

7629 II

PRZEGLĄD ODLEWNICTWA

MIESIĘCZNIK NAUKOWO-TECHNICZNY



Nr **10**

PAŹDZIERNIK 1954

ORGAN STOWARZYSZENIA NAUKOWO-
TECHNICZNEGO ODLEWNIKÓW POLSKICH



WYDAWCA: WYDAWNICTWO GORNICZO-HUTNICZE

TREŚĆ Nr 10

Potęga Przyjaźni	Zarząd Główny STOP	277
Zagadnienie krzepnięcia i stygnięcia odlewu w pracach odlewników radzieckich	Mgr inż. Jerzy Piaskowski	278
Książka radziecka obrazuje postęp odlewnictwa	Mgr inż. Jur Piszak	288
Naprawa wadliwych odlewów drogą metalizacji natryskowej	Mgr inż. Zbigniew Górny	295
	Jerzy Faszfałow	
Z PRAKTYKI ODLEWNICZEJ		
Konstrukcja dzwonów do wprowadzania magnezu przy produkcji żeliwa sferoidalnego	Eugeniusz Pałczyński	297
Z LISTÓW DO REDAKCJI		299
PRZEGLĄD PISM TECHNICZNYCH	Opracował i tłumaczył:	
Wykorzystanie wiórów metali nieżelaznych	Z.G. i O.W.	301
Wpływ modyfikowania żeliwa 75% żelazokrzemem na jego grafityzację	R. Krz.	304
Obróbka cieplna ferrytyczno-perlitycznego żeliwa ciągliwego prądem wysokiej częstotliwości	J. R-ka	305
Własności odlewniczego mosiądzu ŁMcA 57-3-1	K.R. i O.W.	307
KRONIKA		307
WIADOMOŚCI STOWARZYSZENIA NAUKOWO-TECHNICZNEGO ODLEWNIKÓW POLSKICH		308
Z WYDAWNICTW		310
PRZEGLĄD DOKUMENTACYJNY ODLEWNICTWA		17-20
NORMY RESORTOWE ODLEWNICZE (luźna wkładka)		

СОДЕРЖАНИЕ № 10

Мощь Дружбы
Вопрос затвердевания и охлаждения отливок в исследовательских работах советских литейщиков
Советская книга представляет прогресс литейного дела
Исправление дефектов отливок методом поверхностной металлизации
Из литейной практики
Письма в редакцию
Обзор технической печати
Хроника
Сообщение STOP
Новые издательства
Обзор документации литейного производства
Ведомственные нормы

CONTENTS of Nr 10

The Power of Friendship
The Problem of Solidification and Cooling of a Casting in the Works Soviet Foundrymen
Soviet Books Picture the Progress of Casting
Defective Castings Repair by Metal Spraying
From the Foundry Practice
Letters to the Editor
Review of Technical Literature
Chronicle
New-Publications
Information Bulletin of the Foundry Research Institute
Departmental Foundry Standards

Adres Redakcji: Kraków, ul. Straszewskiego 28, pokój nr 15, tel. 244-00

Adres Administracji: Stalinogród, ul. Stawowa 19, tel. 324-44/45

Kolportaż: PKP „Ruch“ Stalinogród, ul. 3 Maja 16, tel. 375-43

Warunki prenumeraty: Przedpłata kwartalna normalna zł 18.—, ulgowa zł 9.—

Konto PPK „Ruch“ Stalinogród, PKO-III-13763/110

Cena zeszytu pojedynczego zł 6.—

Format A4, ark. druk. 2 1/2. Nakład 2.250. Papier druk. sat. 60 gr kl. V, 61×86 cm. Zam. nr 1638. — M-5-13388
Krakowska Drukarnia Prasowa Kraków, Wielopole 1 Druk ukończono 12. X. 1954 r.

PRZEGŁAD ODLEWNICTWA

MIESIĘCZNIK NAUKOWO - TECHNICZNY

ROK IV

PAŹDZIERNIK 1954

NR 10

Dołęga Przyjaźni

Kiedy zbliżamy się do Warszawy, już z daleka, z odległości kilkudziesięciu kilometrów rysuje się piękna sylweta Pałacu Kultury i Nauki im. J. Stalina — dar narodów radzieckich, symbol wieczystej przyjaźni Radziecko-Polskiej. Już tylko miesiące dzielą nas od dnia, kiedy na największym placu naszej Stolicy przed ukończonym Pałacem będziemy mogli święcić nasze święta narodowe, nasze zwycięstwa w walce o coraz lepsze życie, o coraz silniejszą Ojczyznę.

Tak jak dotychczas, gdy będziemy notowali każdy nowy sukces, myśl nasza biec będzie ku przyjaciółom radzieckim, którzy mają tak pojęty udział w naszych osiągnięciach. Nie ma dziedziny życia politycznego, gospodarczego ani kulturalnego, w której pomoc, przyjaźń i przykład pierwszego w świecie Kraju zwycięskiego socjalizmu nie wspierałaby wysiłków ludzi pracy w Polsce.

Któż, jeśli nie Związek Radziecki dopomógł ludowi pracującemu ująć władzę w swe ręce? Czy mogliśmy zbudować swe państwo w sprawiedliwych granicach od Bugu do Odry i od Karpat do Bałtyku, gdyby granic tych nie zagwarantował wielki Kraj Rad? A pomoc w chlebie, w surowcach i w maszynach już od pierwszych chwil naszej wolności? Tylko prawdziwy przyjaciel związany z narodem polskim braterstwem idei i krwi przelanej w obronie wolności mógł tyle dobrego uczynić naszemu krajowi. Tylko Komunistyczna Partia wielkiego Kraju Socjalizmu mogła wskazać nam nieomylną drogę zbudowania socjalizmu w mieście i na wsi i stworzenie nowej, socjalistycznej Kultury. Kraj Rad wznosił w sercach naszych coraz większy, coraz wspólniejszy pomnik braterstwa.

Naród Polski wielką odczuwa wdzięczność dla narodu radzieckiego i wielką żywi do niego miłość.

Szczególnie gorąco daje wyraz tym uczuciom rokrocznie w Miesiącu Pogłębienia Przyjaźni Polsko-Radzieckiej, który tego roku przypada w dniach od 12 września do 12 października. W miesiącu tym poprzez szereg odczytów, pogadanek i wieczorów dyskusyjnych analizujemy pracę w każdej dziedzinie naszego życia, upowszechniamy nowe doświadczenia przodującej techniki i kultury radzieckiej.

Tegoroczny Miesiąc Pogłębienia Przyjaźni ma wyjątkowe znaczenie. Przypada on bowiem na okres dziesięciolecia Polski Ludowej. I gdy podsumowujemy nasz bilans dziesięciolecia, to pamiętamy kilka takich prostych, a wielkich swą wymową liczb.

W ramach umowy polsko-radzieckiej z 1948 roku rozszerzonej w roku 1950 — Związek Radziecki dostarcza nam na dogodnych dla nas warunkach kredytowych kompletnych urządzeń dla 57 fabryk, zakładów maszynowych, hutniczych, chemicznych, przędzalni itp.

Nasze obroty handlowe ze Związkiem Radzieckim wzrosły od roku 1945 ośmiokrotnie i stanowią jedną trzecią zagranicznych obrotów Polski.

Ale liczbami nie da się wyrazić całej pomocy, bo nie da się ująć w liczby pomoc techniczną, z której tak obficie korzystamy. Nie da się ująć w cyfry doświadczeń jakie nam przekazują inżynierowie, mistrzowie i robotnicy radzieccy. Wzajemne wizyty naukowców i techników, mistrzów i robotników, przekazywanie wzorowo opracowanych dokumentacji technicznych a między innymi maszyn i urządzeń odlewniczych — oto jeden z niezliczonych przejawów naszej przyjaźni.

Znajdujemy się w ważnym etapie budownictwa socjalistycznego. Dotychczasowe osiągnięcia pozwalają realizować nakreślony przez II Zjazd Partii program szybszego podnoszenia dobrobytu i kultury najsłabszych mas. Już dzisiaj wiemy, że program ten wykonamy a w pewności tej utwierdzają nas słowa Marszałka Bułganina, który na akademii lipcowej powiedział: „Naród Polski może być przekonany, że rząd Związku Radzieckiego również nadal rozszerzać będzie współpracę gospodarczą i kulturalną między naszymi krajami i udzielać Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej przyjaznej pomocy w dziele utrwalania jej niepodległości i bezpieczeństwa“.

Zagadnienie bezpieczeństwa i pokoju to problemy, którymi żyje cały naród polski. Bo od trwałego pokoju zależy szybkość z jaką urzeczywistniać będziemy plany coraz lepszego życia. I dlatego nie szczędzimy sił, by pracą naszą wzmocnić potęgę światowego obozu pokoju, obozu, któremu przewodzi niezwyciężony Związek Radziecki.

Zdecydowane propozycje Związku Radzieckiego zorganizowania zbiorowego systemu bezpieczeństwa w Europie są rękojmnią trwałego pokoju, o który walczy i naród polski.

Pogłębiając przyjaźń polsko-radziecką w okresie miesiąca przyjaźni pamiętajmy, że nie może być takiego koła zakładowego STOP, które by nie zorganizowało przynajmniej trzech odczytów poświęconych Krajowi Rad wykorzystując wydane przez Zarząd Główny referaty rozesłane do wszystkich kół zakładowych poprzez oddziały.



ZARZĄD GŁÓWNY
STOWARZYSZENIA NAUKOWO-TECHNICZNEGO
ODLEWNIKÓW POLSKICH

Zagadnienie krzepnięcia i stygnięcia odlewu w pracach odlewników radzieckich

Podstawowe równanie przewodnictwa cieplnego. Kryteria *Biota* i *Fouriera*. Przybliżone metody określenia temperatury odlewu i czasu stygnięcia odlewu w formie piaskowej i metalowej. Radzieckie badania procesu krzepnięcia odlewu.

1. Wstęp

Krzepnięcie metalu w formie jest podstawowym zjawiskiem występującym w odlewnictwie. Dokładna jego znajomość jest ważna dla prawidłowego projektowania kształtu odlewu celem uniknięcia naprężeń i jam skurczowych, dla ustalenia właściwego układu wlewowego jak również dla wielu zjawisk metalurgicznych zachodzących podczas krzepnięcia.

Zagadnienie krzepnięcia i stygnięcia odlewu jest w pełni doceniane przez radzieckich odlewników. Wyrazem tego jest nie tylko omówienie tego procesu w podstawowych podręcznikach odlewnictwa [1, 2], lecz również wiele prac i dyskusji, opublikowanych w radzieckich czasopismach naukowo-technicznych.

Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie naszym odlewnikom tych osiągnięć, nieznanym szerszemu ogółowi.

We wstępie należy jeszcze ustalić oznaczenia wielkości fizycznych, stosowanych w podanych niżej rozważaniach. Aby uniknąć powtarzania oznaczenia każdej wielkości podano tylko przy pierwszym wzorze, w którym ono występuje, nie powtarzając jego przy następnych wzorach. W tym celu wprowadzono jednolite oznaczenia w całym artykule; stąd w niektórych przypadkach różnią się one od symboli występujących w pracach oryginalnych.

2. Podstawowe równanie różniczkowe przewodnictwa cieplnego

*Teoretyczne opracowanie zagadnienia stygnięcia odlewu w formie opiera się na podstawowym równaniu różniczkowym przewodnictwa cieplnego, sformułowanego jeszcze w 1822 roku przez I. B. I. *Fouriera*. Dla współrzędnych prostokątnych ma ono postać:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = \alpha \left(\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2} \right) \quad (2.1)$$

Jest to więc równanie różniczkowe o pochodnych cząstkowych, w którym α — oznacza współczynnik przewodnictwa temperaturowego, t — temperaturę, τ — czas, zaś x, y, z są współrzędnymi przestrzennymi w układzie prostokątnym.

Współczynnik przewodnictwa temperaturowego równy jest

$$\alpha = \frac{\lambda}{c\gamma} \quad (2.2)$$

gdzie c oznacza ciepło właściwe rozpatrywanego ciała, γ — jego ciężar właściwy, zaś λ jest znany współczynnikiem przewodnictwa cieplnego, zdefiniowanym w równaniu

$$dQ = -\lambda F \frac{dt}{dx} d\tau \quad (2.3)$$

gdzie dQ oznacza ilość ciepła przepływającego przez powierzchnię F w czasie $d\tau$ pod wpływem różnicy temperatur $\frac{dt}{dx}$ w rozpatrywanym elemencie przewodzącego ciała.

Rozwiązanie podstawowego równania przewodnictwa cieplnego (2.1) zależy od tzw. warunków początkowych określających temperaturę ciała na początku stygnięcia, temperaturę na matematycznie określonej powierzchni odlewu dla $\tau = 0$ itp.

Rozwiązanie podstawowego równania przewodnictwa nawet dla prostych przypadków ma na ogół postać złożonych funkcji (często sumy nieskończonych szeregów funkcji wykładniczych i trygonometrycznych) i stąd duże znaczenie praktyczne ma uproszczenie tych zależności. Uzyskuje się to przez wprowadzenie różnych upraszczających założeń — tego rodzaju rozwiązania zastosowano w omawianych niżej pracach.

Zanim przystąpimy do omawiania poszczególnych zagadnień przedstawimy pojęcia tzw. kryterium *Biota* (Bi) i kryterium *Fouriera* (Fo) mających duże znaczenie w upraszczaniu rozwiązań i sprowadzających je do równań uogólnionych („metoda podobieństwa“).

a) Kryterium *Biota* (Bi)

Przewodzenie ciepła z pewnego ciała do ośrodka, w którym się ono znajduje, określają dwie zdefiniowane wyżej wielkości fizyczne α i λ .

Jeśli przez X oznaczymy wymiary (np. całkowitą grubość stygnącego ciała) wtedy kryterium *Biota*:

$$Bi = \frac{\alpha X}{\lambda} \quad (2.4)$$

gdzie oznaczenia α i λ podano wyżej.

Rozpatrując zjawiska w pewnej odległości x od środka układu (lub od powierzchni ciała w zależności od doboru środka układu) stosuje się kryterium *Biota*, w którym X zastępuje się przez x , przy czym kryterium to oznacza się zwykle przez Bi' . Kryterium Bi może przyjmować różne wartości od bardzo małych ($Bi \ll 1$) do dużych liczb ($Bi \gg 1$).

Przypadek $Bi \ll 1$ oznacza, że opór cieplny wewnątrz stygnącego ciała jest znacznie mniejszy aniżeli opór przy przechodzeniu ciepła do otaczającego ośrodka ($\alpha \ll \lambda$). Ponieważ przy mniejszej wartości X (grubość ciała) zmniejsza

się wielkość kryterium Bi , stąd przypadek ten nazywa się przypadkiem „odlewu cienkościennego“.

Przypadek $Bi \gg 1$ oznacza, że opór cieplny wewnątrz stygnącego ciała jest znacznie większy aniżeli opór przy przechodzeniu ciepła do otaczającego ośrodka ($\alpha \gg \lambda$). Przypadek ten nazywa się przypadkiem „odlewu grubościennego“.

Sens tego podziału polega na tym, że przy bardzo małych lub bardzo dużych wartościach kryterium Bi skomplikowane rozwiązania równania przewodnictwa cieplnego mogą być znacznie uproszczone. Według G. P. Iwancowa [3] przy $Bi \leq 0,25$ mamy do czynienia ze zjawiskiem stygnięcia „odlewu cienkościennego“, zaś przy $Bi \geq 0,5$ — ze zjawiskiem stygnięcia „odlewu grubościennego“. Według P. P. Berga [5] wstawiając odpowiednie wartości α i λ dla żeliwa i staliwa otrzymuje się, że przypadek „odlewu cienkościennego“ występuje przy grubości ścianek odlewu poniżej 0,5 mm.

Przyjmując dla przykładu dla staliwa $\lambda = 0,1$ kal/cm sek $^{\circ}$ C, $\alpha = 0,143$ cm 2 /sek dla płyty o grubości 10 mm otrzymujemy $Bi = 1,43$ (tzn. przypadek odlewu „grubościennego“).

b) Kryterium Fouriera (Fo).

Kryterium Fouriera ujmuje czas stygnięcia τ w postaci wzoru:

$$Fo = \frac{\alpha \tau}{X^2} \quad (2.5)$$

(znaczenie α , τ , X podano wyżej).

Podobnie jak wyżej, rozpatrując zjawiska wewnątrz odlewu, w odległości x od środka układu stosuje się kryterium Fouriera, w którym X zastępuje się przez x , przy czym kryterium to oznacza się wtedy zwykle przez Fo' .

Poszczególne zagadnienia można tu także podzielić na dwa krańcowe przypadki: niskich i wysokich wartości kryterium Fo .

Dla podanego wyżej przypadku płyty staliwnej o grubości 10 mm otrzymujemy $Fo = 0,143 \tau$.

3. Charakterystyka kształtu odlewu

Kształt odlewu ma duży wpływ na szybkość stygnięcia, lecz trudność w matematycznym jego ujęciu w warunkach początkowych podstawowego równania przewodnictwa zmusza do pewnych uproszczeń. Tak więc prawie wszystkie teoretyczne obliczenia odnoszą się do prostych kształtów: nieskończonej płyty (tzn. odlewu, w którym długość, szerokość oraz promień krzywizny są duże w porównaniu z grubością), wałka cylindrycznego i kuli. Niewątpliwie kształt wielu odlewów można sprowadzić do tych prostych przypadków, jednak często odlewy mają kształt znacznie bardziej skomplikowany.

Jako charakterystykę postaci odlewu podaje się zwykle: „sprowadzoną grubość ścianki“ od-

lewu — R_m , równą stosunkowi objętości odlewu V do jego powierzchni F :

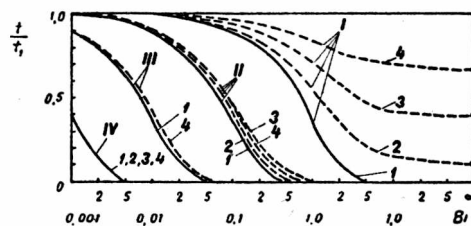
$$R_m = \frac{V}{F} \quad (3.1)$$

Wielkość R_m wynosi: dla kuli — $\frac{d}{6}$ (d — średnica), dla wałka cylindrycznego o nieskończonej długości — $\frac{d}{4}$, dla sześcianu — $\frac{a}{6}$ (a — krawędź), dla pręta o przekroju kwadratowym — $\frac{a}{4}$, dla nieskończonej płyty — $\frac{s}{2}$ (s — grubość).

Wielkość ta stale występuje w opisanych niżej rozważaniach; należy jednak pamiętać, że w ścisłym ujęciu okazuje się, że sprowadzenie charakterystyki postaci odlewu do prostego stosunku objętości do powierzchni jest dopuszczalne tylko dla pewnych przypadków.

Zwraca na to uwagę A. I. Wieinik [4], który podaje zależność temperatury powierzchni nieskończonej płyty, wałka i kuli (ściślej: stosunku tej temperatury do temperatury początkowej ciała) dla określonego czasu stygnięcia (w postaci kryterium Fo) od wielkości kryterium Bi (rys. 1).

Widoczne jest, że dla małych wielkości kryterium Bi rzędu 0,01 (tzn. dla niedużej szybkości chłodzenia ośrodka) temperatura powierzchni



Rys. 1. Względna temperatura (w stosunku do temperatury początkowej t_1) na powierzchni płyty (krzywe 2), cylindra (krzywe 3) i kuli (krzywe 4) w zależności od kryterium Bi dla $Fo = 1,0$ (krzywe I), $Fo = 10$ (krzywe II), $Fo = 100$ (krzywe III) i $Fo = 1000$ (krzywe IV)

dla tych postaci odlewu jest w przybliżeniu jednakowa. Natomiast przy $Bi \geq 0,1$ występuje coraz znaczniejsza różnica i tak np. dla $Bi = 10$ i $Fo = 1,0$ temperatura powierzchni kuli wynosi $t_s = 0,71 t_1$, temperatura powierzchni wałka = $0,43 t_1$, zaś temperatura powierzchni płyty = $0,16 t_1$.

4. Określenie temperatury stygnącego odlewu

Matematyczne rozwiązanie podstawowego równania przewodnictwa cieplnego daje nam w postaci funkcji zależność temperatury od czasu i współrzędnych przestrzennych (obok stałych fizycznych). Jak już wspomniano wyliczone funkcje mają na ogół bardzo skomplikowaną postać i stąd w wielu pracach spotyka się uproszczone wzory, wyprowadzone przy upraszczających założeniach. Jako przykład można tu podać pracę P. P. Berga [5], która będzie omówiona niżej.

W przypadku gdy przepływ ciepła ogranicza współczynnik przewodnictwa cieplnego t_{zn} . przy dużych wartościach kryterium Bi („odlew grubościenny“) zależność ta przy sprowadzeniu zjawiska do układu jednowymiarowego ma postać:

$$\frac{t - t_o}{t_p - t_o} = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^y e^{-y^2} dy \quad (4.1)$$

gdzie t_p — temperatura początkowa stygnącego odlewu, t_o — temperatura początkowa otoczenia (formy) oraz

$$y = \frac{x}{2\sqrt{\alpha\tau}} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{1}{F_o}}$$

Wyrażenie po prawej stronie wzoru (4.1) jest znaną całką *Gaussa*, którą w dalszych rozważaniach będziemy oznaczać krótko przez $\Phi\left(\frac{x}{2\sqrt{\alpha\tau}}\right)$

Stąd wzór (4.1) przyjmie postać:

$$\frac{t - t_o}{t_p - t_o} = \Phi\left(\frac{x}{2\sqrt{\alpha\tau}}\right) \quad (4.2)$$

Wartość całki *Gaussa* dla danego parametru $\left(\frac{x}{2\sqrt{\alpha\tau}}\right)$ można wyznaczyć z wykresu lub z tabelic.

Przechodząc do uproszczonych i dogodniejszych w użyciu wzorów *P. P. Berg* proponuje następującą ogólną zależność temperatury stygnącego ciała od czasu i współrzędnej x :

$$\frac{t - t_o}{t_p - t_o} = e^{-p} \quad (4.3)$$

gdzie $p = Fo'Bi'q$

Dla przypadku „odlewów grubościennych“ $q = 0$, dla „odlewów cienkościennych“ $q = 1$, zaś dla przypadków początkowego ($F_o < 0,5$) lub końcowego ($F_o > 100$) okresu stygnięcia $q = 2$. Identyczny wzór dla przypadku „odlewu cienkościennego“ ($q = 1$) został wyprowadzony przez *G. F. Balandina* [6].

Stygnięcie rzeczywistych odlewów trudno jednak sprowadzać do tak krańcowych przypadków. Można by tu stosować ogólny wzór (4.3) i ustalać doświadczalnie wielkość q — wtedy jednak wzór straciłby swój sens teoretyczny stając się empiryczną formułą. Dlatego *P. P. Berg* zaleca stosowanie wzoru (4.3) wprowadzając do nich pewną poprawkę, którą pominiemy w niniejszym artykule.

W następnej swej pracy *P. P. Berg* [7] opracował w sposób uproszczony pokrewne zagadnienie szybkości ogrzewania formy piaskowej opierając się częściowo na uprzednio znalezionych wzorach [5] na szybkość stygnięcia odlewu. W rozważaniach przyjęto nieskończoną grubość masy formierskiej (jest to przypadek tzw. formy słaboprzewodzącej — p. niżej), przy czym odlew ma kształt płyty. Ponadto pominięto wydzielanie się ciepła topienia oraz założono, że przepływ ciepła w formie odbywa się jedynie drogą przewodnictwa (pomijając kon-

wekcję i promieniowanie). Temperaturę na powierzchni odlew-forma przyjęto dla uproszczenia jako stałą. Podobnie zaniebano (jak zresztą we wszystkich prawie opisanych tu pracach) zależność stałych fizycznych od temperatury.

Jak widać, liczne założenia uproszczające ograniczają zastosowanie wzorów wyprowadzonych przez *P. P. Berga* — stąd zostaną one pominięte w tym artykule. Specjalnie zainteresowany tym zagadnieniem czytelnik może je znaleźć w oryginalnej pracy. Należy tu wspomnieć, że *A. I. Wieinik* [4] poddał surowej krytyce założoną przez *P. P. Berga* zależność funkcyjną (4.3), której w ścisłym sensie matematycznym odpowiada przypadek powolnego chłodzenia, gdy można przyjąć, że temperatura jest jednakowa w całym przekroju odlewu.

Należy dodać, że nieco inny, przybliżony wzór na temperaturę odlewu na powierzchni wyprowadził *N. N. Dobrochotow* [8]:

$$t_s = \frac{\frac{b_2}{\Phi\left(\frac{m}{\sqrt{4\alpha_2}}\right)} \cdot t_k + b_f + t_f}{\frac{b_2}{\Phi\left(\frac{m}{\sqrt{4\alpha_1}}\right)} + b_f} \quad (4.4)$$

gdzie $\Phi\left(\frac{m}{\sqrt{4\alpha_2}}\right)$ jest całką *Gaussa*, zaś b_2 , b_f — współczynnikami akumulacji ciepła dla zakrzepniętego metalu i formy, przy czym

$$b = \sqrt{\lambda c \gamma} \quad (4.5)$$

Znajomość temperatury stygnącego odlewu może mieć duże znaczenie praktyczne. *P. P. Berg* i *W. N. Sawiejko* [9] rozpatrywali zagadnienie pęknięć na gorąco w odlewach staliwnych, przyjmując, że powstają one wtedy, gdy naprężenia z powodu różnicy temperatur w różnych częściach odlewu przekraczają wytrzymałość metalu. Do obliczenia temperatury stosowali oni następujące wzory przybliżone (4.6): dla temperatury t_m w środku odlewu:

$$\frac{t_m}{t_p} = e^{-\frac{\alpha\tau}{(1+k)R^2m}} \quad (4.6)$$

dla temperatury t_s na powierzchni odlewu:

$$\frac{t_s}{t_p} = e^{-\frac{\alpha\tau}{k^2R^2m}}$$

gdzie t_p — temperatura początkowa.

Wzory te przyjmują następującą postać: dla ciekłej stali w środku odlewu:

$$\frac{t_m}{t_p} = e^{-\frac{0,05\tau}{25R^2m}}$$

dla zakrzepłej stali na powierzchni odlewu:

$$\frac{t_s}{t_p} = e^{-\frac{0,05\tau}{16R^2m}}$$

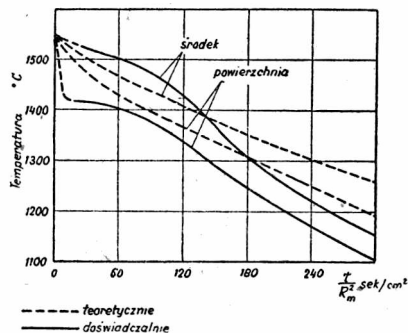
We wzorach tych przyjęto dla uproszczenia temperaturę początkową otoczenia formy jako równą zero.

Porównanie wyników obliczonych na podstawie tych wzorów z doświadczeniem podano na rysunku 2.

Jednocześnie P. P. Berg i W. N. Sawiejko podali przybliżony wzór, określający temperaturę t_r w odległości r od środka wałka cylindrycznego o promieniu R :

$$t_r = t_s + (t_m - t_s) \left(1 - \frac{r^2}{R^2}\right) \quad (4.7)$$

Dalsze rozważania autorów dotyczą raczej zagadnień wytrzymałościowych i zostaną pomi-



Rys. 2. Porównanie wyników obliczeń i danych doświadczalnych dla krzepnięcia cylindrycznych próbek ze stali przy $R_m = 0,5-4$ cm

nięte w niniejszym artykule jako mniej związane z tematem. Podobnie Ja. A. Smoljanickij [10] rozpatrywał zagadnienie deformacji odlewów stalowych wskutek naprężeń spowodowanych różnicą temperatur części odlewów stygnących z różną szybkością.

5. Określenie czasu stygnięcia odlewu

Znaczenie znajomości czasu stygnięcia odlewu w formie, zwłaszcza przy nowoczesnej i zmechanizowanej produkcji jest zrozumiałe dla każdego. Grubość warstwy metalu ξ zakrzepłej w czasie τ określa znany wzór N. Chworinoffa

$$\xi = m \sqrt{\tau} \quad (5.1)$$

gdzie m — jest stałym współczynnikiem, zwanym niekiedy stałą krzepnięcia.

Wzór powyższy częściej stosuje się w przekształconej postaci, przy czym określa się czas całkowitego krzepnięcia τ_c odlewu o grubości R :

$$\tau_c = \frac{1}{m^2} R^2 \quad (5.2)$$

Jak wykazały jednak doświadczenia wzór (5.1.) często daje wyniki niedokładne i dlatego był dyskutowany w wielu pracach radzieckich. Tak więc N. N. Dobrochotow [8] z analizy przepływu ciepła pomiędzy ciekłym i zakrzepłym metalem w formie wyprowadził dość skomplikowany wzór:

$$q \cdot \gamma \cdot \frac{\sqrt{\pi}}{2} m = b_2 (t_k - t_s) \frac{e^{-\frac{m}{4\alpha_2}}}{\Phi\left(\frac{m}{\sqrt{4\alpha_2}}\right)} - b_1 (t_1 - t_k) \frac{e^{-\frac{m}{4\alpha_1}}}{1 - \Phi\left(\frac{m}{\sqrt{4\alpha_1}}\right)} \quad (5.3)$$

gdzie: t_1 jest temperaturą odlewania — znaczenie innych symboli podano wyżej (znacznik „1” odnosi się do ciekłego metalu, zaś znacznik „2” — do metalu zakrzepniętego).

Z podanego wyżej wzoru (5.3.) można wyliczyć wielkość współczynnika m graficznie lub posługując się tablicami. Wzór ten został z kolei sprawdzony przez B. B. Guljajewa [11], który wykazał jego zgodność z danymi doświadczalnymi uzyskanymi przy odlewaniu stali do form piaszkowych (gdzie $m = 1,3$ cm/min^{1/2}) i żeliwnych (gdzie $m = 2,6$ cm/min^{1/2}).

Stwierdzając jednak zależność szybkości stygnięcia od postaci odlewu B. B. Guljajew zaleca przekształcić wzór w następujące wyrażenie:

$$\tau_c = f m R^2 \quad (5.4)$$

gdzie R jest połową grubości ścianki lub promieniem, f — współczynnikiem zależnym tylko od postaci odlewu (równym dla nieskończonej płyty — 1,0, dla cylindrycznego wałka — 0,76, dla kuli i sześcianu — 0,47), zaś $m = \frac{1}{k^2}$ jest

współczynnikiem zależnym od rodzaju metalu i formy. Wielkości tych współczynników podano w tablicy 1.

Obliczony ze wzoru (5.4) i tablicy 1 czas krzepnięcia płyty stalowej o grubości 10 mm wynosi 3,6 sek.

