

# HUTNIK

63

9

1953



CZASOPISMO NAUKOWO-TECHNICZNE POŚWIĘCONE ZAGADNIENIOM HUTNICTWA  
WYDAWCA: PAŃSTWOWE WYDAWNICTWA TECHNICZNE - STALINOGRÓD

# T R E S C

	Str.
WŁODZIMIERZ LEKKI. Opieka nad młodymi absolwentami średnich szkół technicznych	273
DR INŻ. ZYGMUNT WUSATOWSKI. Rekrytalizacja i korozja międzykrystaliczna miękkiej stali	275
INŻ. JÓZEF TABIN. Postępy defektoskopii ultradźwiękowej	278
INŻ. HENRYK GAUZE. Przemiał węgla w koksowniach	285
NOWOŚCI Z DZIEDZINY HUTNICTWA	288
WŚRÓD KSIAŻEK	295
NOTATKI BIBLIOGRAFICZNE	297
PRZEGLĄD CZASOPISM	298
KRONIKA	300



## СОДЕРЖАНИЕ

В. ЛЕККИ. Забота о молодые кадры оканчивающие средние технические учебные заведения
З. ВУСАТОВСКИ. Рекристаллизация и межкристаллическая коррозия мягкой стали
И. ТАБИН. Успехи ультразвуковой дефектоскопии
НОВОСТИ ИЗ ОБЛАСТИ МЕТАЛЛУРГИИ
КРИТИКА
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ЗАМЕТКИ
ОБЗОР ЖУРНАЛОВ
ХРОНИКА

## CONTENTS

W. LEKKI. Care of young students of intermediate technical schools
Z. WUSATOWSKI. Recrystallization and intercrystalline corrosion of mild steel
J. TABIN. Progress of ultrasonic defectoscopy
H. GAUZE. Coal crushing in coke-oven plants
METALLURGICAL NEWS
NEW BOOKS
BIBLIOGRAPHICAL NOTES
REVIEW OF PERIODICALS
CHRONICLE

---

ADRES REDAKCJI I ADMINISTRACJI: STALINOGRÓD, UL. STAWOWA 19. TEL. 324-44/45  
KOLPORTAŻ: PPK „RUCH“ STALINOGRÓD, UL. 3 MAJA 16. TEL. 375-43

---

WARUNKI PRENUMERATY: ABONAMENT: OPŁATA NORMALNA ROCZNIE 108,— ZŁ.

---

KONTO PKO STALINOGRÓD III 17763/110. CENA ZESZYTU POJEDYNCZEGO 9,— ZŁ.

---

# HUTNIK

CZASOPISMO NAUKOWO-TECHNICZNE POŚWIĘCONE ZAGADNIENIOM HUTNICTWA

ROCZNIK XX

STALINOGRÓD — WRZESIEŃ 1953

NR 9

WŁODZIMIERZ LEKKI

331.7

## Opieka nad młodymi absolwentami średnich szkół technicznych

*Zadania stojące przed szkołą. — Współpraca pomiędzy młodymi a starymi kadrami. — Dotychczasowe formy opieki nad młodymi kadrami. — Organizacyjna forma opieki nad młodymi technikami. — Korzyści wynikające dla zakładu pracy z należytej pracy z młodymi kadrami.*

### 1. Zadania stojące przed szkołą

Partia i Rząd postawiły przed szkołą, a zwłaszcza przed średnią szkołą zawodową (technikum) zadanie o wielkiej doniosłości państwowej.

Zadaniem tym jest wychowanie uświadomionych politycznie, uzbrojonych w naukowy światopogląd, wysoce wykształconych i wszechstronnie rozwiniętych obywateli kraju budującego socjalizm, gorąco miłujących swoją ojczyznę, zdyscyplinowanych, pełnych twórczej inicjatywy, aktywnych budowniczych społeczeństwa socjalistycznego.

Stale rozwijający się przemysł hutniczy wymaga systematycznego dopływu dużej ilości wysoko kwalifikowanych kadr technicznych. W bardzo dużym stopniu przemysł ten zasilają w kadry technika zawodowe. Absolwenci, młodzi technicy, nie są jednak praktycznie przygotowani do natychmiastowego objęcia stanowisk w produkcji przewidzianych nakazami pracy. Dlatego też, aby jak najszybciej przygotować młodych techników do objęcia wyznaczonych w nakazach pracy stanowisk, zakłady pracy powinny rozpocząć pracę w przemyśle absolwentów otoczyć troskliwą opieką.

### 2. Współpraca pomiędzy młodymi a starymi kadrami

Praca nad podniesieniem poziomu ideologicznego i zawodowego młodego technika nie kończy się w szkole. Jeżeli odpowiedzialność za wykonanie zadania postawionego przed szkołą spada w głównej mierze na cały kolektyw nauczycielski z dyrektorem szkoły na czele, to z chwilą przejścia absolwentów do produkcji dalsze wychowanie ich obarcza cały aktyw polityczny, społeczny i zawodowy (przede wszystkim personel inżynierijno-techniczny) zakładu pracy łącznie z dyrektorem.

Z powyższego wynika, że w zakładzie pracy powinna nastąpić jak najściślejsza współpraca pomiędzy starymi i młodymi kadrami.

Tow. Stalin uczy nas: „Co się tyczy młodych kadr, to nie posiadają one, rzecz prosta, tego doświadczenia, hartu, znajomości rzeczy, siły orientacji, jakie mają stare kadry. Ale po pierwsze, młode kadry stanowią olbrzymią większość, po wtóre są młode i nie grozi im na razie, że staną się niezdolne do pracy, po trzecie mają pod dostatkiem poczucia tego, co nowe — tę drogocenną cechę każdego pracownika bolszewickiego i po czwarte, rosną i uczą się tak szybko, rozwijają się tak gwałtownie, że niedaleki jest czas, gdy do-

gonią kadry stare, kroczyć będą ramię przy ramieniu z nimi i staną się ich godną zmianą.“

A więc zadanie polega na tym, żeby wziąć kurs na skojarzenie, na połączenie kadr starych i młodych w jednej wspólnej orkiestrze kierowniczej pracy partii i państwa.“ (J. Stalin — Zagadnienie Leninizmu — Książka 1947 — strona 547).

Ze słów tych wynika, że nasz zakładowy aktyw powinien żyć zagadnieniem jak najszybszego doszkolenia swoich młodych kadr. Nie ulega wątpliwości, że opiekę nad młodymi technikami powinien rozłożyć zwłaszcza zespół pracowników inżynierijno-technicznych oraz Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Przemysłu Hutniczego. Niemniej zakładowa organizacja związkowa nie może się izolować od tej pracy. Podstawowa Organizacja Partyjna powinna natomiast wziąć w swoje ręce kierownictwo polityczne i oprzeć się w swojej pracy na organizacji Zetempowskiej.

### 3. Dotychczasowe formy opieki nad młodymi kadrami

Jeśli idzie o dotychczasowe formy opieki nad młodymi kadrami, a w szczególności technikami, trzeba stwierdzić, że są one bardzo różnorodne.

Jedno jest pewne, że formy ich w przemyśle hutniczym nie wypracowano, że nie zorganizowano jej należycie oraz że przebieg jej jest w przeważającej części żywiołowy. Wykazały to bezpośrednie rozmowy z absolwentami, ich wypowiedzi na zjazdach zorganizowanych przez szkoły oraz kontrola przeprowadzona w terenie.

Ażeby to zagadnienie lepiej zrozumieć, wypada wyjaśnić, co właściwie obejmuje pojęcie: opieka nad absolwentami. Często bowiem sprowadza się ona tylko do trosk o warunki bytowo materialne absolwenta, a to jest niewystarczające.

Właściwa opieka powinna obejmować:

- podniesienie poziomu ideowo-politycznego absolwenta,
- podniesienie praktycznej i teoretycznej znajomości zawodu,
- czuwanie nad zabezpieczeniem należytych warunków bytu absolwentów, do czego zobowiązują przepisy, które w naszym państwie są wyrazem troski zakładu pracy o byt pracownika.

Obecnie przebieg opieki zależy często od własnej inicjatywy poszczególnych kierowników, którym przydzielono młodych techników. Niejednokrotnie młodego absolwenta pozostawia się samemu sobie i dopiero za-

leżnie od swej inwencji wciąga się on sam w życie zakładu pracy i opanowuje praktycznie zawód. Czas wrastania młodego technika w środowisko pracy jest niejednakowy, a często z braku zainteresowania się nim, pozostaje nawet bardzo długo w oderwaniu od tego środowiska, z którym powinien się powiązać. Wszystkie dotychczasowe formy opieki w różnym stopniu wykazały następujące błędy:

1. niewłaściwe zatrudnienie techników według otrzymanej specjalizacji w szkole (np. zatrudnienie ich w biurach),
2. niezaznajomienie młodych techników z organizacją pracy zakładu, obowiązującymi przepisami o ochronie tajemnicy państwowej i służbowej oraz niezabezpieczenie socjalistycznej dyscypliny pracy,
3. niezapoznanie techników z procesem technologicznym podstawowych wydziałów produkcyjnych zakładu pracy,
4. niezapoznanie nowej kadry techników z szczegółowym przebiegiem procesu produkcyjnego i warunkami pracy na wydziale produkcyjnym, na które absolwentów skierowano nakazami pracy,
5. nieuaktywnienie techników w pracy społecznej, politycznej i kulturalno - oświatowej zakładu pracy,
6. zbyt mała jeszcze troska o należyte zabezpieczenie warunków bytu absolwentów.

Błędy te wynikają z tego, że dotychczasowych form nie ujęto w odpowiednie ramy organizacyjne oraz z braku odpowiedniej kontroli ze strony czynników społeczno-politycznych.

Tow. Stalin w roku 1935 mówił:

„Nie nauczone się u nas jeszcze cenić ludzi, cenić pracowników, cenić kadr“ (J. Stalin „Zagadnienie Leninizmu“ str. 45, 1947 r.).

Tow. Bolesław Bierut na IV Plenum Komitetu Centralnego Polskiej Zjednoczonej Partii Robotniczej powiedział:

„Brak stałej codziennej troski o wychowanie pracowników, bezduszne, biurokratyczne traktowanie ich pracy i ich potrzeb ze strony kierowników — to największa przeszkoda, hamująca wzrost kadr, to główna przyczyna niedomagań na tym odcinku, to istotne źródło grożącego nam poważnie niebezpieczeństwa opóźnień i zahamowań w realizacji naszych celów.“ (Nowe Drogi nr 2 (20), 1950 r., str. 43).

Jeśli się jeszcze zważy, że w bieżącym roku przemysł hutniczy zasili znowu ponad 2000 techników oraz że przed naszym przemysłem stoi, między innymi zadanie pełnego uruchomienia Huty im. Bolesława Bieruta w Częstochowie i Nowej Huty, to zagadnienie kadr staje się zagadnieniem podstawowym.

Oto dlaczego wynika potrzeba przebudowy naszej pracy dotyczącej opieki nad młodymi absolwentami i konieczność skupienia uwagi na zadaniach wychowania i planowego przygotowania niezbędnych państwu, gospodarce narodowej oraz przemysłowi hutniczemu nowych kadr techników.

#### 4. Organizacyjna forma opieki nad młodymi technikami

Pojęcie i konieczność stosowania zorganizowanych form opieki nad absolwentami omówiono powyżej. Obecnie należy się zastanowić nad samą organizacją opieki. Aby zrealizować te zadania dyrektorzy zakładów pracy w porozumieniu z czynnikami społeczno-politycznymi powinni wyznaczyć spośród personelu inżynierskiego stałego opiekuna absolwentów, którego obowiązkiem byłoby:

- a. Przeprowadzenie indywidualnych rozmów z absolwentami z chwilą ich zatrudnienia na zakładzie pracy w celu zapoznania się z kierunkiem ich dotychczasowej specjalizacji oraz opracowanie w porozumieniu z kierownikami wydziałów harmonogramu doszkalania praktycznego. Zadaniem tego doszkalania byłoby zapoznanie absolwentów z organizacją zakładu pracy, obowiązującymi przepisami z zakresu bezpieczeństwa i higieny pracy, ochrony tajemnicy państwowej i służbowej, zabezpieczeniem socjalistycznej dyscypliny pracy, z procesem technologicznym podstawowych wydziałów produkcyjnych zakładów pracy i z szczegółowym przebiegiem procesu produkcyjnego oraz warunkami pracy na wydziale produkcyjnym, na który skierowano absolwenta nakazem pracy;
- b. Kontrola przechodzenia absolwentów przez poszczególne stanowiska pracy w okresie doszkalania według opracowanego harmonogramu;
- c. Wciąganie absolwentów do aktywnej pracy społeczno-politycznej w zakładzie pracy;
- d. Czuwanie nad zabezpieczeniem należytych warunków bytu absolwentów (zgodnie z obowiązującymi przepisami);
- e. Przeprowadzenie raz w miesiącu konsultacji z absolwentami.

Przy tak zorganizowanej opiece absolwenci powinni przede wszystkim przejść w zakładzie pracy doszkolenie praktyczne w kolejności podanej w punkcie „a“, a więc od ogólnego zapoznania się z zakładem pracy do pracy na stanowisku wyznaczonym nakazem pracy. Z chwilą rozpoczęcia pracy na wydziale, na który absolwenta skierowano, powinien on pracować na wszystkich stanowiskach, rozpoczynając od stanowiska robotnika wykwalifikowanego.

Okres praktycznego przygotowania absolwentów powinien w zasadzie trwać 6 miesięcy z tym zastrzeżeniem, że czas doszkalania na poszczególnych stanowiskach określa szef wydziału w uzgodnieniu z ich opiekunem — zależnie od umiejętności i opanowania pracy przez absolwenta.

Młodzi technicy objęci doszkalaniem powinni prowadzić specjalne dzienniki zajęć kontrolowane przez zainteresowanych szefów wydziałów łącznie z opiekunem. Poza tym szefowie wydziałów powinni przeprowadzać raz na tydzień konsultację z absolwentami, aby się zorientować w postępach doszkalania. Powinni oni również wpływać na swoich nowych młodych pracowników, by brali czynny udział w życiu społecznym, politycznym i kulturalnym zakładu pracy poprzez uczęszczanie na narady produkcyjne, zebrania załogowe itp.

W okresie doszkalania absolwenci otrzymują wynagrodzenie ustalone w nakazach pracy.

Wydaje się, że przy należytej kontroli opracowana forma opieki wcielona w życie, powinna dać pozytywne wyniki.

#### 5. Korzyści wynikające dla zakładu pracy z należytej współpracy z młodymi kadrami

Dobra współpraca z młodymi kadrami to nie tylko zabezpieczenie sobie przez zakład dopływu pracowników, a tym samym pokrycie dużego niedoboru, ale to równocześnie realizacja zasad Stalinowskiej polityki kadrowej.

Znaczyć to będzie, że:

- a. cenimy, dbamy i szanujemy kadry,
- b. poznajemy wady i zalety każdego młodego pracownika i widzimy, na jakim stanowisku mogą się rozwinąć jego zdolności,



- c. troskliwie wychowujemy kadry, a pomagając każdemu czyniącemu postępy pracownikowi w podniesieniu się na wyższy szczebel przyspieszamy jego rozwój,
- d. we właściwym czasie możemy śmiało wysuwać młode kadry na wyższe stanowiska,
- e. rozmieszczamy pracowników w ten sposób, że każdy czując się na swoim miejscu stosownie do uzdolnień włoży w budownictwo socjalizmu maksimum wysiłku.

Reasumując możemy powiedzieć, że zakład pracy, który roztoczy zorganizowaną opiekę nad młodymi technikami, osiągnie to, że rozmieszczenie kadr będzie odpowiadało wymaganiom linii politycznej.

Roztaczamy troskliwą opiekę nad wszystkimi młodymi technikami, aby jak najprędzej włączyli się oni z żywym zapałem do pracy w naszej produkcji, której treścią jest budowa nowej ojczyzny, wolnej od wyzysku człowieka przez człowieka, Polski Socjalistycznej.

Dr inż. ZYGMUNT WUSATOWSKI

669.14.018.264 : 620.196.2

## Rekrystalizacja i korozja międzykrystaliczna miękkiej stali

*Rekrystalizacja miękkiej stali i jej związek z występowaniem substancji międzykrystalicznej. — Korozja międzykrystaliczna i jej przyczyny. — Wpływ substancji międzykrystalicznej na mechanizm odkształceń.*

Dotychczasowe badania nie wyjaśniły całkowicie wpływu zgniotu na zjawisko rekrystalizacji stali.

Według Halla [1] rekrystalizacja występuje tylko w razie, jeśli w układzie (a raczej w jego członach) została nagromadzona energia. W razie podgrzania metalu energia ta się wyzwala, wywołując rekrystalizację. Substancja międzykrystaliczna stanowi przeszkodę do dalszego rozrastania się ziarn i w ten sposób wpływa na ich wielkość. Takim czynnikiem w stali jest cementyt i od jego przemian zależy tak rozrost ziarn jak i rekrystalizacja. Nie można również zaprzeczać działania innym wydzieleniom, zwłaszcza azotom i siarczkom żelaza, manganu oraz miedzi.

Walcowanie na zimno (zgniot) powoduje zniszczenie substancji międzykrystalicznej oraz jej przemieszczenie, dlatego metal zgnieciony na zimno łatwo rekrystalizuje (rys. 1).

Wiadomo, że podczas walcowania na zimno miękkiej stali istnieje krytyczny zakres zgniotu (3 do 25 %) oraz krytyczny zakres temperatur wyżarzania rekrystalizującego (650 do 850 °C), które powodują powstanie nadzwyczaj grubego ziarna (rys. 2). Jeżeli stopień zgniotu przekracza zakres krytyczny, otrzymamy po wyżarzeniu rekrystalizującym strukturę drobnodziarnistą.

A. Hayes i R. Burns [2] badali strukturę oraz własności stali zgniecionej na zimno i wyżarzonej. Badania ich dotyczyły walcowania na zimno z gniotem 0 do 60 % oraz wyżarzania w skrzyni przy 730 °C przez 4 godziny ze studzeniem z szybkością 15 °C na godzinę. Rysunek 2 przedstawia otrzymane struktury. Możemy stwierdzić, że szkodliwy zakres zgniotu wynosi 7,5 do 30 %. W tym zakresie otrzymujemy po wyżarzeniu przy 730 °C duże ziarna i zanik substancji międzykrystalicznej. Rysunek 3a wiąże się z tym bezpośrednio; przedstawia on wykresy rozciągania próbek z tych samych blach zgniecionych i wyżarzonych przy 600 °C oraz 730 °C.

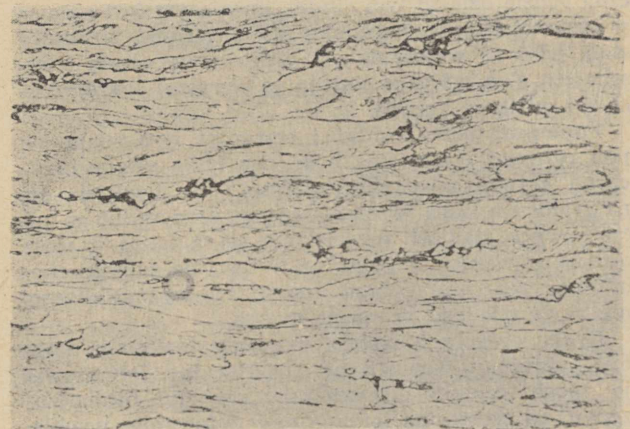
Wyżarzanie przy 600 °C nie spowodowało w tych warunkach pełnej rekrystalizacji, struktura pozostała drobna, a wykresy rozciągania wykazują podwójną granicę plastyczności. Ilość cementytu na granicy ziarn rośnie i powoduje wzrost  $Q_r$  przy małych stopniach zgniotu. Nie można natomiast wytłumaczyć skoku  $Q_r$  pomiędzy 15 i 20 % stopnia zgniotu.

Wyżarzanie przy 730 °C spowodowało rozpuszczenie azotków na granicach zgniecionych ziarn. Na skutek zaniku granic ziarn nastąpiła szybka rekrystalizacja. Ciekawe, że bardzo powolne studzenie w tym zakresie

nie powoduje wydzielenia na granicach ziarn, co objawia się zanikiem podwójnej granicy plastyczności na wykresie rozciągania (rys. 3b) i powoduje zanik granic ziarn na szlifie (patrz rys. 2). Zgniot ponad 10% powoduje znowu wydzielenie się substancji międzykrystalicznej i powstawanie podwójnej granicy plastyczności. Możliwe, że przy takim stopniu zgniotu linie poślizgu stają się granicami nowych kryształów, a jeden ze składników, przypuszczalnie cementyt, na skutek znacznego stopnia zgniotu może wykazywać opóźnioną rozpuszczalność. Bardzo powolne studzenie w jeszcze większym stopniu wzbogaca istniejącą już substancję międzykrystaliczną, co widać z wykresów rozciągania.

Rysunek 4 [2] przedstawia zmiany własności wytrzymałościowych tych samych stali po wyżarzeniu przy 600 i 730 °C. Granicą zmian przebiegu własności wytrzymałościowych jest 20 % zgniotu. Powyżej 20 % zgniotu własności przebiegają równolegle, co dowodziłoby, że wpływ temperatur 600 czy 730 °C na stal jest taki sam. Wyniki wyżarzania w górnym zakresie temperatur krytycznych, a więc około 830 °C byłyby niezmiernie ciekawe. Przypuszczalnie przy tej temperaturze rozpuszczalność powinna wystąpić w szerszym zakresie zgniotu.

Ponieważ azotki rozpuszczają się przy 400 do 500 °C możemy sądzić, że rozpuszczalność azotków na granicach ziarn jest przyczyną początku rekrystalizacji stali zgniecionej na zimno, gdyż ten zakres temperatur pokrywa się z dolnym zakresem temperatur rekry-



Rys. 1. Stal węglowa miękka walcowana na zimno zgniotem 70 %,  $\times 380$

stalizacji po odkształceniu plastycznym, przy czym cementyt rozpuszczony w ziarnach ferrytu w tym zakresie temperatur jeszcze przypuszczalnie się nie wydziela. Możliwe, że zgniot powoduje opóźnienie wydzielenia się cementytu z ziarn  $\alpha$ , tak że zamiast pomiędzy 560 i 650 °C to wydzielenie się następuje dopiero pomiędzy 650 i 850 °C, powodując szkodliwe zjawisko gruboziarnistości i wydzielenia na granicach ziarn. Możliwe także, że zgniot, czyli naprężenia są przyczyną utrudnionej rozpuszczalności cementytu już raz wydzielonego na granicach ziarn podczas podgrzewania stali, co obserwował Whitley [3].

Wnioski te potwierdzają także zjawisko rekrytalizacji blach po walcowaniu na gorąco. Dolny zakres rekrytalizacji takich stali leży znacznie wyżej niż podczas walcowania na zimno, gdyż sięga 750 °C.

Po walcowaniu na gorąco poniżej 900 °C stal miękka zawsze wykazuje pewien zgniot, któremu ulega także cementyt na granicach ziarn. Azotki przy tych temperaturach znajdują się w roztworze. Zgniecenie substancji międzykrystalicznej podwyższa przypuszczalnie temperaturę rekrytalizacji do około 750 °C, a więc do zakresu wydzielenia się cementytu trzeciorzędowego z blach zgniecionych na zimno.

W każdym razie zjawisk tych dotychczas jeszcze nikt tak nie tłumaczył.

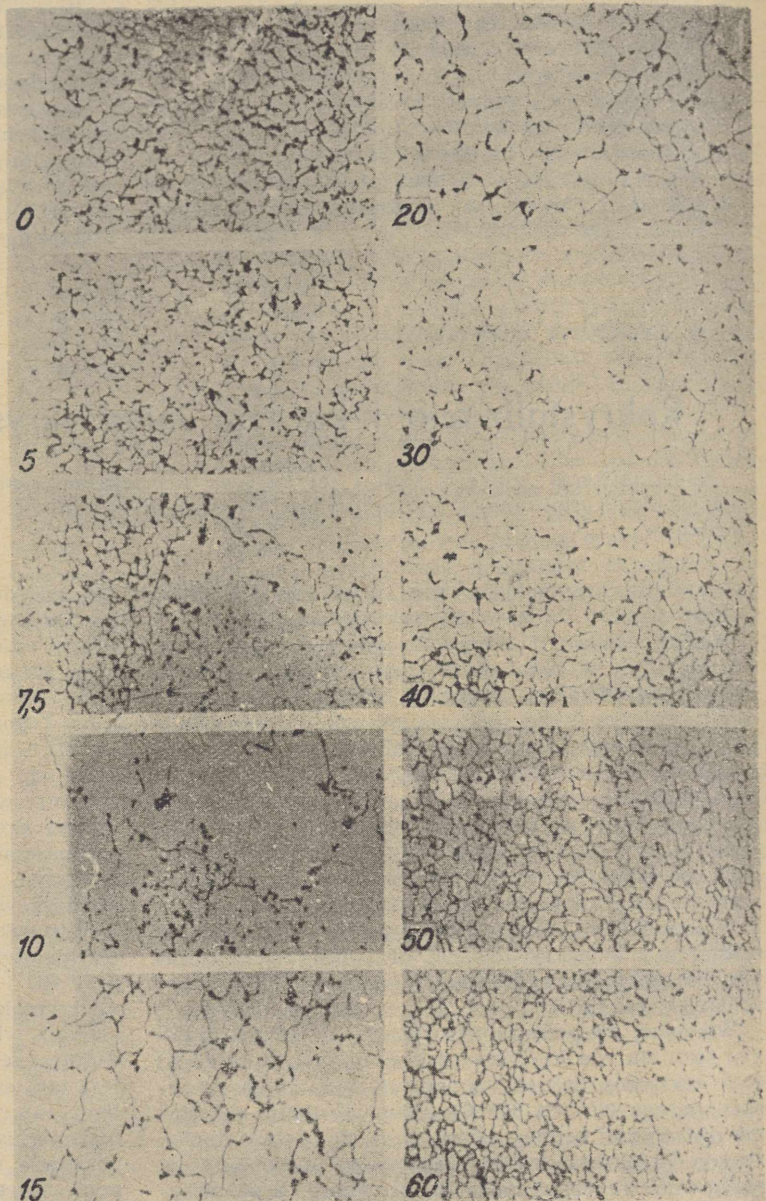
Jeśli zakładamy, że korozję międzykrystaliczną [4, 6] powoduje różnica potencjałów sąsiednich miejsc w stali (rys. 5), staje się dla nas jasne, że następujące czynniki będą powiększać wpływ korozji:

1. różnice w strukturze dwu sąsiednich miejsc w stali i łączące się z tym różnice w składzie chemicznym, jak to ma miejsce pomiędzy ziarnem a substancją międzykrystaliczną [5];
2. różnice w wewnętrznych naprężeniach pomiędzy ziarnem a substancją międzykrystaliczną [5].

Jeśli więc na granicy ziarn występują znaczne wydzielenia o odmiennej budowie krystalograficznej i odmiennym składzie chemicznym, jak np. cementyt i azotki, to będą one przyczyną korozji międzykrystalicznej. Substancja międzykrystaliczna będzie działać tym silniej, im większa jest różnica w potencjałach w stosunku do pozostałej struktury stali, gdyż ze wzrostem siły elektromotorycznej miejscowych elementów w stali musi wzrastać także szybkość i wielkość korozji.

