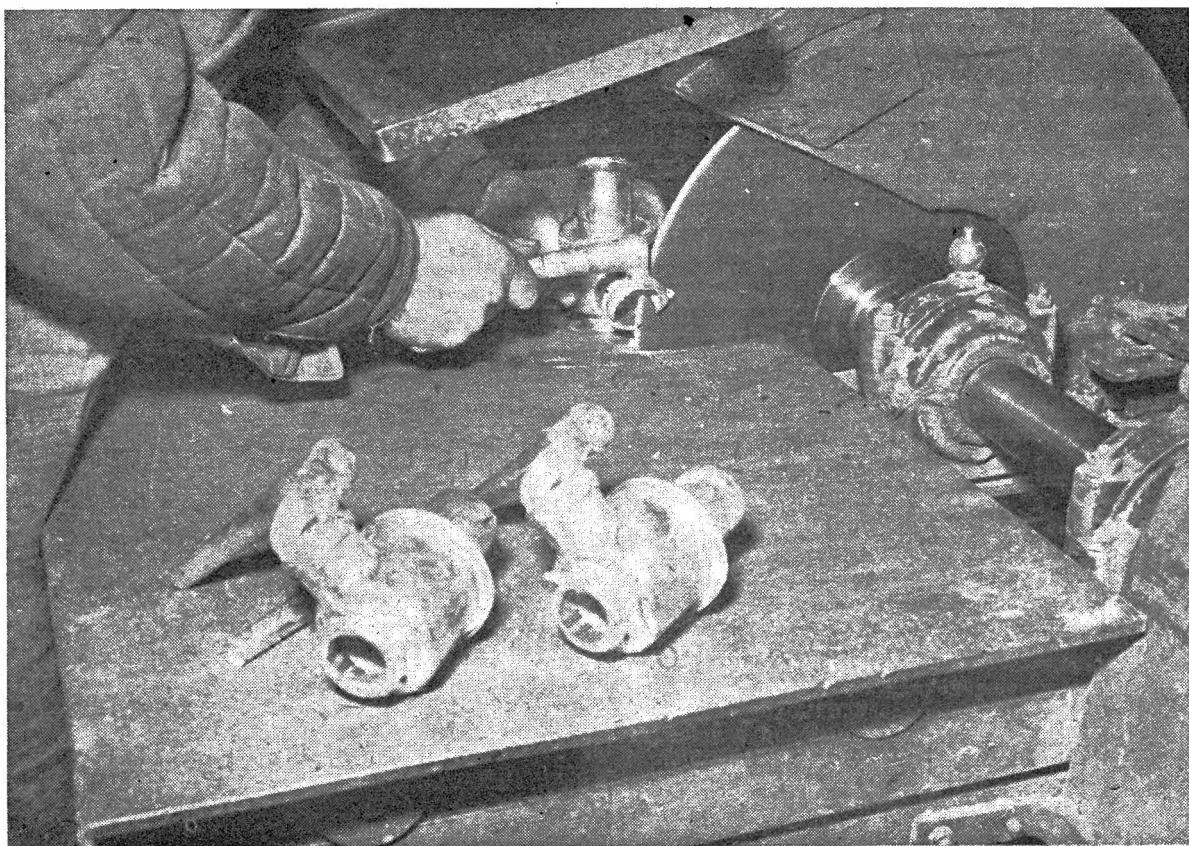


A 1629 II

PRZEGLĄD ODLEWNICTWA

MIESIĘCZNIK NAUKOWO-TECHNICZNY



Obcinanie układu wlewowego przy odlewie ciśnieniowym korpusu syfonu
(armatura wodociągowa)

Nr 7-8

LIPIEC-SIERPIEŃ 1955

ORGAN STOWARZYSZENIA NAUKOWO-
TECHNICZNEGO ODLEWNIKÓW POLSKICH

WYDAWCA: PAŃSTWOWE WYDAWNICTWA TECHNICZNE

T R E Ś Ć Nr 7-8

	Str.
Dziesięć lat odrodzonego odlewnictwa polskiego	J. L. 193
Nowoczesne technologie topienia żeliwa ze szczególnym uwzględnieniem wytopów w żeliwiaku z wodnym chłodzeniem wykładziny	Prof. dr Mikołaj Czyżewski
Wybór najekonomiczniejszego kształtu nadlewu zwykłego w zależności od rodzaju odlewu stalowego oraz obliczenie wielkości nadlewu	mgr inż. Czesław Podrzucki 195
Nowe kierunki i osiągnięcia w produkcji żeliwa ciągłego	mgr inż. Zdzisław Wittek 202
	Prof. inż. Gabriel Kniagin
Nowe osiągnięcia w zakresie oszczędzania metali deficytowych	Mgr inż. Jerzy Piaskowski 209
	mgr inż. Jan Rączka
	Mgr inż. Zbigniew Górny,
	mgr inż. Kazimierz Korecki,
	mgr inż. Zbigniew Lech
	mgr inż. Krzysztof Rutkowski 219
	Mgr inż. Zdzisław Samsonowicz 228
	Mgr inż. S. Kobyliński 232
	Opracował i tłumaczył:
	Z. G. i O. W. 235
	J. R. 239
	J. R. i H. S. 240
	J. R-ka 242
	J. P. 243
	J. P. 245
	T. W. 246
	Z. G. 248
	250
Własności technologiczne form skorupowych	
Odlewnicze normy resortowe	
PRZEGLĄD PISM TECHNICZNYCH	
Osobliwości krzepnięcia odlewu odśrodkowego	
O piecach do wyżarzania żeliwa ciągłego	
Hartowanie z przemianą izotermiczną żeliwa z grafitem sferoidalnym	
Odlewane wały korbowe	
Przyczyna i zwalczanie perlitycznej obwódki w czarnym żeliwie ciągłym	
O tworzeniu powłoki tlenków na powierzchni ciekłego żeliwa	
Odtlenianie przy pomocy miedzi fosforowej	
Nowe odlewnicze stopy miedzi	
WIADOMOŚCI STOWARZYSZENIA NAUKOWO-TECHNICZNEGO ODLEWNIKÓW POLSKICH	
KRONIKA	
Wiadomości z Biura Dostaw Odlewnictwa Nr 7	H. P. 252
Z WYDAWNICTW	254
BIULETYN INFORMACYJNY INSTYTUTU ODLEWNICTWA	13—16
PRZEGLĄD DOKUMENTACYJNY ODLEWNICTWA	13—16
NORMY RESORTOWE ODLEWNICZE (2 luźne wkładki)	

СОДЕРЖАНИЕ № 7/8

Десять Лет Возрожденной Польской Литейной Промышленности

Современная технология выплавки чугуна, а в частном плавка в вагранке с водяным охлаждением футеровки

Выбор наиболее экономичной формы простой прибыли в зависимости от вида отливки и расчет её величины

Новые направления и достижения в производстве ковкого чугуна

Новые достижения в экономии дефицитных металлов

Технологические качества оболочковых форм

Литейные ведомственные стандарты

Обзор технической печати

Хроника

Новые издательства

Информационный Бюллетень Литейного Института

Обзор документации литейного производства

Ведомственные стандарты (приложение)

CONTENTS of Nr 7/8

First Decade of Poland's Reconstructed Foundry Industry

Modern Technology of Cast Iron Melting with Special Reference to the Melting in a Cupola with Water Cooled Lining

Selection of Most Economical Form and Calculation of Dimensions of Open Risers for Various Types of Steel Castings

New Trends and Achievements in Malleable Cast Iron Production

New Results Achieved in Sparing Shortcoming Metals

Technological Properties of Shell Moulds

Departmental Foundry Standards

Review of Technical Literature

Chronicle

New-Publications

Information Bulletin of the Foundry Research Institute

Review of Technical and Scientific Documentation Pertaining to Foundry Trade

Departmental Foundry Standards (Leaflet)

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

Adres Administracji: Państwowe Wydawnictwa Techniczne, Warszawa, ul. Mazowiecka 2/4

Kolportaż: PPK „Ruch“, Stalinogród, ul. 3 Maja 16, tel. 375-53

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

Konto PKO—Warszawa, 1-6-100020. Centrala Kolportażu Prasy i Wydawnictw „Ruch“.

Cena zeszytu pojedynczego zł 6.—

Format A4, ark. druk. 9. Nakład 2400. Papier druk. sat. 60 gr. kl. V. 61×86 cm. Zam. nr 1108

M-6-5371

Krakowska Drukarnia Prasowa, Kraków, Wielopole 1.

Druk ukończono 27.VII.1955 r.

PRZEGŁĄD ODLEWNICTWA

MIESIĘCZNIK NAUKOWO - TECHNICZNY

ROK V

LIPIEC - SIERPIEŃ 1955

NR 7-8

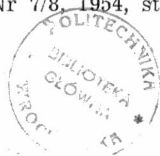
Dziesięć lat odrodzonego odlewnictwa polskiego

W roku ubiegłym w związku z dziesięcioleciem Polski Ludowej przedstawiliśmy Czytelnikom „Przeglądu Odlewnictwa” wyniki pracy naszego odlewnictwa¹⁾. Obecnie w ostatnim roku Planu Sześcioletniego, kiedy minął właśnie dziesiąty rok odrodzonego przemysłu, wypada dorzucić kilka uwag o tym, czego zdołaliśmy dokonać w ciągu ostatnich dwunastu miesięcy, a także o tym, gdzie skoncentrować należy nasze wysiłki w najbliższym okresie.

Rok ostatni minął pod znakiem uruchamiania nowych obiektów odlewniczych, a także mechanizacji pewnych odcinków w starych odlewniach. Tak na przykład ruszyła całkowicie zmechanizowana odlewnia żeliwa szarego i ciągliwego Fabryki Maszyn Żniwnych w Starołęce pod Poznaniem. Piękny ten, nawskroś nowoczesny zakład wybudowany został według projektu radzieckiego, przy czym przeważająca część wyposażenia odlewni dostarczona została przez przemysł ZSRR. Uruchomiono (na razie częściowo) nową zmechanizowaną odlewnię staliwa Huty Małapanów w Ożimku. Zasadnicze elementy bardzo ciekawie rozwiązanej mechanizacji formierni wraz z przeróbką masy oraz przelotowe piece do wyżarzania odlewów pochodzą z Niemieckiej Republiki Demokratycznej. Rozpoczęto produkcję staliwa w budowanych całkowicie siłami krajowymi odlewniach Poznańskich i Myszkowskich Zakładów Metalurgicznych. Nie możemy oczywiście wymienić wszystkich nowych obiektów tym bardziej, że uruchomienie ich odbywa się stopniowo i nieraz trudno jest uchwycić właściwy moment tego uruchomienia. Należy jednak koniecznie wspomnieć o jeszcze jednym zakładzie, który w omawianym okresie uzyskał zmechanizowany przy pomocy przenośnika odlewniczego odcinek formowania. Chodzi tu o odlewnię grzejników C.O. w Wołowie. Wszystkie urządzenia tego odcinka zostały zaprojektowane, dobrane lub wykonane i zmontowane siłami zakładu. Należy przy tym dodać, że odlewnia w Wołowie nie wyróżniała się ani licznym personelem technicznym ani obszernymi warsztatami mechanicznymi. Obiektywne warunki przeprowadzenia kompleksowej mechanizacji we własnym zakresie były więc tam znacznie poniżej przeciętnych. Mimo to zdrowa inicjatywa, pracowitość, wytrwałość i zdolności aktywnego technicznego zakładu zdołały przezwyciężyć liczne trudności i zamierzenie zmechanizowania odlewni pomyślnie zrealizować w rekordowo krótkim czasie.

Pełne wykorzystanie uruchamianych zmechanizowanych odlewni ulega jednak opóźnieniom m. in. z powodu tego, że opracowanie technologiczne

¹⁾ „Przegląd Odlewnictwa”, Nr 7/8, 1954, str. 190—196



i oprzyrządowanie produkcji odlewów dla nowych obiektów z reguły rozpoczynane jest zbyt późno i wciąż nie nadąża za inwestycjami. Szybko osiągnięte dobre wyniki mechanizacji formiarni grzejników w Wołowie zawdzięczać należy między innymi również rozumnym założeniom projektantów, którzy rozwiązanie swe oparli na istniejącej technologii i istniejącym oprzyrządowaniu. Nie zawsze, oczywiście jest to możliwe, ale z tych doświadczeń wyciągnąć należy wniosek, aby projektowanie technologii i wykonanie oprzyrządowania rozpoczynać zawczasu, i prowadzić równolegle z projektowaniem i budową samej odlewni.

Dzięki wydaniu opracowanej przez Instytut Odlewnictwa i zatwierdzonej przez Ministerstwo Przemysłu Maszynowego instrukcji o projektowaniu procesów technologicznych w odlewniach oraz książki o tym przedmiocie, napisanej przez prof. M. Skarbińskiego sprawa opracowań technologicznych w odlewniach została znacznie posunięta naprzód. Zorganizowany w początku r. 1955 przez Oddział Warszawski Stowarzyszenia Naukowo-Technicznego Odlewników Polskich kurs dla pracowników biur technologicznych pozwolił przeszkolić blisko 100 osób i również przyczynił się do poprawy jakości dokumentacji technologicznej oraz rozszerzenia jej stosowania. Podobnie zanotować możemy poważne korzyści osiągnięte w niektórych odlewniach wskutek zastosowania racjonalnej analizy braków w oparciu o opracowaną przez Stowarzyszenie Naukowo-Techniczne Odlewników Polskich klasyfikację.

Można już zauważyć wyraźne dążenie do uregulowania sprawy rachunkowości kosztów własnych w niektórych odlewniach. Pewne prace w tym kierunku przeprowadził Instytut Organizacji Produkcji Przemysłu Maszynowego. Niestety trudno powiedzieć aby zainteresowanie kosztami własnymi wśród inżynierów i techników odlewników było w tej chwili wystarczające. Wzmoczenie zainteresowań odlewników sprawami ekonomiki produkcji i stworzenie warunków uzupełniania kwalifikacji w tym kierunku — to może najważniejsze zadania Stowarzyszenia Naukowo-Technicznego Odlewników Polskich w najbliższym okresie.

We wszystkich pozostałych dziedzinach pracy odlewnictwa omawianych na tym miejscu przed rokiem uczyniono także pewne postępy. Jednakże tempo podnoszenia poziomu techniki odlewniczej jest pomimo wszystko zbyt powolne, a poziom ten, choć znacznie podniósł się w ciągu kilku lat ubiegłych jest wciąż zbyt niski. Wyraża się to pokaźnym odsetkiem braków, a także niedostateczną jakością odlewów uznawanych za dobre, co jest specjalnie dotkliwe w odniesieniu do wyrobów eksportowych. Formowanie maszynowe jest nadal niedoceniane i w wielu przypadkach organizowane nie właściwie. Za mało jest skutecznych starań o lepsze dotrzymywanie żądanych wymiarów odlewów, wskutek czego powszechne są zbędne nadmiary wagi, powodujące marnowanie surowców i paliwa, a obróbka odlewów w przyrządach bez trawienia natrafia na trudności.

Musimy w nadchodzącym okresie wzmocnić i skoncentrować wysiłki, aby niedociągnięcia naszej techniki odlewniczej jak najszybciej wyrównać.

J. L.

Nowoczesne technologie topienia żeliwa ze szczególnym uwzględnieniem wytopów w żeliwiaku z wodnym chłodzeniem wykładziny

Pojęcie intensyfikacji procesu żeliwiakowego. Zastosowanie wielorzędowego systemu dysz. Zastosowanie gorącego dmuchu. Zastosowanie dmuchu wzbogaconego w tlen. Zastosowanie wykładziny zasadowej. Zastosowanie wodnego chłodzenia wykładziny. Zagraniczne systemy chłodzenia wodnego. Krajowe rozwiązania konstrukcyjne segmentów do wewnętrznego chłodzenia wykładziny. Wyniki krajowych badań pracy żeliwiaków z wodnym chłodzeniem wykładziny. Korzyści ekonomiczne i technologiczne.

Wstęp

Piecem najpowszechniej stosowanym do wytapiania żeliwa jest, jak wiadomo, żeliwiak, zawdzięczający swą popularność prostocie konstrukcji i znacznej ekonomii procesu w porównaniu z innymi piecami odlewniczymi. W przeważającej ilości przypadków pracujące obecnie żeliwiaki zasadniczo niewiele się różnią od pierwszych typów żeliwiaków wprowadzonych do produkcji przed przeszło 150 laty. Okoliczność tę wytłumaczyć można przede wszystkim faktem, że bardziej powszechne zajmowanie się badaniem pracy żeliwiaków, nie licząc sporadycznych wypadków, datuje się w przeciwieństwie np. do procesu wielkopieczowego, dopiero od ostatnich dziesiątków lat. Obecnie, równoległe z gwałtownym rozwojem odlewnictwa żeliwa maszynowego o podwyższonych własnościach mechanicznych, stawia się żeliwiakowi specjalne, coraz bardziej wygórowane wymagania, spełnienie których związane jest z koniecznością wprowadzenia nowoczesnych metod technologicznych mających bezpośrednio na celu intensyfikację procesu żeliwiakowego.

Pod pojęciem intensyfikacji procesu żeliwiakowego rozumiemy zastosowanie przy żeliwiakach takich zabiegów i takich ewentualnych zmian konstrukcyjnych, które zapewnią podwyższenie wydajności żeliwiaka i uzyskanie z niego żeliwa o podwyższonej temperaturze przegrzania oraz innych własnościach, zezwalających na maksymalne obniżenie ilości braków, przy równoczesnym jak najdalej posuniętym obniżeniu kosztów własnych ciekłego żeliwa.

Wydajność żeliwiaka określa klasyczny wzór Jerzego Buzka [12].

$$S = \frac{6000 \cdot P_z}{4,45 \cdot K \cdot C_d \cdot (2 - S_r)} \text{ kg/godz.} \quad (1)$$

gdzie — P_z — rzeczywista ilość dmuchu w Nm^3/min .

K — rozchód koksu — w ‰

C_d — ilość węgla w 1 kg koksu, w kg

S_r — spalność redukcyjna

Ze wzoru tego wynika, że głównymi parametrami, wpływającymi na wydajność żeliwiaka są: ilość dmuchu P_z i rozchód koksu K . Ze wzrostem ilości dmuchu przy stałym rozchodzie koksu, zarówno jak i z obniżeniem rozchodu koksu przy stałej ilości dmuchu wydajność żeliwiaka będzie wzrastać. Poza tym we współczynniku 4,45 ukryty jest wpływ zawartości tlenu w powietrzu dmuchu na wydajność żeliwiaka; jak to poniżej zostanie wyjaśnione, ze wzrostem zawartości tlenu w powietrzu dmuchu wydajność żeliwiaka wzrasta. Wreszcie, pewien wpływ wywiera tu również wartość S_r , ze wzrostem której (co jednak, ogólnie biorąc, jest dla procesu szkodliwe) wydajność rośnie.

Jeśli chodzi o temperaturę przegrzania żeliwa, to jak wiadomo [12] wysokość jej jest tym większa, im:

- a. wyższa jest strefa spalania koksu w żeliwiaku przy równocześnie
- b. wyższej temperaturze panującej w tej strefie.

Głównym więc narzędziem regulowania wysokości temperatury przegrzania żeliwa i związanej z nią temperatury żeliwa na rynnę spustowej, będzie odpowiednie operowanie tymi czynnikami, które wpływają na wysokość strefy spalania oraz na wysokość temperatury rozwijanej w tej strefie.

Otrzymanie z żeliwiaka ciekłego metalu o odpowiednim składzie chemicznym a w szczególności żeliwa o odpowiedniej zawartości węgla, fosforu i siarki zależy w dużym stopniu, pomijając oczywisty wpływ składu chemicznego zimnego wsadu, od sposobu prowadzenia wytopu pod względem jakości żużla i związanej z tym jakości wykładziny.

W związku z tym do najbardziej aktualnych zabiegów technologicznych, prowadzących do intensywności procesu żeliwiakowego należą:

1. zastosowanie wielorzędowego systemu dysz,
2. zastosowanie gorącego dmuchu,
3. zastosowanie dmuchu wzbogaconego w tlen,
4. zastosowanie zasadowej lub obojętnej wykładziny,
5. zastosowanie wodnego chłodzenia wykładziny żeliwiaków.

Zastosowanie wielorzędowego systemu dysz

W żeliwiaku wielorzędowym dysze rozmieszczone są spiralnie w kilku rzędach ($2 \div 4$). Korzystny wpływ doprowadzenia do żeliwiaka dmuchu przez kilka rzędów dysz polega na podwyższeniu w ten sposób strefy spalania przy równoczesnym zapewnieniu wysokiej

Zastosowanie gorącego dmuchu

temperatury na całej wysokości tej strefy, a więc na stworzeniu dwóch podstawowych warunków wysokiego przegrzania żeliwa. Poza tym wielorzędowy system dysz pozwala na poważne podwyższenie wydajności żeliwiaka realizowane dzięki: a) możliwości zwiększenia w tym przypadku optymalnej ilości dmuchu i b) możliwości obniżenia rozchodu koksu. Wdmuchiwanie powietrza dmuchu przez dodatkowe rzędy dysz pozwala wreszcie na bardziej równomierny przebieg procesu spalania koksu na przekroju poprzecznym żeliwiaka. Dzięki bardziej zupełnemu spalaniu koksu na CO₂ żeliwiak wielorzędowy wykazuje wyższy współczynnik sprawności cieplnej, aniżeli żeliwiak o jednym rzędzie dysz.

Warunkiem uzyskania dobrych wyników pracy żeliwiaka wielorzędowego jest właściwe dobranie stosunku powierzchni przekroju dysz dodatkowych do powierzchni przekroju dysz głównych, odpowiednie rozdzielanie powietrza pomiędzy dysze główne i dodatkowe oraz rozmieszczenie poszczególnych rzędów dysz we właściwych odległościach od siebie. Niedotrzymanie tych warunków było powodem, dla którego znane już od dość dawna żeliwiaki wielorzędowe nie rozpowszechniły się wówczas ze względu na stwierdzony czasem nawet negatywny wpływ dodatkowych rzędów dysz.

Teoretycznie biorąc, odległości poszczególnych rzędów dysz od siebie powinny odpowiadać wysokościami stref spalania, stwarzanych przez powietrze, wdmuchiwane odpowiednimi, niżej rozmieszczonymi rzędami dysz, a więc odstęp między I i II rzędem dysz winien równać się wysokości strefy spalania, rozciągającej się ponad poziomem I rzędu dysz; podobnie dla odstepu między II i III rzędem dysz miarodajna będzie wysokość strefy spalania, stwarzana ponad poziomem II rzędu dysz przez powietrze wdmuchiwane tym rzędem do żeliwiaka. Uwzględnić przy tym należy stopniowe zmniejszanie się wielkości kawałków koksu spalającego się podczas schodzenia w dół poprzez poszczególne cząstkowe strefy spalania, oraz wpływ spalin przepływających od niższych poprzez wyższe cząstkowe strefy spalania. Jak dotychczas, brak jest ścisłego teoretycznego rozpracowania tego problemu.

Praktyka odlewnicza podaje następujące odległości dodatkowych rzędów dysz od siebie i od głównego rzędu dysz (tablica 1).

Tablica 1

Średnica żeliwiaka <i>D</i> w m	O d l e g ł o ś ć w mm	
	rzędu I do rzędu II	rzędu II do rzędu III
0,5 ÷ 0,7	200 ÷ 210	170 ÷ 180
0,8 ÷ 1,0	230 ÷ 260	200 ÷ 230
1,1 ÷ 1,5	270 ÷ 280	240 ÷ 250

Ogólnie biorąc, powierzchnia przekroju dodatkowych rzędów dysz wynosić powinna 25 do 30% całkowitej powierzchni przekroju dysz. W tym samym stosunku następuje rozdział powietrza dmuchu pomiędzy poszczególne rzędy dysz.

Stosowanie gorącego dmuchu ma na celu głównie podwyższenie temperatury przegrzania żeliwa, otrzymywanego z żeliwiaka, realizowane w tym przypadku na drodze podwyższenia temperatury panującej w strefie spalania. Ta ostatnia wielkość pozostaje w prostym związku z teoretyczną temperaturą spalania koksu w żeliwiaku określoną wzorem [11]:

$$t_i = \frac{U_1 + Q_k + Q_p}{S_p \cdot c_p} \text{ } ^\circ\text{C} \quad (2)$$

gdzie U_1 — ciepło wytwarzane przy spalaniu koksu w kcal/kg,

Q_k — ciepło jawne wnoszone do strefy spalania przez ogrzany koks w kcal/kg,

Q_p — ciepło jawne wnoszone do strefy spalania przez powietrze dmuchu w kcal/kg koksu,

S_p — ilość spalin, wytwarzanych przy spalaniu koksu w Nm³/kg koksu,

c_p — ciepło właściwe spalin w kcal/Nm³ °C.

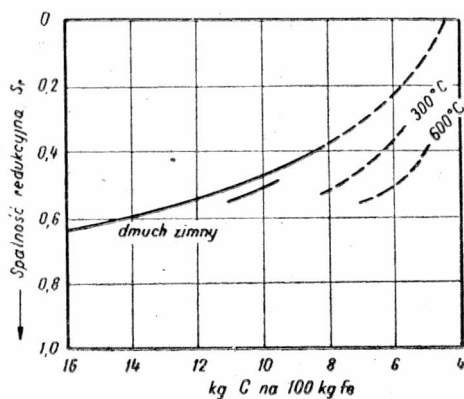
Na podstawie powyższego wzoru należałoby spodziewać się, że podgrzewając powietrze do wysokich temperatur, a tym samym odpowiednio zwiększając wartość Q_p , można znacznie podwyższyć temperaturę panującą w strefie spalania. W rzeczywistości jednak w miarę wzrostu temperatury spalin rośnie stopień dysocjacji CO₂, co połączone jest z pochłanianiem ciepła i odpowiednim obniżeniem teoretycznej temperatury spalania. Tak więc zarówno ze wzrostem temperatury dmuchu w przypadku spalania koksu o tych samych własnościach, jak i z polepszeniem się jakości koksu (w kierunku zmniejszenia się jego spalności redukcyjnej) przy niezmienniej temperaturze dmuchu, temperatura rozwijana w strefie spalania będzie wzrastać znacznie powolniej, aniżeli wynikałoby to ze wzrostu obu wymienionych czynników. Dlatego też między innymi stosowana wysokość temperatury podgrzanego dmuchu nie przekracza przy żeliwiakach 600 ÷ 650° C. Innymi czynnikami ograniczającymi wysokość temperatury podgrzanego dmuchu są w niektórych przypadkach ognioodporność materiału rekuperatora oraz omówiony poniżej wpływ podgrzania dmuchu na zgar składników żeliwa i w związku z tym na ustalenie się ostatecznego składu chemicznego ciekłego żeliwa. Z powyższego wnioskować można również, że stosowanie gorącego dmuchu, celem podwyższenia temperatury żeliwa, nie wymagającego zbyt wysokiego przegrzania, przy bardzo dobrym koksie odlewniczym byłoby bezcelowe. Natomiast o ile odlewnie dysponują koksem gorszej jakości, rozchód którego (w celu otrzymania żeliwa o odpowiedniej temperaturze) jest stosunkowo wysoki, względnie koksem w ogóle nie nadającym się w normalnych warunkach pracy żeliwiaka do otrzymania żeliwa o pożądanej temperaturze przegrzania, to w tych przypadkach ogrzanie powietrza dmuchu nawet do stosunkowo niewysokich temperatur (150 ÷ 300° C)

przyczyni się w wysokim stopniu do podwyższenia temperatury przegrzania żeliwa.

Lecz nie tylko odpowiednio wysoka temperatura przegrzania żeliwa reprezentuje korzystny wpływ stosowania podgrzanego dmuchu w procesie żeliwiakowym. Uzyskuje się bowiem w tym przypadku dodatkowo poważne korzyści metalurgiczne i ekonomiczne, a mianowicie:

1. możliwość znacznego nieraz obniżenia rozchodu koksu, o czym świadczą liczne dane o wynikach pracy różnych typów żeliwiaków na gorący dmuch, zawarte w obszernej literaturze fachowej, poświęconej omawianemu zagadnieniu [11], [1], [19], [20], [38], [49]. Podkreślić należy przy tym stwierdzony fakt, że względna oszczędność koksu (przy nieobniżonej oczywiście temperaturze ciekłego metalu) w przeliczeniu na ilość ciepła utajonego i jawnego, związanego z tym koksem znacznie przekracza ilość ciepła, którą wnosi wówczas ogrzane powietrze. O ile bowiem powietrze dmuchu w ilości niezbędnej do spalania 1 kg koksu, ogrzane do temperatury $200 \div 600^\circ\text{C}$, wnosi do żeliwiaka ciepło w ilości $350 \div 1150$ kcal, co odpowiada $7 \div 23\%$ ciepła doprowadzonego w koksie, to odpowiednia oszczędność koksu, jak to wykazują badania wielu autorów, osiąga wartość $15 \div 50\%$. Fakt ten wynika ze stworzenia znacznie korzystniejszych warunków pod względem wykorzystania ciepła przy zmniejszonym rozchodzie koksu, albowiem:

- a. zmniejsza się spalność redukcyjna koksu, w związku z czym polepsza się wykorzystanie energii chemicznej koksu; zaznaczyć jednak w tym miejscu należy, że zmniejszenie spalności redukcyjnej następuje w przypadku stosowania podgrzanego dmuchu w stopniu słabszym, aniżeli w przypadku dmuchu zimnego, badania [51] wykazały bowiem, że ze wzrostem temperatury dmuchu spalność redukcyjna, przy tym samym rozchodzie koksu rośnie (rys. 1). Zjawisko to wynika z faktu znacznego zmniejszenia rozpiętości strefy spalania w stosunku do przypadku dmuchu zimnego (rys. 2) oraz związanego z tym równoczesnego obniżenia się strefy redukcji CO_2 ku strefie najwyższych temperatur, co sprzyja intensywniejszemu przebiegowi reakcji redukcji, a więc zwiększeniu wartości S_r .

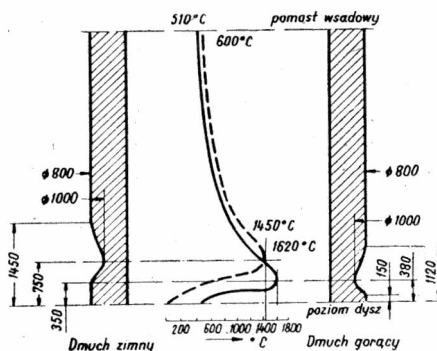


Rys. 1

wania podgrzanego dmuchu w stopniu słabszym, aniżeli w przypadku dmuchu zimnego, badania [51] wykazały bowiem, że ze wzrostem temperatury dmuchu spalność redukcyjna, przy tym samym rozchodzie koksu rośnie (rys. 1). Zjawisko to wynika z faktu znacznego zmniejszenia rozpiętości strefy spalania w stosunku do przypadku dmuchu zimnego (rys. 2) oraz związanego z tym równoczesnego obniżenia się strefy redukcji CO_2 ku strefie najwyższych temperatur, co sprzyja intensywniejszemu przebiegowi reakcji redukcji, a więc zwiększeniu wartości S_r .

- b. obniża się temperatura spalin na poziomie okna wsadowego, co związane jest z lepszym wykorzystaniem ciepła spalin.

- c. zmniejsza się ilość żużla, co wiąże się ze zmniejszeniem strat ciepła na stopienie i przegrzanie żużla.



Rys. 2

2. Zwiększenie wydajności żeliwiaka, realizowane dzięki:

- a. obniżeniu rozchodu koksu,
- b. możliwości wprowadzenia większej ilości dmuchu (nie tworzą się bowiem w tym przypadku zimne przestrzenie wokół dysz, powstające normalnie w wyniku oddziaływania dmuchu zimnego),

- c. wskutek zwiększenia się spalności redukcyjnej (w stosunku do przypadku pracy żeliwiaka na zimnym dmuchu przy tym samym rozchodzie koksu).

3. Korzystny dla ostatecznego składu chemicznego ciekłego żeliwa przebieg procesów chemicznych, wyrażający się w [9]:

- a. większym stopniu nawęglenia aniżeli przy dmuchu zimnym; stwarza to dodatkowy instrument do regulacji zawartości węgla w żeliwie,

- b. zmniejszeniu się zgaru krzemu i manganu; w niektórych przypadkach obserwuje się nawet redukcję Si z żużla do metalu (przy pracy na kwaśnej wykładzinie). Zmniejszenie zgaru składników żeliwa przy pracy żeliwiaka na gorącym dmuchu ma duże znaczenie gospodarcze. I tak, wytopiając w ciągu miesiąca 500 t żeliwa o średniej zawartości 2% Si i $0,6\%$ Mn, zaoszczędzić można 10 t 10 do 12%-ego żelazokrzemu wielkopiecowego oraz 3-5 t surówki zwierciadlistej. Nie można też pominąć obniżonej zawartości FeO w żużlu przy pracy na dmuchu podgrzanym, co daje również znaczne oszczędności metalu.

- c. obniżeniu zawartości siarki w żeliwie, osiągniętym po pierwsze w wyniku zmniejszenia stopnia nasiarczenia przy pracy na dmuchu podgrzanym oraz po drugie, w wyniku obniżenia zwykle w tym przypadku rozchodu koksu wsadowego, co stanowi też źródło możliwości zmniejszenia kosztów ciekłego żeliwa na skutek częściowego przynajmniej wyeliminowania specjalnych zabiegów odsiarczających.

4. Równomierniejszy bieg żeliwiaka w porównaniu z prowadzeniem pieca na dmuchu zimnym, nie następuje bowiem wówczas zażużlowywanie dysz.

5. Zwiększenie ogólnego współczynnika sprawności cieplnej, szczególnie w przypadkach wykorzystania do podgrzewania dmuchu ciepła jawnego i utajonego spalin żeliwiakowych.

U nas w kraju poświęcano dotychczas mało uwagi zastosowaniu w praktyce zagranicznych doświadczeń z pracy żeliwiaków na gorącym dmuchu. Poza jedynym przypadkiem przeprowadzenia ostatnio prób na żeliwiaku z rekuperatorem systemu Frauenknechta w Łódzkiej Fabryce Maszyn (próby wkraczają obecnie w etap praktycznej realizacji) na podgrzewanym dmuchu nie pracuje w kraju, o ile nam wiadomo, żaden żeliwiak.

Obecnie stan ten ulega zmianie i odpowiednie placówki naukowo-badawcze oraz przemysłowe przystępują do opracowania wytycznych oraz projektów na najekonomiczniejsze urządzenia do podgrzewania dmuchu.

Poszczególnych systemów żeliwiaków na gorący dmuch nie będziemy tutaj omawiać, zostały one bowiem szczegółowo opisane w innym miejscu [11].

Zastosowanie dmuchu wzbogaconego w tlen

W ostatnich latach pojawiło się w literaturze fachowej wiele prac poświęconych zagadnieniu wykorzystania tlenu do wzbogacania dmuchu żeliwiakowego [6], [13], [21], [27], [35], [36], [39], [53]. Autorzy wszystkich tych prac podkreślają wybitne zalety techniczne i ekonomiczne, stosowania tego sposobu intensyfikacji procesu.

Podwyższenie zawartości tlenu w powietrzu dmuchu przede wszystkim przyczynia się, podobnie jak podgrzewanie powietrza, do podwyższenia temperatury spalania koksu. Objasnia się to faktem zmniejszenia się w takim przypadku ilości balastu w postaci N_2 w spaliniach, czyli zmniejszeniem się zawartości S_p w mianowniku wzoru (2). Jak wiadomo bowiem, powietrze wdmuchiwane do żeliwiaka jest nosicielem olbrzymich ilości azotu. Przyjawszy, że azot i pozostałe gazy obojętne zajmują 79,1% objętościowych powietrza dmuchu, wyliczyć można, że na każdą tonę żeliwa przetapianego w żeliwiaku należy przepuścić przez słup materiałów wsadowych $450 \div 900 \text{ m}^3$ azotu w charakterze balastu, ogrzewanego do temperatury spalin żeliwiakowych. Każdy metr sześcienny azotu, ogrzanego do temperatury 400°C , zawiera 127,24 kcal ciepła. Ilość ciepła zawartego w 1 kg żeliwa przegrzanego do temperatury $1400 \div 1450^\circ \text{C}$, wynosi — $300 \div 310$ kcal. Zatem w wyniku zaoszczędzenia jedynie ciepła jawnego, unoszonego przez azot, można by było dodatkowo stopić i przegrzać około 30% żeliwa.