Tablica 1

Rodzaj metalu	Warunki stygnięcia	k cm/min	m min/cm ²
Żeliwo szare	forma piaszczowa	1,0	1,000
	forma żeliwna	2,2	0,207
Żeliwo białe	forma piaszczowa	1,0	1,600
	forma żeliwna	2,0	0,250
Aluminium	forma żeliwna	3,1	0,105
	forma stalowa	2,8	0,128
Cynk	forma piaszczowa	1,8	0,309
	forma żeliwna	3,8	0,069
	forma miedziana (chłodzona wodą)	4,2	0,057
Stal	forma piaszczowa	1,3	0,059
	forma żeliwna	2,6	0,148

Poza tym dyskusję nad tym ważnym dla praktyki wzorem (5.3) przeprowadził w swej pracy G. F. Bałandin [6] zaznaczając, że wyprowadzenie tego wzoru oparte jest na uproszczeniach mogących powodować pewne różnice w stosunku do przypadku poszczególnych odlewów.

Omawiane zagadnienie szczegółowo opracowali: A. I. Wieinik i A. A. Guchman [12], którzy wyprowadzili szereg uproszczonych wzorów na czas stygnięcia nieskończonej płyty, wałka cylindrycznego i kuli, wyprowadzonych przy założeniu, że temperatura w odlewie w stanie ciekłym od momentu odlania aż do początku krzepnięcia pozostaje stała na całym przekroju odlewu. Ponadto przyjęli oni, że podczas krzepnięcia w zakrzepłej warstwie rozkład temperatur jest prostoliniowy tzn. sprowadzili zagadnienie do prostego przypadku stacjonarnego przepływu ciepła, określonego jedynie różnicą

krańcowych temperatur na obu ściankach stygnącej warstwy. Na tej podstawie A. I. Wieinik i A. A. Guchman wyprowadzili szereg wzorów ogólnych na czas stygnięcia — zestawienie tych wzorów znacznie rozszerzyłoby objętość i nie byłoby celowe, gdyż w następnej swej pracy A. I. Wieinik [13] przedstawił je w nieco prostszej formie.

A. I. Wieinik dzieli proces stygnięcia odlewu na następujące trzy okresy:

- a. pierwszy okres od momentu odlania metalu w formę przy temperaturze t_1 do początku krystalizacji przy temperaturze t_{k1} , przy czym temperatura przegrzania metalu Δt_p

$$\Delta t_p = t_1 - t_{k1} \quad (5.5)$$

- b. drugi okres od momentu początku krystalizacji przy temperaturze t_{k1} do końca krystalizacji przy temperaturze t_{k2} . Zakres temperatur krystalizacji Δt_{kr}

$$\Delta t_{kr} = t_{k1} - t_{k2}$$

Dla metali czystych oraz stopów eutektycznych, jak wiadomo,

$$\Delta t_{kr} = 0 \quad \text{i} \quad t_{k1} = t_{k2} = t_k$$

- c. trzeci okres obejmuje dalsze stygnięcie od momentu ukończenia temperatury końca krystalizacji przy temperaturze t_{k2} do pewnej temperatury np. t_n (np. przy której można usunąć metal z formy).

Wprowadzając dla uproszczenia współczynnik akumulacji ciepła b (przyjmujący dla odlewu znacznie większe wartości aniżeli dla formy) W. I. Wieinik wyprowadza podane niżej wzory, przy czym dla uproszczenia zaniedbuje nierównomierny rozkład temperatur w masie odlewu. W ten sposób czas stygnięcia τ_1 ciekłego metalu w pierwszym okresie stygnięcia określa wzór:

$$\sqrt{\tau_1} = \frac{\sqrt{\pi}}{2} \frac{R_m \gamma_1 \cdot c_1}{b_f} \frac{\Delta t_p}{t_1} \quad (5.6)$$

gdzie R_m oznacza sprowadzoną grubość odlewu, wielkości γ_1 , c_1 odnoszą się do ciekłego metalu, zaś b_f — do formy.

W drugim okresie czas stygnięcia τ_2 określa wyrażenie

$$\sqrt{\tau_2} = \frac{\sqrt{\pi}}{2} \frac{R_m c_{12} (c_{12} \Delta t_{kr} + q)}{b_f t_{k1}} + \sqrt{\tau_1} \quad (5.7)$$

gdzie q — ciepło topienia metalu

$$\gamma_{12} = \frac{\gamma_1 + \gamma_2}{2} \quad c_{12} = \frac{c_1 + c_2}{2}$$

gdzie c_2 , γ_2 odnoszą się do metalu w stanie stałym.

Dla

$$\Delta t_{kr} = 0 \quad \sqrt{\tau_2} = \frac{\sqrt{\pi}}{2} \frac{R_m \gamma_2 q}{b_f t_k} + \sqrt{\tau_1} \quad (5.8)$$

A. I. Wieinik podaje dla tego okresu także za-

leżność temperatury t_m w środku odlewu od czasu τ , mającą następującą postać

$$\frac{t_m}{t_{k1}} = 1 - \frac{2}{\sqrt{\pi}} \frac{b_f}{R_m \gamma_{12} \left(c_{12} + \frac{q}{\Delta t_{kr}} \right)} (\sqrt{\tau} - \sqrt{\tau_1}) \quad (5.9)$$

W trzecim wreszcie okresie czas stygnięcia odlewu τ_3 do pewnej temperatury t_n określa wzór

$$\sqrt{\tau_3} = \frac{\sqrt{\pi}}{2} \frac{R_m \gamma_2 c_2}{b_f} \frac{t_{k2} - t_n}{t_{k2}} + \sqrt{\tau_2} \quad (5.10)$$

Ze wzoru tego można także określić temperaturę odlewu t , w pewnej chwili τ .

Dalej A. I. Wieinik podaje wzór na objętość V zakrzepniętej masy metalu (w m^3) w formie w zależności od czasu τ :

$$V = \frac{2}{\sqrt{\pi}} F \frac{b_f t_k}{\gamma_2 q} (\sqrt{\tau} - \sqrt{\tau_1}) \quad (5.11)$$

Znając objętość V można określić grubość warstwy zakrzepniętego metalu, co może mieć duże znaczenie przy obliczaniu wymiarów części zasilającej układu wlewowego:

- a. dla płaskiej płyty $V = F \cdot \xi$ — gdzie F oznacza zakrzepniętą powierzchnię,
- b. dla wałka krzepnącego od zewnątrz

$$V = F \cdot \xi \left(1 - \frac{1}{2} \delta \right) \quad \text{gdzie} \quad \delta = \frac{\xi}{x}$$

— względna grubość warstwy zakrzepłej (X — promień krzywizny lub połowa grubości).

dla wałka krzepnącego od wewnątrz

$$V = F \xi \left(1 + \frac{1}{2} \delta \right),$$

- c. dla kuli krzepnącej od zewnątrz

$$V = F \xi \left(1 - \delta + \frac{1}{2} \delta^2 \right),$$

zaś dla kuli krzepnącej od wewnątrz

$$V = F \xi \left(1 + \delta + \frac{1}{2} \delta^2 \right)$$

W ten sposób dla płaskiej płyty, krzepnącej od zewnątrz zależność grubości warstwy zakrzepłej od czasu jest następująca:

$$\xi = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \frac{b_f t_k}{\gamma_2 q} (\sqrt{\tau} - \sqrt{\tau_1}) \quad (5.12)$$

Wzór ten znacznie różni się od wspomnianego wyżej wzoru N. Chworinoffa (5.1), który może być słuszny jedynie w przypadku, gdy przegrzanie metalu Δt_p jest równe zero (tzn. $\tau_1 = 0$).

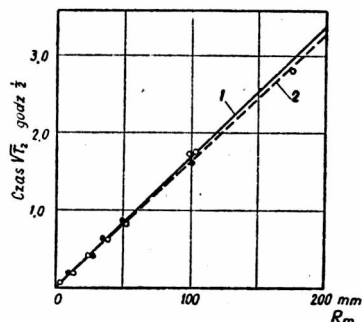
W końcu A. I. Wieinik podaje ostateczny wzór na czas stygnięcia odlewu o sprowadzonej grubości R_m :

$$\tau = \frac{1}{m^2} R_m^2 \quad (5.13)$$

gdzie współczynnik m jest równy

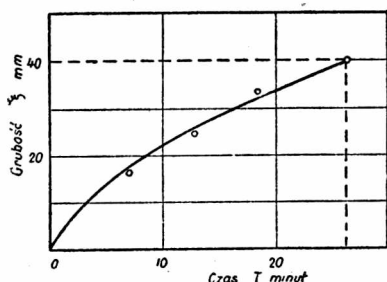
$$m = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \frac{b_f}{\gamma_2 c_2} \frac{1}{\frac{\gamma_1 c_1}{\gamma_2 c_2} \frac{\Delta t_p}{t_1} + \frac{q}{c_2 t_k} + \frac{t_k - t_1}{t_k}} \quad (5.14)$$

W oparciu o doświadczalne dane N. Chworionoffa i przyjmując dla odlewu staliwnego: $t_1 = 1500^\circ\text{C}$, $t_{k1} = 1480^\circ\text{C}$, $t_{k2} = 1440^\circ\text{C}$,



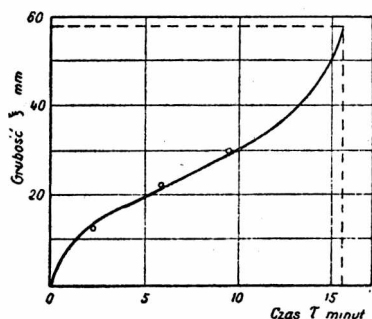
Rys. 3 Wpływ sprowadzonej grubości ścianki odlewu R_m na czas zakrzepnięcia τ_2 dla odlewów o różnym kształcie w porównaniu z wielkościami obliczonymi według wzoru (5,7) — krzywa 1 oraz według wzoru (5,8) — krzywa 2

$q = 64 \text{ kcal/kg } ^\circ\text{C}$, $c_1 = 0,2 \text{ kcal/kg } ^\circ\text{C}$, $c_2 = 0,165 \text{ kcal/kg } ^\circ\text{C}$, $\gamma_1 = 7000 \text{ kg/m}^3$, $\gamma_2 = 7500 \text{ kg/m}^3$, $b_f = 20 \text{ kcal/m}^2 \text{ godz.}^{\frac{1}{2}} ^\circ\text{C}$, początkowa temperatura formy 20°C — A. I. Wienik zestawiał zależność czasu krzepnięcia τ_2 od



Rys. 4. Zależność grubości warstwy zakrzepłej ξ od czasu krzepnięcia dla płyty staliwnej o grubości 80 mm

sprowadzonej grubości ścianki odlewu, którą podano na rysunku 3. Ponadto na rysunku 4 podano zależność grubości warstwy zakrzepłej



Rys. 5. Zależność grubości warstwy zakrzepłej ξ od czasu krzepnięcia dla wałka żeliwnego o średnicy 115 mm

od czasu dla przypadku płyty staliwnej o grubości 80 mm, zaś na rysunku 5 — tę samą zależność dla wałka żeliwnego o średnicy 115 mm.

Zgodność obliczeń z doświadczeniem jest więc całkowicie zadowalająca.

6. Stygnięcie odlewu w formie metalowej

Stygnięcie odlewu w formie metalowej zależy od materiału i wymiarów tej formy. W ogólności formy metalowe można podzielić na dwa rodzaje:

- formy „słaboprzewodzące“ tzn. akumulujące w sobie ciepło oddane przez odlew,
- formy „szybkoprzewodzące“ tzn. szybko przewodzące ciepło przenikające z odlewu i oddające je otoczeniu.

W ten sposób w formach pierwszego rodzaju praktycznie całe ciepło oddane przez odlew przejmują forma i nie odprowadza go na zewnątrz, podczas gdy w formach drugiego rodzaju praktycznie całe ciepło oddane przez odlew zostaje odprowadzone przez formę na zewnątrz (np. cienkościenna forma chłodzona wodą).

Jak wykazali np. N. N. Rubcow i G. F. Bałandin [14] wlewnice stosowane przy odlewaniu stali stanowią przypadek pośredni. Jak widać z tablicy 2 ilość ciepła przejętego (akumulowanego) przez wlewnicę Q_a jest mniej więcej równa ilości ciepła oddanego otoczeniu Q_o . Im większa grubość ścianki wlewnicy, tym bardziej zbliża się ona do formy metalowej „słaboprzewodzącej“ — zależy to także od ciężaru wlewka.

Tablica 2

Grubość ścianki wlewnicy mm	Wlewek 7 t		Grubość ścianki wlewnicy mm	Wlewek 0,5 t	
	Q_a %	Q_o %		Q_a %	Q_o %
0,1	52	48	0,01	45	55
0,2	63	32	0,075	82	18
0,3	87	13	0,105	97	3

Uproszczoną metodę obliczania szybkości stygnięcia odlewu w formie metalowej opracował A. I. Wienik [15] wprowadzając pojęcie tzw. kryterium K

$$K = \frac{\lambda_z}{\lambda} \frac{X}{X_z} \quad (6.1)$$

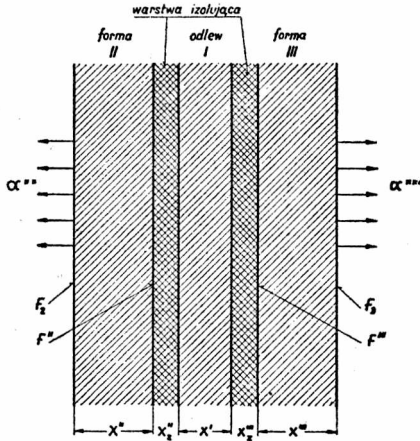
gdzie λ_z — współczynnik przewodnictwa cieplnego dla warstwy izolującej o grubości X_z , jaka powstaje między odlewem i formą (p. następna część artykułu), zaś λ i X — współczynnik przewodnictwa i grubość odlewu (lub formy).

Uproszczona metoda znajduje zastosowanie, jeśli wartość kryterium K jest mniejsza niż 0,5. Przy wartości K poniżej 0,1 uzyskane wyniki różnią się bardzo niewiele od wyników uzyskanych przy użyciu ścisłych wzorów.

Na rysunku 6 przedstawiono schematycznie stygnięcie w formie odlew podając także oznaczenia stosowane w podanych niżej rozważaniach.

Czas stygnięcia aż do dowolnie wybranego momentu dzieli się na małe odstępy $\Delta\tau$, w czasie

których, według założenia, można zaniedbać zmiany temperatury odlewu i formy. W tym czasie ubytek ciepła elementu odlewu równa się



Rys. 6. Schemat krzepnięcia odlewu w formie metalowej

sumie ciepła przechodzącego do pierwszej (II) i drugiej (III) części formy:

$$\Delta Q'_n = \Delta Q''_n + \Delta Q'''_n \quad (6.2)$$

$$\text{gdzie } \Delta Q''_n = \frac{\lambda''_z}{X''_z} (t'_{n-1} - t''_{n-1}) F'' \Delta \tau_n$$

$$\Delta Q'''_n = \frac{\lambda'''_z}{X'''_z} (t'_{n-1} - t'''_{n-1}) F''' \Delta \tau_n$$

gdzie dla momentu $n - 1$ temperaturę odlewu oznaczono przez t'_{n-1} , temperaturę ścianki pierwszej części formy (II) — t''_{n-1} , zaś temperaturę ścianki drugiej części formy (III) — t'''_{n-1} .

Ponadto λ''_z i X''_z oznaczają współczynnik przewodnictwa cieplnego i grubość warstwy izolującej pomiędzy odlewem (I), a pierwszą częścią formy (II), zaś λ'''_z i X'''_z te same wielkości dla tej warstwy pomiędzy odlewem a drugą częścią formy (III). Symbole F'' i F''' oznaczają powierzchnię pomiędzy odlewem a obu częściami formy.

W czasie $\Delta \tau_n$ temperatura odlewu zmienia się o

$$\Delta t'_n = \frac{\Delta Q'_n}{V_1 \gamma_1 c_1} \quad (6.3)$$

gdzie V_1 — objętość odlewu, γ_1 i c_1 — ciężar właściwy i ciepło właściwe odlewu.

Znając $\Delta t'_n$ można znaleźć temperaturę odlewu po chwili $\Delta \tau_n$

$$t'_n = t'_{n-1} + \Delta t'_n \quad (6.4)$$

Podobnie oblicza się temperaturę formy. W czasie $\Delta \tau_n$ przez ściankę II formy przepłynęło $\Delta Q''_n$ ciepła, zaś na zewnątrz przeszło

$$\Delta Q''_n = \alpha'' (t'_{n-1} - t_2) F_2 \cdot \Delta \tau_n \quad (6.5)$$

gdzie α'' — współczynnik przejmowania ciepła od zewnętrznej powierzchni formy o powierzchni F_2 .

W czasie $\Delta \tau_n$ temperatura ścianki II formy zmieniła się o

$$\Delta t''_n = \frac{\Delta Q''_n - \Delta Q''_{n-1}}{V_f \gamma_f c_f} \quad (6.6)$$

gdzie V_f , γ_f , c_f — objętość, ciężar właściwy i ciepło właściwe formy. Temperatura ścianki po upływie $\Delta \tau_n$ równa jest:

$$t''_n = t''_{n-1} + \Delta t''_n \quad (6.7)$$

Analogiczne wzory otrzymujemy dla drugiej (III) ścianki formy. Podczas krystalizacji, zamiast ciepła właściwego c_1 należy wstawić

$$c_1 + \frac{q}{\Delta t_k} \quad (6.8)$$

Jeśli zaś metal krzepnie w pewnym zakresie temperatur, wtedy za ciepło właściwe wstawia się średnią arytmetyczną ciepła właściwego metalu ciekłego i w stanie stałym. Ze względu na małą różnicę tych wielkości można to nawet pominąć.

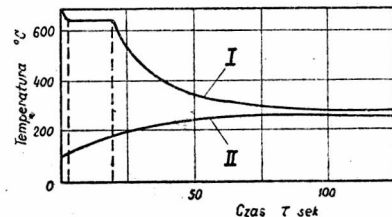
Podczas krystalizacji w stałej temperaturze

$$\Sigma (\Delta Q'_n)_{kr} = V_1 \gamma_1 q = \text{const.} \quad (6.9)$$

Jednocześnie w swej pracy A. I. Wieinik podaje konkretny przykład obliczania temperatury odlewu z aluminium w formie żeliwnej, ułatwiające zapoznanie się z jego metodą.

Wynik obliczeń w postaci wykresu podano na rysunku 7.

W swej następnej pracy A. I. Wieinik [16] oblicza optymalną grubość formy metalowej



Rys. 7. Obliczony wykres temperatury odlewu z aluminium (I) i temperatury formy (II) w zależności od czasu stygnięcia

(„słabo przewodzącej”) przyjmując, że temperatura w formie rozkłada się według paraboli. To przybliżenie niewiele się różni od rozkładu według ścisłego rozwiązania podstawowego równania przewodnictwa. Ponadto A. I. Wieinik uwzględnia, podobnie jak poprzednio, tworzenie się warstwy izolującej pomiędzy odlewem a formą.

Zestawienie tych wzorów, a raczej układów równań, dla odlewów w kształcie płyty, wałka cylindrycznego i kuli, ze względu na ich ilość, pominięto w niniejszym artykule. Zainteresowany czytelnik znajdzie je w pracy oryginalnej, która jest u nas dostępna jak zresztą i inne prace, na których oparty jest ten artykuł.

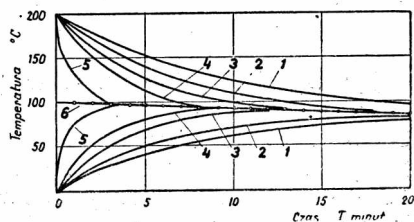
Ze wzorów tych, metodą graficzną można wyznaczyć maksymalną głębokość przenikania ciepła X_2 . Ponieważ, zgodnie z rozkładem parabolicznym, zmiany temperatury w pobliżu zewnętrznej powierzchni formy metalowej są nie-

duże, stąd optymalna grubość kokili („słabo-przewodzącej“) może być zmniejszona.

Na zakończenie, za N. N. Rubcowem i G. F. Baładinem [14] należy omówić ogólnie wpływ grubości formy metalowej na stygnięcie odlewu. Zwiększając grubość ścianki formy metalowej uzyskuje się zwiększenie szybkości stygnięcia jedynie w przypadku gdy o procesie stygnięcia decyduje przewodnictwo formy (np. przy odlewaniu metali nieżelaznych ciężkich i lekkich itd.). Jeśli natomiast o procesie tym decyduje szybkość, z jaką forma oddaje ciepło otoczeniu, wtedy zwiększenie grubości formy zmniejsza szybkość stygnięcia (zostało to doświadczalnie potwierdzone przy odlewaniu wlewków stalowych). W obu przypadkach po przekroczeniu pewnej grubości krytycznej dalsze jej zwiększanie nie ma praktycznie wpływu na szybkość stygnięcia odlewu.

7. Zjawisko tworzenia się warstwy izolującej pomiędzy odlewem i formą

Czynnikiem komplikującym zjawisko stygnięcia odlewu w formie jest tworzenie się warstwy izolującej pomiędzy stygnącym odlewem a formą wskutek skurczu metalu. Zjawisko to analizują szczegółowo A. I. Wieinik i A. A. Guchman [17] stwierdzając, że można je pominąć przy odlewie w formie piaskowej, jednak może ono mieć duży wpływ na stygnięcie odlewu w formie metalowej. Zostało ono uwzględnione w omówionych wyżej pracach A. I. Wieinika [15, 16]. Zjawisko tworzenia się warstwy



Rys. 8. Wpływ czasu stygnięcia na temperaturę płytki żeliwnej podgrzanej do 200°C (krzywe 1-5), temperaturę płytki nie ogrzanej (krzywe 1'-5') oraz na temperaturę warstwy izolującej (6) przy różnych jej grubościach: 0,48 mm (krzywe 1 i 1'), 0,32 mm (2, 2'), 0,16 mm (3, 3'), 0,8 (4, 4') i 0 (5, 5')

izolującej uwidocznił na rysunku 6, gdzie zamiast jednej powierzchni, przez którą przepływa ciepło: odlew — forma mamy dwie powierzchnie: odlew — warstwa izolująca oraz warstwa izolująca — forma.

A. I. Wieinik i A. A. Guchman wyprowadzili przybliżony wzór na oznaczenie temperatury w warstwie izolującej t_z :

$$t_z = \frac{t_1 + \frac{q}{c_2} + \frac{v_2 c_2 \gamma_2}{v_f c_f \gamma_f} t_{of}}{1 + \frac{v_2 c_2 \gamma_2}{v_f c_f \gamma_f}} \quad (7.1)$$

gdzie v_2 — objętość odlewu, v_f — objętość formy, c_f i γ_f — ciepło właściwe i ciężar właściwy formy, zaś t_{of} — temperatura początkowa formy. Inne wielkości były już zdefiniowane wyżej.

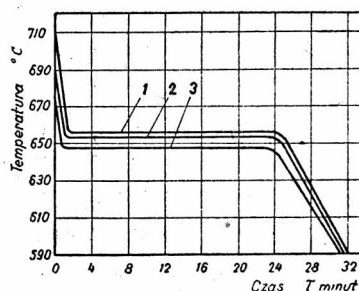
Równocześnie przeprowadzili oni badania na modelu dwóch płytek aluminiowych i żeliw-

nych, z których jedna była podgrzana do temperatury 200°C. Przebieg stygnięcia wraz z temperaturą w warstwie izolującej podano na rysunku 8.

8. Radzieckie doświadczenia nad krzepnięciem odlewów

Badania nad zagadnieniem krzepnięcia i stygnięcia odlewu w formie sprowadzają się do pomiaru temperatur w różnych miejscach odlewu (w środku, na powierzchni itp.) lub formy oraz do pomiaru grubości zakrzepniętej warstwy metalu w określonym czasie od momentu zalania formy.

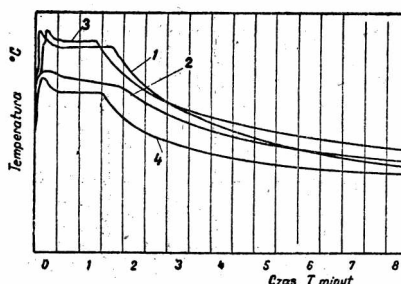
Na wstępie należy podać, że już w r. 1866 rosyjski uczony A. Ławrow [18] opracował metodę polegającą na wylewaniu po upływie okre-



Rys. 9. Zależność temperatury w środku (1), w odległości równej połowie promienia od środka (2) i na powierzchni (3) odlewu z aluminium ($F = 100 \text{ cm}^2$) w formie piaskowej od czasu stygnięcia

śłonego czasu niezakrzepniętego metalu z formy, co pozwalało na określenie grubości zakrzepłej warstwy. Metoda ta znalazła zastosowanie w badaniach, jakie później prowadzono w różnych krajach.

I. I. Sokolskaja [19] przeprowadziła pomiary temperatur w stygnących próbkach cylindrycznych (o powierzchni przekroju 100-500 cm², wysokości 40 mm) czystego aluminium, stopu aluminiowego AL4 (8,56% Si) i elektronu ME-5 (8,2% Al) przy użyciu termopar chromel-alumel.

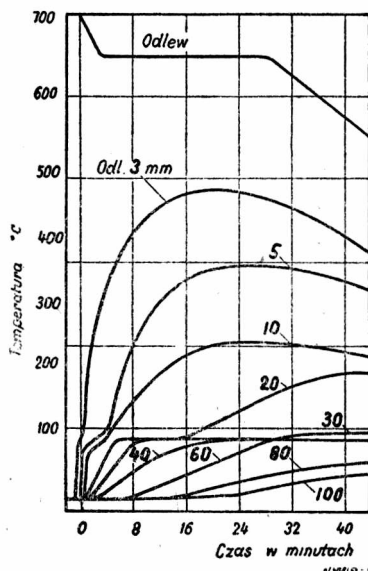


Rys. 10. Zależność temperatury w środku (1) i na powierzchni (2) oraz na górnym (3) i dolnym (4) powierzchni podstawy cylindrycznego odlewu z aluminium w formie żeliwnej od czasu stygnięcia

Na rysunku 9 podano zależność temperatury w środku, w odległości $\frac{1}{2} r$ od środka i na powierzchni próbki dla czystego aluminium (powierzchnia przekroju 100 cm²). Podobne badania na próbce o większej średnicy (powierzchni-

nia przekroju 500 cm²) wykazały mniejsze różnice temperatur w tych punktach.

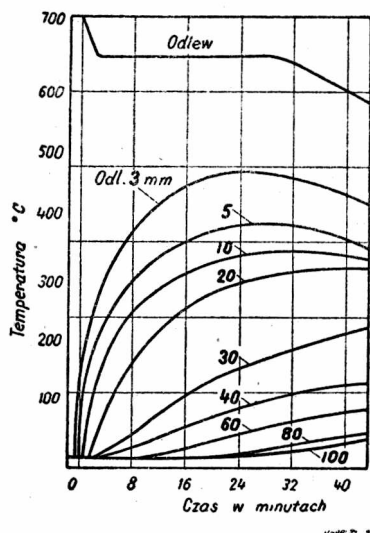
Ponadto wykonano próby stosując odlewanie w formie metalowej (żeliwnej) o grubości 25 mm. Jeden z wyników (dla czystego aluminium) podano na rysunku 10.



Rys. 11. Zależność temperatury odlewu oraz wilgotnej formy płaskowej w odległości 3, 5, 10, 20, 30, 40, 50, 80 i 100 mm od powierzchni odlewu od czasu stygnięcia

Przeprowadzone badania wykazują, że tym mniejszy gradient temperatur w odlewie, im mniejsze przewodnictwo cieplne formy.

Dalsze szczegółowe badania nad wpływem różnych czynników na proces krzepnięcia odlewów przeprowadzili A. A. Lebiedjew i I. I. Sokolskaja [20].



Rys. 12. Zależność temperatury odlewu oraz suchej formy płaskowej w odległości 3, 5, 10, 20, 30, 40, 60, 80 i 100 mm od powierzchni odlewu od czasu stygnięcia

Stwierdzili oni, że im wyższa temperatura odlewania metalu, tym dłuższy czas był potrzebny do całkowitego jego zakrzepnięcia. Kształt krzywych stygnięcia nie uległ przy tym zmianie, lecz został przesunięty. Podobny wpływ ma stopień ubicia formy: przy silniejszym ubiciu

masy formierskiej, krystalizacja aluminium następowała prędzej, co można przypisać lepszemu przewodnictwu formy (mniejsza ilość izolującego powietrza w przestrzeniach pomiędzy ziarnami masy formierskiej).

Podobnie stwierdzono, że w formie wilgotnej metal krzepnie znacznie szybciej niż w formie suchej.

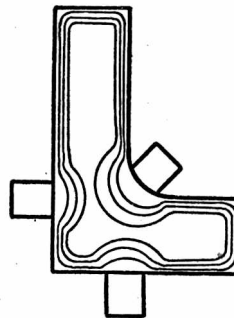
Szczególnie ciekawym wynikiem tych badań był pomiar temperatur w formie wilgotnej (6,0÷6,5% wilgoci) i suchej w odległości 3÷100 mm od próbki odlanej z aluminium (cylinder o średnicy 113 mm) z uwzględnieniem zależności od czasu.

Tablica 3

Materiał ochładzalnika	Grubość zakrzepniętego metalu w mm w zależności od czasu					
	czas(sek)					
	10	20	30	60	120	180
Miedź	10,1	15,2	18,5	26,0	32,0	32,1
Żel'wo	8,25	10,5	14,0	21,1	28,6	37,0
Karburund nr 1 (grubość ziarna ϕ 0,29 mm)	7,00	9,25	11,0	16,8	24,0	31,0
Karburund nr 1 (grubość ziarna ϕ 0,14 mm)	6,60	8,00	10,0	12,5	18,7	25,0
Magnezyt	8,25	8,00	9,60	11,0	16,8	21,3
Chrommagnezyt	4,90	7,00	8,00	10,4	15,8	20,0
Ch omit	4,70	1,50	7,85	10,2	15,0	20,0
Masa formierska (wilgotna)	4,00	6,00	7,00	10,0	14,0	19,0
Masa formierska (sucha)	3,50	5,60	6,80	9,50	12,5	18,5
Szamota ($\gamma = 1,2 \text{ G cm}^3$)	4,50	7,00	9,05	11,6	16,0	21,0
Szamota ($\gamma = 0,9 \text{ G cm}^3$)	2,50	5,00	6,00	8,75	11,0	12,6
Szamota ($\gamma = 0,6 \text{ G cm}^3$)	2,50	2,75	4,50	6,00	8,00	10,5
Szamota ($\gamma = 0,3 \text{ G cm}^3$)	1,50	2,03	2,50	3,05	4,50	6,50

Porównując wyniki tych pomiarów (rys. 11 i 12) widzimy, że temperatura w formie wilgotnej szybko wzrasta, przy czym obserwuje się hamujący wpływ wilgoci (załamanie krzywych przy 100°C — parowanie wody). Zjawisko to oczywiście nie występuje przy formie suchej. Poza tym wzrost temperatury w formie wilgotnej jest szybszy aniżeli w formie suchej (jakkolwiek w tej ostatniej następuje ogrzanie formy do wyższych temperatur). Wilgoć w masie formierskiej zwiększa przewodnictwo cieplne.