Ponieważ tlenki, azotki i cementyt wydzielają się pod różnymi postaciami, będą one tylko wtedy przyczyną korozji międzykrystalicznej, gdy wydzielią się na granicach ziarn. W stanie rozpuszczonym lub w początkowych stadiach wydzielenia się, a także w razie związania w nierozpuszczalne w ferrycie związki chemiczne, jako przyczyna korozji międzykrystalicznej nie mogą one być brane po uwagę.

Drugą przyczyną korozji międzykrystalicznej mogą być naprężenia wewnętrzne, strukturalne. Powodować je mogą czynniki zewnętrzne, jak np. nieznaczny zgniot, co często ma miejsce przy nitowaniu, wyoblaniu, cięciu na nożycy na zimno, tłoczeniu itp. Wreszcie naprężenia strukturalne mogą mieć przyczyny we-



Rys. 2. Mikrostruktura miękkiej stali o różnym stopniu zgniotu, wyżarzanej w skrzyni przez 4 godziny, przy 730 °C i studzonej z szybkością 3,9 °C/godz,  $\times 100$

wewnątrz samego metalu, spowodowane np. różnicą współczynników wydłużenia składników stopu metalu, szczególnie zaś wydzieleniem się roztworu przechłodzonego jednego ze składników w „stanie krytycznego rozproszenia.“

Różnice w naprężeniach pomiędzy ziarnami a substancją międzykrystaliczną muszą oczywiście powodować różnicę potencjałów i prowadzić do korozji międzykrystalicznej.

Wszystkie zjawiska wydzielenia się w stali, a więc i wydzielenie się w „stanie krytycznego rozproszenia“, które powodują znaczny wzrost naprężeń strukturalnych, muszą prowadzić do spotęgowania objawów korozji międzykrystalicznej. Można przypuszczać, że różnice naprężeń prowadzą szybciej do korozji międzykrystalicznej niż różnica składu chemicznego.

Za przyczynę korozji musimy uznać naprężenia powstałe na skutek „zderzenia“ się dwu różnych krystalitów, o różnej orientacji krystalograficznej oraz

wzrost naprężeń spowodowanych wydzieleniem się w „stanie krytycznego rozproszenia” lub na granicach ziarn, przy czym według Houdremonta [5] linie płynięcia mogą być także miejscami powstawania korozji międzykrystalicznej.

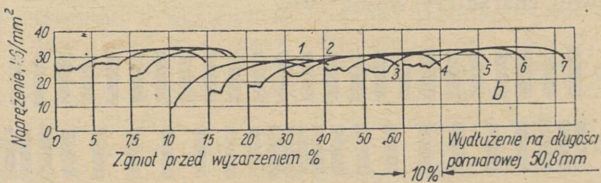
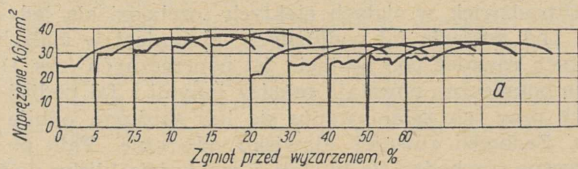
W wytrzymałości materiałów występują zjawiska, których nie da się pogodzić z dotychczasowymi poglądami na strukturę stali. Do takich należy założenie izotropowości, a więc równokierunkowości i jednorodności odkształcanego sprężysto czy też plastycznie metalu. Również hipotezy wyteżenia opierają się na założonych własnościach pojedynczych kryształów. W tym celu zakłada się, że odkształcenia plastyczne kryształów zachodzą jedynie przy poślizgu lub tworzeniu się bliźniaków, w pewnych ściśle określonych płaszczyznach krystalograficznych i kierunkach poślizgu.

Pomiędzy budową pojedynczego kryształu a wielokryształiczną budową metalu zachodzi jednak olbrzymia różnica. Nierównomierne, poprzerastane granice ziarn, dowolna orientacja krystalograficzna poszczególnych ziarn, wytworzenie się w wielu wypadkach twardej i kruchej substancji międzykrystalicznej na granicach ziarn, w przeciwieństwie do plastycznego i podatnego środka ziarn, każą rozpatrywać układ wielokryształiczny odrębnie od jednokryształowego. Układ wielokryształowy stanowi często zbiorowisko ziarn plastycznych powiązanych kruchym i twardym szkieletem międzykrystalicznym lub (może to zachodzić w innych metalach) twarde i kruche ziarna powiązane plastycznie miękką substancją międzykrystaliczną.

Na skutek całkowitego wzajemnego powiązania takiej budowy odkształcenie jednego choćby ziarna powoduje niejednorodny stan naprężeń na granicach ziarn i w sąsiednich anizotropowych ziarnach.

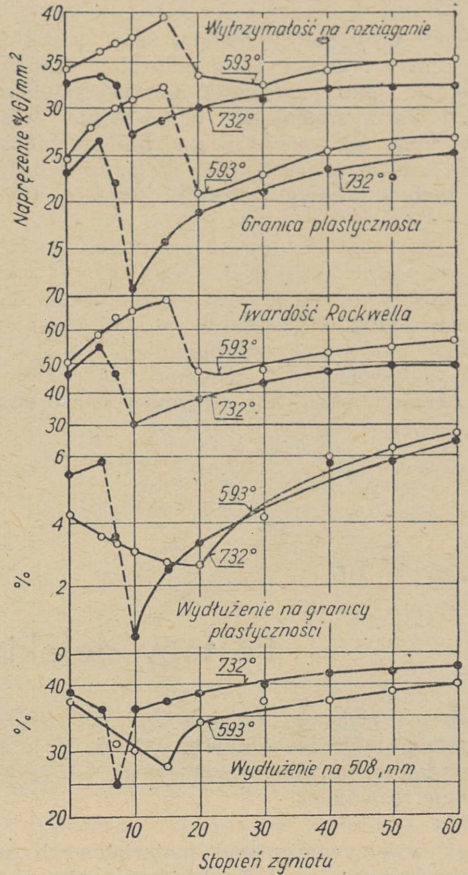
W metalu o twardym szkielecie międzykrystalicznym obciążenie przyłożone do pręta rozkłada się przede wszystkim na twarde szkielet, który zachowuje się jak ciało kruche o wysokiej granicy sprężystości, lecz o małej zdolności do odkształceń.

Z chwilą gdy naprężenia przekroczą granicę plastyczności szkieletu, musi się on plastycznie odkształcić. Granica ziarn jest więc tą strefą, gdzie odbywa się początkowe plastyczne odkształcanie miękkiej stali.

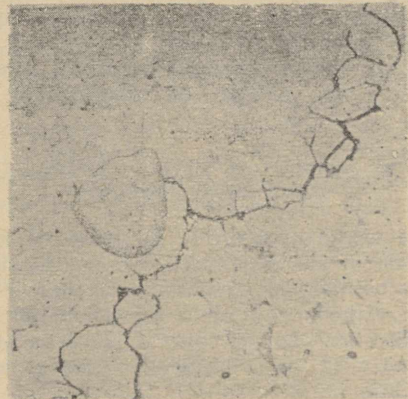


Rys. 3. Wpływ zgniotu przed wyżarzeniem na kształt wykresu rozciągania miękkiej stali, wyżarzanej w skrzyni przy 730 °C i 600 °C

a — walcowana na zimno i wyżarzona przy temperaturze 600 °C w ciągu 4 godzin, studzona z szybkością 3,9 °C na godz.  
b — walcowana na zimno i wyżarzona przy temperaturze 730 °C, studzona z szybkością 3,9 °C na godz.



Rys. 4. Własności wytrzymałościowe miękkich blach po zgniotcie, wyżarzanych w skrzyni przy 600 i 730 °C



Rys. 5. Pęknięcie spowodowane korozją międzykrystaliczną na skutek starzenia się, według Oberhoffera [6]

Gdy substancja międzykrystaliczna została odkształcona plastycznie, a więc gdy naprężenia przekroczyły już górną granicę plastyczności i zbliżają się do dolnej granicy plastyczności, wtedy właściwe ziarna rozpoczynają przejmować naprężenia, odkształcając się plastycznie przez poślizgi i tworzenie bliźniaków, gdyż do tego zakresu mogły odkształcać się tylko wspólnie z substancją międzykrystaliczną. Zjawisko to przebiega dalej powodując utwardzenie się metalu.

Miękka stal zachowuje się więc w początkowych stadiach naprężenia podobnie jak ciało kruche, a po przekroczeniu granicy plastyczności jak ciało plastyczne.

## Wnioski

Z całości wywodów<sup>1)</sup> wynika, że w miękkich stalach cementyt i azotki mają naturalną dążność wydzielenia się jako substancja międzykrystaliczna na granicach ziarn, zmieniając odpowiednio własności miękkiej stali (np. powstawanie linii płynięcia, podwójnej granicy plastyczności itp.). Inne fazy wydzielenia tych składników należy uważać raczej za chwilowe i nietrwałe.

Dotychczas ogólnie przypuszczano, że poniżej  $A_{C1}$  w stali nie zachodzą żadne zmiany. Tymczasem stwierdzamy w niej ciągły cykl przemian aż do temperatur otoczenia. Przemiany te zmieniają nieraz w zasadniczy sposób własności stali.

Celem dalszych badań powinno być pokierowanie tymi przemianami tak, aby otrzymać stałe o optymal-

<sup>1)</sup> Porównaj artykuły Z. Wusatowskiego w czasopiśmie „Hutnik” w zeszytach nr 6, 7 i 8 z 1953 r.

nych własnościach lub ustabilizowanie przemian w postaci najmniej szkodliwej.

## Literatura

1. F. Halla. Kristallchemie und Kristallphysik metallischer Werkstoffe. Lipsk 1951.
2. A. Hayes i R. Burns. The cold rolling of mild steel sheets and strip. A. S. M. Symposium, the Working of Metals. Cleveland 1936.
3. J. Whiteley. The solution of cementite in Iron and its precipitation. Journal of the Iron and Steel Institute, t. 116, 1927, część II, str. 293/310.
4. Z. Wusatowski. Wpływ przemian substancji międzykrystalicznej na własności miękkich stali węglowych. Prace Badawcze GIM, Warszawa, 1951, nr 6.
5. E. Houdremont. Handbuch der Sonderstahlkunde. Berlin 1943.
6. P. Oberhoffer. Das technische Eisen. Berlin 1935, str. 267 ÷ 272, 360 ÷ 393 i 518 ÷ 553.

Inż. JÓZEF TABIN

620.179.16

## Postępy defektoskopii ultradźwiękowej

*Fizyczne podstawy defektoskopii ultradźwiękowej. — Przegląd używanych metod i ich zastosowań do różnych wyrobów metalowych: metoda echa przy zastosowaniu fal podłużnych i poprzecznych, metoda przepuszczania, metoda rezonansowa. — Uzyskiwanie obrazów ultradźwiękowych. — Wykrywalność wad. — Tendencje rozwojowe.*

Metoda wykazywania wad materiałowych za pomocą ultradźwięku, czyli defektoskopia ultradźwiękowa, była już kilkakrotnie omawiana na łamach piśmiennictwa hutniczego [1, 2, 3, 4]. W ciągu niedługiego czasu, który upłynął od opublikowania tych artykułów, wykazała ona silną dynamikę rozwojową i znacznie zmieniła swoje oblicze. Niektóre odmiany tej metody, powstałe przed kilku laty, zdołały już wykazać swoją wielką wartość dla nauki i dla przemysłu [5], inne, nowsze, od razu zyskały poważne znaczenie.

## Współczesne poglądy na fizyczne podstawy defektoskopii ultradźwiękowej

Drgania ultradźwiękowe mają własności identyczne z własnościami światła, a więc rozchodzą się prostoliniowo, a odbijają się i załamują zgodnie z prawami optyki. Przeszkody zbyt małe w porównaniu z długością fali ultradźwiękowej nie dają echa ani cienia, gdyż ultradźwięk ugina się wokół nich, podobnie jak fale świetlne.

Własności ultradźwięku, zbliżone do własności światła, umożliwiły ultradźwiękowe „prześwietlanie” przedmiotów zarówno przezroczystych, jak i nieprzezroczystych dla światła. Użycie terminu „prześwietlanie” odnośnie do fal ultradźwiękowych jest również usprawiedliwione jak zwykle już stosowanie tego terminu do metod rentgenowskich.

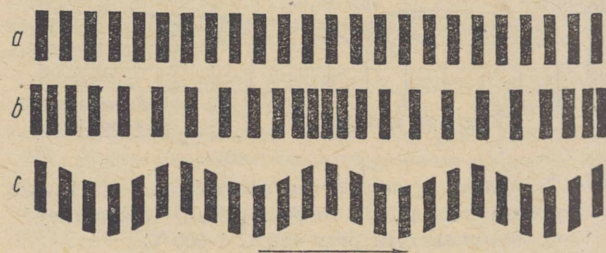
Oprócz zasadniczego podobieństwa istnieją jednak również zasadnicze różnice między falami ultradźwiękowymi a świetlnymi. Przede wszystkim wiele ośrodków nieprzezroczystych dla fal świetlnych można swobodnie prześwietlać ultradźwiękiem na długości nawet kilku metrów. Przezroczystość materiału dla fal ultradźwiękowych zależy nie tylko od jego rodzaju i struktury krystalicznej, ale również od częstotliwości drgań ultradźwiękowych. Przy niższych częstotliwościach, rzędu 50 000 drgnień na sekundę (0,05 Mc/sek),

bada się gumę, natomiast stal, która znacznie słabiej tłumia ultradźwięk, bada się zazwyczaj przy częstotliwości 1 ÷ 5 mln drgnień na sekundę (1 ÷ 5 Mc/sek).

Wielkość odbicia się ultradźwięku na granicy dwóch ośrodków zależy od stosunku ich oporności akustycznych, a więc od stosunku iloczynów gęstości danego ośrodka i szybkości rozchodzenia się w nim fal ultradźwiękowych. Między ciałami stałymi a gazami istnieje pod tym względem tak wielka różnica, że ultradźwięk praktycznie biorąc w ogóle nie przechodzi przez granicę ośrodka stałego i gazowego. Na granicy ośrodka stałego i ciekłego również zachodzi silne odbicie, jednakże przechodzący ultradźwięk da się już wyszukać do celów technicznych.

Ultradźwięk w ciałach ciekłych rozchodzi się jedynie pod postacią fal podłużnych, natomiast w ciałach stałych również pod postacią fal poprzecznych (rys. 1). Fale poprzeczne powstają między innymi z fal podłużnych przy ich załamaniu się lub skośnym odbijaniu. Zachodzi również zjawisko odwrotne. Fale poprzeczne rozchodzą się w stali z szybkością blisko dwa razy mniejszą niż fale podłużne, a ich długość przy tej samej częstotliwości jest blisko o połowę mniejsza.

Kilka czynników nadaje defektoskopii ultradźwiękowej charakterystyczne rysy.



Rys. 1. Ideowy schemat odkształceń

a — ośrodek w spoczynku b — fale zgęszczania (podłużne), c — fale ścinania (poprzeczne)



W defektoskopii wytwarza się drgania ultradźwiękowe z drgań elektrycznych za pomocą przetworników elektroakustycznych, które stanowią płytki piezokwarcowe. Płytkę taką umieszcza się w oprawce, tworząc w ten sposób tzw. sondę, połączoną zazwyczaj giętkim kablem z resztą aparatu. Odbiór drgań ultradźwiękowych odbywa się albo za pomocą tej samej sondy, albo drugiej, identycznie zbudowanej.

Przy wszelkich badaniach ultradźwiękowych trzeba fale ultradźwiękowe przeprowadzić dwukrotnie przez powierzchnię badanego przedmiotu. W tym celu przestrzeń między przedmiotem a sondą trzeba wypełnić jakimś ośrodkiem ciekłym, ponieważ nawet zupełnie cienka warstwa powietrza powoduje praktycznie całkowite odbicie ultradźwięku. Pomimo tej sprzęgającej warstwy cieczy na styku sond i powierzchni badanego przedmiotu następuje załamywanie się fal na każdej nierówności powierzchni. W ten sposób wewnątrz badanego przedmiotu oglądamy jakby przez matową szybę. Stopień tej „matowości“ zależy od równości i gładkości powierzchni; na skutek tego rozpoznawalność wad zależy w znacznej mierze od tych cech powierzchni badanego przedmiotu.

Głównym przedmiotem badań ultradźwiękowych są metale i inne materiały mające przeważnie budowę krystaliczną. Przeważnie nie zauważa się wpływu ziarnistości materiału, niekiedy jednak — w razie gdy struktura jest specjalnie gruboziarnista (np. struktura wlewków) lub niezwykle wielkich częstotliwości ultradźwięku — wpływ ten występuje i mniej lub więcej wyraźnie obniża czułość, a w krańcowych przypadkach całkowicie uniemożliwia przeprowadzenie badań. Ziarnistość materiału jest zasadniczą przyczyną ograniczającą czułość badań ultradźwiękowych nawet gdy powierzchnia jest dokładnie obrobiona.

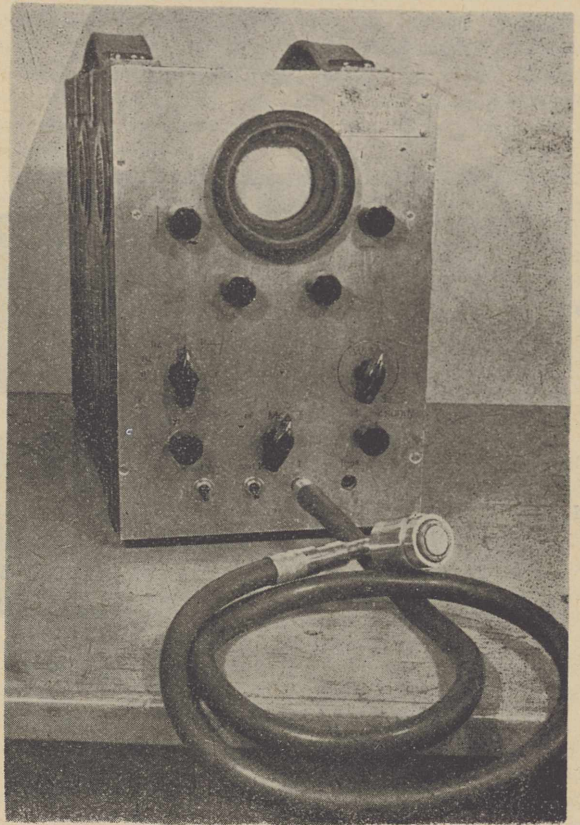
Na podłożu tych trudności rozwinęła się technika defektoskopii ultradźwiękowej. Największe znaczenie uzyskały metody stosunkowo proste, jakkolwiek informują o wnętrzu materiału dość jednostronnie. Informacje te są mimo to niezwykle cenne, ponieważ nie można ich zdobyć żadnym innym sposobem, najczęściej zaś wystarczają do stwierdzenia, czy badany przedmiot nadaje się do użytku, czy też nie.

#### Metoda echa przy zastosowaniu fal podłużnych

Metoda ta znalazła najszerze zastosowanie. Posługując się uniwersalnym aparatem (rys. 2) można tą metodą badać znaczny asortyment wyrobów. Jeśli chodzi o jakość powierzchni, warunki stosowania tej metody są mniej uciążliwe niż warunki stosowania innych metod. Nierówności powierzchni zmniejszają czułość badania, mimo to jednak jest ona stosunkowo duża.

Badanie odbywa się bardzo prosto, polega bowiem na przesuwności sondy po nasmarowanej olejem powierzchni przedmiotu.

Ta właśnie metoda uwidacznia największą zaletę ultradźwięku, a mianowicie zdolność ujawniania małych nawet wad ze znacznej odległości (rys. 3). Dzięki temu metoda echa znalazła zastosowanie do badania wałów i innych dużych odkuwek na kosztowne i ważne części maszyn [6—12]. W tym zakresie metoda echa jest bezkonkurencyjna. Badanie jest stosunkowo szybkie. Często można je przeprowadzić we wczesnych stadiach obróbki mechanicznej i zakwalifikować odkuwki jako wadliwe lub dobre. Zwykle zdarza się pewien niewielki procent odkuwek wadliwych, mających wady tak małe, że trudno jest rozstrzygnąć, czy dyskwalifikują one odkuwkę, czy też nie. Badanie ultradźwiękowe i w tych wypadkach dostarcza więcej materiału faktycznego niż jakiegokolwiek inne badanie



Rys. 2. Defektoskop uniwersalny wykonany w Instytucie Metalurgii

nie niszczące. Dużo trudności sprawia tu odróżnienie wtrąceń niemetalicznych od pęknięć.

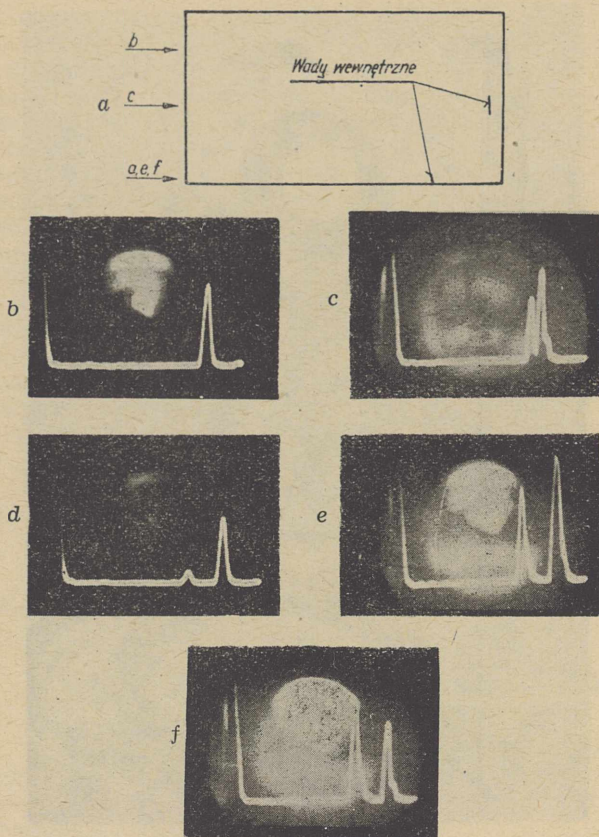
W dużych odkuwkach zdarzają się niekiedy obszary gruboziarniste, pochłaniające ultradźwięk [8]. Odkuwki takie poddaje się powtórnemu starannemu badaniu ultradźwiękowemu i w razie niestwierdzenia innych wad przeważnie kwalifikuje jako zdadne do ruchu. Obserwowano również odbicia od ziarn w obszarach grubej struktury [13] na odkuwkach ze stali stopowych nie ulepszonych cieplnie. Odbicia te występują tylko w tym wypadku, gdy wielkość ziarn jest równa połowie lub większa od połowy długości fali ultradźwiękowej (rzędu 1 mm).

Wysoki poziom techniki badania ultradźwiękowego wielkich odkuwek zawdzięczamy licznym badaniom sprawdzającym, w czasie których przecinano wybrakowane lub podejrzane odkuwki i poddawano próbom wytrzymałościowym i metalograficznym.

Ostatnio rozwinęło się też szeroko ultradźwiękowe badanie osi lokomotyw i wagonów kolejowych. Wykrywa się przeważnie wady pochodzenia zmęczeniowego, zapobiegając w ten sposób wypadkom podczas ruchu [14, 15]. Badanie przeprowadza się podczas okresowych przeglądów bez wymontowywania osi.

Z dalszych wyrobów metalowych badanych metodą impulsowa należą wymienić kęsy, płyty i grube blachy, niektóre odkuwki średniej wielkości, odlewy i wiele innych. Oprócz stali metoda impulsowa bada się również aluminium i inne stopy lekkie, a ostatnio również materiały ceramiczne [16].

Do niedawna wysuwano wątpliwości, czy żeliwo szare nadaje się do badania ultradźwiękiem ze względu na zawartość grafitu, który wykazuje właściwość silnego tłumienia drgań wszelkiego rodzaju. Próby przeprowadzone ostatnio w Instytucie Metalurgii w Gliwicach wykazały, że ultradźwiękowe badanie że-



Rys. 3. Badanie boku stalowego długości 300 mm defektoskopem jednokryształkowym

*a* — szkic badanego boku, *b* — badanie w miejscu zdrowym. Widoczne echo przedniej i echo tylnej ścianki, *c* — badanie w miejscu wadliwym; między echemi przedniej i tylnej ścianki widoczne echo wady; częstotliwość 1 Mc/sek; *d* — badanie w innym miejscu wadliwym; częstotliwość 1 Mc/sek; *e* — badanie jak pod *d*, lecz częstotliwość 2,2 Mc/sek; *f* — badanie jak pod *d*, lecz częstotliwość 5 Mc/sek

liwa szarego może dawać wyniki zupełnie wystarczające do celów praktycznych. Grafit powoduje zmniejszenie zasięgu. Zależy ono od wielkości płytek grafitu. Gdy grafit jest średniej wielkości (według skali GOST), można wykrywać wady o średnicy 2 mm z odległości 100 mm przy użyciu częstotliwości 1,5 Mc/sek.

Do badania walców lanych na odległość ponad 2 m trzeba zamiast zwykłych płytek piezokwarcowych używać specjalnych przetworników elektroakustycznych. Podczas badań opisanych przez Ellisa [17] zwiększono czułość przez powiększenie powierzchni przetwornika. Ponieważ odpowiednio duże kryształy piezokwarcowe należą do rzadkości, użyto zespołu kwarców umocowanych obok siebie, czyli tzw. mozaiki, o średnicy przeszło 60 mm.

Badanie przedmiotów drobnych, zwłaszcza o skomplikowanych kształtach, należy do trudniejszych zagadnień defektoskopii ultradźwiękowej. Badanie ogranicza się przeważnie do najniebezpieczniejszych przekrojów. Pewnym ulepszeniem w tej dziedzinie jest zanurzanie całych badanych przedmiotów w wodzie. Umożliwia ono silne skupienie wiązki ultradźwiękowej, a przede wszystkim wprowadzenie ultradźwięku w głąb przedmiotu przez powierzchnie silnie zakrzywione lub niewielkie odcinki powierzchni płaskich. W ten sposób udostępniono dla badań ultradźwiękowych prawie wszystkie przekroje przedmiotów o skomplikowanych kształtach, jak np. koła zębate i części samolotów. Dla uniknięcia zakłóceń od odbić wielokrotnych w wodzie między sondą a badanym przedmiotem, umieszcza się sondę w dość dużej odległości

od powierzchni przedmiotu. Metoda wymaga znacznej staranności, a zwłaszcza precyzyjnego ustawienia sond, ponieważ na granicy woda-metal łatwo następuje silne załamywanie się fal ultradźwiękowych, które może je skierować w zupełnie niewłaściwym kierunku. Używa się przeważnie większych częstotliwości, od 5 do 15 Mc/sek.

Dużą trudność sprawia badanie wlewków ze względu na ich grubą krystaliczną strukturę, tłumiącą silnie drgania ultradźwiękowe, a jest ono pożądane, ponieważ wlewki często mają pęknięcia lub nadmiernie rozległe jamy usadowe, powodujące braki w czasie późniejszej obróbki [20, 21]. Dla uniknięcia odbić od granic ziarn używa się stosunkowo małej częstotliwości, a mianowicie 0,7 Mc/sek. Do badania wlewków skonstruowano specjalny przetwornik elektroakustyczny w postaci mozaiki ze sztucznych kryształów piezoelektrycznych umocowanych obok siebie na elastycznej podkładce. Duża czynna powierzchnia zapewnia znaczną czułość, a elastyczna podkładka umożliwia docięnięcie kryształów nawet do nierównej, pofałdowanej powierzchni.