Jeżeli ilość tlenu przypadająca na 1 kg paliwa, przyjąć jako wielkość stałą, to zwiększenie zawartości tlenu w dmuchu żeliwiakowym spowoduje odpowiednie zmniejszenie ilości powietrza dmuchu, a więc i azotu. Np. dwukrotne zwiększenie zawartości tlenu w powietrzu dmuchu (tj. do 42%) prowadzi do zmniejszenia się ilości azotu, towarzyszącego tlenowi w po-

wietrzu o $4,55 \text{ m}^3$ na każdy kg węgla koksu, spalanego na CO_2 [36].

Z obliczeń wynika, że w wyniku zwiększenia zawartości tlenu w powietrzu z 21% do 35% teoretyczna temperatura spalania węgla koksu podwyższa się o ponad 1000°C (z 2500°C na 3500°C); rzeczywista temperatura spalania będzie oczywiście, jak to już wyżej wspomniano, o wiele niższa, wskutek bardzo dużego stopnia dysocjacji CO_2 w tak wysokiej temperaturze oraz wskutek odpromieniowania ciepła.

W przypadku stosowania dmuchu tlenowego obniży się wysokość strefy spalania w stosunku od pracy na dmuchu zimnym [podobnie jak w przypadku dmuchu podgrzanego (rys. 2)], przy znacznie wyższej jednak temperaturze panującej w tej strefie. Równocześnie wskutek podwyższenia się temperatury spalin opuszczających strefę spalania, zwiększy się w tym przypadku, podobnie jak przy prowadzeniu pieca na dmuchu gorącym intensywność przebiegu reakcji redukcji CO_2 , wzrośnie zatem nieco spalność redukcyjna (przy stałym rozchodzie koksu), co ogranicza w pewnym stopniu możliwość znacznego podwyższenia sprawności cieplnej w obydwóch tych przypadkach.

W Niemczech [41], [42], [43] przeprowadzono ostatnio badania, które wykazały, że w wyniku pokrycia koksu w odpowiedni sposób cienką ($0,6 \div 2,5 \text{ mm}$), nieścierającą się warstwą cementu portlandzkiego ogranicza się znacznie, zwłaszcza w przypadku koksu drobnego, szkodliwy przebieg redukcji CO_2 na CO w strefie redukcyjnej żeliwiaka, zmniejsza się zatem wartość S_r i związane z tym straty niecałkowitego spalania. Ochronna warstewka cementu zapobiega przebiegowi wszelkich reakcji na powierzchni koksu, aż dopóki koks nie osiągnie poziomu strefy topienia, gdzie warstewka owa się stapia i przechodzi łatwo do żużla. Pomyślne zastosowanie tej metody poza możliwościami stosowania w żeliwiaku z powodzeniem drobnych sortymentów koksu, usunęłoby również owe nieznaczne wady z metalurgicznego i ekonomicznego punktu widzenia, związane z prowadzeniem żeliwiaka na dmuchu gorącym lub wzbogaconym w tlen.

Poza podwyższeniem temperatury przegrzania żeliwa stwierdzono na podstawie szeregu wytopów przeprowadzonych w różnych odlewniach następujące realne zalety procesu:

1. wydajność żeliwiaka wzrasta wprost proporcjonalnie do zawartości tlenu w powietrzu, co wynika z przekształconego w formę ogólniejszą wzoru (1):

$$S = \frac{6000 \cdot P_z}{4,45 \cdot K \cdot C_d \cdot (2 - S_r)} \cdot \frac{O_2}{21} \text{ kg/godz.} \quad (3)$$

gdzie O_2 — zawartość tlenu w dmuchu w %

2. można z łatwością regulować wydajność żeliwiaka drogą zmiany koncentracji tlenu w dmuchu;

3. można z łatwością w ciągu krótkiego czasu (około 10 minut) wyregulować pracę żeliwiaka (pod względem temperatury przegrzania żeliwa), zakłóconą na skutek zaburzeń biegu wyto-

pu, spowodowanych przez dłuższe zatrzymanie dopływu dmuchu, zawisanie wsadów itp.,

4. można z łatwością regulować wysokość temperatury przegrzania żeliwa na drodze odpowiedniej zmiany koncentracji tlenu w powietrzu dmuchu,

5. w przypadku wytapiania żeliwa o zwykłej, nie podwyższonej temperaturze przegrzania żeliwa, możliwe jest zmniejszenie rozchodu koksu (o 25% i więcej), z czym wiążą się dodatkowe korzyści podane wyżej (rośnie wydajność, rośnie współczynnik sprawności cieplnej, maleje spalność redukcyjna, maleje zawartość siarki w żeliwie itp.),

6. możliwe jest stosowanie gorszych gatunków koksu,

7. obniżają się znacznie straty na zgar głównych składników żeliwa: Fe, Si i Mn; obniża się stopień nasiarczenia żeliwa.

Na podstawie danych z praktyki licznych radzieckich zakładów przemysłowych stwierdzono, że koszty własne żeliwa wytapianego w żeliwiaku z zastosowaniem dmuchu tlenowego, obniżają się w wielu przypadkach o 10÷30% w stosunku do okresu pracy na zwykłym dmuchu powietrznym [35].

Tlen dodawać można do powietrza dmuchu bądź w sposób ciągły, bądź okresowo, w miarę potrzeby. Ten drugi sposób wydaje się być wprawdzie tańszy, niemniej jednak wskutek częstych wahań wysokości strefy spalania, powoduje nierównomierny bieg pieca.

Doprowadzenie tlenu do żeliwiaka dokonuje się jednym z dwóch sposobów zasadniczych:

1. za pomocą rurki wprowadzającej tlen do przewodu powietrznego przez skrzynię powietrzną; w tym przypadku do żeliwiaka wprowadza się mieszaninę normalnego powietrza z tlenem.

2. przez końcówki wylotowe, wstawione bezpośrednio przez dysze rzędu głównego lub rzędów dodatkowych.

Wprowadzenie tlenu pierwszym sposobem jest prostsze, połączone jest jednak ze stratami tlenu, mającymi zawsze miejsce obok strat dmuchu wskutek nieszczelności w przewodach oraz w skrzyni powietrznej. W celu otrzymania jednolitej pod względem składu mieszaniny powietrzno-tlenowej należy wprowadzać tlen do przewodu powietrznego w odstępach co najmniej 0,7÷1,0 m od skrzyni powietrznej. Rurociąg tlenowy powinien być przy tym wygięty w ten sposób, aby struga tlenu wchodziła do przewodu w kierunku równoległym do kierunku przepływu dmuchu.

Zalety procesu żeliwiakowego, prowadzonego na dmuchu wzbogaconym w tlen zostały należycie ocenione w ZSRR, gdzie obecnie pracuje w ten sposób wielokrotnie większa liczba żeliwiaków, aniżeli za cały okres istnienia procesu żeliwiakowego pracowało i pracuje na całym świecie żeliwiaków na gorącym dmuchu [35]. Nie znaczy to jednak by przeciwstawiano tam na każdym kroku proces żeliwiakowy na dmuchu wzbogaconym w tlen procesowi na dmuchu gorącym. Każdy z tych procesów ma swe zalety w odpowiednich warunkach, niezaprzeczalną jest jednakże większa uniwersalność, prostota i efektywność stosowania tlenu do wzbogacania powietrza dmuchu.

Tablica 2 ilustruje korzyści techniczne i ekonomiczne uzyskiwane przy stosowaniu omówionych powyżej sposobów intensyfikacji procesu żeliwiakowego, zebrane na podstawie pracy odlewni radzieckich [17].

Zastosowanie wykładziny zasadowej

Próby zastosowania przy wyciepie w żeliwiaku zasadowej wykładziny podejmowane były stosunkowo dawno. Według A. M. Plesingera [46] już w roku 1883 osiągnął Rollet w ten sposób obniżenie zawartości siarki z 0,52% S we wsadzie na 0,04% S w żeliwie. W r. 1905 C. Hei-

Tablica 2

Określenie wskaźnika	Żeliwiaki bez podgrzewania dmuchu		Żeliwiaki z podgrzewaniem dmuchu			Żeliwiaki z powietrzem dmuchu wzbogaconym w tlen
	z jednym rzędem dysz	z trzema rzędami dysz	z wykorzystaniem ciepła jawnego gazów odlotowych	z wykorzystaniem ciepła jawnego i utajonego	przy pomocy spalania specjalnego paliwa	
1	2	3	4	5	6	7
Średnia temperatura dmuchu w °C	20	20	150 ÷ 200	250 ÷ 350	400 ÷ 500	20
Temperatura żeliwa na rynnie spustowej w °C	1340 ÷ 1370	1370 ÷ 1400	1400 ÷ 1420	1420 ÷ 1450	1440 ÷ 1470	1450 ÷ 1500
Rozchód koksu wsadowego w % od wsadu metalowego	12 ÷ 14	10 ÷ 12	9 ÷ 11	9 ÷ 11	7 ÷ 9*	10 ÷ 12
Wydajność właściwa żeliwiaka w t/m ² godz.	5 ÷ 5,5	6 ÷ 6,5	7 ÷ 7,5	7,5 ÷ 8,0	9 ÷ 10	12 ÷ 15
Zmniejszenie względne zawartości siarki w żeliwie	1,0	0,9	0,85	0,80	0,70	0,50
Współczynnik sprawności cieplnej żeliwiaka w %	28 ÷ 30	32 ÷ 35	35 ÷ 40	42 ÷ 47	50 ÷ 60	37 ÷ 46

*) bez uwzględnienia paliwa zużytego na podgrzewanie dmuchu.

ken wytapiał w żeliwiaku, wyłożonym magnezem, żeliwo o niskiej zawartości siarki i fosforu przeznaczone dla konwertora Tropenasa. Proces ten nie przyjął się wówczas ze względu na duże trudności przy topieniu [21].

W ostatnich latach w szeregu krajów nawiązano do owych pierwszych prób przeprowadzając liczne doświadczenia, opisywane szeroko w literaturze technicznej [7], [18], [24], [25], [28], [33], [34], [37], [40], [44], [46], [47], [48], [52]. U nas w kraju przeprowadzała podobne próby Katedra Odlewnictwa AGH [28] oraz Instytut Odlewnictwa [23].

Główną zaletą wytopu w żeliwiaku z zasadową wykładziną jest możliwość pracy w tym przypadku na żużlu silnie zasadowym. W związku z tym, jak wykazały dotychczasowe badania, właściwe prowadzenie procesu na odpowiednio wykonanej wykładzinie zasadowej pozwala na:

1. stosowanie we wsadzie żeliwiakowym materiałów o znacznej zawartości siarki (złom własny, koks) bez obawy nadmiernego wzrostu zawartości siarki w żeliwie, co niechybnie nastąpiłoby w przypadku wytopu w żeliwiaku kwaśnym,

2. otrzymanie, przy zachowaniu pewnych warunków, bardzo niskich zawartości siarki w żeliwie, dzięki czemu eliminuje się konieczność przeprowadzania poza żeliwiakiem; w każdym, dodatkowego etapu procesu, a mianowicie odsiarczania, związanego ze stratą czasu oraz ze znacznym spadkiem temperatury, co ma szczególne znaczenie w przypadku otrzymywania żeliwa sferoidalnego oraz przy produkcji staliwa w konwertorze, gdzie wymagane jest żeliwo wysoko przegrzane. Podobnie w procesie podwójnym żeliwiak—piec elektryczny odsiarczanie żeliwa w żeliwiaku pozwala na przelewanie żeliwa wprost z żeliwiaka do pieca elektrycznego, dzięki czemu uzyskuje się oszczędność na czasie oraz energii elektrycznej. W przypadku produkcji żeliwa sferoidalnego uzyskuje się tą drogą dodatkową oszczędność na kosztownym stopie magnezu,

3. stosowanie we wsadzie, bez niebezpieczeństwa zaburzeń podczas procesu, złomu stalowego w ilości dochodzącej do 100%, zezwalające na obniżenie zawartości siarki i fosforu we wsadzie,

4. otrzymywanie, przy zachowaniu odpowiednich warunków, żeliwa o niskiej zawartości fosforu, co jest pożądane w niektórych przypadkach, np. przy procesie podwójnym żeliwiak—konwertor Tropenasa,

5. otrzymywanie żeliwa o wysokiej zawartości węgla, co również w niektórych przypadkach stanowi poważną zaletę procesu.

a. Odsiarczanie w żeliwiaku zasadowym

Głównym warunkiem uzyskania wysokiego stopnia odsiarczania w żeliwiaku jest prowadzenie wytopu na żużlu o odpowiednio wysokiej zasadowości.¹⁾ Ponieważ znaczna część żużla pochodzi z wytopionej wykładziny, jest rzeczą

konieczną, aby tę ostatnią wykonywano z materiałów zasadowych. Wynikają stąd pewne trudności, związane z niewystarczającą trwałością materiałów zasadowych w warunkach przerywanej pracy żeliwiaka oraz z ich wysoką ceną (wykładzina zasadowa wypada około 4 razy drożej od wykładziny kwaśnej [51]). Trudności te w dużym stopniu usuwa zastosowanie wodnego chłodzenia wykładziny, co jest tematem dalszej części niniejszej pracy.

W przypadku wytopu z zastosowaniem żużla zasadowego intensywnej erozji ulega kanał spustowy (w przypadku żeliwiaka ze zbiornikiem lub rynną syfonową). Celowym zabiegiem jest zastosowanie w tym miejscu materiałów karborundowych [24] lub węglowych, względnie węglowych i częściowo magnezytowych [32]. W ściśle określonych warunkach wytopu zmierza żużel, jak to wykazały doświadczenia [24], do pewnego stanu równowagi pod względem składu chemicznego i każdorazowe zanieczyszczenie go krzemionką (towarzyszącą wsadowi lub pochodzącą z utleniania krzemu, zawartego w metalu), jako naruszające ten stan równowagi, powoduje silniejsze wytapianie zasadowej wykładziny. Wynika stąd konieczność szczególnie tróskliwego przygotowania materiałów wsadowych pod kątem widzenia ich czystości. Wskazane jest stosowanie w tych wypadkach wyłącznie gasek surówki, odlewanych do form metalowych, albowiem na powierzchni surówki, odlewanej do form piaskowych znajduje się przypieczony piasek, którego ilość dochodzić może do 2% ciężaru surówki. Należy również zwracać uwagę, aby złom własny nie miał przypieczonego piasku oraz aby odlewy zabrakowane, wykorzystywane do wytopu, były dokładnie oczyszczone od masy formierskiej i rdzeniowej.

Obniżenie stopnia przechodzenia do żużla krzemionki, pochodzącej ze zgaru Si zawartego w metalu, osiągnąć można stosując podgrzewanie dmuchu [32] lub wzbogacanie go w tlen; jak o tym wyżej wspomniano, maleje w tym przypadku zgar głównych składników żeliwa.

Wykładzina zasadowa przy większości żeliwiaków wykonywana jest z cegieł magnezytowych lub z dolomitu stabilizowanego. Stosowana tu również bywa masa z dolomitu prażonego, przy czym jako lepiszcze stosuje się smołę bezwodną [25], [44]. W Czechosłowacji stosowano w tym celu wyroby forstertytowe. Napraw bieżących wykładziny zasadowej dokonuje się za pomocą masy magnezytowej lub dolomitowej.

Odsiarczanie żeliwa jest przede wszystkim reakcją kontaktową, której odpowiada równowaga między żużlem a ciekłym metalem. Głównymi czynnikami wpływającymi na ustalenie się tej równowagi, są:

1. zasadowość żużla,
2. względna ilość żużla w stosunku do metalu oraz wielkość powierzchni kontaktu między obydwu fazami,
3. stopień przegrzania żużla, tj. wysokość jego temperatury powyżej temperatury topienia.

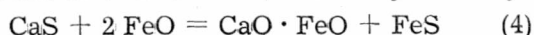
¹⁾ Zasadowością żużla nazywamy stosunek zawartości w żużlu tlenków zasadowych (CaO) do zawartości tlenków kwaśnych (SiO₂).

Przy tym samym stopniu przegrzania zdolność odsiarczająca żużla rośnie w miarę wzrostu jego zasadowości. Ponieważ jednak temperatura osiągnięta w żeliwiaku jest ograniczona, przeto żużle zasadowe, będące z natury trudniej topliwe, wykazują niższy stopień przegrzania od żużli kwaśnych, ich lepkość jest duża, co obniża ich zdolność odsiarczającą. Dlatego też zagadnieniem pierwszorzędnej wagi jest w przypadku żeliwiaka zasadowego uzyskiwanie w nim jak najwyższej temperatury; główne sposoby realizacji tego warunku omówiono powyżej.

Według niektórych autorów [54], [55] korzystnym dla procesu odsiarczania jest nie przekraczanie wartości 1,2÷1,4 dla wskaźnika zasadowości żużla. Inni natomiast [24] otrzymywali dobre wyniki przy wartości wskaźnika wynoszącej około 2,5. Być może, że sprzeczności owe wynikają tylko z odmiennego sposobu określania wskaźnika.

Stopień odsiarczania jest tym większy, im większa jest ilość żużla w stosunku do metalu oraz im większa jest powierzchnia kontaktu metalu z żużlem.

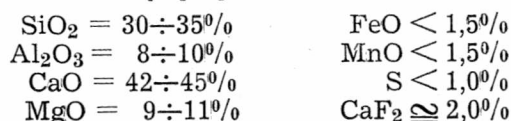
Obecność w żużlu większych ilości FeO (powyżej 1,5÷2,0%) ogranicza przebieg reakcji odsiarczania, albowiem następuje wówczas redukcja siarki z żużla do metalu w myśl reakcji:



W strefie topienia i spalania żużel jest bogaty w FeO, którego zawartość zależy zresztą od różnych parametrów pracy żeliwiaka. Gromadząc się w kotlinie traci jednak żużel część FeO wskutek redukcji za pomocą węgla rozżarzonego koksu i ostateczna zawartość FeO w żużlu będzie zależna od czasu stykania się żużla z koksem, od ilości żużla oraz od jego temperatury.

Charakter i zabarwienie zakrzepłego żużla wskazują na jego własności odsiarczające. Odcień żużla może się bowiem zmieniać od białego poprzez kremowo-biały, jasno-brunatny i ciemno-brunatny do czarnego, a przełom od wapiennego do szklistego. Maksimum odsiarczania zapewniają żużle białe o przełomie wapiennym; zwiększenie zawartości FeO w żużlu powoduje jego ściemnienie, natomiast przełom szklisty jest oznaką niskiej zasadowości żużla.

Normalny żużel zasadowy ma następujący skład chemiczny [48]:



Żużel taki będzie biały względnie jasno-brunatny o przełomie wapiennym. Zwiększenie zawartości FeO lub MnO ponad 1,5% spowoduje zmianę barwy żużla na ciemno-brunatną lub czarną.

Stopień nawęglania jest w warunkach wytopu w żeliwiaku zasadowym znacznie wyższy, aniżeli w żeliwiaku kwaśnym, przy czym warunki sprzyjające odsiarczaniu żeliwa sprzyjają równocześnie jego nawęglaniu. Napotyka się więc przy wytopach w żeliwiakach zasadowych

zawartości węgla w żeliwie równe 4,0% przy 0,01÷0,02% S, podczas gdy zawartościom węgla wynoszącym 3,2÷3,5% odpowiada z reguły zawartość siarki w granicach 0,05÷0,07%. Można tu więc w pewnym stopniu regulować zawartość węgla w żużlu ilością dodanego topnika [24].

Owa skłonność do nawęglania się żeliwa pozwala na przetapianie w żeliwiaku zasadowym wsadów metalowych, składających się w 100% ze złomu stalowego; otrzymuje się wówczas wysokojakościowy metal ze względu na wysokie temperatury osiągnięte w tym przypadku w żeliwiaku.

Zgar krzemu jest w żeliwiaku zasadowym niemal dwukrotnie wyższy, aniżeli w żeliwiaku kwaśnym, zgar manganu natomiast wypada dwukrotnie niższy, co wynika z charakteru tlenków tych składników żeliwa.

W charakterze topnika dla procesu zasadowego wypróbowano dotychczas szereg materiałów (kamień wapienny, dolomit, fluoryt, soda) lub ich mieszanek; najskuteczniejszym okazał się karbid (CaC_2) wprowadzany w postaci kawałków do wsadu oraz do koksu wypełniającego [7], [32]. Poza wpływem na przebieg odsiarczania karbid wykazuje również wpływ na stopień nawęglania żeliwa (powoduje jego wzrost) oraz na podwyższenie temperatury przegrzania żeliwa.

b. Odfosforzanie w żeliwiaku zasadowym

Zagadnieniu odfosforzania żeliwa w żeliwiaku poświęcano dotychczas stosunkowo mało uwagi. Opublikowane jednak wyniki z przeprowadzonych ostatnio badań są dość obiecujące, wykazują bowiem na obniżenie zawartości fosforu o 30÷50%, a wyjątkowo nawet o 80%. Aby jednak osiągnąć wysoki stopień odfosforzenia, trzeba przetapiać wsady w żeliwiaku kilkakrotnie [46].

Tablica 3

Wyszczególnienie	Odsiarczanie	Odfosforzanie
Warunki prowadzenia wytopu	Atmosfera redukująca, wysoka warstwa koksu wypełniającego, wysoki rozchód koksu, Mała ilość dmuchu Wolniejsze topienie. Wysoka temperatura	Atmosfera, utleniająca, niska warstwa koksu wypełniającego, niski rozchód koksu, Normalna ilość dmuchu Szybkie topienie, Wysoka temperatura
Wsad metalowy Topnik	Złom stalowy, złom żeliwny, surówka Węgiel wapnia (karbid), Kamień wapienny, Fluoryt	Złom stalowy Węgiel sodu (soda) Kamień wapienny, Ruda żelazna lub manganowa
Wyniki	C: wysoki stopień nawęglania, Si: zgar dwukrotnie wyższy niż w żeliwiaku kwaśnym, Mn: zgar dwukrotnie niższy niż w żeliwiaku kwaśnym, P: odfosforzenie bardzo nieznaczne, S: odsiarczenie wysokie (zależnie od warunków)	C: nawęglanie normalne, Si: zgar niemal zupełny, Mn: zgar wysoki, P: odfosforzenie 20÷50%, S: odsiarczenie nieznaczne

Aby odfosforzenie było w ogóle możliwe, należy w piecu stworzyć warunki utleniające celem przekształcenia fosforu w jego tlenek, który mógłby zostać zatrzymany w żużlu o odpow-

wiednio wysokiej zasadowości. Dla stworzenia takich warunków trzeba:

1. stosować możliwie najniższy rozchód ko-
ksu,
2. dodawać do wsadu rudę żelazną lub man-
ganową,
3. zastąpić ewentualnie część kamienia wa-
piennego sodą.

Podczas wytopu, nastawionego na odfosforza-
nie metalu, następuje silny zgar krzemu i man-
ganu; zresztą proces odfosforzenia nie rozpocz-
nie się, zanim zawartość Si w żeliwie nie zost-
nie odpowiednio zmniejszona. To jest powodem,

dla którego ten rodzaj technologii wytopu żeli-
wa w żeliwiaku może znaleźć zastosowanie je-
dynie w pojedynczych przypadkach, szczegól-
nie w przypadku otrzymywania z żeliwiaka
żeliwa do przerobu na staliwo w gruszkach Tro-
penasa. Ponieważ zaś odfosforzanie wymaga
odmiennych warunków pracy żeliwiaka, aniżeli
odsierczanie, jest rzeczą oczywistą, że równo-
czesne obniżenie zawartości siarki i fosforu
może zachodzić tylko w nieznacznym stopniu.

W tablicy 3 zebrano dane charakteryzujące
procesy odsierczania i odfosforzania w żeliwia-
ku zasadowym [34].

(dokończenie nastąpi)

Prof. inż. GABRIEL KNIAGININ
Politechnika Śląska

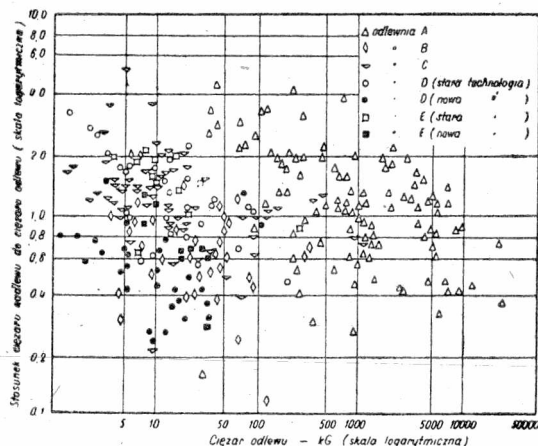
009.141.25:621.746.46

Wybór najekonomiczniejszego kształtu nadlewu zwykłego w zależności od rodzaju odlewu stalownego oraz obliczenie wielkości nadlewu

Porównanie wyników otrzymanych przy obliczaniu
nadlewów różnymi sposobami. Sposób obliczania nad-
lewów według B. B. Gulajewa z przykładami. Dobór
najekonomiczniejszego kształtu nadlewu. Próby własne
autora przeprowadzone dla sprawdzenia słuszności ob-
liczeń nadlewów według Gulajewa i Orgtiazmasz.

Wstęp

W zależności od stosowanej technologii, wa-
hania ciężaru ciekłego metalu, użytego do wy-
konania odlewu, mogą być bardzo duże.



Rys. 1. Zużycie staliwa na nadlewy w różnych odlewniach [1]

Na rysunku 1 pokazano rozrzut ciężarów nad-
lewów, ujęty w stosunku do ciężaru odlewów,
który stwierdzony został w odlewniach radzie-
ckich. W naszych odlewniach zagadnienie to, za-
pewne, nie przedstawia się lepiej.

Wykres, podany na rysunku 1, wskazuje nam,
jak wielkie są możliwości podniesienia uzysku
na drodze właściwego rozwiązania zagadnienia
ustalania wielkości i kształtu nadlewu i wpro-
wadzenie do tej dziedziny postępu techniczne-
go.

Mimo, że istnieje wiele sposobów określania
wielkości nadlewów, mimo, że zrobiono duży
krok naprzód w tym kierunku, to jednak roz-
wiązanie tej tak skomplikowanej sprawy i po-
danie przystępnego dla warunków ruchowych
sposobu obliczenia nadlewów nastrocza wiele
trudności. Autor, dla porównania wyników, ob-
liczył sposobem B. B. Gulajewa [1], P. F. Wa-
silewskiego [4, 5], Orgtiazmasz [3, 4] i Zakła-
dów „Bolszewik” [2] nadlewy do tych samych
odlewów wałków i prostopadłościanów. W za-
leżności od sposobu obliczenia, uzysk dla wał-
ków o średnicy 120 mm i wysokości 250 mm wa-
hał się od 19÷49% a dla odlewów prostopadło-
ścianów o przekroju kwadratowym 100×100 mm
i wysokości 250 mm od 31,2÷52%. Największe
uzyski wypadły przy obliczeniu nadlewów spo-
sobem B. B. Gulajewa i Orgtiazmasz.

Dla sprawdzenia słuszności tych obliczeń,
autor wraz ze st. asystentem Katedry Odlewni-
ctwa mgr inż. B. Iwasykiem przeprowadził
w warunkach ruchowych doświadczenia, które
w dalszym ciągu artykułu będą omówione.
Przytoczone zostaną obliczenia nadlewów tylko
według sposobu B. B. Gulajewa, ponieważ nie
ma ich dotychczas w naszej literaturze.

Sposób obliczania nadlewów według B. B. Gulajewa

B. B. Gulajew [1], ażeby obliczyć wymiary
nadlewu, wyprowadził najpierw niżej podany
wzór na głębokość obszaru jamy skurczowej:

$$Z = \frac{\alpha(V_o + V_n)}{2S_f} + \sqrt{\left[\frac{\alpha(V_o + V_n)}{2S_f}\right]^2 + m^2 X^2} \quad (1)$$

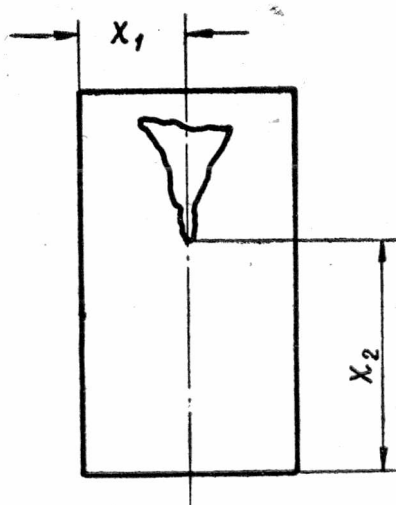
gdzie:

Z — głębokość obszaru jamy skurczowej
w cm,

α — współczynnik skurczu objętościowego
podczas krzepnięcia,

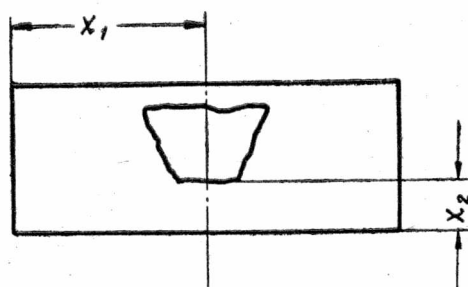
V_n — objętość nadlew w cm^3 ,
 V_o — objętość odlew w cm^3 ,
 S_j — średnia powierzchnia poziomego przekroju obszaru jamy skurczowej w cm^2 ,
 X — najmniejsza odległość od powierzchni odlew do punktu odpowiadającego końcowi krzepnięcia,
 m — stała dla nadlewów otwartych = 2, dla nadlewów ukrytych = 1.

Rozróżnia się [1] dwa rodzaje obszarów jam skurczowych. Jamy skurczowe pierwszego rodzaju mają kształt stożka lub klina o ostrym zakończeniu, przechodzącym w rzadzinę. Powstają one, gdy kierunek krzepnięcia ostatnich kropli ciekłego metalu przebiega od bocznych ścianek ku środkowi (rys. 2).



Rys. 2. Jama skurczowa I-go rodzaju $X_1 < X_2$

Jamy skurczowe drugiego rodzaju mają kształt stożka lub klina, ściętych równolegle do podstawy. Powstają one, gdy kierunek krzepnięcia ostatnich kropli ciekłego metalu przebiega od dolnej powierzchni odlew ku środkowi (rys. 3). Jeżeli odległość od końca obszaru jamy skurczowej jest mniejsza do powierzchni bocznej odlew niż do powierzchni dolnej, powstaje



Rys. 3. Jama skurczowa II-go rodzaju $X_2 < X_1$

obszar jam skurczowych pierwszego rodzaju (rys. 2), w innym przypadku — rodzaju drugiego (rys. 3).

Znaczenie S_j i X dla obszarów jam skurczowych pierwszego rodzaju w nadlewach o różnych kształtach są następujące [1]:

1 — Nadlew stożkowy o promieniu górnym R_1 i dolnym R_2 :

$$S_j = \frac{\pi R_1^2}{3}; \quad X = R_2 \quad (2)$$

2 — Nadlew sferyczny, w postaci półkuli o promieniu R :

$$S_j = \frac{\pi 0,39 R^2}{3}; \quad X = R \quad (3)$$

Dla drugiego rodzaju jam skurczowych wzór [1] przyjmie po przekształceniu postać:

$$Z = \frac{1}{1+m} \left(\frac{\alpha(V_o + V_n)}{2S_j} + mH \right) \quad (4)$$

Oznaczenia są te same, co przy wzorze (1), przy czym H — wysokość odlew w miejscu ustawienia nadlew w cm .

Obszary jam skurczowych drugiego rodzaju powstają w odlwach, gdy stosunek wysokości odlew (w miejscu ustawienia nadlew) do jego poziomego przekroju jest mały, lub gdy stosunek wysokości nadlew do jego średnicy jest mały.

W tym wypadku znaczenie S_j dla różnych kształtów nadlewów znajdujemy, zakładając zgodnie z B. B. Gulajewem [1], że promienie obszarów jam skurczowych na dole są równe:

$$r = R_2 - \frac{1}{2} H$$

1. Nadlew stożkowy o małej zbieżności:

$$S = \frac{\pi}{4} \left(R_1 + R_2 - \frac{1}{2} H \right)^2 \quad (5)$$

2. Nadlew sferyczny:

$$S_j = \frac{\pi}{4} \left(1,625R - \frac{1}{2} H \right)^2 \quad (6)$$

Przykład obliczenia głębokości obszaru jamy skurczowej [1].

Posługując się wzorem (1) obliczono głębokość jamy skurczowej w nadlewie odlew wałka stalowego o średnicy 7,6 cm i wysokości 9,0 cm , z ciekłymi przelewami.

Objętość odlew $V_o = 500 \text{ cm}^3$.

Nadlew w kształcie ściętego stożka o wysokości 10,4 cm , promieniu górnym $R_1 = 4,3 \text{ cm}$, o promieniu dolnym $R_2 = 4,1 \text{ cm}$ i objętości $V_n = 586 \text{ cm}^3$. Przyjęto $\alpha = 0,035$; $m = 2,0$ (nadlew otwarty). Ponieważ odległość połączenia odlew z nadlewem od powierzchni podstawy wałka (9,0 cm) jest znacznie większa niż od osi do bocznej powierzchni nadlew (4,1 cm), powstaje obszar jamy skurczowej pierwszego rodzaju.

Posługując się wzorem (2) otrzymujemy:

$$S_j = \frac{\pi 4,3^2}{3} = 19,4 \text{ cm}^2$$

$$X = R_2 = 4,1 \text{ cm}$$

Głębokość obszaru jamy skurczowej obliczamy ze wzoru (1):

$$Z = \frac{0,035(500+580)}{2 \cdot 19,4} + \sqrt{\left[\frac{0,035(500+580)}{2 \cdot 19,4} \right]^2 + 2,0^2 \cdot 4,1^2} = 9,3 \text{ cm} = 93 \text{ mm}$$

Zmierzona głębokość obszaru jamy skurczowej w tym odlewie wyniosła $\sim 100 \text{ mm}$.

B. B. Gulajew [1] podaje, że różnice głębokości obliczonej i rzeczywistej jamy skurczowej nie przekroczyły 15%. W obliczeniach nie zostały ujęte bezpośrednie warunki zalewania, a one to właśnie wpływają na niezgodności między obliczonymi i faktycznymi rezultatami.

W dalszym ciągu, celem obliczenia wymiarów nadlewów, B. B. Gulajew podzielił węzeł zasilany na dużą ilość warstw o pewnej objętości, przy czym jako powierzchnie rozgraniczające poszczególne warstwy przyjął powierzchnie jednakowych temperatur. W ten sposób w oparciu o wzór na głębokość jamy skurczowej (1) wprowadził wzór na wysokość nadlewu:

$$H_n = \frac{V_o}{S_j \sigma} \left\{ \frac{\alpha}{2 \left(1 - \frac{\alpha \phi}{\sigma} \right)} \left[1 + \sqrt{1 + \left(1 - \frac{\alpha \phi}{\sigma} \right) \left(\frac{2m X S_j}{\alpha V_o} \right)^2} \right] \right\} \quad (7)$$

Gdy posługujemy się ciężarem odlewu zamiast V_o , podstawiamy do wzoru (7) $\frac{G}{\gamma}$, wówczas wysokość nadlewu

$$H_n = \frac{G}{S_j \sigma} \left\{ \frac{\alpha}{2 \gamma \left(1 - \frac{\alpha \phi}{\sigma} \right)} \left[1 + \sqrt{1 + \left(1 - \frac{\alpha \phi}{\sigma} \right) \left(\frac{2m X S_j \gamma}{\alpha G} \right)^2} \right] \right\} \quad (8)$$

gdzie

V_o — objętość odlewu w cm^3 ,

S_j — średnia powierzchnia poziomego przekroju obszaru jamy skurczowej w cm^2 ,

σ — współczynnik zapasu mniejszy od jedności ($\sim 0,75$) wprowadzany ze względu na możliwość niedolania nadlewu, wtrąceń pod nadlewem i błędów obliczeń,

α — współczynnik skurczu w czasie krzepnięcia dla stali węglowej 0,035,

$\phi = \frac{F_n}{S_j} \text{ cm}$

F_n — średnia powierzchnia poziomego przekroju nadlewu cm^2 ,

m — współczynnik dla nadlewów otwartych = 2, dla nadlewów ukrytych = 1,

X — najmniejsza odległość od powierzchni odlewu do punktu odpowiadającego końcowi krzepnięcia w cm ,

γ — ciężar właściwy kg/cm^3 ,

G — ciężar odlewu w kg .