Dalszym ciekawym osiągnięciem jest metoda wyznaczania przewodnictwa cieplnego powłok ochronnych stosowanych do powlekania form

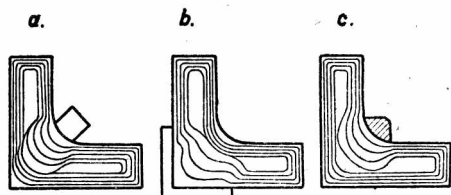


Rys. 13. Izotermy w węźle L z trzema ochładzalnikami

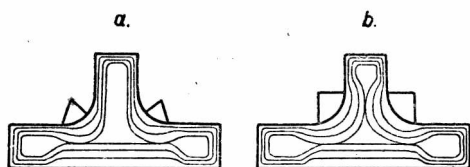
metalowych, jaką opracował A. I. Wieinik [21]. Polega ona na odlewaniu czystych metali do próbnej kokili i wyznaczaniu temperatur metalu

i kokili (pod powłoką) podczas krzepnięcia odlewu. Przeprowadzone badania przy odlewaniu cynku i aluminium potwierdziły skuteczność tej metody.

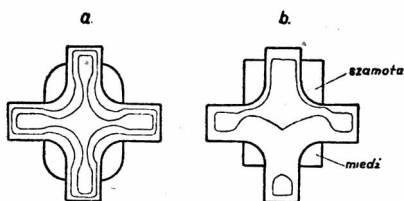
Szczególnie ważne badania dla praktyki odlewniczej przeprowadzili *Ju. A. Nechendzi* i *F. D. Obolencow* [22]. Celem tych badań było stwierdzenie wpływu różnych ochładzalników na uzyskanie zdrowego odlewu staliwnego w węzłach o różnych kształtach (+, L, T,



Rys. 14. Izotermy w węźle L: położenie ochładzalnika a i b prawidłowe, c — nieprawidłowe



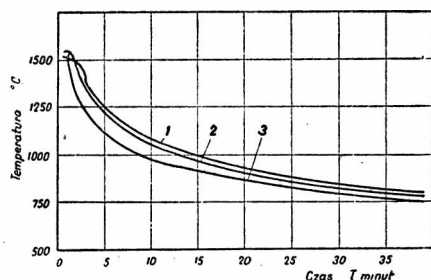
Rys. 15. Izotermy w węźle T: położenie ochładzalników a — prawidłowe, b — nieprawidłowe



Rys. 16. Izotermy w węźle +: położenie ochładzalników a — nieprawidłowe (uniemożliwiające zasilanie węzła metalem), b — prawidłowe

Y, V). Jednocześnie mierzono szybkość stygnięcia metalu w węźle — próbne odlewy badano aparatem Roentgena celem wykrycia ewentualnych rzadzisz w metalu.

Badania wykazały, że zwiększenie powierzchni ochładzalnika w niewielkim stopniu przyspiesza szybkość chłodzenia. Nieco znaczniejszy



Rys. 17. Zależność temperatury od czasu w węźle z ochładzalnikiem żeliwnym (1), miedzianym (2) oraz w ścianie (3)

Rozkład temperatur (izotermy) w niektórych z badanych odlewów przy użyciu chłodziaków metalowych podano na rysunkach 13÷16.

Tablica 4

Materiał ochładzalnika	Grubość ścianki odlewu mm				
	< 20	20÷30	30÷40	40÷50	50÷70
Miedź	1,0	0,75	0,60	0,50	0,43
Żelazo	0,8	0,5	0,45	0,70	0,30
Karborund	0,70	0,45	0,36	0,32	0,28
Magnezyt	0,52	0,40	0,32	0,25	0,22
Szamota ($\gamma = 1,2 \text{ G/cm}^3$)	0,45	0,5	0,3	0,36	0,23
Masa formierska sucha	0,34	0,38	0,39	0,19	0,17
Szamota ($\gamma = 0,6 \text{ G/cm}^3$)	0,25	0,18	0,15	0,12	0,14
Szamota ($\gamma = 0,3 \text{ G/cm}^3$)	0,15	0,1	0,08	0,065	0,06

Badania powyższe miały na celu ustalenie takich ochładzalników, aby uzyskać większą szybkość stygnięcia w węźle aniżeli w ścianie i uzyskać zdrowy odlew. Przykład takiego pomiaru podano na rysunku 17, gdzie przy zastosowaniu ochładzalnika miedzianego szybkość stygnięcia w węźle była większa, aniżeli w ścianie. Natomiast ochładzalnik żeliwny wykazał za słabe działanie.

Tablica 5

Materiał ochładzalnika	Grubość ścianki odlewu w mm				
	< 20	20÷30	30÷40	40÷50	50÷70
Masa formierska sucha	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Miedź	2,9	2,7	2,7	2,68	2,58
Żelazo	2,28	1,78	2,05	2,10	1,77
Karborund	2,0	1,6	1,64	1,68	1,65
Magnezyt	1,48	1,48	1,45	1,51	1,59
Szamota ($\gamma = 1,2 \text{ G/cm}^3$)	1,28	1,25	1,6	1,87	1,85
Szamota ($\gamma = 0,6 \text{ G/cm}^3$)	0,7	0,64	0,68	0,32	0,82
Szamota ($\gamma = 0,3 \text{ G/cm}^3$)	0,43	0,36	0,36	0,34	0,35

Ju. A. Nechendzi i *F. D. Obolencow* zestawili tablice charakteryzujące względny wpływ materiału ochładzalnika na szybkość stygnięcia węzłów w odlewach staliwnych: w tablicy 4 przyjęto jako 1,0 szybkość stygnięcia przy użyciu ochładzalnika miedzianego i grubości ścianek odlewu 20 mm, w tablicy 5 — szybkość stygnięcia w suchej masie formierskiej.

Zakończenie

Z omówionych wyżej prac wynika, że odlewnicy radzieccy dużą uwagę zwracali na naukowe opracowanie zagadnienia stygnięcia odlewu w formie. Zagadnienie to nie było dotychczas poruszone w naszej literaturze odlewniczej i byłoby słuszne, aby za wzorem odlewników radzieckich także i u nas rozpocząć badania nad krzepnięciem i stygnięciem metalu w formie, szukając także i teoretycznego opracowania tego podstawowego dla odlewnictwa procesu.

Literatura

1. Girszowicz N. G., Czugunnoje litjo, Metałurgizdat, 1949
2. Nechendzi Ju. A., Stalnoje litjo, Metałurgizdat, 1948

wpływ ma masa (ciężar) ochładzalnika. Natomiast duży wpływ ma materiał, z jakiego wykonany jest ochładzalnik. Grubość warstwy zakrzepniętego metalu w zależności od czasu i materiału ochładzalnika podano w tablicy 3.

3. Iwancow G. P., Nagrew metala, Metalurgizdat, 1948
4. Wieinik A. I., Litiejnoje proizwodstwo, 1953, nr 4, str. 28
5. Berg P. P., Litiejnoje proizwodstwo, 1951, nr 8, str. 14
6. Balandin G. F., Litiejnoje proizwodstwo, 1953, nr 3, str. 23
7. Berg P. P., Litiejnoje proizwodstwo, 1952, nr 12, str. 10
8. Dobrochotow N. N., Wiestnik Maszynostrojenja, 1948, nr 8, str. 53
9. Berg P. P. i Sawiejko W. N., Litiejnoje proizwodstwo, 1952, nr 6, str. 14
10. Smoljanickij Ja. A., Litiejnoje proizwodstwo, 1952, nr 1, str. 2
11. Guljajew B. B., Wiestnik maszynostrojenja, 1949, nr 8, str. 32
12. Wieinik A. I. i Guchman A. A. Żurnał techničeskoj fiziki, 1951, t. 21, nr 1, str. 65
13. Wieinik A. I., Litiejnoje proizwodstwo, 1951, nr 6, str. 30
14. Rubcow N. N. i Bałandin G. F., Litiejnoje proizwodstwo, 1952, nr 4, str. 16
15. Wieinik A. I., Litiejnoje proizwodstwo, 1951, nr 7, str. 17
16. Wieinik A. I., Żurnał techničeskoj fiziki, 1950, t. 20, nr 9, str. 1029
17. Wieinik A. I. i Guchman A. A., Żurnał techničeskoj fiziki, 1951, t. 21, nr 1, str. 51
18. Ławrow A., Artillerijskij żurnał, 1866, nr 10, str. 11
19. Sokolskaja L. I., Litiejnoje proizwodstwo, 1952, nr 8, str. 11
20. Lebedjew A. A. i Sokolskaja L. I., Litiejnoje proizwodstwo, 1952, nr 12, str. 15
21. Wieinik A. I., Litiejnoje proizwodstwo, 1952, nr 8, str. 20
22. Nechendzi Ju. A. i Obolencew F. D., Litiejnoje proizwodstwo, 1951, nr 6, str. 15

Mgr inż. JUR PISZAK
mgr inż. ZBIGNIEW GÓRNY

621.74:002.2(47)

Książka radziecka obrazuje postęp odlewnictwa

Radziecka książka techniczna stała się nierozłącznym towarzyszem pracy każdego odlewnika. Dostarcza nam ona informacji o rozwoju i nowych metodach pracy odlewnictwa radzieckiego. Z okazji miesiąca Przyjaźni Polsko-Radzieckiej autorzy pragnęli zapoznać czytelników z najcenniejszymi wydawnictwami radzieckimi, które zdobywają coraz większą popularność.

Znaczniejszy rozwój odlewnictwa polskiego datuje się dopiero od zakończenia ostatniej wojny światowej. Zarówno w rozwoju ilościowym produkcji jak również w postępie technicznym niepoślednią rolę odegrała wszechstronna pomoc Związku Radzieckiego. Szczególnie ważnym odcinkiem tego rozwoju jest szkolenie a także samokształcenie kadr pracowników inżynieryjno-technicznych. W okresie przedwojennym szkolenie to było utrudnione z różnych przyczyn, a między innymi ze względu na brak odpowiedniej literatury fachowej. Dopiero w okresie powojennym na naszym rynku księgarskim ukazały się liczne publikacje radzieckie o charakterze podręczników, poradników, monografii czy też broszur popularnych, które w swej treści wyczerpują najnowsze wiadomości z zakresu odlewnictwa.

Książka radziecka zawdzięcza popularność w Polsce takim walorom, jak: rzeczowe ujęcie, prosty styl, jasne sformułowanie, które ułatwiają korzystanie z niej osobom nie władającym biegle językiem rosyjskim. Ponadto książki radzieckie są stosunkowo tanie w przeciwieństwie do literatury fachowej niemieckiej czy anglosaskiej, na zakup której mało kto może sobie pozwolić.

O wielkim znaczeniu książki radzieckiej dla polskiego odlewnictwa może świadczyć to, że

do chwili obecnej na naszym rynku księgarskim ukazało się już ponad 200 pozycji, podczas gdy nasza przedwojenna literatura zamykała się w kilku tytułach a i powojenne książki polskie nie obejmują większości zagadnień interesujących odlewników.

Wobec obszerności tej literatury trudno omówić wszystkie jej pozycje; w niniejszym artykule chcemy dać czytelnikowi przegląd najciekawszych problemów nowoczesnego odlewnictwa, znajdujących swoje odbicie w książkach radzieckich. Szereg starszych publikacji, aczkolwiek niejednokrotnie bardzo wartościowych, pomijamy z uwagi na powszechną ich znajomość.

1. Odlewnictwo żeliwa

W dziedzinie odlewnictwa żeliwa ostatnie dwudziestolecie charakteryzuje się poszukiwaniem nowych gatunków tego tworzywa, które własnościami wytrzymałościowymi mogłyby w pewnym stopniu zbliżyć się do własności staliwa.

Zastosowanie żeliwa modyfikowanego pozwoliło na wprowadzenie do konstrukcji maszynowych żeliwa o przeciętnej wytrzymałości na rozciąganie $R_r = 30 \text{ kG/mm}^2$ zamiast uprzednio stosowanego żeliwa o przeciętnej wytrzymałości około 20 kG/mm^2 . Stosunkowo nieskomplikowane środki jakimi można uzyskać żeliwo modyfikowane ułatwiły jego znaczne rozpowszechnienie. Najobszerniejszą monografią o żeliwie modyfikowanym jest książka K. I. Waszczenki [1], która zawiera w części pierwszej rozbudowaną teorię krystalizacji żeliwa, a w części drugiej szczegóły procesu modyfikowania i własności żeliwa modyfikowanego. Książka ta zawiera również zestawienie prac własnych

autora nad podniesieniem własności żeliwa na drodze stosowania różnych modyfikatorów. W książce B. S. Milmana [2] podane są zestawienia własności żeliwa modyfikowanego obok wskazań technologicznych dla prawidłowego prowadzenia procesu produkcji i obróbki cieplnej. Najnowszą pracą z tej dziedziny jest publikacja A. A. Wasiljenki i I. S. Grigoriewa [3], w której omówiono głównie wyniki badań zmęczenia, chemicznych, obróbki cieplnej i badań przeciwciernych żeliwa modyfikowanego.

W znacznie większym stopniu niż żeliwo modyfikowane do własności staliwa zbliża się żeliwo sferoidalne. Żeliwo to produkowane jest obecnie w dwóch zasadniczych gatunkach a mianowicie: jako perlityczne o wysokiej wytrzymałości i ferrytyczne o podwyższonym wydłużeniu. W Związku Radzieckim żeliwo sferoidalne otrzymuje się prawie wyłącznie przez dodatek elektronu. Informacje o tym żeliwie można znaleźć w specjalnie temu zagadnieniu poświęconej publikacji radzieckiej Cniitmaszu [4].

Stosunkowo małe zastosowanie pomimo wielu swoich zalet znalazły u nas odlewy z żeliwa zbrojonego. Odlewy te, wykonywane na drodze zalewania prętów stalowych żeliwem w przekrojach szczególnie niebezpiecznych, odznaczają się w porównaniu ze zwykłymi odlewami z żeliwa szarego podwyższoną wytrzymałością na zginanie i uderzością; mogą one w wielu wypadkach zastąpić stal. Odlewy z żeliwa zbrojonego są również w porównaniu ze zwykłymi odlewami bardziej ekonomiczne ze względu na zmniejszenie grubości ścianek, zmniejszenie ilości braków, ułatwienie konstrukcji i podniesienie jej technologiczności. Techniki wykonywania odlewów z żeliwa zbrojonego jak również liczne przykłady jego zastosowania oraz album struktur można znaleźć w książce N. N. Smielakowa [5], natomiast w starszej publikacji N. M. Lewanowa [6] podane zostały zasady obliczania konstrukcji szeregu wypróbowanych elementów w oparciu o nieliniową teorię sprężystości.

W dziedzinie produkcji żeliwa ciągliwego zaznaczył się w ostatnich latach postęp w kierunku wydatnego skrócenia cyklu żarzenia żeliwa ciągliwego czarnego oraz podwyższenia jego własności. Najlepsze efekty osiągnięto na drodze modyfikowania żeliwa ciągliwego, jak również ścisłej kontroli temperatury żarzenia w pierwszym i drugim stadium grafityzacji oraz stosowania nowych środków do wyżarzania. Szersze zastosowanie niż dotychczas znajduje żeliwo ciągliwe perlityczne, którego perlityczna osnova zapewnia podwyższone własności przeciwcierne. Informacje o tym żeliwie zestawia broszurka A. P. Toropanova [7].

Nie tylko technika otrzymywania nowych gatunków żeliwa posunęła się w ostatnich latach daleko naprzód, ale także i teoretyczne wiadomości o krystalizacji żeliwa, stanowiące podbudowę nowych procesów, zostały znacznie pogłębione. Należy tu wspomnieć o pracach N. G. Girszowicza [8], K. P. Bunina [9] oraz pracy zbiorowej K. P. Bunina, G. I. Iwancowa i J. N. Malinoczki [10].

Z otrzymywaniem żeliwa wysokojakościowego a szczególnie żeliwa modyfikowanego wiąże się ściśle unowocześnienie budowy żeliwiaków i pogłębienie znajomości procesów zachodzących w czasie topienia. W konstrukcji żeliwiaka zaznacza się tendencja do stosowania wielu rzędów dysz (najczęściej trzech) z regulacją ilości dmuchu w poszczególnych rzędach, co zapewnia możliwość uzyskania wysokiej temperatury przegrzania przy możliwie niskim rozchodzie koksu. Bardzo chętnie stosowane są żeliwiaki o ciągłym spuszczeniu żeliwa i żużła, zaopatrzone w przechylne zbiorniki podgrzewane gazem. Ułatwia to obsługę żeliwiaka. Załadowanie żeliwiaków nowoczesnych odbywa się wyłącznie mechanicznie. Żeliwiaki, które muszą pracować powyżej 8 godzin bez przerwy, posiadają obmurze chłodzone wodą. W pracach W. P. Czernobrowkina [11] oraz Ł. J. Sadogorskija [12] opisane są zasady konstrukcji nowoczesnych żeliwiaków; ponadto w pracach tych jak również w książkach: W. H. Fuklewa [13] oraz A. N. Sokołowa, A. J. Gabercettela [14] podane zostały zasady nowoczesnego sposobu prowadzenia wytopów jak i teoretyczny pogląd na zjawiska zachodzące w czasie topienia. Również w klasycznym podręczniku odlewnictwa żeliwa N. G. Girszowicza [8] znaczna część książki poświęcona jest teorii procesu topienia i konstrukcji żeliwiaków.

2. Odlewnictwo staliwa

Bardzo obszerny podręcznik o podstawowym znaczeniu dla odlewnictwa staliwa stanowi praca J. A. Niechendziego [15], poświęcona różnym rodzajom staliwa i własnościom odlewów. Część ogólna tej książki jest rozbudowana i uderza licznymi próbami matematycznego ujęcia zjawisk zachodzących w okresie pierwotnej i wtórnej krystalizacji; szeroko omówiono powstawanie naprężeń własnych obróbkę cieplną staliwa i zagadnienie doboru oraz konstrukcji układów wlewowych. Niechendzi nie zajmuje się procesem topienia stali, który w radzieckiej literaturze technicznej jest bardzo wyczerpująco opracowany w licznych publikacjach. Jako przykład można przytoczyć dzieło K. G. Trubina i G. N. Ojksa [16], dotyczące procesu martenowskiego, praktycznie ujętą pracę W. E. Lejkina [17] o topieniu stali w piecach elektrycznych oraz wyczerpujące opracowanie procesu konwertorowego w książkach B. A. Andriejewa [18] i I. P. Krianina [19].

W pracach Niechendziego brak teorii i opisu urządzeń do topienia staliwa oraz dokładniejszych informacji o masach formierskich, rdzeniowych i technologii formy. Zagadnienia te zostały częściowo poruszone w książce P. F. Wasilewskija [20], a uwagi praktyczne o topieniu staliwa w piecach martenowskich podaje praca pod redakcją A. A. Gorszkowa [21], która również omawia zagadnienie uzyskania odlewów o gładkich powierzchniach oraz odlewanie staliwa w formach stalowych. Zagadnienie zwiększenia gładkości powierzchni odlewów stalowych omawia również A. D. Popow [22],

a zagadnienie powstawania braków i ich zwalczania książki: R. P. Kuzina i A. D. Popowa [23] oraz A. I. Klauzena i innych [24].

3. Odlewnictwo stopów metali nieżelaznych

Ostatnio zaznacza się tendencja do stopniowego ograniczania a nawet częściowego eliminowania stopów metali nieżelaznych, z uwagi na malejące ich zapasy w eksploatowanych złożach. Szczególnie deficytowymi są stopy cyny i miedzi, a z dodatków stopowych nikiel. W radzieckiej literaturze fachowej zaznaczają się dwa zasadnicze kierunki odlewnictwa stopów metali nieżelaznych. Dąży się do doskonalenia dotychczas znanych i stosowanych stopów przez racjonalne metody topienia i rafinacji oraz opracowuje się racjonalne sposoby użytkowania odlewów przez ekonomiczne konstruowanie. Drugim kierunkiem jest systematyczne opracowywanie tworzyw zastępczych, eliminujących całkowicie lub częściowo metale nieżelazne a szczególnie najbardziej deficytowe jak cynę, miedź czy nikiel. Ekonomicznymi tworzywami zastępczymi są coraz częściej żeliwo oraz materiały niemetalowe.

Na odcinku stopów miedzi opracowano ostatnio w Związku Radzieckim stopy zastępcze brązów cynowych, mające za zadanie wyeliminowanie szczególnie deficytowej cyny; są to brązy i mosiądze krzemowe, znane i stosowane również u nas w kraju. Na uwagę zasługuje również znaczny postęp w dziedzinie opracowywania i zastosowania nowych mosiądzów specjalnych oraz rozszerzenie zakresu stosowania brązów aluminiowych, ołowiowych jak również opracowanie brązów manganowo-ołowiowych jako zastępczych w miejsce znanych i dotychczas często stosowanych brązów cynowo-ołowiowych.

Szereg publikacji radzieckich dotyczy własności, struktury, zakresu zastosowania oraz obejmuje uwagi odnośnie technologii topienia i odlewania stopów miedzi; są to prace R. P. Niemitowa [25], A. P. Smiriagina [26] oraz praca zbiorowa Instytutu im. Kalinina w Moskwie [27].

Deficytowe stopy żelazne zawierające poważne ilości nieekonomicznej cyny mogą być w wielu wypadkach z powodzeniem zastępowane przez żelazne stopy ołowiu, aluminium lub cynku. Bogaty materiał dotyczący własności, technologii topienia i odlewania oraz uwag odnośnie eksploatacji odlewów i zakresu ich zastosowania obejmują prace A. P. Smiriagina i A. J. Szpagina [28], A. Rżikowa i G. P. Budajewa [29], G. A. Kuzniecowa [30] oraz praca zbiorowa pod redakcją D. Ryżkowa [31, 32]. Prace te omawiają również inne sposoby oszczędzania metali deficytowych a między innymi zagadnienie dwuwarstwowych panewek żelaznych stal-brąz, żeliwo-brąz itp. Konstrukcje takie, stosowane również przy produkcji nakrętek śrub pociągowych obrabiarek oraz ślimacznic pozwalają na wydatne zmniejszenie zużycia brązu, przez zastąpienie poważnej jego części stalą, staliwem lub żeliwem.

Poważne ilości złomu lotniczego z okresu minionej wojny światowej narzucają konieczność ekonomicznego wykorzystania go. Dzięki racjonalnym metodom topienia i rafinacji uzyskano szereg tzw. „wtórnych stopów” lub „stopów z przetopu” cechujących się stosunkowo dobrymi własnościami i stosowanych niejednokrotnie nawet na bardziej odpowiedzialne elementy. Zagadnienie przerobu złomu aluminium a szczególnie złomu wojennego omawiają prace A. C. Majkowa [33] i M. W. Szarowa [34].

Minimalne zastosowanie znalazły u nas dotychczas stopy magnezu aczkolwiek posiadamy poważną bazę surowcową złóż magnezonośnych oraz odpowiednie zakłady produkcji bloków. To małe zastosowanie stopów o stosunkowo dobrych własnościach wytrzymałościowych przy niskim ciężarze właściwym tłumaczyć należy słabą znajomością u nas techniki przetopu oraz metaloznawstwa tych stopów. Do przełamywania trudności na tym odcinku przyczynić się powinna książka W. W. Krymowa i G. S. Wyshkworki [35] omawiająca sposoby topienia i odlewania stopów magnezu oraz książka W. I. Michejewej [36] dotycząca metaloznawstwa tych stopów.

4. Materiały formierskie i rdzeniowe

Syntetyczne masy formierskie wykonywane z piasków kwarcowych i ogniotrwałych gliniek bentonitowo-kaolinitowych znajdują w Związku Radzieckim coraz szersze zastosowanie w odlewnictwie żeliwa i staliwa, a w ślad za tym również i w naszym przemyśle odlewniczym. Podstawowym warunkiem wprowadzenia mas syntetycznych jest konieczność posiadania wysokosprawnych urządzeń do przerobu masy, najlepiej pół- lub pełnoautomatycznych agregatów oraz konieczność posiadania ruchomych laboratoriów kontrolnych. Nowoczesne odlewnictwo, w którym mechanizacja tego działu odlewni jest wprowadzona bardzo szeroko stwarza odpowiednie warunki do stosowania mas syntetycznych. Własności syntetycznych mas formierskich są łatwiejsze do utrzymania na stałym poziomie niż mas opartych na piaskach naturalnych, ponieważ niezależniamy się od przypadkowych własności tych piasków (tłustych i półtłustych), których złoża są zresztą na ogół skąpe i bardzo niejednolite. Regeneracja piasków kwarcowych z mas syntetycznych w odlewniach staliwa i żeliwa zmniejsza znacznie zużycie nowego piasku. Urządzenia i metody regeneracji piasków kwarcowych z mas syntetycznych omawia praca A. N. Ikonnikowa [37].

Postępem w dziedzinie doboru i przygotowania mas formierskich i rdzeniowych jest wprowadzanie coraz to liczniejszych spoiw żywicznych naturalnych i sztucznych. Zastępują one droższe i często nawet gorsze spoiwa olejowe i oparte na skrobi. Informacje w tej dziedzinie można znaleźć w pracy M. I. Szackich i S. F. Kutkina [38] oraz B. J. Szpilina [39], która ponadto porusza sprawę organizacji rdzeniarni.

Ostatnio coraz szersze zastosowanie zdobywają szybkooschnące masy rdzeniowe, oparte na szkle wodnym, skracające wybitnie czas suszenia. F. W. Komarow i S. I. Sysojew [40] omawiają wykonanie i zastosowanie mas na szkle wodnym na rdzenie dużych odlewów obrabiarkowych. Ponadto w pracy tej podano opis technologii i częściowo oprzyrządowania oraz wykazano zwiększenie wydajności z 1 m² w związku z wprowadzeniem mas rdzeniowych na szkle wodnym.

Unowocześnienie metod badania i klasyfikację piasków formierskich omówiono w książce Berga [41] oraz M. M. Dobrotworskija i M. S. Razumowa [42]. Z prac przeznaczonych dla niższego personelu technicznego odlewni można wymienić książkę N. N. Barbaszina i M. B. Czunajewa [43] oraz P. N. Aksienowa [44].

5. Technologia formy i rdzenia

Pomimo szybkiego rozwoju specjalnych metod odlewania (kokilowe, ciśnieniowe, skorupowe) olbrzymia większość wszystkich rodzajów odlewów jest wykonywana w zwykłych formach piaskowych, podobnych do tych, które stosowano w odlewnictwie już na tysiąc lat przed naszą erą. Tysiącletnie doświadczenia rzemiosła odlewniczego zostają dopiero w naszych czasach podbudowywane, wyjaśniane i rozwijane przez powiązanie zjawisk praktycznych z matematycznym ujęciem praw hydrauliki, krystalizacji, przepływu ciepła itp.

W oparciu o doświadczenia rzemieślnika i teorie fizyczne zostało w naszych czasach stworzone nowe narzędzie pracy w odlewni a to dokumentacja technologiczna procesu formowania i odlewania, pojęcie dawniej nieznane. Odlewnictwo wczorajsze było rzemiosłem. Jego podstawą był formierz-rzemieślnik, zdobywający w ciągu długich, mozolnych lat pracy swoje wiadomości praktyczne, dochodzące nieraz w oczach laika do sztuki.

Odlewnictwo dzisiejsze przestaje być rzemiosłem i staje się przemysłem i to z dnia na dzień coraz większym przemysłem. Wielki przemysł nie może opierać się na rzemieślniku, który kształci się długo i jest drogą siłą roboczą. Wielki przemysł potrzebuje natychmiast dużej ilości rąk do pracy, rezygnując z wysokich kwalifikacji.

Przyuczony robotnik może wykonywać nawet skomplikowane odlewy, jeżeli został bardzo dokładnie poinstruowany, jakie czynności ma wykonać i w jaki sposób. Stąd powstała konieczność stworzenia w dużych odlewniach, zwłaszcza zmechanizowanych, biur technologicznych opracowywujących szczegółową dokumentację technologiczną, zawierającą między innymi instrukcje robocze. I w tej nowej dziedzinie pracy odlewnika książka radziecka stała się naszą wielką pomocą. Za niewątpliwie najważniejszą pozycję należy uważać pracę W. S. Russjana i innych [45], w której po raz pierwszy przedstawiono zasady wykonywania prawidłowej dokumentacji technologicznej dla odlewni. Książka ta zawiera ponadto liczne informacje

odnośnie wykonania modeli, obliczania układu wlewowego i nadlewów, zastosowania ochładzalników, doboru mas formierskich i rdzeniowych, doboru metalu, obróbki cieplnej i innych.

Dużo cennych informacji i technologicznych danych liczbowych znajdziemy również w poradniku dla formierzy I. P. Jegorienkowa [46] oraz w nowszym bardzo obszernym poradniku dla mistrzów odlewni żeliwa opracowanym pod redakcją N. G. Girszowicza [47].

Doborowi przekrojów i kształtu układu wlewowego poświęcono w ostatnim ćwierćwieczu bardzo dużo uwagi. Przeliczanie układów wlewowych jest już dzisiaj zjawiskiem powszechnym w naszych odlewniach. Niestety zjawiska przepływu metalu w kanałach formy nie zostały jeszcze dostatecznie zbadane doświadczalnie. W związku z tym zagadnieniem istnieje kilka metod obliczania układów wlewowych wychodzących z różnych hipotez. Literatura układów wlewowych jest bardzo bogata. Na wymienienie zasługują przede wszystkim prace G. M. Dubickija [48], G. M. Dubickija, Ł. A. Izraelowicza [49] oraz obszerna praca W. I. Fundatora [50], która daje przegląd różnych metod ustalania kształtów i wielkości przekroju kanałów wlewowych. Temu zagadnieniu poświęcona jest również duża część podręcznika W. M. Andrejewa [51], dotycząca ogólnej technologii form piaskowych.

W dziedzinie zasilania odlewów duże znaczenie znalazły w ostatnich latach nadlewy ciśnieniowe. Przez umieszczenie w nadlewie zakrytym ładunku gazotwórczego uzyskuje się podwyższenie ciśnienia metalu w nadlewie. Wskazówki co do doboru wielkości nadlewu, jego kształtu i ustawienia oraz wielkości ładunku i osłonki znaleźć można poza wymienionymi już pracami w broszurce P. J. Jamszanowa [52]. Sprawie nadlewów łatwooddzielanych poświęcona jest broszurka W. N. Polisadowa [53]. Dużą pomocą w opracowaniu technologii formowania jest katalog maszyn formierskich [54], jak również podręczniki normowania czasów w odlewni, spośród których najważniejszymi są podręczniki S. Russjana [55] i J. A. Prijmaka [56].

6. Odlewanie do form metalowych

Odlewanie do form metalowych pozwala na uzyskanie gładzych powierzchni odlewów, dzięki czemu można zredukować obróbkę mechaniczną lub w niektórych wypadkach w ogóle ją wyeliminować. Odlewanie do form metalowych pozwala również na zwiększenie i potaniecie produkcji przez wyeliminowanie przygotowania masy formierskiej i suszenia form. Ponadto odlewanie do form metalowych a szczególnie stopów metali nieżelaznych powoduje występowanie korzystnej drobnoziarnistej struktury odlewu, zabezpieczając równocześnie przed segregowaniem takich dodatków stopowych jak np. ołów.