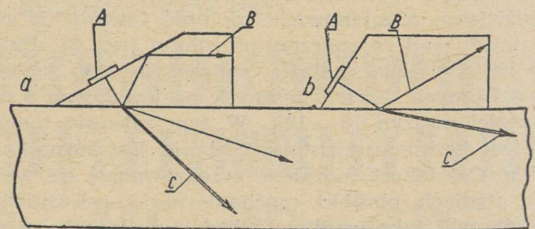
Badanie 20-tonowego wlewka trwa półtorej godziny, ale na oczyszczenie jego powierzchni w niektórych miejscach zużywa się dodatkowo około 5 robotnikogodzin. Do czyszczenia używa się szlifierki wahadłowej.

#### Metoda odbić przy zastosowaniu fal poprzecznych

Początkowo w defektoskopii, jak w całej zresztą technice ultradźwiękowej, używano wyłącznie fal podłużnych. Proponowano wprowadzić wyzyskanie fal poprzecznych, wytwarzanych w płycie kwarcowej wraz z falami podłużnymi, ale fal tych nie można było wprowadzić do wnętrza materiału, ponieważ odbijają się one całkowicie na styku kwarcu z metalem, nawet w razie pokrycia styku olejem czy inną cieczą.

W ostatnich latach rozwinęła się technika wytwarzania fal poprzecznych wprost na powierzchni badanego przedmiotu. W tym celu kierujemy fale podłużne skośnie na powierzchnię przedmiotu przez klin z takiego materiału, w którym szybkość ultradźwięku jest mniejsza niż w badanym przedmiocie. Na granicy obu materiałów następuje załamanie się fal ultradźwiękowych, przy czym wytwarzają się fale poprzeczne (rys. 4). Fale ultradźwiękowe powinny padać dostatecznie skośnie, aby nastąpiło całkowite odbicie się fal podłużnych, gdyż inaczej wskutek występowania dwóch rodzajów fal, rozchodzących się z różną szybkością, otrzymałoby się na ekranie aparatu zamątwiane i trudne do interpretacji obrazy. Odbite fale podłużne powinny być szybko stłumione wewnątrz klina, aby nie powodowały zakłóceń.

Fale poprzeczne stosuje się szeroko do badania blach, a zwłaszcza spoin w blachach (rys. 5). Dla zbadania całości materiału sondę należy przesuwac zyg-



Rys. 4. Wytwarzanie fal poprzecznych

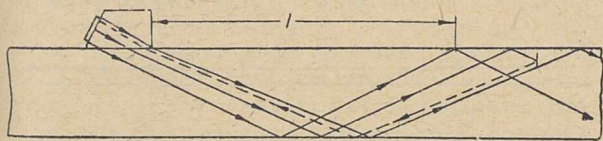
*a* — sonda wadliwa; fale podłużne wnikają w głąb przedmiotu; *b* — sonda prawidłowa; fale podłużne ulegają całkowitemu odbiciu  
Oznaczenia: A — płytki kwarcowa, B — fale podłużne, C — fale poprzeczne

zakciem przez całą szerokość blachy. Długość poszczególnych odcinków zygzaka jest równa odcinkowi  $l$  na rys. 6. Ten sam rysunek wyjaśnia, jak dzięki odbiciom ultradźwięków wędruje wzdłuż blachy, nawet jeśli ona jest wygięta w kształt bębna lub rury. Metodą tą wykrywa się pęknięcia i inne wady prostopadłe do powierzchni blachy. Dokładne badania [22, 23] wykazały, że kontrola spoin tą metodą jest czulsza od badania rentgenowskiego i umożliwia wykrycie większej ilości wad. Do wyjątków należą wypadki przeoczenia przez ultradźwięki wady, którą mogłyby wykazać promienie X.

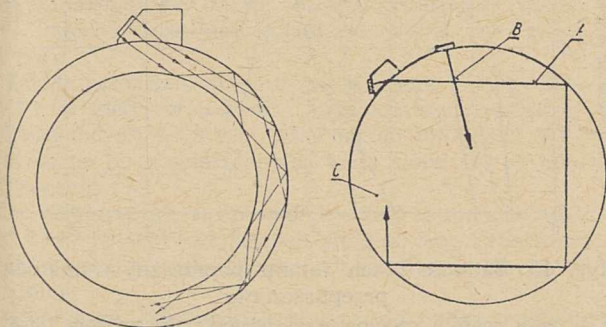
Opracowano również sposób badania rurociągów energetycznych [24]. Rysunek 6 przedstawia sposób rozchodzenia się fal ultradźwiękowych w płaszczyźnie poprzecznego przekroju rury. Badanie ultradźwiękowe dało doskonałe wyniki, natomiast inne metody okazały się bądź za kosztowne, bądź w ogóle nieprzydatne.

A. Pardus [25] opisuje metodę badania cienkich rurek o średnicy 2 mm i ściance grubości 0,25 mm, polegającą na przepuszczaniu fal ultradźwiękowych wzdłuż rurki. W sondzie znajdował się klin z plastyku, podobnie jak w sondach do wytwarzania fal poprzecznych. Częstotliwość wynosiła 1 Mc/sek. Do precyzyjnego ustawienia sondy na rurce użyto specjalnego uchwytu. Starannie nastawiano również kąt padania fal ultradźwiękowych na rurkę. Czulość uzyskano nadzwyczajną: karb głębokości 0,05 mm dawał zupełnie wyraźne odbicie z odległości 500 mm.

W latach powojennych zdarzyło się w Anglii kilka groźnych pęknięć nitowanych kotłów parowych [26]. Pęknięcia te powstawały zazwyczaj w blachach pod samą główką nitów, a więc w miejscu niedostępnym dla badań magnetycznych. W poszukiwaniu innej metody badania zastosowano metodę ultradźwiękową. Jak się okazało, za pomocą fal poprzecznych można było dotrzeć pod główki nitów, czy też pod nakładki, przytłaczając sondę do powierzchni kotła obok nitowanego połączenia. Badanie przeprowadzano od wnętrza kotła za pomocą aparatu specjalnie małych rozmiarów. Dwóch ludzi mogło przebadać jeden walczak o 500 nitach w ciągu dwóch dni. Użyteczność metody sprawdzono przez roznitowanie kilkunastu walczaków prze-



Rys. 5. Badanie pęknięć i spoin w blachach falami poprzecznymi. Widoczne odbicie od wady (linia kreskowana)



Rys. 7. Badanie krążków

A — kierunek fal poprzecznych  
B — kierunek fal podłużnych  
C — wada

Rys. 6. Badanie rur falami poprzecznymi

badanych ultradźwiękowo i poddanie ich magnetycznym badaniom proskopowym. Stwierdzono, że ultradźwięki jest wystarczająco czuły, wykazał bowiem wszystkie wadliwe miejsca, a na 57 przebadanych walczaków wykazał jako wadliwy tylko jeden nie zawierający wad.

Doskonałe wyniki osiągnięte za pomocą fal poprzecznych przy badaniu blach zachęciły do zastosowania ich również do badania wyrobów, które dotychczas badano za pomocą fal podłużnych [7]. Snowden opisuje badanie za pomocą fal poprzecznych bardzo odpowiedzialnych odkuwek w kształcie krążka. Fale poprzeczne przebiegają przez wnętrze krążka w innych kierunkach niż fale podłużne (rys. 7) ujawniły wady (np. pęknięcia koncentryczne) nie wykryte przez fale podłużne. Prócz tego stwierdzono bardzo dużą czulość fal poprzecznych.

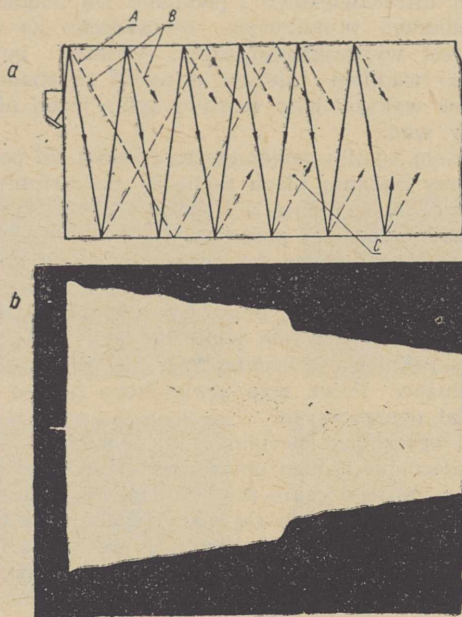
Juwan opracował specjalną metodę badania kęsów [27]. Z nieco niejasnego opisu można wywnioskować, że użył on do tego celu również fal poprzecznych. Mechanizm rozchodzenia się ultradźwięku jest u Juwana następujący (rys. 8): Sonda skierowuje impulsy ultradźwiękowych fal poprzecznych skośnie pod powierzchnię kęsa, wskutek czego przebiegają one zygzakiem przez cały kęs. Przy każdym odbiciu się fal poprzecznych wytwarzają się impulsy fal podłużnych. Impulsy te przebiegają przez cały kęs znacznie szybciej niż impulsy fal poprzecznych i pojawiają się na ekranie aparatu jeden po drugim zanim zdążyły powrócić fale poprzeczne. Amplituda każdego z tych impulsów zależy przede wszystkim od natężenia fal poprzecznych w chwili wytwarzania danego impulsu, a więc amplitudy impulsów są miarą natężenia fal poprzecznych wzdłuż kęsa. Ponieważ fale ultradźwiękowe są tłumione, więc impulsy na ekranie zmniejszają się ze strony lewej ku prawej. W miejscu gdzie się znajduje wada, tłumienie ultradźwięku jest znacznie większe, a na ekranie aparatu widać szybsze zmniejszanie się amplitudy impulsów. Niekiedy występują również echa wad. Metoda ta jest znacznie czulsza od zwykłej metody przepuszczania, a oprócz tego badanie kęsów odbywa się bardzo szybko. Autor nie podaje, jakiej trzeba powierzchni, można jednak wnioskować, że powinna ona być równa i gładka, np. obrobiona mechanicznie.

Wydaje się możliwe zastosowanie metody Juwana do badania wałów. Metoda ta, pozwalająca na przeprowadzanie badania jedynie od powierzchni czołowej, nadawałaby się doskonale do badania wałów zabudowanych, gdyż nie wymagałaby ich demontażu i dłuższego przestoju całego urządzenia.

### Metoda przepuszczania

Metoda przepuszczania jest najstarszą i teoretycznie najprostszą metodą defektoskopii ultradźwiękowej. Sondy, których jest dwie, umieszcza się z dwóch stron badanego przedmiotu i mierzy natężenie fal ultradźwiękowych przechodzących przez przedmiot. W miejscu wadliwym z reguły występuje znacznie silniejsze tłumienie fal ultradźwiękowych, z którego można wnioskować o istnieniu wady. Stosując tę metodę można używać takiego samego aparatu jak w metodzie echa, przeważnie jednak używa się aparatów mających zamiast ekranu przyrząd wskazówkowy lub odpowiednią sygnalizację.

Kruze [28] rozpatrując przebiegi fal występujące przy badaniu tą metodą, doszedł do pojęcia cienia ultradźwiękowego, występującego za wadą. Cień ten na skutek występowania ugięcia się fal ultradźwiękowych zbiega się stożkowo i nie zawsze pada na ściankę przeciwną. Bergmann [29] omawiając tę



Rys. 8. Badanie kęsów metodą Juvana

a — kierunek fal ultradźwiękowych w kęsie, b — obraz na ekranie aparatu  
Oznaczenia: A — fale poprzeczne, B — fale podłużne, C — wada

pracę wyraża przypuszczenie, że do osiągnięcia praktycznych wyników w metodzie przepuszczania konieczne jest padanie cienia ultradźwiękowego na powierzchnię przedmiotu, a tym samym użycie częstotliwości większych od 10 Mc/sek.

W rzeczywistości całkowity cień ultradźwiękowy występuje raczej wyjątkowo. Przyczyną tego jest nie tylko ugięcie, lecz także odbijanie się fal ultradźwiękowych, dzięki czemu mogą one drogą okrężną dotrzeć poza obszar wadliwy. Wykrywanie wad nie polega więc na wyszukiwaniu obszarów cienia ultradźwiękowego, lecz jedynie na wyszukiwaniu obszarów  $\sigma$  zmniejszonej przenikalności ultradźwięku. O czułości metody decyduje wpływ czynników ubocznych na przenikalność ultradźwięku, przede wszystkim wpływ styku sond z powierzchnią badanego przedmiotu, a następnie wpływ zmian grubości przedmiotu.

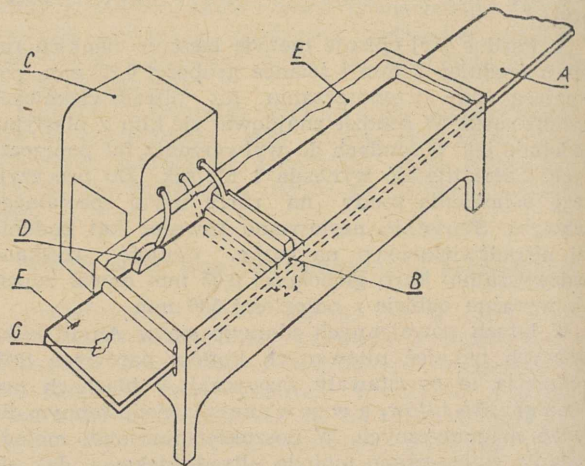
Przedmiot danej grubości przepuszcza najlepiej fale o pewnej określonej częstotliwości, inne zaś gorzej. Nieznaczna zmiana grubości powoduje słabsze tłumienie fal o innej częstotliwości niż poprzednio (przesuwa minimum tłumienia). Dla uzyskania przenikalności mało zależnej od wahań grubości badanego przedmiotu trzeba wskutek tego użyć na raz całego zakresu fal o różnych częstotliwościach. Stosuje się do tego tzw. generatory szumów lub generatory z modulacją częstotliwości.

Najważniejszym zastosowaniem metody przepuszczania jest badanie blach za pomocą aparatów automatycznych. Badane blachy przesuwają się ze znaczną szybkością przez wannę napełnioną wodą, między rzędem sond nadawczych a rzędem sond odbiorczych (rys. 9) [30]. Dzięki wodzie kontakt jest pewny i stały. W miejscach wad aparat automatycznie wybija znak, a równocześnie uruchamia sygnalizację. Czułość aparatu jest regulowana. Przy największej czułości aparat wykazuje rozwarstwienia o średnicy mniejszej niż 1 mm.

W Belgii opracowano aparat do badania przedmiotów metodą stykową, bez zanurzania w wodzie [31]. Do zmniejszenia wpływu nierówności powierzchni służą woreczki gumowe napełnione wodą, umieszczone

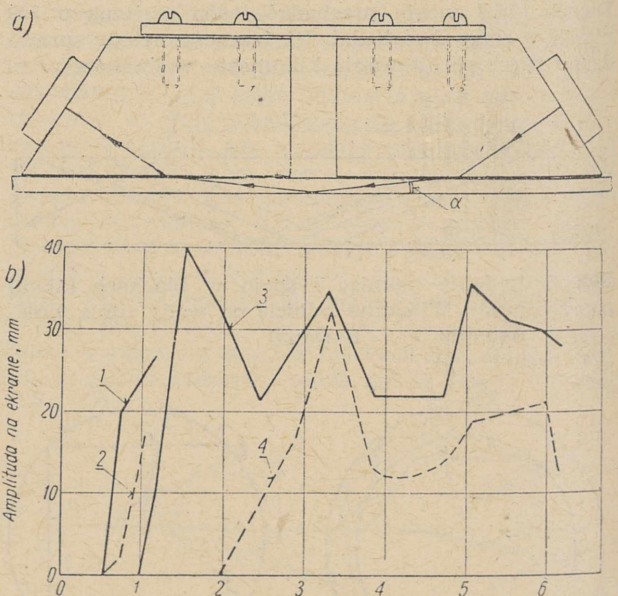
przed płytkami piezokwarcowymi. Mimo to na powierzchni styku woreczka gumowego z metalem łatwo następuje silne załamywanie się fal ultradźwiękowych, wskutek czego konieczne jest precyzyjne ustawianie sond. Czułość i pewność badania tą metodą zależy głównie od sprawności obsługi aparatu. Metoda stykowa umożliwia wykrywanie wad wielkości 1 mm, a nawet mniejszych. Stosuje się ją do badania różnych wyrobów, przede wszystkim jednak do odlewów.

W ubiegłym roku opracowano sposób badania łopatek turbin [32]. Użyto do niego bardzo małej częstotliwości, bo jedynie 0,04 Mc/sek. Wystarczającą czułość uzyskano przez zakończenie sond stożkami o ściętym wierzchołku, a tym samym zmniejszenie powierzchni styku. Badanie przeprowadzono w warunkach przemysłowych na łopatkach turbiny znajdującej się w remoncie. Łopatek nie wybudowywano. Trzy osoby prze-



Rys. 9. Urządzenie do ultradźwiękowego badania blach

A — blacha, B — zespół przetworników elektroakustycznych, C — aparatura elektroniczna, D — przyrząd do wybijania znaków w miejscach wadliwych, E — kąpiel wodna, F — znak, G — woda



Rys. 10. Badanie blach falami poprzecznymi metodą przepuszczania

a — para sond o regulowanym odstępzie do badania blach różnej grubości; b — wykres amplitudy na ekranie w zależności od grubości blachy dla różnych częstotliwości  $f$  i różnych kątów rozchodzenia się fal ultradźwiękowych  $\alpha$ :  
1.  $f = 2,5$  Mc/sek  $\alpha = 45^\circ$ ; 2.  $f = 2,5$  Mc/sek  $\alpha = 30^\circ$ ;  
3.  $f = 2,5$  Mc/sek  $\alpha = 8^\circ$ ; 4.  $f = 1,25$  Mc/sek  $\alpha = 8^\circ$

badają 174 łopatki w ciągu 10 godzin. Wykrywano pory o średnicy trzech milimetrów i mniejsze.

W ubiegłym roku opracowano również metodę badania blach metodą przepuszczania przy użyciu fal poprzecznych (rys. 10) [33]. Fale poprzeczne wytwarza się za pomocą klinów z materiałów plastycznych, podobnie jak przy badaniu metodą odbić. Posługiwano się również aparatem impulsowym z ekranem, ale zamiast impulsów odbitych obserwowano impulsy przechodzące. Badanych blach nie zanurzano w wodzie, lecz smarowano olejem. Metoda ta jest oparta na mało znanym zjawisku całkowitego tłumienia fal poprzecznych w blachach grubości mniejszej od pewnej grubości krytycznej, zależnej od częstotliwości ultradźwięku i od kierunku jego rozchodzenia się. Warunki pracy dobierano tak, aby grubość blachy była tylko nieco większa od grubości krytycznej. Rozwarstwienia dzieliły blachę na dwie cieńsze części, z których każda z osobna tłumiała fale ultradźwiękowe. Podczas prób laboratoryjnych uzyskano zadowalające wyniki. Należy podkreślić, że tą metodą można wykazać małą nawet anizotropię metali, ponieważ przenikalność fal ultradźwiękowych jest w tej metodzie silnie zależna od kierunku ułożenia ziarn.

### Metoda rezonansu

Przedmiot badany ultradźwiękowo pobiera z płytki kwarcowej pewną moc, która ulega silnemu zwiększeniu, jeśli grubość przedmiotu jest równa połowie długości fali ultradźwiękowej lub też wielokrotnościom tej grubości podstawowej. Zjawisko to, zwane rezonansem, wyzyskano do defektoskopii i do mierzenia grubości ścianek. Aparaty stosowane do badań tą metodą opierają się z reguły na zasadzie modulacji częstotliwości, czyli periodycznych zmian częstotliwości drgań ultradźwiękowych. Występujący przy pewnych częstotliwościach wzrost mocy pobieranej z aparatu zostaje wykazany bądź za pomocą słuchawek, bądź też na ekranie aparatu. W tym wypadku pojawia się na ekranie impuls w miejscu odpowiadającym częstotliwości rezonansu.

Metoda rezonansu należy do klasycznych metod pomiarów grubości ścianek dostępnych tylko z jednej strony i jest szeroko stosowana do wykrywania wad. Z impulsów pojawiających się na ekranie można od razu odczytać grubość rezonansu, czyli odległość ścianki tylnej lub odległość wady od ścianki przedniej [34, 35, 36]. Otrzymany obraz jest podobny do obrazu otrzymywanego przy badaniu metodą impulsów, tym bardziej, że szereg wad również w metodzie rezonansu nie wywołuje własnego impulsu, natomiast powoduje zmniejszenie się lub zanik impulsu odpowiadającego tylnej ściance. Badanie komplikuje fakt, że ta sama częstotliwość ultradźwięku może wywoływać rezonans odpowiadający kilku różnym grubościom materiału między przednią ścianką a wadą lub tylną ścianką.

Metoda rezonansu stanowi uzupełnienie metody impulsów w zakresie badania przedmiotów mniejszej grubości (od 0,6 do 8 mm, rzadziej do 100 mm). Wymagania co do powierzchni są takie same jak w metodzie echa.

Do ciekawszych zastosowań metody rezonansu należy badanie grubości ścianek śmigieł oraz cylindrów silników spalinowych odlewanych łącznie ze skrzynką chłodniczą.

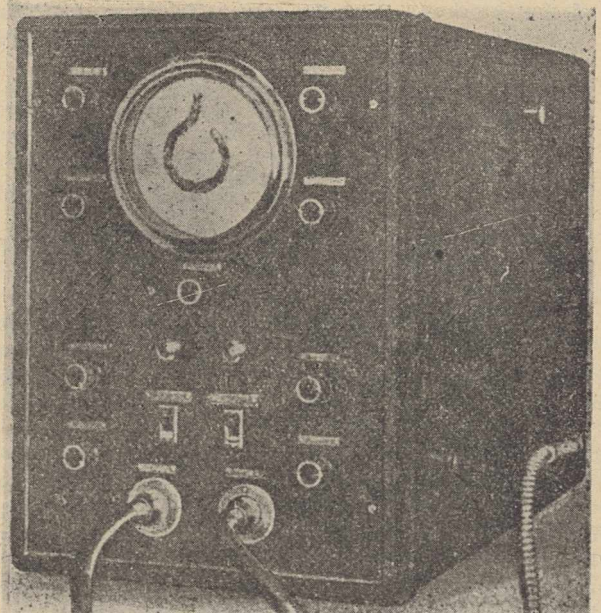
Aparaty na słuchawki, używane do badań metodą rezonansu, buduje się z zasady jako aparaty przenośne bateryjne [37, 38]. Można je używać w warunkach polowych, np. do badania szyn na torach kolejowych. W miejscach łączenia szyn występują niekiedy

pęknięcia, zasłonięte przez nakładki. Szyny bada się przez przytknięcie sondy umocowanej na drążku odpowiedniej długości do ich powierzchni. Pęknięcia szyn powodują zmianę tonu słyszanego w słuchawkach. Badanie jest stosunkowo łatwe, ponieważ aparat waży tylko kilka kilogramów, a w czasie pracy nie trzeba się schylać. Badania takie przeprowadza się okresowo w odstępach od trzech miesięcy do jednego roku.

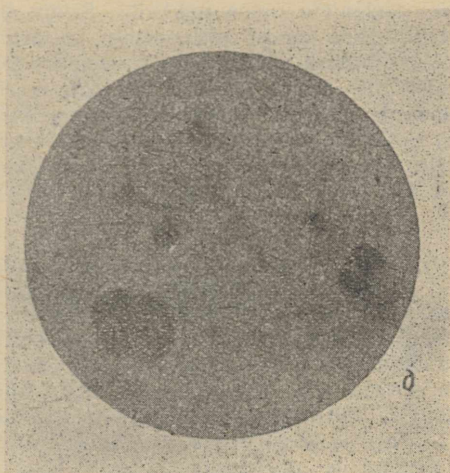
### Uzyskiwanie obrazów ultradźwiękowych

W ostatnich czasach opracowano dwie metody otrzymywania za pomocą fal ultradźwiękowych obrazów podobnych do obrazów otrzymywanych w urządzeniach optycznych. Pierwszą z nich opracował S. Sokołow w ZSRR, drugą R. Pohlmann w Niemczech. Oba te aparaty są zaopatrzone w soczewki ultradźwiękowe, wyrabiane zazwyczaj z mas plastycznych. R. Pohlmann [39] użył zawiesziny drobnego płatkowego proszku aluminiowego w cieczy do przetwarzania obrazów ultradźwiękowych na obrazy widzialne. Poszczególne płatki ustawiają się pod wpływem fal ultradźwiękowych równoległe do ich czoła, wskutek czego zawieszina przybiera jaśniejszy odcień w miejscach większego natężenia fal. Metoda ta nadaje się tylko do badania prostych kształtów, ma więc stosunkowo niewielkie zastosowanie, mimo że umożliwia jednocześnie objęcie wcale znacznej przestrzeni badanego przedmiotu. W ostatnich czasach metoda Pohlmana zaczyna budzić szersze zainteresowanie w świecie technicznym. W ZSRR aparat do badań tą metodą zbudował W. S. Sokołow, uzyskując dzięki pewnym udoskonaleniom większą kontrastowość [40]. Również w USA i w Anglii rozpoczęto produkcję tego rodzaju aparatów [41, 42].

S. Sokołow [43] zastosował do otrzymywania obrazów ultradźwiękowych technikę telewizyjną. Skonstruował on specjalną lampę elektronową, która zamienia obraz ultradźwiękowy na sygnał elektryczny, analogiczny do sygnału otrzymywanego w studio telewizyjnym. Mikroskop ultradźwiękowy umożliwia otrzymywanie powiększeń o wielkości ograniczonej tylko przez zdolność rozpoznawczą fal ultradźwiękowych. Mikroskop Sokołowa ma duże znaczenie naukowe, ale brak jeszcze danych o możliwości jego zastosowania do praktycznej defektoskopii (rys. 11 i 12).



Rys. 11. Mikroskop ultradźwiękowy Sokołowa [5]



Rys. 12. Obraz drobnych wad w folii aluminiowej otrzymany w mikroskopie Sokołowa (powiększenie  $33\times$ ), [5]

### Wykrywalność wad ultradźwiękiem

Czułość różnych metod zależy przede wszystkim od częstotliwości fal ultradźwiękowych, a następnie od rodzaju powierzchni badanego przedmiotu oraz położenia i ewentualnie nachylenia wady. Poniżej zestawiono dane różnych autorów, które niestety nie zawierają informacji o częstotliwości ultradźwięku i jakości powierzchni; podają one minimalną wielkość wykrywalnych wad, wyrażoną w milimetrach lub procentach odległości wady od sondy. Większość tych danych można uważać za granicę możliwości danego aparatu:

1. Mikroskop ultradźwiękowy Sokołow, ZSRR: 0,03 mm [5].
2. Defektoskop Sperry, USA (metoda odbić): 1‰ o odległości wady [30, 44], 4‰ o odległości wady [7, 18].
3. Defektoskop Hughes, Anglia (metoda echa): 5‰ o odległości wady [9].
4. Defektoskop Hughes, Anglia (metoda przepuszczania): wtrącenia niemetaliczne grubości 0,02 mm, pęknięcia o długości 1 mm [46].
5. Defektoskop Krautkrämer, Trizonia (metoda echa): 1 mm<sup>2</sup> w odległości od 50 do 500 mm [45].
6. Defektoskop Brush, USA (metoda przepuszczania): 1 mm średnicy [30].
7. Defektoskop specjalny, Juwan, Austria: pęknięcia powierzchniowe głębokości 0,2 mm, szerokości 0,013 mm [27].