Stosunkowy ciężar nadlewu G'_n (to jest ciężar nadlewu do ciężaru odlewu) wyniesie:

$$G'_n = \frac{H_n F_n \gamma}{G} \quad (9)$$

Z równania (9) po wstawieniu za H_n wartości z równania (8) otrzymujemy:

$$G'_n = \frac{\frac{\alpha \phi}{\sigma}}{2 \left(1 - \frac{\alpha \phi}{\sigma} \right)} \cdot \left[1 + \sqrt{1 + \left(1 - \frac{\alpha \phi}{\sigma} \right) \left(\frac{2m \gamma X S_j}{\alpha G} \right)^2} \right] \quad (10)$$

Podstawiając za S_j i ϕ odpowiednie znaczenie, możemy obliczyć G'_n dla różnych kształtów nadlewów (2, 3). Dla najczęściej stosowanego nadlewu o kształcie ściętego stożka wzór (10) przyjmie postać:

$$G'_n = \frac{\frac{3}{4} \frac{\alpha}{\sigma} (1 + \delta)^2}{2 \left[1 - \frac{3}{4} \frac{\alpha}{\sigma} (1 + \delta)^2 \right]} \cdot \left\{ 1 + \sqrt{1 + \left[1 - \frac{3}{4} \frac{\alpha}{\sigma} (1 + \delta)^2 \right] \cdot \left(\frac{2m \gamma \cdot R_2^3 \pi}{3 \alpha G \delta^2} \right)^2} \right\} \quad (11)$$

gdzie:

R_2 — promień podstawy nadlewu w cm ,

R_1 — promień nadlewu u jego wierzchołka w cm ,

$$\delta = \frac{R_2}{R_1}$$

$\phi = \delta (1 + \delta)^2$ przy założeniu, że δ jest bliskie 1.

Gdy miejsca zasilane mają kształt sześciangu lub walca, B. B. Gulajew zaleca, aby nadlewy posiadały średnicę podstawy o 5÷10% większą od średnicy wpisanej do zasilanego węzła odlewu. Stosunek średnicy podstawy nadlewu o kształcie walcowym, umieszczonego na płycie, do grubości płyty nie powinien być mniejszy od 1,16:1,00 (do liczb tych dochodzi Gulajew, porównując szybkość krzepnięcia nadlewu i płyty [1]).

Im większy jest stosunek długości zasilanego odlewu do jego grubości, tym większy powinien być stosunek średnicy nadlewu do średnicy zasilanego węzła i nadlew wówczas może być powiększony o 50% i więcej.

Dobór najekonomiczniejszego kształtu nadlewu zwykłego

Dalszym zagadnieniem jest określenie kształtu nadlewu zwykłego, który by spełniał swoją rolę a równocześnie był najekonomiczniejszy. Stwierdzono matematycznie i doświadczalnie, że nadlew jest najbardziej ekonomiczny, gdy jego poziomy przekrój jest okrągły. Jeżeli nadlew o przekroju kwadratowym zastąpimy okrągłym, to przy tym samym ich działaniu osiągniemy około 20% oszczędności, a jeżeli zastąpimy nadlew prostokątny nadlewem o przekroju

okrągłym oszczędność wyniesie 30% i więcej. Gdy nie możemy zastąpić nadlewów prostokątnych okrągłymi, zmieniamy je na eliptyczne co da około 17% oszczędności metalu [7].

B. B. Gulajew [1] analizując kryterium $\frac{m R_2^3}{G}$

zawarte we wzorze (11), wyprowadzonym przez niego na stosunkowy ciężar nadlewu (ciężar nadlewu w stosunku do ciężaru odlewu), dochodzi do ciekawych wniosków.



Rys. 4. Kształt jamy skurczowej w nadlewie zwężającym

się ku górze ($\frac{m R_2^3}{G} > 6$)

gdyż powstają w nim wtórne jamy skurczowe, oddzielone od siebie grubą warstwą metalu i metal z tych nadlewów nie będzie odpowiednio wykorzystany. Znacznie korzystniejszy będzie w tym wypadku kształt nadlewu zwężający się ku górze, ponieważ szybkość obniżania się w nim poziomu metalu wzrasta i wtórne jamy skurczowe na ogół się nie tworzą.



Rys. 5. Kształt jamy skurczowej w nadlewie rozszerzającym

się ku górze ($\frac{m R_2^3}{G} < 6$)

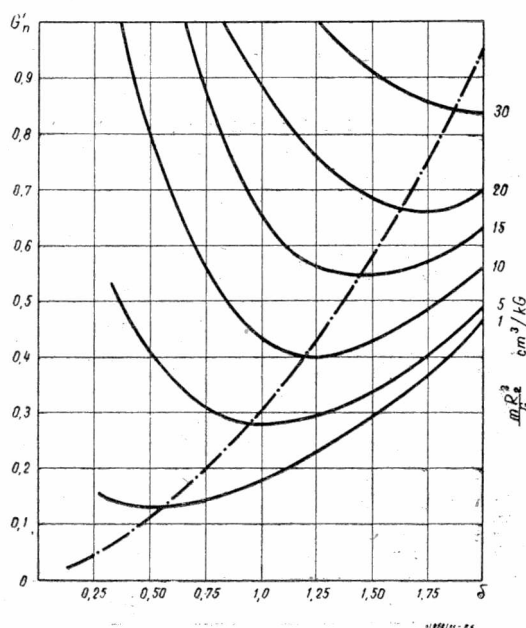
grubości (stosunek objętości nadlewu do jego powierzchni stygnięcia), co szybkość obniżania się poziomu metalu podczas krzepnięcia.

W związku z tym (przy założeniu, że objętość nadlewów jest jednakowa) kształt sferyczny nadlewu, gwarantujący najdłuższy czas jego krzepnięcia, nie musi dać najlepszych wyników, wręcz przeciwnie, w wielu wypadkach może być niewłaściwy.

Kiedy wartość kryterium $\frac{m R_2^3}{G}$ jest niska, ma-

my do czynienia z odlewami o dużych powierzchniach. Stygną one szybko, a więc i poziom metalu w nadlewie szybko się obniża, jeżeli zaś powstają w nim wtórne jamy skurczowe, to są one oddzielone od siebie tylko cienką warstwą metalu. W tych wypadkach podstawowe znaczenie posiada stosunkowe zwiększenie przekroju nadlewu. Korzystniejsze więc będą nadlewy rozszerzające się ku górze.

W oparciu o równanie (11) wykreślone zostały krzywe na rysunku 6 przy założeniu $\alpha = 0,035$,



Rys. 6. Zależność stosunkowego ciężaru nadlewów o okrągłym przekroju (G'_n) od $\delta = \frac{R_2}{R_1}$. Krzywa kreskowana odpowiada nadlewom o minimalnym ciężarze [1]

$\sigma = 0,75$ i $\gamma = 0,0078 \text{ kg/cm}^3$. Z wykresu na rysunku 6 możemy znaleźć dla każdej wartości kryterium $\frac{m R_2^3}{G}$ wielkość $\delta =$

$$= \frac{R_2 \text{ (promień podstawy nadlewu)}}{R_1 \text{ (promień nadlewu u jego wierzchołka)}}$$
 przy której ciężar nadlewu (wyrażony jako stosunek ciężarów nadlewu do odlewu — G'_n) będzie najmniejszy. W tym celu należy określić punkt przecięcia się na danym wykresie krzywej pełnej, wyrażającej zależność G'_n od δ (dla różnych wartości kryterium $\frac{m R_2^3}{G}$) z linią kreskową minimalnego G'_n , wyrażoną dość dokładnie wzorem [1]:

$$(\delta)_{G'_n = \text{minimum}} = 0,52 \left(\frac{m R_2^3}{G} \right)^{\frac{3}{8}} \quad (12)$$

Posługując się wykresem na rysunku 6 możemy określić dla danych warunków najbardziej oszczędny kształt nadlewu. Widzimy, że dla

$$\text{kryterium } \frac{m R_2^3}{G} > 6, \delta = \frac{R_2}{R_1} > 1, \text{ czyli}$$

$R_2 > R_1$, kształt więc nadlewu powinien być rozszerzający się ku dołowi.

B. B. Gulajew [1] podaje, że w niektórych przypadkach, a mianowicie gdy $\delta = \frac{1,000}{0,625} = 1,6$

przy masywnych odlewach i dużych znaczeniach R_2 , a małych G , korzystny może być nadlew o kształcie sferycznym. Z tego samego wykresu możemy wnioskować, że dla kryterium $\frac{m R_2^3}{G} < 6, \delta = \frac{R_2}{R_1} < 1$, czyli $R_1 > R_2$, kształt więc nadlewu powinien być rozszerzający się ku górze.

cych się ku dołowi przyjąc $\delta = 1,05 \div 1,10$, a dla rozszerzających się ku górze $\delta = 0,90$ do 0,95. Znając kryterium $\frac{m R_2^3}{G}$ oraz δ i obliczoną wysokość nadlewu, posiadamy wszystkie dane dla określenia kształtu nadlewu.

Przykład. Przeprowadzamy za B. B. Gulajewem [1] obliczenia nadlewu dla odlewu, dla którego obliczaliśmy głębokość jamy skurczowej. Wymiary zasadnicze odlewu wynoszą: średnica 7,6 cm; wysokość 9,0 cm. Odelew ten posiada cienkie przelewy. Objętość odlewu $V_o = 500 \text{ cm}^3$, ciężar $G = 39,0 \text{ kg}$, przyjęto $R_2 = 4,1 \text{ cm}$, a $R_1 = 4,3 \text{ cm}$, nadlew otwarty $m = 2$.

$$\text{Kryterium } \frac{m R_2^3}{G} = \frac{2 \cdot 4,1^3}{39} \cong 3,52$$

Z wykresu na rysunku 6 widzimy, że dla

Tablica 1

Wyniki otrzymane przy odlewaniu odlewów o różnym kształcie nadlewów, których wysokość obliczona została wzorem B. B. Gulajewa

Stal z pieca elektrycznego łukowego zasadowego.

Skład chemiczny stali: C — 0,23%; Si — 0,29%; Mn — 0,79%; P — 0,02%; S — 0,012%;

Temperatura zalewania $\sim 1400^\circ\text{C}$ (Ponieważ bez poprawki)

Lp.	Rodzaj odlewu i jego wymiary	Obliczona wysokość nadlewu mm	Rzeczywista wysokość nadlewu mm	Sposób zalewania	Szkic przekroju otrzymanego odlewu wraz z nadlewem	Głębokość jamy skurczowej		Położenie jamy skurczowej		Uzysk %
						wraz z rzadziwą mm	bez rzadziwy mm	jama jest w nadlewie ponad odlewem mm	jama sięga w odlew mm	
1.	Wałek wysokość $H = 250 \text{ mm}$ średnica $D = 120 \text{ mm}$	193	190	od dołu	rys. 7 p. 1	188	173	2		47,0
2.	"	193	183	od góry	rys. 7 p. 2	223	213		40	
3.	Prostopadłościan wysokość $H = 250$ wymiar podstawy $100 \times 100 \text{ mm}$	160	155	od dołu	rys. 7 p. 3	162	134		7	
4.	"	160	153	od góry	rys. 7 p. 4	169	163		16	
5.	Wałek wymiary jak w p. 1	230	227	od dołu	rys. 7 p. 5	rzadziwy nie ma	186	41		43,2
6.	Wałek wymiary jak w p. 1	230	236	od góry	rys. 7 p. 6	rzadziwy nie ma	181	55		47,0
7.	Prostopadłościan wymiary jak w p. 3	202	202	od dołu	rys. 7 p. 7	rzadziwy nie ma	154	48		45,7
8.	Prostopadłościan wymiary jak w p. 3	202	197	od góry	rys. 7 p. 8	rzadziwy nie ma	151	46		52,0
9.	Prostopadłościan wymiary jak w p. 3	202	208	od dołu	rys. 7 p. 9	191	183	17		50,7
10.	Prostopadłościan wymiary jak w p. 3	202	200	od dołu	rys. 7 p. 10	rzadziwy nie ma	173	27		60,4
11.	Prostopadłościan wymiary jak w p. 3	160	160	od dołu	rys. 7 p. 11	220	180		60	
12.	Prostopadłościan wymiary jak w p. 3	160	163	od góry	rys. 7 p. 12	273	160		110	

Dla odlewów staliwnych wielkość kryterium $\frac{m R_2^3}{G}$ znajduje się przeważnie w granicach między 1÷10. Dla tych wartości kryterium znajduje się G'_n (minimalny ciężar stosunkowy nadlewu) dla $\delta \cong 1$. Z tej przyczyny B. B. Gulajew [1] proponuje, by dla nadlewów rozszerzają-

wartości kryterium 3,5, $\delta = \frac{R_2}{R_1}$ wynosi około

0,90, zatem przyjęte przez nas $\frac{R_2}{R_1} = \frac{4,1}{4,3} \cong 0,95$

może pozostać. Przy kryterium 3,5 nadlew powinien być rozszerzający się ku górze.

Jak obliczyliśmy przy jamie skurczowej (2)

$$S_j = \frac{\pi \cdot 4,3^2}{3} = 19,4 \text{ cm}^2$$

$$X = R_2 = 4,1 \text{ cm}$$

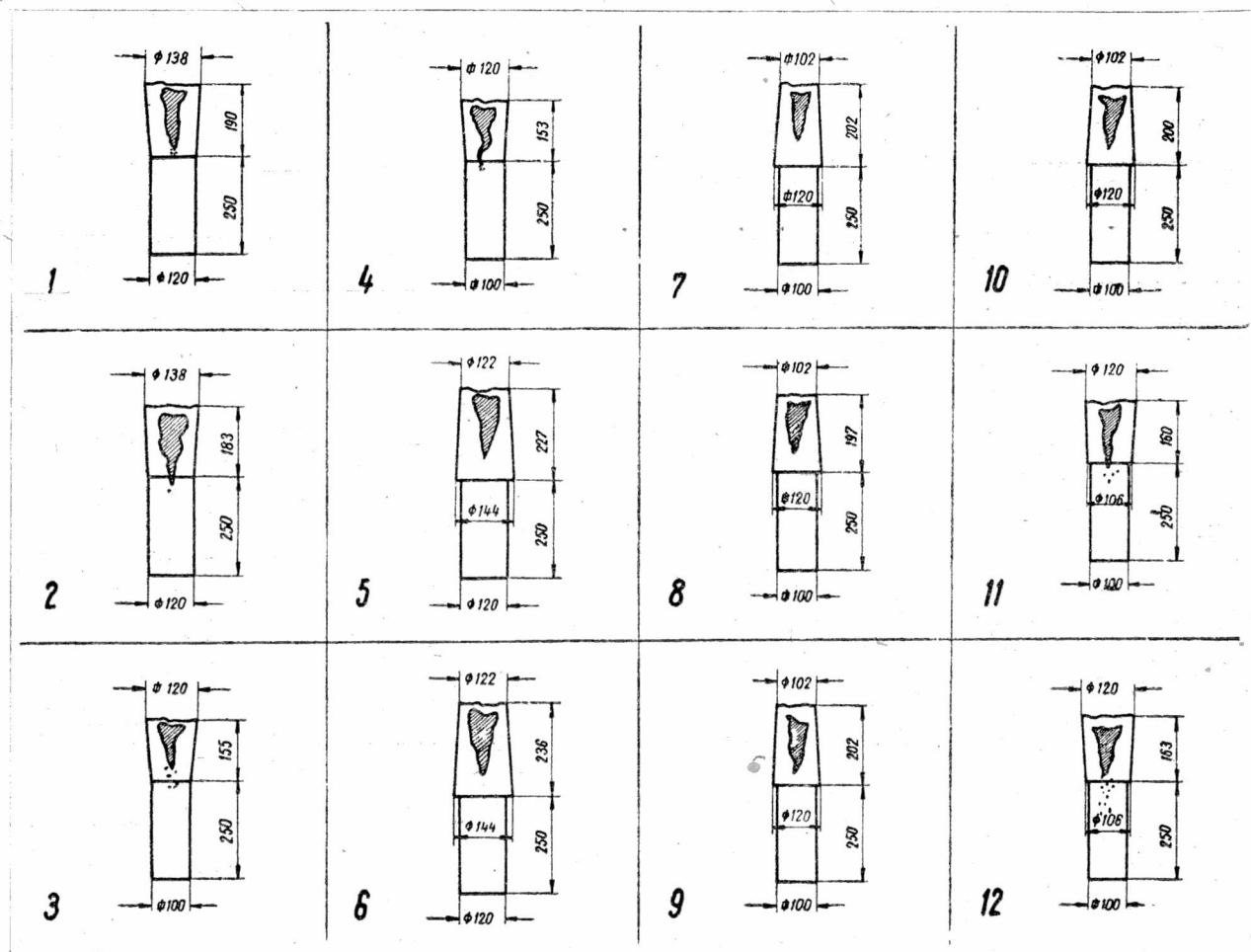
Dla δ bliskiego jedności przy nadlewach o przekroju poziomym kołowym $\phi = \frac{3}{4} (1 + \delta)^2$, zatem

$$\phi = \frac{3}{4} \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)^2 = 2,85$$

Przyjmując współczynnik zapasu $\sigma = 0,75$

sokość nadlewów obliczoną wzorami podanymi przez B. B. Gulajewa [1]. Nadlewy miały przekroje okrągłe i w kilku wypadkach kwadratowe. Zbieżność nadlewów oraz wielkość R_2 przyjęto na podstawie własnego doświadczenia, jest ona zbliżona do wielkości zalecanych przez B. B. Gulajewa.

Kryterium $\frac{m R_2^3}{G}$ dla tych odlewów o kołowym przekroju nadlewów było znacznie większe od 6, dlatego też, obliczając sposobem B. B. Gulajewa, należałoby przyjąć kształt nadlewu rozszerzający się ku dołowi, albo sferytyczny. Aże-



Rys. 7. Do tablicy 1. Szkic przekrojów otrzymanych odlewów wraz z nadlewami obliczonymi według sposobu B. B. Gulajewa

i podstawiając do wzoru (7) otrzymane wartości otrzymujemy wysokość nadlewu:

$$H_n = \frac{500}{19,4 \cdot 0,75} \left[\frac{0,035}{2 \left(1 - \frac{0,035 \cdot 2,85}{0,75}\right)} \right]$$

$$\left[1 + \sqrt{\left(1 - \frac{0,035 \cdot 2,85}{0,75}\right) \left(\frac{2 \cdot 2,0 \cdot 4,1 \cdot 19,4}{0,035 \cdot 500}\right)^2} \right] =$$

$$= 12,5 \text{ cm}$$

Zgodnie z wymiarami podanymi w tablicy 1 i na rysunku 7 zostały przez autora odlane próby wałków o średnicy 120 mm i wysokości 250 mm oraz próby odlewów prostopadłościaków o przekroju kwadratowym 100 × 100 mm i wysokości 250 mm. Odlewy te posiadały wy-

by zbadać, jak wpływa kształt nadlewu, wykonano nadlewy o kształcie ściętego stożka i kilka o kształcie ściętego ostrosłupa rozszerzających się ku górze i dołowi. W tablicy 1 (rys. 7) podano otrzymane wyniki.

Widzimy, że najlepsze wyniki osiągnięto zgodnie z wywodami B. B. Gulajewa [1], zastosowując do tego rodzaju odlewów nadlewy rozszerzające się ku dołowi (rys. 7 poz. 5, 6, 7, 8, 9, 10). W warunkach ruchowych należy to doświadczenie wykorzystać. Uzysk przy takich

nadlewach, przy dużej wartości kryterium $\frac{m R_2^3}{G}$ jest większy niż przy nadlewach rozszerzających się ku górze, a może być jeszcze większy, gdyż jama skurczowa kończy się stosunkowo

Wyniki otrzymane przy odlewaniu odlewów z nadlewami, obliczonymi według sposobu

Orgtiazmasz

Stal z pieca elektrycznego łukowego zasadowego.

Skład chemiczny stali: C — 0,23%; Si — 0,29%; Mn — 0,79%; P — 0,02%; S — 0,012%;

Temperatura zalewania ~ 1400°C (Piropto bez poprawki)

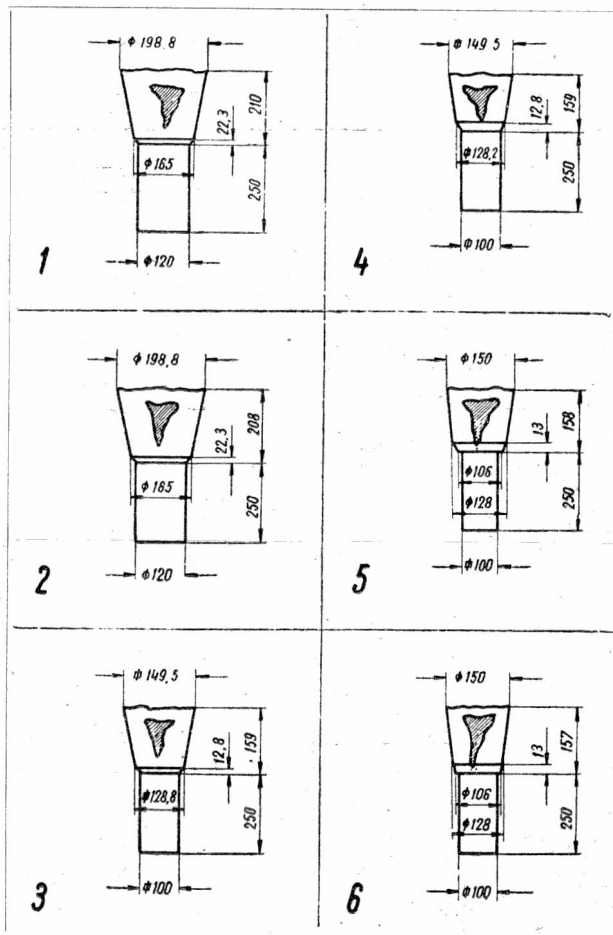
Lp.	Rodzaj odlewu i jego wymiary	Obliczona wysokość nadlewu mm	Rzeczywista wysokość nadlewu mm	Sposób zalewania	Szkic przekroju otrzymanego odlewu wraz z nadlewem	Głębokość jamy skurczowej		Położenie jamy skurczowej		Uzysk %
						wraz z rzadziną mm	bez rzadziny mm	jama jest w nadlewie ponad odlewem mm	jama sięga w odlew mm	
1.	Walek wysokość — $H = 250$ mm średnica — $D = 120$ mm	213,2	210	od dołu	rys. 8 p. 1	rzadzinny nie ma	153	57		34,4
2.	Walek j. w.	213,2	208	od góry	rys. 8 p. 2	„	154	54		37,5
3.	Prostopadłościan wysokość $H = 250$ mm wymiar podstawy 100×100 mm	163,2	159	od dołu	rys. 8 p. 3	„	129	30		44,3
4.	Prostopadłościan j. w.	163,2	159	od góry	rys. 8 p. 4	„	132	27		48,7
5.	Prostopadłościan j. w.	163,2	158	od dołu	rys. 8 p. 5	153	150	5		48,2
6.	Prostopadłościan j. w.	163,2	157	od góry	rys. 8 p. 6	153	149	4		54,3

daleko od odlewu, zatem σ można przyjąć większe od przyjętego w obliczeniach 0,75. Chociaż walek na rysunku 7 poz. 1 z rozszerzającym się ku górze nadlewem nie posiada w odlewie jamy skurczowej, a uzysk jest zbliżony do takich samych wałków poz. 5 i 6 ze zwężającymi się ku górze nadlewami, to jednak należy zwrócić uwagę na to, że jama skurczowa w nadlewach poz. 5 i 6 jest bardziej oddaloną od odlewu niż w odlewie poz. 1 (poz. 5 i 6 — 41 i 55 mm, a poz. 1 tylko 2 mm), co przemawia za stosowaniem w podobnych wypadkach nadlewów zwężających się ku górze. Walek na rysunku 7 poz. 2 identyczny do wałka poz. 1, mimo iż był zalewany od góry przy zmniejszeniu wysokości nadlewu tylko o 7 mm już posiadał jamę skurczową w odlewie.

Przeglądając tablicę 1, widzimy, że we wszystkich natomiast przypadkach przy odlewach zwężających się ku górze otrzymano zdrowe odlewy. Rozpatrując wysokość nadlewów podanych w tablicy 1 oraz ich wymiary podane na rysunku 7 widzimy, że wysokość nadlewów rozszerzających się ku górze, obliczona sposobem B. B. Gulajewa oraz ich objętość jest mniejsza niż nadlewów zwężających się ku górze. Można by przypuszczać, że w tym tkwi przyczyna lepszych wyników przy stosowaniu nadlewów zwężających się ku górze, jednak z tablicy 2 i rysunku 8 wynika, że dla otrzymania podobnych wyników (podobnej odległości jamy skurczowej w nadlewie od odlewu) nadlewy rozszerzające się ku górze powinny posiadać znacznie większą objętość. W tablicy 2 podane są otrzymane przez autora wyniki przy tych samych odlewach (rys. 8) wałków i prostopadłościanów odlanych z nadlewami obliczonymi według sposobu Orgtiazmasz [3, 4]. Nadlewy spełniły swą rolę, jednak uzysk był mniejszy niż przy obli-

czeniu nadlewów według sposobu B. B. Gulajewa.

Wszystkie odlewy wymienione w tablicy 1 i 2 odlano staliwem węglowym o następującym skła-



Rys. 8. Do tablicy 2. Szkic przekrojów otrzymanych odlewów wraz z nadlewami obliczonymi według sposobu Orgtiazmasz

dzie: C = 0,23⁰/₀; Si = 0,29⁰/₀; Mn = 0,79⁰/₀; P = 0,02⁰/₀; S = 0,012⁰/₀; otrzymanym z elektrycznego pieca łukowego, zasadowego. Temperatura zalewania mierzona pirometrem Piropto bez poprawki wahała się w wąskich granicach 1400 °C. Mimo, że starano się utrzymać jednakową ciężarową szybkość zalewania, wystąpiły dość znaczne wahania, które jednak — ze względu na mały ciężar odlewu — nie miały praktycznego znaczenia. Każdy odlew odlewano raz od dołu, a raz od góry. Większy uzysk (tabl. 1, 2) otrzymany w każdym przypadku przy zalewaniu od góry spowodowany jest zalewaniem metalu wprost przez nadlew (brak układu wlewowego).

Wnioski końcowe

Ażeby nadlew spełnił swoje zadanie, musi krzepnąć później niż zasilana przez niego część odlewu. W związku z tym sprowadzona grubość nadlewu musi być większa od sprowadzonej grubości części zasilanego odlewu, a zwłaszcza tej części odlewu, z którą jest on bezpośrednio związany.

Poziomy przekrój nadlewu jest tym ekonomiczniejszy, im bardziej jest zbliżony do koła.

Dla określenia najekonomiczniejszego kształtu nadlewu zwykłego o przekroju kołowym można się posługiwać kryterium $\frac{mR_2^3}{G}$. Wówczas

z wykresu na rysunku 6 możemy określić $\delta = \frac{R_2}{R_1}$,

a w ten sposób stwierdzić, czy nadlew ma być rozszerzający się, czy też zwężający się ku górze. Gdy $\delta = 1,6$, może być korzystny w niektórych wypadkach omówionych w treści artykułu nadlew o kształcie sferycznym. O kształcie nadlewu decyduje potrzebna dla danego wypadku szybkość obniżania się w nim poziomu metalu.

Literatura:

1. Gulajew B. B. — „Zatwierdzanie i nieodnorodność stali“, Mietałurgizdat Leningrad—Moskwa 1950.
2. Gulajew B. B. — „Wybor razmierow i formy pribylej“, WNITOŁ Maszgiz Moskwa 1953.
3. Russian S. W., Baranow I. A., Gotowanow N. N., Sokolow A. N., Libman S. E., Elcufin S. A. — „Projektirowanie tiechnologiczeskich processow litiejnogo proizwodstwa“, Maszgiz Moskwa—Leningrad 1951.
4. Skarbiński M. — „Projektowanie procesów technologicznych w odlewni“, PWT. Warszawa 1954.
5. Wasilewski P. F. — „Stalnye otlivki“, Maszgiz Moskwa—Swierdłowski 1950.
6. Ipatow N. K. — „K woprosu o formie pribyli“, Litiejnoje Proizwodstwo N 3 — 1955.
7. Niechendzi J. A. — „Stalnoje litjo“, Mietałurgizdat Moskwa 1948.
8. Kniagin G. — „Odlewnictwo staliwa“, PWT. Warszawa, w druku.

Mgr inż. JERZY PIASKOWSKI
mgr inż. JAN RĄCZKA

669.131.8

Nowe kierunki i osiągnięcia w produkcji żeliwa ciągłego

Produkcja żeliwa ciągłego w przemyśle maszynowym rozwija się nadal, mimo coraz szerszego stosowania żeliwa sferoidalnego. Jej unowocześnienie idzie w kierunku mechanizacji procesów modernizacji urządzeń i wypieranie białego żeliwa ciągłego przez żeliwo czarne. Ponadto przeprowadza się liczne prace nad podniesieniem jakości żeliwa ciągłego jak i teoretycznym wyjaśnieniem licznych zjawisk obserwowanych w technologii jego produkcji.

Wstęp

W ostatnich latach na odcinku odlewnictwa żeliwa ciągłego dokonano znacznego postępu. Liczne badania pozwoliły na dokładniejsze poznanie technologii produkcji tego żeliwa i umożliwiły opracowanie odpowiednich metod kontroli. Z drugiej strony postęp mechanizacji przemysłu znalazł szczególnie dogodne warunki w masowej produkcji niewielkich odlewów, wymagających transportu dużych ilości materiału.

Warunki powyższe ukształtowały nowoczesną produkcję zmechanizowanej odlewni żeliwa ciągłego. W obecnej chwili poziom techniczny oraz stopień mechanizacji naszych odlewni żeliwa ciągłego jest jeszcze stosunkowo niski. Celem niniejszego artykułu jest zestawienie nowoczesnych osiągnięć w produkcji żeliwa ciągłego w krajach o przodującej technice i przedstawienie ich naszym odlewnikom.

Ogólne dane statystyczne z produkcji przemysłowej żeliwa ciągłego

Ogólnie należy stwierdzić, że żeliwo ciągłe utrzymuje swoją pozycję w przemyśle odlewniczym i jak dotychczas, wynalezienie żeliwa sferoidalnego nie spowodowało widocznego obniżenia produkcji żeliwa ciągłego.

Tablica 1

Statystyka produkcji odlewów w St. Zj. Am. Płn.

Rodzaj stopu	1946 w tysiącach ton	1951 w tysiącach ton	1952 w tysiącach ton
Żeliwo szare	10 300	15 000	12 900
Żeliwo ciągłe	800	1 100	900
Staliwo	1 400	2 000	1 900
Stopy miedzi	500	600	500
Stopy aluminium	194	275	286
Stopy magnezu	4,2	16,6	18,7
Stopy cynku	192,4	247,5	214,0
Razem	13 390,6	19 239,1	16 718,7

Produkcja żeliwa ciągłego wzrasta planowo w ZSRR i krajach demokracji ludowej, natomiast ulega znacznym wahaniom w krajach kapitalistycznych. Wahania te, jak również stosunek ilościowy produkcji tego żeliwa do innych stopów odlewniczych widoczny jest z tablicy 1,

w której podano produkcję odlewniczą w St. Zj. Am. Płn. w ostatnich latach [1].

Procentowy udział rozmaitych gałęzi przemysłu w zużyciu żeliwa ciągliwego w St. Zj. Am. Płn. w 1941 r. był następujący [2]:

przemysł samochodowy	45,3%
koleje i tabor kolejowy	8,7%
maszyny rolnicze	7,4%
sprzęt elektrotechniczny instalacyjny	4,4%
łączniki do rur	17,0%
inne	17,2%
Razem	100,0%

H. Mohl [3] podaje szereg interesujących wskaźników techniczno-ekonomicznych dotyczących produkcji żeliwa ciągliwego w Niemczech Zach., gdzie produkcja odbudowywanych odlewni wzrastała do 127.667 t w 1951 r. osiągając pełną zdolność produkcyjną, przy czym ilość zatrudnionych wynosiła 14050 osób. Wydajność na jednego pracownika wzrosła z 650 kg/mies. (II półrocze 1948 r.) do 915 kg/mies. nie osiągając jednak poziomu przedwojennego 1000 kg/mies.

Procentowy udział poszczególnych specjalności wśród zatrudnionych podano w tablicy 2.

Tablica 2

Zatrudnienie według specjalności w produkcji żeliwa ciągliwego (w Niemczech Zach.)

Specjalność	Udział w %
Formierze	33
Rdzeniarze	13
Szlifierze	10
Wytapiacze	4
Piecowi (żarzalnia)	5
Modelarze	7
Przygotowanie mas formierskich, wybijanie form	28
Razem	100

Zużycie materiałów na wyprodukowanie 1000 kg drobnych odlewów kształtowało się następująco: surówka — 550 kg, złom stalowy 550 kg, koks odlewniczy — 400 kg, węgiel do pieców żarzalniczych 650 kg, węgiel do suszenia rdzeni, form itp. 150 kg, piasek formierski — 800 kg.

Zasadnicze kierunki w produkcji żeliwa ciągliwego

Do zasadniczych kierunków jakie obserwuje się w unowocześnieniu produkcji żeliwa ciągliwego należą:

- mechanizacja i automatyzacja metod pracy,
- modernizacja urządzeń,
- przestawienie produkcji z białego na czarne żeliwo ciągliwe.

Mechanizacja jest obecnie najbardziej typowym zjawiskiem w odlewniach żeliwa ciągliwego, gdyż są one do tego specjalnie sposobne ze względu na masową produkcję, wielkość odlewów (drobne odlewy) i dużą ilość transportowanych materiałów. Dla uzyskania 1 t odlewów z żeliwa ciągliwego należy przetransportować 150÷200 t materiałów, co zajmuje 40÷50% czasu roboczego [4].

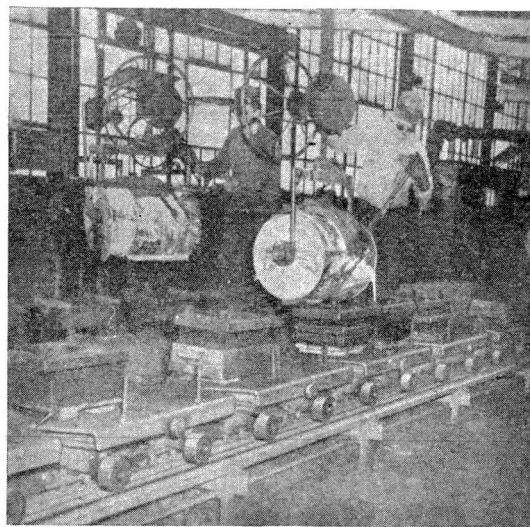
Mechanizacja pozwala na wzrost produkcji o 50÷100% — wiąże się ona z zasady z przejściem na topienie sposobem duplex, co powoduje w przybliżeniu dwukrotne zwiększenie ilości przetapianego metalu.

