicznej, dotkliwie odczuwaną przez liczne zastępy inżynierów pracujących w dziale sił wodnych. Nazwiska autorów i wydawców dają czytelnikowi gwarancję, że znajdzie w tej pracy cenne informacje teoretyczne i praktyczne, odpowiadające obecnemu poziomowi nauki. Książka ta powinna się zatem znaleźć w rękach wszystkich inżynierów pracujących w tym i pokrewnych działach budownictwa wodnego, już choćby z tego względu, że będąc dostosowana do naszych stosunków i codziennych potrzeb, daje właściwe i celowe wskaza-

nia dotyczące niewielkich zakładów, u nas wprawdzie dość rozpowszechnionych, wykazujących jednak często poważne braki w założeniu i wykonaniu; podaje je zaś w formie łatwej i przystępnej. Wskazań takich nie znajdzie czytelnik w nowoczesnej literaturze obcej, gdyż ta, tym nieco przestarzałym typem przestała się interesować i zbywa go zaledwie drobnymi wzmiankami, niewystarczającymi ani dla projektanta ani budującego.

Dlatego też należy przypuszczać, że ogół naszych inżynierów skwapliwie z niej skorzysta, dotyczy to zwłaszcza tych, którzy pracując na prowincji, spotykają się niemal codziennie z tymi problemami technicznymi, czy to jako projektanci lub budownicy zakładów o sile wodnej, czy też jako urzędnicy administracyjni, orzekający w sprawach konsensowych i budowlanych.

Doskonałe usługi odda również i druga część tej pożytecznej publikacji, gdyż dając dobry i łatwy wgląd w cały kompleks ustawodawstwa dotyczącego zakładów o sile wodnej, ochroni inżyniera od przeoczeń i zaniedbań, często bardzo niebezpiecznych dla spraw mu zleconych.

Pożyteczna ta praca, powinna zatem stanowić „vade mecum” każdego inżyniera i wejść w skład bibliotek podręcznych. Niemniej praca ta powinna znajdować się również i bibliotekach naszych władz techniczno-administracyjnych, nie mówiąc o wszelkich kategoriach bibliotek technicznych publicznych, czy też prywatnych.

Dr. J. Łopuszański.

Kronika techniczna

XVII-ty Zjazd Gazowników i Wodociągowców Polskich odbędzie się w Bydgoszczy i w Inowrocławiu w dniach od 25 — 28 czerwca 1935 r. Jako tematy referatów zjazdowych przyjęto: Gazownictwo w gospodarce energetycznej, racjonalne podstawy organizacji przedsiębiorstw miejskich, materiały stosowane w budownictwie wodociągowo-kanalizacyjnym: beton, kamionka oraz stal i żeliwo, urządzenia wodociągowo-kanalizacyjne, uzdrowiska, wartość porównawcza obecnych sposobów dezynfekcji wody w wodociągach i kąpieliskach, wreszcie techniczne urządzenia przy obrocie produktów spożywczych.

W Zjeździe wezmą udział prócz techników krajowych również delegaci organizacji zagranicznych.

Sekretariat Zjazdu mieści się w Warszawie, ul. Krucza 38, m. 4, tel. 9-84-26.

Bibliografia

Książki nadane do Redakcji.

L. Mrazec, G. Macovei et D. Stefanescu, I. P. Voitesti, R. Noth, A. Pustowka, J. Strzetelski, K. Tołwiński. „Karpaty i Przedgórze“ (Les Karpates et L'avant Pays) III. „Zjawiska diapiryzmu oraz geologia złóż bitumicznych Rumunii“. Redagował: K. Tołwiński, wydał: Karpacki Instytut Geologiczno-Naftowy. Warszawa-Borysław-Lwów 1935. Skład główny: Kasa im. Mianowskiego, Warszawa, Nowy Świat 72. Prace tworzące powyższy tom, są drukowane równolegle w dwóch językach, polskim i francuskim. Pięć map i liczne ryciny stanowią wyposażenie wydawnictwa, którego obszerniejszą recenzję postaramy się zamieścić w jednym z przyszłych numerów.

„Wyniki Spostrzeżeń Meteorologicznych dokonanych w r. 1933 w Obserwatorium Politechniki we Lwowie“ Nakładem Obserwatorium Politechniki we Lwowie.

„Biuletyn Wodociągowo-Kanalizacyjny“, Organ poświęcony sprawom wodociągowo-kanalizacyjnym i urządzeń techniczno-zdrowotnych w Polsce. Kwartalnik. Rok II. Nr. 1, kwiecień, 1935. Redakcja i Administracja: Warszawa/Praga, Florjańska 6.

W dniu 23 maja b. r. gościliśmy w sali odczytowej Członka Honorowego P. T. P. Profesora Dra Inż. Maksymiljana Hubera z Warszawy, który wygłosił odczyt p. t. „Zagadnienie prostego toru kolejowego o szynach spawanych pod wpływem naprężeń cieplnych“.

Z sali odczytowej P. T. P.

„Budowa wieży zamknięć sztolniowych przy przegrodzie w Porąbce“. Odczyt pod powyższym tytułem wygłosił kol. Inż. Stanisław Serafin na tygodniowym zebraniu członków P. T. P. we środę dnia 29 maja 1935. Był to trzeci z kolei odczyt dotyczący zakładu wodnego na Sole. Wiadomość o dwu poprzednich odczytach Prelegenta była podana w Nr-ze 8 ym *Czasopisma Technicznego*. Ten cykl odczytów odbył się staraniem Sekcji Hydrotechnicznej P. T. P.

TREŚĆ: Od Redakcji. — Prof. E. Hauswald: Maszyna w życiu gospodarzem. — Prof. E. Bratro: Maszyna w nowoczesnym budownictwie drogowym. — Inż. St. Ochęduszek: Nowa charakterystyka kotła. — Inż. Wł. Haczewski: Charakterystyka wad i ocena stali węglowej na podstawie próby makroskopowej. — Z. Majewski: Wady cienkich blach alupolonowych i stopień ich szkodliwości z punktu widzenia korozji. — Wiadomości z literatury technicznej. — Recenzje i krytyki. — Kronika techniczna. — Bibliografia. — Z sali odczytowej.

Adres Redakcji i Administracji:
Lwów, ul. Zimorowicza 1. 9.
 Konto P. K. O. 151.857.
 Telefon Nr. 226-60.
 Prenumerata kwartalna wynosi z przesyłką poczt. w kraju **8 zł.**
 Numer pojedynczy kosztuje: **1 zł. 60 gr.**

Ogłoszenie jednorazowo na $\frac{1}{4}$ str.	Zł. 240
„ „ „ $\frac{1}{3}$ „	120
„ „ „ $\frac{1}{4}$ „	80
„ „ „ $\frac{1}{8}$ „	50
„ „ „ $\frac{1}{16}$ „	30

Na pierwszej i ostatniej stronie ceny o 25% wyższe. Przy kilkakrotnych lub stałych ogłoszeniach odpowiedni opust.

Redaktor naczelny i odpowiedzialny Inż. Dr. W. Aulich.

Nakładem Polskiego Tow. Politechnicznego we Lwowie.