### Kierunki rozwoju

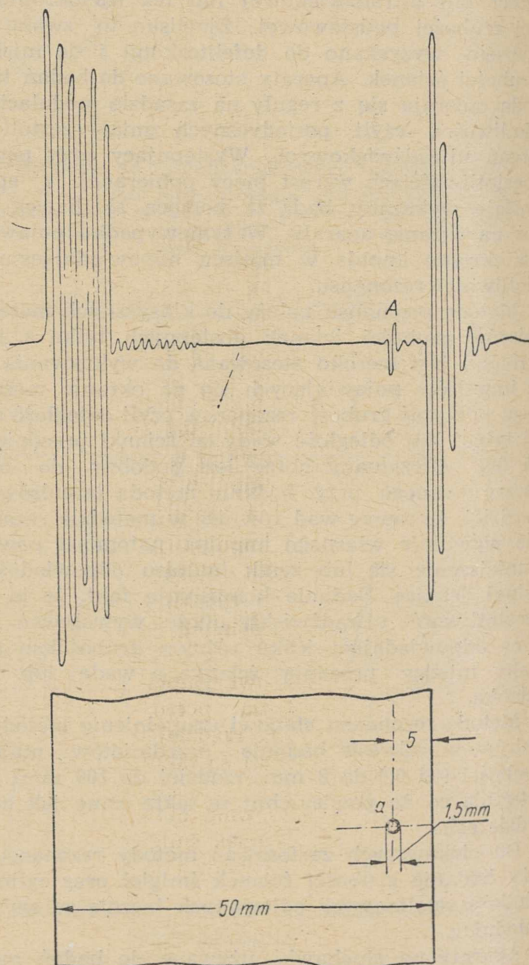
Defektoskopia ultradźwiękowa wyszła z okresu prób i doświadczeń, stając się metodą szeroko stosowaną do kontroli produkcji przemysłowej. Dla laboratoriów ma ona mniejsze znaczenie, gdyż przy badaniu pojedynczych próbek zwykle dopuszcza się do ich zniszczenia, nie biorąc przy tym pod uwagę kosztów badania; ponadto dokładność badania ultradźwiękowego może nie być wystarczająca do celów laboratoryjnych. Jeśli chodzi o kontrolę produkcji, niszczenie wyrobów nie jest dopuszczalne, natomiast koszt badania powinien być jak najniższy, a dokładność badania może nie być tak wielka, gdyż głównym celem badania jest segregacja wyrobów na zdatne do użytku i wybrako-

wane. Tutaj defektoskopia ultradźwiękowa oddaje cenne usługi. Należy podkreślić, że wymaga ona dostosowania urządzeń pomocniczych (sond, uchwytów itp.) do każdego rodzaju wyrobów. Urządzenia te można z łatwością przysposobić do kontroli seryjnej, natomiast wykonywanie ich do badania pojedynczych sztuk przeważnie się nie opłaca.

Obecnie szuka się zupełnie nowych dróg w dziedzinie defektoskopii ultradźwiękowej. Osiągnięto np. znaczne postępy w drodze do zastąpienia kwarcu piezoelektrycznego materiałami syntetycznymi. Należy do nich przede wszystkim tytanian baru, będący materiałem ceramicznym znacznie tańszym od kwarcu. Po odpowiedniej obróbce jest on doskonałym przetwornikiem elektroakustycznym (rys. 13 [47]).

Wielu badaczy otrzymało również materiały fluoryzujące pod wpływem ultradźwięku. Sporządzone z takich materiałów ekrany uwidaczniają obrazy ultradźwiękowe [48]. Opracowano także materiały analogiczne do emulsji fotograficznych, w których pod wpływem ultradźwięku zachodzą zmiany chemiczne, umożliwiające trwałe odbicia obrazów ultradźwiękowych [49]. Na koniec należy wspomnieć, że defektoskopy ultradźwiękowe można stosować do badania organizmów żywych, np. w celach diagnostycznych i chirurgicznych [50].

W miarę rozpowszechnienia badań ultradźwiękowych rośnie szybko w całym świecie produkcja aparatów uniwersalnych i specjalnych wykazując jednocześnie ciągłe ulepszenia jakościowe.



Rys. 13. Badanie za pomocą tytanianu baru. U góry obraz na ekranie, u dołu przekrój badanego przedmiotu. Impuls A pochodzi od otworu a

## Literatura

1. I. Borejdo. Hutnik, t. 13, 1946, str. 120.
2. J. Piaskowski. Hutnik, t. 15, 1948, str. 291.
3. L. Kozłowski i M. Kurek. Prace GIMO, t. 1, 1949, str. 99.
4. J. Tabin. Prace GIMet, t. 3, 1951, str. 517.
5. S. J. Sokolow. Uspiechi fizycznych nauk, t. 40, 1950, str. 3. Žurn. tiechn. fiziki, t. 21, 1951, str. 927.
6. A. Rankin, C. Boyle, C. Moriarty, B. Sequin. Mechanical Engineering, t. 72, 1950, str. 559.
7. R. Snowden. Iron Age, t. 165, 1950, nr 15, str. 77 i nr 17, str. 88.
8. R. Snowden. Metal Progress, t. 57, 1950, str. 468.
9. W. Felix. Schweizer Archiv, t. 17, 1951, str. 107.
10. U. Wolff. Der Maschinenschaden, t. 25, 1952, str. 34.
11. R. Schinn i U. Wolff. Stahl und Eisen, t. 72, 1952, str. 695.
12. K. Kreitz. Stahl und Eisen, t. 72, 1952, str. 710.
13. P. Bastein, J. Bleton i E. Kerversau. Revue de Métallurgie, t. 46, 1949, str. 277 i t. 47, 1950, str. 421.
14. E. Martin. Stahl und Eisen, t. 72, 1952, str. 176.
15. A. Pedrick. Nondestructive Testing, t. 10, 1951, nr 2, str. 38.
16. A. Lutsch. Tonindustrie Ztg. und Keramische Rundschau, t. 76, 1952, str. 321.
17. E. Ellis. Iron and Steel, t. 21, 1952, str. 429.
18. R. Smith, D. Erdman. Iron Age, t. 164, 1949, nr 5, str. 83.
19. W. Hitt. Machinery, t. 82, 1953, str. 250.
20. J. Phéline. Revue de Métallurgie, t. 48, 1951, str. 296.
21. M. Dehaine. Iron and Coal, t. 165, 1952, str. 751.
22. M. Dehaine. Engineering, t. 171, 1951, nr 4432, str. 29.
23. J. Smack. Schweizer Archiv, t. 17, str. 112.
24. W. Bunn i W. Mitchell. Power, t. 94, 1950, nr 10, str. 102.
25. A. Pardus. Iron Age, t. 171, 1953, nr 5, str. 110.
26. W. Campbell i R. Murfitt. Journ. Inst. Fuel t. 21, 1952, str. 190.
27. H. Juvan. Radex Rundschau, 1951, str. 330.
28. F. Kruse. Akustische Ztschr., t. 4, 1939, str. 153.
29. L. Bergmann. Der Ultraschall, 1949, Stuttgart.
30. R. Grand. Nondestructive Testing, t. 4, 1946, nr 4, str. 119.
31. G. Homes i J. Ots. Le controle non destructif des matériaux parles ultrasons, 1949, Bulletin Scientifique de L. A. I. M. Liège.
32. J. Kaiser i H. Lühl. Der Maschinenschaden, t. 25, 1952, nr 3—4, str. 30.
33. R. Wilson. Sheet Metal Industries, 30, 1953, nr 310, str. 146.
34. B. Carlin. Product Engineering, t. 20, 1949, nr 12, str. 122.
35. B. Carlin. Electronics, t. 21, 1948, nr 11, str. 76.
36. C. Betz. Nondestructive Testing, t. 10, 1952, nr 4, str. 28.
37. N. Branson. Electronics, t. 21, 1948, nr 1, str. 88.
38. P. Bloch. Nondestructive Testing, t. 10, 1951-52, nr 3, str. 16.
39. R. Pohlmann. Ztschr. angewandte Physik, t. 1, 1948, str. 181. Métaux, t. 26, 1951, str. 410.
40. W. Sokolow. Elektrizieskije Stancji, t. 23, 1952, nr 9, str. 33.
41. L. Ouwerkerk. Metalen, t. 8, 1953, nr 3, str. 50.
42. M. Thring. Journal Scientific Instr., t. 29, 1952, str. 273.
43. S. Sokolow. Żurnal Technicznej Fiziki, t. 19, 1949, str. 271.
44. J. Dice. Industrial Radiography and Nondestructive Testing, t. 5, 1947, nr 4, str. 29.
45. H. i J. Krautkrümer. VDI Ztschr., t. 93, 1951, str. 349.
46. M. Kurek. Inst. Metalurgii, Gliwice, praca niepublikowana.
47. G. Bradfield. Research, t. 6, 1953, nr 2, str. 68.
48. W. Briebiel. Uspiechi fizycznych nauk, t. 42, 1950, str. 584.
49. H. Rust. Angewandte Chemie, t. 64, 1952, str. 308.
50. W. Georg. British Journal of Applied Physics, t. 2, 1951, nr 3, str. 82.

Inż. HENRYK GAUZE

662. 74 : 621. 926. 46

## Przemiał węgla w koksowniach

*Najlepsze wskaźniki stopnia przemiału węgla. — Oddzielne mielenie poszczególnych składników mieszanki wsadowej. — Wykres stopnia przemiału w młynach młotkowych i prętowych. — Charakterystyka młynów stosowanych dotychczas w koksownictwie polskim. — Analiza i przebudowa młynów węglowych w celu uzyskania wysokiej jakości koksu w obecnych warunkach wsadowych.*

Budowa coraz większych jednostek wielkopiecznych nakłada na przemysł koksowniczy obowiązek produkowania coraz wytrzymalszego koksu.

Posiadając ograniczone zapasy węgla koksujących, koksownie nasze muszą poprawiać jakość koksu udoskonalając bez przerwy technologię produkcji.

Jedną z metod poprawy jakości koksu polega na polepszeniu przemiału węgla w celu dokładniejszego wymieszania składników mieszanki wsadowej.

Zagadnienie przemiału węgla nie było u nas dotychczas należycie badane i wyjaśnione. Publikacje na ten temat były przeważnie oparte na literaturze zagranicznej i wskutek tego mało odpowiadały naszym warunkom.

Węgiel wsadowy, którym dysponuje polskie koksownictwo, jest znacznie twardszy od podobnych wę-

gli z innych zagłębi i dlatego z obcych doświadczeń niewiele można było się nauczyć. Zagranicznego pochodzenia urządzenia mechaniczne do przemiału nie zdały egzaminu — węgiel nie był należycie mielony.

Obecna technologia procesu koksowniczego, oparta na wsadzie ubijanym, wymaga takiego zmielenia węgla wsadowego, aby analiza sitowa wykazywała po przemiale przynajmniej 90 % ziarn o wymiarach poniżej 3 mm. Początkowo sądzono — a i obecnie odzywają się podobne głosy — iż przemiał należy tak poprawić, by dojść do 100 % ziarn poniżej 3 mm. Zebrane doświadczenia przeczą jednak temu, okazuje się bowiem, że poprawa jakości koksu, którą się uzyskuje, gdy przemiał przekracza 90 %, nie równoważy strat z powodu zmniejszenia się ilości koksu. Tak duże rozdrobnienie węgla uniemożliwia należyte ubicie

wsadu, wskutek czego jego ciężar maleje; z komory o tej samej objętości otrzymuje się mniej koksu.

Świadczy o tym przykład koksowni A, pracującej na wsadzie ubijanym o następującym składzie mieszanki węglowej i osiągającej następujące wyniki:

Wsad:

węgiel typu 33	87 %
węgiel typu 35	13 %

Wyniki:

Przeział	Wytrzymałość	Ścieralność	Ilość koksu
%	%	%	%
90	51,0	10,4	100
92	51,7	10,5	99
97	54,1	10,4	95

W koksowniach pracujących na wsadzie zasypowym zagadnienie przeziału wygląda nieco inaczej. Optymalną wielkość przeziału stanowi 70 % ziarn poniżej 3 mm. Podwyższanie stopnia przeziału i w tym wypadku nie równoważy strat z powodu spadku wydajności. Ilustruje to przykład koksowni B pracującej na wsadzie zasypowym:

Wsad:

węgiel typu 36	10 %
węgiel typu 34 A	52 %
węgiel typu 34 B	38 %

Wyniki:

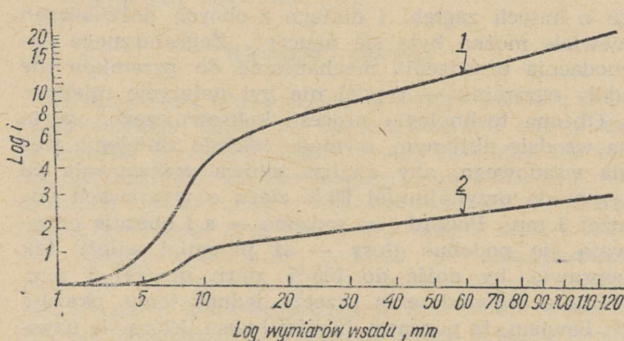
Przeział	Wytrzymałość	Ścieralność	Ilość koksu
%	%	%	%
63	65,2	9,7	100
71	67,2	9,4	98
82	69,4	9,3	93

Opierając się na tych wywodach, za najlepszy przeział w razie stosowania wsadu ubijanego można uważać 90 % + 2 %, a w razie stosowania wsadu zasypowego 70 % + 2 % ziarn poniżej 3 mm.

Każdy składnik mieszanki należy mleć oddzielnie. Stosowany często sposób mieszania składników i wspólne ich mielenie nie daje dobrych wyników. Każdy składnik, każdy typ węgla ma inne własności i ulega odmiennemu zmieleniu; należy dodać, że węgle uszlachetniające kruszą się znacznie łatwiej niż węgle podstawowe, rozdrobnienie jest więc niejednakowe: węgiel podstawowy daje grube ziarna, a uszlachetniający drobne. W celu uniknięcia tego niepożądanego zjawiska należy poszczególne składniki prze-mleć oddzielnie i zmieszać dopiero po uzyskaniu właściwego rozdrobnienia.

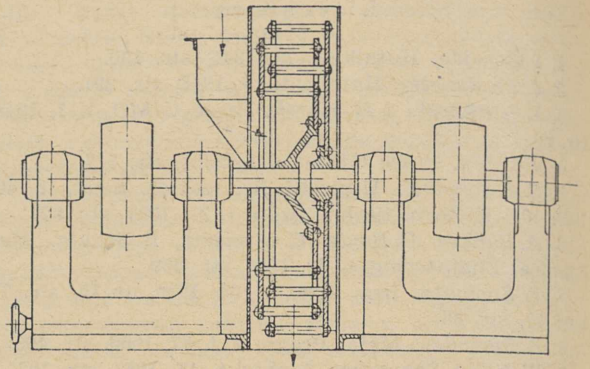
Jako urządzeń rozdrabniających używa się powszechnie w koksowniach młynów młotkowych i prętowych (dezyntegratorów).

Stopień przeziału  $i$ , czyli stosunek wymiarów największych kawałków wsadowych do największych



Rys. 1. Zależność między stopniem przeziału, a wymiarami wsadu

krzywa 1 — młyn młotkowy, krzywa 2 — młyn prętowy



Rys. 2. Młyn prętowy

ziarn kruszywa, uzyskiwany przy zastosowaniu tych urządzeń, jest różny. Zmienia on się również, w zależności od wymiarów wsadu. Zależność ta jest dość skomplikowana; wpływa na nią wiele czynników, spośród których trzeba wymienić przede wszystkim typ węgla, wilgotność węgla, zawartość popiołu, konstrukcję urządzenia i stopień jego zużycia. Wilgotność oddziałuje ujemnie na wynik przeziału; suchszy węgiel szybciej ulega skruszeniu. Ujemny wpływ na wynik przeziału wywiera również duża zawartość popiołu. Zależność stopnia przeziału w funkcji wielkości kawałków wsadowych przedstawiono na rys. 1. Dane dotyczą węgla typu 33, o wilgotności około 7 % i zawartości popiołu około 5 %. Z uwagi na to, że mielenie grubszych sortymentów wsadu powoduje bardzo szybkie zużywanie się urządzeń mielniczych, do doświadczalnego używano urządzeń nowych lub wymontowanych; próby przeprowadzano przez 8 godzin i obliczano średnie wyniki. Wyniki te przedstawiono na wykresie w skali logarytmicznej w celu lepszego uwypuklenia przeziału drobnych sortymentów.

Jak widać z wykresu, stopień przeziału  $i$  wsadu o wymiarach 40 do 120 mm w młynach młotkowych wynosi w przybliżeniu 10 ÷ 20, a w młynach prętowych 2 ÷ 3. Stopień przeziału  $i$  wsadu o wymiarach 10 ÷ 40 mm w młynach młotkowych wynosi 4,5 ÷ 10, a w młynach prętowych 1,5 ÷ 2.

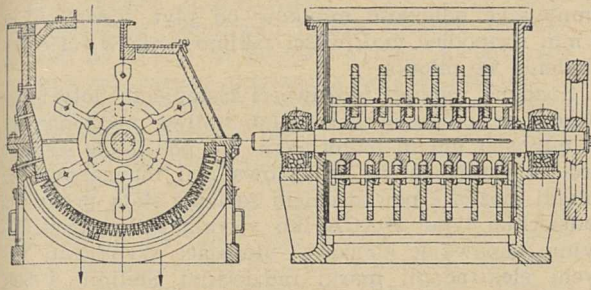
Przeział wsadu o wymiarach kawałków poniżej 10 mm określa się nie stopniem przeziału, lecz procentowym przyrostem ilości ziarn o wymiarach poniżej 3 mm. W młynach młotkowych wynosi on 0 ÷ 15%, w prętowych 0 ÷ 3%. Analiza wyników przeziału wskazuje wyraźnie, że młyny prętowe są urządzeniem mało sprawnym, nie nadającym się, mimo znacznego rozpowszechnienia, do rozdrabniania naszych typów węgla. Jedyne ich zastosowanie w naszym koksownictwie powinno polegać na mieszanii gotowych, przemielonych składników mieszanki wsadowej. Młyny prętowe rozpowszechniły się w naszych koksowniach dzięki prostej konstrukcji, a zarazem wskutek naśladowania wzorów obcych.

Na rys. 2 przedstawiony jest typowy młyn prętowy. Urządzenie ma dwie tarcze z osadzonymi w nich prętami. Tarcze, obracając się w przeciwnych kierunkach, rozdrabniają lub mieszają wsad, który zasypuje się od środka. Pręty powinny być wymienne, o kwadratowym przekroju, z trudno ścieralnej stali manganowej.

Wśród używanych w koksownictwie młynów młotkowych konstrukcji krajowej, angielskiej i niemieckiej, można rozróżnić dwa typy: młyny rusztowe i bezrusztowe. Typowy młyn rusztowy przedstawiony jest na rys. 3.

Działanie jego polega na rozdrabnianiu wsadu uderzeniami szybko wirujących młotków; wsad podlega





Rys. 3. Młyn młotkowy rusztowy

dodatkowemu rozdrobnieniu i przesianiu na ruszcie. Młotki zamocowane są wahliwie i wykonane z trudno ścieralnej stali. Konstrukcyjne rozwiązanie młynów umożliwia dwu- lub czterokrotne użycie młotków; często stosuje się zmianę kierunku ruchu wirnika przez zmianę kierunku obrotów silnika. Schemat młyna młotkowego bezrusztowego jest przedstawiony na rys. 4. Szybko wirujące młotki rozdrabniają wsad; kruszywo usuwa się bez przesiania. Młyn może łatwo przeciążać, ale kosztem pogorszenia przemiału.

Urządzenia te, powszechnie używane w koksowniach, dawały w stanie nowym przemiał rzędu 60 do 50% ziarn poniżej 3 mm. Chcąc uzyskać 90 ÷ 92-procentowy przemiał wsadu ubijanego, zaczęto stosować przemiał podwójny, polegający na dwukrotnym szeregowym przepuszczaniu węgla przez urządzenia mielnicze. Stosowano układy: młyn młotkowy — młyn prętowy lub młyn młotkowy — młyn młotkowy. Wyniki były początkowo słabe; urządzenia, dobrze kruszące węgiel westfalski lub walijski, źle kruszyły nasz węgiel. Pomimo stosowania dwustopniowej pracy osiągnięcie i otrzymanie przemiału 90-procentowego okazało się rzeczą trudną.

Okoliczności te sprawiły, że najważniejszym zagadnieniem naszego koksownictwa stało się poprawienie przemiału w drodze przebudowy młynów. Nie mając wpływu na jakość surowca, jego wilgotność i własności koksoownicze, całą uwagę zwrócono na poprawę przemiału. Dokonano szeregu prób i zebrano dość obszerny nowy i oryginalny materiał. Próby wykazały, że poprawy przemiału w młynach prętowych nie należy się spodziewać, rychło więc zaprzestano prób ich przebudowy.

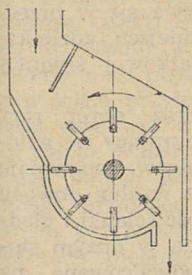
Po stwierdzeniu że jedynym czynnikiem, na który koksownictwo może wywrzeć wpływ, jest konstrukcja młynów młotkowych, przystąpiono do dokładnego badania ich działania. Poddano analizie:

1. ilość młotków,
2. uszeregowanie młotków,
3. kształt młotków,
4. płyty ścierne (pancerne), stanowiące wyłożenie obwodu młyna,
5. stosowane gatunki stali.

Wyniki badań przeszły wszelkie oczekiwania. Jak się okazało, młyny mają za dużo młotków. Zmniejszenie ilości młotków zmniejszyło ich zużycie i poprawiło przemiał. Wyniki naszych badań potwierdziły później badania uczonych radzieckich, inż. Bielajewa i innych.

Młotki w młynach konstrukcji Pomorskich Zakładów Budowy Maszyn, The Mansfield Hammer Crusher oraz Humbolt są umieszczone szeregowo w sposób

Rys. 4. Młyn młotkowy bezrusztowy ten pokazuje rozwinięcie układu



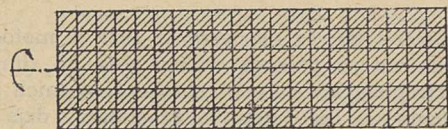
młotków w 6 rzędach po 20 sztuk. Początkowe próby zwrócono w kierunku rozmieszczenia młotków w szachownicę i zmniejszenia ich ilości. Szachownicowe ustawienie młotków przedstawia rys. 6. Dodatkowo wyniki zmniejszenia ilości młotków zachęciły do dalszych prób, które doprowadziły do ustawienia młotków w sposób pokazany na rys. 7. Nowe ustawienie młotków, tzw. śrubowe, wykazało, że dotychczasowe wyjaśnienia przebiegu kruszenia są błędne. Węgiel nie ulega kruszeniu wskutek uderzeń młotków, lecz jedynie wskutek uderzeń o płyty ścierne. Stwierdzenie tego faktu doprowadziło do słusznego wniosku, że przemiał zależy od drogi węgla w młynie, a więc za wydużenie tej drogi wpłynie na poprawę przemiału.

Ustawienie młotków pokazane na rys. 7 zmieniło drogę węgla w młynie, gdyż uległa ona wydłużeniu z obwodu młyna na linię śrubową po obwodzie młyna. Doświadczenia potwierdziły słuszość rozumowania. Młyn, mający młotki uszeregowane w sposób pokazany na rys. 7, wykazywał mniejsze ich zużycie i lepszy przemiał.

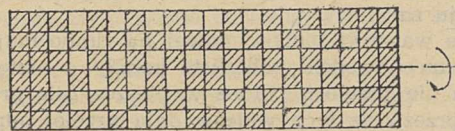
Drugim problemem, który został opracowany, był kształt młotków. Powszechnie stosowane młotki pokazane na rys. 8 są proste i łatwe w wykonaniu, lepsze jednak wyniki uzyskiwano przy zastosowaniu młotków z łbami jak na rys. 9. Młyny z młotkami tego typu produkuje Huta Karol w Wałbrzychu.

Zalety stosowania młotków z łbami wynikają dość wyraźnie z rys. 10. Między młotkami typu pokazanego na rys. 9 nie ma luk, w przeciwieństwie do młotków typu przedstawionego na rys. 8. Wirujący wał wyposażony w takie młotki przedstawia nieprzebytą zaporę dla węgla; musi on odbyć spiralną drogę po obwodzie i uderzając o płyty ścierne ulega pokruszeniu. Młotki konstrukcji pokazanej na rys. 8 nie mają tej zalety, gdyż przez luki między nimi przepływa część wsadu nie ulegając odrzuceniu na płyty ścierne, a wskutek tego i pokruszeniu.

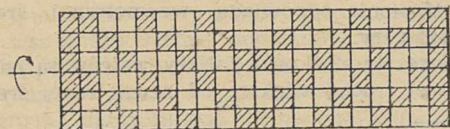
Dalszym zbadanym problemem była odległość płyt ściernych od młotków. W normalnie dotychczas używanych młynach wynosiła ona około 30 mm. Odległość ta okazała się za dużą, ale dotychczasowa konstrukcja młotków (rys. 9), w której kształt był wyznaczony przez promień zatoczony ze środka wirnika, nie pozwalała jej zmniejszyć. Konstrukcja ta powodowała



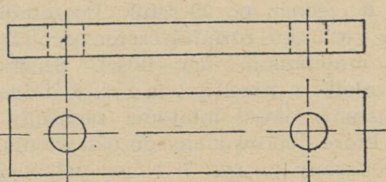
Rys. 5. Szeregowe ustawienie młotków



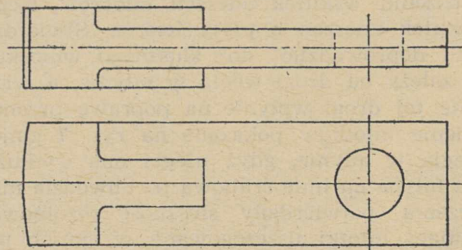
Rys. 6. Szachownicowe ustawienie młotków



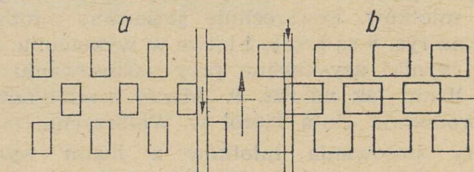
Rys. 7. Śrubowe ustawienie młotków



Rys. 8. Młotek normalny



Rys. 9. Młotek z łbem

Rys. 10. Łuki pomiędzy młotkami  
a — młotki normalne, b — młotki z łbami

klinowanie młotków oraz szybsze ich niszczenie podczas rozruchu i pracy, gdy siła odśrodkowa nie wystarcza do utrzymania młotków w położeniu promieniowym. Zastosowanie młotków z łbem zatoczonym promieniem ze środka zamocowania młotka pozwoliło

zmniejszyć odległość młotków od płyt ściernych do 5 mm i zapobiec możliwości zaklinowania w razie odchylenia się młotka.