Odmienne warunki krzepnięcia i stygnięcia powodujące powstawanie korzystnej struktury

odlewu przy większości stopów nieżelaznych były powodem początkowych trudności odlewania żeliwa szarego do form metalowych. Występujące zabielenia i związane z nimi pęknięcia wymagały dokładnego opracowania odpowiednich składów chemicznych żeliwa zabezpieczających przed tą wadą. W Związku Radzieckim odlewanie żeliwa szarego do form metalowych jest rozpowszechnione i stosunkowo szeroko stosowane.

Ogólne zasady odlewania do form metalowych a szczególnie technologii odlewania i eksploatacji form podaje broszurka A. M. Pietrichenki [57] przeznaczona dla niższego personelu technicznego odlewni. Również zasady i pewne szczegóły wykonywania form trwałych, głównie metalowych, można znaleźć w broszurce G. N. Fogiela [58].

N. P. Dubinin w swoich pracach poświęconych odlewaniu żeliwa do form metalowych [59, 60, 61] podaje całokształt problemów związanych z tym zagadnieniem. Zawarł on w nich uwagi odnośnie prawidłowego konstruowania form w oparciu o teoretyczne rozważania i doświadczenia związane z odprowadzeniem ciepła przez ściankę formy, z doborem składu chemicznego żeliwa i warunkami odlewania, celem uzyskania właściwej struktury i własności odlewu, z konstrukcją układu wlewowego oraz warunkami i opłacalnością eksploatacji.

Stosunkowo nowe i ciekawe zagadnienie stanowi odlewanie staliwa do form metalowych. Zagadnienie to omawia W. I. Własow [62]. Broszurka ta opisuje osobliwości procesu odlewania staliwa w formach metalowych, uwagi odnośnie konstrukcji i eksploatacji form oraz zestawia ciekawe dane porównawcze odlewania elementów stalowych w formach piaskowych i metalowych. Uwagi praktyczne przy odlewaniu staliwa do form stalowych podaje również praca zbiorowa pod redakcją A. A. Gorszkowa [21].

Stosunkowo wyczerpująco zestawiono dane odnośnie odlewania do form metalowych stopów metali nieżelaznych w pracy K. W. Pieriediel'skija [62] obejmujące odlewanie statyczne, ciśnieniowe i odśrodkowe. Uwagi praktyczne zestawia również praca I. E. Gorszkowa [64] a zagadnienie odlewania aluminium do form metalowych broszurka W. K. Bogatowa [65].

Z odlewaniem do form metalowych łączy się zagadnienie odlewania pod ciśnieniem, omawiane w odniesieniu do stopów metali nieżelaznych we wspomnianej pracy K. W. Pieriediel'skija [62]. Odlewaniu pod ciśnieniem stopów metali nieżelaznych poświęcona jest książka S. J. Sorokina [66] omawiająca teorię odlewania pod ciśnieniem, dobór odpowiednich tworzyw, konstrukcji form oraz warunki odlewania różnych rodzajów stopów.

Ostatnio w odniesieniu do stopów miedzi stało w Związku Radzieckim wprowadzone do praktyki przemysłowej odlewanie do form metalowych w próżni uzyskanej przez wypompowanie powietrza. Na skutek wytworzonej próżni ciekły metal zostaje zassany do formy. Me-

toda ta wykazuje cenne zalety związane z ekstrakcją gazów z ciekłego metalu. Została ona opisana w broszurce B. M. Ksienofontowa [67], w której podano teoretyczne podstawy tej metody, sposoby przygotowania i konstrukcję form, technikę odlewania oraz wpływ tego sposobu odlewania na strukturę i własności odlewów. Zagadnieniom konstrukcji form i urządzeń do odlewania pod ciśnieniem oraz wadom odlewniczym i organizacji odlewni poświęcony jest również podręcznik W. M. Plackija [69].

7. Odlewanie odśrodkowe

Odlewanie odśrodkowe wykorzystuje działanie na ciekły metal oraz metal w okresie krzepnięcia dodatkowego ciśnienia pochodzącego od siły odśrodkowej wywołanej wirowaniem formy z ciekłym metalem. Zwiększenie ciśnienia wpływa korzystnie na strukturę i własności odlewów, a mianowicie występuje w nich rozdrobnienie struktury oraz częściowe odgazowanie ciekłego metalu, co powoduje zwiększenie własności plastycznych oraz wytrzymałościowych. Obok wymienionych cennymi zaletami odlewania odśrodkowego jest wydatne zmniejszenie a często nawet wyeliminowanie układu wlewowego. Gładkość powierzchni odlewu zbliżona jest do uzyskiwanej przy statycznym odlewaniu do form metalowych. Odlewnictwo odśrodkowe jest stosunkowo rozpowszechnione w Związku Radzieckim, co znalazło swoje odbicie w literaturze fachowej. W pracy zbiorowej pod redakcją C. E. Rosenfelda [69] omówiono teoretyczne podstawy odlewania o osi poziomej, pionowej i ukośnej, wpływ sposobu odlewania na strukturę i własności odlewów oraz zasady konstruowania odlewów. Książka A. J. Bajkowa [70] poświęcona jest odlewaniu odśrodkowemu stopów aluminium i podaje wiele cennych wskazówek praktycznych, wprowadzając równocześnie krytyczną ocenę sposobów wyznaczania dopuszczalnej szybkości wirowania formy.

Zagadnienie odlewania odśrodkowego stopów metali nieżelaznych a szczególnie stopów miedzi wiąże się ze sprawą ekonomii stopów deficytowych przez coraz szersze wprowadzanie elementów dwuwarstwowych (bimetał) np. panewek łożyskowych, ślimacznicy, nakrętek śrub pociągowych itp. wykonywanych na drodze odśrodkowego wylewania brązu na stali lub nawet na żeliwie. Zagadnienie to omawiane jest przez wielu autorów radzieckich np. Ł. A. Ginzburg [71], N. S. Kuźniecowa [30], S. Ł. Rosenfeld [72] itp.

Metodą odśrodkową wykonuje się obecnie poważny asortyment rur o różnym przeznaczeniu z żeliwa, staliwa oraz stopów miedzi. Zagadnienie to omawia książka E. E. Erienburga i W. M. Bykowa [73] podająca przegląd urządzeń oraz metod odlewania.

8. Odlewy precyzyjne

Systematyczna dążność do doskonalenia metod kształtowania elementów na drodze odlewania spowodowała powstanie nowego działu

odlewania tzw. precyzyjnego. Ten dział odlewnictwa obejmuje szereg popularnych już dzisiaj w Związku Radzieckim metod zapewniających odlewom ściślejsze granice tolerancji wymiarowych oraz stosunkowo bardzo gładkie powierzchnie. Obróbka mechaniczna skrawaniem przy odlewach precyzyjnych ogranicza się prawie wyłącznie do obróbki wykańczającej jak szlifowanie czy polerowanie. Odlewanie precyzyjne obejmuje dziś dość bogaty asortyment odlewów poczynając od różnego rodzaju narzędzi do obróbki metali, drzewa i mas plastycznych do drobnych elementów urządzeń i maszyn jak maszyny do szycia, maszyny do pisania, elementy w budowie samolotów i samochodów itp.

Broszurka A. W. Proworowa i N. E. Czornobajewa [74] omawia wykonywanie narzędzi lanych i niektórych części maszyn o ścisłej tolerancji wymiarowej; podaje ponadto przebieg topienia metalu, konstrukcję i przygotowanie form a także urządzenia i oprzyrządowanie stosowane przy jednej z metod odlewania precyzyjnego a mianowicie metody wytapianych modeli (traconego wosku).

Metodą wytapianych modeli zajmuje się również książka A. W. Karłowa [75], a pewnymi szczegółami tej technologii broszura opracowana przez D. A. Aleksiejewa i P. S. Pierszina [76]. Z popularnej literatury omawiającej wykonywanie narzędzi lanych należy wymienić broszurki A. J. Rewisa [77], B. J. Kosteckija i A. J. Rewisa [78], A. P. Penskija i Ż. Ł. Razuwajewa [79] oraz J. I. Briskina [80].

Popularność książki radzieckiej, jej dostępność i przystępna cena spowodowały szybkie wyczerpanie nakładów zarówno u nas jak również w Związku Radzieckim skutkiem czego silnie odczuwa się jej niedobór. Państwowe Wydawnictwa Techniczne, jak również i inne polskie wydawnictwa, chcąc przynajmniej w części sprostać dużemu zapotrzebowaniu na niektóre książki radzieckie, podjęły prace związane z ich tłumaczeniem. Dzięki temu nasza literatura odlewnicza wzbogaciła się o kilka pozycji przetłumaczonych z języka rosyjskiego. Przetłumaczono między innymi prace A. P. Smiriagina i A. J. Szpagina [81], P. N. Aksienowa [82, 83], Biedieła [84], J. P. Jegorienkowa [85, 86], S. Russjana [87], N. N. Barbaszina i M. B. Czunajewa [88], Woropajewa [89], Dubickija [90] oraz dotyczący częściowo również odlewnictwa XIV tom poradnika Maszyno-strojenie [91].

Ten krótki przegląd odlewniczych książek radzieckich nie może mieć pretensji do wyczerpania tematu. Oprócz wymienionych publikacji można by wymienić jeszcze bardzo dużą liczbę książek o bardzo daleko posuniętej specjalizacji i niezwykle cennej treści pod względem naukowym czy też praktycznym, i tylko część ich znajduje się w dołączonym zestawieniu [92÷124].

Artykuł miał za zadanie jedynie przypomnienie i poinformowanie o szeregu cennych i ciekawych książek fachowych z zakresu odlewnictwa. Wprawdzie olbrzymia ich część nie

znajduje się już na półkach księgarskich, ale są one dostępne w różnych bibliotekach zakładów naukowych, czy przemysłowych, a przede wszystkim krąży wśród naszych odlewników, wzbogacając naszą wiedzę i ułatwiając szybkie podnoszenie poziomu polskiego odlewnictwa.

Literatura

1. K. I. Waszczenko — Modificirowannyj czugun; Maszgiz, Moskwa 1946.
2. B. S. Milman — Wysokokacześciwnyj modificirowannyj czugun, Moskwa 1945.
3. A. A. Wasiljenko, I. S. Grigoriew — Modificirowannyj czugun w maszynostrojeniu, Kijew 1950.
4. Wysokoprocnyj czugun so sfieroidalnym grafitom, Moskwa 1953.
5. N. N. Smielakow — Izgotowlenje armirowannyh otlivok, Maszgiz, Moskwa 1946.
6. N. N. Lewanow — Żelezoczugunnyje otlivki (armirowannyje czugunnyje otlivki w konstrukcji), Maszgiz, Moskwa 1948.
7. A. P. Toropanow — Modificirowannje kak mietod uskorieńno otżiga i powyszenja miechanicznych swojstw kowkowo czuguna, Moskwa 1946.
8. N. G. Girszowicz — Czugunnoje litje, Mietalurgizdat, Moskwa 1949.
9. K. P. Bunin — Żelezouglerodnistyje spławy, Maszgiz, Moskwa 1949.
10. K. P. Bunin, G. I. Iwancow, J. N. Malinoczka — Struktura czuguna, Maszgiz, Moskwa 1952.
11. W. P. Czernobrowkin — Mnogoriadnyje wagrianki, Maszgiz Moskwa 1949.
12. Ł. J. Sadogurskij — Tiechnologiczeskije riezery wagranoczno processa. Tieoriticzeskoje issledowanje riezima gorienja i pławki, Maszgiz, Moskwa 1950.
13. W. A. Fukliw — Małouglerodistyj czugun iz wagranki, Maszgiz, Moskwa 1950.
14. A. N. Sokolow, A. I. Gabierciettiel — Pławka czuguna w wagrankie, Maszgiz, Moskwa 1948.
15. J. A. Niechendzi — Stalnoje litje, Moskwa 1948.
16. K. G. Trubin, G. N. Ojks — Metałurgija, stali, martenowski process, Metałurgizdat, Moskwa 1951.
17. W. E. Lejkin — Pławka stali w elektropieczach, Metałurgizdat, Moskwa 1951.
18. B. A. Andriejew — Małoje biessiemierowanije, Maszgiz, Moskwa — Swierdłowski 1948.
19. I. P. Krianin — Russkij proces małowo biessiemierowanija, Maszgiz, Moskwa 1950.
20. P. F. Wasilewskij — Stalnoje otlivki. Tiechnologia formowki, zaliwki i wybitki, Maszgiz, Moskwa 1950.
21. A. A. Gorszkow — Pieriedowaja tiechnologia litiejno proizwodstwa, Moskwa 1950.
22. A. D. Popow — Czystota powierzchniej otlivok, Maszgiz, Moskwa 1950.
23. R. P. Kuzin, A. D. Popow — Prigar i zasory na stalnych otlivkach, Swierdłowski—Moskwa 1947.
24. A. I. Klauzen i inni — Kontrol, priedupriedżenje i isprawlenje braka fasonnowo-stalnowo litja, Maszgiz, Moskwa 1949.
25. N. P. Niemiłow — Spieczalnyje bronzy i łatuni, Mietalurgizdat, Moskwa 1945.
26. A. P. Smiriagin — Promyszlennye cwietyne mietali i spławy. Mietalurgizdat, Moskwa 1949.
27. Struktura i litje spławow cwietych mietalów, Moskwa 1949.
28. A. P. Smiriagin, A. J. Szpagin — Ołowianistyje bronzy, babbity, pripoi i ich zamienitieli, Mietalurgizdat, Moskwa 1949.
29. A. Ryzikow, G. P. Budajew — Zamienitieli cwietych mietalów w maszynostrojeniu, Maszgiz, Moskwa 1947.
30. G. A. Kuźniecowa — Pławka i litje spławow cwietych mietalów, Mietalurgizdat, Moskwa 1952.
31. D. Ryżkow — Ekonomia i zamiana cwietych mietalów, Maszgiz, Moskwa 1953.

32. D. Ryżkow — Ekonomia metali w litieństwie, Maszgiz, Moskwa 1953.
33. A. C. Majkow — Raszczet szicht iz aluminiewowo łoma, Moskwa 1947.
34. M. W. Szarow — Flusy dla legkich spławow, Moskwa 1947.
35. W. W. Krymow, G. S. Wyszkworko — Fasonnyje litje iz magniewych spławow, Oborongiz, Moskwa 1952.
36. W. I. Michiejewa — Spławy magnija z aluminjem i cinkom, Moskwa 1946.
37. A. N. Ikonnikow — Riegienieracja goriołoj formowocznoj ziemli, Swierdłowski—Moskwa 1947.
38. M. I. Szackich, S. F. Kutkin — Prigotowlenje formowocznych i stierżniewych smiesej w litieństwie, Maszgiz, Moskwa 1953.
39. B. I. Szpilin — Izgotowlenje stierżniew w litieństwie, Maszgiz, Moskwa 1953.
40. F. W. Komarow, S. I. Sysojew — Chimiczeskaja suszka litiejnych form i stierżniew, Maszgiz, Moskwa 1952.
41. P. P. Berg — Formowocznyje materiały i smiesi, Moskwa 1944.
42. M. M. Dobrotworski, M. S. Razumow — Sprawocznik po prijemkie i ispytanji formowocznych materiałow i smiesej, Maszgiz, Moskwa 1953.
43. N. N. Barbaszin, M. W. Czunajew — Formowocznyje raboty, Moskwa 1948.
44. P. N. Aksienow — Litiejnoje proizwostwo, Maszgiz, Moskwa 1950.
45. S. W. Russjan, I. A. Baranow, N. N. Gołowanow, A. N. Sokolow, S. E. Libman, S. A. Elsufin — Projektowaniye technologiczeskich processow litiejnowo proizwostwa, Maszgiz, Moskwa—Leningrad 1951.
46. T. P. Jegorienkow — Sprawocznik formowocznych litiejnych, Moskwa 1950.
47. N. G. G'rszowicz — Sprawocznik mastera po czugunomu litju, Maszgiz, Moskwa 1953.
48. G. M. Dubickij — Litnikowyje sistemy. Metod podwoda, konstrukcji, raszczety, Maszgiz, Moskwa 1951.
49. G. M. Dubickij, Ł. A. Izrailewicz — Nomograma dla raszczeta litnikowych sistem, Moskwa 1949.
50. W. I. Fundator — Litnikowyje sistemy i zalivka metali, Maszgiz, Moskwa 1951.
51. W. M. Andriejew — Osnowy technologii litiejnych form, Leningrad 1947.
52. P. J. Jamszanow — Iskustwiennoe dawlenje w pribylach otlivok, Moskwa 1949.
53. W. N. Polisadow — Legkoodielajemyje pribyli otlivok, Maszgiz, Moskwa 1952.
54. A. P. Łakszin, N. I. Samochin — Litiejnyje masziny, Maszgiz, Moskwa 1948.
55. S. Russjan — Tiechniczeskoje normirowanie formowocznych rabot, Moskwa 1949.
56. I. A. Prijmak — Organizacja truda i tiechniczeskoje normirowanie w metaliurgiczeskom proizwostwie, Metaliurgizdat, Moskwa 1952.
57. A. M. Pietriczenko — Praktika litja w metali-czeskich formy, Maszgiz, Kijew 1952.
58. G. N. Fogiel — Postojannyje formy dla otlivki metali-czeskich izdielij, Moskwa 1946.
59. N. P. Dubinin — Proizwostwo kokilnowo czugunowo litja, Maszgiz, Moskwa 1947.
60. N. P. Dubinin — Kokilnoje czugunowe litje chozajstwiennoe i piecznoje, Moskwa 1949.
61. N. P. Dubinin — Issledowanie processow litja czuguna w postojannyje metali-czeskie formy, Moskwa 1940.
62. W. I. Wlasow — Stalnoje litje w metali-czeskie formy, Maszgiz, Moskwa 1951.
63. K. W. Pieriedielski — Litje cwietych spławow w metali-czeskie formy, Maszgiz, Moskwa 1951.
64. I. E. Gorszkow — Izložnicy dla otlivki slitkow cwietych metali i spławow, Leningrad 1936.
65. W. K. Bogatow — Proizwostwo posudo-chozajstwiennych izdieliej iz wtorignych aluminiewych spławow otlivkoj w kokili, Moskwa 1948.
66. S. J. Sorokin — Litje cwietych spławow pod dawlenjem, Maszgiz, Moskwa 1951.
67. B. M. Ksienofontow — Litje metodom waku-umnowo wsasywanja, Maszgiz, Moskwa 1952.
68. W. M. Plackij — Litje pod dawlenjem, Moskwa 1946.
69. P. G. Nowikow, S. E. Rosenfield, N. I. Kłocznew, W. N. Sobiejko — Osnowy centrobieżnowo litja, Moskwa 1947.
70. A. I. Bajkow — Centrobieżnoje litje aluminiewych spławow i ich litiejnyje swojstwa, Maszgiz, Moskwa 1943.
71. Ł. A. Ginzburg — Bimietal zamienitel cwiety-wo metala, Moskwa 1943.
72. E. S. Rosenfield — Centrobieżnoje litje i trubolitejnoje proizwostwo, Maszgiz, Moskwa 1948.
73. E. Ł. Erienburg, W. M. Bykow — Trubolitejnoje proizwostwo, Moskwa 1953.
74. A. W. Proworow, N. E. Czernobajew — Proizwostwo porszniewych kolec, Maszgiz, Swierdłowski 1947.
75. A. W. Karłow — Tocznoje stalnoje litje po wypławajennym modelam, Moskwa 1952.
76. P. S. Pierszin, B. A. Aleksiejew — Nowoje w tocznom litje, Maszgiz, Moskwa 1952.
77. A. I. Rewis i inni — Litoj instrument, Moskwa 1945.
78. B. I. Kosteckij, A. I. Rewis — Litoj bimietal-czeskij riežuszczij instrument, Maszgiz, Moskwa 1947.
79. A. P. Pienski, Z. Ł. Razuwajewa — Litoj instrument nie tiebujuszczij tiermiczeskoj obrabotki, Moskwa 1946.
80. J. I. Briskin — Tiechnologja otlivki riežuszczego instrumenta, Moskwa 1949.
81. A. P. Smiriagin, A. J. Szpagin — Stopy cynowe i ich stopy zamienne, PWT, Katowice 1951.
82. P. N. Aksienow — Odlewnictwo, t. I., Tiechnologja formy i rdzenia, PWSZ, Warszawa 1952.
83. P. N. Aksienow — Odlewnictwo, t. II, Topienie i odlewianie, PWSZ, Warszawa 1952.
84. W. K. Biedel — Kokilarz w odlewni stopów glinu, PWSZ, Warszawa 1951.
85. I. P. Jegorienkow — Modelarstwo drzewne, PWT, Warszawa 1952.
86. J. P. Jegorienkow — Poradnik formierza odlewnika, PWSZ, Warszawa 1952.
87. S. Russjan — Normowanie tiechniczne w odlewnictwie, PWT, Warszawa 1952.
88. N. N. Barbaszin, M. W. Czunajew — Formierstwo, PWT, Warszawa 1952.
89. S. Woropajew — Kompleksowa mechanizacja małej odlewni, PWT, Warszawa 1953.
90. G. M. Dubickij, Ł. A. Izraelowicz — Obliczanie układow wlewowych form odlewniczych za pomocą nomogramów, PWT, Warszawa 1950.
91. Zasady projektowania zakładów przemysłowych, Warszawa 1952 (według XIV tomu Maszynostrojenia).
92. S. S. Niekrytyj — Proizwostwo kowkowo czuguna, Maszgiz, Moskwa 1945.
93. Ł. A. Ginzburg — Fasonnoje litje spławow cwietych metali, Moskwa 1935.
94. L. M. Marienbach — Tiechnologja litiejnowo proizwostwa, Maszgiz, Moskwa 1948.
95. M. J. Zaslawnij — Primienienie torfu do pławki w wagrankach, Kijew 1941.
96. W. E. Lejkin — Pławka stali w elektropieczach, Moskwa 1946.
97. W. M. Andriejew — Osnowy izgotowlenja dieriewniannyh i metali-czeskich modielej, Maszgiz, Moskwa 1946.
98. A. I. Czełnokow — Modiele dla otlivki czugunnych przedmiotow szirpotriebe, Moskwa 1947.
99. E. S. Stiebakow — Formowoczny po bezopocznej formowkie, Moskwa 1946.
100. A. W. Sokolow — Miechaniziruwannaja obrúbka i oczistka litja, Moskwa 1948.
101. I. E. Kontorowicz — Tiermiczeskaja obrabotka stali i czuguna, Metaliurgizdat, Moskwa 1950.
102. I. P. Rabinowicz — Tiermiczeskaja obrabotka czugunnych dieliej sielskochozajstwiennych maszin, Maszgiz, Moskwa 1948.
103. W. J. Łokszin — Tiechnologja emalirowanja metali-czeskich izdieliej, Moskwa.
104. N. N. Chotodilin — Emalirowanie żelaznych i czugunnych izdieliej, Moskwa 1949.

105. A. F. Łanda — Czugun powyszennowo kaczestwa, Moskwa 1945.
106. K. I. Waszczenko — Chimiczskie stojkije otlivki, Maszgiz, Moskwa 1946.
107. I. N. Bogaczew, W. P. Sienkiewicz — Struktura i swojstwa porszniewych kolec, Moskwa 1949.
108. N. W. Okromieszko — Litje, kowka, tiermiczeskaja obrabotka, Moskwa 1947.
109. L. I. Fantałow — Osnovy projektirovanija litiejnych cechow, Maszgiz, Moskwa 1953.
110. B. J. Aizenbiere — Sprawocznik projektanta, Moskwa 1946.
111. N. P. Aksienow, P. N. Aksienow — Oborudowanije litiejnych cechow, t. I. Maszgiz, Moskwa 1949, t. II. Maszgiz, Moskwa 1950.
112. A. J. Michajlenko, H. E. Osokin, B. L. Granowski — Pieczi dla cwietych mietalłow, Moskwa 1946.
113. N. W. Okorow, D. E. Lewit — Nomograficzskie rasczety elektropławilnych piecej, Moskwa 1947.
114. S. A. Farbman, I. F. Kolobniew — Indukcionnyje pieczi dla pławki mietalłow i spławow, Mietalurgizdat, Moskwa 1949.

115. W. I. Linczewskij — Nagriewatielnyje pieczi, Mietalurgizdat, Moskwa 1948.
116. I. M. Rafatowicz — Tieplowaja ekonomicznost proizwoditielnosti płamiennyh piecej, Moskwa 1947.
117. N. N. Rubcow — Istoria litiejnowo proizwodstwa w SSSR, Leningrad 1947.
118. N. N. Sobolew — Czugunnoje litje w russkoj architekturze, Moskwa 1951.
119. B. G. Grinbiere — Osnovy litiejnowo proizwodstwa, Moskwa 1953.
120. P. N. Bidula — Litiejnoje proizwodstwo, Mietalurgizdat, Moskwa 1953.
121. N. A. Barinow, W. I. Wołkow — Proizwodstwo czugunnych otopitielnych radiatorow, Moskwa 1952.
122. B. N. Ładyżenskoj, W. O. Orieszkin, J. S. Suchorczyk — Litiejnoje proizwodstwo, Moskwa 1950.
123. N. I. Korolew — Tiechnologija czugunolitiejnowo proizwodstwa, Maszgiz, Moskwa 1951.
124. N. K. G. mmielman — Modielnoje dzieło, Maszgiz, Moskwa 1953.

JERZY FASZFAŁOW

621.747.584

Naprawa wadliwych odlewów drogą metalizacji natryskowej

Wstęp. Przygotowanie podłoża. Technika natrysku. Surowce do metalizacji.

Wstęp

Jedną z najprostszych a jednocześnie najrzadziej stosowanych metod naprawy wad odlewniczych jest metalizacja natryskowa. Drogą metalizacji naprawiamy odlewy, w których występują pęcherze gazowe, jamy skurczowe, zanieczyszczenia żużlem i piaskiem formierskim oraz wszelkiego rodzaju wady pogarszające szczelność lub wygląd zewnętrzny odlewu.

Metalizacja natryskowa polega na rozpylaniu roztopionego metalu pod ciśnieniem 5÷6 atm, na odpowiednio przygotowaną powierzchnię. Rozpylony metal nie stapia się ani nie zgrzewa z powierzchnią odlewu. Przyczepność natryskanej warstwy uzyskujemy wyłącznie przez działanie sił między cząsteczkami metalu natryskanego i podłoża (adhezja) oraz przez powiązanie między sobą cząsteczek natryskanych za pomocą sił międzycząsteczkowych (kohezja).

Przygotowanie podłoża

Podstawowym czynnikiem gwarantującym trwałość warstwy natryskanej jest należyte przygotowanie powierzchni. W zależności od rodzaju wady odlewu stosujemy:

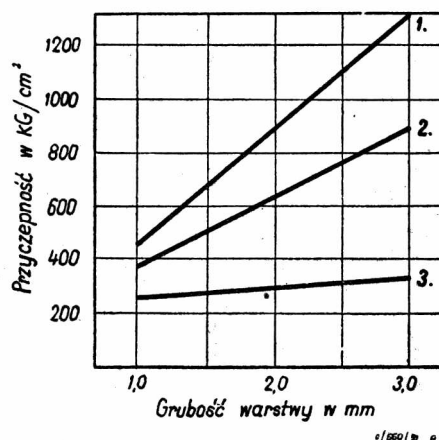
1. obróbkę ręczną — mającą na celu rozszerzenie wady do wymiarów i kształtów umożliwiających naprawę odlewu,
2. obróbkę mechaniczną — polegającą w szczególności na wytworzeniu tak zwanego gwintu szarpanego,
3. piaskowanie — celem oczyszczenia naprawianego miejsca i wytworzenia na nim chropowatej powierzchni.

W wyjątkowych przypadkach stosujemy przygotowanie powierzchni drogą elektrosparwania, zwłaszcza tam, gdzie przeprowadzenie obróbki ręcznej jest utrudnione.

Największą przyczepność otrzymujemy przy stosowaniu gwintu szarpanego. Dochodzi ona do 1300

kg/cm². Najniższą zaś, sięgającą do 300 kg/cm² otrzymujemy przez przygotowanie powierzchni przez piaskowanie. Dane te dotyczą metalizacji powierzchni o profilu waleowym (rys. 1).

Przy naprawie odlewów posiadających pęcherze, jamy skurczowe, zaproszenia i zażużenia warunki przyczepności będą ulegały znacznej poprawie, o ile za-



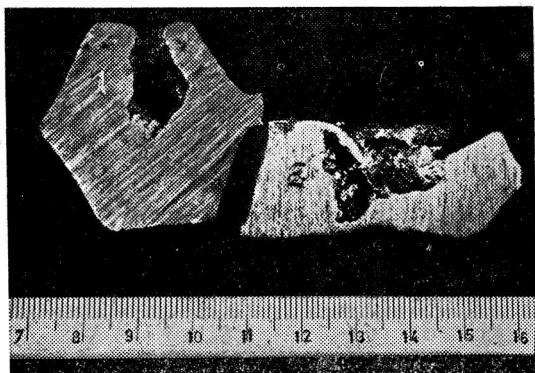
Rys. 1. Zależność przyczepności od grubości natryskanej warstwy. 1 — podłoże przygotowane jako gwint szarpany, 2 — podłoże przygotowane spawaniem elektrycznym, 3 — podłoże przygotowane przez piaskowanie

stosujemy odpowiednią technikę przygotowania naprawianego miejsca. Dla otrzymania zadawalających wyników należy dążyć do wytworzenia w ubytku tworzywa odpowiedniego stosunku jego głębokości do szerokości. Stosunek ten powinien wynosić 2:1. Na rysunkach 2 i 3 pokazano wadliwe miejsce odlewu przed i po przygotowaniu do naprawy.

Naprawione miejsce odlewu posiadające pęcherze i inne wady należy, w myśl powyższego, przygotować, przestrzegając następujących wskazówek:

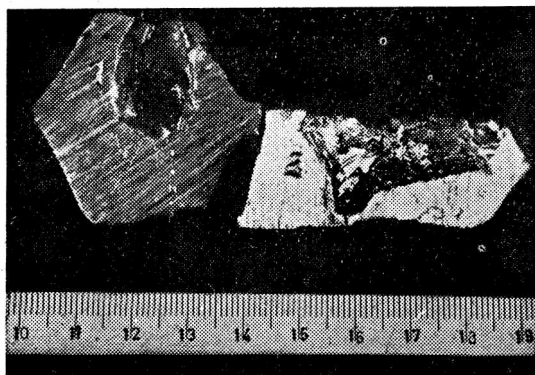
- a. o ile w obrębie naprawianej wady znajdują się resztki żużla lub masy formierskiej, należy je usunąć,

- b. pęcherze stykające się ze sobą powinny być połączone w jedną całość,
- c. jeżeli pęcherz względnie wada innego rodzaju ma kształt nieregularny, należy drogą obróbki ręcznej wyrównać wszelkie wgłębienia i odnogi,
- d. ściankom pionowym zaleca się nadać lekkie pochylenie w kierunku osiowym,
- e. w miejscach podlegających dalszej obróbce mechanicznej należy stosować zakańczanie krawędzi o charakterze zbliżonym do tzw. jaskółczego ogona.