Oprócz całkowitej mechanizacji odlewni często stosuje się mechanizację częściową. Do zmechanizowanych czynności należą:

- ładowanie pieców do topienia,
- przerób i transport masy formierskiej,
- transport rdzeni do suszarni i ewentualnie do stanowisk formierskich,
- transport form od stanowisk formierskich do stanowiska zalewania i dalej aż do wybijania odlewów z form oraz dalszy transport odlewów na oczyszczalnię,
- transport odlewów do żarzalni,
- oczyszczanie i pakowanie odlewów do garnków,
- wybijanie garnków po żarzeniu.

Do transportu stosuje się bądź przenośniki rolkowe, grawitacyjne, bądź przenośniki z napędem lub system kombinowany obu sposobów oraz koszyki podwieszone [5] — rysunek 1 i 2.

Jako przykład wydajności odlewni zmechanizowanej można podać dane [6], według których zakład o całkowitej powierzchni 2787 m², zatrudniający około 100 ludzi produkuje około 35 ton tygodniowo różnych odlewów (około 100.000 sztuk), przy czym formiarnia wyposażona jest w 6 par wstrząsarek z dociskiem [7]. Brygada złożona z 3÷4 ludzi (w zależności od ilości rdzeni) obsługująca parę elektromagnetycznych formierek prasujących, wykonywała od 500 form (zawierających do 24 rdzeni) do 900

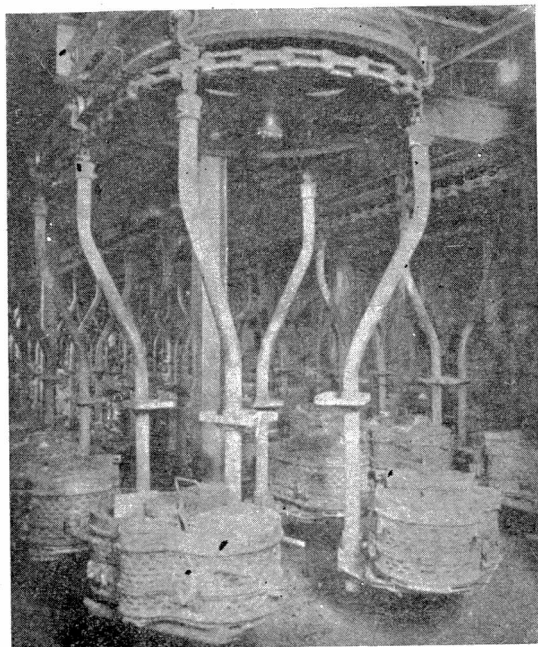


Rys. 1. Transport form do stanowiska zalewania przy pomocy przenośnika odlewniczego (członowego)

form (do 2 rdzeni) dziennie [7]. Równocześnie w odlewniach żeliwa ciągliwego obserwujemy początki automatyzacji procesów — na razie dotyczą one głównie kontroli np. ilości dmuchu do żeliwiaków, dopływu paliwa ciekłego do pieców do topienia, kontroli temperatury w piecach do żarzenia.

Modernizacja urządzeń polega na wprowadzaniu nowszych pieców do topienia lub wyża-

rzania oraz maszyn pozwalających na obniżenie kosztów produkcji. W ten sposób np. zamiast pieców do topienia pracujących na zimnym wsadzie (piece płomienne, martenowskie itp.) wprowadza się proces duplex, polegający



Rys. 2. Transport form do stanowiska zalewania przy pomocy przenośnika podwieszonego

na stopieniu wsadu w żeliwiaku i przegrzaniu metalu w innym piecu (płomiennym, elektrycznym itp.)¹⁾. Do ogrzewania pieców do wyżarzania wprowadza się pył węglowy lub energię elektryczną, w przypadku wyżarzania odlewów w kontrolowanych atmosferach gazowych²⁾. Poza tym modernizacja może polegać na wprowadzaniu nowych urządzeń jak maszyny formierskie, szlifierki, maszyny do czyszczenia odlewów itp.

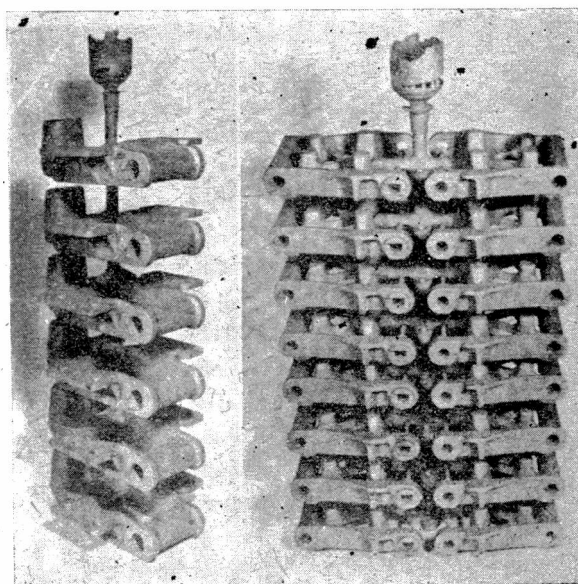
Jak podaje literatura techniczna najszersze zastosowanie w nowoczesnych odlewniach żeliwa ciągliwego znajdują wstrząsarki z dociskiem [6, 8, 9, 10] — poza tym wstrząsarki ze stołem przerzucanym [11], formierki prasujące z ramowym wyjmowaniem modeli [12] elektromagnetyczne formierki prasujące [7] oraz wstrząsarki z obracającym stołem, które mają być szczególnie dogodne przy formowaniu w stosach [13].

Należy tu zaznaczyć, że przez zastosowanie zalewania w stosach stare, niezmechanizowane zakłady usiłują podnieść wydajność z m² formiarni (rys. 3).

Co się tyczy szlifowania odlewów, to literatura zaleca [14] szlifowanie drobnych odlewów o małych przekrojach wlewów doprowadzających przed żarzeniem, zaś większych odlewów — po żarzeniu. Korzystniej jest stosować tar-

czy szlifierskie o większych średnicach. Poza tym przy mniejszych ilościach usuwanego metalu (do 1,5%) ekonomiczniej jest stosować szlifierki wolnobieżne, zaś przy większych ilościach usuwanego metalu lepsze wyniki daje stosowanie szlifierek szybkobieżnych.

Trzecim z kolei kierunkiem typowym dla odlewnictwa żeliwa ciągliwego jest przestawianie produkcji z białego na czarne żeliwo ciągliwe. Dzięki temu uzyskuje się materiał o lepszych właściwościach oraz znaczne oszczędności — ponadto wzrasta znacznie wydajność zakładu. Jak stwierdził A. I. Klauzen [15] przemysł radziecki w 1952 r. całkowicie przestawił swą produkcję na czarne żeliwo ciągliwe — podobnie w St. Z. Am. Płn. od dawna nie produkuje się białego żeliwa ciągliwego. Obecnie w krajach europejskich (m. in. NRD, Czechosłowacja) wprowadzających postęp techniczny obserwuje się podobny proces — żeliwo ciągliwe białe wykonywane jest obecnie jedynie w odlewniach zacofanych technicznie.



Rys. 3. Formowanie w stosach ogniów do łańcuchów (odlewy wybite z formy wraz z układem wlewowym)

Naukowe opracowanie produkcji żeliwa ciągliwego

Doceniając znaczenie teorii dla nowoczesnej techniki procesów produkcyjnych współczesna literatura radziecka poświęca wiele miejsca zagadnieniom związanym z procesem grafityzacji, mającym podstawowe znaczenie dla produkcji żeliwa ciągliwego; uczeni radzieccy mają na tym odcinku poważne osiągnięcia.

Podstawowe opracowanie teoretyczne tego procesu podane przez H. A. Schwarza [16] przyjmuje, że rozpad cementytu zachodzi poprzez roztwór stały. Stąd na grafityzację składają się dysocjacja cementytu, jego rozpuszczanie w roztworze, szybkość dyfuzji atomów węgla ku zarodkom grafityzacji i liniowy wzrost tych zarodków. O przebiegu grafityzacji decyduje ten z wyżej wymienionych procesów, który zachodzi najwolniej — zwykle jest to dyfuzja atomów węgla.

¹⁾ Zagadnienie pieców do wytapiania żeliwa ciągliwego zostało przez autorów opisane oddzielnie w artykule „Współczesne metody wytapiania żeliwa ciągliwego” (patrz „Przegląd Odlewnictwa” 1955 nr 6, str. 161).

²⁾ Szczegółowe dane o konstrukcjach nowoczesnych pieców do wyżarzania odlewów z żeliwa ciągliwego podane będą w oddzielnym artykule.

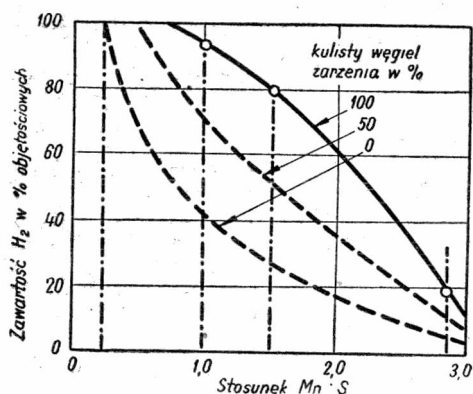
N. G. Girszowicz [17, 18], W. F. Zubarew [19] i inni przyjmują w zasadzie powyższą teorię z tym, że dopuszczają możliwość bezpośredniego rozpadu cementytu — ponadto W. F. Zubarew rozpatruje proces grafityzacji z punktu widzenia termodynamiki.

Natomiast K. P. Bunin, G. I. Iwancow, Ja. N. Malinoczka, N. M. Daniłczenko, M. A. Kriształ [20–23] uważają, że o procesie grafityzacji decyduje przesuwanie atomów żelaza (tzn. współczynnik samodyfuzji żelaza) i obecność pustych węzłów w siatce krystalograficznej. Ożywiona dyskusja pomiędzy tymi kierunkami nie została jeszcze zakończona — utrudnia ją brak dostatecznej ilości badań.

Badania nad mechanizmem grafityzacji żeliwa w stanie stałym są istotnie nieliczne. Do poważniejszych ostatnich prac należą badania, jakie wykonali I. Burke i W. S. Owen [24]. Opierając się na teorii klasycznej i na termodynamicznych podstawach krystalizacji i wyprowadzonym wzorze

$$y = 1 - e^{-\left(\frac{t}{k}\right)^n}$$

stwierdzili oni zadawalającą zgodność teorii z doświadczeniem. We wzorze tym y oznacza ułamek ilości węgla, który w czasie t uległ grafityzacji, k — jest współczynnikiem zależnym eksponencjalnie od temperatury, zaś n — jest stałą równą około 4.



Rys. 4. Zależność postaci węgla żarzenia od stosunku zawartości Mn : S w żeliwie oraz zawartości wodoru w gazowej atmosferze wyżarzania

I. Burke i W. S. Owen stwierdzili m.in. że szybkość powstawania i szybkość wzrostu zarodków grafityzacji wzrasta eksponencjalnie z temperaturą.

Pewne światło na proces grafityzacji rzucają badania W. Palmera [25] nad postacią węgla żarzenia, który ma być kulisty dla wartości stosunku Mn : S < 1,71 w żeliwie, zaś postrzępiony dla wartości Mn : S > 1,71. A. Hultgren i G. Ostberg [26] stwierdzili, że węgiel żarzenia w postaci kulistej powstaje także w czasie wyżarzania w atmosferze wodoru (rys. 4). Ponieważ jak stwierdzono [27] wodór w atmosferze żarzenia wyraźnie hamuje proces grafityzacji, stąd można przypuszczać raczej, że przy powolnej grafityzacji węgiel żarzenia przyjmuje postać bardziej zbliżoną do kulistej, zaś przy szybkiej grafityzacji — bardziej postrzępioną.

Potwierdza to także fakt, że im wyższa temperatura wyżarzania, tym bardziej postrzępiona jest postać węgla żarzenia — przy temperaturze 1100°C przyjmuje on nawet postać zbliżoną do płatków [28, 29]. Z tego powodu I. E. Rehder [30] ustalił jako maksymalną temperaturę dla pierwszego okresu wyżarzania czarnego żeliwa ciągłego 955°C.

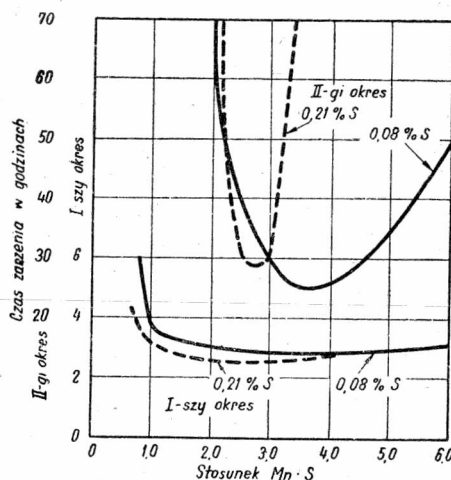
Nie rozstrzygnięte jest zagadnienie wpływu ilości wydzieleni węgla żarzenia na własności wytrzymałościowe. E. Namba [31] wypowiada się, że im drobniejsze wydzielenia węgla żarzenia, tym wyższe własności czarnego żeliwa ciągłego. Przeciwną opinię wypowiada H. A. Schwartz [32], zgodną zresztą z wynikami badań autorów niniejszego artykułu [33].

Mechanizm procesu produkcji białego żeliwa ciągłego, jako bardziej skomplikowany nie był dotąd ściśle sformułowany. Jak widać z powyższego zestawienia sam proces grafityzacji jest jeszcze zagadnieniem spornym, zaś w białym żeliwie ciągłym dochodzi tu dodatkowo proces odwęglania i zjawisko dyfuzji, a stosunek obu tych procesów jest uzależniony od grubości ścianek. Wzajemny stosunek procesu grafityzacji i odwęglania nie został dotąd określony, ani teoretycznie ani doświadczalnie.

Badania nad produkcją czarnego żeliwa ciągłego

Nowoczesna technika wymaga dokładnego naukowego i laboratoryjnego opracowania procesów technologicznych. Jakkolwiek nie zawsze powiązanie tych badań z produkcją jest widoczne od razu, tym nie mniej umożliwiają one bardziej świadomą produkcję, przy której ilość braków niewątpliwie się obniża.

Dlatego też literatura techniczna podaje wiele publikacji dotyczących badań nad czarnym żeliwem ciągłym i jego produkcją.



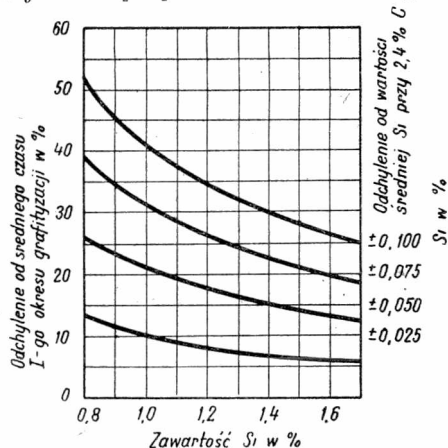
Rys. 5. Wpływ stosunku zawartości Mn : S przy różnych zawartościach siarki na czas grafityzacji w pierwszym i drugim okresie

Wpływ składników stopowych na proces grafityzacji jest już na ogół znany [13, 14]; przeprowadzone niedawno badania [25] potwierdziły dawne obserwacje. Wykazały one, że Ni, Cu, Ti, P, As i Mo nie mają wyraźnego wpływu na

pierwszy okres grafityzacji, zaś W, Te, Mn (nadmiar)³⁾ działają stabilizująco jakkolwiek słabo. Natomiast silnymi stabilizatorami są: B, S (nadmiar), V, Sb i Bi.

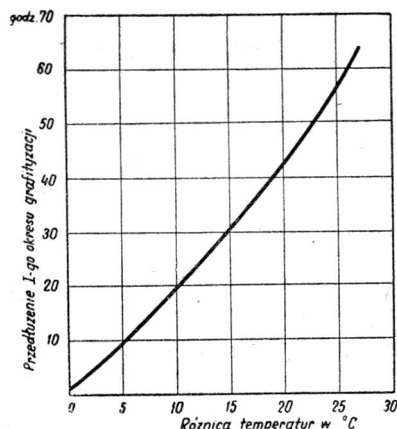
W drugim okresie grafityzacji działają stabilizująco: Cr, Sb, V, S (nadmiar), Mn (nadmiar), Bi, Mo, Te, Sn i W.

Zależność pomiędzy zawartością C i Si a szybkością grafityzacji próbowano ostatnio ustalić matematycznie [35]. Duże znaczenie praktycz-



Rys. 6. Wpływ odchyłen zawartości krzemu, przy różnych zawartościach krzemu na wahania czasu pierwszego okresu grafityzacji

ne mają wykresy podane przez J. Rehdera [30] wskazujące na wpływ stosunku zawartości Mn:S w żeliwie na czas grafityzacji w pierwszym i drugim okresie (rys. 5) oraz wpływ wahań zawartości krzemu na wahania czasu pierwszego okresu grafityzacji (rys. 6). Podobnie rysunek 7



Rys. 7. Przedłużenie czasu wyżarzania w pierwszym okresie grafityzacji w zależności od różnicy pomiędzy rzeczywistą temperaturą odlewów a temperaturą wskazywaną przez termoparę kontrolną

wskazuje, o ile dłuższy jest czas grafityzacji w pierwszym okresie, jeśli rzeczywista temperatura odlewów jest niższa od temperatury, jaką wskazuje termopara kontrolna w piecu. Zbadany został także wpływ atmosfery gazowej z pieca do żarzenia na przebieg wyżarzania [36].

³⁾ Mn (nadmiar) lub S (nadmiar) oznacza zawartość manganu lub siarki przekraczającą ilość potrzebne dla wzajemnego zobojętnienia wpływu obu tych składników.

Natomiast mało zbadany jest wpływ procesu wytapiania żeliwa ciągłego na szybkość grafityzacji. Literatura podaje [37], że przy większym zgarze krzemu w żeliwiaku, żeliwo po przegrzaniu w piecu elektrycznym (proces duplex) podczas wyżarzania wykazuje mniejszą ilość ośrodków grafityzacji.

I. M. Czajka [38] wykazał, że wzrost temperatury przegrzania żeliwa ciągłego, wytapianego w piecu elektrycznym wysokiej częstotliwości powoduje wzrost wytrzymałości na rozciąganie i wydłużenia. Ma to być związane z bardziej drobnoziarnistą strukturą pierwotną. Drobniejsza struktura żeliwa wyjściowego ma być przyczyną szybszej grafityzacji odlewów cienkościennych [39].

Duże znaczenie mają badania jakie przeprowadzili E. A. Lange i R. W. Heine [40] nad wpływem atmosfery pieca do topienia na reakcje zachodzące w ciekłym metalu, skłonność żeliwa do zaszarzeń i pęknięć na gorąco jak również na szybkość grafityzacji żeliwa. Badania te wskazują na szkodliwość atmosfery utleniającej.

Liczne badania przeprowadzone nad możliwościami skrócenia czasu wyżarzania, wpływ dodatku aluminium do ciekłego żeliwa znany jest dobrze praktykom — ostatnie badania [41, 42] wykazały wyraźnie korzystny wpływ tego zabiegu na szybkość grafityzacji.

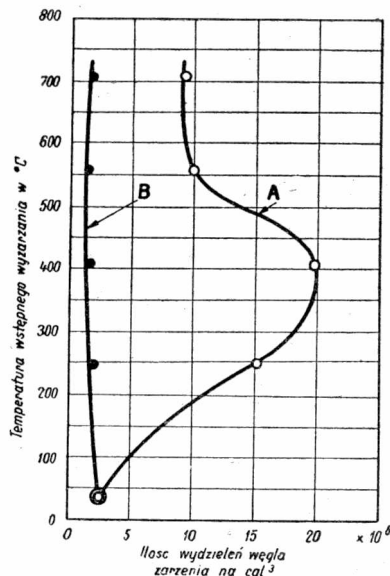
Podobnie miały działać nieznaczne dodatki boru [43]. Bor w ilości ponad 0,0085% działa hamująco na proces grafityzacji w pierwszym okresie, natomiast przyspiesza proces grafityzacji w drugim okresie wyżarzania [44]. Dodatek ten ujemnie wpływa na właściwości wytrzymałościowe, podobnie jak zbyt duży dodatek aluminium.

Silnym grafityzatorem jest także cyrkon [45]. Podobne działanie mają inne dodatki jak żelazotytan, a przede wszystkim znacznie tańszy żelazokrzem. Badania powyższe przeprowadzone głównie w ZSRR [41, 46] pozwoliły na wprowadzenie do produkcji modyfikowanego żeliwa ciągłego, co pozwoliło na znaczne skrócenie czasu wyżarzania odlewów. Dokładniejsze dane dotyczące tego zagadnienia były już publikowane w naszej literaturze [47, 48].

Dalszą metodą pozwalającą na znaczne skrócenie czasu grafityzacji jest hartowanie (w wodzie lub w oleju) żeliwa przed wyżarzaniem. Metoda ta, opracowana także przez uczonych radzieckich [49] jest jednak dość kłopotliwa i może znaleźć jedynie ograniczone zastosowanie w przemyśle. Ponadto badania autorów niniejszego artykułu [33] wskazują, że proces wstępnego hartowania powoduje bardzo znaczny spadek właściwości wytrzymałościowych.

Większe możliwości zastosowania ma proces wygrzewania w niskich temperaturach (około 400 °C) przy ogrzewaniu żeliwa do temperatury pierwszego okresu grafityzacji. Już dawniej znane było zjawisko, potwierdzone doświadczalnie [50, 51], że im powolniejsze ogrzewanie, szczególnie w zakresie temperatur 250 do 350 °C, tym szybciej zachodzi proces grafityzacji i tym lepsze są właściwości żeliwa. Jest to

związane z ilością zarodków grafityzacji, których największą ilość uzyskuje się wygrzewając żeliwo przy temperaturze 400 °C [52]. Na podstawie tych badań na rysunku 8 podano zależność ilości zarodków grafityzacji od temperatury wstępnego wygrzewania. Ponieważ w tych temperaturach następuje szybkie usuwanie wodoru z metali, stąd powyższy proces zazwyczaj tłumaczy się usuwaniem z żeliwa tego gazu (silnie stabilizujący wpływ wodoru zo-



Rys. 8. Wpływ temperatury wstępnego wygrzewania na ilość wydzielenia węgla zarzenia. A — próbki ze wstępnym wygrzewaniem w ciągu 30 minut przy podanej temperaturze, B — próbki uprzednio wygrzewane w atmosferze butanu w ciągu 1 godziny przy temperaturze 700°C

stał doświadczalnie stwierdzony). Wspomniane jednak wyżej badania nie przemawiają za tym wyjaśnieniem.

Na duże możliwości skrócenia pierwszego okresu grafityzacji wskazują badania I. I. Gorjunowa [53], polegające na wygrzewaniu w ciekłych solach — proces ten wymaga jeszcze dokładniejszego opracowania.

Dalszym kierunkiem w jakim poszły, zwłaszcza ostatnio, badania nad żeliwem ciągliwym, to określenie wpływu na grafityzację gazów, znajdujących się w metalu, a mianowicie: tlenu, azotu i wodoru. Przeprowadzone badania wykazały, że ilość gazów w żeliwie zależy od rodzaju pieca i sposobu prowadzenia wytupu. Żeliwo z żeliwiaka wykazuje na ogół wyższą zawartość tlenu i azotu, aniżeli żeliwo z pieca obrotowego, płomiennego i przegrzanego w piecu elektrycznym [54, 55]. Gazy powyższe działają silnie stabilizująco i powodują powstawanie pęcherzy wydzielając się podczas stygnięcia i krzepnięcia metalu. Zestawienie wyników badań nad wpływem gazów na grafityzację żeliwa zainteresowani mogą znaleźć w literaturze [56].

Przeprowadzono także serię badań nad zjawiskiem kruchości jaka występuje niekiedy po cynkowaniu czarnego żeliwa ciągliwego. Zjawisko to można także zaobserwować przy powol-

nym stygnięciu czarnego żeliwa ciągliwego [57] — przeciwdziała temu niewielki dodatek molibdenu [58]. Otóż jak wykazały badania zjawisko to polega na przesunięciu spadku udarności, jaki dla stopów żelaza o osnowie ferrytycznej zachodzi przy niskich temperaturach (do 100°C) ku temperaturze pokojowej pod wpływem wygrzewania w temperaturze około 400°C. Zjawisko to wiąże się także ze składem chemicznym żeliwa — nie występuje ono przy zawartości poniżej 1% Si, a zwłaszcza poniżej 0,10% P. Przy wyższych zawartościach tych składników w żeliwie, aby uniknąć tej kruchości należy zastosować wstępne hartowanie od temperatury 650°C [59].

Do ciekawych badań należy zaliczyć próby indukcyjnego hartowania czarnego, perlitycznego i białego żeliwa ciągliwego [60, 61, 62], wynalezienie magnetycznego aparatu w celu kontroli procesu wygrzewania [63, 64]. Interesujące są także badania [65] nad spawaniem czarnego żeliwa ciągliwego. Stwierdzono, że zasadniczo bez obawy o utwardzenie spawać można jedynie dobrze i nawskroś odwęgłone bardzo cienkie odlewy z białego żeliwa ciągliwego. Poza tym żeliwo ciągliwe podczas spawania utwardza się, zaś spaw bywa porowaty. Do spawania czarnego żeliwa ciągliwego zaleca się stosować elektrody z brązu niklowego (9% Ni lub lepiej 14% Ni) — niezłe wyniki uzyskuje się przy elektrodach z brązu cynowego lub brązal, natomiast mosiądz CuZn40 daje wyniki nie zadowalające. Po spawaniu zalecane jest wygrzewanie przy temperaturze 820°C w ciągu 15÷20 min.

Dużą przyszłość mają badania postaciowej wytrzymałości na zmęczenie, jakie dla białego i czarnego żeliwa ciągliwego rozpoczął W. E. Mickel [66].

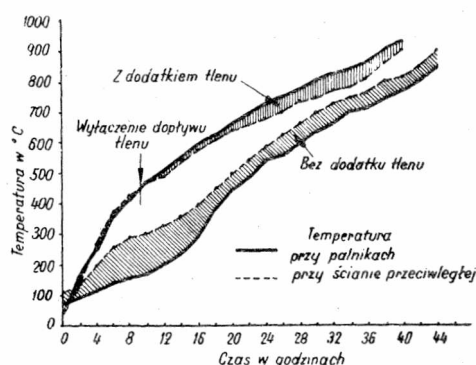
Do podobnie pionierskich prac należą artykuły o technologii produkcji odlewów z żeliwa ciągliwego. Tak L. I. Kozinskij [67] opisał zasady racjonalnego konstruowania odlewów z żeliwa ciągliwego, a S. W. Iljin-Kozłowski [68] podał sposób obliczania układów wlewowych — pewne podstawowe wskazówki w tym kierunku przedstawił już S. S. Nekrytyj [34] w swej monografii. Należy tu wspomnieć o badaniach [69] nad zależnością pomiędzy wymiarami układu wlewowego a sposobem i szybkością zalewania. Badania te wykazały, że korzystny wpływ na usunięcie zażużeń w odlewach ma hamowanie przepływu żeliwa w kanałach doprowadzających przez zwiększenie ich przekroju poprzecznego. Natomiast umieszczanie sitek pod wlewem, jakkolwiek dogodne, nie ma na to żadnego wpływu.

Duże znaczenie mają także prace nad pęknięciami na gorąco [70, 71, 72] — pęknięcia te następują pod koniec krzepnięcia eutektyki wskutek naprężeń w odlewach wywołanych nieodpowiednią konstrukcją odlewu lub układu wlewowego szczególnie w żeliwie, które odznacza się niską wytrzymałością w tych temperaturach.

Literatura wspomina [73] o próbach zastosowania tlenu w produkcji żeliwa ciągliwego w celu:

- przyspieszenia topienia w piecach płomiennych, pracujących na zimnym wsadzie,
- przyspieszenia usuwania niektórych składników (np. węgla) z kąpeli w piecu płomiennym,
- polepszenia biegu żeliwiaka, pracującego w układzie duplex,
- przyspieszenia ogrzewania pieców do wyżarzania, opalanych pyłem węglowym.

Dodatek tlenu niewątpliwie działa korzystnie w wymienionych wyżej kierunkach — tak np. na rysunku 9 podano dla przykładu szybkość



Rys. 9. Wpływ dodatku tlenu na szybkość ogrzewania i rozkład temperatur w komorowym piecu do wyżarzania

ogrzewania pieca do wyżarzania przy użyciu tlenu i bez tego dodatku. Jednak koszt tlenu jest zbyt wysoki i jak dotąd nie znalazł on szerszego zastosowania w produkcji.

Badania nad produkcją perlitycznego żeliwa ciągliwego

Produkcja perlitycznego żeliwa ciągliwego, jaką rozpoczęto około 1930 r. początkowo rozwijała się dość szybko — nowy rodzaj żeliwa znajdował zastosowanie na odlewy, na które czarne żeliwo ciągliwe było za miękkie i nie dość odporne na ścieranie.

Skład chemiczny tego żeliwa może być dość różny, co wiąże się ze sposobem jego produkcji. Żeliwo tego typu zawiera z zasady około 2,5% C, 1% Si, 1% Mn, poniżej 0,20% P, 0,1% S oraz niekiedy dodatki stopowe jak Cr, Cu, Ni itp.

Własności perlitycznego żeliwa ciągliwego zależą od cyklu wyżarzania (i ewentualnie, dodatkowej obróbki cieplnej) i stąd wahają się w szerokich granicach: wytrzymałość na rozciąganie 48÷60 kG/mm², wydłużenie 18÷4%, twardość 180÷260 kG/mm². Należy tu zaznaczyć, że najlepsze wyniki uzyskuje się przy strukturze perlitu kulkowego.

Perlityczne żeliwo ciągliwe stosuje się na części, od których wymagana jest odporność na ścieranie przy pewnej elastyczności np. na tłoki, pierścienie tłokowe itp.

Wyniki dawniejszych badań zagranicznych nad perlitycznym żeliwem ciągliwym były już opublikowane przez autorów artykułu i zainteresowani znajdują je we wskazanej literaturze [47, 48, 74, 75, 76].

Z nowszych badań należy wymienić prace I. I. Choroszewa, który wykazał, że istotny wpływ na własności tego żeliwa ma ilość węgla związanego [77]. W dalszej swej pracy I. I. Choroszew znalazł metodę znacznego przyspieszenia koagulacji perlitu [78]. Po wyżarzeniu w pierwszym okresie grafityzacji odlewy należy zahartować (normalizowanie daje nieco gorsze wyniki) od temperatury 780÷770°C w oleju i odpuszczać przy 675°C w ciągu 4 godzin. Dawniej po wyżarzeniu przy maksymalnych temperaturach czas koagulacji w temperaturach krytycznych (690÷730°C) wynosił 10÷20 godzin [76].

Wynalezienie i coraz szersze rozpowszechnienie żeliwa sferoidalnego ograniczyło wyraźnie dalszy rozwój perlitycznego żeliwa ciągliwego — wadą tego ostatniego jest niemożność uzyskiwania jego z żeliwiaka oraz ograniczone wymiary i ciężar odlewów. Stąd wydaje się, że zakres zastosowania perlitycznego żeliwa ciągliwego w przemyśle pozostanie raczej dość wąski.

Badania nad produkcją białego żeliwa ciągliwego

Wyrazem zmniejszającego się znaczenia białego żeliwa ciągliwego w produkcji przemysłowej jest niewielka ilość badań, przeprowadzonych w ostatnich latach nad tym stopem.

Na szczególną uwagę zasługuje seria badań, przeprowadzonych w czasie ub. wojny w Anglii w celu zbadania przyczyn powstawania łuski. Badania te wykazały, że jest ona spowodowana obecnością siarki w atmosferze otaczającej odlewy, dokąd przechodzi ona w przeważnej części z rudy do wyżarzania oraz w niewielkim stopniu, także i z odlewów.

Ogólnie stwierdzono, że do czynników sprzyjających występowaniu łuski należą [79, 80, 82, 83]:

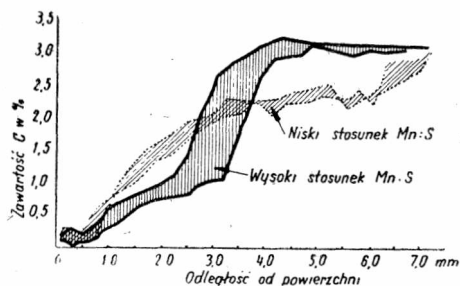
- podwyższona zawartość siarki w rudzie do wyżarzania,
- zbyt utleniająca atmosfera (ponad 15% CO₂) w początkowym okresie wyżarzania, powodująca utlenienie na granicach ziarn oraz atmosfera redukująca w dalszym okresie wyżarzania,
- obniżona zawartość manganu i węgla, zaś podwyższona zawartość krzemu i siarki w żeliwie.

Badania wykazały, że w celu uniknięcia powstawania łuski należy używać rudy o niskiej zawartości siarki (rudy Cumberland i Thabazimbi o zawartości 0,01% S nie powodowały powstawania łuski, która występowała stale przy użyciu rudy Riff o zawartości 0,14% S) i utrzymywać w żeliwie ponad 0,4% Mn — zawartość krzemu powinna być możliwie nie wysoka (do 0,6% Si).

Tematem innej zespołowej pracy [84] były badania nad wpływem różnych dodatków i domieszek stopowych jakie mogą występować w białym żeliwie ciągliwym na jego własności. Badania te wykazały, że nikiel (w zakresie 0 do 1,0%), tytan (do 0,2%), miedź (do 0,5%) w niewielkim stopniu podwyższają, podczas gdy bor (do 0,2%) i cyna (do 0,2%) obniżają wytrzyma-

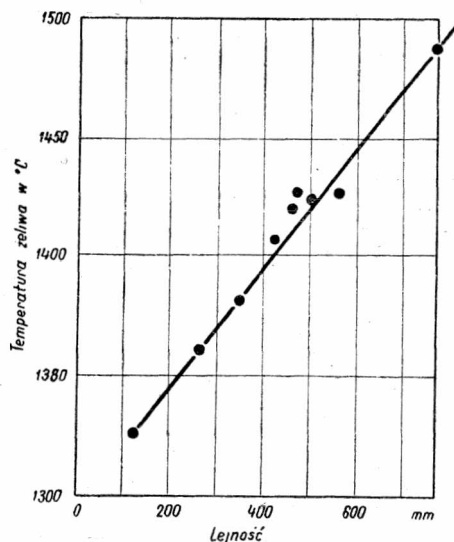
łość tego żeliwa. Chrom (poniżej 0,20%), molibden (poniżej 0,20%), arsen (poniżej 0,20%) nie wykazują wyraźnego wpływu. Jeśli chodzi o plastyczność, to molibden wpływa na jej podwyższenie, natomiast fosfor, bor, tytan, cyna, arsen, chrom, a w słabszym stopniu — miedź i nikiel powodują jej obniżenie.

Modyfikowanie żeliwa dodatkami 0,020% aluminium, wapniorkrzemu i żelazokrzemotytanu nie miało wpływu na własności, jednak w wyraźny sposób przyspieszało proces grafityzacji.



Rys. 10. Wpływ stosunku zawartości Mn : S na głębokość odwęglania białego żeliwa ciągliwego

Ponadto dokładnie zbadano wpływ stosunku zawartości manganu i siarki. Białe żeliwo ciągliwe produkowane w Anglii charakteryzowało się stosunkowo niską zawartością manganu (stosunek Mn : S = 1). Żeliwo takie grafityzuje powoli, stąd podczas wyżarzania zachodzi w większym stopniu odwęglanie, co wyraźnie wykazały podane na rysunku 10 wyniki przeprowadzo-



Rys. 11. Zależność lejnkości białego żeliwa ciągliwego od temperatury

nych badań [25]. Jednak ze względu na korzystny wpływ manganu, przeciwdziałający występowaniu łuski w ostatnich latach obserwuje się tendencję do podwyższania zawartości manganu pomimo, że — jak stwierdzono [25] przy stosunku Mn : S = 1,71 — węgiel żarzenia przyjmuje mniej korzystną postać postrzępioną. Podobnie wpływa wzrost temperatury wyżarzania np. do 1100°C [29].