Zbadano również możliwości zastąpienia dotychczas stosowanej deficytowej stali lub staliwa manganowego w młynach innym materiałem. Na podstawie szeregu prób stwierdzono, że deficytową stal manganową na młotki można z powodzeniem zastąpić stalą produkcji radzieckiej typu 30 XCA lub zwykłą stalą konstrukcyjną, napawając końcówki ulegające szybkiemu zużyciu elektrodami marki radzieckiej Stalinit, T-590, T-620 lub elektrodami produkcji krajowej o własnościach podobnych do stelliu albo marki MAC. Płyty ścierne, na których kruszy się wsad, wykonywano dotychczas ze staliwa manganowego, doświadczenia wykazały, iż płyty te ze zwykłego żeliwa białego pracują w naszych warunkach również dobrze jak manganowe. Wyniki nasze potwierdziły zresztą badania uczonych radzieckich, ogłoszone w miesięczniku Elektrieskijie Stanciji z sierpnia 1952 r.

Przeprowadzona w wyżej opisany sposób przebudowa młynów młotkowych umożliwiła koksownictwu polskiemu osiągnięcie wymaganych norm przemiału, a dzięki temu wyprodukowanie koksu o wysokich własnościach wytrzymałościowych, odpowiadających wymaganiom krajowych i zagranicznych odbiorców. Wyniki prób należy zaliczyć do rzędu poważnych osiągnięć naszej powojennej techniki. Wykazały one, że technicy polscy potrafią rozwiązywać trudne zagadnienia. Udowodniono wbrew opinii autorytetów zagranicznych, iż z polskiego węgla można wytwarzać koks najlepszego gatunku, wcale nie ustępujący najlepszym koksem zagranicznym. Jest to koks, na którym największe piece hutnicze pracują bez zarzutu.

Godny podkreślenia jest fakt, że pracę tę wykonał mały zespół ludzi, bez rozgłosu, nie w cichych laboratoriach, lecz w ruchu — podczas pracy zakładów.

## NOWOŚCI Z DZIEDZINY HUTNICTWA

### WALCOWNICTWO

#### Rozwój redukcji rur za pomocą walcowania na zimno na walcarkach pielgrzymowych<sup>1)</sup>

Zastosowana po raz pierwszy w 1929 r. metoda redukcji rur za pomocą walcowania na zimno na walcarkach pielgrzymowych została w ostatnich latach udoskonalona do tego stopnia, że stanowi dziś jeden z ważniejszych sposobów przeróbki rur. Ważną cechą tego sposobu jest przeróbka materiału rurowego pod dużym naciskiem na zimno, przy czym materiał płynie zarówno w kierunku osiowym jak też po obwodzie przekroju rury.

Walce walcarki pielgrzymowej na zimno mają wytoczone na obwodzie półkoliste kanały o stałe zwięźającym się przelocie, które w płaszczyźnie przechodzącej przez osie tych walców dają przelot odpowiadający obwodowi walcowanej rury.

Walcowanie odbywa się przez jednoczesne przetaczanie się pary walców naprzód i w tył wzdłuż rury nasadzonej na stożkowym trzpieniu. Najmniejsza średnica trzpienia odpowiada wewnętrznej średnicy walcowanej rury.

Zwiężające się stożkowo kalibry walców są od strony wlotowej trochę większe od zewnętrznej średnicy

walcowanej rury. Stożek trzpienia i stożkowe zwiężenie kalibrów walców są tak dobrane, że przy walcowaniu zmniejsza się nie tylko średnica, lecz i grubość ścianki walcowanej rury, przez docisk walców na ściankę rury do trzpienia umieszczonego wewnątrz. Rura wydłuża się podczas procesu zmniejszania średnicy i grubości ścianki.

Po każdym przetoczeniu się walców naprzód i wstecz po rurze nasadzonej na nieruchomy, stożkowy trzpień, obraca się on o pewien kąt, a rura posuwa się o kilka milimetrów naprzód.

Obrót i przesunięcie się rury odbywa się w przednim martwym położeniu walców w miejscu, gdzie kaliber jest trochę większy od początkowej średnicy rury.

Stosunkowo niewielki posuw oraz obrót rury w jednakowych odstępach czasu, odbywający się automatycznie podczas każdego skoku walców, zapewniają równomierne odkształcenia materiału wzdłuż obwodu rury, a w rezultacie jednakową grubość ścianki i gładką powierzchnię. W ten sposób można w dużym stopniu wyrównać nierównomiernie odwalcowaną na gorąco ściankę rury i nadać jej przekrój prawie dokładnie okrągły.

<sup>1)</sup> Według referatu K. E. Scholtona, Stahl u. Eisen 73, 1953, str. 674 + 675.

W publikacjach H. E. Linsleya i L. A. Karga znajdujemy przegląd zastosowań i zalet sposobu redukcji rur na zimno za pomocą walców pielgrzymowych, których zakres stosowania wynosi obecnie 22 do 152 mm średnicy rur. System ten umożliwia wielką liczbę różnych zmniejszeń przekroju rur, a szczególnie nadaje się do dużych redukcji rur o małej średnicy, następując w ten sposób wielokrotne ciągnięcie na zimno i towarzyszące mu trawienie, wyżarzanie itd.

Odkształcone na zimno pod dużym naciskiem walców rury odznaczają się wąskimi granicami odchyłek, wymiarów, dobrymi własnościami fizycznymi, drobną strukturą ziarna, jak również bardzo małym odwęglaniem powierzchni. Zakres fabrykacji obejmuje rury z różnych materiałów, jak stałe węglowe, stopowe, nierdzewne, żaroodporne, nikiel i jego stopy, stopy berylu oraz aluminium i jego stopy.

Rozmaity może być również i kształt przekrojów rur. Oprócz zwykłych cylindrycznych rur o przekroju kołowym walcować można rury stożkowe, jak np. rury na stalowe śmigła samolotowe, rury o stopniowanej średnicy do helikopterów, w których musi być zachowana stałość momentu obrotowego, jako też rury o specjalnych kształtach wewnątrz.

Szczególniejszą pozycję wśród rur walcowanych na zimno zajmują rury grubościenne, tj. takie, w których stosunek grubości ścianki do średnicy jest stosunkowo duży (ponad 20%). Rury takie walcowane na zimno, w przeciwieństwie do rur ciągniętych na zimno, odznaczają się dużą dokładnością średnicy wewnętrznej. Dotyczy to nawet rur o małej średnicy i bardzo grubej ściance.

Rury stożkowe wykonywać można o ściance stałej grubości i stożkowym otworze, o niezmiennym cylindrycznym otworze i stopniowo zmniejszającej się grubości ścianki albo też o stożkowym otworze i jednocześnie zmniejszającej się grubości ścianki do maksymalnej średnicy zewnętrznej 152 mm w długościach około 3 metrów.

Rury o specjalnych kształtach otworu wewnętrznego mogą służyć do różnych celów. Otwór może mieć kształt kwadratu, sześciokąta, gwiazdy lub żłobkowy, a powierzchnia zewnętrzna tych rur pozostaje zawsze cylindryczna. Odchyłki wymiarów tych profili wewnętrznych są zwykle tak małe, że nie wymagają dodatkowej obróbki, a w szczególnych przypadkach wystarczy tylko niewielkie szlifowanie, aby uzyskać większą dokładność wykonania. W ten sposób, np. wykonuje się klucze sztorcowe na dużą skalę. Walcowane na zimno rury tną się na odcinki odpowiedniej długości, które wierce się tylko z boku w celu umocowania rękojeści.

Drugą rozległą dziedziną stosowania tego systemu jest produkcja rur platerowanych, gdyż walcując na zimnych pielgrzymach można uzyskać rury platerowane zewnątrz lub wewnątrz. Systemem tym można platerować rury ze stali węglowej miedzią lub jej stopami, stalą kwasoodporną, niklem lub innymi metalami. Rury platerowane stosuje się w razie specjalnych wymagań odnośnie do wytrzymałości, odporności na korozję, odporności na utlenianie metalu, wymiany ciepła itp. Temu wymaganiu szczególnie dobrze odpowiadają rury platerowane na zimno, gdyż warstwa plateru ściśle przylega do powierzchni rury ze stali węglowej, dzięki czemu ścianka dobrze przewodzi ciepło. Walcowanie na zimno rur platerowanych wymaga jednak dokładnych obliczeń szybkości plastycznego płynięcia metali wspólnie walcowanych. W wielu przypadkach walcowanie rur na zimnych walcarkach pielgrzymowych umożliwia przerób rur z materiału, który albo w ogóle nie daje się ciągnąć na zimno na ciągarkach, albo tylko z wielkimi trud-

nościami technicznymi i dużym nakładem kosztów. Przez walcowanie na zimno pod dużym naciskiem i równomierny przyrost twardości w całym przekroju osiąga się szczególnie dobre własności fizyczne walcowanych rur, wyrażające się w zwiększeniu mniej więcej o 100% granicy plastyczności w porównaniu do stanu wyjściowego.

Dla stali chromowej 1,5%, np. otrzymano na zmiekczonej rurze o twardości od 187 do 207  $H_B$  i granicy plastyczności 57 kg/mm<sup>2</sup>, po walcowaniu na zimno twardość od 265 do 300  $H_B$  i granicę plastyczności 112 kg/mm<sup>2</sup>. W innym przypadku rura ze stali węglowej o średnicy zewnętrznej 100 mm i ściance 8 mm grubości miała granicę plastyczności 29 do 41 kg/mm<sup>2</sup>; po walcowaniu rury na średnicę zewnętrzną 83 mm i ściankę 4,5 mm grubości granica plastyczności wynosiła 72,5 do 77 kg/mm<sup>2</sup>.

Przytoczone wartości należy rozumieć jako przykłady, gdyż w istocie polepszenie własności fizycznych zależy od wielu czynników: od sposobu żarzenia, początkowej struktury materiału, zanieczyszczeń stali, a także od wielkości redukcji i przekroju, która w zależności od rodzaju stali i wymiarów rury surowej może wynosić od 40 do 80%.

Bardzo dobre są również własności technologiczne rur walcowanych na zimnej walcierce pielgrzymowej. Drobnodziarnistość i równomierna struktura krystaliczna materiału oraz bardzo mała głębokość warstwy odwęglonej dają znacznie lepszą obrabiarność. Polepszenie obrabiarności podczas skrawania rur walcowanych na zimno wynosi około 50%, a więc w tym samym stopniu zmniejsza koszt obróbki.

Głębokość warstwy odwęglonej na rurze surowej zmniejsza się zależnie od redukcji przekroju po walcowaniu na zimno i zwykle jest tak mała, że podczas dalszej obróbki można jej w ogóle nie brać pod uwagę. Wprawdzie ciągnąc na zimno można również osiągnąć po 5 lub 6 ciągach zmniejszenie głębokości warstwy odwęglonej, lecz istnieje zawsze niebezpieczeństwo, że wskutek żarzenia między ciągami korzyść ta zostanie znowu unicestwiona. Można uniknąć tego niepożądanego zjawiska przez żarzenie w atmosferze ochronnej, lecz ten rodzaj żarzenia jest jeszcze mało stosowany.

Ponieważ nie tylko obrabiarność mechaniczna, lecz także i stopień utwardzenia powierzchni stali wymaga utrzymania odpowiednich granic zawartości węgla w warstwach zewnętrznych (np. w pierścieniach łożysk kulkowych), metoda walcowania rur na zimno, dzięki temu, że powoduje bardzo małe odwęglenie powierzchni, nabiera szczególnego znaczenia.

Inną dużą zaletą rur walcowanych na zimnych walcach pielgrzymowych jest możliwość uzyskania bardzo nieznacznych odchyłek wymiarowych. W przeciwieństwie do rur ciągniętych na zimno rury zimno walcowane odznaczają się bardzo dokładną okrągłością. Zależy ona od stopnia zmniejszenia przekroju. W pewnym przypadku poprawiono okrągłość z 1,25 na 0,5%, a jednocześnie zmniejszono odchyłkę grubości ścianki z  $\pm 12$  na  $\pm 5\%$ .

Jak już wspomniano, szczególnie dobrze wypadają osiągalne odchyłki wymiarów rur zimno walcowanych o małych średnicach i stosunkowo grubej ściance. Osiągalny zakres odchyłek rur zimno walcowanych wynosi odnośnie do średnicy zewnętrznej 0,127 mm, odnośnie do średnicy wewnętrznej  $+0,3$  mm ( $-0$  mm), a odnośnie do grubości ścianki  $\pm 5\%$ .

Dzięki tym zaletom rury zimno walcowane są przydatne na wszelkiego rodzaju przedmioty częściowo obrabiane, np. pierścienie lub tuleje łożysk, części napędów maszynowych z profilowanym otworem wewnętrznym, zbiorniki pod ciśnieniem oraz wszystkie części maszyn, które wymagają utrzymania dużej

dokładności wymiarów. Duże znaczenie ma oszczędność na kosztach obróbki mechanicznej, jak wiercenie, rozwiercanie, szlifowanie, przeciąganie itp.

Szczególnie duże znaczenie ma ten sposób dla produkcji pierścieni łożysk kulkowych. Jego wyższość nad metodami wykonywania tych części z odkuwek lub prętów wynika z wyżej opisanych zalet rur zimno walcowanych. Częstokroć łączy się walcowanie na zimno z ciągnięciem na zimno, zwłaszcza gdy chodzi o redukcję rur z dużych średnic na małe przy niewielkiej liczbie zabiegów i przy jednoczesnym zmniejszeniu zakresu odchyłek wymiarów średnic i grubości ścianki.

Koszt walcowania rur na zimno na walcach pielgrzymowych zależy od rodzaju stali, żądanej jakości i dopuszczalnych odchyłek wymiarów. Ogólnie biorąc, jest on taki sam jak koszt rur ciągniętych na zimno, a o około 10 % większy od kosztu rur walcowanych na gorąco. Poważną zaletą tych rur w porównaniu z rurami gorąco walcowanymi jest duża dokładność wymiarów, a zatem możliwość dokładniejszego utrzymania ciężaru 1 metra rury.

Na walce do pielgrzymów zimnych używa się niskostopowej stali chromowej hartowanej o twardości od 58 do 60  $H_{RC}$ . Największa odchyłka kalibru od przepisanej wymiaru wynosi skutek zużycia około + 0,3 mm. Przygotowanie walców jest bardzo skomplikowane i odbywa się na specjalnych maszynach. Właściwy kształt walców daje się w wielu wypadkach ustalić dopiero za pomocą próby rur owianych.

Jeden zespół walców nadaje się tylko do jednego wymiaru i po zużyciu trzeba go przetaczać na większą średnicę rury. Zużycie trzpieni w porównaniu z zużyciem walców jest bardzo małe. Na trzpienie powyżej  $\phi$  32

mm używa się stali hartującej się w powietrzu o twardości 56 do 58  $H_{RC}$ , a na trzpienie poniżej  $\phi$  32 mm stali o twardości od 54 do 55  $H_{RC}$ . Ażeby zmniejszyć zużycie trzpieni pokrywa się je warstwą chromu.

Ponieważ koszt walców pielgrzymowych i trzpieni jest znacznie wyższy od kosztu narzędzi używanych do ciągnięcia rur na zimno, walcowanie na zimnych pielgrzymach opłaca się tylko gdy chodzi o większe ilości rur. Wydajność zimnej walcarki pielgrzymowej waha się w zależności od wymiarów i rodzaju rur. Wynosi ona np. przy 90 skokach/min i posuwie 5,5 mm/skok dla rur  $54 \times 16$  mm walcowanych na  $35 \times 6$  mm — 180 metrów gotowej rury na godzinę.

Podczas walcowania na zimno stosuje się do smarowania zewnętrznej strony rury olej chłodzący, a do smarowania wewnętrznej strony ten sam olej z dodatkiem sproszkowanej miki; olej doprowadza się do wnętrza rury przez osiowy otwór w trzpieniu. Rury ze stali nierdzewnej wymagają smarowania z zewnątrz specjalnymi środkami, zapobiegającymi przyklepaniu się metalu rury do walców.

Należałoby jeszcze wspomnieć, że walcowanie na zimnych pielgrzymach oddaje duże usługi w razie fabrykacji rur z mosiądzu, aluminium i jego stopów oraz w razie fabrykacji rur ze stali chromowo-niklowej 18-8; w tym wypadku metoda ta umożliwia uzyskanie pięciokrotnego wydłużenia. Walcarka podczas walcowania tej stali robi 60 skoków/min przy posuwie wynoszącym 6 mm/skok.

Ogólnie biorąc można stwierdzić, że w Polsce istnieje bardzo duże możliwości zastosowania sposobu walcowania rur na zimnych walcarkach pielgrzymowych.

T. Zdziennicki

## RÓŻNE

### Metallurgia próżniowa stopów żelaza

Pierwszych prób wytapiania w próżni dokonano w drugiej połowie XIX w. Na skalę przemysłową rozpoczęto stosować topienie w próżni w Niemczech w latach 1914—1918, gdy dr Rohn podjął pracę nad zastąpieniem termopar platynowych termoparami ze stopów chromowo-niklowych. Dalszy rozwój procesu topienia w próżni wiąże się ściśle z rozwojem niemieckich zakładów „Heraeus Vacuumschmelze Hanau“, gdzie dr Rohn prowadził swe prace. Początkowo stosowano do topienia w próżni piece oporowe, po czym w miarę udoskonalania procesu piece indukcyjne małej a następnie wielkiej częstotliwości. Pojemność pieców wykonywanych w HVAG zwiększała się stale. W 1922 r. wynosiła ona 24 kg, a w 1938 r. zaś 5000 kg, co wskazuje na rozwój metod pracy i na coraz większe zapotrzebowanie materiałów próżniowych.

Ze względu na stosunkowo wysokie koszty topienia w próżni, stosuje się ten proces, gdy wymagane są:

- wyjątkowo dokładny skład chemiczny stopu gwarantujący otrzymanie takich samych własności fizycznych we wszystkich wytopach;
- jak najmniejsza zawartość gazu ze względu na żądane własności fizyczne;
- jak najmniejsza zawartość węgla (mniej niż 0,03 %);
- zapobieganie stracie kosztownych łatwo utleniających się składników stopowych.

Metallurgię próżniową stosuje się głównie:

- do wytapiania stopów metali o wysokim powinowactwie z tlenem i innymi gazami,
- do wytapiania stopów o specjalnych własnościach fizycznych, jak np. stopy magnetyczne oraz stopów typu „stellit“ i stali o bardzo małej zawartości C,

- do rafinacji i usuwania zanieczyszczeń przez oddestylowywanie składników łatwo parujących.

Stosowanie próżni do topienia i odlewania metalu umożliwia prowadzenie pewnych procesów chemicznych nieosiągalnych przy normalnym ciśnieniu (np. odwęglanie stali stopowych), zapewnia wytworzenie odlewu wolnego od pęcherzy gazowych i zanieczyszczeń i pozwala na przetapianie łatwo utleniających się metali.

Na ogół w przemysłowych piecach próżniowych wystarczają ciśnienia rzędu od 0,5 do 1 mm słupa rtęci w pewnych jednak przypadkach konieczne jest obniżenie ciśnienia do  $10^{-2}$  mm słupa rtęci. Ta wysoka próżnia potrzebna jest przy topieniu metali i stopów o wielkim powinowactwie z tlenem i innymi gazami, jak Ti, Zr i U. Metale te ostatnio coraz bardziej interesują techników.

Drugą dziedziną również ważną, w której należy stosować wysoką próżnię, jest rafinacja i separacja stopów przez destylację lotnych składników metalu, w ten sposób eliminuje się bowiem z pewnych metali niepożądane pierwiastki, np. regeneruje się starą miedź, z której przez przetopienie w próżni usuwa się oprócz tlenu również ołów, antymon i cynę.

Metallurgię próżniową stosuje się dziś szeroko zarówno w Związku Radzieckim, jak i w krajach Europy zachodniej.

#### Przebieg procesów metalurgicznych w kąpielii stalowej przy niskich ciśnieniach

Jedną z najważniejszych reakcji zachodzących w kąpielii stalowej jest reakcja odtleniania żelaza węglem:  $FeO + C = CO + Fe$ , której stała wyraża się

równaniem  $K = \frac{[FeO] \cdot [C]}{[Fe] \cdot [CO]}$ . Zakładając, że ciśnienie CO jest stałe, a całkowita ilość żelaza w toku reakcji zmienia się bardzo nieznacznie, równanie można uprościć i przedstawić w następujący sposób:

$$K = [FeO] \cdot [C] \text{ lub } K' = [O] \cdot [C]$$

Zakładając, że cała ilość tlenu w kąpieli jest związana z żelazem. Z tego wynika, że w stałych warunkach temperatury i ciśnienia kąpieli zawiera tym więcej tlenu, im mniej zawiera węgla. Przy temperaturze 1600 °C i ciśnieniu 1 At zależność tę wyraża krzywa hiperboliczna przedstawiona na rys. 1 [1].

Przez obniżenie ciśnienia można znacznie zmniejszyć zawartość tlenu przy analogicznej ilości węgla w kąpieli. Jak wykazały badania, przy stałej temperaturze wartość K' jest proporcjonalna do ciśnienia.

Np. przy temperaturze 1600 °C

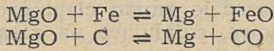
$$K' = 0,0025 \cdot P$$

(gdzie P wyraża ciśnienie, at).

Na rys. 2 [1] wykonanym w skali logarytmicznej, przedstawiono wpływ zmiany ciśnienia na zawartość węgla i tlenu w kąpieli. Jak wynika z wykresu, nawet niewielkie obniżenie ciśnienia powoduje znaczny spadek zawartości tlenu w kąpieli. Przy ciśnieniu 10 mm słupa rtęci zawartość tlenu można zmniejszyć do 0,0001 %. Otrzymanie takiego wyniku w drodze odtleniania krzemem lub glinem jest niemal niemożliwe. Równocześnie nie zachodzi obawa zanieczyszczenia stali wtrąceniami niemetalicznymi w postaci tlenków.

W razie stosowania wyprawy krzemionkowej zagadnienie komplikuje się wobec reagowania żelaza z krzemionką w myśl reakcji  $SiO_2 + 2 Fe = 2 FeO + Si$ ; wówczas  $K'Si = [O]^2 \cdot [Si]$ . Jak widać, pewnej określonej ilości krzemu odpowiada określona ilość tlenu. Wskutek tego, gdy w kąpieli zmniejsza się zawartość tlenu związanego z żelazem dzięki wydzieleniu się CO, jednocześnie powiększa się ona dzięki reakcji z wyprawą. Ponieważ w tej reakcji nie występują żadne składniki gazowe, zmiana ciśnienia nie wywiera wpływu na zawartość tlenu w kąpieli. Stąd wniosek, że w razie gdy wyprawa pieca jest kwaśna, nie można kąpieli stalowej odtlenić w próżni.

Jeśli piec ma wyprawę z tlenku magnezu, zachodzą reakcje:

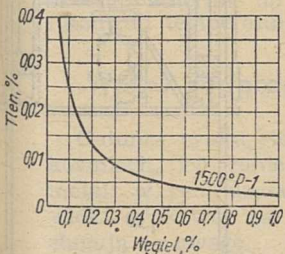


Reakcje te nie mają znaczenia przy ciśnieniu atmosferycznym ale nabierają go w razie topienia w próżni z powodu parowania magnezu, które sprawia, że równowaga reakcji przesuwają się z lewej strony równania na prawą. Mimo to jednak przy wytapianiu stali w piecu 200 kg o wyprawie magnezytowej pod próżnią kilku mm Hg i odlewaniu pod ciśnieniem atmosferycznym, uzyskano materiał o zawartości 0,2 % C i 0,002 % O<sub>2</sub> [1].

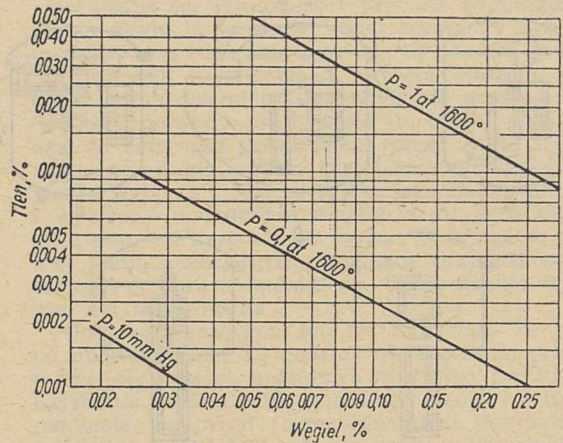
Powyższe rozważania odnoszą się do stali węglowej bez dodatków stopowych. Gdy stal je zawiera, reakcje przebiegają nieco inaczej. Odwęglenie stali chromowej jest przy ciśnieniu atmosferycznym i temperaturze poniżej 1700 °C niemożliwe, ponieważ w tych warunkach reakcja utleniania chromu zachodzi przed reakcją utleniania węgla. W razie topienia w próżni utlenianie węgla zachodzi przed utlenianiem chromu,

dzięki czemu można łatwo otrzymać stal chromową o zawartości do 0,01 % węgla, co ma wielkie znaczenie zwłaszcza dla produkcji stali kwasoodpornych i ognioodpornych.

Gdy w kąpieli jest krzem, w myśl przytoczonego uprzednio równania, kąpiel stalowa przy normalnym ciśnieniu zawiera określoną ilość tlenu zależną od ilości krzemu, a zatem zawar-



Rys. 1. Krzywa równowagi węgiel-tlen w stali o temperaturze 1600 °C przy ciśnieniu 1 at



Rys. 2. Krzywe równowagi węgiel-tlen dla różnych ciśnień

tość węgla nie może ulec zmniejszeniu jeśli nie zmniejszy się zawartość krzemu w kąpieli. Po zmniejszeniu ciśnienia zawartość węgla w kąpieli zmniejsza się znacznie przy tej samej zawartości krzemu i tlenu.

Oprócz opisanego działania próżni na przebieg reakcji chemicznych obserwujemy jej oddziaływanie fizyczne, polegające na usuwaniu z metalu rozpuszczonych w nim gazów, tj. tlenu, azotu i wodoru, dzięki czemu ich zawartości w wytopach próżniowych są znacznie mniejsze niż w odlewach przemysłowych wykonanych przy normalnym ciśnieniu. (Według prawa Sieversa ilości azotu i wodoru, które mogą być rozpuszczone w płynnym żelazie, są proporcjonalne do pierwiastka kwadratowego z ciśnienia:  $\% N = K_1/\sqrt{P_{N_2}}$ ).