Rys. 2. Przykłady wad odlewniczych przed przygotowaniem powierzchni do metalizacji natryskowej

Wady o małej powierzchni należy rozwiercać do średnicy 5÷10 mm i następnie gwintować. Metoda ta znacznie polepsza przyczepność i trwałość metalizowanej warstwy.



Rys. 3. Przykłady wad odlewniczych po przygotowaniu powierzchni do metalizacji natryskowej

Przed przystąpieniem do naprawy wad, odkrytych podczas obróbki mechanicznej odlewu, należy smar znajdujący się na przeznaczonej do metalizacji powierzchni wypalić palnikiem. O ile zanieczyszczenie smarem nie jest zbyt duże, wystarczającym jest przemycie zatłuszczonego miejsca czystym nasycionym benzyną lub „tri”. Przeznaczony do naprawy obszar następnie piaskujemy śrutem elektrokorundowym. Po piaskowaniu usuwamy sprężonym powietrzem resztki pyłu metalicznego i korundu.

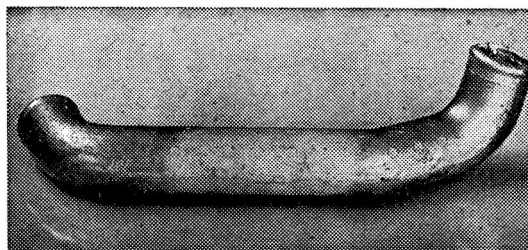
Technika natrysku

Odlew przygotowany do natrysku należy chronić przed zabrudzeniem i wilgocią. Należy ściśle przestrzegać, aby wykonanie natrysku przeprowadzać najpóźniej w przeciągu jednej godziny od piaskowania.

Unikamy przez to powstawania na przygotowanej powierzchni warstwy tlenków, pogarszających przyczepność. Przed rozpoczęciem metalizacji koniecznym jest dokładne sprawdzenie czystości powierzchni. W razie wykrycia jakichkolwiek zanieczyszczeń miejsce przeznaczone do natrysku należy powtórnie opłaskować.

Podczas metalizacji powierzchni płaskich pistolet powinien być ustawiony pod kątem 90°. Odległość dławicy aparatu od odlewu należy dobierać w granicach 150÷200 mm. Pęcherze, jamy skurczowe itp. natryskujemy tak, aby strumień rozpylonego metalu był pochylony pod kątem nieco poniżej 90° względem ścianki jamy. Natrysk prowadzimy wzdłuż ścianek wady, spiralą skierowaną do jej środka.

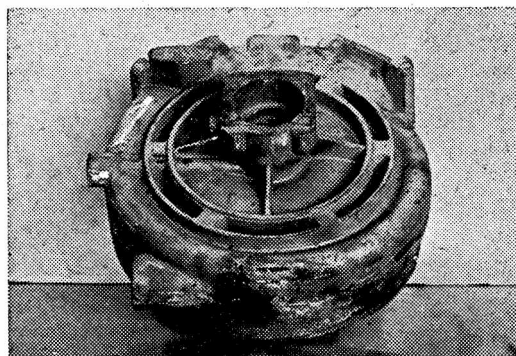
Jednym z podstawowych warunków właściwego wykonania naprawy jest utrzymanie w czasie metalizacji odpowiedniej temperatury odlewu. Temperatura natryskiwanego miejsca nie może przewyższać 50°, co jest wyczuwalne dłonią. W razie przekroczenia tem-



Rys. 4. Przewód wodny z LA 6 metalizowany cynkiem. Ciśnienie na próbie wodnej 5 atm.

peratury należy natychmiast przerwać metalizację i przystąpić do chłodzenia strumieniem sprężonego powietrza, wolnego od wilgoci i smaru. Ze względu na właściwe wykorzystanie urządzenia zaleca się każdorazowo przeprowadzanie natrysku na większej serii odlewów. Po zagrzaniu się powierzchni przechodzimy do następnego odlewu, nie tracąc czasu na chłodzenie.

W wypadku naprawy wad w odlwach częściowo już obrobionych należy stosować tzw. wzorniki. Wzorniki wykonujemy z blachy lub tektury z otworami większymi o 3÷5 mm od wewnętrzznego konturu jamy. Wzornik powinien być ustawiony około 5 mm nad powierzchnią odlewu. Jednocześnie miejsce obrobione, a nie poddawane metalizacji, należy odpowiednio za-



Rys. 5. Przeznaczony do metalizacji cynkiem korpus pompy z LA 2A. Ciśnienie na próbie wodnej 16 atm.

bezpieczyć osłonami przed przylgnięciem natryskiwanego metalu. Ten sam sposób zaleca się stosować podczas piaskowania odlewu przy przygotowaniu powierzchni do metalizacji.

Mechaniczna wytrzymałość metalizowanej warstwy jest niska. Praktycznie nie wpływa ona na zwiększenie czynnego przekroju odlewu, podlegającego działaniu naprężeń. W przeciwieństwie do tego należy podkreślić dobrą szczelność natryskanej warstwy na ciecz pod ciśnieniem. Metalizację w tym wypadku przeprowadzamy cynkiem. W pokryciach cynkowych dzięki szybkiemu jego utlenianiu następuje zatykanie się porów. Dla uzyskania warstwy o dużej szczelności należy natryskaną cynkiem powierzchnię obficie zwilżyć a następnie osuszyć powietrzem. W praktyce można uzyskać, po przeprowadzeniu metalizacji natryskowej, szczelność wadliwego odlewu przy ciśnieniu cieczy dochodzącym do 20÷25 atmosfer (rys. 4 i 5).

Na powierzchniach nieobrabianych stosuje się uszczelnianie odlewu na płaszczyznach o powierzchni 10÷50 mm². Dopuszczalna w tym wypadku głębokość wady wynosi około 0,3 mm grubości ścianki odlewu. Uszczelnianie powierzchni podlegających dalszej obróbce mechanicznej jest dopuszczalne do około 30 mm², przy głębokości wady sięgającej do 0,5 mm grubości ścianki odlewu. W obu przypadkach odległość nieszczelności od brzegu odlewu nie powinna przekraczać połowy jej szerokości a w żadnym wypadku nie może wynosić mniej niż 2÷3 mm.

Tablica 1

Zależność grubości warstwy natryskanej od charakteru nieszczelności odlewu, wykazanego podczas próby wodnej

Charakter nieszczelności odlewu	Grubość metalizowanej warstwy mm
Potnięcie	około 0,5
Cieknięcie	0,5÷1,0
Tryskanie	1,0÷1,5

W zależności od charakteru wady grubość metalizowanej warstwy wynosi 0,5÷10 mm. W razie zapełniania pęcherzy, jam skurczowych, zażużeń itp. grubość warstwy nie jest praktycznie ograniczona. Należy podkreślić, że grubość natryskanej warstwy, stosowanej przy uszczelnianiu odlewu jest ściśle zależna od stopnia nieszczelności odlewu wykazanego na próbie wodnej (tabl. 1).

Naprawa odlewów drogą metalizacji natryskowej jest dopuszczalna w miejscach nie narażonych na duże, zwłaszcza dynamiczne obciążenia. Natomiast w przypadku działania naprężeń ściskających oraz w miejscach pracujących na ścieranie własności natryskanej warstwy są co najmniej równe własnościom tworzywa odlewu, a niejednokrotnie je przewyższają.

Surowce do metalizacji

Metalizację natryskową przeprowadzamy metalem o charakterze zbliżonym do tworzywa odlewu. Metal ten używany jest w postaci drutu o średnicy 2,3 lub 3,2 mm w zależności od typu aparatu.

Tablica 2

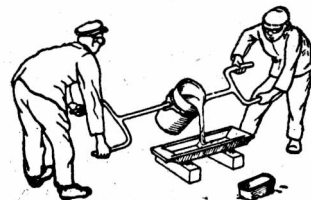
Dobór gatunku drutu w zależności od tworzywa odlewu

Tworzywo odlewu	Gatunek drutu	
	Cecha	Znak
	według PN	
Żeliwo o twardości do 140 HB	C12	0012
" " " " 200 "	T25	0025
" " " " 260 "	T45	0045
Stopy miedzi	Ms5	Cu-Zn37
" "	B10	CuSn10
" "	Cu1	Cu59,9
Stopy aluminium	Al1	Al99,7
Wszystkie stopy w miejscach podlegających obróbce i pracujących na ciśnienie	EP	Zn59,9

Przy zapełnianiu wad, występujących na powierzchniach poddawanych dalszej obróbce skrawaniem zaleca się stosować cynk, na powierzchniach nie obrabianych używamy miedzi, mosiądzu lub brązu. Stosowania stali niskowęglowej należy unikać, z wyjątkiem powierzchni nie współpracujących z inną częścią urządzenia. Zastosowanie poszczególnych gatunków drutu podaje tablica 2.

Literatura

1. Mgr inż. Łapiński — Metalizacja natryskowa, wyd. II uzupełnione, PWT, Warszawa 1953.
2. N. F. Kosarikow, N. M. Smeljakow — Isprawlenie porokow otliwok, Wyd. I, Maszgiz — Moskwa 1950.



Z praktyki odlewniczej

EUGENIUSZ PAŁCZYŃSKI

669.131.89.002.52

Konstrukcja dzwonów do wprowadzania magnezu przy produkcji żeliwa sferoidalnego

W warunkach przemysłowych żeliwo sferoidalne uzyskuje się przez dodatek do żeliwa magnezu czystego lub w postaci stopu. Czysty magnez lub elektron powoduje przy wprowadzaniu do ciekłego żeliwa bardzo gwałtowną reakcję połączoną z wydzielaniem dużej ilości dymu i rażącego światła wśród silnego pryskania metalu. Celem złagodzenia tej reakcji, jak rónie

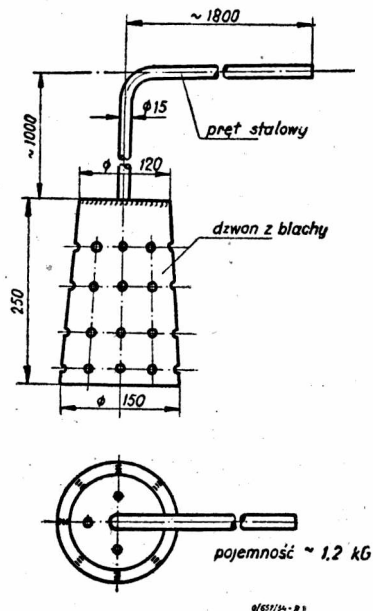
wieź podwyższenia współczynnika wykorzystania magnezu, stosuje się magnez najczęściej z żelazokręmem, miedzią lub niklem o zawartości magnezu 9÷10%.

Jakkolwiek stopy magnezu dają dobre wyniki przy produkcji żeliwa sferoidalnego, to jednak ich wytwarzanie powoduje dodatkowe koszty (zużycie tygli, pa-

liwa, robocizny). Dla uniknięcia tych kosztów odlewnie starają się stosować czysty magnez lub w naszych warunkach złom elektronowy, który zawiera około 90% Mg. Przy zastosowaniu odpowiednich urządzeń ochronnych dla załogi, złom elektronowy znajduje w naszym przemyśle coraz szersze zastosowanie w produkcji odlewów z żeliwa sferoidalnego.

W pierwszych pracach nad zastosowaniem złomu elektronowego do produkcji żeliwa sferoidalnego złom ten wprowadzono do żeliwa pod dzwonami. Metoda ta okazała się bardzo niewygodna i została zastąpiona przez nową. Nowa metoda wprowadzania złomu elektronowego polega na spuszczeniu żeliwa z żeliwiaka do jednej kadzi, w której przeprowadza się wstępne odsiarczenie (mieszaniną sody z karbidem) a następnie przy użyciu rynny przelewa się żeliwo do drugiej kadzi, w której znajduje się złom elektronowy. Ta nowa metoda nie wyeliminowała jednak całkowicie wprowadzania złomu elektronowego pod dzwonami ponieważ:

- a. ilość złomu elektronowego znajdującego się w kadzi może okazać się niewystarczająca do uzyskania żeliwa sferoidalnego, co wykaże ogólnie znana technologiczna próba prętowa,



Rys. 1. Dzwon blaszany do wprowadzania magnezu lub złomu elektronowego do żeliwa

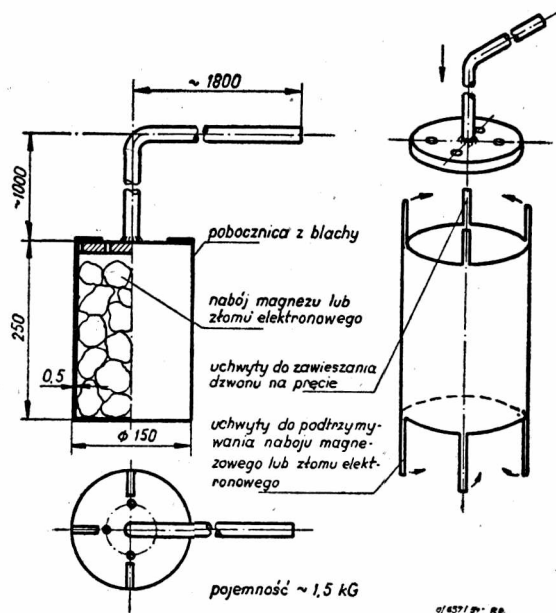
- b. przy odlewaniu odlewów grubościennych, nawet po uzyskaniu właściwego wyniku próby prętowej, gdy przełom jej jest całkowicie zablony, nieodczuwane jest dla pewności uzyskania grafitu sferoidalnego na całym przekroju wprowadzenie dodatkowej „uzupełniającej” porcji złomu elektronowego.

W obu wyżej podanych przypadkach dodatek złomu elektronowego może być wprowadzony do żeliwa jedynie przy użyciu dzwonów zanurzanych bądź ręcznie, przy małych dodatkach magnezu do 2,0 kg, bądź przy użyciu suwnicy, przy większych dodatkach magnezu. Sama konstrukcja dzwonów różni się jedynie pojemnością i wykonaniem zawieszania.

Początkowo dzwony wykonywano z blachy stalowej miękkiej o grubości około 4 mm z wywierconymi otworami (rys. 1). Celem zwiększenia trwałości dzwo-

ny powlekano powłoką grafitową. Jednak dzwony tej konstrukcji posiadały wady a mianowicie:

- a. szybko zużywały się (1÷3 zanurzeń),
- b. niekiedy przy zanurzeniu dzwonu do żeliwa został on oblepiony żużlem lub zakrzepłym żeliwem w wyniku czego dodatek magnezu reagował

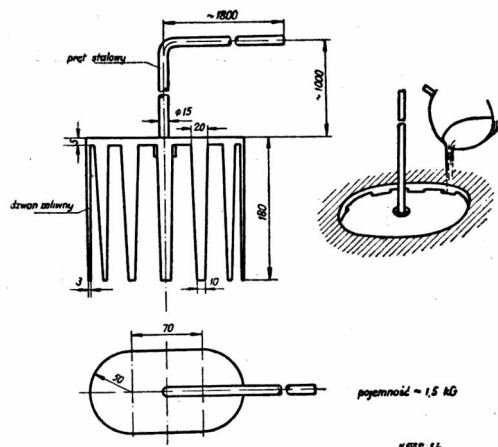


Rys. 2. Udoskonalona konstrukcja dzwonu blaszanego

z opóźnieniem i wybuchowo, bądź reagował tylko częściowo, podczas gdy reszta magnezu pozostawała w dzwonie oblepionym warstwą metalu lub żużla. Ponadto wyciągnięcie z kadzi bębnowej oblepionego dzwonu było połączone często z dużymi trudnościami;

- c. Znaczne koszty wykonania dzwonów.

Dla uniknięcia opisanych wyżej niedogodności zastosowano udoskonaloną konstrukcję dzwonów. Nowe



Rys. 3. Dzwon lany żeliwny: a — rysunek konstrukcyjny, b — sposób zaformowania (w gruncie)

dzwony wykonywano o wymiennej pobocznicy z blachy cienkiej (około 0,8 mm) bez otworów (rys. 2). Dzwony (ściślej blaszane pobocznice) służyły wprowadzeniu tylko do jednorazowego zanurzenia, jednak trwałość dzwonów dawnej konstrukcji była niewiele większa. Przez zastosowanie nowej konstrukcji wyeliminowano całkowicie trudności związane z oblepianiem

dzwonów żeliwem i wyjmowaniem dzwonów po reakcji. Jedynie w niektórych przypadkach w kadzi pozostawały resztki niestopionej blachy, które trzeba było usuwać z kadzi. Poza tym dzwony nowej konstrukcji były dogodne przy przygotowaniach do odlewu — przed odlewem można było przygotować kilka naboń w pobocznicach, zaś podczas wytopu jedynie zamocowywano dzwony w uchwycie. Wreszcie dzwony nowej konstrukcji były znacznie tańsze w wykonaniu, gdyż wymagały mniej robocizny.

Jakkolwiek dzwony nowej konstrukcji dały wprawdzie lepsze wyniki, to i te nie były jeszcze całkowicie zadowalające, ze względu na niedogodne przy zanurzeniu nie dość sztywne połączenie dzwonu z prętem oraz usuwanie resztek blachy (pobocznic) z kadzi.

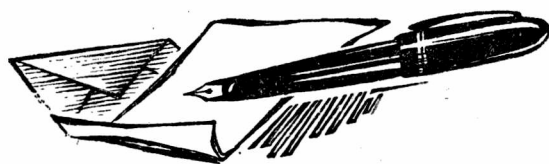
Zagadnienie dzwonów zostało ostatecznie rozwiązane przez zastosowanie dzwonów odlewanych z żeliwa. Pierwsze dzwony lane zastosował ob. Zontek w jed-

nym z zakładów. Udoskonaloną konstrukcję dzwonu z żeliwa podano na rysunku 3. Zabezpieczenie naboń elektronu przed wypadnięciem z dzwonu uzyskiwano przez owinięcie drutem dolnej części dzwonu z założonym nabojem.

Dzwon formuje się pionowo w masie formierskiej przy użyciu modelu drewnianego lub lepiej metalowego. Następnie do wykonanej formy zakłada się odpowiedni pręt stalowy, stanowiący uchwyt, który zostaje zalany ciekłym żeliwem. Pręt ten może być krótki, a właściwy uchwyt można do niego przyspawać poniżej.

Dzwony lane, służące podobnie jak poprzednie do jednorazowego użycia, okazały się najpraktyczniejsze, a przy tym koszt ich wykonania był niższy. Stąd opisane wyżej dzwony odlewane powinny znaleźć zastosowanie przy produkcji odlewów z żeliwa sferoidalnego w naszym przemyśle.

Z listów do Redakcji



Od Kolegów E. Janickiego, C. Kalaty i S. Kobylińskiego otrzymaliśmy list następującej treści:

W związku z notatką bibliograficzną dotyczącą naszej publikacji pt. „Systematyka wad odlewów staliwnych”, PWT, Warszawa 1954, która opracowana przez mgr inż. K. Gierdziejewskiego, ukazała się w Nr 7/54 Przeglądu Mechanicznego, prosimy o umieszczenie na łamach Waszego pisma następującego oświadczenia.

Mgr inż. K. Gierdziejewski bardzo surowo osądził naszą pracę, pisząc, że „praca niestety jest chybiona i oczekiwanych rezultatów dać nie będzie mogła”.

Sposób ujęcia tej recenzji jest dość oryginalny, autor bowiem krytykując naszą publikację, wiele miejsca poświęca swej książeczce wydanej w roku 1948 pt. „Wady odlewnicze i ich systematyka z atlasem” (stron 43 + atlas). Przeciwwstawia naszej publikacji, która jest „chybiona”, swoją, która po uwzględnieniu poprawek umieszczonych w zeszytach Nr 2/1952 kwartalnika „Prace Instytutu Odlewnictwa” ma rzekomo zawierać „jedyny słuszny podział wad”.

Chcieliśmy podać nasze stanowisko odnośnie krytyki naszej publikacji.

Rozdział I naszej pracy (tzn. Klasyfikacja wad), który według opinii recenzenta „jest chybiony w układzie”, został oparty na długiej pracy szeregu powołanych do tego społecznych Komisji, w których brało udział kilkudziesięciu członków STOP, zarówno przedstawicieli przemysłu, jak wyższych uczelni i Instytutu Odlewnictwa. Klasyfikacja ta została w międzyczasie ustanowiona jako norma resortowa Ministerstwa Przemysłu Maszynowego (RN-53/MPM-22068) a następnie jako norma państwowa (PN-54/H-83155) pt. „Odlewy staliwne. Nazwy i klasyfikacja wad”.

Klasyfikacja wad, na której oparliśmy naszą pracę, jest prosta i logiczna w układzie. Wady odlewnicze zgrupowane są w zależności od miejsca ich występowania idąc od powierzchni (grupa 1 — wady kształtu, grupa 2 — wady powierzchni surowej) w głąb odlewu (grupa 3 — przerwy ciągłości, grupa 4 — wady wewnętrzne). Ostatnia 5-ta grupa wad obejmuje wady materiału, które wykrywa się za pomocą prób laboratoryjnych lub technologicznych.

Powyższa kolejność odpowiada kolejności operacji wykonywanych przez DKT przy odbiorze odlewu. Najpierw brakarze poddają odlewy oględzinom, podczas których mogą stwierdzić wady kształtu, wady powierzchni surowej a następnie przerwy ciągłości. Wa-

dy wewnętrzne wykrywa się już w dalszej kolejności albo przez rozbijanie odlewów, podczas obróbki mechanicznej lub w inny sposób zgodnie z warunkami technicznymi odbioru odlewów. Wykrycie wad grupy ostatniej kończy zwykle operacje odbioru odlewów.

Dotychczasowa praktyka wykazała, że klasyfikacja ta jest zrozumiała dla wszystkich zainteresowanych pracowników odlewni i przyjęta została już w wielu odlewniach.

Natomiast klasyfikacja podana w publikacji kol. K. Gierdziejewskiego, oparta na pracach Międzynarodowej Komisji Braków sprzed 1939 roku, nie ma żadnego logicznego układu. Dlatego między innymi, nie udało się wykorzystać tej klasyfikacji dla celów walki z brakami w przemyśle. Po ogłoszeniu w roku 1948 wyżej wymienionej publikacji ówczesne władze przemysłowe pierwotnie zaleciły wykorzystanie umieszczonej tam klasyfikacji wad, a szczególnie analizy przyczyn ich powstawania, do walki z wadami odlewów. Pomimo tych zaleceń wynik był negatywny. Brak logiczności w układzie klasyfikacji powodował trudności w jej zapamiętaniu i wykorzystaniu.

Dalszą trudnością, jaka wystąpiła w czasie prób wykorzystania dla celów przemysłowych publikacji K. Gierdziejewskiego, było ujęcie w jednej klasyfikacji wad odlewów, wykonanych ze wszystkich najczęściej używanych stopów odlewniczych, a więc żeliwa, staliwa i stopów metali nieżelaznych. Powyższe założenie spowodowało, że w atlasie przedstawione są fotografie wad odlewów wykonanych z różnych stopów odlewniczych. I tak jedna wada ilustrowana jest przez fotografię odlewu żeliwnego, inna wada pokazana jest na odlewie staliwnym, a jeszcze inna na odlewie ze stopu miedzi, czy aluminium. Wykorzystanie takiego atlasu przez personel odlewni, a szczególnie przez brakarzy, przedstawiało bardzo duże trudności.

W zrozumieniu tych trudności powołano dla opracowania klasyfikacji wad przydatnej dla celów przemysłowych Komisję przy Kole Odlewników SIMP, następnie powołano przez Centralny Zarząd Przemysłu Hutniczego Komisję Odlewów Staliwnych przy Zakładzie Odlewnictwa AGH, wreszcie Komisję Wad Odlewów przy Zarządzie Głównym STOP.

Do współpracy zaproszono kol. K. Gierdziejewskiego. Dyskutowano początkowo nad kierunkiem prac, a w szczególności nad stworzeniem podstawy do nowej klasyfikacji. Kol. K. Gierdziejewski zajął zdecy-

dowane stanowisko oparcia się całkowicie na przyjętej przez niego klasyfikacji i czynił starania o wydrukowanie drugiego wydania swej publikacji. Reszta członków Komisji była innego zdania, poglądów nie udało się uzgodnić, wobec czego zrezygnowano ze współpracy na tym odcinku z kol. K. Gierdziejewskim.

W toku prac Komisji postanowiono nową klasyfikację oprzeć na innych zasadach. Przede wszystkim zdecydowano, aby — podobnie jak w ZSRR — klasyfikacje i atlasy wad opracować osobno dla staliwa, żeliwa, żeliwa ciągliwego i metali nieżelaznych, przy czym zasada klasyfikacji została ustalona ta sama dla wszystkich stopów. Starano się poza tym, aby klasyfikacja była prosta w ujęciu i miała łatwy do zapamiętania, logiczny układ. Ostatecznie ustalono, jak podaliśmy powyżej, aby kolejne grupy wad były ponumerowane w zależności od miejsca ich występowania idąc w kierunku od powierzchni odlewu do wnętrza jego ścianki.

Zdawano sobie sprawę z ważności tej pracy, ale równocześnie z trudności wiążących się z należytyym rozwiązaniem tego problemu. Szczególnie, że na widoku miano nieudane doświadczenie z klasyfikacją opublikowaną przez kol. K. Gierdziejewskiego. Dlatego do współpracy włączono wszystkich odlewników publikując projekty odnośnych klasyfikacji w „Przeglądzie Odlewnictwa” z prośbą do kolegów o nadsyłanie krytycznych uwag. Projekt klasyfikacji wad odlewów staliwnych ukazał się już w Nr 1/1952, wad odlewów z żeliwa szarego — w Nr 2/1952, a odlewów z żeliwa ciągliwego — w Nr 12/1952. Szereg kolegów nadesłało swe uwagi, które zostały wykorzystane dla poprawienia i uzupełnienia pierwotnych projektów klasyfikacji.

Natomiast kol. K. Gierdziejewski nie nadesłał bezpośrednio żadnych uwag. Dopiero po upływie 19 miesięcy od chwili opublikowania pierwszego projektu klasyfikacji kol. K. Gierdziejewski wypowiedział się negatywnie o pracach nad klasyfikacją wad. Uczynił to w „Przeglądzie Odlewnictwa” Nr 8/1953 przy okazji krytyki artykułu kol. S. Pelczarskiego pt. „Organizacja kontroli technicznej w odlewni”. W wypowiedzi tej nie ma żadnej konstruktywnej i rzeczowej krytyki nowego projektu klasyfikacji. Zespołową pracę wymienionych na wstępie Komisji nazywa tam „dreptaniem po utartych ścieżkach”, a uwagi kończy zdaniem: „Zresztą swoją opinię o klasyfikacji „krajowej” podam po ogłoszeniu jej końcowej części”. Znaczy to, że kol. K. Gierdziejewski chciał podać swe krytyczne uwagi wtedy, kiedy będzie już za późno, aby można było ewentualnie uwzględnić proponowane przez niego poprawki.

I rzeczywiście tak się stało. Krytyczne uwagi kol. K. Gierdziejewskiego o nowej klasyfikacji wad ukazały się dopiero po wydrukowaniu naszej publikacji, gdy nowa klasyfikacja wad odlewów staliwnych stała się normą państwową, gdy wyszła w druku książka kol. J. Lutosławskiego, oparta na tej samej klasyfikacji, pt. „Wady odlewów staliwnych”, gdy oddano do druku dalszą publikację pt. „Systematyka wad odlewów z żeliwa szarego” opartą na tych samych założeniach, gdy zakończono prace nad klasyfikacją wad odlewów z żeliwa ciągliwego i z metali nieżelaznych.

Zdajemy sobie dobrze sprawę, że nowa klasyfikacja wad nie jest wolna od usterek, które z pewnością zostaną ujawnione przez rzeczową krytykę naszych kolegów.

Pewną wskazówką o przydatności podanej przez nas klasyfikacji i atlasu wad może być fakt wprowadzenia tychże w szeregu odlewniach jeszcze przed opublikowaniem naszej pracy. Na życzenie tych odlewni Komisja Wad Odlewów przy STOP opracowała porównawczy atlas wad w formie tablicy ściennej i rozsyłała go zainteresowanym zakładom. W ten sposób 14 odlewni wprowadziło nową klasyfikację i nowy atlas, przy czym stwierdzono, że zarówno klasyfikacja, jak i atlas są zrozumiałe dla wszystkich zainteresowanych pracowników odlewni i posługiwanie się nimi nie nastęrcza trudności.

Omawiając krytycznie rozdział II autor recenzji porwaca jeszcze raz do zagadnienia klasyfikacji i stwierdza, że „Układ klasyfikacyjny metodologicznie jest nieprawidłowy i nie wykazuje koniecznej pragmatycz-

ności. Rzeczy mniej ważne wysunięte są na początek, wady najczęściej spotykane w odlewniach są przy końcu klasyfikacji”. Trudno jest zrozumieć takie stanowisko. Uzależnienie klasyfikacji od tak zmiennego czynnika jakim jest częstotliwość występowania poszczególnych wad nie prowadzi przecież do ujednolicenia i do uproszczenia tego problemu.

Autor recenzji głośno i bez dalszych wyjaśnień stwierdza, że opisy wad 202, 205, 207, 211, 302, 405, 406 i inne prowadzić rzekomo mają do dalszych wątpliwości użytkującego. Nie możemy oczywiście powtarzać i uzasadniać wszystkich tych opisów, ale dla ilustracji przytaczamy opis pierwszej z powyższych wad w zestawieniu z opisem odpowiedniej wady w publikacji kol. K. Gierdziejewskiego.

Nasza publikacja WS-202 Pęczarz zewnętrzny	Publikacja autora recenzji 1-F Bańka od formy, pęczarz od formy
Widoczne na powierzchni odlewu zagłębienie o kształcie zbliżonym do kulistego. Występuje często grupami.	Pęczarz gazowy od formy i pęczarz gazowy od rdzenia noszą w naszych odlewniach wspólną nazwę bańki. Jest to o tyle usprawiedliwione... itd.

Powyższe wystarcza chyba, aby wykazać bezzasadność tego twierdzenia autora recenzji.

Jeżeli chodzi o rozdział III (atlas wad) to częściowo zgodni jesteśmy z opinią recenzenta i stwierdzamy, że kilka zdjęć nie wypadło należycie, głównie z powodu słabej współpracy autorów z Redakcją Techniczną PWT. Razi nas również brak kilku ilustracji, które obecnie uzupełniamy i przygotowujemy do ewentualnego drugiego wydania.

Rozdziały IV i V, według zdania recenzenta, są tak ujęte, że „zupełnie „położą” sprawę ustalenia przyczyn powstawania wad w odlewni”. I w tym wypadku autor recenzji przeciwstawia jako całkowicie nieudany rozdział V naszej pracy odpowiedniemu ustępowi swej publikacji. Nie będziemy tu szczegółowo sprawy tej rozstrząsać. W pracy naszej staraliśmy się, aby czytelnikowi jak najbardziej ułatwić znalezienie przyczyn powstawania określonej wady. Pod każdą fotografią wady podaliśmy numer strony, na której wymienione są prawdopodobne przyczyny powstawania tej wady.