W czasie prób podwyższania zawartości manganu (co powodowało wzrost stosunku Mn : S

od 1,0 do 1,67) stwierdzono [28] wzrost skłonności do występowania zaszarzeń. Białe żeliwo ciągliwe o podwyższonej zawartości manganu charakteryzuje się przełomem zbliżonym do żeliwa czarnego na grubszych odlewach. Żeliwo takie wyżarzone w rudzie wykazuje taką samą udarność jak żeliwo o normalnej (tzn. niskiej) zawartości manganu. Natomiast przy wyżarzaniu w atmosferach gazowych to ostatnie wykazuje udarność wyższą [86].

Własności białego żeliwa ciągliwego są już dość dobrze znane — w ostatnim czasie uzupełniono je badaniami [87] nad wpływem temperatury odlewania na lejnosc tego żeliwa (rys. 11) oraz własności magnetycznych [88], zestawionych w tablicy 3.

Tablica 3

Własności magnetyczne i elektryczne żeliwa ciągliwego

Rodzaj żeliwa	Żeliwo ciągliwe białe			Żeliwo ciągliwe czarne
	perlityczna	perlityczno-ferrytyczna	ferrytyczno-perlityczna	ferrytyczna
Pozostałość magnetyczna w gaussach	7460	7370	7440	6190
Siła koercji w oerstedach	4,5	2,5	2,0	1,5
Straty histerezy erg/cm ³ cykl *)	14,910	8,420	6,580	4,940
Natężenie pola magnetycznego *) w oerstedach	20	13	8	9,6
Przenikliwość magnetyczna μ (max)	730	1455	2020	2120
Natężenie pola magnetycznego**) w oerstedach	7	3,5	3	2,2
Opór właściwy ohm/cm ³	26,10 ⁻⁶	24,10 ⁻⁶	23,10 ⁻⁶	

*) przy B = 10.000

**) dla μ max.

Ostatnio można zaobserwować pewne próby udoskonalenia własności białego żeliwa ciągliwego. Literatura wzmiankuje [89] o produkcji żeliwa o wysokiej zawartości węgla, niskiej zawartości krzemu przy siarce całkowicie zneutralizowanej odpowiednią ilością manganu. Żeliwo to wyżarza się w rudzie, jednak według cyklu podobnego do czarnego żeliwa ciągliwego. Uzyskany produkt ma własności pośrednio pomiędzy białym i czarnym żeliwem ciągliwym. Ponadto zastosowano [90] specjalny cykl wyżarzania białego żeliwa ciągliwego, powodujący koagulację perlitu, a przez to wzrost własności wytrzymałościowych i skrawalności.

Istnieją dwa sposoby takiego wyżarzania:

Sposób 1.: Po wyżarzeniu odlewy idą jeszcze raz do pieca, gdzie wytrzymywane są w zakresie temperatur 730÷750°C w ciągu 18÷20 godz. Sposób 2.: Nie wyładowując odlewów z pieca, po jego ostygnięciu do temperatury 600°C ponownie podgrzewa się piec do 750°C i wytrzymuje przy tej temperaturze.

Własności uzyskanego żeliwa w zależności od sposobu wyżarzania podano w tablicy 4.

Żeliwo tego typu, zawierające 2,9÷3,0% C, poniżej 0,4% Si, 0,6÷1,0% Mn, poniżej 0,08% P i poniżej 0,06% S wytapia się w piecu obrotowym lub sposobem duplex żeliwiak — zasadowy piec obrotowy.

Wykaz Nr 2 *) norm resortowych ustanowionych przez Ministerstwo Przemysłu Maszynowego
opracowanych w Instytucie Odlewnictwa, Kraków, ul. Zakopiańska 73

Tablica 1

Lp	Nr RN-	Data ustanowienia	Tytuł normy	Numer i pozycja zarządzenia MPM	Numer „Przeglądu Odlewnictwa” w którym ukazała się norma
1	2	3	4	5	6
1.	54/MPM-22001	16 listopada 1954 r.	Badania żeliwa szarego. Klasyfikacja postaci grafitu	nr 126, poz. 2	Nr 5, 1955 r.
2.	54/MPM-22005	16 listopada 1954 r.	Badania technologiczne żeliwa szarego. Określenie skłonności do tworzenia naprężeń wewnętrznych	nr 126, poz. 3	Nr 5, 1954 r.
3.	54/MPM-22008	16 listopada 1954 r.	Badania technologiczne żeliwa szarego. Porównawcze określenie skłonności do tworzenia jam skurczowych	nr 126, poz. 4	Nr 11, 1954 r.
4.	54/MPM-22009	16 listopada 1954 r.	Odlewy z żeliwa ciągliwego białego lub czarnego. Warunki techniczne	nr 126, poz. 5	Nr 6, 1955 r.
5.	54/MPM-22011	16 listopada 1954 r.	Odlewy z żeliwa szarego Tolerancje wymiarowe	nr 126, poz. 6	Nr 6, 1954 r.
6.	54/MPM-22012	16 listopada 1954 r.	Badania technologiczne żeliwa szarego. Próba łamania klina dla żeliwa o małej skłonności do grafityzacji	nr 126, poz. 7	Nr 4 i 5, 1955 r.
7.	54/MPM-22013	16 listopada 1954 r.	Odlewy z żeliwa szarego. Warunki techniczne	nr 126, poz. 8	Nr 12, 1954 r.
8.	54/MPM-22034	16 listopada 1954 r.	Badania żeliwa szarego. Klasyfikacja struktury osnowy	nr 126, poz. 9	Nr 5 i 6, 1955 r.
9.	54/MPM-22037	16 listopada 1954 r.	Analiza chemiczna zapraw magnezowych. Oznaczenie krzemu, glinu, magnezu	nr 126, poz. 10	Nr 7-8, 1955 r.
10.	54/MPM-22043	16 listopada 1954 r.	Skrzynki formierskie. Tulejki ustalające	nr 126, poz. 11	Nr 4, 1955 r.
11.	54/MPM-22046	16 listopada 1954 r.	Modele odlewnicze. Pochylenia formierskie	nr 126, poz. 12	Nr 10, 1954 r.
12.	54/MPM-22049	16 listopada 1954 r.	Analiza chemiczna żeliwa. Przemysłowa metoda oznaczania miedzi	nr 126, poz. 13	Nr 10, 1954 r.
13.	54/MPM-22050	16 listopada 1954 r.	Analiza chemiczne stali WS 18	nr 126, poz. 14	Nr 7-8, 1955 r.
14.	54/MPM-22051	16 listopada 1954 r.	Przemysłowa metoda oznaczania wolframu	nr 126, poz. 15	Nr 7-8, 1955 r.
15.	54/MPM-22053	16 listopada 1954 r.	Analiza chemiczna żeliwa. Przemysłowa metoda oznaczania molibdenu	nr 126, poz. 16	Nr 10, 1954 r.
16.	54/MPM-22088	16 listopada 1954 r.	Analiza chemiczna żeliwa sferoidalnego. Oznaczenie magnezu	nr 126, poz. 17	Nr 7-8, 1955 r.
17.	54/MPM-22089	16 listopada 1954 r.	Analiza chemiczna stopów aluminium. Przemysłowa metoda oznaczania chromu	nr 126, poz. 18	Nr 7-8, 1955 r.
18.	54/MPM-22090	16 listopada 1954 r.	Analiza chemiczna stopów aluminium. Przemysłowa metoda oznaczania miedzi	nr 126, poz. 19	Nr 7-8, 1955 r.
19.	54/MPM-22091	16 listopada 1954 r.	Analiza chemiczna stopów aluminium. Przemysłowa metoda oznaczania magnezu	nr 126, poz. 20	—
20.	54/MPM-22092	16 listopada 1954 r.	Analiza chemiczna stopów aluminium. Przemysłowa metoda oznaczania niklu	nr 126, poz. 21	Nr 7-8, 1955 r.
21.	54/MPM-22093	16 listopada 1954 r.	Analiza chemiczna stopów aluminium. Przemysłowa metoda oznaczania krzemu	nr 126, poz. 22	—
22.	54/MPM-22094	16 listopada 1954 r.	Analiza chemiczna stopów aluminium. Przemysłowa metoda oznaczania manganu	nr 126, poz. 23	—
23.	54/MPM-22095	16 listopada 1954 r.	Analiza chemiczna stopów aluminium. Przemysłowa metoda oznaczania cynku	nr 126, poz. 24	—
24.	54/MPM-22096	16 listopada 1954 r.	Analiza chemiczna stopów aluminium. Przemysłowa metoda oznaczania tytanu	nr 126, poz. 25	—
25.	54/MPM-22106	16 listopada 1954 r.	Analiza chemiczna stopów aluminium. Przemysłowa metoda oznaczania żelaza	nr 126, poz. 26	—
26.	54/MPM-22107	16 listopada 1954 r.	Analiza chemiczna brązów. Oznaczenie fosforu	nr 126, poz. 27	—
27.	54/MPM-22108	16 listopada 1954 r.	Analiza chemiczna brązów aluminium. Oznaczenie glinu	nr 126, poz. 28	—
28.	54/MPM-22109	16 listopada 1954 r.	Żeliwo wysokokrzemowe zwykłe. Analiza chemiczna	nr 126, poz. 29	Nr 6, 1955 r.
			Pobieranie i przygotowywanie próbek		

*) Wykaz pierwszy (nie numerowany) drukowany był w „Przeglądzie Odlewnictwa”, Nr 1, 1955 r., str. 19—22.

Tablica 2

Wykaz norm resortowych ustanowionych przez Ministerstwo Przemysłu Maszynowego
opracowanych przez Centralny Zarząd Przemysłu Odlewnictwa
Radom, ul. Narutowicza 13

Lp.	Nr RN-	Data ustanowienia	Tytuł normy	Numer i pozycja zarządzenia MPM
1	2	3	4	5
1.	54/MPM-11005	16 listopada 1954 r.	Ręczne ubijaki formierskie. Typy i wymiary	nr 126, poz. 1

Wykaz Nr 2**) Warunków Technicznych zatwierdzonych przez Polski Komitet Normalizacyjny,
opracowanych przez:
Centralny Zarząd Przemysłu Odlewnictwa, Radom, ul. Narutowicza 13,
Centralne Biuro Konstrukcyjne Maszyn i Urządzeń Odlewniczych, Kraków, ul. Zakopańska 72,
Dolnośląskie Zakłady Metalurgiczne, Nowa Sól i Fabrykę Maszyn Odlewniczych, Kraków, ul. Cystersów 16.

Lp.	Nr WT-	Tytuł normy	Wykonawca, u którego można nabyć WT	Nr Biuletynu PKN w którym ogłoszono zatwierdzenie
1	2	3	4	5
1.	53/MPM-11001	Żeliwne rury ciśnieniowe	C.Z.O. Radom	nr 2/54 rozdz. III, poz. 29
2.	53/MPM-11003	Żeliwne odlewy handlowe. Syfony	C.Z.O. Radom	nr 2/54 rozdz. III, poz. 30
3.	53/MPM-11004	Żeliwne odlewy handlowe. Wypusty ściekowe	C.Z.O. Radom	nr 2/54 rozdz. VII, poz. 13
4.	53/MPM-11005	Żeliwne rury kanalizacyjne	C.Z.O. Radom	nr 2/54 rozdz. III, poz. 31
5.	53/MPM-11006	Mieszarka krążnikowa masy formierskiej Ag330	C.B.K.M.iU.O. Kraków	nr 5/54 rozdz. IV, poz. 131
6.	53/MPM-11007	Mieszarka krążnikowa masy formierskiej Ag600	C.B.K.M.iU.O. Kraków	nr 5/54 rozdz. IV, poz. 132
7.	53/MPM-11008	Mieszarka masy rdzeniowej MS 250	C.B.K.M.iU.O. Kraków	nr 2/54 rozdz. IV, poz. 11
8.	53/MPM-11011	Armatura sieci domowej. Armatura parowa	C.B.K.M.iU.O. Kraków	nr 5/54 rozdz. IV, poz. 96
9.	53/MPM-11012	Oczyszczarka karuzelowa ze stołem o ϕ 2430 mm OK	C.B.K.M.iU.O. Kraków	nr 10/54 rozdz. IV, poz. 55
10.	53/MPM-11013	Oczyszczarka komorowa OKM-2,5	D.Z.M. Nowa Sól	nr 2/54 rozdz. VII, poz. 14
11.	53/MPM-11014	Urządzenie odpylające o filtrach tkaninowych	C.B.K.M.iU.O. Kraków	nr 2/54 rozdz. IV, poz. 19
12.	53/MPM-11019	Oczyszczarka komorowa OKM-4	C.B.K.M.iU.O. Kraków	nr 2/54 rozdz. VII, poz. 15
13.	53/MPM-11020	Formierka pneumatyczna wstrząsowo-prasująca FK	C.B.K.M.iU.O. Kraków	nr 2/54 rozdz. IV, poz. 12
14.	53/MPM-11021	Formierka pneumatyczna wstrząsowo-trzpieniowa J-43	F.M.O. Kraków	nr 7/54 rozdz. IV, poz. 41
15.	53/MPM-11023	Żeliwne umywalki	C.Z.O. Radom	nr 10/54 rozdz. VII, poz. 81
16.	53/MPM-11024	Żeliwne emaliowane wanny kąpielowe	C.Z.O. Radom	nr 2/54 rozdz. III, poz. 46
17.	53/MPM-11026	Armatura sieci domowej. Armatura gazowa	C.B.K.M.iU.O. Kraków	nr 5/54 rozdz. IV, poz. 95
18.	53/MPM-11029	Armatura sieci domowej. Armatura wodna	C.B.K.M.iU.O. Kraków	nr 5/54 rozdz. IV, poz. 97
19.	53/MPM-11030	Armatura sieci domowej. Armatura wodno-toaletowa	C.B.K.M.iU.O. Kraków	nr 5/54 rozdz. IV, poz. 98

**) Wykaz pierwszy (nie numerowany) patrz „Przegląd Odlewnictwa”, Nr 1 r. 1955, str. 20÷22.

2.4.1 brzmienie drugiego zdania tego punktu powinno być następujące: „Próbki powinny być podane badaniu co najmniej po 2-ch dniach od daty ich wykonania”;
3.4 w drugim zdaniu w miejsce wyrazów „dowolną metodą” należy wpisać „planimetrem lub inną metodą”;

RN-54/MPM-22008:

należy wykreślić wyraz „Projekt” znajdujący się na pierwszej stronie pod numerem oraz zmienić rok na „54”;
wpisać na tej samej stronie uwagę o ustanowieniu normy wraz z datą (z kolumny 3, tablicy 1);
na drugiej stronie wiersz drugi od dołu, w miejsce wyrazów „ze wzoru” wpisać „wg wzoru”;

RN-54/MPM-22011:

należy wykreślić wyraz „Projekt” znajdujący się na pierwszej stronie pod numerem oraz zmienić rok na „54”;
wpisać na tej samej stronie uwagę o ustanowieniu normy wraz z datą (z kolumny 3, tablicy 1);

RN-54/MPM-22013:

należy wykreślić wyraz „Projekt” znajdujący się na pierwszej stronie pod numerem oraz zmienić rok na „54”;
wpisać na tej samej stronie uwagę o ustanowieniu normy wraz z datą (z kolumny 3, tablicy 1);
1.2 w drugim zdaniu należy wykreślić wyrazy: „i rodzaj żeliwa”;

1.3, 2.2.3 oraz 3.8 — należy zmienić rok w normach: RN-54/MPM-22001, RN-54/MPM-22011 oraz RN-54/MPM-22034;

2.2.4 na miejsce tytułu tego punktu „Zbieżność” wpisać „Pochylenia formierskie”. W tekście skreślić wyrazy „zbieżności odlewnicze”, wpisać „pochylenia formierskie”;

3.9 w drugim zdaniu zamiast „dołączenia” ma być „dołączenie”;

RN-54/MPM-22046:

należy wykreślić wyraz „Projekt” znajdujący się na pierwszej stronie pod numerem oraz zmienić rok na „54”;
wpisać na tej samej stronie uwagę o ustanowieniu normy wraz z datą (z kolumny 3, tablicy 1);
1.4 i 2.2 zmienić symbol normy PN/H-54202 na PKN/H-54202;

RN-54/MPM-22049:

należy wykreślić wyraz „Projekt” znajdujący się na pierwszej stronie pod numerem;
wpisać na tej samej stronie uwagę o ustanowieniu normy wraz z datą (z kolumny 3, tablicy 1);

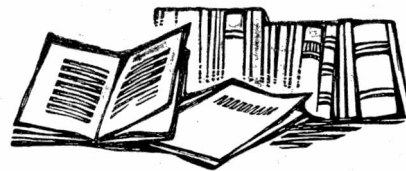
RN-54/MPM-22053:

należy wykreślić wyraz „Projekt” znajdujący się na pierwszej stronie pod numerem;
wpisać na tej samej stronie uwagę o ustanowieniu normy wraz z datą (z kolumny 3, tablicy 1);
2.3.e — zamiast symbolu P_H ma być $P_{H'}$;

S. Kobyliński

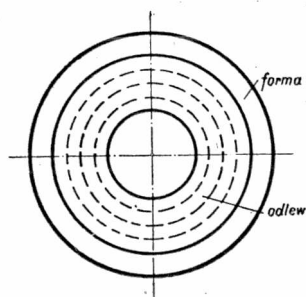
Do Nr 5/55 miesięcznika „PRZEGLĄD MECHANICZNY” oraz „INŻYNIERIA I BUDOWNICTWO” został dołączony jako luźna wkładka „Projekt Słownictwa Mechaniki Teoretycznej” (działy: 1. Rachunek wektorowy, 2. Mechaniki ogólnej, 3. Stereomechanika) opracowany przez Państwowe Wydawnictwa Techniczne.

Dział Słownictwa Technicznego PWT zwraca się z prośbą do naszych Czytelników o nadsyłanie uwag odnośnie tego „Projektu”.

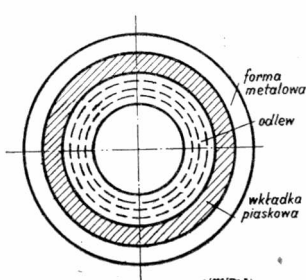


Osobliwości krzepnięcia odlewu odśrodkowego

Proces krzepnięcia odlewów odśrodkowych nie został dotychczas jednoznacznie wyjaśniony. Na krzepnięcie odlewu odśrodkowego mają wpływ czynniki fizyko-mechaniczne, cieplne, jak również sposób wykonywania odlewu odśrodkowego. Różne sposoby odlewania odśrodkowego można sprowadzić do czterech podstawowych:

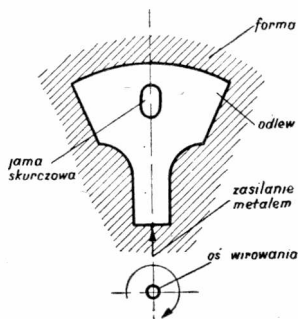


Rys. 1. Właściwe odlewanie odśrodkowe do form metalowej



Rys. 2. Właściwe odlewanie odśrodkowe z wkładkami z masy rdzeniowej

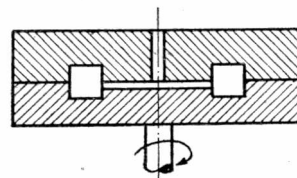
1. właściwe odlewanie odśrodkowe do form metalowych (rys. 1),
2. właściwe odlewanie odśrodkowe z wkładkami z masy rdzeniowej (rys. 2),
3. odlewanie pod ciśnieniem odśrodkowym odlewów kształtowych do form metalowych (rys. 3),
4. odlewanie pod ciśnieniem odśrodkowym (rys. 4).



Rys. 3. Odlewanie pod ciśnieniem odśrodkowym do formy metalowej

We wszystkich odmianach odlewania odśrodkowego zachodzące zjawiska cieplne są różne. Krzepnięcie odlewu przy pierwszym sposobie odlewania będzie wyraźnie kierunkowe, z uwagi na odprowadzenie ciepła przede wszystkim przez ścianki formy metalowej oraz nieprzerwane zasilanie ciekłym metalem od strony swobodnej powierzchni. Krzepnięcie odlewu przy drugim sposobie odlewania jest częściowo analogiczne

z pierwszym, lecz odprowadzanie ciepła przez ściankę formy jest mniej intensywne; poza tym wewnętrzna powierzchnia po zakończeniu zalewania ulega znacznemu oziębianiu przez otaczającą atmosferę i w związku z tym występuje krzepnięcie obustronne. Krzepnięcie przy trzecim sposobie odlewania będzie występowało z 3 stron i pomimo nieprzerwanego zasilania ciekłym metalem od strony powierzchni, znajdującej się najbliżej osi wirowania, możliwe jest występowanie w odlewie wewnętrznych jam skurczowych. Krzepnięcie przy czwartym sposobie odlewania występuje ze wszystkich stron wskutek równoczesnego odprowadzania ciepła przez formę otaczającą odlew. W tym przypadku zasadniczy wpływ na strukturę i własności odlewu ma układ wlewowy. Obecnie zagadnienie krzepnięcia odlewu odlewanej metodą odśrodkową rozpatruje się przeważnie z punktu widzenia podwyższonej



Rys. 4. Odlewanie pod ciśnieniem odśrodkowym do formy piaskowej

gęstości odlewu odśrodkowego w porównaniu z odlewem odlewany statycznie pomimo, że brak jest prostej zależności między gęstością odlewu i procesem krzepnięcia a tym bardziej między procesem krzepnięcia i strukturą odlewu.

Istnieją dwie hipotezy tłumaczące podwyższenie gęstości odlewów odśrodkowych. Według pierwszej z nich [1, 2] większa gęstość odlewu, odśrodkowego spowodowana jest działaniem siły odśrodkowej w czasie krzepnięcia. Druga hipoteza [4] opiera się na tym, że w procesie krzepnięcia odlewu odśrodkowego, wskutek podwyższonego ciśnienia w okresie krzepnięcia, zapewnił jest wypełnienie porowatości międzydendrycznych w odlewie, analogiczne jak przy odlewaniu pod ciśnieniem. W ten sposób obie hipotezy przypuszczają, że dla otrzymania gęstego odlewu konieczne jest stosowanie wysokich szybkości wirowania formy.

Według pierwszej hipotezy na krzepnięcie odlewu odśrodkowego wpływa siła odśrodkowa Q , przy czym:

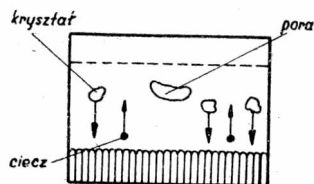
$$Q = m \omega^2 r \quad (1)$$

Analizując wpływ działania siły odśrodkowej na proces krzepnięcia odlewu, można by założyć, że cząstki ciekłego metalu obracają się z szybkością równą szybkości wirowania formy. W tym celu należy rozpatrzyć najpierw warunki krzepnięcia normalnego odlewu

(rys. 5), przy którym cząstki metalu znajdują się pod działaniem siły ciężkości P , przy czym:

$$P = m \cdot g$$

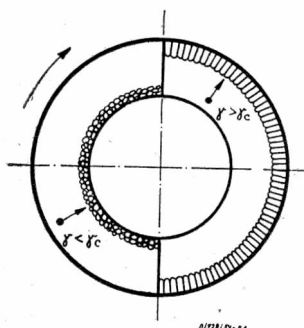
Jeżeli w objętości ciekłego metalu będą cząsteczki o różnej masie, to każda cząstka będzie poddana innej sile ciężkości, pod działaniem której będzie się przemieszczać. W miarę oziębiania metalu w formie, pod warunkiem, że odprowadzenie ciepła jest jednakowe we wszystkich kierunkach, wszystkie cząstki będą jed-



Rys. 5. Krzepnięcie odlewu w formie stałej

nakowo zmniejszać swoją objętość, co prowadzi do obniżenia poziomu metalu w formie (przerwana linia, rys. 5); jednakże kształt wlewką nie zmieni się. Skoro tylko obniżenie temperatury spowoduje osiągnięcie początku krzepnięcia, to zaczną wydzielać się kryształy pierwotne. Jeżeli ich ciężar właściwy jest większy od ciężaru właściwego pozostałej cieczy, to na skutek działania na nie większej siły ciężkości, będą one opadać w dół, wyciskając ciecz do góry. W efekcie takiego przemieszczenia kryształów i cieczy powstaną w metalu prądy unoszenia, wskutek których faza stała zacznie się grupować od dołu, a ciekła przemieszczać w górę, gdzie też przy końcu krzepnięcia utworzy się jama skurczowa. Im znaczniejsze będą prądy unoszenia, tym intensywniejsze będzie grupowanie się fazy stałej i tym bliżej górnej powierzchni wystąpi jama skurczowa.

W krzepnącym odlewie wykonywanym odśrodkowo np. przy wirowaniu dookoła osi poziomej (rys. 6), na każdą cząstkę metalu będzie działać siła odśrodkowa, pod wpływem której cząstka będzie się przemieszczać



Rys. 6. Krzepnięcie odlewu odśrodkowego

w kierunku promieniowym. Jeżeli ciężar właściwy pierwotnie wydzielonych kryształów będzie większy od ciężaru cieczy, to kryształy będą się przemieszczać w kierunku do osi wirowania, wskutek czego ustali się kierunkowy przebieg krzepnięcia (rys. 6, strona prawa). Ciekły metal będzie odpowiednio przemieszczany w kierunku swobodnej przestrzeni a powstające jamy skurczowe będą zasilane pozostałą cieczą. Ponieważ działanie siły odśrodkowej jest podobne do działania siły ciężkości, wszystkie zjawiska zachodzące we formie wirującej są podobne do zjawisk występujących we formie nieruchomej. Siła odśrodkowa

jest tym większa, im większe jest przyspieszenie $\omega^2 r$. Z tego wynika, że intensywność prądów unoszenia przy odlewaniu odśrodkowym będzie się określać, przy stałej masie, wielkością przyspieszenia. Przy niezmiennym promieniu r wielkość siły odśrodkowej a tym samym intensywność prądów unoszenia będzie się określać prędkością kątową:

$$\omega = \frac{\pi n}{30}$$

Zmieniając wartości ω możemy zmieniać wielkość prądów unoszenia w dowolnych granicach, czego nie da się przeprowadzić przy odlewaniu do form stałych. Przy dostatecznie wielkich prądach unoszenia, jama skurczowa przemieszcza się poza granicę odlewu, co odpowiadałoby optymalnej szybkości obrotów formy. Zmiana wielkości prądów unoszenia jest równoważna zwiększeniu ciężaru właściwego wirującego metalu. W związku z tym można by posłużyć się terminem „równoważnego“ ciężaru właściwego. „Równoważny“ ciężar właściwy wzrasta tyle razy, ile razy siła odśrodkowa jest większa od siły ciężkości, czyli w stosunku:

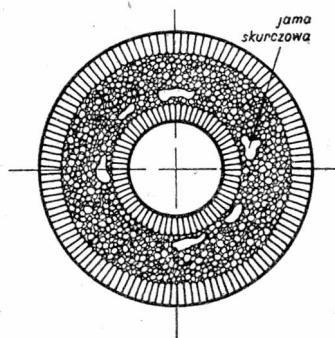
$$\frac{\omega^2 \cdot r}{g}$$

Ten stosunek nosi nazwę współczynnika ciężenia. Dla stopów miedziowych, wartość współczynnika ciężenia winna być nie mniejsza niż 35, a dla stopów aluminium nie niższa od 90. Hipoteza ta jest słuszna tylko dla czystych metali oraz dla stopów, przy krzepnięciu których pierwotnie wydzielone kryształy mają większy ciężar właściwy od pozostałej cieczy.

W szeregu stopów może występować zjawisko odwrotne, tzn. że wydzielane kryształy posiadają mniejszy ciężar właściwy od cieczy (np. silumin nadeutektyczny, łożyskowy stop Ł 16, żeliwo itp.). Krzepnięcie takich stopów pod działaniem siły odśrodkowej powoduje grupowanie pierwotnie wydzielanych kryształów, jako lżejszych, w pobliżu swobodnej powierzchni, w związku z czym krzepnięcie postępuje od strony swobodnej powierzchni (rys. 6, strona lewa). Narastanie warstwy skrzepniętej od strony swobodnej powierzchni będzie szczególnie intensywne po zakończeniu zalewania, ponieważ ochładzanie swobodnej powierzchni przez otaczającą atmosferę zwiększa odprowadzanie ciepła w tym kierunku; zachodzi to w tym większym stopniu im większa jest ilość obrotów formy. Ponieważ w odlewach tego typu krzepnięcie zaczyna się od powierzchni zewnętrznej, wskutek odprowadzenia ciepła przez ściankę formy, to grupowanie się wydzielanych kryształów na swobodnej powierzchni powoduje dwukierunkowość krzepnięcia. W efekcie krzepnięcie odlewu odśrodkowego będzie analogiczne do krzepnięcia zwykłego odlewu odlewającego do formy nieruchomej a jakość odlewu będzie gorsza, gdyż w czasie krzepnięcia, ciekły metal zostaje zamknięty między dwiema skrzepłymi warstwami i pod wpływem siły odśrodkowej będzie się przemieszczać w kierunku od osi wirowania. Pod zakrzepłą warstwą na swobodnej powierzchni będzie się tworzyć skoncentrowana jama skurczowa (rys. 7). Jama skurczowa jest tym większa, im mniejsza szybkość krzepnięcia i im większa szybkość obrotów formy.

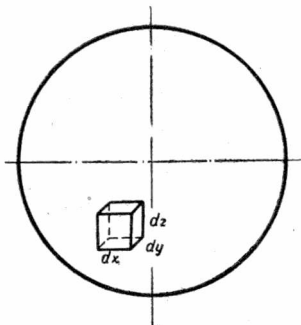
Z powyższej analizy działania siły odśrodkowej na proces krzepnięcia odlewu odśrodkowego wynika, że przy tej samej wielkości siły odśrodkowej, a więc przy jednakowo dużych prądach unoszenia, w jednym przy-

padku uzyskać można odlew ścisły, a w drugim przypadku — posiadający porowatość skurczową. Korzystny wpływ siły odśrodkowej w czasie krzepnięcia odlewu występuje przy odlewaniu sposobem pierwszym i drugim tylko dla czystych metali, oraz takich sto-



Rys. 7. Tworzenie się jam skurczowych w odlewie odśrodkowym

pów, których pierwotnie wydzielane kryształy mają większy ciężar właściwy od fazy ciekłej. Przy krzepnięciu odlewu według sposobu trzeciego i czwartego, nawet przy zalaniu formy czystym metalem, polepszenie ścisłości odlewu wskutek działania siły odśrodkowej jest problematyczne. Krzepnięcie odlewu przy czwartym sposobie odlewania występuje równocześnie ze wszystkich stron, wskutek różnokierunkowego odprowadzania ciepła ściankami formy. W wyniku takiego wszechstronnego ochładzania i krzepnięcia, faza ciekła koncentruje się w środku odlewu i wpływ siły odśrodkowej będzie się sprowadzać tylko do niezna-



Rys. 8. Krzepnięcie stopów o skurczu ujemnym

cznego przemieszczenia jamy skurczowej w odlewie i usunięcie jej poza granice odlewu bez specjalnie stosowanych zabiegów dodatkowych jest trudne, co zostało potwierdzone w badaniach P. Bierga [4]. Podobnie do nadeutektycznego siluminu będą się zachowywać metale i stopy, zwiększające swoją objętość przy krzepnięciu, (bismut, żeliwo itp.). Można to przeanalizować na schemacie krzepnącego sześcianu elementarnego (rys. 8) o wymiarach boków dx , dy i dz i masie dm . Objętość ciekłego metalu elementarnego sześcianu:

$$dV_c = dx \cdot dy \cdot dz, \text{ a jego ciężar:}$$

$$dG_c = \gamma_c \cdot dV_c$$

Po osiągnięciu temperatury krzepnięcia, wskutek zwiększenia objętości, krawędzie elementarnego sześcianu wzrosną do dx_1 , dy_1 i dz_1 , i objętość po skrzepnięciu będzie:

$$dV = dx_1 \cdot dy_1 \cdot dz_1$$

a ciężar:

$$dG = \gamma \cdot dV$$

Ponieważ $dG = dG_c$ a $dV > dV_c$ więc $\gamma_c > \gamma$

W stopach, przy krzepnięciu których zwiększa się objętość, zachodzą te same fizyczne zjawiska jak i w stopach, w których pierwotnie wydzielane kryształy mają mniejszy ciężar właściwy od fazy ciekłej. Zatem tworzenie się jam i porowatości skurczowej będzie zależęć w tym przypadku nie od wielkości siły odśrodkowej i prądów unoszenia, lecz od fizycznych własności metali i stopów.

Uprzednio nadmieniono, że druga hipoteza wyjaśnia zwiększoną ścisłość odlewu odśrodkowego podwyższeniem ciśnienia, któremu jest poddany metal w wirującej formie. Autor tej hipotezy W. Andriejew [3] podaje, że „odlewy uzyskane sposobem odśrodkowym w rzeczywistości są odlewane pod ciśnieniem, ponieważ na metal wywierane jest odpowiednio zwiększone ciśnienie w porównaniu z ciśnieniem metalostatycznym wywołanym siłą ciężkości przy odlewaniu do form stałych. Zgodnie z prawami mechaniki cieczy, ciśnienie wywierane na ściankę naczynia i wywołane wirującą w nim cieczą, wyznaczyć można z równania:

$$p = \frac{\gamma_c \cdot \omega^2}{2g} (r^2 - r_o^2)$$

gdzie: p — ciśnienie na ściankę naczynia $\left(\frac{G}{cm^2}\right)$

γ_c — ciężar właściwy cieczy w G/cm^3

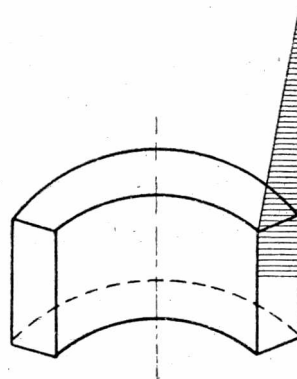
ω — prędkość kątowa $\left(\frac{radian}{sek}\right)$

g — przyspieszenie ziemskie $\left(\frac{cm}{sek^2}\right)$

r — wewnętrzny promień formy lub zewnętrzny odlewu (cm)

r_o — wewnętrzny promień odlewu (cm)

Największe ciśnienie występuje w zewnętrznej warstwie odlewu. W miarę zbliżania się do swobodnej powierzchni ciśnienie będzie się zmniejszać z kwadratem odległości a na swobodnej powierzchni (powierzchnia stałego ciśnienia) osiągnie wartość zera (działa



Rys. 9. Rozkład ciśnienia w ścianie odlewu odśrodkowego

tam tylko ciśnienie atmosferyczne). Z rozkładu ciśnienia w ścianie odlewu (ryc. 9) wynika, że działaniem ciśnienia podobnie jak i siły odśrodkowej nie można wyjaśnić podwyższonej gęstości odlewu odśrodkowego, choć zewnętrzne warstwy odlewu rzeczywiście są poddane podwyższonemu ciśnieniu. Ponadto przeliczenia ciśnienia bezwzględnego dla różnych odlewów odśrodkowych, wykonanych przy normalnych szybkościach obrotów, dowodzą, że wartość tego ciśnienia nie jest tak wielka, aby można było oczekiwać podwyższenia ścisłości odlewu.