### Odtlenianie kąpieli węglem i wodorem

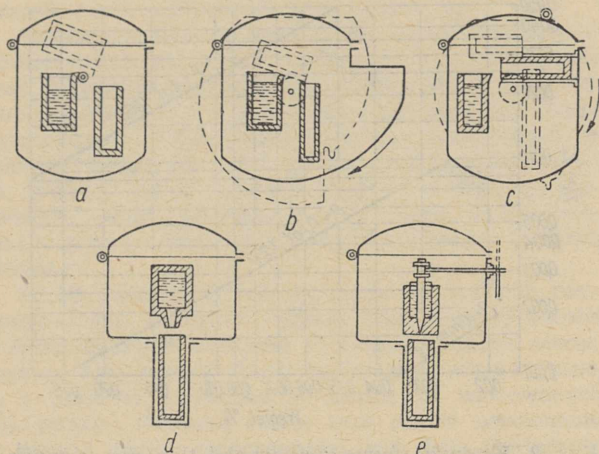
Do odtleniania metalu w próżni stosuje się powszechnie węgiel lub wodór [2]. Zachodzą wówczas reakcje  $XO + C = CO + X$  lub  $XO + H_2 = H_2O + X$ . Przy odtlenianiu węglem następuje gwałtowne wydzielanie się tlenku węgla z kąpieli, skutkiem czego kąpiel podnosi się do góry i może wylać się z tygla. Oprócz tego metal silnie się rozpryskuje, co powoduje duże straty (około 30 %).

Wykonano szereg prac mających na celu zmniejszenie tych strat, przez kontrolowanie temperatury i ciśnienia w trakcie reakcji, stopniowe dodawanie węgla do kąpieli i pokrywanie powierzchni kąpieli tlenkiem magnezu [2]. Wszystkie te sposoby nie zapobiegają w dostatecznym stopniu gwałtownemu wydzielaniu się tlenku węgla z kąpieli. Jedynym wyjściem byłoby zwiększenie powierzchni kąpieli, lecz względy konstrukcyjne (trudności wykonania odpowiedniego tygla i cewki) nie pozwalają na takie rozwiązanie.

Znacznie spokojniej odbywa się odtlenianie kąpieli wodorem, który wprowadza się nad kąpiel przy ciśnieniu 5 ÷ 7 mm słupa rtęci. Reakcja zachodzi tylko na powierzchni metalu; jej szybkość reguluje ilość wprowadzanego wodoru. Dzięki mieszanemu się całej kąpieli (ogrzewanie jest indukcyjne) możliwe jest poddanie całej ilości metalu działaniu wodoru. Gdy nastąpi całkowite odtlenienie kąpieli, pewna ilość wodoru rozpuszcza się w metalu. Wodór ten redukuje tlenki ponownie powstające wskutek reakcji metalu z parą wodną znajdującą się nad kąpielą. Ponieważ parę wodną odprowadza się stale, po dostatecznie długim okresie przerywa się dopływ wodoru i uzyskawszy możliwie jak najniższe ciśnienie odlewa metal. Otrzymano wlewki zawierające 0,025 % O, 0,0001 % H, 0,01 % N [2]; analogiczne wyniki osiągnięto przy odtlenianiu węglem.

### Typy pieców próżniowych i sposoby odlewania w próżni

Buduje się piece próżniowe o różnej objętości: od kilkudziesięciu gramów do kilkunastu kilogramów do



Rys. 3. Schematy pieców do topienia i odlewania w próżni

celów laboratoryjnych i od kilku kilogramów do kilku ton do celów produkcyjnych.

Warunki, które powinno spełniać urządzenie do topienia w próżni są następujące: szczelna obudowa, duża wydajność pomp, możliwie jak najmniejsza ilość gazujących materiałów ceramicznych oraz łatwość obsługi z zewnątrz urządzeń znajdujących się wewnątrz obudowy poprzez szczelne zawory.

Indukcyjne ogrzewanie metalu jest znacznie lepsze od ogrzewania oporowego z następujących powodów: element grzewczy jest zimny i nie reaguje z materiałami ceramicznymi, materiał tygla jest ogrzewany słabiej niż topiony metal, który ma maksymalną temperaturę, kąpiel miesza się samoczynnie; nie ma kłopotów z wymianą elementów grzewczych. Prawie wszystkie piece stosowane obecnie do topienia stali w próżni to piece indukcyjne o częstotliwości do 10 000 okresów/sek i napięciu do 450 V. Wyższe napięcia są niebezpieczne z powodu możliwości przebiecia elektrycznego w trakcie wydzielania się par metalu z kąpieli. Cewka indukcyjna, taka jak w zwykłym otwartym piecu, otoczona jest powłoką ceramiczną. Wlewnice żelwne lub stalowe przeważnie są zaopatrzone w urządzenia umożliwiające ich ogrzewanie i chłodzenie.

Rysunek 3 [3] przedstawia schematycznie pięć różnych rozwiązań umieszczenia tygla i wlewnicy w zależności od sposobu odlewania. W rozwiązaniach a—c odlewanie metalu z tygla następuje od góry, przy czym w przypadku a przechyla się sam tygiel, w przypadku b tygiel wraz z obudową, a wlewnica pozostaje nieruchoma, w przypadku c obudowa przechyla się wraz z tygłem i wlewnicą. Na rys. 3d i e przedstawiono odlewanie od dołu tygla; w przypadku d metal odlewa się podnosząc zatyckę ceramiczną, przy e spód pieca zamknięty jest metalem o takim samym składzie chemicznym jak metal odlewany, który topi się bezpośrednio przed odlaniem za pomocą dodatkowej cewki grzewczej.

Obudowę pieców próżniowych wykonuje się zazwyczaj z nierdzewnej stali, prąd doprowadza się do cewki izolowanymi kablami, wprowadzonymi do przestrzeni próżniowej przez płyty wykonane z bakelitu lub z innego materiału izolującego, a do uszczelnienia używa się podkładek gumowych. Często wykonuje się obudowę w postaci cylindra o podwójnych ściankach chłodzonych wodą [6, 7, 8, 11]. Koniecznie potrzebny jest wziernik ze szkła kwarcowego w pokrywie obudowy; służy on do obserwacji i kontroli temperatury za pomocą pirometru optycznego. W celu zabezpieczenia szkła przed zachodzeniem parami metalu, stosuje się często zabezpieczenie w postaci ruchomej płytki, zakrywającej wziernik od wewnątrz i usuwanej w trakcie obserwacji oraz specjalnej wycieraczki.

Tygiel wykonuje się ze spieczonego tlenku magnezu lub magnezytu. Wlewnice zwykle ze stali węglowej,

ogrzewa się wstępnie do 300 °C przed odlewem. Požadane jest urządzenie umożliwiające dodawanie pod próżnią składników stopowych w trakcie topienia.

Rysunek 4 [3] przedstawia piec średniej częstotliwości Hereusa, przeznaczony do topienia kilku ton stopu. Pokrywa jest chłodzona wodą, spust następuje od dołu po stopieniu denka z materiału o tym samym składzie co materiał odlewany. Denko topi się bezpośrednio przed odlewem, prądem średniej częstotliwości.

Rysunek 5 [3] pokazuje schemat instalacji z urządzeniem do odlewania odśrodkowego. Pojemność tygla wynosi 3 kg stali, ogrzewanie jest indukcyjne o częstotliwości 10 kc i mocy 50 kW. Ciśnienie robocze 0,05 mm Hg wytwarza się za pomocą dwóch pomp obrotowych o wydajności 600 i 2000 l/min oraz pompy dyfuzyjnej o wydajności 12 000 l/min.

#### Urządzenia pomocnicze — pompy, aparaty do mierzenia próżni

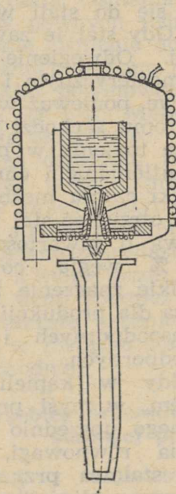
W metalurgii próżniowej największe zastosowanie znalazły pompy obrotowe, olejowe, wytwarzające wstępną próżnię około 0,1 do 0,5 mm Hg pompy dyfuzyjne rtęciowe lub olejowe, a wreszcie pompy pośrednie, dające próżnię rzędu  $10^{-3}$  mm Hg. Pompy pośrednie, w których pierwszy stopień działa na zasadzie eżektorowej, a dalsze pracują jako dyfuzyjne, odznaczają się dużą szybkością pompowania, rzędu kilkuset litrów na sekundę przy wymaganej wstępnej próżni kilku lub kilkunastu mm Hg [12].

W urządzeniu General Electric Co [4] zastosowano układ pomp pokazany na rys. 6. Składa się on z dwóch pomp obrotowych A i B o wydajności 2800 l/min, pompy obrotowej C o wydajności 560 l/min lub pompy pośredniej o wydajności 12 000 l/min. Zastosowane połączenia pozwalają włączać zależnie od potrzeby, silniejsze lub słabsze pompy w zespole z pompą dyfuzyjną, po otrzymaniu wstępnej próżni około  $10^{-1}$  mm Hg.

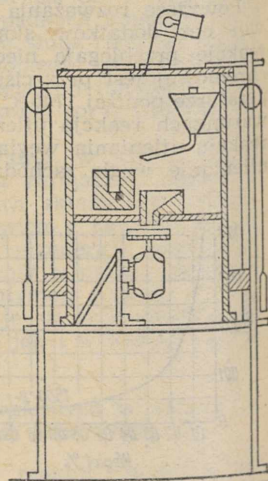
Do pomiaru ciśnienia w zbiorniku służą próżniomierze. Stosowane są przeważnie próżniomierze kompresyjne McLeoda, działające na zasadzie zmniejszenia objętości gazu, próżniomierze oporowe Piraniego, działające na zasadzie zmian cieplnego przewodzenia gazu i alfatronowe, działające na zasadzie elektrycznego przewodzenia w gazie.

#### Przebieg procesu topienia i odlewania

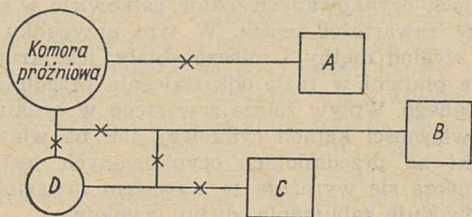
W Narodowym Laboratorium Fizycznym w Teddington [9, 10] wytapia się żelazo o dużej czystości w piecu o pojemności 12 kg. Proces składa się z dwóch etapów: utleniania zanieczyszczeń i odgazowywania w próżni. W pierwszym etapie, trwającym 1,5 godziny,



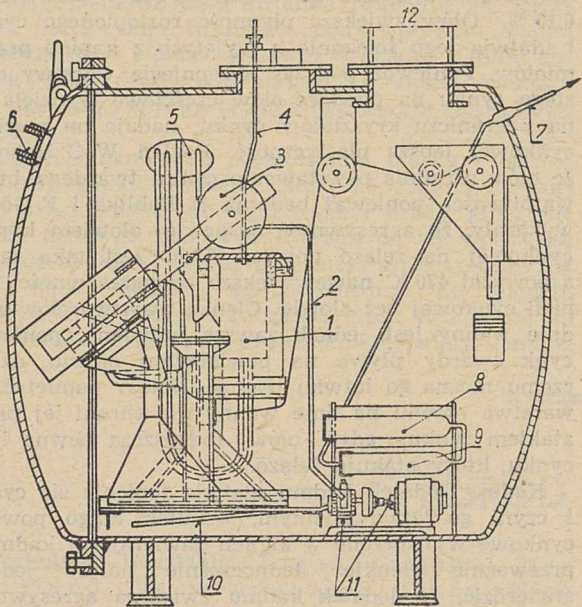
Rys. 4. Piec do topienia w próżni firmy Hereus



Rys. 5. Piec do topienia w próżni firmy Nisbeta



Rys. 6. Schematyczne zestawienie zespołu pomp próżniowych



Rys. 7. Urządzenie do topienia w próżni (laboratorium w Teddington)

1 — piec, 2 — giętka rura doprowadzająca wodór, 3 — przeciw-waga wlewnicy, 4 — pręt do podnoszenia pokrywy, 5 — kable chłodzone wodą; doprowadzenie i odprowadzenie wody, 6 — wziernik, 7 — odprowadzenie gazu do osuszaczy, 8 — piec z magnezem, 9 — komora chłodząca, 10 — doprowadzenie wodoru z osuszaczy do pompy, 11 — pompa obiegowa wodoru, 12 — do pompy próżniowej

materiał topnieje w powietrzu w zwykłym piecu indukcyjnym, usuwając tworzący się na powierzchni kąpieli tlenek żelaza. Aby zmniejszyć ilość węgla we wsadzie i usunąć tlenek węgla po 1 godzinie utleniania wdmuchuje się przez 20 minut azot lub argon. Odlane wlewki zawierają około 0,005 % C, 0,002 ÷ 0,003 % Si, 0,004 ÷ 0,006 % S oraz średnio 0,28 % O<sub>2</sub> i 0,01 % N<sub>2</sub>. Wlewki pocięte na odpowiedni wymiar po oczyszczeniu z zendry, wymyciu czterochlorkiem węgla i wysuszeniu ładuje się do pieca próżniowego zasilanego przez generator o mocy 30 kW i częstotliwości 5000 okresów (rys 7).

Komora próżniowa ma średnicę 1,2 m i wysokość 1,4 m; pokrywa uszczelniona jest pierścieniem gumowym. W obudowie zbiornika znajdują się cztery otwory: wziernik do obserwacji powierzchni metalu i kontroli temperatury, specjalne zawory, przez które

wprowadza się termoparę i pręt do podnoszenia pokrywy tygła, a wreszcie wylot połączony z pompami próżniowymi. Piec przechyla się za pomocą przekładni łańcuchowej; wlewnica z przeciwcieżarem, umieszczona naprzeciw pieca, przechyla się razem z piecem. Giętke przewody prowadzące do cewki pieca wchodzi do zbiornika próżniowego przez płytę izolacyjną uszczelnioną gumowymi pierścieniami. Tygiel do topienia wykonany jest ze spiekanej tlenku aluminium i wyłożony wypalonym magnezylem; góra wyłożenia związana jest krzemianem sodu. Wlewnice są z miękkiej stali; u góry mają wkładkę silmanitową, działającą jak gorąca nadstawka. Powierzchnia wlewnicy nie jest lakierowana.

Gdy wsad zaczyna topnieć w próżni, co zachodzi po upływie około 2,5 godziny od włączenia prądu, napełnia się komorę próżniową wodorem z butli, aż do uzyskania ciśnienia 100 mm słupa rtęci, w celu zabezpieczenia się przed rozpryskiwaniem się metalu pod wpływem wydzielających się gazów. Gdy wsad został całkowicie stopiony, usuwa się wodór i utrzymuje wytop w próżni przez 1 godzinę. W tym czasie ciśnienie wynosi około 0,05 mm słupa rtęci. Następnie odłącza się pompy próżniowe od zbiornika i wprowadza ponownie wodór, wdmuchując go na powierzchnię kąpieli pod ciśnieniem 1 at za pomocą specjalnej pompy. Obieg wodoru w urządzeniu jest zamknięty, co wymaga dość skomplikowanych urządzeń pomocniczych, zaworów, filtrów, pompy obiegowej i suszarek. Po ukończeniu redukcji wstrzymuje się obieg wodoru i obniża jego ciśnienie do 50 mm słupa rtęci w ciągu 0,5 godziny, w celu uregulowania wydzielania się wodoru z kąpieli i uniknięcia rozpryskiwania metalu. Spustu dokonuje się w atmosferze wodoru, przechylając równocześnie piec i wlewnicę. Wlewki po walcowaniu na gorąco i normalizowaniu przy 950 °C wykazują następujące zawartości gazów: 0,001 ÷ 0,002 % O<sub>2</sub>, 0,001 ÷ 0,002 % N<sub>2</sub> i 0,000005 % H. Zawartość wodoru w odlanych wlewkach wynosi 0,00007 % H, jest więc bardzo niska, mimo odlewania i studzenia metalu w wodorce o ciśnieniu 50 mm Hg.

Jak wynika z powyższego przykładu, dzięki topieniu i odlewaniu w próżni uzyskuje się metal o bardzo niskiej dotychczas nieosiągalnej zawartości gazów.

Literatura

1. L. Colombier. Revue de Metallurgie t. 44, 1947, str. 374.
2. I. D. Nisbet. Iron Age, t. 161, 1948, nr 12, str. 79.
3. W. Fischer i O. Winkler. Revue de Metallurgie, t. 49, 1952, nr 3, str. 211.
4. I. D. Nisbet. Iron Age, t. 159, 1947, str. 56.
5. B. Morse. Industrial and Eng. Chemistry, 1947, t. 39, str. 1064.
6. S. M. Tant, D. T. Dolb. Iron Age, t. 168, 1951, nr 20.
7. A. J. Gibbs-Smith. Iron and Steel, t. 25, nr 4, str. 141.
8. Metal Industry, t. 80, nr 8, str. 145.
9. B. E. Hopkins, G. C. H. Jenkins, H. E. N. Stone. Journ. Iron and Steel Inst., 1951, str. 377.
10. Metal Progress, t. 61, 1952, str. 75—81.
11. F. P. Jednierał. Elektrometallurgia, Moskwa 1950, str. 334.
12. J. Groszkowski. Technika wysokiej próżni. Warszawa 1953.

H. Żakowa

Wpływ zanieczyszczeń oraz dodatków różnych metali do cynku na jakość ocynkowania<sup>1)</sup>

Gatunki cynku stosowane w amerykańskich ocynkowniach, ich zanieczyszczenia oraz dodatki innych metali w celu uzyskania szczególnych własności powłoki cynkowej na przedmiotach ocynkowanych zasługują na uwagę.

Chociaż wymagania stawiane jakości cynku stosowanego w różnych ocynkowniach zależą od rodzaju ocynkowanego przedmiotu, istnieje szereg zagadnień interesujących wszystkie ocynkownie.

Jako najważniejsze z nich należałoby wymienić sprawę kosztów. Chodzi o koszt całkowity, który wynika z ceny zakupionego cynku, kosztów przerobu, zużycia cynku na jednostkę powierzchni, ilości i rodzaju odpadów, a wreszcie jakości ocynkowania.

Obliczenie kosztów oparte jedynie na cenie cynku prowadzi do fałszywych wniosków, ponieważ najczę-

1) W. G. Imhoff. Wire and Wire Prod. 27, 1952. Według referatu D. Hörstmann. Stahl u. Eisen 73, 1953, str. 676—677.

kiej tani cynk okazuje się w użyciu bardzo drogi. Straty spowodowane gorszymi warunkami ruchu oraz większą ilością odpadów wynoszą przeważnie bez porównania więcej niż zysk wynikający z niższej ceny cynku. Należy zwracać baczną uwagę na skład chemiczny cynku, gdyż większe jego zmiany powodują zaburzenia ruchu i różne trudności.

O tym, czy należy stosować cynk surowy, czy przetapiany, powinno decydować doświadczenie oraz rodzaj przedmiotów do ocynkowania.

Jeżeli stosuje się cynk przetapiany, należy pamiętać, że zawiera on większą ilość tlenków, które mogą wywierać ujemny wpływ na wyniki pracy. Trzeba znać rodzaj i ilość zanieczyszczeń cynku, od nich bowiem bardzo często zależy jakość i wygląd powłoki cynkowej. Od zanieczyszczeń zależy również grubość powłoki i ilość odpadów.

W tablicy 1, odpowiadającej warunkom ASTM-B-37, podano największe dopuszczalne zawartości zanieczyszczeń w różnych gatunkach cynku.

Tablica 1

## Skład chemiczny różnych gatunków cynku

Gatunek cynku	Maksimum			
	Pb %	Fe %	Cd %	Pb + Fe + Cd %
Special High Grade	0,010	0,005	0,005	0,1
High Grade	0,07	0,03	0,07	0,10
Intermediate	0,20	0,03	0,50	0,50
Brass Special	0,60	0,03	0,50	1,00
Prime Western	1,60	0,03	—	—

W USA stosuje się powszechnie do ocynkowania gatunek Prime Western. Wszystkie inne gatunki dodaje się tylko w małych ilościach do kąpeli. Cynku przetapianego używano dawniej w wielu ocynkowniach. Obecnie stosuje się go w bardzo ograniczonym zakresie, gdyż ilość zawartych w nim zanieczyszczeń często przekracza dopuszczalne granice. Zaniechano też obecnie stosowania do ocynkowania cynku odzyskanego z odpadów cynkonośnych we własnym zakresie, ponieważ zawartość żelaza w takim cynku jest o 1,5 do 2 % za duża. Ważna jest znajomość wpływu różnych zanieczyszczeń na proces ocynkowania. Dodatek różnych metali do cynku może wywierać działanie dodatnie lub ujemne. Przez dodatek pewnych metali można osiągnąć szczególnie pożądane własności.

**Żelazo.** Każdy gatunek cynku przemysłowego dostarczanego w płytkach zawiera małe ilości żelaza, większe ilości żelaza dostają się do cynku dopiero podczas ocynkowania wskutek tworzenia się tzw. cynku twardego. Ilość żelaza w cynku jest szczególnie duża gdy temperatura kąpeli cynkowej wynosi około 500 °C.

Ponieważ rozpuszczalność żelaza w ciekłym cynku jest niewielka (wynosi ona przy zwykle stosowanych temperaturach kąpeli cynkowej od 430 do 460 °C od 0,01 do 0,03 % Fe), większa część żelaza związanego z cynkiem znajduje się w tzw. cynku twardym, który trzeba od czasu do czasu wybierać z kąpeli. W ten sposób traci się duże ilości cynku związanego z żelazem. Prócz tego pływające w kąpeli cynkowej kryształki cynku twardego wywołują zgęstnienie stopionego cynku. Cynk taki daje grubszą powłokę na przedmiotach ocynkowanych, gdyż trudniej spływa z wyjętych z kąpeli przedmiotów. Duża zawartość cynku twardego utrudnia oddawanie ciepła przez ściankę wanny do kąpeli i powoduje spiętrzanie się ciepła na dnie wanny, gdzie się zwykle gromadzi cynk

twardy. Tworzenie się tzw. „kwiatów“ na powierzchniach ocynkowanych ustaje całkowicie w razie większej zawartości żelaza. W tym przypadku powłoka ma wygląd mętny i mleczno-biały, jest krucha i odpada płatami w razie odkształcenia przedmiotu ocynkowanego. Wpływ żelaza zawartego w cynku zarówno na własności kąpeli cynkowej, jak na własności powłoki na przedmiotach ocynkowanych jest ujemny. Zaznacza się wyraźnie ze wzrostem zawartości żelaza i powoduje zaburzenia ruchu ocynkowni.

**Ołów.** Nieznaczne ilości ołowiu występują we wszystkich gatunkach cynku. W używanych do ocynkowania gatunków cynku zawartość ołowiu wynosi 0,1 do 0,15 %. Ołów zwiększa płynność roztopionego cynku i ułatwia jego ściekanie z wyjętych z kąpeli przedmiotów. Ponieważ podczas krzepnięcia warstwy czystego cynku na powłoce ołów częściowo wydziela się na pograniczu kryształów cynku, nadaje on powłoce cynkowej lepszą plastyczność. Pogląd W. G. Imhoffa, że ołów utrudnia powstawanie cynku twardego, budzi wątpliwości, ponieważ badania H. Bablika i F. Götzla wykazały, że agresywność nasyconej ołowiem kąpeli cynkowej na żelazo poniżej 470 °C jest taka sama, a powyżej 470 °C nawet większa od agresywności kąpeli cynkowej bez ołowiu. Cienka warstwa ołowiu na dnie wanny jest jednak zawsze pożądana, ponieważ cynk twardy pływa na powierzchni ołowiu, dzięki czemu można go łatwiej usunąć. Należy pamiętać, że warstwa ołowiu na dnie wanny nie chroni jej przed atakiem cynku, gdyż ołów rozpuszcza pewną ilość cynku, który atakuje żelazo.

**Kadm.** Dodatek kadmu ułatwia topienie się cynku i czyni go łatwo płynnym, wskutek czego powłoki cynkowe wytworzone w kąpeli zawierającej kadm są przeważnie cienkie. Jednocześnie należy jednak stwierdzić, że dodatek kadmu zwiększa agresywność cynku na żelazo,<sup>1)</sup> wskutek czego w wannie tworzą się większe ilości cynku twardego i grubieje warstwa tego stopu w cynkowej powłoce przedmiotu. Na skutek tego powłoki cynkowe z zawartością kadmu są kruche i łatwo się łuszczą. Zawartość kadmu w kąpielach cynkowych nie zawierających dodatku glinu i cyny nie powinna przekraczać 0,1 %. W kąpielach z dodatkiem glinu ilość kadmu może być większa — do 0,3 %. Dodatek kadmu wywołuje na powierzchni ocynkowanych blach piękne kwiaty, podobne do kwiatów mrozu na szybach, a w razie cynkowania z polyskiem daje gładką, błyszczącą powierzchnię. Zbyt duże dodatki kadmu prowadzą jednak do tworzenia się brzydkiej, żółtawobrązowej powłoki. Większe ilości kadmu w cynku należy bezwarunkowo uważać za niepożądane.

**Antymon.** Dodatek antymonu do cynku wywołuje takie same skutki jak dodatek kadmu. Antymon należy wprowadzać do kąpeli cynkowej pod postacią łatwo topliwych stopów cynkowo-antymonowych lub ołowiuowo-antymonowych, gdyż czysty antymon pływa po powierzchni kąpeli cynkowej, która łatwo zanieczyszcza się wtedy dużą ilością tworzącego się popiołu. Należy przestrzec przed stosowaniem zbyt dużych dodatków antymonu.

**Cyna.** Dodatek cyny — podobnie jak ołowiu i kadmu czyni kąpiel cynkową łatwo płynną i sprzyja tworzeniu się cienkiej i równomiernej powłoki. Dodatki cyny często działają podobnie jak dodatki ołowiu. Cyna w kąpeli cynkowej ułatwia tworzenie się dużych błyszczących kwiatów, a w razie cynkowania z polyskiem daje gładkie, błyszczące powierzchnie. Dopuszczalna zawartość cyny w kąpeli cynkowej wynosi 2,5 %; większe ilości cyny powodują zgrubienie

1) D. Horstmann. Stahl u. Eisen, 73, 1953, str. 659 — 665.



i brzydki wygląd powłoki cynkowej. Normalnie zawartość cyny nie przekracza 1 %.

**Glin.** Glin jest jedynym dodatkiem metalowym, który zmniejsza ilość tworzącego się cynku twardego. W razie stosowania mokrej metody ocynkowania niszczy on warstwę topników na powierzchni kąpeli cynkowej, składającą się z chlorków cynkowo-amonowych. Z tego powodu dodatki glinu większe od 0,05 % stosuje się do tych metod, które nie wymagają warstwy topników na kąpeli, jak np. metoda sucha, metoda Sędzimir i metoda Crapo. Na warstwę topników złożoną z kriolitu glin znajdujący się w kąpeli cynkowej nie działa szkodliwie. Dodając glinu można uzyskać bardzo cienką i łatwo dającą się odkształcać powłokę. Dodatek glinu utrudnia tworzenie się większych ilości cynku twardego pod wpływem kadmu i antymonu w kąpeli cynkowej. W jakim stopniu dodatek glinu działa odtleniająco na kąpiel cynkową nie wiadomo i sprawa ta musi być jeszcze szczegółowo zbadana.

Kąpiel cynkowa do ocynkowania blachy i naczyń kuchennych może zawierać około 0,2 % glinu. Do kąpeli przeznaczonej do ocynkowania drutu, glinu nie można dodawać, ponieważ wywiera on zły wpływ na giętkość drutu. Ponieważ glin zużywa się szybciej niż cynk, należy dodawać go odpowiednio do kąpeli. W razie zbyt dużych zawartości glinu tworzą się na powierzchni ocynkowanego przedmiotu naloty tlenków

glinu o barwie niebieskawej, nadając jej brzydki wygląd.