Autor recenzji zarzuca nam, że zanađto rozbudowaliśmy wykaz możliwych przyczyn powstawania wad, pouczając, że on potrafił sprowadzić przyczyny wad do 80 grup. Umielibyśmy i my zamknąć się nie tylko w 80, ale nawet w 20 grupach przyczyn wad. Należy jednak wyjaśnić dlaczego uczyniliśmy inaczej. Otóż, jak wiadomo, przyczyn mogących wywołać powstawanie wad odlewniczych jest z pewnością znacznie więcej niż podane przez nas w rozdziale IV około 250. Jeżeli pragniemy wykryć rzeczywiście działającą w danym wypadku przyczynę, nie wolno nam zapominać o żadnej z nich. Właśnie, aby możliwie ulżyć pamięci technologa, staraliśmy się wymienić tych możliwych przyczyn jak najwięcej. Dla ułatwienia posługiwania się zestawieniem przyczyn powtórzyliśmy możliwe przyczyny przy każdym rodzaju i odmianie wady. Wychodziliśmy bowiem z założenia, że podawanie tej potrzebnej na codzień informacji w formie cyfrowej łamigłówki uczyniłoby ją w praktyce bezużyteczną. Najczęściej spotykane przyczyny podane są tłustym drukiem.

Na zakończenie swej recenzji kol. K. Gierdziejewski wypowiada się zdecydowanie przeciwko klasyfikacjom i atlasom wad odrębnym dla poszczególnych stopów odlewniczych a propaguje jedną klasyfikację wad i jeden atlas. Recenzent powołuje się tu na doświadczenia Czechosłowacji. Jest to dla nas zupełnie niezrozumiałe, gdyż właśnie czołowy odlewnik Czechosłowacji A. Pleszinger wydał w roku 1952 publikację pt. „Wady odlewów z żeliwa szarego” z atlasem wad jedynie dla żeliwa, o czym recenzent przecież dobrze

wie, a chyba celowo przemilcza. Autor tej książki (o objętości ok. 600 stron formatu A5) podaje na karcie tytułowej, że oparł się na materiałach radzieckich. Radzieckie normy przewidują osobne klasyfikacje wad odlewów dla staliwa, żeliwa szarego, żeliwa ciągliwego i metali nieżelaznych.

Autor recenzji podaje w argumentacji względu „oszczędności w wydawaniu kilku publikacji zamiast jednej”. Wydaje się nam, że nie na tym odcinku należy robić oszczędności. Cena sprzedaży naszej książki wynosi zł 14,80, nakład — 3121 egzemplarzy, wartość zatem całego nakładu — zł 46.190. Stanowi to równowartość około 15 ton odlewów żeliwnych. Zmniejszenie więc w skali państwowej ilości wadliwych odlewów tylko o 15 ton całkowicie równoważy koszty nakładu. Tu leży, naszym zdaniem, istota oszczędności. Tak prawdopodobnie rozumują nasi koledzy w Czechosłowacji, wydając publikację A. Plešingera o tak znacznej objętości dla walki z wadami.

Wreszcie autor recenzji robi nam zarzut, że nie wspomnieliśmy ani słowem o jego książeczce z roku 1948. Gdybyśmy wspomnieli o tej publikacji, to musielibyśmy powiedzieć, dlaczego w pracach nad klasyfikacją wad u nas nie oparto się na niej. Musielibyśmy powiedzieć — choćby w dużym skrócie — to co powiedzieliśmy powyżej. Nie chcielibyśmy robić przykrości kol. K. Gierdziejewskiemu. Zmuszeni jednak jesteśmy obecnie zabrać głos w tej sprawie po ogłoszeniu przez kol. K. Gierdziejewskiego omawianej recenzji, którą uważamy za bardzo spóźnioną, odosobnioną głos krytyki opracowanej przez osobę, która nie była zorientowana w toku prac naszych Komisji, czego najlepszym dowodem jest, że autor recenzji nie wiedział, że podana przez nas klasyfikacja i opis wad zostały ustanowione jako norma resortowa, a następnie przyjęte jako norma państwowa.

Przegląd pism technicznych



A. J. WIESOŁOWA, T. A. WICHARIEWA

669.2/7:621.745.44

Wykorzystanie wiórów metali nieżelaznych¹⁾

Wióra przy stopieniu stopów metali nieżelaznych wykorzystuje się w dwojaki sposób:

- a. stapiając oddzielnie luźne lub zbrykietowane wióra i odlewając je w gąski lub bloki, dodawane następnie jako część materiału wsadowego,
- b. na drodze bezpośredniego wprowadzenia ich do kąpieli metalowej po roztopieniu wsadu złożonego z bloków.

Literatura techniczna poświęca stosunkowo mało uwagi sposobowi drugiemu, choć jest on bardzo ekonomiczny pod względem uzyskanych wyników, oraz rozchodu paliwa czy energii elektrycznej. W celu właściwego wykorzystania wiórów konieczne jest zorganizowanie odpowiedniego zbierania, magazynowania, transportowania do pieca i przygotowania do topienia.

Proces przygotowania wiórów składa się z ich odłuszczenia, odsiania na sicie, w celu oczyszczenia z piasku i pyłu (można stosować specjalne odpylacze), przepuszczenia przez separator elektromagnetyczny, w celu oddzielenia otoczek stalowych, pokruszenia wiórów wstępowych i zbrykietowanych celem uzyskania bardziej jednolitego objętościowego wsadu.

Odłuszczenie ma na celu usunięcie organicznych zanieczyszczeń powodujących w okresie topienia zagazowanie ciekłego metalu wodorem i związanych z tym występowaniem wad porowatości, powodujących zwiększenie ilości braków.

Stosowanie wiórów niezbrykietowanych przy właściwym przeprowadzeniu wytopu, zdaniem autorek, nie przedłuża czasu topienia i nie zwiększa zgaru poszczególnych składników stopowych. Ze znanych sposobów

odłuszczenia wiórów zawierających duże ilości olejów, stosowane jest odśrodkowe oddzielenie smarów w specjalnie skonstruowanej wirówce; chemiczne odłuszczenie jest skomplikowane i trudne do przeprowadzenia w praktyce. Dobrym sposobem odłuszczenia okazuje się podgrzewanie wiórów do temperatury spalania smarów (300÷400°C), praktycznie przeprowadzane przeważnie w piecach bębnowych.

Dla zapewnienia minimalnego zgaru składników stopowych i dobrej jakości odlewu, konieczne jest przy stosowaniu wiórów we wsadzie zastosowanie odpowiednich żużli rafinujących.

Najodpowiedniejszym żużlem przy przetapianiu wsadu złożonego w całości lub częściowo z wiórów brązu B 3751 (CuSn3Zn7Pb5) okazała się mieszanka złożona z 20% sody bezwodnej, 40% piasku kwarcowego i 40% fluorytu, stosowana przez odlewnie zakładów, „Głównotormieta”. Cena tej mieszanki żużlowej jest niewysoka, a poszczególne składniki niedeficytowe. W procesie topienia żużel jest płynny i łatwo usuwalny z powierzchni metalu. W zbieranym żużlu nie obserwowano obecności metalu. Czas topienia wsadu złożonego z samych wiórów był dłuższy zaledwie o 10÷15 minut od czasu topienia wsadu złożonego z bloków. Rozchód żużla przy przetapianiu wynosił około 5% ciężaru wsadu przy wiórach zbrykietowanych, a przy niezbrykietowanych 2÷2,5% ciężaru wsadu.

W ostatnim wypadku trzeba było kilkakrotnie uzupełnić pokrycie żużlowe wskutek stopniowego wtłaczania nowych porcji wiórów po stopieniu uprzednich porcji.

Początkowo ładuje się 1/3 wiórów do tygla rozgrzanego do czerwoności wraz z odpowiednią porcją żużla (5% ciężaru wsadu). W celu zwiększenia intensywności działania żużla należy fluoryt zemleć i przesiać na sicie o otworach 2 mm², a następnie dokładnie wymie-

¹⁾ Przetapianie wiórów metali nieżelaznych prowadzi centralnie rafineria metali. W celu obniżenia kosztów własnych wydaje się celowym ponowne przeanalizowanie tej sprawy w odniesieniu do odlewni o wyższym poziomie, które z powodzeniem mogłyby przerabiać odpowiednio zbierane i segregowane wióra (uwaga tłumaczy wyników).

szać z sodą i piaskiem kwarcowym. Następną porcję wiórek dodaje się po zupełnym rozpuszczeniu poprzedniej i przegrzaniu metalu do 1180÷1200°C. Podobnie postępuje się z trzecią porcją, częściowo uzupełniając pokrycie żuźlowe. Po roztopieniu ostatniej porcji wiórek ściąga się żużel, pobiera próbkę do analizy chemicznej a ciekły metal odlewa w gąski.

Przy przetapianiu wiórek mosiądzu krzemowego (prawdopodobnie stop MK 80 lub MKO 80 dopisek tłum.) najodpowiedniejszym pokryciem żuźlowym okazała się mieszanina złożona z 95% sody bezwodnej i 5% fluorytu. Przy przetapianiu wsadu złożonego z samych tylko wiórek zgar całkowity sięgał 4,2÷5%, przy czym zgar krzemu wynosił 0,5÷1%, a pozostałe składniki zostały prawie bez zmiany. Lepszym żużlem przy stosowaniu wiórów we wsadzie w ilości do 25% okazał się przetopiony boraks. Ten żużel zapewnia mały zgar składników stopowych i dobrą jakość odlewów.

Pokrycie z przetopionego boraksu można stosować wielokrotnie z częściowym odświeżaniem i uzupełnieniem w ilości do 50%. Rozchód żużla wynosił 1÷1,5% ciężaru wsadu przy zgarze całkowitym 3,5÷4% (25% wsadu stanowiły wióra). Do rozgrzanego do czerwoności tygla ładowano materiał obiegowy w ilości do 30% ciężaru wsadu. Po stopieniu i przegrzaniu ciekłego metalu do temperatury 1100÷1120°C, dodawano pierwszą porcję wiórów uprzednio wymieszanych z pokryciem żuźlowym w ilości nie większej niż 10÷20%. Po roztopieniu wiórów zbierano żużel, pobierano próbkę do analizy chemicznej i odlewano.

Dobre wyniki daje również mieszanina żuźłowa złożona z 28% sody bezwodnej, 32% piasku kwarcowego i 40% fluorytu.

Rozchód żużla wynosi 2,5÷3% ciężaru wsadu a zgar metalu, przy stosowaniu wsadu złożonego z 25% wiórek, 4÷5%.

Przy przetapianiu wiórów brązu aluminiowego najodpowiedniejszym pokryciem żuźlowym jest — zdaniem autorki — stosowana przez odlewnię zakładów „Krasnyj Wyborżec” mieszanina złożona z 90% sproszkowanego węgla drzewnego i 10% kryolitu.

Mieszaninę tę dodawano w ilości 1,5÷3% ciężaru wsadu, w zależności od udziału wiórów w wsadzie. Przy wsadzie złożonym z 70% wiórek i 30% złomu zgar całkowity dochodził do 12÷15%, a przy stosowaniu tylko 25% wiórek do 9÷11%.

Najpierw topiono złom pod pokryciem węgla drzewnego, a po stopieniu dodawano wiórka wymieszane z właściwą mieszaniną żuźłową, którą przygotowywano w następujący sposób: węgiel drzewny wyżarzono w zamkniętych skrzyniach w temperaturze 400÷500°C, tłuczono tak, żeby większa część węgla była w postaci proszku i mieszano z 10 częściami suchego kryolitu.

Po roztopieniu całego wsadu i przegrzaniu ciekłego metalu do odpowiedniej temperatury zgarnięto pokrycie, pobrano próbkę do analizy chemicznej i odlano w gąski lub zalewano formy.

Przy przetapianiu wiórów mosiądzów manganowych w piecu „WIP” — najlepszym rafinatorem był boraks, a w piecu „Mieczta” — mieszanina złożona z 90% węgla drzewnego i 10% boraksu. Przy topieniu w piecu „WIP” rozchód boraksu wynosił 0,7% ciężaru wsadu, a zgar całkowity 9÷10% (zgar cynku 0,5÷0,7%).

Przy topieniu w piecu „Mieczta” wsadu złożonego z 75÷80% wiórek (reszta złom), najpierw ładowano materiał obiegowy do rozgrzanego pieca i topiono. Wiórki uprzednio wymieszano z żużlem w ilości 2% ciężaru wiórek. Pokrycie żuźłowe przygotowywano w następujący sposób: węgiel drzewny i boraks wyżarzono w temperaturze 400÷500°C, następnie węgiel rozdrabniano tak, żeby połowa jego była w postaci proszku, a druga w kawałkach wielkości 10÷40 mm, zmieszano z boraksem i wiórkami. Do ciekłego metalu dodano zmieszane wiórka i mieszaninę żuźłową w ilości nie większej niż 10% ciężaru wsadu i dokładnie mieszano.

W miarę zwiększania objętości ciekłego metalu porcję wiórów zwiększano do 15% ciężaru wsadu. Po stopieniu całego wsadu zbierano żużel, pobierano próbkę do analizy chemicznej i ciekły metal odlewano w bloki. Przy zastosowaniu stopionego boraksu jako żużla lub mieszaniny złożonej z 60% krzemianu sodu i 40% fluorytu, przeprowadzono 31 wytopów brązu B 3751, przy czym we wsadzie stosowano 10÷40% wiórów. Do rozgrzanego do czerwoności tygla ładowano miedź oraz złom. Topienie przeprowadzono w atmosferze obojętnej lub lekko utleniającej. Po stopieniu i zdjęciu utworzonego żużla wprowadzono mieszaninę żuźłową w ilości 2,5÷3% ciężaru wsadu i nagrzewano ciekły metal do temperatury 1180÷1200°C, oraz wprowadzono pierwszą porcję wiórek w ilości 10÷15% ciężaru wsadu.

Następnie dokładnie mieszano, aż do zupełnego roztopienia porcji wiórek, ciekły metal podgrzewano znowu do temperatury 1180÷1200°C, po czym wprowadzono następną porcję wiórów itd. Po roztopieniu ostatniej porcji wiórek zbierano żużel i przy temperaturze 1170÷1200°C wprowadzono cynk, a następnie cynę i ołów. Ciekły metal podgrzewano do temperatury 1220÷1250°C, wytrzymując go w tej temperaturze 5÷10 minut.

Następnie odlewano próbkę technologiczną do oceny przełomu. Przy zadawalającym wyniku stop odlewano do form.

W ten sposób wykonano 1813 części osprzętu o grubości ścianek 4÷9 mm, wypróbowanych na ciśnienie hydrauliczne 6÷60 atm. Ilość braków utrzymywała się w granicach spotykanej przy odlewaniu tych części ze stopu sporządzonego z czystych metali. Własności chemiczne odlewów i skład chemiczny odpowiadały wymaganiom norm GOST. Próby technologiczne tych wytopów ze wsadu zawierającego 25% wiórek przetopionych bez pokryć żuźłowych wykazywały zdecydowanie gorsze przełomy, a specjalnie przy długotrwałym topieniu, podczas gdy przy zastosowaniu pokryć żuźłowych przedłużenie czasu topienia nie zaznacza się tak wyraźnie. Ilość braków przy topieniu bez żużli rafinacyjnych znacznie się zwiększała. Przy zastosowaniu podanych uprzednio mieszanek żuźłowych przeprowadzono 30 wytopów, (32 tony) mosiądzu krzemowego przy udziale we wsadzie 25 do 50% wiórów, przy czym własności mechaniczne stopu i skład chemiczny odpowiadał warunkom wymaganym przez normy GOST. Odlane z mosiądzu krzemowego części o grubości ścianek 6÷60 mm, wykazały 4,6% braków. Przyczyną zabrakowania przy badaniu szczelności były przede wszystkim porowatości wskutek zagazowania i w sporadycznych wypadkach wtrącenia tlenkowe.

W celu obniżenia ilości braków stosowano częściowo rafinowanie azotem. Przeprowadzono 6 wytopów w elektrycznym piecu łukowym i w piecu typu „Mieczta“, przy wsadzie złożonym z 25% wiórów pod pokryciem boraksu lub krzemianu sodu i przedmuchiwano ciekły metal sprężonym azotem. Rafinacja azotem przy topieniu w piecu „Mieczta“ spowodowała wyeliminowanie wad porowatości i podwyższenie własności mechanicznych (R_t o 2÷7 kG/mm², a wydłużenia o 4÷9%) przy zwiększaniu zgaru cynku o 0,5 do 1,7%. Odlane części osprzętu o grubości ścianek 4 do 12 mm, przy próbkach na ciśnienie hydrauliczne (6 do 60 atm.) wykazywały 2% braków.

Na podstawie przeprowadzonych prób można stwierdzić, że celowe jest rafinowanie azotem, powodujące podwyższenie jakości odlewów nie tylko przy przetapianiu wsadów zawierających wiórki, lecz również przy topieniu wsadów złożonych z czystych metali. Rafinowanie azotem pozwala na przetapianie mosiądzu krzemowego w piecu „Mieczta“ bez obniżenia jakości odlewów.

Przetopienie mosiądzu krzemowego z zastosowaniem we wsadzie do 25% wiórek niezbrakowanych przeprowadzono w następujący sposób.

Do nagrzanego do czerwoności tygla załadowano miedź, stopiono ją i podgrzewano do temperatury 1200°C oraz odtleniano miedzią fosforową. Po przemieszczeniu ciekłego metalu usunięto żużel i wprowadzono do stopu zaprawę Cu-Si (miedź krzemową). Po całkowitym roztopieniu zaprawy metali podgrzewano ją do odpowiedniej temperatury i wprowadzono następnie materiał obiegowy. W dalszej kolejności po zupełnym stopieniu zebrano utworzony żużel dodając boraksu w ilości 1,0÷1,5% ciężaru wsadu, oraz krzemianu sodu w ilości 2,5÷3% ciężaru wsadu dogrzewając następnie ciekły metal do temperatury 1100 do 1120°C i wprowadzając 1/3 porcji uprzednio przygotowanych i wysuszonych wiórek.

Wiórka zanurzono pod warstwą żużla, i dokładnie mieszano aż do zupełnego roztopienia, ciekły metal nagrzewano do temperatury 1100÷1120°C i dodawano nową porcję wiórow itd. Po roztopieniu ostatniej porcji wiórek stop podgrzewano do temperatury 1150 do 1180°C, zebrano żużel, wprowadzono cynk i stop dogrzano do temperatury o 30÷50°C wyższej i od temperatury odlewania ze względu na spadek temperatury przy przedmuchiwaniu azotem bezpośrednio przed odlewaniem. Rozchód azotu wynosił 180÷200 l na 1 tonę ciekłego metalu, szybkość przepływu azotu przez metal wynosiła 20÷25 l/min.

Przy udziale 25% wiórow we wsadzie wykonano pięć wytopów brązu aluminiowego BA 92 (CuAl9Mn2) przy zastosowaniu mieszanki żużlowej złożonej z 90% węgla drzewnego i 10% kryolitu. Próba technologiczna przełomu i metalograficzne próbki zgładów nietrawionych nie wykazały wtrąceń niemetalicznych, a stop odnośnie składu chemicznego i własności mechanicznych odpowiadał wymaganiom norm GOST. Z otrzymanych wlewków zrobiono odkuwki dla 31 elementów, które po obróbce mechanicznej okazały się bez wad.

Przy topieniu brązu aluminiowego BA 92 przed załadowaniem wsadu do pieca dawano wyżarzony węgiel drzewny w ilości 1% ciężaru wsadu. Potem ładowano miedź, topiono i odtleniano miedzią fosforową (0,3÷1,0% ciężaru miedzi) a po dokładnym pomieszczeniu ciekłego metalu dodawano mangan w niedużych porcjach. Następnie dodawano materiał obiegowy i podgrzewano stop do temperatury 1180÷1200°C zebrano żużel i węgiel, oraz dodano w paru porcjach wiórki zmieszane z żużlem, przy czym po załadowaniu każdej porcji (5÷8% ciężaru wsadu) dokładnie mieszano ciekły metal, który podgrzewano do temperatury 1180÷1200°C.

Po wprowadzeniu ostatniej porcji wiórków stop nagrzewano do 1150÷1180°C, zebrano żużel i węgiel i wprowadzano aluminium podgrzane do temperatury 100÷150°C. Stop dokładnie mieszano, usuwając wytworzony żużel i pobierano metal do prób technologicznych na skurcz i zginanie. Po otrzymaniu zadawających wyników stop wylewano przy temperaturze 1200÷1220°C do uprzednio podgrzewanej kadzi. Dla mosiądzu manganowego najkorzystniejsze jest uprzednie stopienie i odlanie wiórow w gąski, ponieważ wszystkie dodatki stopowe wprowadza się w postaci zapraw.

Na podstawie przytoczonych wyników z praktyki własnej, autorki stwierdzają, że wiórki brązów cynowo-cynkowych, mosiądzów krzemowych i brązów aluminiowych starannie zbierane i magazynowane można stosować jako część składową wsadu.

Wiórki zawierające domieszki wiórow innych stopów należy przetopić, odlać w gąski i stosować je po zbadaniu składu chemicznego.

Wskutek stosowania we wsadzie 25% wiórow, ceny poszczególnych odlewów z brązów i mosiądzów obniżają się.

Z. G. i O. W.

Litiejnoje Proizvodstvo, Nr 2, 1953/4.

*Doświadczenia nauki i techniki radzieckiej
przyspieszają realizację Planu Sześcioletniego*

Wpływ modyfikowania żeliwa 75 % żelazokrzemem na jego grafityzację

Polepszenie w wyniku modyfikowania własności mechanicznych i eksploatacyjnych żeliwa o niskiej zawartości węgla przypisuje się powiększeniu stopnia grafityzacji oraz zmianom kształtu i rozłożenia grafitu. Przyjmuje on bowiem postać równomiernie rozłożonych pasemek, podczas gdy w żeliwie niemodyfikowanym krzepnącym w tych samych warunkach będzie wykazywał międzydendrytyczną orientację lub międzydendrytyczne rozłożenie. Obecność tego rodzaju grafitu w strukturze znacznie obniża własności mechaniczne.

Wpływ jednak modyfikowania na rozmiary wtrąceń grafitowych jest rozpatrywany w różny sposób. Jedni z autorów uważają, że wpływ modyfikowania sprowadza się do polepszenia kształtu i zmniejszenia rozmiarów pasemek grafitu, drudzy natomiast sądzą, że nie tylko nie ma miejsca zmniejszenia pasemek grafitu, ale wręcz przeciwnie zachodzi wydzielanie bardziej grubych pasemek, natomiast równomiernie rozłożonych. Większość prac na temat modyfikowania żeliwa szarego było poświęconych ustaleniu optymalnego procesu technologicznego, który by zapewnił stałe otrzymywanie żeliwa o żądanych wskaźnikach mechanicznych i eksploatacyjnych. Jako kryterium oceny procesu służyły własności mechaniczne oraz zmiana stopnia zabielenia próby technologicznej. Badanie struktury żeliwa nosiło na ogół zawsze charakter pomocniczy. Do badań stosowano najczęściej zwykle żeliwo szare czyli stop wielkoskładnikowy o znacznej zawartości różnych składników, z których każdy wpływa na strukturę i własności żeliwa. Efekt modyfikowania w większości omawianych badań oceniano drogą porównywania prób żeliwa pobranych przed i po wprowadzeniu modyfikatora w wyniku czego skład chemiczny żeliwa ulegał wyraźnym zmianom. Niewątpliwie wywoływało to znaczne różnice w strukturze i własnościach, gdyż modyfikator wprowadza się zwykle w ilości 0,2÷1,0% wagi żeliwa, a jak wiemy dla silnego podniesienia stopnia grafityzacji przy krytycznej zawartości krzemu w żeliwie wyjściowym dostateczne jest powiększenie jego ilości o 0,2÷0,3%. Ponadto przy topieniu żeliwa ma miejsce zwykle mniejsze lub większe nasycenie żeliwa tlenem a stopień utlenienia żeliwa jest jednym z czynników okazujących silny wpływ na proces modyfikowania.

Celem opisywanych badań było określenie wpływu różnej wielkości dodatku 75% żelazokrzemu na strukturę żeliwa przy różnej zawartości podstawowych jego składników — węgla i krzemu. Metodyczna strona tych badań polegała na badaniu mikrostruktury niemodyfikowanego i modyfikowanego żeliwa syntetycznego o tym samym składzie przetapianego w warunkach zabezpieczających minimalny stopień utlenienia. Wstępne wytopy żeliwa syntetycznego przeprowadzano w piecu wysokiej częstotliwości, skąd rozlewano je na cylindryczne wlewki o ciężarze 500 g. Wlewki te poddawano następnie przetapianiu podczas przeprowadzania właściwych badań.

W celu zabezpieczenia możliwie małego utlenienia żeliwa i zapewnienia dokładnej regulacji temperatury

wytopy doświadczalne (o ciężarze około 500 g każdy) przeprowadzano w piecu Tammana. Żeliwo topiono w tyglach magnezytowych. Temperaturę mierzono w sposób ciągły ogniwnem termoelektrycznym wolfram-grafit umieszczonym na dnie tygla, a temperaturą metalu kontrolowano z dokładnością $\pm 10^{\circ}\text{C}$ zanurzeniowym ogniwnem termoelektrycznym platyna-platyna-rod. Przy przeprowadzaniu wytopów doświadczalnych utrzymywano ściśle te same warunki mianowicie temperaturę, długość poszczególnych okresów topienia, czas i sposób dodania modyfikatora itd., a to celem wykluczenia wpływu różnych zewnętrznych czynników, i otrzymania wyników powtarzalnych.

Wlewki służący jako wsad umieszczano w piecu nagrzanym do temperatury 1420°C , przy czym czas od momentu załadowania do całkowitego stopienia wsadu wynosił około 12÷13 minut. Natychmiast po stopieniu dodawano niezbędną ilość 75% żelazokrzemu, celem otrzymaniażądanego składu chemicznego żeliwa. W 15 minut po roztopieniu wytop zlewano do formy. Modyfikator dodawano w ziarnach o wymiarach 1 do 2 mm przesuszony przy 200°C , aby uniknąć działania wilgoci i nasycenia żeliwa wodorem, na około 0,5 minut przed odlewem mieszano żeliwo nagrzanym prętem żelaznym.

Aby wykluczyć wpływ zmiany zawartości krzemu przy modyfikowaniu oraz celem porównania struktur żeliwa o tym samym składzie chemicznym, próbki przeznaczone do modyfikowania wytapiano z mniejszą zawartością krzemu, z uwzględnieniem powiększenia jego zawartości wskutek dodatku modyfikatora. Stałość zawartości węgla zabezpieczano stosowaniem wlewków wsadowych pochodzących z jednego wytopu. Spustu dokonywano bezpośrednio z pieca odlewając w formie piaskowej próbki cylindryczne o ϕ 20 mm oraz w kokili próbki ϕ 15 mm. Przyjętą metodykę sprawdzono kilkoma wytopami kontrolnymi i stwierdzono zadowalającą zgodność wyników.

Z otrzymanych próbek odcinano dolną część o wysokości około 15 mm, z której wykonywano zgląd metalograficzny poddany następnie badaniu w stanie nietrawionym i trawionym posługując się metodami metalografii stereometrycznej. Jako miarę zdolności grafityzacyjnej przyjęto dla próbek o ϕ 20 mm ilość wycinków powierzchni z grafitem o międzydendrycznym rozłożeniu i z ledeburytem w procentach, a dla próbek o ϕ 15 mm ilość wycinków powierzchni, na których wystąpiła grafityzacja również w procentach. Pomiaru twardości dokonywano na prasie Brinella.

Celem wyjaśnienia wpływu modyfikowania na krystalizację żeliwa przy różnej zawartości węgla i krzemu przeprowadzono cztery serie wytopów różniących się zawartością węgla, z których każda obejmowała 3 lub 4 grupy wytopów o różnych zawartościach krzemu. Schematycznie podaje to tablica 1. Modyfikator dodawano w ilościach odpowiadających podwyższeniu zawartości krzemu w żeliwie o 0,2÷0,4%. Zglądy wycięte z próbek o ϕ 20 mm wykazywały strukturę albo żeliwa połowicznego z ledeburytem, albo żeliwa perlitycznego z grafitem pasemkowym i grafitem o rozło-

zeniu międzydendrycznym. Stwierdzono, że efekt modyfikowania wzrastał z powiększeniem dodatku modyfikatora oraz, że w miarę wzrostu w żeliwie zawartości węgla i krzemu ilość wycinków powierzchni zglądu wykazujących ledeburyt lub grafit o międzydendrycznym rozłożeniu malała. Podwyższenie zawartości węgla i krzemu okazywało bardziej silny wpływ na mikrostrukturę żeliwa o niskiej zawartości węgla i krzemu. Przy wyższych zawartościach tych składników ta sama zmiana ich koncentracji wykazywała nie-

T a b l i c a 1

Seria	Przybliżona zawartość węgla w serii	Przybliżona zawartość krzemu w grupie			
		I	II	III	IV
1	2,9	1,25	1,6	1,75	2,05
2	3,05	1,15	1,35	1,65	—
3	3,50	1,50	1,70	2,10	—
4	4,0	1,25	1,65	2,35	—

znaczny wpływ na powiększenie zdolności grafityzacyjnej. W wyniku modyfikowania miał miejsce pewien wzrost wielkości grafitu i nie zachodziło wydzielanie grafitu o międzydendrycznej orientacji. Stwierdzono również spadek twardości, który należy przypisać zwiększeniu stopnia grafityzacji oraz zmniejszonej ilości wydzielen grafitu o międzydendrycznym rozłożeniu, co dało się szczególnie zauważyć przy modyfikowaniu żeliwa o małej zawartości węgla. Nie udało się natomiast stwierdzić żadnych zmian w strukturze osnowy oraz w wielkości pierwotnego ziarna austenitu.

Mikrostruktura próbek o średnicy 15 mm odpowiadała strukturze żeliwa połowicznego wykazującego zgrafityzowane obszary w postaci sferolitów, których wielkość wzrastała w miarę wzrostu węgla i krzemu w żeliwie. Wynik modyfikowania przy dodatku 0,4% krzemu był większy niż przy dodatku 0,2% krzemu, zostało to potwierdzone we wszystkich 4 seriach wytopów.

Aby ustalić wpływ dodatku modyfikatora w bardziej szerokich granicach, przeprowadzono specjalną serię wytopów z dodatkiem 0,1, 0,4, 0,6 oraz 0,8% krzemu i stwierdzono, że powiększenie dodatku modyfikatora sprzyja powiększeniu efektu modyfikowania, przy czym względne zmiany zdolności grafityzacyjnej są największe przy małych dodatkach.