W ten sposób, z rozpatrzonych dwóch hipotez wyjaśniających podwyższoną gęstość odlewu odśrodkowego

wego, żadnej z nich nie można uznać za zadowalającą. Jeżeli przyznamy słuszność dowolnej z nich, to całe zagadnienie technologii odlewania odśrodkowego powinno się sprowadzić do stosowania wysokich szybkości wirowania formy, wskutek czego zwiększają się prądy unoszenia i wzrasta ciśnienie w formie. Jednak wiadomo, że dla uzyskania ścisłego odlewu w praktyce odlewania odśrodkowego stopów metali żelaznych i nieżelaznych, bardzo często, nawet przy skrajnych szybkościach wirowania formy, trzeba uciekać się do specjalnych technologicznych sposobów w rodzaju zmiany szybkości wirowania formy przy zalewaniu, pokrywania swobodnej powierzchni odlewu materiałami izolującymi cieplnie, zmian szybkości zalewania itd. Na czym więc opiera się zasadnicza przyczyna uzyskiwania odlewów odśrodkowych o większej gęstości od wykonywanych w formach stałych?

Zasadniczą przyczyną powodującą podwyższenie gęstości odlewu odśrodkowego jest zdaniem autora kierunkowy charakter krzepnięcia w kierunku od powierzchni zewnętrznej przy nieprzerwanym zasilaniu ciekłym metalem od strony swobodnej powierzchni. Kierunek krzepnięcia ustalony jest procesami cieplnymi zachodzącymi w formie w zależności od rodzaju procesu technologicznego. Dla przebiegu kierunkowego krzepnięcia konieczne jest, aby szybkość odprowadzania ciepła przez ścianki formy była większa od szybkości doprowadzania ciepła do formy z ciekłym metalem. W związku z tym istotną rolę przy odlewaniu niektórych metali i stopów odgrywają takie czynniki jak wpływ szybkości zalewania, temperatury metalu i formy.

Rozpatrując proces krzepnięcia odlewu według pierwszego sposobu (rys. 1) przy odlewaniu metali lub stopów, których pierwotnie wydzielane kryształy mają większy ciężar właściwy od fazy ciekłej, można twierdzić, że krzepnięcie będzie zawsze kierunkowe (od zewnętrznej powierzchni do wewnętrznej), nawet jeżeli szybkość odprowadzania ciepła przez ścianki formy będzie mniejsza od szybkości doprowadzania ciepła do formy z ciekłym metalem. Kierunkowość krzepnięcia można wytłumaczyć w tym przypadku przez współdziałanie prądów unoszenia z kierunkiem odprowadzania ciepła. Temperatura metalu i formy oraz szybkość zalewania nie wykazują tu istotnego wpływu na jakość odlewu i krzepnięcie będzie zawsze kierunkowe.

Przy wykonywaniu odlewów sposobem pierwszym z zastosowaniem metalu lub stopu, którego pierwotnie wydzielane kryształy mają mniejszy ciężar właściwy od fazy ciekłej, krzepnięcie kierunkowe można zrealizować tylko wskutek większej szybkości odprowadzania ciepła przez ścianki w porównaniu z szybkością doprowadzania ciepła z ciekłym metalem. W przeciwnym razie krystalizacja będzie przebiegać z obu stron i tworzenie się porowatości i jam skurczowych będzie nieuniknione. Dla otrzymania ścisłego odlewu, w tym przypadku konieczne jest dokładne kontrolowanie temperatury ciekłego metalu i formy oraz szybkości zalewania, przy których będzie możliwe zapewnienie krzepnięcia kierunkowego. Im grubsza jest ścianka odlewu, tym mniejsza powinna być szybkość zalewania i tym niższa temperatura metalu i formy. Oczywiście w tym przypadku odlewanie do formy z wkładziną z masy (rys. 2) zwiększa prawdopodobieństwo występowania porowatości skurczowej (i to w tym większym stopniu im większa jest szybkość wirowania formy), ponieważ szybkość odprowadzania ciepła

przez wkładkę masy jest mniejsza niż przez formę metalową. Dla uzyskania ścisłego odlewu wymagana tu jest jeszcze mniejsza szybkość zalewania i niższa temperatura metalu. Niewłaściwie dobrana szybkość odprowadzania przez ścianki formy ciepła doprowadzanego przez ciekły metal przy wykonywaniu grubościennych odlewów żeliwnych wymaga stosowania różnych zabiegów jak, umieszczanie zasłon po zalaniu lub posypywanie swobodnej powierzchni odlewu materiałem izolującym cieplnie w celu przedłużenia krzepnięcia na swobodnej powierzchni i stworzenia tym samym warunków dla krzepnięcia kierunkowego.

Jak już podkreślono, możliwe jest nie tylko dwustronne ale i wszechstronne krzepnięcie, gdy zalewanie przeprowadza się według sposobu trzeciego i czwartego (rys. 3 i 4). W tym przypadku wielostronne krzepnięcie powodować będzie tworzenie się jam skurczowych nawet niezależnie od ciężaru właściwego pierwotnie wydzielonych kryształów, aczkolwiek przy odlewaniu stopów zbliżonych pod względem skurczu do siluminu nadeutektycznego występowanie wad będzie najbardziej prawdopodobne. Przy zwalczaniu jam skurczowych w odlewach wykonanych według czwartego sposobu, istotną rolę odgrywa układ wlewowy. W tym przypadku rola układu wlewowego jest taka sama jak przy odlewaniu do form stałych. Przekroje wlewów doprowadzających i belki wlewowej powinny być takie, aby zapewnić nie tylko prawidłowe wypełnienie formy ciekłym metalem, ale również i zasilanie odlewu w czasie jego krzepnięcia. Obecnie zaznacza się tendencja stosowania w miejsce promieniowych wlewów doprowadzających szczelinowych, połączonych ze zbiornikiem wlewowym. Zapewnione tu jest nieprzerwane zasilanie odlewu w procesie krzepnięcia, przy czym im krótsze i grubsze są te szczeliny, tym lepsze zasilanie odlewu. Na podstawie analizy różnych sposobów krzepnięcia odlewów odśrodkowych ze stopów o rozmaitych własnościach fizycznych wynika, że głównym czynnikiem powodującym zwiększoną gęstość odlewów odśrodkowych jest kierunkowe krzepnięcie uwarunkowane procesami cieplnymi przebiegającymi w formie i regulowane temperaturą metalu i formy oraz szybkością zalewania. Prądy unoszenia w pewnych przypadkach mogą zwiększać intensywność krzepnięcia kierunkowego a w innych powodować występowanie krzepnięcia dwustronnego. W związku z tym natężenie pola ciężenia, wywołanego siłą odśrodkową i optymalna szybkość obrotów formy mają jedynie za zadanie zapewnienie prawidłowego kształtu swobodnej powierzchni odlewu przy danej grubości ścianki odlewu (rys. 1 i 2). W związku z tym, przy opracowywaniu technologii odlewania odśrodkowego nie należy dążyć do stosowania dużej ilości obrotów formy, lecz zapewnić warunki krzepnięcia jednokierunkowego.

Z. G. i O. W.

Literatura

1. E. S. Konstantinow — Opriedielenje czisla oborotow formy pri centrobieżnom litje, Teorja i praktika centrobieżnowo litja, Maszgiz, Moskwa 1949
2. E. S. Konstantinow — Litiejnoje Proizvodstwo, nr 9 (1952)
3. W. M. Andriejew — Sowriemiennye wożmożnosti centrobieżnowo litja. Informacjonno-tiehniceskij listok, Fiewrol, 1950
4. P. P. Biern — O swojstwach mietalłow odlitych centrobieżnym sposobom Teorja i praktika centrobieżnowo litja, Maszgiz, Moskwa 1949

Litiejnoje Proizvodstwo Nr 6 (1954) str. 20

O piecach do wyżarzania żeliwa ciągliwego

Najbardziej rozpowszechnionymi piecami do wyżarzania czarnego żeliwa ciągliwego, przy masowej produkcji (w ZSRR), są 25-tonowe elektryczne piece komorowe z wysuwaniem spodem. W piecach tych odlewy umieszcza się bez opakowania, co zwiększa ich wydajność, pozwala na skrócenie cyklu wyżarzania oraz, co jest główną ich zaletą, na regulowanie chłodzenia w zakresie temperatur krytycznych.

Przy wymiarach pieca $8,3 \times 4,2$ m, ogólna powierzchnia części użytecznej wynosi średnio 160 m^2 , czyli wydajność $0,062 \text{ t}$ odlewów z 1 m^2 . Jednak dłuższa praktyka wykazała, że mimo tych zalet piece te posiadają szereg cech ujemnych, które uniemożliwiają dalsze skrócenia cyklu wyżarzania czarnego żeliwa ciągliwego.

Ujemną cechą pieców komorowych oprócz stosunkowo długiego cyklu wyżarzania (do 90 godz.) jest nierównomierny rozkład temperatur w różnych częściach pieca. Przy składzie chemicznym żeliwa $2,4 \div 2,6\% \text{ C}$, $1,2 \div 1,38\% \text{ Si}$, $0,3 \div 0,4\% \text{ Mn}$, $0,07 \div 0,11\% \text{ S}$ i $0,03\% \text{ Cr}$ czas wyżarzania wynosi 65 godz. przy rozchodzie energii elektrycznej 450 kWh na tonę odlewów (tabl. 1 a).

Tablica 1

Okres wyżarzania	Cykl wyżarzania żeliwa o zawartości $0,05\% \text{ Cr}$			
	a) bez wstępnego wytrzymywania		b) ze wstępnym wytrzymywaniem	
	czas w godz.	%	czas w godz.	%
1. Ogrzewanie do 900°C	18	30	27	47
2. Wytrzym. przy 950°C	16		12	
3. Ochładzanie do 760°C	1		1	
4. Powolne ochłodzenie od $760 \div 730^\circ \text{C}$		70		53
Razem	30		18	
	65	100	58	100

Zastosowanie wstępnego wytrzymywania odlewów w niskich temperaturach ($7 \div 8$ godz. przy temperaturze $340 \div 430^\circ \text{C}$) pozwala na skrócenie cyklu wyżarzania do 52 godz. dla średnich a do 62 godz. dla grubych odlewów. Rzeczywisty czas wyżarzania przy zastosowaniu wstępnego wytrzymywania w niskich temperaturach wynosi $57 \div 58$ godz., przy rozchodzie energii elektrycznej około 400 kWh/tonę odlewów (tabl. 1 b).

Z porównania cyklu „a” i „b” wynika, że mimo skrócenia czasu grafityzacji żeliwa o 35% , wskutek długiego czasu nagrzewania odlewów do temperatury 900°C , całkowity cykl żarzenia skraca się tylko o 10% .

Pomiary temperatur w różnych częściach pieca wykazały duże różnice, które od zewnątrz do środka pieca w okresie ogrzewania dochodzą do 250°C , a w pierwszym i drugim okresie grafityzacji do 20°C . W rezultacie, jeśli czas nagrzewania odlewów do 900°C w środku pieca wynosi 17 godz., to w narożnych częściach pieca tylko 11 godzin, a na spodzie 19 godz. Stąd długość wytrzymywania odlewów w zakresie grafityzacji wynosi odpowiednio 13,19 i 11 godz. Przy szybszym nagrzewaniu różnica temperatur w piecu wzrasta jeszcze bardziej, co nie pozwala na uzyskanie żeliwa o jednakowych własnościach (tabl. 2).

Łaźdowanie większej ilości odlewów na wózki do wysokości $1,8 \text{ m}$ powoduje paczenie się odlewów, czego nie unika się nawet przy bardzo starannym ich układaniu. Paczenie odlewów jest przyczyną dodatkowej pracy, związanej z ich prostowaniem, co wymaga również dodatkowych do tego celu urządzeń.

Tablica 2

Miejsce próbki w piecu	Twardość $H_B \text{ kg/mm}^2$		
	wyżarzanie 60 godz.		wyżarzanie 90 godz.
	Próba nr 1	Próba nr 2	Próba nr 3*)
1 rząd spód pieca	128	143	119
3-ci rząd w środku pieca	129	140	121
Góra pieca	127	—	116
Naroże pieca	140	145	143

*) Odlewy tej próby zawierały wyższą zawartość chromu — $0,08\% \text{ Cr}$

Jak wynika z bilansu cieplnego trzecią część zużywanej energii w procesie żarzenia stanowią straty na ogrzanie wykładziny pieca i wózków ($25 \div 30\%$) oraz straty promieniowania narożnymi ścianami pieca i wózków ($29 \div 30\%$).

W 25-tonowych komorowych piecach elektrycznych o produkcji periodycznej nawet przy ulepszonej konstrukcji nie można znacznie skrócić czasu wyżarzania, zmniejszyć rozchodu energii elektrycznej i uzyskać jednakowych własności żeliwa. Główną przyczyną tego jest wysoka inercja cieplna łaźdowanego pieca, oraz jego periodyczna praca.

Niektóre zakłady w celu skrócenia czasu wyżarzania a także dla uzyskania więcej równomiernych własności żeliwa, stosują piece elektryczne komorowe o mniejszej pojemności ($8 \div 10$ ton), co jednak pociąga za sobą znaczne obniżenie wydajności i zwiększenie rozchodu energii (tabl. 3).

Postępowym procesem wyżarzania czarnego żeliwa ciągliwego jest prowadzenie pierwszego okresu grafityzacji w kąpieli solnej a drugiego okresu grafityzacji w piecu tunelowym, lub wyżarzanie w piecach elektrycznych tunelowych z ochronną atmosferą.

Tablica 3

Rodzaj pieca	Piec komorowy (25 t)		Piec komorowy (10 t)
	wyżarzanie bez wstępnego wytrzymywania	wyżarzanie ze wstępnym wytrzymywaniem	
Ogrzewanie w godz.	18	27	10
Czas grafityzacji w godz.	37	31	30
Całkowity czas żarzenia w godz.	65	58	40
wydajność w t/godz.	0,38	0,43	0,25

Wyżarzanie w kąpieli solnej posiada ograniczone zastosowanie. Zaletą jego jest możliwość skrócenia okresu nagrzewania do $\frac{1}{2}$ godz., pierwszego zaś okresu grafityzacji $1,5 \div 2,0$ godz., przy czym paczenie odlewów zmniejsza się do minimum.

Przy zastosowaniu wanien o pojemności $0,2 \div 0,4 \text{ t}$, przy temperaturze roztopionej soli (chlorek baru) 1050°C , stwierdzono, że dla zastąpienia 25 t komoro-

wego pieca elektrycznego potrzebne są dwie wanny solne i jeden dwukomorowy piec tunelowy o powierzchni użytkowej około 180 m². Przy nieprzerwanym cyklu produkcyjnym czas wyżarzania odlewów wynosi 20÷22 godz., wydajność urządzenia 0,4 t/godz., czyli 10 t na dobę, przy rozchodzie 400÷450 kWh/t. Metoda ta nadaje się szczególnie dla cienkościennych odlewów. Przy tej metodzie uzyskuje się znaczne skrócenie czasu wyżarzania i unika się paczenia odlewów, jednak zużycie energii elektrycznej w porównaniu z piecem komorowym, w przeliczeniu na 1 m² powierzchni użytkowej pieca jest prawie to samo. W tablicy 4 podano porównanie obydwu pieców.

Tablica 4

Rodzaj pieca	Piec komorowy	Piec tunelowy
Wielkość pojedynczego wsadu w t	25	0,540
Średnia wydajność w t/dobę	10	13,5
Całkowity cykl wyżarz. w godz.	65	37
Wewnętrzne wymiary pieca w m	6,7 × 2,6 × 2,1	23,0 × 2,1 × 1,1
Powierzchnia użytkowa w m ²	17,5	46,8
Wymiary zewnętrzne pieca w m	8,2 × 4,2 × 3	34 × 6,2 × 2,4
Średnia powierzchnia dla całkowitego oprzyrządowania pieca w m ²	160	310
Chłodząca powierzchnia pieca w m ²	111	210
Wydajność z 1 m ³ powierzchni użytkowej na dobę w t	0,062	0,042
Chłodząca powierzchnia pieca przypadająca na 1 t odlewów w m ²	110	15,7
Rozchód energii elektr. w kWh/t odlewów	400	350

Skrócenie cyklu wyżarzania w piecu tunelowym jest wynikiem krótkiego okresu nagrzewania, który wynosi tylko 5 godzin, podczas gdy w piecu komorowym — 18 godzin. Całkowity czas potrzebny na grafityzację w piecu tunelowym wynosi 30 godz., łącznie z wstępnym wytrzymywaniem w niskich temperaturach (340÷430°C), w ciągu 3÷4 godz., co w zupełności wystarcza na uzyskanie odpowiednich własności żeliwa dla przemysłu samochodowego. Mając na uwadze zmniejszenie strat ciepłych na ogrzanie wykładziny pieca, zmniejszenie rozchodu energii elektrycznej, utleniania i paczenia się odlewów oraz możliwość uzyskania bardziej równomiernych własności żeliwa należy stwierdzić, że piece tunelowe są ekonomiczniejsze od pieców komorowych pracujących okresowo.

Zastosowanie w piecu tunelowym atmosfery ochronnej zabezpiecza jego urządzenia przed szybkim zużyciem.

Wyżarzanie w piecu elektrycznym tunelowym oraz w kąpeli solnej w porównaniu z wyżarzaniem w piecu komorowym, pozwala na skrócenie cyklu wyżarzania o 40%, zmniejszenie rozchodu energii elektrycznej oraz polepszenie jakości wyżarzonych odlewów.

J. R.

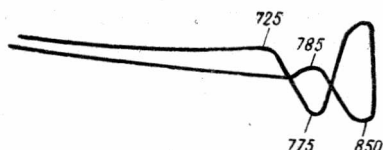
Litiejnoje Proizvodstvo Nr 9 1954, nr 12

T. G. DIEMIDOWA, M. N. KUNJAWSKI

669.131.89:621.785.6

Hartowanie z przemianą izotermiczną żeliwa z grafitem sferoidalnym

Znaczny wpływ obróbki cieplnej na podwyższenie niektórych własności żeliwa sferoidalnego został wykazany w szeregu badań i potwierdzony w praktyce przemysłowej. W artykule poniższym opisano badania nad izotermiczną przemianą austenitu oraz badania ścieralności żeliwa hartowanego z przemianą izotermiczną i ulepszanego cieplnie.

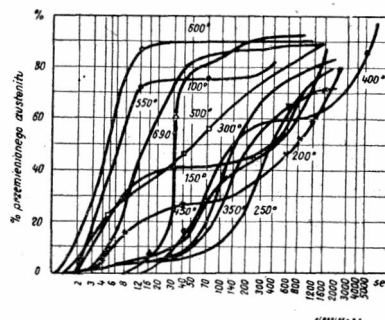


Rys. 1. Krzywa dylatometryczna żeliwa sferoidalnego

Badania izotermicznej przemiany austenitu przeprowadzono na żelwie sferoidalnym otrzymanym z żeliwiaka, o składzie chemicznym: C — 3,09%; Si — 2,41%; Mn — 0,55%; P — 0,075%; S — 0,019%; Cr — 0,02%; Mg — 0,05%. Struktura tego żeliwa w stanie lanym była perlityczno-ferrytyczna. Grafity występował w postaci sferoidów. Krzywą dylatometryczną tego żeliwa pokazano na rysunku 1. Zakres temperatur krytycznych przy nagrzewaniu znajdował się w przedziale 785÷850°C, a przy chłodzeniu 725÷775°C.

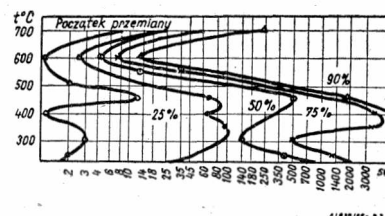
Badania izotermicznej przemiany austenitu przeprowadzono na anizometrze Akułowa na próbkach o średnicy 6 mm i długości 30 mm. Próbkę wytrzymywano w temperaturze 880÷890°C w czasie 5 min., następnie

chłodzono do założonej temperatury. Przebieg przemiany austenitu obserwowano wizualnie na skali apa-



Rys. 2. Krzywe izotermicznej przemiany austenitu w wytypowanych temperaturach

ratu oraz rejestrowano automatycznie na taśmie filmowej. Wyniki badań izotermicznej przemiany auste-

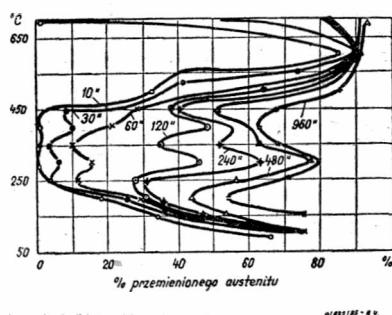


Rys. 3. Wykres izotermicznej przemiany austenitu

nitę przy różnych temperaturach kąpeli przedstawiono na rysunku 2, a wykres izotermicznej przemiany auste-

nit, sporządzony na podstawie tych danych doświadczalnych, pokazano na rysunku 3. Na krzywych wykresu zaznaczono procent przemienionego austenitu. Pełnej przemiany austenitu w badanym żeliwie nie uzyskano w warunkach izotermicznych; jako praktyczne zakończenie przemiany przyjęto krzywą dla 90% przemiany.

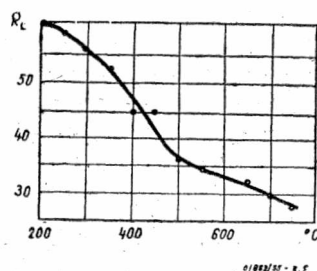
Kinetykę przemiany austenitu przy stałym czasie wytrzymania, w zależności od temperatury przemiany,



Rys. 4. Wykres kinetyki przemiany austenitu

przedstawiają krzywe na wykresie (rys. 4). Z wykresu izotermicznej przemiany austenitu widać, że dla żeliwa sferoidalnego występują dwa obszary trwałości austenitu w temperaturach 300 i 450°C, podobnie jak to ma miejsce dla niektórych stali stopowych. Można przypuszczać, że taki charakter krzywych jest związany z obecnością znacznej zawartości Si w żeliwie.

Badanie mikrostruktury i mikrotwardości produktów izotermicznej przemiany austenitu na próbkach wykazało, że po hartowaniu z przemianą izotermiczną w temperaturach 100÷200°C struktura osnowy żeliwa składa się z drobnoiglastego martenzytu i nieprzemienionego austenitu. Ilość nieprzemienionego austenitu określano na urządzeniu balistycznym dla pomiaru na-

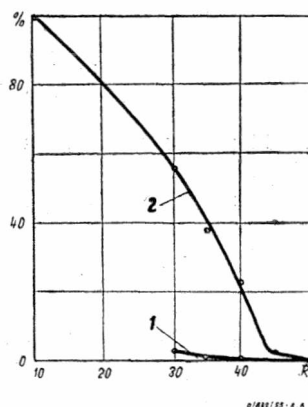


Rys. 5. Zmiana twardości żeliwa sferoidalnego w zależności od temperatury kąpeli izotermicznej

sycenia magnetycznego, oraz na magnetycznym anizometrze Akułowa. Z podwyższeniem temperatury przemiany do 300÷350°C, struktura żeliwa składa się z iglastego troostytu. Przy temperaturach przemiany 400÷600°C struktura żeliwa przedstawia iglaste produkty przemiany austenitu, których grubość zwiększa się ze wzrostem temperatury przemiany. Przy temperaturze 650°C w strukturze żeliwa pojawiają się drobne ziarna ferrytu na tle sorbitu hartowania, zajmujące do 5% jego powierzchni. Przy podwyższeniu temperatury przemiany do 700°C ilość ferrytu zwiększa się do 10÷15% i dochodzi do 25÷30% dla temperatury przemiany 750°C. Równocześnie ze zmianą struktury zmienia się twardość żeliwa hartowanego z przemianą izotermiczną. Mikrotwardość produktów przemiany austenitu mierzono na przyrządzie M. M. Chruszczewa, model PMT przy obciążeniu 100 G.

Twardość składników strukturalnych żeliwa po hartowaniu z przemianą izotermiczną w kąpeli o temperaturach 200, 300, 350, 450, 500 i 750°C w przeliczeniu na jednostki Brinella wynosiła 737, 639, 609, 467, 408 i 370. Obserwuje się zmniejszenie twardości z podwyższeniem temperatury przemiany (rys. 5).

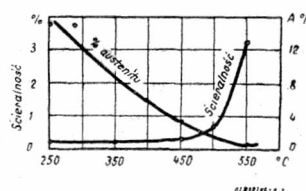
Badania odporności na ścieranie żeliwa sferoidalnego po hartowaniu z przemianą izotermiczną były przeprowadzone na próbkach o wymiarach 10×10×60 mm nieobrobionych cieplnie, hartowanych z przemianą izotermiczną i ulepszonych cieplnie. Hartowanie z przemianą izotermiczną przeprowadzono z temperatury 900°C (czas wytrzymania 20 minut), w kąpeli o temperaturach 250, 300, 350, 400, 450, 500 i 550°C, wytrzymując próbki w każdej z tych temperatur przez 15 minut; następnie były one chłodzone na powietrzu. Próbki z tego samego żeliwa hartowano w oleju z temperatury 900°C i odpuszczano w temperaturach 300, 400, 500, 600 i 700°C stosując różne czasy wytrzymywania



Rys. 6. Odporność na ścieranie żeliwa obrobionego cieplnie 1 — żeliwo hartowane z przemianą izotermiczną, 2 — żeliwo ulepszone cieplnie. Za 100% przyjęto ścieralność żeliwa w stanie lanym

(15÷30 minut) w celu otrzymania twardości analogicznej, jak przy próbkach hartowanych z przemianą izotermiczną.

Badania odporności na ścieranie przeprowadzono na maszynie typu „Szpindel”. Przed badaniem próbki obrobione cieplnie szlifowano w celu usunięcia warstwy, która mogła ulec odwegleniu (0,5 mm). Za miarę odporności na ścieranie przyjęto ubytek wagi próbki, który wyznaczano z dokładnością do 0,0001 G. Wyniki badań przedstawiono na rysunku 6; jako 100% przyjęto ścieralność żeliwa nieobrobionego cieplnie.



Rys. 7. Wpływ temperatury przemiany izotermicznej na ilość nieprzemienionego austenitu i odporność na ścieranie żeliwa. Za 100% przyjęto ścieralność żeliwa w stanie lanym

Jak widać z wykresu, odporność na ścieranie żeliwa hartowanego z przemianą izotermiczną jest znacznie wyższa niż żeliwa ulepszanego cieplnie, przy tej samej twardości.

Dla wyjaśnienia przyczyn wyższej odporności na ścieranie żeliwa hartowanego z przemianą izotermiczną

na od żeliwa ulepszanego cieplnie, posiadającego taką samą twardość; zbadano ilość nieprzemienionego austenitu w próbkach hartowanych z przemianą izotermiczną.

Wyniki zebrane na rysunku 7 pokazują, że z obniżeniem temperatury kąpeli izotermicznej wzrasta ilość nieprzemienionego austenitu. Wynikałoby z tego, że podwyższona odporność na ścieranie żeliwa hartowanego z przemianą izotermiczną związana jest z obecnością w strukturze nieprzemienionego austenitu.

Wysoka wytrzymałość na rozciąganie w połączeniu z dużą odpornością na ścieranie żeliwa hartowanego z przemianą izotermiczną pozwala na zastosowanie odlewów żeliwnych obrobionych cieplnie na części odpowiedzialne, pracujące na ścieranie. Praktycznie można

polecić hartowanie z przemianą izotermiczną w zakresie temperatur 250÷350°C.

Literatura:

1. Trudy Wsiesojuznowo sowieszczania WNITOŁ, Maszgiz, 1951.
2. Gostiew B. I., Uszakow A. D., Primienienie czuguna so sfieroidalnym grafitom dla izgotowlenia wtulok bałansira, „Litiejnoje Proizwodstwo” Nr 5, 1951.
3. Chazowa A. B., Diemidowa T. G., Kunjawszkij M., N., Pochuczenie i termiczeskaja obrabotka czuguna s globularnym grafitom „Litiejnoje Proizwodstwo” Nr 4, 1952.
4. Uszakow A. D., Chruszczewa K. M., Iznosoustojcziwost' czuguna so sfieroidalnym grafitom, „Litiejnoje Proizwodstwo” Nr 7, 1953.
5. Kurtow I. F., „Awtomobilnaja promyslennost” Nr 4, 1946.
6. Kurtow I. F. i Sadin N. B., Iznosoustojkost' izotermiczeskij zakałinnow czuguna, „Litiejnoje Proizwodstwo” Nr 12, 1952.

J. R. i H. S.

„Litiejnoje Proizwodstwo”, Nr 2, 1955

W. KILIAN

621.746:621.824.3:621-233.13

Odlewane wały korbowe

Począwszy od 1920 roku obserwuje się rozwój odlewanych wałów korbowych.

Powodem szeregu prób odlewania wałów korbowych jest znacznie mniejszy koszt obróbki mechanicznej. Ponadto odlewane wały korbowe cechują się dobrą obrabialnością oraz zdolnością do tłumienia drgań.

Skład chemiczny tworzyw zastosowanych w Niemczech do odlewania wałów korbowych podano w tabelicy 1.

Tabela 1

Skład chemiczny w %					
C	Si	Cr	Ni	Cu	Mo
1,35÷1,6	0,85÷1,1	0,4÷0,8	—	1,5÷2,0	—
1,8	1,8	0,5	1,0	—	0,5
2,25÷2,50	1,0 ÷1,5	0,5÷1,0	4,0 ÷5,0	—	—
2,25÷2,50	1,0 ÷1,5	0,2	3,0 ÷4,0	—	0,2
2,80	1,5	0,5	0,6	2,0	—
2,6 ÷2,8	1,6	—	1,25÷1,5	—	0,4÷0,6
2,75÷3,2	1,95÷2,5	0,1÷0,2	1,0 ÷1,5	—	—

Wały korbowe odlane ze stopowego staliwa grafitującego poddawane są specjalnej obróbce cieplnej a mianowicie:

- ogrzewanie do temperatury 900°C,
- wytrzymanie przy temperaturze 900°C przez 20 minut,
- chłodzenie na powietrzu do temperatury 550°C,
- ponowne ogrzewanie do temperatury 760÷785°C,
- wytrzymanie przy temperaturze 760÷785°C przez 2 godziny,
- chłodzenie do temperatury 540°C.

Wytrzymałość na rozciąganie tego tworzywa 60÷70 kG/mm², twardość według Brinella 280÷320 kG/mm².

Konstrukcja wałów odlewanych jest nieco odmienna od wałów odkuwanych, gdyż musi być dostosowana do warunków odlewniczych. Podstawową rzeczą przy konstrukcji wałów odlewanych jest zachowanie równomiernej grubości ścianki na całej długości wału. Umożliwia to uzyskanie odlewu wału bez jam skurczowych, pęknięć, rys oraz naprężeń. W opisywanych poniżej próbach poczyniono tylko nieznaczne zmiany w konstrukcji wałów odkuwanych tak, że nie

były one idealnie dostosowane pod względem konstrukcyjnym do odlewania.

Początkowe próby odlewania wałów korbowych przeprowadzono stosując niskostopowe żeliwo szare o składzie 2,75÷3,0% C; 1,6÷1,8% Si; 0,6÷0,9% Mn; 0,3% P; 0,10% S; 0,1÷0,3% Cr; 1,0÷1,5% Ni. Żeliwo to o strukturze sorbitycznej posiadało wytrzymałość na rozciąganie 30÷35 kG/mm², twardość według Brinella 240÷260 kG/mm².

Wykonane z tego tworzywa wały korbowe dla pojazdu Diesel-LKW typ H₃A nie zdały egzaminu, gdyż poddane próbie pękały po 100 godzinach. Również wały korbowe wykonane ze stopowego staliwa grafitującego o składzie 2,0÷2,2% C; 0,8÷1,0% Si; 0,3÷0,6% Mn; 0,1% P; 0,08% S; 0,4÷0,5% Cr; 1,4÷1,6% Ni; 0,5÷0,7% Cu nie dały zadowalających wyników. Obróbka cieplna tych wałów polegała na wytrzymaniu ich przy temperaturze 950°C w ciągu 4 godzin, ochłodzeniu do 750°C i wytrzymaniu przy tej temperaturze w ciągu 3 godzin z następnym chłodzeniem wraz z piecem do normalnej temperatury.

W wyniku tej obróbki struktura stali była perlityczna z wydzieleniami węgla żarzenia. Wytrzymałość na rozciąganie wynosiła 50÷60 kG/mm², wydłużenie 2÷5% oraz twardość według Brinella 300 kG/mm².

W dalszych badaniach odlewano wały korbowe z perlitycznego żeliwa ciągliwego. Żeliwo to uzyskiwano wprowadzając do czarnego żeliwa ciągliwego wytapianego w piecu martenowskim nieznaczny dodatek chromu.

Skład chemiczny tego żeliwa był następujący: 2,2÷2,5% C; 1,2÷1,3% Si; 0,3÷0,4% Mn; 0,2% P; 0,15% S; 0,20÷0,25% Cr.

Odlane wały korbowe wyżarzano przy zachowaniu obojętnej atmosfery według cyklu:

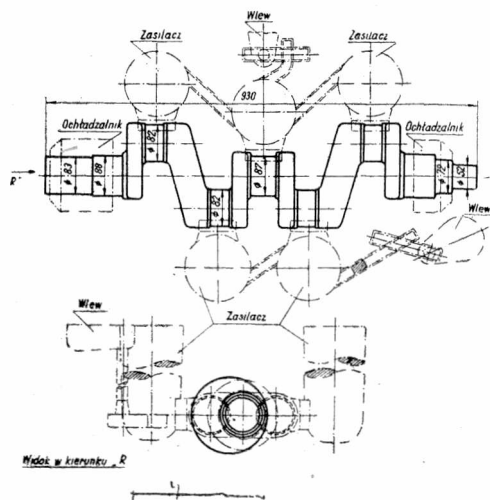
- ogrzewanie do temperatury 900÷930°C przez 30 godzin,
- wytrzymywanie przy temperaturze 900÷930°C przez 40 godzin,
- chłodzenie do temperatury 500°C z szybkością 8÷10°C/godzinę.

Wytrzymałość na rozciąganie perlitycznego żeliwa ciągliwego wynosiła 45÷55 kG/mm², wydłużenie

5÷10%, twardość według Brinella 160÷200 kg/mm² przy strukturze perlitycznej z wydzieleniami węgla żarzenia.

Z perlitycznego żeliwa ciągliwego wykonuje się obecnie w NRD wały korbowe dla 3 cylindrowych ciągników Diesel „Pionier“, Diesel-LKW typ H₃A oraz dla 1 cylindrowego ciągnika Diesel „Aktivist“.

Wały korbowe z perlitycznego żeliwa ciągliwego odlewano w pozycji poziomej przez 2 wlewy równocześnie z zastosowaniem dużych zasilaczy. Dla przy-



Rys. 1. Schemat układu wlewowego wału korbowego dla 4-cylindrowego ciągnika „Pionier“ z perlitycznego żeliwa ciągliwego

kładu podano na rysunku 1 konstrukcję wału do 4 cylindrowego ciągnika „Pionier“ wraz z układem wlewowym.

Chrom wprowadzano w czasie spustu żeliwa na dno pustej i dobrze wygrzanej kadzi odlewniczej w postaci żelazochromu o zawartości 65% Cr w ilości 0,30%.

Dla uniknięcia powstawania jam skurczowych na końcach wałów zastosowano ochładzalniki. Nadlewy odbija się w stanie gorącym przy kolorze czerwonego żaru, albowiem odbijanie w stanie zimnym może być przyczyną uszkodzenia wału, a wyżarzanie wału wraz

z nadlewami a następnie ich odcinanie jest nieekonomiczne. Przy załadowywaniu wałów w garnkach do żarzenia należy uważać na równomierne położenie wału, zwłaszcza długiego, gdyż istnieje niebezpieczeństwo ugięcia.

Do trudności przy odlewaniu wałów należą jamy skurczowe, pęcherze gazowe, pochodzące od formy i od kąpiel oraz zanieczyszczenie żużlem lub piaskiem. Stąd bardzo ważnym jest dobór odpowiedniej masy formierskiej oraz sposób wytapiania żeliwa.

Do formowania wałów stosowano masę posiadającą przepuszczalność 50÷60 cm⁴/G.min i wytrzymałość na ściskanie 0,45÷55 kg/cm².