**Miedź i nikiel.** Niewielka ilość miedzi zwiększa odporność powłoki cynkowej na działanie atmosfery. Szczegółowych badań nad wpływem miedzi na proces ocynkowania brak dotychczas. W USA stosuje się dodatek miedzi do cynku w ilości do 0,25 %. Dodatek niklu powoduje szybkie krzepnięcie warstwy cynku na powierzchni przedmiotu wyjętego z kąpeli. Powłoki z zawartością niklu są łamliwe i łatwo się łuszczą.

**Magnez.** W razie stosowania mokrej metody ocynkowania dodatek magnezu do kąpeli cynkowej jest niepożądany, ponieważ warstwa topników na powierzchni kąpeli, składająca się z chlorków cynkowo-amonowych, ulega szybkiemu zniszczeniu wskutek tworzenia się chlorku magnezu. Jaki wpływ wywiera magnez na tworzenie się cynku twardego, jeszcze nie stwierdzono. Powłoka cynkowa z niewielką ilością magnezu jest biała; kwiaty tworzą się drobne.

Dodając jednocześnie niektórych z wymienionych powyżej metali, można wzmocnić ich pomyślny wpływ na kąpiel i powłokę cynkową, a osłabić zły wpływ żelaza i innych dodatków. Prócz tego można dzięki oddziaływaniu tych dodatków uzyskać powłoki o takich własnościach, jakie danej gałęzi przemysłu najbardziej odpowiadają.

T. Zdziennicki

## WŚRÓD KSIĄŻEK

**Technische Baustähle.** Eigenschaften, Behandlung, Verwendung, Prüfung (Stale techniczne konstrukcyjne. Własności, obróbka, zastosowanie, badanie.) Dr W. Küntscher, H. Kilger i H. Biegler. Wydawnictwo firmy W. Knapp. Halla nad Saalą 1953. Wydanie drugie, str. 489, rys. 118, cena w opr. 57 zł 50 gr.

Książka dra Küntschera i jego współpracowników nie jest podręcznikiem metaloznawstwa. Nie zawiera ona wywodów teoretycznych, a autor powstrzymał się od rozważania zagadnień metalurgicznych i metaloznawczych nie mających bezpośredniego związku z praktycznym zastosowaniem różnych stali. Omówiono w niej za to w sposób jasny i przejrzysty charakterystyki stali konstrukcyjnych, kładąc główny nacisk na obfity materiał liczbowy dotyczący własności, obróbki, zastosowania i badania opisywanych gatunków stali.

W odróżnieniu od klasycznych podręczników wiele miejsca poświęcono zwykłemu stalom węglowym. Jakkolwiek stale te stanowią zazwyczaj około 90 % produkcji hutnictwa żelaza, traktowane są w większości podręczników po macoszemu, wskutek czego początkujący inżynier czy technik wie o nich mało, a niezbędne wiadomości zdobywa dopiero po dłuższej praktyce. Już sam fakt takiego potraktowania materiału przesądza o wartości książki. Ale w naszych warunkach szczególne znaczenie ma okoliczność, że autorzy, jako wieloletni pracownicy zakładów chemicznych Leuna, obszernie rozpatrzyli zagadnienie stali stosowanych w przemyśle chemicznym. Zgodnie z ogólną linią nie ograniczono się w tej dziedzinie do stali o dużej odporności chemicznej, lecz omówiono również materiały niestopowe i niskostopowe stosowane w różnych gałęziach przemysłu chemicznego zarówno na części urządzeń narażone na działanie agresywnego środowiska jak i pozornie mniej ważne elementy:

zbiorniki, rury, śruby, kołnierze itp. Omówiono materiały stosowane w urządzeniach syntezy, gdzie główną rolę odgrywa działanie wodoru pod dużym ciśnieniem przy wysokiej temperaturze.

Rozwój przemysłu chemicznego w Niemczech sprawił, że przemysł ten zajmował również jako konsumment stanowisko, z którym musiały się liczyć inne przemysły. Toteż niemiecki przemysł stalowy, starając się zaspokoić wymagania przemysłu chemicznego, produkował wielką liczbę gatunków stali, dostosowanych do różnorodnych wymagań i warunków pracy w fabrykach chemicznych. Dr Küntscher i jego współpracownicy omawiając te gatunki oświetlają zagadnienie na podstawie wieloletniego doświadczenia osobistego i zakładów Leuna. Należy tu zaznaczyć, że tego rodzaju publikacja byłaby nie do pomyślenia w ustroju kapitalistycznym, w którym wszelkie dane, mogące służyć zakładom konkurencyjnym, są otoczone tajemnicą i pilnie strzeżone przez zarządy koncernów.

Rozdziały traktujące o stalach stosowanych w przemyśle chemicznym są dla nas najcenniejszą częścią książki. Nasz szybko rozwijający się, ale stosunkowo młody przemysł chemiczny nie posiada jeszcze dużego doświadczenia i rutyny, a nasze hutnictwo nie nastawiło się dotąd na zupełne zaspokojenie wymagań tej tak ważnej gałęzi gospodarki narodowej. Książkę dra Küntschera należy szczególnie polecić zarówno konstruktorom aparatów chemicznych, jak i metalurgom, których zadaniem jest wytworzenie odpowiednich gatunków stali.

Wiele cennych i ciekawych danych można znaleźć w tej książce również o materiałach do budowy kotłów parowych.

Uzupełnieniem właściwego opisu stali są działy poświęcone obróbce cieplnej (II) oraz ocenie i badaniu stali (III) zajmujące około 1/5 objętości książki. Na-

pisane z dużą znajomością rzeczy, zawierają wiele praktycznych wskazówek.

O wartości tej książki świadczy wymownie fakt, że pierwsze jej wydanie zostało wyczerpane w ciągu 10 miesięcy, a drugie ukazało się po niespełna roku po pierwszym.

**T. Malkiewicz**

**Ochrona pracy w odlewniach.** *Mgr inż. Adam Walewski, mgr inż. Stanisław Roszkowski.* Biblioteka Ochrony Pracy. Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Warszawa, 1953, str. 243, rys. 178, cena 12 zł 50 gr.

Praca w odlewniach łączy się z całym szeregiem dużych niebezpieczeństw dla zdrowia, a nawet życia pracowników. Są to oparzenia przez bryzgi roztopionego metalu, którego temperatura przekracza nieraz 1600 °C, wytwarzanie się pyłu krzemowego i metalowego, który wdychany przez dłuższy czas wywołuje krzemicę i stwarza podłoże dla gruźlicy. Poza tym niebezpieczne są nagłe zmiany temperatury powodujące różne schorzenia organów oddechowych, zatrucie przez gazy, zwłaszcza tlenek węgla, powstające podczas wlewania metalu do form, przy ich suszeniu itp. Jeśli się zważy, że 15 ÷ 20 % ogólnej ilości robotników przemysłu maszynowego stanowią pracownicy odlewni, unaocni się nam niezwykle doniosła rola, jaką dla gospodarki narodowej odgrywa zapewnienie w odlewniach warunków bezpieczeństwa pracy sprządzających te niebezpieczeństwo do minimum.

W omawianej książce autor opisuje urządzenia i prace w odlewni, wskazuje również środki zapewnające pracownikom maksimum bezpieczeństwa.

W pierwszej części książki jest opis, jak powinno przedstawiać się samo pomieszczenie odlewni, aby umożliwiło w jak największym stopniu uniknięcie niebezpieczeństw związanych z procesem odlewniczym. Opisuje więc, jakim warunkom powinien odpowiadać budynek odlewni, pomieszczenia robocze, przejścia i przejazdy, wentylacja, ogrzewanie, oświetlenie, zabezpieczenie maszyn i skład metali.

Wskazówki te w znacznej części można zastosować dopiero przy budowie nowych lub gruntownej przebudowie istniejących odlewni. Większość postulatów dotyczących budynku odlewni, szczególnie rozmieszczenia drzwi i bram, przejść i przejazdów, ustawienia budynku w stosunku do najczęściej w danej okolicy wiejących wiatrów, nie da się z przyczyn technicznych zastosować w wielu starszych odlewniach. W dalszej części omówiono sposoby, w jaki z punktu widzenia bezpieczeństwa pracy powinno się przygotowywać surówkę i złom, składować paliwa stałe, płynne i gazowe, wreszcie przygotowywać masę formierską.

Nadto opisano w książce poszczególne fazy procesu odlewniczego, jak przygotowanie masy formierskiej, formowanie, wyrób i oczyszczanie rdzeni, suszenie form, rdzeni i naczyń, odlewanie, wybijanie odlewów i rdzeni i oczyszczanie odlewów. Znajduje się także opis maszyn i urządzeń związanych z poszczególnymi fazami, przy czym autor zwraca uwagę na związane z nimi niebezpieczeństwa oraz wskazuje środki do ich uniknięcia.

Książkę zamykają rozdziały omawiające odzież ochronną pracowników, zasady ich należytego przydziału do poszczególnych prac, organizację służby zdrowia w odlewniach. Są też wskazówki dotyczące udzielania pierwszej pomocy przy najczęściej spotykanych w odlewniach obrażeniach cielesnych, jak oparzenie ciekłym metalem, zatrucie tlenkiem węgla i porażenia prądem elektrycznym.

Tekst uzupełniają liczne i przystępnie opracowane rysunki. Duża ilość praktycznych wiadomości, przejrzysty układ oraz prosty i łatwo zrozumiały sposób ujęcia treści czynią z omawianej książki ceną pozycję naszej popularnej literatury technicznej. Odda ona niewątpliwie dużo przysług kierownictwu odlewni, personelowi technicznemu, inspektorom służby ochrony pracy oraz pracownikom odlewni.

**A. Ligocki**

**Bezpieczeństwo pracy zalewaczy i wybijaczy w odlewniach żeliwa.** *Mgr inż. Janusz Holtorp.* Biblioteka Ochrony Pracy. Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Warszawa 1953, str. 40, rys. 15, cena 2 zł 50 gr.

Od poprzednio omawianej książki „Ochrona pracy w odlewniach” różni się praca inż. Holtorpa zarówno zakresem omawianych zagadnień, jak i stosunkiem do procesu odlewniczego.

Podczas gdy poprzednia praca omawia całokształt procesu odlewniczego, ta obejmuje tylko jeden z jego wycinków a mianowicie zalewanie form i wybijanie odlewów z form.

Poprzednia praca zajmuje się z punktu widzenia bezpieczeństwa pracy raczej urządzeniem odlewni począwszy od budynku, a skończywszy na poszczególnych maszynach i narzędziach. Ta zajmuje się przede wszystkim obsługą tych urządzeń i samym sposobem wykonywania poszczególnych czynności odlewniczych.

W książce opisano przygotowanie naczyń do pobierania i transportu ciekłego metalu, obciążenie lub kłamrowanie form i przygotowanie ich do zalania. Omówiono też pobieranie metalu z pieca i dostarczenie go na miejsce przeznaczenia, zalewanie form i zlewanie resztek metalu. Poza tym w opisie uwzględniono wybijanie odlewów z form, zbiórkę i transport odlewów do oczyszczalni oraz usuwanie z odlewów zbędnych po odlewie materiałów.

Na zakończenie poruszono sprawę odzieży ochronnej zalewaczy i wybijaczy oraz środków zmniejszania uciążliwości ich pracy. Po opisie poszczególnych czynności odlewniczych autor zamieszcza szereg praktycznych wskazówek ujętych w formę „przykazań” dla pracowników. Stosowanie się do tych „przykazań” ochroni pracowników przynajmniej częściowo przed niebezpieczeństwami związanymi z danymi czynnościami.

Układ ten, jak również jasny i przystępny wykład, powodują, że książka inż. Holtorpa powinna się stać nieodstępnym doradcą każdego zalewacza i wybijacza w odlewni.

Byłoby pożądane, aby tego rodzaju praktyczne poradniki opracowano również i dla innych pracowników odlewni, np. dla formierzy, rdzeniarzy itp.

**A. Ligocki**

## NOTATKI BIBLIOGRAFICZNE

**Obsługa pieca martenowskiego.** *Mgr inż. Tadeusz Mazanek.* Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Stalinogród 1953. Format A5, str. 104, rys. 50, tabl. 7, cena 6 zł 70 gr.

*Treść.* Piec martenowski i jego bieg cieplny. — Wytapianie stali w piecu martenowskim. — Organizacja pracy przy piecu martenowskim. — Metody wytopów szybkościowych.

Książka zawiera przystępny opis budowy nowoczesnego pieca martenowskiego, procesu wytapiania w nim stali od załadowania wsadu aż do spustu, przyrządów do automatycznego regulowania biegu pieca oraz jego naprawy na zimno i na gorąco.

Ponadto opisano w niej zasady organizacji pracy, instrukcje technologiczne i czynnościowe, najczęściej powstające zaburzenia w biegu pieca martenowskiego i sposoby ich usuwania; zamieszczono wskazówki dotyczące bezpieczeństwa pracy oraz opisy metod szybkościowych wytapiania stali.

Książka przeznaczona jest dla wytapiaczy, mistrzów oraz techników stalowników i może być pomocna w średnich szkołach technicznych.

**Czadnice stalownicze i ich obsługa.** *Mgr inż. Tadeusz Mazanek i mgr inż. Józef Splewiński.* Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Stalinogród 1953. Format A5, str. 56, rys. 36, tabl. 9, cena 4 zł.

*Treść.* Zasady wytwarzania gazu czadnicowego. — Rodzaje czadnic, ich budowa i wyposażenie. — Obsługa czadnicy. — Organizacja miejsca pracy.

Książka zawiera przystępny opis budowy czadnicy gazowej przeznaczonej dla pieca martenowskiego, jej uruchomienia i zatrzymywania, urządzeń i przyrządów pomiarowych oraz sposobów posługiwania się nimi. Podano w niej także zasady organizacji pracy, instrukcje czynnościowe prowadzenia czadnic, najczęściej powstające zaburzenia w biegu czadnicy i sposoby ich usuwania tudzież wskazówki dotyczące higieny i bezpieczeństwa pracy.

W celu lepszego zrozumienia procesu zgazowania węgla omówiono w książce podstawowe pojęcia fizyko-chemiczne spalania paliw stałych.

Książka napisana jest w zasadzie dla czadnicowych oraz dla techników, mistrzów i kwalifikowanych stalowników.

**Odlewanie wlewków stalowych.** *Inż. Władysław Klimczyk.* Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Stalinogród 1953. Format B5, str. 214, rys. 154, tabl. 27, cena w opr. 22 zł 50 gr.

*Treść.* Ogólne zasady wytapiania stali. — Wtrącenia niemetaliczne i sposoby ich usuwania. — Pęknięcie wlewków stalowych. — Przykłady odlewania stali w praktyce. — Kontrola odlewania stali. — Kształt wlewka. — Stopień odtlenienia (uspokojenia) stali a budowa wlewka. — Odlewanie stali syfonowe i z góry. — Gazy w stali. — Segregacja krystaliczna i wlewkowa.

W książce podano ogólne zasady wytapiania stali, opisy zjawisk fizyko-chemicznych przy powstawaniu czy usuwaniu wtrąceń niemetalicznych w płynnej stali, wpływ stopnia uspokojenia stali tudzież kształtu wlewka na jego strukturę i wygląd oraz różne sposoby odlewania wlewków i ich wady. Ponadto zawiera ona opis kontroli temperatury i szybkości odlewania stali oraz liczne opisy wyników badań metalurgicznych. Książka przeznaczona jest dla techników i inżynierów stalowników lub pracowników kontroli technicznej

i może być pomocna w średnich i wyższych szkołach technicznych.

**Szybkościowe wytapianie stali w piecach martenowskich.** (Metody skorostnogo stalewarrienijsa.) *M. I. Panfilow.* Przetłumaczył z języka rosyjskiego inż. Kazimierz Radzwicki. Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Stalinogród 1953. Format A5, str. 168, rys. 67, tabl. 4, cena 10 zł 60 gr.

*Treść.* Piec martenowski i jego praca pod względem cieplnym. — Kontrola cieplna oraz automatyczna regulacja pieców martenowskich. — Technologia procesu martenowskiego. — Jakość stali a technologia wytopu. — Trwałość wyprawy pieca martenowskiego. — Organizacja pracy wytapiaczy-szybkościowców. — Naprawa pieca po spuście. — Ładowanie wsadu. — Topienie. — Wykończanie wytopu. — Ogólne wnioski z doświadczeń wytapiaczy-szybkościowców.

Książka przeznaczona jest dla wytapiaczy oraz mistrzów stalowników i może służyć jako książka pomocnicza dla uczniów średnich szkół hutniczych.

**Współczesne walcownictwo w Związku Radzieckim.** (Sowriemiennoje prokatnoje proizwodstwo. Moskwa 1951.) *E. S. Rokotian.* Laureat Premii Stalinowskiej. Przełożył z języka rosyjskiego mgr inż. J. Warzański. Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Stalinogród 1953. Format A5, str. 47, rys. 18, tabl. 2, cena 3 zł 50 gr.

*Treść.* Wiadomości ogólne. — Zgniatacze zwykłe i uniwersalne. — Walcowanie kęsów. — Walcowanie profilowe. — Walcowanie ciągłe blach na gorąco. — Walcowanie na zimno i wykończanie blach. — Walcowanie rur.

Książka zawiera opisy wielkich nowoczesnych walcowni wybudowanych w Związku Radzieckim, ich układów i wyposażenia oraz procesów technologicznych walcowania. Omówiono w niej również możliwości rozwoju walcownictwa w Związku Radzieckim w najbliższej przyszłości.

Książka przeznaczona jest dla przodowników, racjonalizatorów i mistrzów walcowników oraz może służyć pomocą w niższych i średnich szkołach hutniczych.

**Mały poradnik hartownika.** *Mgr inż. Stanisław Jabłoński.* Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Warszawa 1953. Format B6, str. 258, rys. 104, tabl. 36 + III, cena w opr. 17 zł 20 gr.

*Treść.* Pojęcia ogólne o metalach i stopach metali. — Obróbka cieplna stopów żelaza przeprowadzana bez zmiany składu chemicznego. — Obróbka cieplna stopów żelaza powodująca zmianę składu chemicznego. — Obróbka cieplna stali konstrukcyjnych. — Obróbka cieplna stali narzędziowych, węglowych i stopowych. — Obróbka cieplna staliwa i żeliwa. — Ogólne wiadomości o obróbce cieplnej stopów niezależnych. — Błędy obróbki cieplnej, ich skutki i sposoby zapobiegania. — Piece i inne urządzenia do obróbki cieplnej. — Kontrola wyników obróbki cieplnej. — Bezpieczeństwo i higiena pracy w warsztatach obróbki cieplnej.

„Mały poradnik hartownika“ zawiera wiadomości z dziedziny obróbki cieplnej metali ze szczególnym uwzględnieniem stali i staliwa, podaje praktyczne wskazówki dotyczące wyżarzania, hartowania, odpuszczania, nawęglania, azotowania i cyjanowania oraz opis pieców i innych urządzeń stosowanych przy przeprowadzaniu tych procesów. Książka zaznajamia

także z pomiarami dokonywanymi przy kontroli wyników obróbki cieplnej oraz z zasadami bezpieczeństwa pracy.

„Mały poradnik hartownika“ jest przeznaczony dla wykwalifikowanych robotników, mistrzów i techników.

**Pomiary temperatur.** Mgr inż. Stanisław Prowans. Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Stalinogród 1953. Format B5, str. 212, rys. 154, tabl. 52, cena w opr. 22 zł 20 gr.

**Treść.** Wstęp. — Podstawy termometrii. — Termometry rozszerzalnościowe. — Termometry kalorymetryczne. — Farby termometryczne. — Urządzenia działające na zasadzie zmiany stanu skupienia. — Termometry oporowe. — Termometry termoelektryczne. — Pirometry optyczne. — Wzorcowanie przyrządów pomiarowych. — Urządzenia pomocnicze do pomiarów temperatur.

Książka zawiera podstawy teoretyczne termometrii oraz teorię i opisy konstrukcji termometrów stosowanych w laboratoriach, przemyśle i innych dziedzinach. Poza tym omówione są sposoby wzorcowania termometrów oraz urządzenia pomocnicze stosowane przy pomiarach temperatury lub w połączeniu z termometrami.

Książka przeznaczona jest dla techników i inżynierów pracujących w dziedzinie pomiarów cieplnych lub w przemyśle produkującym urządzenia dla termometrii, zarówno do pogłębienia wiadomości jak i do pomocy przy wykonywaniu pomiarów i wzorcowaniu przyrządów.

**Wytrzymałość zmęczeniowa części maszynowych.** Dr inż. Wacław Moszyński, profesor Politechniki Warszawskiej. Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Warszawa 1953. Format B5, str. 279, rys. 253, tabl. 19, cena w opr. 24 zł 60 gr.

**Treść.** Wiadomości podstawowe. — Schematy, tablice i wykresy pomocne przy obliczeniach zmęczeniowych i wytyczne kształtowania części maszynowych. — Przykłady obliczeniowe.

Praca ta jest systematycznym wykładem podstawowych wiadomości z dziedziny wytrzymałości zmęczeniowej części maszynowych. W książce podano sposoby obliczania współczynników bezpieczeństwa i omówiono je w ujęciu rachunku prawdopodobieństwa.

Praca zawiera obliczenia naprężeń prostych i złożonych i uwzględnia połączenia nitowane, spawane, wtlaczone, skurczowe, gwintowe oraz sworzniowe. Znajdują się w niej wykresy robocze i wytyczne kształtowania części maszynowych oraz liczne przykłady obliczeń zmęczeniowych typowych części maszynowych. Przeznaczona jest dla konstruktorów maszyn.

**Elektrotermia.** Tom II. Dr inż. Tadeusz Schwartz. Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Warszawa 1953. Format A5, str. 272, rys. 72, tabl. 10, cena 16 zł 50 gr.

**Treść.** Wstęp. — Grzejnictwo elektrodowe. — Grzejnictwo elektrodowe w zastosowaniu do grzania wody. — Grzejnictwo elektrodowe w zastosowaniu do cieplnej obróbki metali. — Grzejnictwo elektrodowe w zastosowaniu do termoelektrolizy. — Grzejnictwo łukowe. — Łuk elektryczny. — Charakterystyka obwodu. — Wykres kołowy. — Asymetria.

W książce omówiono podstawowe zagadnienia z dziedziny elektrotermii, czyli zastosowania elektryczności do wytwarzania ciepła. W tomie drugim poruszono zagadnienia dotyczące grzejnictwa elektrodowego i grzejnictwa łukowego.

Książka przeznaczona jest dla pracowników zatrudnionych w przemyśle elektrotermicznym oraz dla studentów wyższych uczelni technicznych.

## PRZEGLĄD CZASOPISM

**Wiadomości Chemiczne.** Rok 1953, nr 6. Mgr K. Raczynska-Bojanowska. Naturalne cykliczne peptydy. — Prof. dr B. Filipowicz. Kwasy nukleinowe. — H. Basińska. Nowe metody ilościowego oznaczania kadmu. — A. Matawowski. Pierwsze na świecie czasopismo chemiczne. — Z życia Polskiego Towarzystwa Chemicznego. — Nr 7. Prof. dr J. Kamecki. Stan pasywny i aktywny metali. — M. Czerniawski. Nowa wielkość fizyczna. — A. Basiński. Nowe dowody istnienia mezonów obojętnych. — Z życia Polskiego Towarzystwa Chemicznego.

**Przemysł Chemiczny.** Rok 1953, nr 6. B. Szatański. Możliwości zmniejszenia zużycia materiałów hutniczych w budowie aparatów chemicznych. — H. Zarębski. Drogi unowocześnienia kontroli produkcji i automatyzacji procesów przemysłowych. — M. Strużyński, Z. Marczenko i T. Nowicka. Fotokolorymetryczne oznaczanie żelaza za pomocą a, a'-dwupirydyli. — S. Skalska. Spektralne oznaczenie wanadu w elektrodach węglowych. — S. Kostorz. Graficzna metoda oznaczania przybliżonej zawartości toluenu we frakcji benzenowej. — H. Koneczny i E. Unisławski. Oznaczanie małych ilości miedzi w roztworach wodorotlenku sodowego. — W. M. Nowakowski. O korozji żelaza w stężonym kwasie siarkowym.

**Chemik.** Rok 1953, nr 6. Minister inż. B. Rumiński. Zacieśnić współpracę. — K. Solecki. Ważność za-

gadnienia remontów. — M. Sawaryn. Wzorcowe remonty przyspieszą realizację Planu 6-letniego. — K. Nowak. Grafit.

**Przeгляд Odlewnictwa.** Rok 1953, nr 6. Inż. J. Piaskowski i inż. J. Rączka. Produkcja czarnego żeliwa ciągliwego z żeliwiaka. — Inż. K. Hess. Wytyczne doboru czasu i prędkości zalewania form. — Inż. T. Caliński. Odlewane narzędzia tnące metodą wytapianych modeli. — Inż. B. Iwasyk. Nadlewy ciśnieniowe przy odlewaniu brązów.

**Przeгляд Techniczny.** Rok 1953, nr 6. Zapewnić gospodarce narodowej dostateczne ilości metalu. — Min. E. Szyr. Wielka Chemia — narodowym przemysłem Polski Ludowej. — Z problematyki tegorocznych zjazdów stowarzyszeń technicznych. — Inż. St. Miernik. Program pracy Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Przemysłu Chemicznego w Polsce. — Min. W. Drożdż. Uwagi resortu o pracy Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Przemysłu Chemicznego w Polsce. — Inż. H. Chmielewski. O polskie słownictwo techniczne. — Mocniej związać czasopisma techniczne z zakładami produkcji. — Doroczne zgromadzenie oddziałów wojewódzkich NOT w Stalinogrodzie i w Gdańsku.

**Przeгляд Mechaniczny.** Rok 1953, nr 6. Cały naród buduje Nową Hutę. — Inż. J. Mierzejewski. Wpływ

larcia na formowanie się wióra przy skrawaniu metali. — *Inż. J. Jasnorzewski*. Najnowsze osiągnięcia w dziedzinie interferencyjnych pomiarów długości. — *Dr inż. J. Obalski, prof. dr J. Roliński i prof. dr inż. S. Ziemia*. Sesja Naukowa poświęcona elektrycznym metodom pomiarowym w produkcji, laboratorium i dydaktyce. — *Inż. A. T. Troskołański*. O normalizacji wyróżnika szybkobieżności rotodynamicznych maszyn wodnych. — *Inż. A. T. Troskołański*. O podziale i nazwach pomp. — *T. O.* W sprawie czasowego zabezpieczenia przed korozją maszyn i precyzyjnych wyrobów stalowych. — *L. S.* Zastosowanie promieni podczerwonych przy tłoczeniu blach ze stopów magnezowych. — *M. Ch.* Szkło jako środek smarujący przy wyciskaniu stali. — *M. M.* Recenzja o książce *G. W. Akimowa* pt. „Podstawy nauki o korozji i ochronie metali.“ — *Dr inż. Z. Wusatowski*. Recenzja o książce *J. Gałaja* i *D. Gurewicza* pt. „Walcowanie blach na zimno“.

**Mechanik.** Rok 1953, nr 6. *Prof. dr inż. Biegeleisen-Zelazowski*. Zasady technicznego normowania czasu pracy. — *Inż.-mech. St. Markowski*. Jeszcze o docieraniu ostrzy noży tokarskich z płytkami z węglików spiekanych. — *J. Ogerman*. Obróbka cieplna stopów aluminium. — Przyklejanie nakładek ze spieków do trzonków narzędzi. — *Inż. St. Gębalski*. Recenzja o książce *inż. S. Balickiego* pt. „Łożyskowe stopy bezcynowe“.