Omawiając wyniki swoich doświadczeń autorzy opierają się na hipotezie, że grafit pasemkowy krystalizuje w zakresie temperatury krzepnięcia eutektyki drogą bezpośredniej krystalizacji z ciekłego roztworu a grafit o międzydendrycznym rozłożeniu powstaje skutkiem rozpadu ledeburytu w już skrzepłym żeliwie. Jako dowód słuszności tego założenia przytoczono zarówno szereg mikrofotografii jak i fakt, że zupełną prawidłowość zależności zdolności grafityzacyjnej od dodatku modyfikatora oraz zawartości węgla i krzemu w żeliwie uzyskano rozpatrując łączną sumę elementów powierzchni wykazujących ledeburyt i grafit o międzydendrycznym rozłożeniu. Opierając się na tym autorzy stawiają przypuszczenie, że wskutek dodatku modyfikatora zachodzi zmniejszenie stopnia przechłodzenia żeliwa, co powiększa długość przystanku eutektycznego a tym samym sprzyja krystalizacji grafitu z fazy ciekłej i zmniejsza ilość ledeburytu oraz grafitu powstałego w wyniku jego rozpadu.

Przeprowadzone badania pozwoliły zatem stwierdzić, że przy modyfikowaniu żeliwa wzrasta stopień jego grafityzacji oraz zachodzą znaczne zmiany w kształcie i rozłożeniu grafitu, który przyjmuje postać równomiernie rozłożonych pasemek. Wielkość pasemek grafitu w wyniku modyfikowania wzrasta.

Działanie modyfikatora na strukturę żeliwa jest tym silniejsze, im mniej węgla i krzemu zawiera żeliwo. Wraz ze wzrostem dodatku modyfikatora efekt modyfikowania wzrasta.

R. Krz.

Litiejnoje proizvodstvo 4/1954, str. 18-22.

P. I. RUSIN

669.131.8:621.785.545.45

Obróbka cieplna ferrytyczno-perlitycznego żeliwa ciągliwego prądem wysokiej częstotliwości

Podczas ogrzewania ferrytyczno-perlitycznego żeliwa ciągliwego, w celu hartowania, proces nasycenia osnowy metalowej węglem przebiega inaczej aniżeli w żeliwie czysto ferrytycznym. W tym ostatnim przypadku zachodzi jedynie rozpuszczanie się węgla żarzenia, podczas gdy w ferrytyczno-perlitycznym żeliwie ciągliwym oprócz węgla żarzenia następuje również rozpuszczanie cementytu eutoktoidalnego.

Celem ustalenia wpływu związanego węgla w procesie nasycania osnowy metalowej a zatem wpływu na podatność żeliwa na hartowanie przeprowadzono badania nad żeliwem ciągliwym o ferrytyczno-perlitycznej strukturze, przy zastosowaniu prądu wysokiej częstotliwości.

Do badań przygotowano próbki (o średnicy 16 mm) ferrytyczno-perlitycznego żeliwa ciągliwego różnej zawartości perlitu w strukturze, uzyskane przez przy-

śpieszone chłodzenie w zakresie temperatur krytycznych, oraz drogą normalizowania czarnego żeliwa ciągliwego, stosując różne czasy wytrzymywania przy stałej temperaturze nagrzewania.

W ten sposób uzyskano 5÷10, 15÷25, 35÷45, 60÷65 i 80÷100% perlitu w strukturze próbek.

Z tych próbek wykonano mniejsze próbki o średnicy 11 mm i wysokości 30 mm, które następnie poddawano obróbce cieplnej prądem wysokiej częstotliwości o mocy 60 kW i częstotliwości 400 kHz.

Mechanizm rozpuszczania węgla żarzenia w ferrytyczno-perlitycznym żeliwie ciągliwym badano drogą normalizowania i próbnego hartowania prądem wysokiej częstotliwości.

Próbki o wymiarach 18×11×30 mm ogrzewano w jednozwojowym induktorze do temperatury 980÷1100°C w czasie 7÷12 sek (charakterystyka generatora: prąd

anody 2 amp., siatki 0,5 amp., napięcie anody 7 kV, siatki 220 V).

Obserwacje wykazały, że rozpuszczanie węgla żarzenia w ferrytyczno-perlitycznym żeliwie ciągliwym, zawierającym do 25% perlitu zachodzi tak jak przy ferrytycznym żeliwie ciągliwym, zaś obecność 25% perlitu nie wpływa na zwiększenie koncentracji węgla w osnowie metalowej.

Hartowanie prądem wysokiej częstotliwości normalizowanego żeliwa ciągliwego z zawartością 5÷10% perlitu, od temperatury 980÷1000°C pozwoliło na ustalenie drogi rozpuszczania się węgla żarzenia. Badania metalograficzne hartowanego żeliwa ciągliwego z zawartością 10% perlitu ogrzanego uprzednio do temperatury 1000°C wykazały obecność perlitu wokół wydzieli węgla żarzenia, podczas gdy w miejscach więcej oddalonych od węgla żarzenia obserwowano tyle perlitu (na granicach ziarn) ile było go w wyjściowym normalizowanym żeliwie ciągliwym.

Stąd widać, że w tym przypadku nasycenie osnowy metalowej węglem odbywa się promieniście wokół ognisk dyfuzji jakim są wydzielena węgla żarzenia.

Normalizowane żeliwo ciągliwe z zawartością 25 do 30% perlitu hartowane (prądem wysokiej częstotliwości) od temperatury 1000÷1020°C wykazało obok skupień perlitu wokół wydzieli węgla żarzenia, także nieznaczny przyrost ilości perlitu na granicach ziarn, czyli praktycznie i w tym przypadku nasycenie osnowy metalowej węglem (podczas hartowania) następuje w wyniku dyfuzji węgla żarzenia w głąb metalu.

Przy zawartości 60÷90% perlitu w strukturze żeliwa, nasycenie osnowy metalowej węglem podczas hartowania prądem wysokiej częstotliwości, następuje w wyniku rozpuszczania się tak węgla żarzenia jak i cementytu eutektoidalnego.

Powyższe badania wskazują, że przy wyższych zawartościach perlitu uzyskuje się więcej nasyconą osnowę metalową węglem wskutek czego po hartowaniu żeliwo posiada wysoką i równomierną mikrotwardość.

Tablica 1

Ilość wydzieli węgla żarzenia na 1 mm ²	Twardość żeliwa po hartowaniu przy zawartości perlitu H _{RC}				
	5÷10%	20÷25%	40÷45%	60÷65%	80÷100%
10÷30	37÷42	41÷45	49÷53	58÷66	55÷57
100÷120	48÷51	50÷52	53÷55	54÷57	57÷59
200÷250	52÷54	53÷55	54÷57	56÷58	57÷61
400÷500	54÷56	54÷57	56÷58	58÷61	59÷63

Celem zbadania mikrotwardości oraz podatności ferrytyczno-perlitycznego żeliwa ciągliwego na hartowanie w zależności od zawartości perlitu w strukturze oraz ilości wydzieli węgla żarzenia w jednostce powierzchni, przeprowadzono badania żeliwa zawierającego 5÷10, 20÷25, 40÷45, 60÷65 i 80÷100% perlitu i 10÷500 wydzieli węgla żarzenia w 1 mm².

Badania przeprowadzono na próbkach o wymiarach 11×11×30 mm, ogrzewając je w jednozwojowym in-

duktorze do temperatury 1000÷1100°C w ciągu 7÷12 sek., następnie hartując w wodzie. Po zahartowaniu przeprowadzono badania twardości i mikrotwardości w połączeniu z badaniami mikrostruktury przy powiększeniu 100 i 600 X.

Uzyskane wyniki twardości zestawiono w tablicy 1. Z powyższych danych wynika, że powierzchniowa twardość hartowanego ferrytyczno-perlitycznego żeliwa ciągliwego wzrasta ze wzrostem ilości związanego węgla, oraz liczby wydzieli węgla żarzenia w jednostce powierzchni. Ponadto daje się zauważyć wyraźny wpływ ilości wydzieli węgla żarzenia w żeliwie o niższej (procentowo) zawartości perlitu. W żeliwie z wyższą zawartością perlitu można zaobserwować łączny wpływ wzrastającej ilości wydzieli węgla żarzenia oraz perlitu.

Wyniki badań mikrotwardości osnowy metalowej hartowanego ferrytyczno-perlitycznego żeliwa ciągliwego, w zależności od ilości wydzieli węgla żarzenia oraz perlitu zestawiono w tablicy 2. Dane z tablicy 2 potwierdzają łączny wpływ wzrastającej ilości wydzieli węgla żarzenia oraz perlitu w kierunku podwyższenia twardości hartowanego ferrytyczno-perlitycznego żeliwa ciągliwego.

Tablica 2

Zaw. rtość perlitu %	Mikrotwardość H _D przy ilości wydzieli węgla żarzenia na 1 mm ²	
	15÷30	300 i więcej
5 ÷ 20 40 ÷ 80	Pomiar twardości w pobliżu węgla żarzenia	
	900 ÷ 1100	900 ÷ 1000
5 ÷ 25 40 ÷ 80	Pomiar twardości w miejscach oddalonych od węgla żarzenia	
	400 ÷ 500	850 ÷ 1000
	850 ÷ 950	950 ÷ 1000

Badanie związane z ustaleniem optymalnej temperatury hartowania ferrytyczno-perlitycznego żeliwa ciągliwego w zależności od zawartości perlitu w strukturze, oraz ilości wydzieli węgla żarzenia, wykazały, że dla hartowania żeliwa zawierającego 25÷30% perlitu w strukturze optymalną temperaturą będzie 1050 do 1080°C. Ze wzrostem ilości perlitu oraz wydzieli węgla żarzenia w żeliwie, temperatura hartowania może być obniżona do 1000°C.

Jak wynika z badań podatność ferrytyczno-perlitycznego żeliwa ciągliwego na hartowanie zależy od zawartości perlitu i ilości wydzieli węgla żarzenia: ze wzrostem zawartości perlitu i ilości wydzieli węgla żarzenia wzrasta twardość żeliwa po hartowaniu. Temperatura hartowania ferrytyczno-perlitycznego żeliwa ciągliwego ze znaczną zawartością perlitu i większą liczbą wydzieli węgla żarzenia, przy nagrzewaniu prądami wysokiej częstotliwości może być obniżona o 50÷100°C w porównaniu z temperaturą hartowania ferrytycznego żeliwa ciągliwego.

J. R-ka

Wiernik Maszynostrojnia, luty 1954, str. 66.

Sprostowanie: Państwowe Wydawnictwa Techniczne niniejszym podają do wiadomości, że w wydanej przez PWT w roku bieżącym książce prof. inż. Kazimierza Gierdziejewskiego pt. „Zarys Dziejów Odlewnictwa Polskiego” wśród nazwisk opiniodawców tej książki omyłkowo zostało umieszczone nazwisko prof. dr Adama Bochnaka.

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWA TECHNICZNE

Własności odlewniczego mosiądzu ŁMcA 57-3-1

Mosiądz alumińowo-manganowy ŁMcA57-3-1 jest szeroko stosowany w budownictwie maszynowym. Części maszyn produkowane z tego mosiądzu odlewa się do kokili a następnie przekuwa i obrabia cieplnie. Wymagania odnośnie składu chemicznego i własności mechanicznych omawianego stopu podano w tablicy 1.

to spowodowane jest wydzieleniem się, w trakcie przeróbki plastycznej i wolnego stygnięcia, pewnej ilości fazy α . Dalsze badania wykazały, że warunkiem uzyskania maksimum własności $R_r = 62 \div 66$ kG/mm² i $a = 20 \div 24\%$ jest zawartość $3 \div 3,5\%$ Mn i $0,6 \div 1,3\%$ Al. Odlewy z ŁMcA57-3-1 zawierające mniej niż 3%

Tablica 1

Stan obróbki	Własności mechaniczne			Skład chemiczny % (reszta Zn)								
	R_r kG/mm ²	a %	F_B kG/mm ²	Cu	Mn	Al	Pb	Fe	Sb	Bi	P	Suma domieszek
							nie powyżej					
Odlew kokilowy	45	15	115	55 ÷ 58,5	2,5 ÷ 3,5	0,5 ÷ 1,5	0,2	1,0	0,005	0,002	0,01	1,3
Odlew kokilowy przerobiony plastycznie	60	15	150									

Fabryka zajmująca się produkcją części maszyn z ŁMcA57-3-1 wykazywała w okresie kilku kolejnych lat dużą ilość braków spowodowanych zbyt niskimi własnościami mechanicznymi odlewów. Wadom tym próbowano zapobiec, jednakże pomimo ścisłego przestrzegania zgodności składu chemicznego z obowiązującymi wymaganiami oraz racjonalnej technologii topienia i odlewania, własności mechaniczne odlewów pochodzących z różnych wytopów wykazywały znaczne różnice.

Mn wykazywały niższą wytrzymałość na rozciąganie $R_r = 52 \div 66$ kG/mm², jednakże w granicach obowiązujących wymagań.

Ustalenie optimum zależności między składem chemicznym i własnościami mechanicznymi odlewów ŁMcA57-3-1 umożliwiło przy bardzo ścisłym przestrzeganiu składu chemicznego wyeliminować proces kucia z cyklu produkcyjnego części o grubości ścianek nie przekraczającej 60 mm. Wprowadzenie opracowanych wyników do produkcji przyniosło duże oszczędności

Tablica 2

Stan obróbki	Własności mechaniczne			Skład chemiczny %										
	R_r kG/mm ²	a %	H_B kG/mm ²	Cu	Zn	Mn	Al	Fe	P	Si	Pb	Ni	Sn	Sb
Odlew płaskowy	62,9 ÷ 61,1	16,4 ÷ 17,2	170											
Odlew kokilowy	66,2 ÷ 65,3	21,6 ÷ 23,0	170	55,6	59,0	3,24	1,37	0,35	0,01	0,09	ślady	—	—	—
Odlew kokilowy przerobiony plastycznie	57,3 ÷ 58,0	21,0 ÷ 21,2	178											

Celem wyjaśnienia przyczyn powodujących rozrzut własności mechanicznych przeprowadzono na szeregu wytopów analizę zależności własności mechanicznych od składu chemicznego. Próbkę do badań mechanicznych odlewano równocześnie do piasku i do kokili. Otrzymane wyniki podano w tablicy 2.

Jak wykazuje tablica 2 własności mechaniczne ŁMcA57-3-1 są po przekuciu niższe niż w stanie litym. Badania metalograficzne wykazały, że obniżenie

finansowe, zmniejszenie ilości braków oraz zwiększenie rocznej produkcji odlewów o 4%.

W wypadku, gdy ze względów produkcyjnych procesu odkuwania nie da się pominąć, konieczne jest utrzymanie zawartości manganu i aluminium na górnej granicy składu podanej w tablicy 1 przy średnicy wlewków nie przekraczającej 120 mm.

K. R. i O. W.

Litiejnoje Proizvodstvo, Nr 4, 1954, str. 24.

Kronika

WIADOMOŚCI Z BIURA DOSTAW ODLEWNICTWA NR 2

W numerze 3/1954 „Przeglądu Odlewnictwa“, jako luźny dodatek, ukazały się drukiem opracowane przez Instytut Odlewnictwa w Krakowie warunki techniczne WT-53/MPM-22001 (Projekt), według których należa-

łoby dokonywać zamówień i odbioru technicznego piasków stosowanych w odlewnictwie.

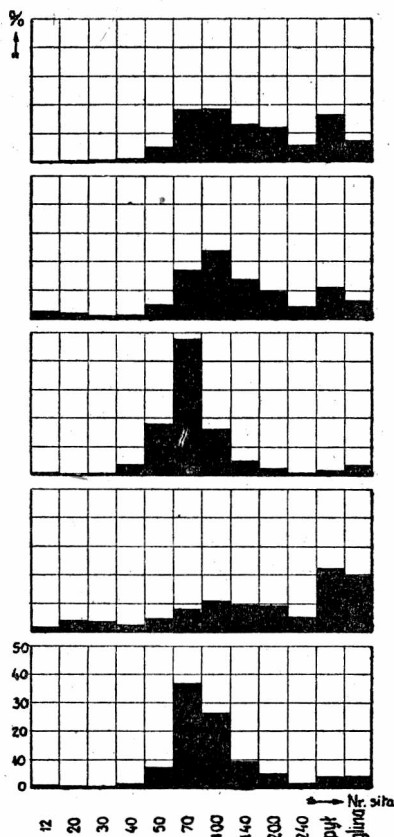
Jest to wyraźny krok naprzód w tej niesłychanie ważnej dla jakości produkcji odlewniczej dziedzinie i to krok realny.

Warunki techniczne wydrukowane z myślą o wywołanie szerszej dyskusji nad ich wprowadzeniem, po-



wstały w oparciu o wypróbowane wzory radzieckie.

Biuro Dostaw Odlewnictwa rozumie celowość oparcia dostaw o konkretne określenia warunkami technicznymi, toteż zaraz po ukazaniu się w druku WT-53/MPM-22001, przystąpiło do przygotowania dostawców, aby stosowali się do słusznych żądań odlewnictwa.



Rys. 1

Laboratorium BDO przystąpiło do analiz kontrolnych z różnych złóż piaskowych, celem określenia piasków według podanej w tych Warunkach Technicznych nomenklatury.

Organ kontrolny BDO dokonał szeregu wizytacji w terenie, badając jak dalece możliwym jest dostosowanie się w danej chwili do tych warunków, wobec braku dostatecznej ilości aparatury do badania własności piasków.

Biuro technologiczne BDO rozpoczęło poszukiwania sposobu uproszczonych badań, łatwych do stosowania w kopalni.

Dział handlowy zażądał od dostawców rygorystycznego dołączania od 1. VIII. 54 r. atestów stwierdzających jakość piasku do każdej wagonowej przesyłki w oparciu o wykonane w BDO analizy kontrolne.

Akcja ta rozwija się i uzupełnia, jednak poważną przeszkodą jest brak aparatury. Na tę trudność pragniemy zwrócić uwagę, wykazując na konkretnym przykładzie analiz sitowych piasków jednej kopalni (rys. 1), jak trudna jest sprawa dotrzymania warunków technicznych w tolerancjach przewidzianych WT-53/MPM-22001. Nie znaczy to, aby BDO starało się o rozszerzenie słusznie dobranych w wyżej podanych Warunkach Technicznych tolerancji. Chodzi jedynie o przekonanie odbiorców o konieczności przejściowej wyrozumiałości w razie pewnych wahań w jakości dostaw do momentu, kiedy dostawca zaopatrzony we własną aparaturę badawczą będzie zdolny dokonać bieżących analiz i przejąć pełną odpowiedzialność za jakość każdej przesyłki.

W przykładzie, o którym wyżej wspomniano, pobrano jednego dnia w dole eksploatacyjnym kopalni pięć próbek w odległości nie przekraczającej łącznie półkola o promieniu 30 m.

Przy intensywnej eksploatacji w takich dołach, przy stosunkowo niedostatecznie świadomym personelu fizycznym kopalń, niewątpliwie istnieją częste pomieszania nawet optycznie wyróżniających się asortymentów, nie mówiąc o trudnych do rozpoznania wzrokiem. W tych warunkach odstępstwo od Warunków Technicznych jest bardzo łatwe, nawet przy pozytywnych wynikach analiz kontrolnych poszczególnych próbek indywidualnych.

Eliminując jednak przy starannej kontroli pracowników tego rodzaju błędy, stajemy przed problemem znacznie trudniejszym, mianowicie że eksploatowane i kontrolowane złoża zmieniają się na przestrzeni kilku dni w sposób nieuchwytny dla dostawcy nieuzbrojonego w aparaturę do badań własności piasków. Dostawca w takim wypadku z najlepszą wiarą wystawia fałszywy atest aktualny dla złóż już wyeksploatowanych.

Wobec powyższego BDO prosi odbiorców o stosowanie powyższych Warunków Technicznych z dużą ostrożnością i wyrozumiałością, ale również prosi o podawanie szczerze każdego zarejestrowanego odstępstwa, celem zdobycia doświadczenia i eliminowania błędów i niedociągnięć ze strony dostawców.

Zgodnie z rozesłanym przez BDO pismem do odbiorców, prosimy bezwzględnie żądać dostaw piasków zaopatrzonych w atesty jakości.

H. P.

Wiadomości

Stowarzyszenia Naukowo-Technicznego Odlewników Polskich

KOMUNIKAT

ZARZĄD GŁÓWNEGO STOWARZYSZENIA NAUKOWO-TECHNICZNEGO ODLEWNIKÓW POLSKICH

W czasopiśmie radzieckim „PRAWDA” nr 224 z dnia 12 sierpnia 1954 r. ukazał się artykuł wstępny pt.: „Zaktywizować działalność stowarzyszeń naukowych”. Artykuł ten, omawiając ogólne zagadnienia działalności stowarzyszeń naukowych, szczególną uwagę poświęca stowarzyszeniom naukowo-technicznym, których odpowiednikami są w naszym kraju stowarzyszenia naukowo-techniczne zrzeszone w Naczelnej Organizacji Technicznej. Podkreśla on rolę i zadania stowarzyszeń w nieustannym rozwoju myśli naukowej

i postępu technicznego w przemyśle, komunikacji, budownictwie i rolnictwie.

Stowarzyszenia naukowo-techniczne, jak wskazują przytoczone w artykule przykłady i liczby, posiadają zarówno wielkie możliwości w dziedzinie postępu technicznego, jak też i poważne osiągnięcia przy wdrażaniu do produkcji postępowych metod i procesów technologicznych. Możliwości twórcze stowarzyszeń naukowo-technicznych nie są jednak w pełni wykorzystywane.

Krytykując braki i niedostateczny rozwój działalności niektórych stowarzyszeń, źródła tych niedociągnięć i braków widzi autor artykułu w niedostatecznych jeszcze w stosunku do możliwości i potrzeb — umasowieniu ruchu stowarzyszeń naukowo-technicznych

STOP

oraz w niewystarczającym rozwoju sieci kół zakładowych.

Zalecenia i uwagi pod adresem organizacji stowarzyszeń naukowo-technicznych dadzą się ująć w sposób następujący:

1. Stowarzyszenia naukowo-techniczne powinny znacznie powiększyć swą aktywność w zakresie rozwiązywania zagadnień podwyższania wydajności pracy i polepszenia jakości produkcji.
2. Warunkiem owocnej pracy stowarzyszeń naukowo-technicznych jest ich masowość. Powinny one w jak najszerszym stopniu skupiać w swoich szeregach naukowców, inżynierów, techników, agronomów, zootechników i innych specjalistów zatrudnionych w poszczególnych dziedzinach gospodarki narodowej.
3. Należy znacznie zwiększyć rolę stowarzyszeń w dziedzinie propagandy przodujących doświadczeń i w walce o wdrażanie do produkcji nowych osiągnięć nauki, techniki i przodującej praktyki.
4. Niezbędne jest ulepszenie działalności wydawniczej stowarzyszeń naukowo-technicznych, będącej jednym z podstawowych warunków i metod ich pracy.

Ustalając podstawowe wytyczne kierunkowe działalności stowarzyszeń naukowo-technicznych, artykuł „PRAWDY” stawia żądania również pod adresem organów partyjnych i rządowych. W myśl tych postulatów działalność stowarzyszeń powinna być przedmiotem szczególnej uwagi terenowych organizacji partyjnych, które powinny stawiać przed stowarzyszeniami naukowo-technicznymi zadania w dziedzinie rozwiązywania aktualnych problemów życia gospodarczego i kulturalnego.

Niezbędne jest również udzielenie stowarzyszeniom znacznej pomocy ze strony odpowiednich ministerstw i urzędów. Obowiązkiem ministerstwa jest szersze wykorzystywanie cennych prac stowarzyszeń w dziedzinie stwarzania i opanowywania nowej techniki, nowych postępowych metod pracy.

Stowarzyszenia naukowo-techniczne mają prawo oczekiwać większej uwagi ze strony Akademii Nauk i innych instytucji naukowych. Osiągnięcia przez realizację postawionych w artykule postulatów aktywizacja stowarzyszeń naukowo-technicznych pozwoli jeszcze wyżej podnieść rolę inteligencji w budownictwie komunistycznym.

Zrzeszone w NOT stowarzyszenia naukowo-techniczne szeroko korzystają z dorobku i doświadczeń radzieckich stowarzyszeń. Zapoznanie się ze wskazaniami centralnego organu KPZR dla ruchu radzieckich stowarzyszeń naukowo-technicznych ma doniosłe znaczenie również i dla nas szczególnie dziś, w okresie ustalania planów pracy na rok 1955 ostatni rok Planu 6-letniego — rok mobilizacji i przygotowań do następnego Planu Narodowego — 5-letniego Planu gospodarczego na lata 1956—60.

Już dzisiaj stwierdzić musimy, że Stowarzyszenie Naukowo-Techniczne Odlewników Polskich coraz szerzej i potężniej włącza się w zagadnienie przemysłu obejmując swoją działalnością inne resorty poza Ministerstwem Przemysłu Maszynowego, organizując dla nich narady naukowo-techniczne i kursy podnoszenia kwalifikacji zawodowych odlewników. Stowarzyszenie nasze staje się coraz bardziej Stowarzyszeniem o charakterze masowym. Tym też między innymi było poświęcone ostatnie zebranie Zarządu Głównego w dniu 13 lipca br. Zgodnie z uchwałami podjętymi na zebraniu, zostały wysłane pisma do zainteresowanych resortów a mianowicie Ministerstwo Przemysłu Drobno i Rzemiosła, Ministerstwo Przemysłu Lekkiego, Ministerstwo Państwowych Gospodarstw Rolnych, Ministerstwo Górnictwa, Ministerstwo Kolei i Ministerstwo Rolnictwa, w których określono zadania kół zakładowych w walce o postęp techniczny i plany produkcyjne, prosząc równocześnie o wydanie poleceń podległym zakładom pracy nawiązanie ścisłego kontaktu z oddziałami, których adresy zostały podane

w załączniku. Ponadto podano do wiadomości, że w zakresie rozwiązywania zagadnień z dziedziny odlewnictwa do dyspozycji zakładów pracy stoją: Instytut Odlewnictwa w Krakowie, posiadający dział instruktażu i ekspertyz oraz dział opracowań technologicznych Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie — Wydział Odlewnictwa, oraz Zakłady Odlewnictwa przy Politechnice Śląskiej, Łódzkiej i Wrocławskiej. Równoległe do tej akcji powiadomiono oddziały nasze o konieczności rozszerzenia ruchu organizacyjno-stowarzyszeniowego na inne resorty nawiązania kontaktu z zakładami pracy, werbunek nowych członków i tworzenie nowych kół zakładowych.

Niektóre z podanych ministerstw a mianowicie Ministerstwo Górnictwa wydało już okólnik do swych centralnych zarządów prosząc o nawiązanie współpracy z naszym Stowarzyszeniem.

Na wniosek Prezydium Zarządu Głównego zostało zwołane nadzwyczajne Walne Zgromadzenie Oddziału we Wrocławiu na dzień 18. IX. 1954 r. w celu dokonania wyborów nowych władz Zarządu Oddziału, który w ostatnich kilku miesiącach nie przejawiał żadnej działalności. Fakt ten powinien być przestrogą dla tych oddziałów, które nie zawsze jeszcze wykazują odpowiedzialną działalność.

W dniu 21. IX. 54 r. w Krakowie odbyła się narada naukowo-techniczna dla przedstawicieli zakładów podległych Ministerstwu Przemysłu Drobno i Rzemiosła na temat: Oszczędność paliw w odlewnictwie.

Celem Narady było zapoznanie uczestników z prawidłowym przebiegiem procesów technologicznych w urządzeniach odlewniczych oraz podanie wytycznych możliwości zmniejszenia zużycia energii cieplnej przy jednoczesnym zwiększeniu ilości i jakości produkcji.

Przeniesienie wyników Narady przyczyni się do zainicjowania ruchu racjonalizacji w zaniedbanej dotąd dziedzinie gospodarki cieplnej i zmierzającego do obniżenia kosztów własnych, a tym samym do zwiększenia Dochodu Narodowego oraz podniesienia stopy życiowej mas pracujących.

Uczestnicy Narady doceniając znaczenie wprowadzenia racjonalnej gospodarki paliwami w odlewniach dla wydatnego obniżenia kosztów własnych odlewni przyczyniających się do zwiększenia Dochodu Narodowego, a tym samym do realizacji Uchwały II Zjazdu PZPR zmierzających do podniesienia stopy życiowej mas pracujących — w wyniku Narady postanawiają:

1. przeprowadzić w Zakładach Pracy narady zapoznające personel zakładu z przebiegiem obrad i wytycznymi w celu mobilizacji całej załogi do walki o oszczędną gospodarkę paliwami,
2. przeprowadzać stałą analizę na Naradach Produkcyjnych i Ekonomiczno-Partyjnych wyników walki Zakładu o usprawnienie gospodarki cieplnej,
3. rozszerzyć i wykorzystać ruch współzawodnictwa i zobowiązań oraz zainicjować Współzawodnictwo Międzyzakładowe w dziedzinie obniżenia zużycia paliwa, energii elektrycznej sprężonego powietrza, przy zwiększeniu ilości i podniesieniu produkcji przez racjonalną gospodarkę cieplną,
4. zainteresować sprawami racjonalnej gospodarki cieplnej — Kluby Techniki i Racjonalizacji w Zakładach Pracy,
5. przeprowadzać krótkoterminowe kursy dla załogi obsługującej ciepłe urządzenia odlewnicze przywarsztatowe,
6. wystąpić z wnioskiem do Ministerstwa Przemysłu Drobno i Rzemiosła zorganizowania kursów centralnych dla zaawansowanych piecowych i wsadowych. Główną tematyką winno być omówienie racjonalnego prowadzenia biegu żeliwiaka,
7. wysunąć propozycje do Władz Nadzórnych odnośnie opracowania systemu premiowania obsługi

urządzeń ciepłych uwzględniającego osiągnięcia w dziedzinie oszczędności paliwa oraz utworzenia w każdym zakładzie Komórki Pomiarowo-Kontrolnej w zakresie gospodarki ciepłej,

8. wystąpić z wnioskiem powołania Komisji Resortowej celem przeprowadzenia kontroli istniejących żeliwiaków i urządzeń ciepłych. Zadaniem tej komisji będzie zawnioskowanie niezbędnych zmian konstrukcyjnych żeliwiaków i ich urządzeń pomocniczych. Wysunięty wniosek winien być uzgodniony z Instytutem Odlewnictwa,

9. w ramach postępu technicznego przewidzieć pewne sumy na finansowanie modernizacji żeliwiaków i pozostałych urządzeń ciepłych.

Zebrani wyrażają przekonanie, że stała i konsekwentna realizacja podanych wniosków przyczyni się do usprawnienia urządzeń ciepłych i będzie podstawą do wprowadzenia postępu technicznego w dziedzinie gospodarki ciepłej odlewni.

Obszerne sprawozdanie w postaci materiałów konferencyjnych zamieścimy w numerze następnym „Przeglądu Odlewnictwa”.

A. G

Z wydawnictw

KSIĄŻKI NADESŁANE

ROMUALD SIEDLANOWSKI — ZBIÓRKA ZŁOMU W ZAKŁADZIE PRZEMYSŁOWYM, PWG, Warszawa 1954, str. 164, cena zł. 10,80.