Cieęższe wały odlewano w formach suchych. Rdzenie do wałów wykonywano z masy rdzeniowej, następnie suszono je w ciągu 2 godzin przy temperaturze 240°C.

Wały korbowe odlane z perlitycznego żeliwa ciągliwego zamontowane do 4 cylindrowych ciągników „Pionier“ we wrześniu 1953 r. do tej pory pracują bez zarzutu.

Zastosowanie wałów do ciągnika „Pionier“ z czarnego żeliwa ciągliwego o wytrzymałości do 40 kg/mm² i wydłużeniu ponad 10% nie dało zadowalających wyników, gdyż wały te pękały po 1400 godzinnej próbie. Wały ciągnika „Pionier“ pracują przy 1250 obr/min. przy średnim obciążeniu 6,5 kg/cm².

Do 4-cylindrowego LKW typ H₃A początkowo odlano wały z żeliwa szarego stopowego i niestopowego, jednak wały te po bardzo krótkim okresie prób pękały. Wały tego samego typu wykonane z czarnego żeliwa ciągliwego posiadały zbyt niską twardość, przez co już podczas prób zużywały się bardzo szybko. O wiele lepiej zachowują się wały korbowe z perlitycznego żeliwa ciągliwego, które ze względu na perlityczną osnowę posiadają wyższą twardość. Wały te z końcem 1953 r. oddane do prób zachowują się w dalszym ciągu dobrze. W NRD czynione są obecnie przygotowania do uruchomienia seryjnej produkcji odlanych wałów korbowych z perlitycznego żeliwa ciągliwego. Ponadto prowadzone są również próby odlewania wałów korbowych z żeliwa sferoidalnego.

J. R-ka

Metallurgie und Gieserei Technik, zeszyt 9, 1954, str. 401.

A. BORDES

669.131.84:621.746.7

Przyczyna i zwalczanie perlitycznej obwódki w czarnym żeliwie ciągliwym

W niektórych przypadkach przy produkcji czarnego żeliwa ciągliwego obserwuje się występowanie jasnej, błyszczącej warstwy tuż przy powierzchni odlewów — grubość tej warstwy osiąga nieraz 2÷3 mm. Struktura błyszczącej warstewki¹⁾ składa się przeważnie z perlitu — powoduje ona spadek plastyczności (wydłużenia) oraz powoduje wzrost kosztów obwódki wiórowej i dlatego uważana jest za wadę. Powstałej obwódki nie da się usunąć nawet przez długotrwałe wyżarzanie.

Dotychczas brak w literaturze technicznej danych dotyczących powstawania obwódki i stąd opisane doświadczenia mają duże znaczenie dla odlewni produ-

kujących czarne żeliwo ciągliwe, tym bardziej, że przeprowadzone zostały w warunkach produkcyjnych. Badania objęły próby nad ustaleniem wpływu składu wsadu metalowego, sposobu topienia, grubości ścianek, materiałów formierskich, wstępnego wygrzewania przy temperaturze 300 °C oraz wyżarzania.

Poza zmiennymi parametrami badań sposób produkcji żeliwa był następujący:

Żeliwo wytapiano w żeliwiaku o średnicy 850 mm stosując wsad składający się z 7,5% surówki, 42,5% złomu stalowego (szyny), 50% złomu obiegowego przy użyciu 15% koksu wsadowego i ilości dmuchu 48 m³/min.

¹⁾ zwanej u nas „jasną obwódką“ (przyp. tłum.).

Następnie żeliwo przegrzewano w kwaśnym piecu łukowym Heroult'a o pojemności 3 t, gdzie dodawano średnio 5% stali oraz żelazokrzem (75% Si) i żelazo-mangan (75% Mn). W piecu elektrycznym żeliwo wytrzymywano średnio 1 godzinę. Temperatura odlewania z pieca wynosiła 1500 °C (bez poprawki). Przy spuszczeniu metalu odtleniano dodatkami 0,033% aluminium. Średni skład chemiczny żeliwa był następujący: 2,6% C; 0,90% Si; 0,60% Mn; 0,12% P i 0,16% S. Metal odlewano do form z masy syntetycznej o wilgotności 3,5÷4,0%.

żeli przy cienkich ściankach — w tych ostatnich ilość wydzielenia węgla żarzenia była większa.

Odtlenianie dodatkami 0,1% i 0,03% Al nie wykazało wyraźnego wpływu na powstawanie „obwódki“ — zbyt duży dodatek Al miał zmniejszać ilość wydzielenia węgla żarzenia.

Dalsze próby wykazały, że żeliwo wytapiane tylko w żeliwiaku nie wykazuje „obwódki“ po wyżarzeniu. Jeśli żeliwo wytrzymuje się w piecu łukowym pod żużlem o małej zawartości FeO (w ciągu 1 godziny) wówczas nie uzyskuje się całkowicie ferrytycznej osno-

Tablica 1

Wytop	Metal	Skład chemiczny w %					Ilość wydzielenia węgla żarzenia w mm ²			Grubość warstwy w mm	
		C	Si	Mn	P	S	I	II	III	odwęglonej	perlitycznej
I	surówka *) żeliwo	4,60 2,27	0,01 1,23	0,30 0,49	0,02 0,09	0,01 0,08	62	134	250	0,34	0,37
II	surówka **) żeliwo	4,0 2,24	1,00 1,19	0,50 0,50	0,04 0,10	0,02 0,07	66	190	300	—	—
III	surówka **) żeliwo	3,5 2,16	0,50 1,07	0,30 0,45	0,06 0,10	0,10 0,10	18	34	60	0,30	0,45
IV	surówka ***) żeliwo	2,75 2,20	2,50 1,18	0,78 0,59	0,06 0,10	0,06 0,09	47	160	240	0,25	0,32
V	surówka ***) żeliwo	4,32 2,32	1,60 1,18	0,33 0,57	0,06 0,09	0,04 0,08	58	140	165	0,20	0,31
VI	żeliwo	2,27	1,02	0,60	0,14	0,19	47	122	220	0,40	0,45

*) przełom połowiczny

**) przełom biały

***) przełom szary

Wyżarzanie przeprowadzono w piecach elektrycznych w szczelnych garnkach stalowych, do których dodawano nieco węgla drzewnego, aby uniknąć odweglenia. Cykl żarzenia był następujący: Podczas ogrzewania wytrzymywano przy temperaturze 350 °C w ciągu 6 godzin, po czym ogrzewano piec dalej do 950 °C, przy czym całkowity czas nagrzewania wynosił 20 godzin. Przy temperaturze 950 °C odlewy wyżarzano w ciągu 16 godzin. Z kolei następowało stygnięcie do temperatury 715 °C (8 godz.) oraz powolne stygnięcie 715÷675 °C w ciągu 24 godzin. Po ostygnięciu do temperatury 650 °C (w ciągu 4 godzin) garnki wraz z odlewami usuwano z pieca.

Badając wpływ składu wsadu wykonano 5 wytopów (I÷V) stosując 30% surówki o różnym składzie chemicznym i 1 wytop (VI) bez użycia surówki. Po wyżarzeniu zbadano ilość wydzielenia węgla żarzenia na mm² w trzech warstwach:

- warstwa I — 0÷1 mm od powierzchni
- warstwa II — 1÷2 mm „ „
- warstwa III — 2÷3 mm „ „

oraz grubość warstwy odwęglonej (znajdującej się bezpośrednio przy powierzchni) oraz warstwy perlitycznej „obwódki“. Wyniki zestawiono w tablicy 1.

Analiza wyników wykazała, że im mniej wydzielenia węgla żarzenia przy powierzchni, tym grubsza obwódka. Stwierdzono także, jakby odweglenie (brak wolnego cementytu) w próbkach przed żarzeniem, jednak związek tego zjawiska z „obwódką“ po wyżarzeniu nie był wyraźny. Stwierdzono także, że przy próbkach o większej grubości ścianki obwódka jest grubsza, ani-

wy żeliwa, co świadczy o stabilizującym wpływie tego zabiegu.

Przeprowadzono także próby utleniania żeliwa dodatkami zendry. Wykazały one silnie stabilizujący wpływ zendry, podobnie jak poprzednio żużel tak, że zamiast struktury ferrytycznej uzyskano po żarzeniu strukturę „wolicz oczu“.

Celem zbadania wpływu materiałów formierskich przygotowano masę syntetyczną zawierającą 10% pyłu węglowego lub 10% sproszkowanej rudy żelaznej (60% Fe₃O₄) lub 10% pyłu siarkowego. O ile w pierwszym przypadku „obwódka“ na próbkach była nie duża, to w pozostałych dwóch nastąpiło znaczne odweglenie.

Tablica 2

Lp.	Czas wygrzewania przy temperaturze 300° C godz.	Ilość wydzielenia węgla żarzenia w mm ²					
		przy powierzchni			środek próbki		
		I	II	średnio	I	II	średnio
1	0	4	6	5	32	40	36
2	1	13	10	11	45	37	41
3	2	27	27	27	51	55	53
4	4	43	39	41	69	61	65
5	6	54	50	52	74	72	73

Badając z kolei wpływ wyżarzania stwierdzono, że wygrzewanie wstępne przy temperaturze 300 °C (1 do 6 godzin) powoduje wzrost ilości wydzielenia węgla żarzenia (tablica 2), co powinno zmniejszać zakres występowania obwódki.

Poza tym stwierdzono, że zawartość siarki w „obwódce“ jest nieco wyższa (o około 0,03%), aniżeli w środku próbki.

Ostatecznie na podstawie prób autor podaje, że występowanie „obwódki“ można by przeciwdziałać w ten sposób, aby po ukończeniu pierwszego stadium grafityzacji (przy temperaturze 950 °C) wyżarzyć żeliwo przy temperaturze 850 °C w ciągu 6 godzin w słabo odwęglającej atmosferze. Wtedy nastąpi dalsze odwęglanie i ze struktury przy powierzchni usunięty zostanie węgiel, który po ostygnięciu stworzyłby warstwę perlityczną obwódki. Proces ten jest do przeprowadzenia w nowoczesnych piecach elektrycznych z atmosferą

kontrolowaną. W wnioskach swych autor stwierdza, że obwódka powstaje w wyniku odwęglania głównie pod wpływem tlenu, a także siarki i wodoru dodając przy tym, że „w normalnych warunkach topienia, odlewania i wyżarzania należy uważać powstawanie perlitycznej obwódki za nieuniknione“¹⁾.

J. P

XXI Międzynarodowy Kongres Odlewniczy, Florencja 1954, referat nr 17

R. MERZ, B. MARINCEK

669.13

O tworzeniu powłoki tlenków na powierzchni ciekłego żeliwa

Podgrzewając ciekłe żeliwo w dowolnym piecu możemy stwierdzić, że początkowo powierzchnia ciekłego metalu pokrywa się cienką warstwą tlenków, głównie krzemionki, które nadają jej matowy wygląd. Jeśli temperatura kąpieli się podniesie, wówczas warstwa ta znika w ściśle określonej temperaturze, którą możemy określić jako temperaturę tworzenia warstwy tlenków, charakterystyczną dla każdego rodzaju żeliwa.

W odlewni ciekłe żeliwo pokryte warstwą tlenków jest niepożądane, gdyż warstewka ta przy zalewaniu zostaje porwana do formy tworząc trudno wypływające wtrącenia i błonki niemetaliczne. Zjawisko tworzenia błonek jest często obserwowane, jako bardzo dokuczliwe w produkcji rur wodociagowych lanych odśrodkowo, gdzie jest przyczyną rozdzielania się warstw metalu lub nieuszczelnności odlewów.

W opisaną pracę usiłowano ustalić wpływ składników żeliwa (krzemu, manganu, fosforu i siarki) na temperaturę tworzenia warstewki tlenków różnych syntetycznych stopów żelazo — węgiel.

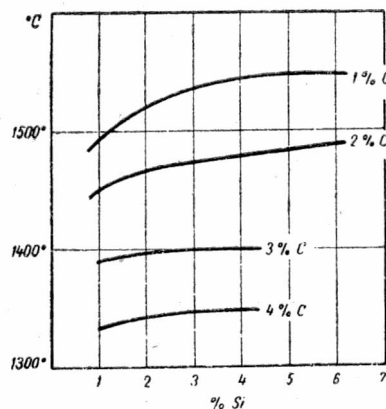
Żeliwo badane przetapiano w ilości 0,7 kg w piecu indukcyjnym. Na powierzchni ciekłego metalu występowała zawsze początkowo wyraźna warstwa tlenków, która po zgarnięciu tworzyła się na nowo w ułamku sekundy. Przy podwyższaniu temperatury tworzyła się początkowo wokół ścianek tygla przerwa w matowej warstwie, która zwiększała się bardzo szybko, aż wreszcie cała powierzchnia stawała się błyszcząca. Wdmuchiwanie na błyszczącą powierzchnię strumienia powietrza z kwarcowej rurki powodowało powstawanie szybko znikających matowych plam do pewnej temperatury przegrzania, powyżej której także i te plamy nie występowały. Przy studzeniu przegrzanego żeliwa obserwowano, po obniżeniu się temperatury do pewnej granicy, pokrywanie się powierzchni matową błonką, przy czym temperatura tworzenia błonki przy ogrzewaniu i studzeniu była identyczna, o ile nie nastąpiło wypalanie węgla w czasie przegrzewania metalu, co podwyższa temperaturę tworzenia błonki.

W powyższy sposób określano wpływ składu chemicznego żeliwa na tworzenie się błonki tlenków, przy czym żeliwo sporządzono z żelaza „Armco“, grafitu, żelazokremu, żelazomanganu, żelazofosforu i siarczku żelaza.

a. Wpływ węgla i krzemu

Jak widać z rysunku 1, ze wzrastającą zawartością węgla obniża się temperatura tworzenia warstewki

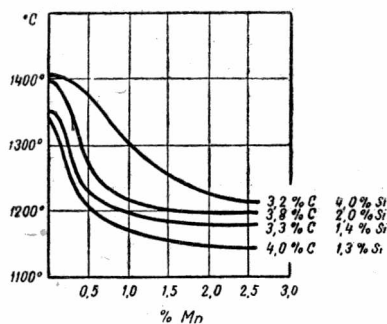
tlenków w przybliżeniu około 50÷80 °C na 1% C. Krzem natomiast powoduje niewielki wzrost tej temperatury w zakresie do około 3% zawartości, po czym wpływ jego ustaje.



Rys. 1. Wpływ krzemu na temperaturę tworzenia błonki tlenków na ciekłym żelwie

b. Wpływ manganu

Jak wynika z rysunku 2 mangan obniża bardzo silnie temperaturę tworzenia błonki tlenków, przy czym



Rys. 2. Wpływ manganu na temperaturę tworzenia błonki tlenków na ciekłym żelwie

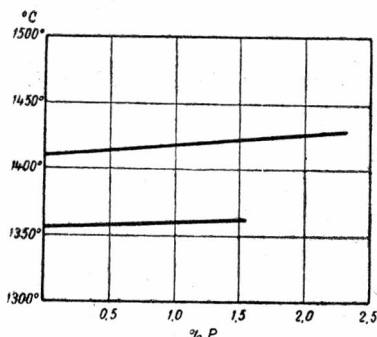
najsilniejsze działanie obserwuje się w zakresie zawartości manganu 0,2÷0,6%. Wpływ ten jest tym silniej-

¹⁾ Ostatnie badania, przeprowadzone przez mgr inż. J. Rąkę i mgr inż. J. Piaskowskiego z Instytutu Odlewnictwa w Krakowie pozwoliły na wynalezienie pewnych sposobów zwalczania jasnej obwódki w odlewach czarnego żeliwa ciągłego (przyp. tłum.).

szy im wyższa jest zawartość węgla i niższa zawartość krzemu.

c. Wpływ fosforu

Rysunek 3 wykazuje, że fosfor nie ma praktycznie wpływu na temperaturę tworzenia się tlenków.

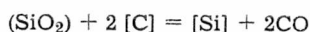


Rys. 3. Wpływ fosforu na temperaturę tworzenia błonki tlenków na ciekłym żelwie

d. Wpływ siarki

Siarka podwyższa temperaturę tworzenia błonki tlenków (rys. 4). Wpływ ten jest bardzo silny w zakresie zawartości siarki do 0,1%, po czym gwałtownie słabnie.

Zjawisko znikania błonki tlenków w określonej temperaturze jest prawdopodobnie spowodowane reakcją:



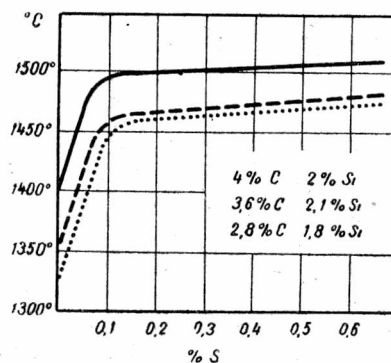
Stała równowagi tej reakcji wynosi:

$$K = \frac{a[\text{Si}]}{a^2[\text{C}]}$$

Słaba znajomość dokładnych wartości współczynników aktywności krzemu, węgla i innych pierwiastków

rozpuszczonych w żelazie nie pozwala bez zastrzeżeń stwierdzić czy rzeczywiście ma się do czynienia w tej temperaturze ze stanem równowagi i w jakim stopniu można teoretycznie wyjaśnić kształt otrzymanych krzywych wpływu innych składników na tę równowagę.

Dla praktyki odlewniczej jest najbardziej istotne, że aby otrzymać żeliwo o wysokiej jakości, o niskiej temperaturze tworzenia błonki tlenków, należy w składzie chemicznym zachowywać możliwie niską zawartość



Rys. 4. Wpływ siarki na temperaturę tworzenia błonki tlenków na ciekłym żelwie

siarki przy wysokiej zawartości manganu (0,6÷1%) i wysokiej zawartości węgla. Również wysoka temperatura zalewania ma w tym ujęciu swoje pełne uzasadnienie.

J. P.

44 referat z XXI Międzynarodowego Kongresu Odlewników we Florencji (19÷26. IX. 1954 r.).

E. TEWS

009.046.55

Odtlenianie¹⁾ przy pomocy miedzi fosforowej

Wprawdzie stosowanie miedzi fosforowej jako odtleniacza przy wytopie stopów miedzi stało się ogólną zasadą, to jednak poglądy fachowców odnośnie sposobu działania a niekiedy i celowości stosowania Cu-P różnią się między sobą.

Nie ulega wątpliwości, że fosfor, właściwie zastosowany, jest jednym z najlepszym odtleniaczy. Wprawdzie najpewniejszym i najwłaściwszym sposobem otrzymania metalu nieutlenionego byłoby poprawne jego przetopienie i niedopuszczenie do utlenienia, jednakże należy pamiętać, że cały szereg odlewni przetapia duże ilości złomu własnego i materiału obiegowego, które to składniki wsadowe wprowadzają zawsze pewne ilości tlenków do kąpieli metalowej, również i bloki otrzymane z rafinerii mogą zawierać 0,05÷0,30% tlenu. Poza tym jest praktycznie niemożliwe nawet w piecu indukcyjnym oraz przy najpoprawniejszym prowadzeniu procesu topienia zapobiec pewnemu utlenieniu się kąpieli szczególnie przy przetapianiu w piecach płomiennych. Pokrycie kąpieli metalowej węglem drzewnym posiada w piecu płomiennym bardzo znikome działanie, a w piecu tyglowym lub elektrycznym może tylko do pewnego stopnia działać redukująco,

ponieważ ani redukująca atmosfera w piecu ani też warstwa węgla drzewnego nie są w stanie zredukować rozpuszczonych w metalu tlenków. Działanie takich powłok ochronnych polega na tym, że przez zmniejszenie zawartości tlenu w powietrzu i gazach spalinowych mogą spowodować odpowiednie zmniejszenie się utlenienia metalu.

Przy okazji należy podkreślić, że utrzymywanie silnie redukującej atmosfery w piecu nad kąpielą metalową powoduje zasadniczo znaczne zwiększenie absorpcji gazu przez metal, tak że zupełnie uzasadniona jest tendencja do przetwarzania stopów miedzi w atmosferze obojętnej lub nawet lekko utleniającej, a ochronę metalu przed nadmiernym utlenieniem przeprowadzać należy przez stosowanie odpowiedniej powłoki ochronnej. Oczywiście, że tak przetopiony metal wymaga następnie, bezpośrednio przed odlaniem, dodatku odpowiedniej ilości miedzi fosforowej lub innego odtleniacza.

Odtleniacze powinny spełniać następujące warunki:

1. powinowactwo odtleniacza do tlenu powinno być jak największe,
2. po dodaniu odtleniacza powinien on chronić metal przed dalszym utlenieniem np. podczas rozlewania,

¹⁾ stopów miedzi

- powstałe tlenki nie mogą być w metalu rozpuszczalne,
- ciężar właściwy powstałych tlenków powinien być odpowiednio niski, tak aby umożliwić szybkie wypłynięcie ich na powierzchnię metalu,
- odtlenacze powinny poza swym właściwym chemicznym działaniem przyczyniać się również do mechanicznego usuwania tlenków, znajdujących się poza zasięgiem ich redukującego działania. Miedź fosforowa np. upłynnia metal i ułatwia przez to wypłynięcie złejszych tlenków na powierzchnię kąpieli metalowej.

Skuteczne działanie miedzi fosforowej jako odtleniacza spowodowane jest również niską temperaturą parowania fosforu; właściwość ta nie została dotychczas w praktyce odlewniczej dostatecznie oceniona. Podczas gdy duże powinowactwo odtleniacza do tlenu jest wystarczającą gwarancją usunięcia tlenków z kąpieli metalowej, to nie wystarcza ono jeszcze do zabezpieczenia metalu przed powtórным utlenieniem podczas odlewania, o ile temperatura parowania odtleniacza lub jego składników nie jest na tyle niska, aby umożliwiła przy odlewaniu osłonięcie powierzchni strugi ciekłego metalu ścisłą warstwą par redukujących lub obojętnych, zapobiegających bezpośrednio zetknięciu się ciekłego metalu z tlenem atmosfery.

Tablica 1

Temperatura parowania niektórych odtleniaczy w °C	
fosfor	278
arsen	450
cynk	907
wapń	1240
magnez	1100
mangan	1900
aluminium	2270
krzem	2400

Z tablicy 1 wynika, że w odniesieniu do temperatur odlewania brązów czy mosiądzów jedynie fosfor, arsen i cynk posiadają na tyle niską temperaturę parowania, aby mogły wytworzyć powłokę par nad odlewającym metalem.

Dalszą zaletą fosforu jako odtleniacza jest fakt, że w przeciwieństwie do wszystkich innych odtleniaczy (z wyjątkiem manganu) pozostający w metalu niewielki nadmiar tego pierwiastka rzędu 0,02÷0,04% nie pogarsza własności mechanicznych brązów, a niekiedy je nawet polepsza. O ile z jakichś względów zasadniczych obecność fosforu nawet w śladach jest niepożądana w stopie, to nie trudno jest przez odpowiednie prowadzenie procesu topienia pozostałość tę usunąć. O wiele trudniejsze jest niekiedy zachowanie pewnej ilości fosforu w kąpieli metalowej; autor stwierdził wielokrotnie w piecu płomiennym zgar fosforu ponad 0,5% w ciągu paru minut przy przetrzymaniu stopu (B 1010) w temperaturze 1100°C. Nadmierny dodatek fosforu pogarsza obrabialność brązów do tego stopnia, że uniemożliwia kucie, przeciąganie lub walcowanie ich, przy jednoczesnym jednak polepszaniu innych własności mechanicznych i chemicznych. Dotyczy to w szczególności brązów zawierających oprócz cyny ołów w ilościach do 10%.

Wszystkie powyższe zalety fosforu jako odtleniacza są znane, a napotymane niekiedy niepowodzenia przy odtlenianiu fosforem spowodowane są najczęściej nie-

dociągnięciami w odpowiednich procesach technologicznych.

W tablicy 2 zestawiono powinowactwo do tlenu, wyrażone w cieple tworzenia się tlenków poszczególnych pierwiastków przy łączeniu się z jednym gramatomem tlenu. Tlenki metali posiadające większe od fosforu

Tablica 2

Ciepło tworzenia się tlenków niektórych metali przy łączeniu się z 1 gramatomem tlenu w kal	
wapń	145
magnez	143
aluminium	127
sód	101
krzem	94
mangan	91
cynk	85
fosfor	80
cyna	68
żelazo	66
nikiel	60
ołów	51
miedź	44

ciepło tworzenia nie mogą zostać przez fosfor zredukowane; usunięcie ich z kąpieli przy pomocy fosforu jest możliwe tylko w sposób mechaniczny na drodze upłynniającego działania fosforu. Możliwość redukcji przez fosfor istnieje tylko w odniesieniu do tych tlenków metali, które posiadają mniejsze ciepło tworzenia od fosforu. Jednak również i w odniesieniu do tych pierwiastków występuje przeważnie tylko redukcja tlenku miedzi oraz w pewnym stopniu tlenku ołowiu. Praktyczna możliwość redukowania przez fosfor tlenków innych metali o mniejszym od fosforu powinowactwie do tlenu jest znikoma, ze względu na obecność aktywniejszych metali (jakimi są cynk, mangan, krzem i aluminium), które znajdują się prawie zawsze w kąpieli metalowej, oraz ze względu na stosunkowo bardzo niewielkie ilości fosforu dodawanego do kąpieli. W wypadku dodania np. do 100 kg metalu około 0,5% stopu Cu10P dodatek fosforu wynosi tylko 0,05%, z czego część wyparuje, nie biorąc udziału w redukcji. Przy obecności w kąpieli 30÷35% Zn wydaje się taki dodatek fosforu stanowczo za niski, aby wywołać widoczną reakcję redukującą.

Odtlenianie miedzią fosforową powoduje każdorazowo stratę pewnej ilości fosforu, który wypływając szybko na powierzchnię ciekłego metalu nie zdąży reagować ze znajdującymi się w kąpieli tlenkami. Strata ta jest tym mniejsza, im bardziej utleniony i zagazowany jest przetapiany metal. Tak np. dodatek 1 kg 10%-owej miedzi fosforowej do 200 kg mosiądzu wprowadza około 0,05% P, z którego praktycznie 25÷50% nie bierze udziału w redukcji tlenków.

Działanie miedzi fosforowej zależy od sposobu stosowania, jak też od kolejności dotapiania dodatków stopowych. Jest to szczególnie ważne przy przetapianiu większych ilości złomu. Na ilość dodawanego fosforu i jego działanie posiadają wpływ również i atmosfera pieca, w której topi się metal oraz charakter stosowanych topników i powłok ochronnych. Występujące niekiedy w odlewach brązowych i mosiężnych wtrącenia tlenkowe spowodowane są często niewłaściwym stosowaniem miedzi fosforowej. Wynika to z faktu, że redukcja i usunięcie tlenków z metalu jest tym łatwiejsze im w drobniejszej i bardziej rozproszonej postaci się one znajdują, a wielkie skupienia tlenków spotykane często w złomie i stopione z niezupełnie nie-

kiedy wymieszanymi składnikami powłok ochronnych trudne są do zredukowania. Przy sporządzaniu brązów lub mosiądzów należy więc przestrzegać kolejności dotapiania, a mianowicie wpraw dotapia się do miedzi cynk, a dopiero na końcu cynę. Zapobiega to między innymi powstawaniu trudnego do usunięcia tlenku cyny.

Należy również pamiętać, że wszelkie ogniowo rafinowane gatunki miedzi zawierają co najmniej 0,2 do 0,3% tlenku miedzi. Konieczne więc jest po stopieniu miedzi, a przed dotapianiem dodatków stopowych odtlenienie jej odpowiednim dodatkiem miedzi fosforowej.

Przy przetapianiu materiału obiegowego oraz złomu o podobnym składzie chemicznym konieczne jest odtlenianie miedzią fosforową stopionej części wsadu, obojętne czy to będzie miedź, czy jej stopy, a to celem ochrony przed utlenieniem dalszych porcji wsadu. Nadmiar 0,2÷0,3% miedzi fosforowej zapobiegnie w takim wypadku utlenieniu przez dotapiany złom stopionej już i zredukowanej części wsadu.

Dla skutecznego przeprowadzenia odtleniania i odgazowania przy pomocy miedzi fosforowej wskazane jest przestrzeganie następujących zaleceń:

1. Ostatni dodatek miedzi fosforowej powinien nastąpić dopiero po przeprowadzeniu wszelkich innych zabiegów oczyszczających, a więc po ściągnięciu żużla, przelaniu metalu do kadzi rozlewniczej i po ewentualnej rafinacji stopu azotem lub powietrzem. Ściąganie żużla nie powinno ograniczyć się jedynie do powierzchni metalu, lecz należy oczyścić grafitowanym drągiem stalowym również ściany kadzi rozlewniczej. Spotykane

w odlewach mosiężnych i brązowych wtrącenia tlenków pochodzą niekiedy z zanieczyszczeń oderwanych od ścian tygla podczas zalewania formy.

2. Dla zupełnego odtlenienia kąpieli nie wystarcza jedynie wrzucenie do niej miedzi fosforowej. Odtleniacz należy przy pomocy zanurzacza doprowadzić na dno tygla, tak aby topiąc się i wypływając ku górze mógł reagować z całą masą ciekłego metalu. Niektórzy praktycy twierdzą, że 15%-owa miedź fosforowa jest stosunkowo słabszym odtleniaczem niż 10%-owa. Pierwsza z nich zawiera więcej fosforu niż to odpowiada międzymetalicznemu związkowi Cu_3P i jest lżejsza niż 10%-owa miedź fosforowa. Podczas topienia się tuż pod powierzchnią kąpieli metalowej fosfor ulatnia się i jest dla reakcji odtleniania stracony. Niedbałe wrzucenie odtleniacza powoduje rzecz jasna, słabsze jego działanie, niezależnie od zawartości w nim fosforu. Przy poprawnym odtlenianiu metalu działanie obu gatunków miedzi fosforowej jest podobne.
3. Odgazowanie kąpieli i zupełne wypłynięcie tlenków na powierzchnię stopionego metalu wymaga odczekania po przeprowadzonym zabiegu odtleniania. Po zanurzeniu odtleniacza i zamieszaniu kąpieli należy odczekać około 2 minut, tak aby dać możliwość wypłynięcia na powierzchnię metalu wszelkim tlenkom, gazom, wtrąceniom żużla i innym zanieczyszczeniom. Dopiero po ściągnięciu tych zanieczyszczeń zgarniaczką można przystąpić do odlewania metalu.

T. W.

Giessereipraxis, nr 7, 1954, str. 72.

E. VADERS

669.35.018.28

Nowe odlewnicze stopy miedzi

Kilkuletnie badania autora miały na celu opracowanie stopów zastępczych dla brązów cynowych (stopy Cu-As oraz Cu-Sb) oraz opanowanie trudności technologicznych przy odlewaniu brązów wysokołowowych przez zastosowanie stopów Cu-Pb-Si.

Tablica 1

Własności mechaniczne stopów Cu-As oraz Cu-Sb

Stop	Rodzaj formy	Granica sprężystości R_p kG/mm ²	R_r kG/mm ²	σ %	H_B
CuAs5	piaskowa	9	25	12,5	48
	metalowa	10	27,8	15	52
Cu-As z różnymi dodatkami	piaskowa	10÷15	30÷35	20÷30	60÷80
	metalowa	12÷18	35÷40	15÷25	65÷85
Cu-Sb z niewielkimi dodatkami	piaskowa	12	20÷30	10÷15	60÷80
	metalowa	15	30÷35	15÷20	60÷80

Stopy Cu-As i Cu-Sb

Wyniki badań własności mechanicznych stopów Cu-As i Cu-Sb, posiadających nieokreślone dokładniej przez autora dodatki Mn, Fe, Ni, Zn, Al, Si i inne zestawiono w tablicy 1. Własnościami mechanicznymi

stopów Cu-As i Cu-Sb dorównują brązom cynowym a odlewy próbek do form metalowych wykazują zdecydowanie lepsze własności. Strukturalnie omawiane stopy zbliżone są do brązów cynowych, gdyż zawierają one odpowiednie związki międzymetaliczne Cu_3As lub Cu_3Sb w osnowie roztworów stałych. Badania przydatności stopów na panewki łożyskowe przeprowadzono na specjalnym urządzeniu. Tulejki próbne o wymiarach $\varnothing 60 \times 50 \times 25$ miały powierzchnię 12,5 cm², co

Tablica 2

Maksymalne naciski jednostkowe na powierzchnie trące tulejek z różnych stopów miedzi wyznaczone w badaniach laboratoryjnych

Stop	$P_{\max} \frac{\text{kG}}{\text{cm}^2}$ przy $v = 5,2$ (m/sek)
CuSn5Zn7Pb3 wsad z czystych metali	421
CuSn14 wsad z czystych metali	515
CuSn14 przetapiany z bloków	398÷421
Stopy Cu - As oraz Cu - Sb	550÷560

przy maksymalnym nacisku 13 t pozwalało na uzyskanie nacisków jednostkowych do $1000 \div 1100 \text{ kg/cm}^2$.

Tulejki smarowano obiegowo pod ciśnieniem a nacisk jednostkowy zwiększano stopniowo o 25 kg/cm^2 co 15 minut, aż do uzyskania maksymalnego obciążenia dla ustalonej prędkości obwodowej (tablica 2).

Tablica 3

Porównanie własności mechanicznych stopów Cu-Pb-Si oraz brązów cynowych, cynowo-cynkowych i cynowo-olowiowych

Stop	$R_r \text{ kg/mm}^2$	$\sigma \text{ \%}$	H_B
CuSn5Zn7Pb3	15	10	60
CuSn10	20	15	60
CuSn14	20	3	85
CuSn8Pb13	15	8	60
CuPb25	$12 \div 20$	$10 \div 5$	$40 \div 60$
Cu-Pb-Si z różnymi dodatkami	forma piaskowa $22 \div 34,3$ forma metalowa $25,8 \div 40,3$	$15 \div 32,5$ $13,5 \div 32,6$	$60,5 \div 86,8$ $61,2 \div 87,2$

5% Si w stopie CuPb25. Opracowane stopy posiadają dobre własności mechaniczne (tablica 3) i mogą być odlewane zarówno do form piaskowych jak i metalowych. Również własności przeciwciernie w porównaniu ze znanymi brązami cynowymi i cynowo-olowiowymi są zadowalające (tablica 4).

Wnioski

Stopy Cu-As i Cu-Sb nie są dla naszych warunków gospodarczych interesujące, nie tylko z uwagi na zawartość deficytowych składników jak arsen i antymon, lecz również ze względu na wysoką zawartość miedzi. W warunkach krajowych zagadnienie zastąpienia brązów cynowych rozwiązano przez prowadzenie brązów krzemowych, które — a specjalnie stop BK331 (CuSi3Zn3Mn1) — posiadają równorzędne własności mechaniczne, chemiczne i przeciwciernie.

Interesujące wyniki uzyskał Vaders przy badaniu stopów Cu-Pb-Si, które wykazują możliwość ograniczenia lub nawet wyeliminowanie segregacji ołowiu w stopach Cu-Pb.

Tablica 4

Porównanie własności przeciwciernych znanych brązów oraz stopów Cu-Pb-Si (tulejki próbne odlane do form metalowych)

S t o p	p _{max} (kG/cm ²)				Rodzaj smaru
	Czop utwardzony		Czop nieutwardzony		
	v = 2,6	v = 5,2	v = 2,6	v = 5,2	
CuSn5Zn7Pb3	490	—	258	—	Olej lotniczy
CuSn14 wsad z czystych metali	535 ÷ 580	466 ÷ 515	—	—	"
CuSn14 stopy firmowe* przetapiane bloki	398 ÷ 421	—	—	—	olej silnikowy
Cu-Pb-Sn**) stopy firmowe	490	444	—	—	"
CuPb10	305	—	—	—	"
CuPb10Sn10	351	—	—	—	"
Cu-Pb*) odlew odśrodkowy	514	328	444	—	"
CuPb10Sn10	676	490	—	—	olej lotniczy
Cu-Pb-Si	585 ÷ 1070	585 ÷ 838	587	421	"
Cu-Pb-Si	514 ÷ 1094	514 ÷ 769	—	—	olej silnikowy

*) PAN — Bronze

**) Laubronze

Stopy Cu-Pb-Si

Z uwagi na trudności wywołane przez silną segregację występującą przy odlewaniu brązów cynowo-olowiowych autor przeprowadził obszerne badania nad stopami Cu-Pb-Si próbując różnych dodatków stopowych jak Mn, Fe, Ni, Zn, Sn, Sb, As oraz Cr (400 stopów) uzyskując zadowalające ograniczenie segregacji i drobnoziarnistą strukturę przy zawartości do

Podobne zagadnienie było badane w Instytucie Odlewnictwa¹⁾ przy zastosowaniu dodatków krzemu i żelaza.