**Technika Motoryzacyjna.** Rok 1953, nr 6. Dni jubileuszowe polskiego przemysłu motoryzacyjnego. — *Inż. M. Kraiński*. O niektórych zasadniczych warunkach utrzymania rytmiczności produkcji (artykuł dyskusyjny). — *Inż. R. Cylc*. Podwyższenie zmęczeniowej wytrzymałości części stalowych samochodu przy pomocy kulkowania. — *T. S.* Zagadnienie zmniejszenia zużycia miedzi w konstrukcji chłodnic samochodowych. — Słownictwo samochodowe (ciąg dalszy).

**Przegląd Elektrotechniczny.** Rok 1953, nr 6. *Minister inż. B. Jaszczuk*. Wyniki I Krajowej Narady Budownictwa Energetycznego. — *J. Trociuk*. Zadania inwestycyjne energetyki i ich realizacja. — *Inż. T. Stasiak*. Zagadnienia budownictwa elektrowni. — *Inż. T. Dryzek*. Prace projektowe budownictwa energetycznego. — Organizacja i przebieg I Krajowej Narady Budownictwa Energetycznego. — Dyskusja w sekcjach i na plenum I Krajowej Narady Budownictwa Energetycznego (14. — 15. II. 53). — Uchwała I Krajowej Narady Budownictwa Energetycznego. — Uchwała Kolegium Ministerstwa Energetyki z 3. III. 53 (wyciąg). — Nr 7. *Inż. I. Bresler*. Utwardzanie elektroiskrowe narzędzi w świetle nowszych badań radzieckich. — *Inż. W. Fischer*. Zagadnienia ogólne w dziedzinie szkolenia. — *Inż. W. Fischer*. Zadania i podstawowe kierunki działalności terenowej w zakresie szkolenia zawodowego. (Wytyczne dla referatów szkoleniowych oddziałów SEP.) — Narada szkoleniowa SEP 4. II. 53 (przebieg obrad). — Archiwum Elektrotechniki. Polska Akademia Nauk — Zakład Badania Drgań i Zakład Elektrotechniki. — *S. D.* Udoskonalenia mierników elektromagnetycznych.

**Energetyka.** Rok 1953, nr 3. *Inż. J. Preminger*. Samoczynna regulacja częstotliwości i mocy czynnej. — *Inż. B. Bartoszek*. Przemiany systemu łopatkowego turbin parowych. — *Inż. W. Heller*. Analiza zakłóceń na liniach napowietrznych. — *Inż. Z. B.* Pierwsza ogólnokrajowa konferencja w sprawie poprawy współczynnika mocy. — *Inż. H. Chmielewski*. O polskie słownictwo techniczne.

**Wiadomości PKN, Rok 1953, nr 4.** *Inż. J. Wodzicki*. Normalizacja polska na nowych torach. — *Mgr J. Szomański*. Dekret z dnia 4 marca 1953 r. w oświetleniu prawnym. — *B. Mrozowski*. Organizacja i zakres działalności komórek normalizacji resortowej. — *S. M.* Rola normalizacji w gospodarce konserwacyjno-remontowej. — *Mgr T. Dembiński*. PKN w akcji szkolenia normalizatorów. — *Inż. M. Sadłowski*. Rozwój normalizacji wewnętrznej w hutnictwie. — PN/N-01101. Oznaczenie najważniejszych wielkości we wzorach fizycznych i technicznych. Mechanika. — *Przegląd Językowy Normalizacji nr 4* (Z. K. Normalizacja bibliograficzna i bibliotekarska w oczach krytyki językowej. — *Dr. Więcej troski o poprawność języka.* — (-ski.) Dyskusja o „tonokilometrze“. — *Inż. S. Mirowski*. Tam, gdzie nie dotarła normalizacja. — Rozmowy z czytelnikami. — Nr 5. *Inż. A. Chojnacki*. Sp. prof. Teodor Kirkør. — *W. K.* Klasyfikacja dziesiętna i karty perforowane. — *Przegląd Językowy Normalizacji nr 5* (Z. K. O ścisłości i precyzję zakresu znaczeniowego pojęć w normach. — Na przykładzie wyrazów „wyrób“ i „wytwór“. — *Por.* „Na małej rzeczy próbę robić, jeśli się ta uda, dopiero na większe się odważyć.“ — Zakres znaczeniowy wyrazów próba — badanie.)

**Przegląd Geologiczny.** Rok 1953, nr 3. O niektórych zadaniach geologii radzieckiej. — *Wł. Pożaryski*. Mikropaleontologia w Czechosłowacji. — *Z. Gawrońska*. Metoda koncentratów jako jedna z metod poszukiwawczych złóż okrucowych metali rzadkich. — *F. Mitura*. Nowoczesne metody geochemiczne poszukiwań naftowych. — *M. Turnau-Morawska*. Postępy w petrograficznych metodach badawczych w ZSRR. — *J. Burek*. Zastosowanie kompensatorów celofanowych do mikroskopów polaryzacyjnych. — (ż). Kształcenie pracowników nauki. — (a). Centralna Komisja Kwalifikacyjna dla pracowników nauki.

**Nafta.** Rok 1953, nr 6. *Inż. W. Kulczycki*. Mikro czy makro? — *Inż. W. Schiller*. Dlaczego nie filtracja? — *A. A.* Nafta w Chinach Ludowych.

**Hutnicze Listy** (Berno). Rok 1952, nr 10 (poświęcony odlewnictwu). *K. Gierdziejewski*. Zagadnienie klasyfikacji braków odlewniczych. — *L. Petrzela*. Piaski formierskie utwardzone chemicznie. — *P. Rysz*. Żeliwo sferoidalne. — *J. Przybył*. Zasada nadlewów wysokiego ciśnienia. — *O. Moravek* i *V. Bavorowski*. Odlewanie frezów cylindrycznych sposobem odwracania. — Nr 11. *D. Łysenko*. Doświadczenia przy stosowaniu metod radzieckich w produkcji hutniczej. — *I. Petrman*. Proces w piecu martenowskim z kontrolą składu żużla przed zakończeniem roztopienia wsadu. — *L. Petrzela*. Piaski formierskie utwardzone (dokończenie). — *P. Rysz*. Żeliwo sferoidalne (dokończenie). *F. Piszek*. Czechosłowacka Akademia Nauk. — Nr 12. *F. Piszek*. Współpraca z przemysłem jednym z głównych zadań Sekcji Technicznej Czechosłowackiej Akademii Nauk. — *J. Dobry*. Wyrób i ubijanie węgłowej wyprawy wielkiego pieca. — *J. Szarek*. Dwa sposoby osuszania i zwilżania dmuchu. — *S. Czernoch*. Ładowanie do wielkiego pieca przenośnikami taśmowymi. — *F. Kulhanek*. Straty i źródła dmuchu wielkopiecowego. — *J. Szarek*. O małe zużycie koksu. — *J. Dittl*. Zależność udarności spoiny od zawartości Mn i Si w zasadowych elektrodach do spawania połączeniowego. — *M. Pedlik*. Wzbogacanie ubogich krzemionkowych rud niklu. — Rok 1953, nr 1. *V. Havelka*. Zagadnienie jakości kierownictwa — nasze podstawowe zadanie. — *N. Chvorinov*. Krzepnięcie stali. — *M. Szicha*. Zagadnienie wodoru w stali. — *A. Mayer*.

Jakim prawom podlega strącanie arsenu z ługów w procesie Harrisa? — O. Janak. Przeróbka niektórych kwarcytów słowackich na dynas. — Nr 2. M. Havelka. Znaczenie turbiny gazowej ze szczególnym uwzględnieniem hutnictwa. — N. Chvorinov. Krzepnięcie stali (dokończenie). — M. Szicha. Zagadnienie wodoru w stali (dokończenie). — F. Wald. Występowanie jodu w surowcach oraz w głównych i ubocznych wytworach hutniczych. — P. Gröbner. Przyczynki do określania entropii związków stałych. — Nr 3 (poświęcony walcownictwu). B. Poczta. Więcej stali z naszych stalowni i udoskonalenie technologii w naszych walcowniach. — B. Poczta. Zasady racjonalnego

przebijania przy walcowaniu rur bez szwu. — F. Wiesner. Łożyska walcerek. — J. Teindl. Zależność strat powstających wskutek trawienia od metody walcowania cienkich blach. — F. Wiesner. Walcowanie na gorąco szerokich taśm. — Nr 4. Z. Kaderzavek. Mechanizm pęknięcia żeliwa. — Z. Eminger i J. Stejspal. Regulowanie temperatury podczas prób pełzania stali za pomocą regulatora dylatometrycznego. — J. Teindl. Przyczyny powstawania białych plam na białej blasze o dużym połysku. — Z. Kaderzavek. Żaroodporność stali z powłoką aluminiową lub kombinowaną. — V. Benesz. Uwagi o wykorzystaniu gazu koksowego.

## KRONIKA

**Komunikat z Narady Naukowej Wydziału IV Polskiej Akademii Nauk z dnia 17 czerwca 1953 r.** W dniu 17 czerwca 1953 r. w Placówce Polskiej Akademii Nauk w Krakowie przy ul. Sławkowskiej 17 odbyła się Narada Naukowa Wydziału IV Polskiej Akademii Nauk zorganizowana przez Prezydium Komitetu Hutnictwa PAN. Narada ta poświęcona była zagadnieniu plastyczności metali w świetle ostatnich publikacji polskich. Na wstępie członek rzeczywisty Polskiej Akademii Nauk prof. dr inż. A. Krupkowski wygłosił referat pt. „Plastyczne odkształcenia metali odlanych w próbie twardości i rozciągania”. Prof. Krupkowski stwierdził w nim, że dotychczas stosowana próba rozciągania dla oceny jakości metali odlanych w wielu wypadkach zawodzi, gdyż próbki metalu wskutek wad odlewniczych ulegają przedwczesnemu zerwaniu i nie charakteryzują własności plastycznej danego metalu. Z tego powodu powstała potrzeba opracowania metody, która nie będzie obciążona owym błędem. W metodzie prof. Krupkowskiego pomiaru plastyczności metali dokonuje się na drodze pomiaru twardości kulką takiej samej średnicy pod wzrastającym obciążeniem. Pomiar ten umożliwia od razu obliczenie podatności plastycznej  $m$  oraz maksymalnej twardości  $H_{max}$ . Z kolei referent przedstawił szereg wyników pomiarowych uzyskanych podczas badań niektórych metali i stopów żelaznych. Z przeprowadzonych badań wynika, że wartości uzyskane metodą prof. Krupkowskiego charakteryzują plastyczność metalu niezależnie od spotykanych wad odlewniczych.

Badania te wykazują, że wskaźnik wytrzymałościowy  $W_R$ , wskaźnik naprężenia  $W_S$  oraz wskaźnik kątowy  $W_\alpha$  charakteryzują stopień doskonałości rafinowania i odlewania metali. Otrzymywane dotąd zbyt małe wartości współczynników świadczą jedynie o wadach odlewniczych i nie mogą charakteryzować plastyczności metalu. Prof. Krupkowski zaznaczył w zakończeniu, że nowa metoda ułatwi ocenę stopów odlewniczych z punktu widzenia jakości metalu oraz stopnia opanowania technologii rafinowania i odlewania metali.

Odczyt prof. Krupkowskiego wywołał żywą dyskusję, świadcząca o dużym zainteresowaniu poruszonego tematem.

Następnie wygłosił referat mgr inż. Block-Bolten

na temat pracy wykonanej wspólnie z prof. Krupkowskim pt. „Anizotropia taśm tombakowych”. Mgr inż. Block-Bolten przedstawił zagadnienie powstawania tzw. „uszu” oraz wzgórek przy głębokim tłoczeniu blach. Przyczyną zaobserwowanego zjawiska jest anizotropia metali. Dalej omówił referent szczegółowo cykl produkcyjny taśm tombakowych i wpływ różnych czynników na zjawisko anizotropii. W koreferacie prof. inż. M. Damasiewicz podkreślił ważny dorobek naukowy referowanej pracy prof. Krupkowskiego i mgra inż. Block-Boltena oraz wspominał o znaczeniu anizotropii przy głębokim tłoczeniu.

Z kolei prof. inż. W. Truszkowski wygłosił referat pt. „Odkształcenie metalu w szyjce rozciąganej pręta”. Autor referowanej pracy przedstawił w krótkim zarysie własne badania prowadzone od kilku lat w tej dziedzinie.

Dyr. mgr inż. J. Woźniacki w koreferacie podkreślił szczególnie charakter pracy naukowej prof. Truszkowskiego. Stwierdził on, że praca stanowi poważny wkład naukowy w zakresie odkształceń plastycznych.

W dalszej części posiedzenia został poddany szczegółowej analizie podręcznik pt. „Podstawy procesu walcowania” dra inż. Z. Wusatowskiego. Autor podręcznika omówił warunki, w jakich opracował on książkę, podając cele, którym ma ona służyć. Po charakterystyce odnośnych rozdziałów zaznaczył on, że szereg wyprowadzonych wzorów oparł na własnych badaniach z dziedziny plastycznej przeróbki metali.

Koreferat wygłosił mgr inż. C. Murski, podkreślając znaczenie podręcznika dra inż. Z. Wusatowskiego, który spełnia ważną rolę w kształceniu nowych kadr pracowników przemysłu walcowniczego. Wymienił on także znaczny dorobek dra inż. Z. Wusatowskiego w zakresie kalibrowania walców.

W zakończeniu Narady mgr inż. J. Górecki wygłosił referat z zakresu własnych prac ogłoszonych w okresie powojennym. Referat dotyczył prac:

1. „Poprzeczne płynięcie metalu w wykrojach nieregularnych” i
2. „Średni współczynnik wydłużenia liniowego przy walcowaniu”.

W koreferacie swym dr inż. Z. Wusatowski podkreślił dużą wartość oryginalnych badań naukowych inż. J. Góreckiego prowadzonych w okresie powojennym w zakresie plastycznej przeróbki metali.

Artykuły drukowane w Hutniku są wyrazem indywidualnych poglądów autorów, które nie zawsze pokrywają się z zapatrywaniami Redakcji lub Wydawcy

# KOMUNIKAT

Zgodnie z § 2 Zarządzenia Ministra Finansów z dnia 6. IX. 1952 r. (Monitor Polski Nr A 88 poz. 1374) „w sprawie ewidencji towarowej i zasad fakturowania w Państwowym Przedsiębiorstwie Kolportażu „Ruch“, sprzedaż towarów prenumeratorom, winna się odbywać po cenie detalicznej na zasadzie pełnych przedpłat“.

W związku z powyższym zawiadamiamy, że zamówienia na prenumeratę dzienników i czasopism na 1954 rok dla potrzeb urzędów, instytucji i przedsiębiorstw uspołecznionych, będą realizowane jedynie na warunkach pełnych przedpłat.

Przy składaniu zamówień ustala się następujące zasady:

Wszystkie zamówienia i przedpłaty na 1954 rok, należy kierować do urzędów pocztowych w nieprzekraczalnym terminie do dnia 10 grudnia 1953 r.

Instytucje, urzędy i przedsiębiorstwa zamawiające prenumeratę dla podległych jednostek według rozdzielnika i opłacające ją z kredytów centralnych mogą zamówienia kierować bezpośrednio do PPK „Ruch“ nie później jednak jak do dnia 1 listopada 1953 r.

Zamówienia należy w tym wypadku sporządzić w dwóch egzemplarzach i wycenić, podając tytuły zamawianych czasopism, ilość egzemplarzy, cenę i wartość oraz ogólną sumę wartości całego zamówienia.

Zamówienia należy składać w Oddziałach Wojewódzkich PPK „Ruch“ zamawiając dokładnie tylko te tytuły, które są w administracji danego Oddziału Wojewódzkiego.

PPK „Ruch“ po sprawdzeniu zamówienia, potwierdzi na kopii do dnia 20 listopada 1953 r. przyjęcie prenumeraty do realizowania, podając ostateczną sumę należności, którą należy uregulować do dnia 10 grudnia 1953 r.

Ze względu na to, że PPK „Ruch“ nie będzie wystawiało faktury, potwierdzenie zamówienia posłuży za podstawę do uregulowania należności.

Zaznacza się, że PPK „Ruch“ będzie mogło realizować tylko te zamówienia, które zostaną złożone w ustalonym terminie, tj. do dnia 1 listopada br. i będą podparte przedpłatą do dnia 10 grudnia br.

W związku z powyższym, prosimy o uwzględnienie w preliminarzu budżetowym na IV kwartał 1953 r. odpowiednich sum potrzebnych na opłacenie prenumeraty czasopism na 1954 rok.

Aktualny cennik dzienników i czasopism znajduje się w każdym urzędzie pocztowym oraz w Delegatu-

rach i Oddziałach PPK „Ruch“, które udziela wszelkich informacji o warunkach prenumeraty.

Państwowe Przedsiębiorstwo Kolportażu „Ruch“.

W związku z powyższym komunikatem przypomniemy co następuje:

a. Zakłady pracy zgodnie z treścią pisma okólnego PKPG nr 5 z 12. 7. 49 znak TE 8—5 powinny prenumerować branżowe czasopisma techniczne na poziomie popularno-technicznym w ilości 1 egz. na 50 pracowników, a na poziomie inżyniersko-naukowym w ilości 1 egz. na 20 inżynierów i techników.

b. Prenumeratę normalną zamawia się przez dokonanie przedpłaty na pocztie lub przez listonoszów podając adres wysyłkowy, tytuł czasopisma, ilość zamówionych egzemplarzy i okres prenumeraty (np. I kwartał, II kwartał, I półrocze, II półrocze). Prenumeratę normalną można również zamawiać przez dokonanie przelewu przedpłaty na konto PPK „Ruch“ w PKO III-17763/110, przy czym na przelewie podać wyżej wymienione dane.

c. Zbiorową prenumeratę ulgową w zakładach produkcyjnych zamawia się za pośrednictwem oddziałów zakładowych NOT, mężów zaufania NOT lub Klubów Techniki i Racjonalizacji wpłacając z góry prenumeratę. W zgłoszeniu prenumeraty należy podać dane wymienione w punkcie b.

Do zgłoszenia należy załączyć zestawienie osób zamawiających prenumeratę zbiorową z podaniem ich adresów. Komórki wymienione w punkcie c. wpłacają prenumeratę na konto PKO III-17763/110 przesyłając równocześnie zestawienie prenumeratorów pod adresem: Wojewódzki Oddział PPK „Ruch“ Dział Techniki i Rozliczeń, Stalinogród, ul. 3 Maja nr 16.

Uczniowie szkół zawodowych zgłaszają ulgową prenumeratę zbiorową na tych samych zasadach za pośrednictwem dyrekcji szkoły. Studenci szkół wyższych zgłaszają ulgową prenumeratę przez Koła Naukowe Uczelni lub inne stowarzyszenia Szkół Wyższych.

d. Zamówienia dokonane bez równoczesnej przedpłaty nie będą przez PPK „Ruch“ uwzględnione. Terminy zamówień są następujące: na prenumeratę półroczną, roczną i I kwartał 1954 r. do dnia 10. XII. 1953 r., na prenumeratę II kwartału do dnia 10. III. 1954 r., na prenumeratę III kwartału do dnia 10. VI. 1954 r., na prenumeratę IV kwartału do dnia 10. IX. 1954 r.

e. Wysokość prenumeraty czasopism wydawanych przez PWT jest następująca:

Lp.	Czasopismo	Opłata normalna, zł			Opłata ulgowa, zł		
		roczna	półroczna	kwartalna	roczna	półroczna	kwartalna
czasopisma inżynierskie naukowo-techniczne							
1	Przegląd Górniczy	108,—	54,—	27,—	54,—	27,—	13,50
2	Hutnik	108,—	54,—	27,—	54,—	27,—	13,50
3	Przegląd Odlewnictwa	72,—	36,—	18,—	36,—	18,—	9,—
4	Nafta	72,—	36,—	18,—	36,—	18,—	9,—
5	Cement - Wapno - Gips	54,—	27,—	13,50	36,—	18,—	9,—
6	Energetyka	72,—	36,—	—	36,—	18,—	—
czasopisma popularno-techniczne							
7	Wiadomości Górnicze	54,—	27,—	13,50	18,—	9,—	4,50
8	Wiadomości Hutnicze	54,—	27,—	13,50	18,—	9,—	4,50
9	Chemik	54,—	27,—	13,50	18,—	9,—	4,50
10	Gospodarka Węglem	36,—	18,—	9,—	—	—	—

# Państwowe Wydawnictwa Techniczne

## Nowości Wydawnicze

- BŁESZYŃSKI T.: Spawanie szyn termitem. 1953, s. 44, zł 3.—
- CHOMIAKOW W. G., MASZOWIEC W. P., KUŹMIN Ł. Ł.: Technologia przemysłu elektrotechnicznego. Tłum. z ros. J. Wojtowicz. 1953, s. 580, zł 54.— (w opr.)
- DIEJEW W. M.: Moje doświadczenia przy wykonywaniu robót ciesielskich. Tłum. z ros. A. Zboiński. 1953, s. 34, zł 2.—
- DOBROWOLSKI A.: Chemia i technologia laków i pigmentów. 1953, s. 328, zł 31.—
- DOBROWOLSKI Z.: Spawalnictwo. Wyd. 2. 1953, s. 404, zł 22.— (w oprawie)
- DRINBERG A. J.: Technologia substancji błonotwórczych. Żywiec naturalne i syntetyczne. Pokosty, lakiery i farby. Tłum. z ros. W. Gajewski i E. Górecki. 1953, s. 604, zł 64.20 (w oprawie)
- DROZD W., GAŚSIOR E.: Fosforowanie ochronne. 1953, s. 36, zł 2.50
- DURRER R.: Przeróbka hutnicza rud żelaza oprócz przeróbki w wielkim piecu na koksie. 1953, s. 148, zł 10.50
- GÓRKA H.: Płuczka wiertnicza. 1953, s. 44, zł 3.—
- HOLTORP J.: Bezpieczeństwo pracy zalewaczy i wybijaczy w odlewniach żeliwa. 1953, s. 40, zł 2.50
- JASTRZĘBSKI R.: Przesiewanie węgla i przesiewacze. 1953, s. 79, zł 5.—
- KEPA J., LEŚKIEWICZ W.: Urządzenie i obsługa walcowni-zgniatacza. 1953, s. 159, zł 9.50
- KLONOWSKI Z., KNOPF M.: Malowanie rdzochronne. 1953, s. 96, zł 6.20
- KORECKI Z., NIEĆ W., REGULSKI W.: Kombajny węglowe typu Donbass. 1953, s. 120, zł 8.40
- KOZACZENKO W. S., SZAPIRO I. S.: Wykonywanie robót murowych sposobem I. S. Kowalowa. Tłum. z ros. A. Zboiński. 1953, s. 44, zł 2.50
- ŁUKASZEK J.: Poradnik tokarza-metalowca. 1953, s. 316, zł 25.20 (w oprawie)
- SAWICKI T.: Organizacja kontroli technicznej w zakładach przemysłu metalowego. 1953, s. 204, zł 17.20
- SKONIECZNY M.: Elektryczne przyrządy pomiarowe. Wskazówki właściwego użytkowania. 1953, s. 100, zł 5.50
- STANKIEWICZ M., CHROMIK J.: Wytapianie stali w piecach martenowskich. 1953, s. 196, zł 12.—
- Technika nagrywania i odtwarzania dźwięków. Praca zbiorowa pod red. I. Maleckiego. 1953, s. 427, zł 38.50 (w oprawie)
- WITKOWSKI J.: Szkicowanie techniczne. 1953, s. 67, zł 3.50
- WOLK R.: Planowanie zużycia narzędzi. 1953, s. 200, zł 21.30 (w oprawie)

## Książki wydane poprzednio

- BOREJDO I.: Hutnictwo w Planie Sześcioletnim. 1952, s. 75, zł 6.—
- KARPIŃSKI P. A.: Metoda inż. Kowalowa w hutnictwie. Tłum. z ros. Z. Corradini. 1953, s. 26, zł 1.30
- KEPA J., LEŚKIEWICZ W.: Urządzenie i obsługa walcowni-zgniatacza. 1953, s. 159, zł 9.50
- KOZŁOWSKI T.: Wytwarzanie i własności lotnych produktów koksowania. 1953, s. 64, zł 4.—
- MAZANEK T.: Obsługa pieca martenowskiego. 1953, s. 104, zł 6.70
- PANFIŁOW M. I.: Szybkościowe wytapianie stali w piecach martenowskich. Tłum. z ros. K. Radzwicki. 1953, s. 168, zł 10.50
- Produkcja i użytkowanie wlewnic. Praca zbiorowa. 1953, s. 230, zł 22.50 (w oprawie)
- PROWANS S.: Pomiar temperatur. 1953, s. 212, zł 22.20 (w oprawie)
- RADZWIŃSKI K.: Wykrywanie i usuwanie wad wlewków stalowych. 1953, s. 52, zł 3.—
- ROKOTIAN E. S.: Współczesne walcownictwo w Związku Radzieckim. Tłum. z ros. J. Warzański. 1953, s. 47, zł 3.50
- STANKIEWICZ M., CHROMIK J.: Wytapianie stali w piecach martenowskich. 1953, s. 196, zł 12.—
- WIELICHOW P.: Montaż konstrukcji stalowych. Tłum. z ros. W. Sochacki. 1952, s. 235, zł 18.50
- WUSATOWSKI Z.: Podstawy procesu walcowania. 1952, s. 259, zł 25.50 (w oprawie)
- ZAROSZCZYŃSKI M.: Walcowanie stali. Tłum. z ros. B. Marzęcki. 1952, s. 390, zł 82.—

## Do nabycia w księgarniach technicznych Domu Książki

W celu najszerszej popularyzacji czytelnictwa i krzewienia umiejętności korzystania z książki technicznej, zwłaszcza wśród nowych kadr przybywających do przemysłu — Państwowe Wydawnictwa Techniczne podjęły nowe wydawnictwo pod nazwą „Książka Techniczna”, przeznaczone dla fabryk, związków zawodowych, bibliotek, klubów techniki i racjonalizacji, urzędów, instytucji.

Biuletyn „Książka Techniczna“ zawiera dokładne informacje o treści i cechach wydawniczych książek PWT, które ukazały się ostatnio w sprzedaży księgarskiej oraz o książkach, których ukazanie przewiduje się w najbliższej przyszłości; zawiera ponadto recenzje

dotyczące niektórych książek uprzednio wydanych, część artykułową i informacyjną oraz dział poradnictwa czytelniczego.

Biuletyn „Książka Techniczna“ rozsyłany jest bezpłatnie do fabryk, bibliotek, klubów techniki i racjonalizacji, kół zakładowych NOT, urzędów, instytucji — które zgłoszą do PWT, Warszawa, ul. Mazowiecka nr 2/4, zapotrzebowanie na stałe otrzymywanie biuletynu „Książka Techniczna“. Dotychczasowym odbiorcom powielanego biuletynu PWT, biuletyn drukowany „Książka Techniczna“ dostarczany jest nadal bezpłatnie bez specjalnych zgłoszeń.

Państwowe Wydawnictwa Techniczne