W książce ujęto zagadnienie zbiórki, przerobu, przechowywania i wysyłki złomu stali, żeliwa, metali nieżelaznych i ich stopów w zakładzie przemysłowym. Z książki powinni korzystać pracownicy służby zaopatrzenia i personelu produkcyjnego w przemyśle.

MGR INŻ. JERZY LUTOSŁAWSKI — PROCES WYPEŁNIENIA FORMY I KRZEPNIĘCIA METALU, PWT, Warszawa 1954, str. 86, rys. 7, tabl. 12, cena zł. 6.—

W broszurze opisano procesy zachodzące podczas wypełniania formy odlewniczej ciekłym metalem oraz podczas krzepnięcia i stygnięcia metalu. W skrócie podano wyniki dotychczasowych badań i prac naukowych, zmierzających do wykrycia zależności określających przebieg procesów, wskazując możliwości wykorzystania wykrytych zależności. Książka przeznaczona jest dla odlewników, którzy zajmują się technologią formy.

PROF. DR INŻ. TADEUSZ PEŁCZYŃSKI I MGR INŻ. ROMAN SYPNIEWSKI — METALOZNAWSTWO, PWT, Warszawa 1954, str. 207, rys. 120, tabl. 6, cena zł. 9.—

Książka została podzielona na trzy części. W pierwszej podano ogólne wiadomości z zakresu metaloznawstwa a więc omówiono własności fizyczne, mechaniczne i technologiczne metali, przeróbkę plastyczną, korozję metali oraz krystalizację metali i stopów. W drugiej części opisano otrzymywanie i zastosowanie stali i żeliwa, trzecia część natomiast zawiera opis otrzymywania i zastosowania metali i stopów nieżelaznych. Praca przeznaczona jest dla techników wszystkich specjalności, jak również została zatwierdzona przez CUSZ do użytku kl. III i IV wydziału obróbki cieplnej technikum mechanicznych.

CZASOPISMA NADESŁANE KRAJOWE

PRZEGLĄD TECHNICZNY w zeszyt nr 7/54 zamieszczono m. in. następujące artykuły: „X Rocznicą Manifestu Lipcowego”, *Min. inż. M. Lesz* — „Dziesięć lat rozwoju techniki w Polsce Ludowej”, *inż. J. Knothe* — „Uwagi na tle dziesięciolecia rozwoju architektury w Polsce Ludowej”, *inż. P. Orlowski* — „Stan budowy kotłowni wodnorurkowych”, *inż. W. Czerwiński* — „Politechnizacja nauczania i jej wpływ na wyższe studia

techniczne”, *inż. J. Nazarewicz* — „Działalność robotniczo-inżynierskich brygad racjonalizatorskich w świetle sprawozdawczości zarządów głównych stowarzyszeń NOT”, *inż. A. Latour* — „Rola i zadania kół zakładowych SIMP w zakresie rozwoju postępu technicznego” oraz działy: „Nowiny techniczne z prasy zagranicznej”, „Wolna Trybuna”, „Sprawy Organizacyjne NOT i Stowarzyszeń”.

PRZEGLĄD MECHANICZNY zeszyt nr 7/54 zawiera m. in. następujące artykuły: *mgr inż. P. Moroz* — „Przemysł maszynowy w okresie dziesięciolecia PRL”, *dr inż. St. Perycz* — „Uwagi o wpływie stopnia reaktywności na sprawność wielostopniowej osiowej turbiny parowej”, *mgr inż. J. Sobkowiak*, *mgr inż. Wł. Dobrucki* — „Postęp w budowie klatek walcowniczych”, *mgr inż. J. Kaczmarek* — „Przyczyny falistości powierzchni przy toczeniu nożem Kolesowa”, *mgr inż. J. Tabin* — „Defektoskopia ultradźwiękowa”, *mgr inż. T. Żur* — „Zabezpieczenia przeciwwiatrowe dźwignic”, *inż. St. Zaliński* — „Sprawa dwutorowości dla siewników konnych i ciągnikowych”.

PRZEGLĄD MECHANICZNY w zeszyt nr 8/54 zamieszczono m. in. następujące artykuły: *mgr inż. A. Tomaszewski* — „Pomieszczenia laboratoriów pomiarowych długości i kąta w zakładach przemysłowych”, *inż. E. Bryjak* — „Korund śpiakany”, *mgr inż. A. Sosiński* — „Seryjna produkcja aparatury chemicznej w Polsce”, *inż. J. Miracki* — „Możliwości i korzyści wprowadzenia normalizacji do opracowań technologicznych w produkcji”, *inż. H. Weissleder* — „Pompy odśrodkowe do kwasów”, *mgr J. Tabin* — „Defektoskopia ultradźwiękowa”, *mgr inż. J. Sobkowiak* i *mgr inż. Wł. Dobrucki* — „Postęp w budowie klatek walcowniczych” (dokończenie), oraz działy: „Przegląd prasy technicznej”, „Wiadomości SIMP”.

MECHANIK zeszyt nr 7/54 przynosi m. in. następujące artykuły: „10 lat Niepodległości — 10 lat wielkiego rozwoju przemysłu, 10 lat Polski Ludowej”, *inż. A. Tomaszewski* — „Wyposażenie laboratoriów pomiarowych długości i kąta w środki miernicze”, *inż. J. Kaczmarek* — „Dobór warunków skrawania przy toczeniu dużymi posuwami nożem typu Kolesowa”, *inż. T. Pietrzkiewicz* — „Uwagi o obróbce powierzchni płaskich”, *inż. K. Bardadın* — „Uchwyty samocentrujące trójszczekowe zaciskane ręcznie”, *inż. J. Luboiński* i *inż. W. Szczepiński* — „Płyty tnące wykrojników ze stopu cynowego”, *J. N.* — „Przyrząd pomocniczy służący jako rozpórka dla cyrkla do trasowania”, *techn. L. Amanowicz* — „Wywijanie i rozwijanie kołnierzy”,

J. N. — „Imadło do automatycznego zaciskania przedmiotów przy frezowaniu“, inż. St. Żurowski — „Wytrzymałościowe próby odbiorcze sprężyn śrubowych oraz drutu na nie“, inż. C. Böhme — „Możliwości wykorzystania pyłu szlifierskiego“, inż. B. Kiepuszewski — „Obróbka ślimaków“, M. Ch. — „Wykorzystanie elektromagnesów w urządzeniach przenośnikowych“, J. N. — „Głowica nożowa do nacinania zębatek w szczękach samocentrujących trójszczekowych uchwytów tokarskich“, J. N. „Przyrząd do wyginania klamer“, inż. K. Janas — „Wózki akumulatorowe do transportu krążków drutu“.

WIADOMOŚCI HUTNICZE w zeszycie nr 7—8/54 zamieszczono m. in. następujące artykuły: mgr inż. T. Szefer — „Rozwój kopalnictwa rudy żelaza w Polsce Ludowej“, mgr inż. A. Machalica, mgr inż. W. Szymborski — „Osiągnięcie przemysłu materiałów ogniotrwałych“, dr inż. Z. Wusatowski — „Zasady walcowania ciągłego“, mgr inż. K. Janas — „Chromowanie powierzchni walców roboczych do walcowania na zimno“, mgr inż. K. Kurski — „Gazy w metalach nieżelaznych i metody ich usuwania“, mgr inż. W. Nowakowski — „Możliwości wyzyskania odpadów w hutach żelaza do produkcji przedmiotów użytkowych“, mgr inż. Fr. Byrtus — „Baza węglowa Polski jako podstawa rozwoju przemysłu hutniczego“, mgr inż. F. Polek — „Organizacja produkcji a koszty własne na walcowni“, mgr J. Mikołajtis — „O potrzebie przygotowania kadr górników rud żelaza“, — „Rewolucyjne tradycje naszych hutników“, W. dziale „Higiena i bezpieczeństwo pracy“ zamieszczono prace: St. Albrycht — Walka z wysoką temperaturą otoczenia w wydzielach walcowni“, mgr inż. K. Tarach — „Gabinet ochrony pracy“ a w dziale „Młodego Hutnika“: mgr K. Doniec — „Otrzymywanie cynku sposobem hutniczym“, „Magnesy trwałe z substancji niemetalicznych“, Z. Piśkun — Propaganda produkcyjna w zakładach hutniczych“.

PRZEGLĄD SPAWALNICTWA zeszyt nr 8/54 przynosi m. in. następujące artykuły: mgr inż. B. Szupp — „Słowo wstępne“ (wygłoszone na otwarciu II Narady Spawalniczej w Gliwicach), — „Elektrody i inne materiały spawalnicze“ (Sprawozdanie z narady), prof. mgr inż. J. Pilarczyk — „Kierunki rozwojowe produkcji materiałów dodatkowych dla potrzeb spawalnictwa“, mgr inż. J. Pilch — „Elektrody zasadowe“, inż. J. Węgrzyn — „Nowe gatunki elektrod opracowanych w Instytucie Spawalnictwa“, inż. E. Chuchro — „Proszki i druty do automatycznego spawania łukiem krytym“, inż. St. Bryś — „Elektrody, druty i topniki do spawania metali nieżelaznych“, mgr inż. J. Węgrzyn — „Elektrody głębokowtapiające“.

CZASOPISMA NADESŁANE ZAGRANICZNE

LITIEJNOJE PROIZWODSTWO w zeszycie nr 3/54 zamieszczono m. in. następujące artykuły: E. M. Baturin — „Szybkościowe składanie form“, B. G. Iwanow — „Sposoby usuwania wad odlewniczych“, A. N. Antonow — „Odlewanie bębnow żeliwnych w formach półtrwałych“, N. M. Tunkiewicz — „Wpływ technologii odlewania na wytrzymałość odlewów staliwnych“, I. P. Pietrow — „Urządzenie do podgrzewania dmuchu żeliwiakowego“, A. W. Ponikarow — „Ochrona przewodów dmuchowych od przedostania się do nich gazów wybuchowych“, M. S. Morozowski — „Mechanizacja oddziały zalewania form bezskrzynkowych“, I. F. Bolszakow i T. M. Smirnow — „Przyrządy do określania skurczu i puchnięcia odlewów“, D. P. Iwanow — „O charakterze grafitu płatkowego“, P. P. Biernig i W. N. Sawiejko — Skurcz liniowy odlewów staliwnych“, K. P. Bunin i T. M. Szpak — „O grafityzacji czystych stopów Fe-C“, P. A. Arikow — „Otrzymanie czystych powierzchni poziomych na odlewach staliwnych“, F. I. Sbrodow — „Powłoka aluminiowa dla podpórek“, S. W. Sokolow — „Masa rdzeniowa z opilek drzewnych“, N. M. Warfolomejew i D. M. Goldenberg — „Uproszczony sposób obliczania wsadu“, A. N. Popow — „Bieżąca naprawa żeliwiaka materiałami obojętnymi“, N. M. Gałkin i Z. F. Iwanow — „Maszyna do cięcia

drutu na szkielety rdzeniowe“, G. P. Piedan — „Zastosowanie koksu pakowego przy odlewaniu pierścieni tłokowych żeliwem z żeliwiaka“, W. E. Szytkow — „Formowanie z dzielonym rdzeniem“, M. M. Turbowski i inni — „Kadź czajnikowa z syfonową rurką z masy grafitowej“.

LITIEJNOJE PROIZWODSTWO zeszyt nr 4/54 obejmuje m. in. następujące artykuły: A. I. Korotkow — „Technologia odlewania do dzielonych form skorupowych“, W. S. Katabuszkin — „Podatna kokila do odlewania próbek wytrzymałościowych“, M. I. Triechow — „Drogi oszczędności energii elektrycznej w odlewnictwie“, L. I. Lewi — „O zimnych kroplach w odlewach żeliwnych“, I. Z. Rychlecki i W. M. Szesztopa — „Typowe odlewnie żeliwa“, S. B. Lachowski — „Zagadnienia teorii procesu roboczego głowicy w piaskownicy“, W. A. Kalinin i B. I. Bazłow — „Mechanizacja w oddziale odlewania naczyń żeliwnych“, B. W. Stark i N. K. Niekrasow — „Wpływ modyfikacji żeliwa 75% Fe-Si na jego grafityzację“, P. N. Bidula — „Odlewy ze stali grafityzowanej“, W. A. Zacharow — „Modyfikacja magnezem utlenionego uprzednio żeliwa szarego“, G. M. Jakimowicz — „Własności brązu odlewniczego LMca 57-3-1“, A. D. Uszakow i A. I. Nisniewicz — „Siarka w żeliwie sferoidalnym“, N. K. Ipatow — „Zgar siarki w staliwie z gruszk Tropenasa“, K. W. Gornobitow i inni — „Odlewanie tłoków traktorowych“, L. S. Kartaszow — „Otrzymywanie w piecach elektrycznych stopów cynkowych“, M. M. Rutman — „Wytapianie stali chromoniklowej w kwasnym piecu elektrycznym“, W. W. Krymow i A. W. Machowa — „Wytapianie stopów magnezowych w tyglach stalowych“, L. M. Kozłow — „Odlewanie rolek dla wielokrążków“, I. D. Rybasienko i M. N. Witkowski — „Wytrzymałość żeliwa w różnych przekrojach odlewu“, W. M. Wiszniew — „Formowanie bezmodelowe“, J. P. Gierczuk — „O metodyce normowania metalu w odlewnictwie“.

LITIEJNOJE PROIZWODSTWO zeszyt nr 5/54 przynosi m. in. następujące artykuły: L. M. Czerkasow i inni — „Nadlewy z wewnętrznych ciśnień gazów dla odlewów aluminiowych“, W. P. Pawłow — „Otrzymywanie żeliwa wysokojakościowego za pomocą modyfikowania stopem magnezu z Fe-Si“, W. N. Sieriedienko — „Odlewanie pierścieni tłokowych dla parowozów“, M. M. Turbowski — „Zastosowanie kamienia wapiennego z pokładu Tas-kazgańskiego w celu zmniejszenia zawartości siarki w żeliwie“, I. P. Jegorienkow — „Podstawowe zadania rozwojowe w produkcji modeli“, N. P. Aksjonow — „Rozwój mechanizacji procesów pracochłonnych w odlewnictwie“, A. A. Slepniev — „Racjonalne planowanie w małej odlewni“, A. M. Lass i inni — „Przyrząd do badania materiałów formierskich przy wysokich temperaturach“, F. I. Kotik — „Przyrząd do określania wytrzymałości na sucho mas formierskich i rdzeniowych“, N. S. Kreszczanowski i inni — „Wpływ boru na własności staliwa austenitycznego chromoniklowego typu Ch15N25“, W. I. Łakomski i W. I. Jawojski — „Rozpuszczalność wodoru w ciekłym żeliwie z żeliwiaka“, D. P. Łowcow — „Wydzielenia gazów rozpuszczonych w metalu“, K. K. Asiejew — „Odlewanie tłoków żeliwnych“, W. P. Rajewski — „Odlewanie tłoków, cylindrów i tulei bez stosowania nadlewów“, M. J. Goldsztejn i M. L. Rabinowicz — „Zastosowanie aglomerowanej otoczki żeliwnej w żeliwiaku“, L. O. Sokolowski — Czernidło z talku“, P. P. Barinow — „Formowanie bezskrzynkowe“, A. N. Popow — „Zastosowanie spoiwa „KT“ przy produkcji naczyń żeliwnych“, N. N. Ińszakow i inni — „Odtlenianie stali stopem magnezowym“, B. F. Fuks-gauzen — „Masa gliniano-drzewna do zabijania otworu spustowego w żeliwiaku“, J. W. Wielczenko — „Oszczędność drewna przy rozpalaniu żeliwiaków i podsuszaniu kadzi“, G. S. Hofman — „Odlewanie kół staliwnych w formach metalowych“, A. W. Koczetkow i A. A. Aleksandrow — „Zastosowanie rdzeni metalowych“.

SLÉVÁRENSTVÍ zeszyt nr 7/54 obejmuje m. in. następujące artykuły: V. Zednik — „Magnetyczne własności staliwa“, V. Broz — „Formowanie wlewnic stalowniczych“, J. Grguric — „Usprawnienie procesu wykonywania modeli“, B. Bieber, Z. Vecera — „Oznaczenie większych zawartości aluminium w żeliwie bez użycia katody rtęciowej“ a dział „Z odlewni“ prace: A. Kubacký — „Doświadczenia w dziedzinie zastosowania masy bentonitowo-dekstrynowej w odlewniach staliwa“.

HUTNICKÉ LISTY w zeszycie nr 7/54 znajdujemy m. in. następujące artykuły: M. Sicha — „Wpływ dodatkowych pierwiastków i gazów na jakość wyrobów stalowych“, J. Dobry — „Nowa metoda dla określenia odporności materiałów zasadowych na działanie nagłych zmian temperatury“, M. Spálenka — „Przyczyny do polarograficznego oznaczania chromu“, J. Teindl — „Ochrona atmosfery przy wyżarzaniu cienkich blach stalowych“, R. Bártha, N. Bartuska — „Mikroskopia szamotu hutniczego“, J. Vacek — „Przeróbka plastyczna i wyżarzanie molibdenu“.

ÖNTÖDE w zeszycie nr 6/54 znajdujemy m. in. następujące artykuły: T. Budinszky i J. Gerédi — „Krajowe i zagraniczne doświadczenia w dziedzinie odśrodkowego odlewania tulei cylindrycznych“, „Dyskusja na temat art. Ob. Ob. T. Budinszky'ego oraz J. Gerédi'ego“, A. Tóth — „Technologia produkcji stali kwasyńskich“, — „Dyskusja na temat artykułu A. Tóth'a“, F. Szandtner — „Sposób obliczania wykorzystania przestrzeni formierskiej (formiarni) w odlewni“.

ÖNTÖDE w zeszycie nr 7/54 zamieszczono m. in. następujące artykuły: M. Király — „Zagadnienia energii i materiałów przy żeliwiaku“, F. Szandtner — „Sposób obliczania wykorzystania przestrzeni formierskiej (formiarni) w odlewni“, G. Dobos — „Zagadnienie kurzu w odlewni“ oraz dział „Przegląd literatury krajowej i zagranicznej“.

METALLURGIE UND GIESSEREITECHNIK w zeszycie nr 6/54 zamieszczono m. in. następujące artykuły: F. Naumann — „Wkład inteligencji technicznej w walce o zmniejszenie ilości braków“, S. Kronmarck — „Wady powierzchni wlewków i ich przyczyny“, R. Baake i inni — „Problem zmniejszenia ilości azotu w stali z konwertora Thomasa“, R. Grochalski — „Dzisiejszy stan formowania skorupowego w NRD“, H. Poetter — „Rozwój i stan świeżenia i żarzenia w atmosferach gazowych“, S. W. Kurdiumow i inni — „Stan krysztalów martenzytu hartowanych niskowęglowych stali“, F. Schlegel — „Żużel wielkopiecowy — ważny surowiec“.

METALLURGIE UND GIESSEREITECHNIK w zeszycie nr 7/54 znajdujemy m. in. następujące artykuły: „W imieniu nauki“, W. Lindenlaub — „10 lat Polski Ludowej“, Z. i R. Wusatowscy — „Możliwości matematycznego ujęcia procesu płynięcia przy regularnych profilach walców“, Z. Wusatowski — „Zasady kalibrowania walcarek ciągłych“, J. Zięba — „Próby obniżenia zasadowości żużla w piecach martenowskich“, J. Kamecki — „Termodynamika i struktura żużli“, S. Pelczarski — „Zwalczanie braków w polskich odlew-

niach“, L. Andrejew — „Hartowanie powierzchni walców żeliwnych“, J. Czarny — „Określenie przybliżonych sił i pracy przy kuciu swobodnym odkuwek“, J. Górecki — „Powstawanie rys na szynach kolejowych“.

JOURNAL OF THE IRON AND STEEL INSTITUTE zeszyt nr 8/54 zawiera m. in. następujące artykuły: R. B. Sims — „Wykres zależności granicy plastyczności od odkształcenia oraz wartości średniej granicy plastyczności niektórych pospolicie walcowanych materiałów“, B. Cina — „Wpływ obróbki plastycznej na zmniejszenie na przejście z fazy gamma do fazy alfa w niektórych stopach Fe-Ni-Cr“, E. W. Voice, E. B. Bell, P. K. Gledhill — „Określenie przepływu gazów w dużych przewodach za pomocą radioaktywności“, P. J. Sarjant, M. R. Slack — „Rozmieszczenie temperatur wewnątrz wlewków stalowych w czasie chłodzenia i nagrzewania“, W. S. Owen — „Podstawowe procesy zachodzące przy odpuszczaniu zwykłej stali węglistej i stali niskostopowych“.

GIESSEREI w zeszycie nr 13/54 zamieszczono m. in. następujące artykuły: P. Nicolas — „Zachowanie się masy formierskiej w wysokich temperaturach“, K. Roesch — „Wpływ różnych składników na grafityzację“, T. Geilenkirchen — „Referaty z Międzynarodowego Kongresu Odlewniczego w Paryżu w 1953 r.“, a w dziale „Przegląd pism technicznych“ pracę: „Suwak rachunkowy do obliczania procentów atomowych i wagowych“. Dział „Z praktyki odlewniczej“ zawiera pracę: „Doświadczenia z piecami szybowymi“, a dział „Pytania i odpowiedzi“ omawia zagadnienia: „Pękanie dzwonów“, „Wady powierzchni odlewu“, — „Jak wpływa mały dodatek tytanu na żaroodporność żeliwa“, „Zużycie gazu przy topieniu metali ciężkich w tyglach“, „Żeliwne ruszta“, „Wady odlewów kurków“, „Nawęglanie w żeliwiaku“.

GIESSEREI zeszyt nr 14/54 obejmuje m. in. następujące artykuły: E. Piwowarsky — „Staliwo manganowe“, dział „Przegląd pism“ — „Nowy sposób precyzyjnego odlewania“, „Kącik mistrza“ — „Odlewanie odśrodkowe metali nieżelaznych“, „Pytania i odpowiedzi“ — „Oddzielacz iskier przy żeliwiakach“, „Nawęglanie w żeliwiaku“, „Suszenie piasków formierskich“, a w dziale „Nowości“ — „Maszyna do formowania skorupowego“.

GIESSEREI zeszyt nr 15/54 zawiera m. in. następujące artykuły: H. Stein — „Ochładzanie odlewów stalowych w formach piaskowych przy użyciu ochładzalników zewnętrznych“, Dział „Przegląd Pism“ zawiera pracę: „Formowanie skorupowe w Anglii i Ameryce“, „Odlewanie dużych narzędzi ze stopów cynku“, „Określenie wielkości ziarn piasków formierskich“, „Hartowanie powierzchniowe żeliwa“, „Określanie stopnia korozji na drodze elektrycznej“, a Dział „Kącik mistrza“ przynosi pracę: „Badania modeli“, „Sezonowanie łóż obrabiarek za pomocą drgań“. „Pytania i odpowiedzi“ zawierają artykuły: „Wpływ dodatku tytanu na odporność żeliwa na działanie wysokich temperatur“, „Odlewy dla żelazek elektrycznych“, „Sezonowanie naturalne, czy sztuczne“, „Tłumienie hałasu w odlewni“, „Ogrzewany zbiornik żeliwiaka“, „Własności pyłu węglowego“, „Pyłowy palnik do cięcia metali“.



Wydawca: Wydawnictwo Górniczo-Hutnicze — Stalinogród, Stawowa 19.

Kolegium redakcyjne: mgr inż. Stanisław Buzek, prof. dr inż. Mikołaj Czyżewski, mgr inż. Edmund Janicki, zast. prof. inż. Platon Januszewicz, prof. inż. Gabriel Kniagin, mgr inż. Jerzy Lutosławski, zast. prof. inż. Stanisław Pelczarski, mgr inż. Jur Piszak, mgr inż. Jerzy Wójcik.

Redaktor Naczelny: zast. prof. inż. Czesław Kalata

Sekretarz Redakcji: Jadwiga Gierdziejewska

K O M U N I K A T

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

W związku z powyższym zawiadamiamy, że zamówienia na prenumeratę dzienników i czasopism na rok 1955 dla potrzeb urzędów, instytucji i przedsiębiorstw społecznych, będą realizowane jedynie na warunkach pełnych przedpłat.

Przy składaniu zamówień ustala się następujące zasady:

Wszystkie zamówienia i przedpłaty na rok 1955 należy kierować do urzędów pocztowych, w nieprzekraczalnym terminie do dnia 10 grudnia 1954.

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 jak do dnia 1 listopada 1954 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.

PPK „Ruch” po sprawdzeniu zamówienia, potwierdzi na kopii do dnia 20 listopada 1954 r. przyjęcie prenumeraty do realizacji, podając ostateczną sumę należności, którą należy uregulować do dnia 10 grudnia 1954 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 10 grudnia br.

W związku z powyższym należy uwzględnić w preliminarzu budżetowym na IV kwartał 1954 r., odpowiednie sumy potrzebne do opłacenia prenumeraty czasopism na rok 1955.

Ponadto wyjaśniamy co następuje:

a) Zakłady pracy zgodnie z treścią pisma okólnego PKPG nr 5 z 12.7.49 znak: TE8-5 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-13763/110, przy czym na przelewie podać wyżej wymienione dane.

c) Zbiorową prenumeratę ulgową na 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 adresów. Komórki wymienione w punkcie c, wpłacając prenumeratę na konto PKO III-13763/10 przysyłając równocześnie zestawienie prenumeratorów pod adresem: Woj. Oddział PPK „Ruch”, Dział Techniki i Rozliczeń, Stalinogród, ul. 3 Maja 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.

c) Zamówienia dokonane bez równoczesnej przedpłaty nie będą przez PPK „Ruch” uwzględnione. Terminy zamówień są następujące: na prenumeratę półroczną, roczną i I kwartał 1955 do dnia 10. XII. 1954 r., na prenumeratę II kwartału do dnia 10. III. 1954 r., na prenumeratę III kwartału do dnia 10. VI. 1955 r., na prenumeratę IV kwartału do dnia 10. IX. 1955 r.

e) Wysokość prenumeraty czasopism wydawanych przez WGH jest następująca:

Lp.	Czasopismo	O p ł a t a n o r m a l n a			O p ł a t a u l g o w a		
		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	9.—
		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 Węglami	36	18	9.—	—	—	—

WYDAWNICTWO GÓRNICZO-HUTNICZE

- ANDREJEW L. i PIEKUTOWSKI Z.: Oczyszczalnia gazu wielkopiecowego i jej obsługa 1953, s. 108, zł 7.—
- ANDREJEW L. i SOBCZYK Z.: Obsługa przepychowych pieców walcowniczych. 1953, s. 100, zł 6,70
- BOŁCHOWITINOW N. F.: Metaloznawstwo i obróbka cieplna. Tłum. z ros. C. Niementowski 1953, s. 310, zł 29.—
- CHODKOWSKI S.: Metalurgia żelaza w zarysie. 1953, s. 359, zł 35,50
- CIAS W.: Jakość stali obrabianej cieplnie. 1953, s. 76, zł 5.—
- DURRER R.: Przeróbka hutnicza rud żelaza oprócz przeróbki w wielkim piecu na koksie. Tłum. z niem. M. Grabania i F. Zieliński 1953, s. 148, zł 10,50
- MAZANEK T.: Murowanie i naprawa pieców martenowskich. 1953, s. 95, zł 7.—
- STANKIEWICZ M.: Wytapianie stali w elektrycznych piecach łukowych. 1953, s. 103, zł 7.—

NOWOŚCI WYDAWNICZE

- BIELAJEW A. J.: Metalurgia lekkich metali. Tłum. z ros. Niewiadomski C. 1954, s. 312, zł 31.—
- CEJDLER A. A.: Metalurgia miedzi i niklu. Tłum. z ros. Niewiadomski C. 1954, s. 291, zł 29.—
- GIERDZIEJEWSKI K.: Zarys dziejów odlewnictwa polskiego. 1954, s. 276, zł 25,50
- GRYKSZTAS W.: Hutnicy Kraju Rad. 1954, s. 103, zł 6.—
- MAZANEK E.: Bezpieczeństwo pracy przy wielkich piecach. 1954, s. 87, zł 4.—
- MAZANEK E.: Metalurgia surówki. Tom I Konstrukcja wielkiego pieca i urządzenia pomocnicze, 1954, s. 318, zł 33.—
- PAWŁOWSKI S. i SZYMBORSKI W.: Ceramiczne tworzywa izolacji cieplnej. 1954, s. 204, zł 16.—
- Piece grzewcze walcownicze i kuźnicze. Tom I. Praca zbiorowa pod red. Wusatowskiego Z. 1954, s. 262, zł 28,50
- RYSZKA E.: Mierzenie temperatur w urządzeniach hutniczych. 1954, s. 92, zł 6,20
- RADWAN M.: Wielkopiecownictwo w Zagłębiu Śląskopolskim w połowie XIX wieku. 1954, s. 84, zł 9,60
- SALUKWADZE W. S.: Automatyczne spawanie pod topnikiem zbiorników i przewodów rurowych. Tłum. Potok M. 1954, s. 118, zł 9.—

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWA TECHNICZNE

NOWOŚCI WYDAWNICZE

- ALEKSANDROWICZ F.: Wskazówki dla początkującego laboranta. Biblioteka Laboranta. s. 40, zł 1,50.
- BROMLEJ M. F., KUCZERUK W. W.: Techniczne badania i sprawdzanie sprawności urządzeń wentylacyjnych w zakładach przemysłowych. s. 211, zł 15.—
- ELBAUM J., REICHER J.: Elektryczne aparaty rozruchowe i regulacyjne. Montaż — obsługa — naprawa. s. 215, zł 12.—
- GRABIEC A., MARKIEWICZ E.: Metalizacja natrikowa. s. 197, zł 14.—
- HELBRECHT J.: Przeładunek statków handlowych. Biblioteka Ochrony Pracy. s. 98, zł 6,30.
- KACPRZAK J.: Lakier i emalie nitrocelulozowe. s. 164, zł 10.—
- KNOFF M.: Metody badań farb rdzochronnych. s. 122, zł 8.—
- LEWICKI T.: Części maszyn w zarysie. Wyd. 3 zmienione. s. 127, zł 10,50.
- LUTOSŁAWSKI J.: Wady odlewów stalowych. s. 236, zł 24.— (w sprawie).
- MUSIL L.: Ogólne zasady projektowania elektrowni parowych. Tłum. z niem. J. Dąbrowski, C. Dąbrowski. s. 419, zł 42.— (w sprawie).
- PIOTROWSKI P.: Najprostsze roboty tokarskie w kłach. s. 88, zł 4.—
- SOKOŁOWSKI A. P.: Kurs technologii budowy maszyn. Część II. Technologia obróbki części maszynowych. Tłum. z ros. W. Wasiljew. s. 438, zł 28.—
- STAUB F.: Zastosowanie mikroskopu do badania stali i żeliwa. Wyd. 2. Biblioteka Racjonalizatora. s. 105, zł 2,50.
- SZNEE J. I.: Teoria turbin gazowych. Tłum. z niem. L. Niemand. s. 367, zł 35.— (w sprawie).
- ŻMIHORSKI E.: Chromowanie techniczne i budowa chromowni. s. 287, zł 12.— (w sprawie).

Do nabycia w Księgarniach Technicznych „Domu Książki” i u kolporterów zakładowych