Na podstawie artykułu zamieszczonego w Zeitschrift für Metallkunde, t. 45 (1954), nr 9, 528—533, opracował

Z. G.

¹⁾ Praca Instytutu Odlewnictwa 16-05-3234-BN/Z-5074/53

JÓZEF KACHEL

Dnia 2.4.1955 r. zmarł po długiej a ciężkiej chorobie Kachel Józef — kierownik Odlewni Żeliwa w Hucie „Zabrze“ w Zabrzu.

Pogrzeb jego odbył się na cmentarzu centralnym w Gliwicach w dniu 5.4.1955 r. przy licznym udziale załogi Huty „Zabrze“.

W zmarłym odlewnictwo polskie straciło jednego z dobrych fachowców z zakresu produkcji odlewów hutniczych i odlewów maszynowych. Zmarłego Kachla Józefa należy zaliczyć do tych pracowników odlewnictwa, którzy całym sercem oddali się sztuce formierskiej, przechodząc wszystkie stopnie swej kariery odlewniczej od ucznia formierskiego, przez mistrza, do kierownika wydziału. Posiadał duże doświadczenia praktyczne w swoim zawodzie, a przez osobiste doszkalanie się doszedł do dużej znajomości wiedzy technicznej z zakresu odlewnictwa. Zmarłego należy również zaliczyć do tych pracowników, którzy podnosili zawód

formierski na coraz to wyższy poziom na ziemi opolskiej. Będąc autochtonem tejże ziemi, kraj ten ukończył, przechowując i przekazując stare tradycje odlewnictwa tegoż rejonu swoim uczniom i najbliższymi współpracownikom. Należał do ludzi zdyscyplinowanych i koleżeńskich. Mając długoletnie doświadczenie w zawodzie formierskim, służył pomocą wszystkim, z którymi przyszło Mu współpracować, oraz wyszkolił cały zastęp dobrych formierzy w zakładach pracy, w których pracował.

Kachel Józef urodził się 7.12.1889 r. w Starej Schodniej powiatu Opolskiego. Miejscowość ta położona była w okolicach wsi Małapanew, w której znajdował się poważny i nowoczesny ośrodek odlewnictwa na ziemi śląskiej, pod zaborem niemieckim. Małapanew była kuźnią odlewnictwa na Śląsku. Przesiąknięta tradycjami odlewnictwa Huty „Małapanew“, rodzina Kachla wysłała syna swojego Józefa do nauki formierstwa.

W roku 1904 zostaje przyjęty do Huty „Małapanew“ i w roku 1908 zdaje egzamin czeladniczy na formierza, po ukończeniu 4-letniej Szkoły Zawodowej. Jako formierz dla podwyższenia swoich kwalifikacji przenosi się w 1908 r. do Huty „Hubertus“ w Łagiewnikach (obecnie Huta „Zygmunt“), a następnie do Huty Huczynskiego w Gliwicach, by w 1909 r. wrócić z powrotem do Huty „Małapanew“, w której pracuje do 1926 r. W 1918 r. zostaje wyróżniony w pracy i awansuje na mistrza formierskiego w Odlewni Żeliwa i Staliwa, na którym to stanowisku pracuje do 1923 r.

Następnie zostaje przeniesiony na stanowisko nadmistrza formierskiego w tejże samej Hucie. W roku 1926 przenosi się jako mistrz do Odlewni Żeliwa w Hucie Państwowej w Gliwicach (Stara Huta), obecnie przynależna do Gliwickich Zakładów Urządzeń Technicznych. Odlewnia ta w tym okresie słynęła ze swoich wyrobów artystycznych i zatrudniała najlepszych fachowców formierskich.

W 1934 roku zostaje przeniesiony do dawnej Huty „Donersmarkhütte“ w Zabrze, obecnie Huta „Zabrze“, gdzie jako mistrz a potem nadmistrz pracował w Odlewni Żeliwa Nr 1 do 1945 r. Po wyzwoleniu Ziemi Odzyskanych i przyłączenia Ziemi Opolskiej do Polski zmarły Kachel Józef zgłasza się jako pierwszy do organizujących się władz polskich i zostaje przydzielony

do Huty „Zabrze“ na dawne swoje stanowisko nadmistrza do uruchomienia Odlewni Żeliwa w tejże hucie.

Za włożone prace przy organizacji Huty „Zabrze“, zostaje w dniu 1.9.1945 r. awansowany na stanowisko kierownika odlewni, na którym to stanowisku zastała go śmierć. W czasie swej pracy w Polsce Ludowej zmarły Kachel Józef włożył dużo pracy przy organizacji Huty, przy poprawie jakości produkcji odlewów, współzawodnictwie pracy, postępie technicznym i nowych pomysłach racjonalizatorskich.

Był pracownikiem poważanym i cenionym przez podwładnych i przełożonych. W dowód uznania dla jego pracy był odznaczony przez Rząd Polski Ludowej Srebrnym, potem Złotym Krzyżem Zasługi, oraz odznaką Przdownika Pracy.

Mimo ciężkiej choroby do ostatniej chwili interesował się swoim Wydziałem i produkcją. Choroba a potem śmierć nie pozwoliła Mu dalej kontynuować pracy. Odszedł z posterunku pracy — pozostawiając wśród swoich znajomych i towarzyszy pracy dużo wspomnień.

Został pochowany na ziemi śląskiej, tam gdzie się urodził. Cześć Jego pamięci.

Inż. Stanisław Kwiatkowski

Wiadomości

Stowarzyszenia Naukowo-Technicznego

Odlewników Polskich STOP

SPRAWOZDANIE

Z I KONFERENCJI PARTYJNO-EKONOMICZNEJ NA WYDZIAŁACH MODELARNI, ODLEWNI ŻELIWA I ODLEWNI STALIWA W NOWEJ HUCIE

W dniu 4. I. i 5. I. 1955 r. odbyły się Konferencje Partyjno-Ekonomiczne na Wydziałach Modelarni, Odlewni Żeliwa i Odlewni Staliwa Huty im. Lenina w Nowej Hucie. Poważny wkład pracy w przygotowaniu się do konferencji Partyjno-Ekonomicznych na swoich Wydziałach produkcyjnych włożyli również członkowie STOP, Zarządy Zakładowych Kół STOPu i Zarząd Oddziału STOP w Nowej Hucie działając w powołanych Komisjach Wydziałowych Zakładowych i poszczególnych Sekcjach, przez wytypowanych swoich członków.

Do pracy przygotowawczej włączyli się wszyscy członkowie STOPu, którzy zajmowali się obsługą punktów techniczno-doradczych, tworzeniu brygad pomocy technicznej i urządzenia pogadanek dla załogi związanej z produkcją, postępie technicznym oraz kosztami produkcji. W pracach przygotowawczych, które rozpoczęły się w październiku 1954 r., zwrócono szczególną uwagę na szereg problemów nurtujących Wydziały jak wyalizacja, współzawodnictwo pracy, walka o jakość produkcji, gospodarkę materiałową, inwestycje, dyscyplinę pracy, zagadnienia socjalno-bytowe i wiele innych. Doświadczenia wielu zakładów wykazały, że właściwą formę opanowania i pokonania trudności produkcyjnych w walce o jakość produkowanych odlewów i obniżki kosztów własnych są konferencje partyjno-ekonomiczne, które stały się nową formą walki o pokonywanie trudności produkcyjnych i walki o wykonanie zadań planowych. W pracach przygotowawczych poważne osiągnięcia wykazali członkowie STOPu przez zgłoszenie około 183 wniosków usprawniających i racjonalizatorskich, w wydawaniu błyskawic, tworzeniu brygad inżynieryjno-technicznych dla pomocy pracownikom w rozpracowywaniu wniosków usprawniających, kolportażu książek technicznych, opracowaniu tematyki przedsięwzięć organizacyjno-technicznych. Pogłębienie pracy politycznej organizacji partyjnych z wysił-

kiem pracowników inżynieryjno-technicznych, skupionych w organizacji STOP przyniosło wyraźną poprawę pracy w odlewniach i zapoczątkowało etap doniosłych zmian w walce o jakość produkcji odlewów i obniżki kosztów. Wyniki prac Komisji Wydziałowych zostały podsumowane na Konferencjach Partyjno-Ekonomicznych, a uchwalone wnioski i dezyderaty stanowiąc będą również wytyczne do planu prac Zakładowych Kół STOPu i Zarządu Oddziału STOP w Nowej Hucie, a zwłaszcza w kontroli uchwalonych przedsięwzięć wniosków racjonalizatorskich postępu technicznego, których celem jest poprawa jakości produkcji i obniżka kosztów własnych.

Przewodniczący Oddziału
Inż. Stanisław Kwiatkowski

SPRAWOZDANIE

Z KONFERENCJI SPRAWOZDAWCZO - WYBORCZYCH KÓŁ ZAKŁADOWYCH STOP W HUCIE IM. LENINA

W dniu 2. 2. 1955 r. odbyła się Konferencja Sprawozdawczo-Wyborcza Koła Zakładowego STOP przy Odlewni Żeliwa, na której po referacie wprowadzającym wygłoszonym przez Przewodniczącego Oddziału STOP w Nowej Hucie, złożeniu sprawozdania z działalności Zarządu Koła za IV kwartał 1954 r. i przedłożeniu planu pracy Koła na rok 1955 odbyły się wybory nowego Zarządu Koła.

W dniu 5. 2. 1955 r. odbyła się Konferencja Sprawozdawczo-Wyborcza Koła Zakładowego STOP przy Odlewni Żeliwa, na której również wybrano nowy Zarząd Koła.

W okresie sprawozdawczo-wyborczym Koła Zakładowe wykazały dodatnie wyniki w przygotowaniu się do Konferencji Partyjno-Ekonomicznych w jej organizacji i zgłaszaniu wniosków racjonalizatorskich. Do poważnych osiągnięć w pracy Koła Zakładowego STOP przy Odlewni Żeliwa było zorganizowanie wspólnie z Klubem Techniki i Racjonalizacji Huty im. Lenina narady czytelniczej w czerwcu 1954 r. i spotkanie z autorem książki pt. „O czym powinien wiedzieć for-

mierz i rdzeniarz" inż. T. Piwońskim. W konferencji wzięli udział przedstawiciele Państwowych Wydawnictw Technicznych i Państwowych Wydawnictw Podręczników Szkolnych dla Szkół Zawodowych z Warszawy.

Dnia 15. 2. 1955 r. odbyła się Konferencja Sprawozdawczo-Wyborcza Oddziału STOP w Nowej Hucie i po ustaleniu porządku dziennego na przewodniczącego Konferencji Sprawozdawczo-Wyborczej wybrano kol. inż. Kwiatkowskiego Stanisława, a po wygłoszeniu przez przewodniczącego Konferencji referatu wprowadzającego wygłoszono sprawozdanie z działalności Zarządu Oddziału za rok 1954. Praca Oddziału w okresie sprawozdawczym ograniczała się do organizacji Kół Zakładowych, przygotowania się do Konferencji Partyjno-Ekonomicznej akcji odczytowej i pracy w akcji wyborów do Rad Narodowych. Z ważniejszych osiągnięć Zarządu Oddziału STOP w Nowej Hucie należy wyliczyć współpracę z Wydziałowymi Komitetami Frontu Narodowego na odlewniach i pomoc w zorganizowaniu zebrań Frontu Narodowego załogi odlewni i typowaniu kandydatów do Rad Narodowych, oraz urządzeniu w dniu 15. 12. 1954 r. spotkania załogi Odlewni Huty im. Lenina z radnymi wybranymi do Rad Narodowych w dzielnicy Nowa Huta.

W akcji szkoleniowej Zarząd Oddziału STOP pomagał Działowi Szkolenia Zawodowego w zorganizowaniu kursów formierskich dwu i trójmiesięcznych dla szkolenia indywidualnego podwyższenia kwalifikacji zawodowych w szkołach przodownictwa pracy.

W okresie sprawozdawczym wygłoszono 5 odczytów, z czego na miesiąc TPPR wypada trzy odczyty.

Ciężar prac Zarządu Oddziału w IV kwartale 1954 r. spoczywał na przygotowaniu się do I konferencji Partyjno-Ekonomicznej na Wydziałach Odlewni Huty im. Lenina. W pracy tej uzyskano poważne osiągnięcia na odcinku zgłaszania wniosków racjonalizatorskich, powołania brygad robotniczo-inżynierskich, w ustaleniu przedsięwzięć organizacyjno-technicznych, celem obniżenia kosztów produkowanych odlewów. W okresie tym rozprawdano z inicjatywy Oddziału STOP książki techniczne wśród załogi odlewni, gdzie sprzedano około 438 podręczników i wydawnictw technicznych na kwotę 4800 zł.

W planie pracy Zarządu Oddziału STOP na rok 1955 postanowiono:

1. Nawiązać ścisły kontakt z Organizacjami Partyjnymi, oraz Radami Zakładowymi na wydziałach odlewni,
2. Otoczyć opieką Wydziałowe Kluby Techniki i Racjonalizacji przez Zakładowe Koła STOP na odcinku wynalazczości i postępu technicznego.
3. Organizować wyświetlania filmów naukowych z zakresu odlewnictwa przynajmniej dwóch na kwartał.
4. Zorganizować w II kwartale konferencję poświęconą jakości produkcji odlewów żeliwnych i stalowych.
5. Zorganizować przynajmniej 4-ry wycieczki do przodujących Odlewni Żeliwa i Staliwa na Śląsku i 1 wycieczkę na Targi Poznańskie.
6. Omawiać na zebraniach zarządu kół realizację uchwalonych wniosków z konferencji partyjno-ekonomicznych.

W dalszej kolejności po złożeniu sprawozdania Komisji Rewizyjnej i uchwaleniu absolutorium dla Zarządu Oddziału wybrano nowy Zarząd Oddziału STOP w Nowej Hucie, a następnie wybrano delegatów na Zjazd STOP Rejonowego Oddziału NOT w Nowej Hucie i Wojewódzkiego Oddziału NOT w Krakowie. W wolnych wnioskach poruszano sprawę słabej opłacalności składek członkowskich i prenumeratę czasopism technicznych a zwłaszcza „Przeglądu Odlewnictwa”.

Przewodniczący Oddziału
Inż Stanisław Kwiatkowski

ODLEWNICY DOLNOŚLĄSCY RADZA NAD OBNIŻKĄ KOSZTÓW WŁASNYCH

Sprawozdanie z Narady Technicznej na temat: „Odlewanie skorupowe” odbytej w dniu 19.3.55 r. na Politechnice Wrocławskiej

Pośród głównych zadań gospodarczych na najbliższe lata wysuwa się na czoło obniżka kosztów własnych w całej gospodarce narodowej. Odlewnicy dolnośląscy, opierając się na tych głównych wytycznych II Zjazdu PZPR, od dłuższego czasu pracują nad różnymi sposobami prowadzącymi do tego celu. Oddział Wojewódzki STOP, realizując ostatni rok Planu 6-letniego zreorganizował swą dotychczasową działalność, włączając się jak najbardziej aktywnie w prace z załogami robotniczymi. Celem pogłębienia wiedzy fachowej swoich członków Zarząd Oddziału STOP odbywa swe posiedzenia robocze bezpośrednio na poszczególnych Kółach Zakładowych, mając na uwadze aktywne włączanie członków STOP w prace dla wykonania wielkich zadań Planu 6-letniego przez upowszechnienie najlepszych metod pracy, przez rozszerzanie i pogłębianie współpracy z przodownikami pracy i racjonalizatorami oraz przez organizowanie brygad robotniczo-inżynierskich.

Niezależnie od walki z nadmiernymi brakami w niektórych Zakładach Dolnośląskich Zarząd STOP Oddział Wrocław wspólnie z Kołem STOP przy Politechnice Wrocławskiej pracuje nad wprowadzeniem nowych metod produkcji.

Ostatnio z inicjatywy Koła STOP przy Politechnice Wrocławskiej urządzona została w dniu 19 marca br. Narada Naukowo-Techniczna połączona z praktycznym pokazem nowoczesnego sposobu odlewania skorupowego.

Udział w Naradzie wzięło 60 odlewników z Zakładów Dolnośląskich, jak Fabryki Wodomierzy, WZM, Pa-Fa-Wag, SZRM Strzegom, SFUP — Świdnica, DZBP — Nysa, Wrocławskiej Fabryki Maszyn Budowlanych, Technikum Odlewniczego w Oleśnicy, i Politechniki.

Sposób odlewania skorupowego stosowany od dawna za granicą, dotychczas u nas nie miał zastosowania ze względu na drogie materiały importowane z krajów kapitalistycznych. Obecnie po wynalezieniu przez Kolegów z Politechniki Wrocławskiej materiału do pokrywania płyt modelowych, który jest tańszy od oleju krzemowego importowanego z Anglii, nic nie stoi na przeszkodzie, by metodę tę jak najprędzej wprowadzono w naszych odlewniach, tym bardziej, że przy pomocy tego sposobu otrzymuje się odlewy o 30÷40% tańsze. Najważniejsze jest to, że przez zastosowanie odlewania skorupowego uzyskuje się wydajność znacznie większą nawet bez zastosowania specjalnych automatycznych urządzeń, co daje możliwość wnioskowania, że odlewnictwo nasze będzie w stanie zaspokoić potrzeby przemysłu maszynowego.

Ważną jest rzeczą, że przy odlewaniu skorupowym eliminuje się takie czynności pracochłonne, jak piaskowanie, bębnowanie i czyszczenie odlewów oraz unika się w odlewni ogromnego balastu, jakim jest materiał obiegowy w postaci piasków formierskich. Rozchód mas formierskich zmniejsza się 20-krotnie. Zmniejsza się również do minimum obieg odpadów żeliwnych w postaci braków, wlewów i nadlewów. Skrzynki formierskie znikają zupełnie z odlewni.

Braki przy odlewaniu skorupowym są minimalne. Układ wlewowy zmniejszony jest o około 40% w porównaniu z odlewaniem piaskowym. Użytek dochodzi do 80÷90%. Wydajność z 1 m² powierzchni odlewni zwiększa się 3-krotnie.

Duża wydajność, łatwość procesu technologicznego, stosunkowo niskie koszty przy wprowadzeniu tego sposobu, oraz eliminowanie szeregu operacji zarówno w odlewni, jak i warsztatach obróbczych, winno zdecydować o szybkim zastosowaniu tego sposobu w naszym przemyśle odlewniczym.

Metoda odlewania w formach skorupowych, wprowadzenie której może spowodować przewrót w naszym odlewnictwie, została ze szczególnym zainteresowaniem przyjęta przez obecnych, którzy w dyskusji

podkreślali wiele zalet nowej technologii a w szczególności dużą dokładność wymiarów odlewów, dochodzącą do 0,2 mm, eliminującą w bardzo poważnym stopniu mechaniczną obróbkę, możliwość wykonywania skomplikowanych odlewów przy zastosowaniu rdzeni pustych w środku i co najważniejsze — możliwością daleko posuniętej mechanizacji i automatyzacji procesu przy stosunkowo znacznie niższych kosztach czyszczenia odlewów.

W ożywionej dyskusji przedstawiciele poszczególnych Zakładów Dolnośląskich interesowali się zarówno samym sposobem, jak i radzili nad sposobem szybkiego wprowadzenia nowej metody do produkcji. W dyskusji zebrani odlewnicy podkreślili łatwość procesu technologicznego, jeżeli chodzi o czynności odlewnicze, natomiast zauważyli, że przy wprowadzaniu do produkcji w niektórych zakładach mogą wyłonić się trudności natury „mechanicznej”, pokonywanie których leży wyłącznie w rękach mechaników. Dlatego też zebrani postanowili zainteresować tym sposobem przede wszystkim kolegów z SIMP-u.

Celem szybkiego opanowania i wprowadzenia tej technologii w odlewniach Dolnośląskich zebrani postanowili na wniosek *kol. Polańskiego Wacława* zorganizować na poszczególnych Kołach Zakładowych brygady robotniczo-inżynierskie, składające się z członków

STOP i SIMP, przodowników i racjonalizatorów danego Zakładu.

Od właściwego postawienia tej sprawy w pierwszym rzędzie przez samych STOP-owców zależeć będzie szybkość wprowadzenia tego nowoczesnego sposobu.

Korzystając z pomocy technologicznej *kol. Samsonowicza* — adiunkta Katedry Odlewnictwa Politechniki Wrocławskiej — Koło STOP przy Fabryce Wodociągów już w dniu 26 marca zorganizowało taką brygadę robotniczo-inżynierską złożoną z 5-u członków STOP i 5-u członków SIMP oraz 3-ch racjonalizatorów. Zadaniem tej brygady będzie wprowadzenie w życie metody odlewania w formach skorupowych. Również Wrocławskie Zakłady Metalurgiczne, Pa-Fa-Wag i Fabryka Maszyn Budowlanych przystąpiły do pracy nad nową technologią.

Niewątpliwie czynniki nadrzędne, jak Centralny Zarząd Odlewnictwa i PKPG przez centralne planowanie mogą w bardzo szybkim czasie postawić przed naszym odlewnictwem jako zagadnienie naczelne, odlewanie skorupowe, które w praktycznym zastosowaniu da realne wyniki, tj. obniżyć kosztów własnych prowadzącą do poważnych akumulacji w ogólnym bilansie gospodarki narodowej, co w konsekwencji przyczyni się wydatnie do podniesienia stopy życiowej mas pracujących.

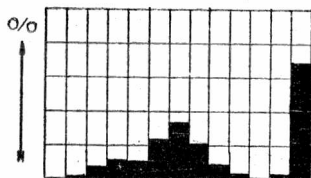
Ignacy Kukliński

Kronika

WIADOMOŚCI Z BIURA DOSTAW ODLEWNICTWA Nr 7

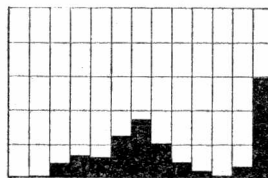
W trzeciej z kolei części wykazu piasków jakimi BDO obecnie dysponuje, podajemy dalsze piaski tłuste. Zgodnie z zapowiedzią w poprzednich odcinkach „Wiadomości z BDO” rozpoczynamy również wykaz uzupełniający piasków, które zostały zarejestrowane w okresie ostatnich trzech miesięcy. Wykaz uzupełniający zakończymy w następnym numerze „Przeglądu Odlewnictwa”, a następnie co kwartał zamierzamy aktualizować i uzupełniać wiadomości o piaskach tak, aby czytelnicy mogli bieżąco śledzić możliwości zmiany gatunków używanych przez nich materiałów.

Ponieważ zasobowość wykazanych piasków jest ograniczona, należy składając zamówienie przy wyborze gatunków podać przynajmniej jeden gatunek alternatywny, aby uniknąć zbędnej korespondencji, jeżeli będzie niemożliwym dostarczenia żadanego piasku. Należy również podawać czy zamówienie dotyczy dostawy dla dokonania prób, czy też dostawy dla normalnej produkcji. Umożliwi nam to zorientować się w celowości zarezerwowania złoża.



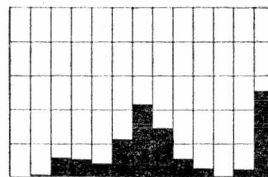
Rys. 1

Rejon eksploatacji: Myszków,
kopalnia Przewodźszowice
Określenie jakości:
wg WT G-70/50/100-60-1350
kolor: czerwony
przepuszczalność:
120 cm⁴/G min.
wytrzymałość na ściskanie:
0,80 kg/cm²
przy wypośredkowanej wil-
gotności 6%.



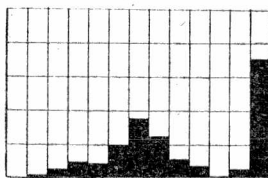
Rys. 2

Rejon eksploatacji: Myszków,
kopalnia Zawada II
Określenie jakości:
wg WT T-70/50/100-60-1350
kolor: czerwony
przepuszczalność:
140 cm⁴/G min.
wytrzymałość na ściskanie:
1,20 kg/cm²
przy wypośredkowanej wil-
gotności: 7%.



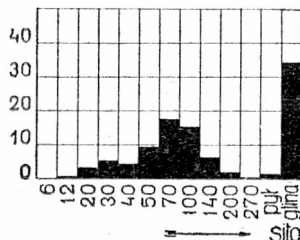
Rys. 3

Rejon eksploatacji: Olsztyn,
kopalnia Biskupice—Stawki
Określenie jakości:
wg WT T-70/100-50-60-1350
kolor: żółty
przepuszczalność:
320 cm⁴/G min.
wytrzymałość na ściskanie:
1,1 kg/cm²
przy wypośredkowanej wil-
gotności 6%.



Rys. 4

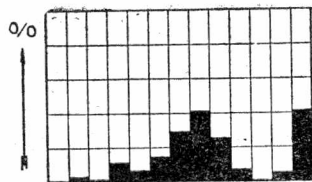
Rejon eksploatacji: Olsztyn,
kopalnia Biskupice—Gajówka
Określenie jakości:
wg WT G-70/100/50-60-1350
kolor: żółty
przepuszczalność:
60 cm⁴/G min.
wytrzymałość na ściskanie:
0,75 kg/cm²
przy wypośredkowanej wil-
gotności: 6%.



Rys. 5

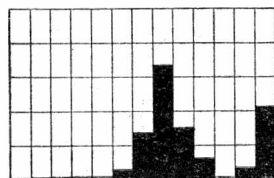
Rejon eksploatacji: Myszków,
kopalnia Moczydła — lewe II
Określenie jakości:
wg WT G-70/100/50-60-1350
kolor: czerwony
przepuszczalność:
100 cm⁴/G min.
wytrzymałość na ściskanie:
0,90 kg/cm²
przy wypośredkowanej wil-
gotności: 6,5%.

Rejon eksploatacji: Myszków,
kopalnia Czortków
Określenie jakości:
wg WT: T-100/70/140-55-1350
kolor: czerwony
przepuszczalność:
70 cm⁴/G min.
wytrzymałość na ściskanie:
0,85 kG/cm²
przy wypośredkowanej wil-
gotności 6%.



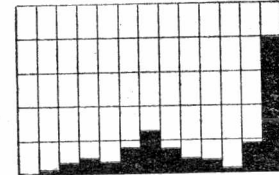
Rys. 6

Rejon eksploatacji: Olsztyn,
kopalnia Wołnica
Określenie jakości:
wg WT: T-100/140/70-75-1350
kolor: brązowy
przepuszczalność:
70 cm⁴/G min.
wytrzymałość na ściskanie:
0,8 kG/cm²
przy wypośredkowanej wil-
gotności: 7%.



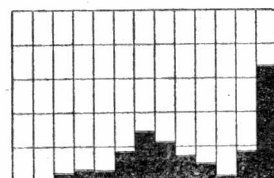
Rys. 7

Rejon eksploatacji: Tarnowskie
Góry, kopalnia Rozbark
Określenie jakości:
wg WT: G-70/50/100-45-1350
kolor: żółty
przepuszczalność:
20 cm⁴/G min.
wytrzymałość na ściskanie:
0,80 kG/cm²
przy wypośredkowanej wil-
gotności: 5%.



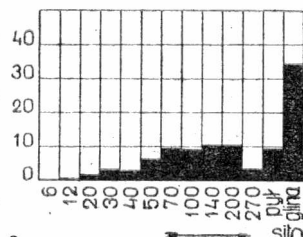
Rys. 8

Rejon eksploatacji: Myszków,
kopalnia Moczydła — lewe
Określenie jakości:
wg WT: G-70/100/50-50-1350
kolor: czerwony
przepuszczalność:
120 cm⁴/G min.
wytrzymałość na ściskanie:
1,1 kG/cm²
przy wypośredkowanej wil-
gotności: 7%.



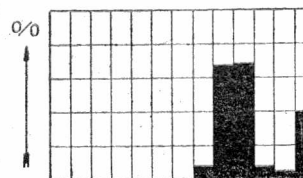
Rys. 9

Rejon eksploatacji: Tarnowskie
Góry, kopalnia Rozbark
Określenie jakości:
wg WT: G-140/200/100-40-1300
kolor: czerwony
przepuszczalność:
40 cm⁴/G min.
wytrzymałość na ściskanie:
0,8 kG/cm²
przy wypośredkowanej wil-
gotności 6%.



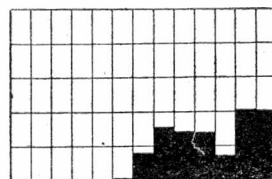
Rys. 10

Rejon eksploatacji: Skarżysko-
Kamienna, kopalnia Koszary
Określenie jakości:
wg WT: T-200/140/75-1300
kolor: biały
przepuszczalność:
20 cm⁴/G min.
wytrzymałość na ściskanie:
1,0 kG/cm²
przy wypośredkowanej wil-
gotności: 5,5%.



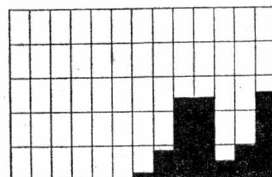
Rys. 11

Rejon eksploatacji: Skarżysko-
Kamienna, kopalnia Bliżyn
Określenie jakości:
wg WT: T-100/140/200-55-1250
kolor: czerwony
przepuszczalność:
25 cm⁴/G min.
wytrzymałość na ściskanie:
0,65 kG/cm²
przy wypośredkowanej wil-
gotności 4,5%.



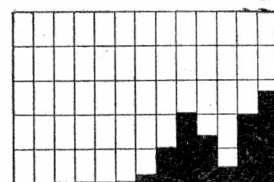
Rys. 12

Rejon eksploatacji: Grudziądz,
kopalnia Turznica
Określenie jakości:
wg WT: T-200/140/100-75-1300
(glaukonitowy)
kolor: zielony
przepuszczalność:
20 cm⁴/G min.
wytrzymałość na ściskanie:
1,0 kG/cm²
przy wypośredkowanej wil-
gotności: 6%.



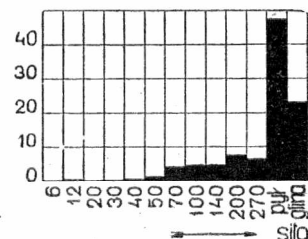
Rys. 13

Rejon eksploatacji: Grudziądz,
kopalnia Turznica
Określenie jakości:
wg WT: T-140/200/100-60-1300
(glaukonitowy)
kolor: zielony
przepuszczalność:
7 cm⁴/G min.
wytrzymałość na ściskanie:
1,0 kG/cm²
przy wypośredkowanej wil-
gotności: 5%.



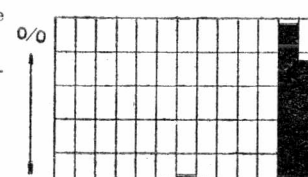
Rys. 14

Rejon eksploatacji: Kielce,
kopalnia Słowik
Określenie jakości:
wg WT: T-reszta/200/270-75-
-1250
kolor: żółty
przepuszczalność:
8 cm⁴/G min.
wytrzymałość na ściskanie:
0,5 kG/cm²
przy wypośredkowanej wil-
gotności 4%.



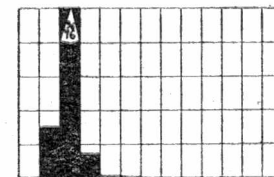
Rys. 15

Rejon eksploatacji: Tarnowskie
Góry, kopalnia Pingł
Określenie jakości:
wg WT: G-reszta/200/270-80-
-1250
kolor: żółty
przepuszczalność:
6 cm⁴/G min.
wytrzymałość na ściskanie:
0,9 kG/cm²
przy wypośredkowanej wil-
gotności: 4%.



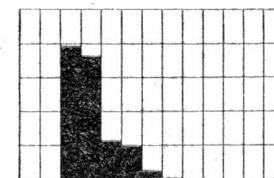
Rys. 16

Rejon eksploatacji: Nysa, ko-
palnia Jaśkowice
Określenie jakości:
wg WT: IK-20/12/30-95
kolor: szary
wygląd: ziarn. kanciaste
temperatura spiekania:
pow. 1350
zawartość węglanów i alkali:
mniej niż 0,5%.



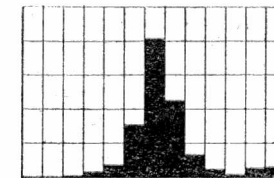
Rys. 17

Rejon eksploatacji: Nysa, ko-
palnia Jaśkowice
Określenie jakości:
wg WT: IK-20/30/40-85
kolor: szary
wygląd: ziarn. kanciaste
temperatura spiekania:
powyżej 1350
zawartość węglanów i alkali:
mniej niż 0,5.



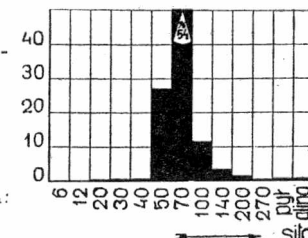
Rys. 18

Rejon eksploatacji: Lublin
Określenie jakości:
wg WT: IK-50/70/40-55
kolor: biały (kryształ)
wygląd: ziarn. kanciaste
temperatura spiekania:
powyżej 1350
zawartość węglanów i alkali:
mniej niż 0,5.



Rys. 19

Rejon eksploatacji: Nysa, ko-
palnia Jaśkowice
Określenie jakości:
wg WT: IK-70/50/100-90
kolor: szary
wygląd: ziarn. kanciaste
temperatura spiekania:
powyżej 1350
zawartość węglanów i alkali:
mniej niż 0,5.



Rys. 20

W następnych „Wiadomościach“ podamy informacje
o dostawach gliniek mielonych wiążących. H. P.



Mgr Inż. JANUSZ HOLTORP — PRACA W ODLEWNIACH METALI NIEŻELAZNYCH. Format A5, str. 175, rys. 148. Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Biblioteka Ochrony Pracy. Warszawa, 1955. Cena złotych 8.50.

Państwowe Wydawnictwa Techniczne w serii „Biblioteka Ochrony Pracy” wydały w roku 1954 książkę A. M. Biekarewicz i J. S. Mieszczeraikowa pt. „Technika bezpieczeństwa i higieny przemysłowej w odlewniach żeliwa” w tłumaczeniu mgr inż. J. Holtorpa.

Obecnie ostatni występuje, jako autor książki podanej w nagłówku, tym samym czyniąc krok następny na drodze do ujęcia całości zagadnień BHP w odlewniach.

Nie trzeba tłumaczyć, jak ważne jest zagadnienie należytego zorganizowania BHP w odlewniach, które są terenem największej ilości nieszczęśliwych wypadków w przemyśle maszynowym. Pomimo to, zarówno kierownictwo odlewni, jak i osoby powołane do instruowania i organizacji tego odcinka, jak również i ci, którzy stają się ofiarami wypadków nieszczęśliwych, nie doceniają ważności zagadnienia i nie poświęcają mu należytej uwagi. Z tych też względów omawiana książka ma duże znaczenie dla potrzeb gospodarki narodowej, a aktualność tematu w warunkach dzisiejszych jest niewątpliwa, tym bardziej, że autor, przeznaczając opracowanie dla robotników wykwalifikowanych i dla personelu obsługującego odcinek BHP w odlewni, dał nam książkę ujmującą temat oryginalnie i nie szablonowo.

U niejednego z odlewników może powstać pytanie: poco tworzyć książkę, w której tyle miejsca poświęcone jest zagadnieniom technologii, omówionym szczegółowo w innych pracach. Autor daje na to odpowiedź jasną, lecz niestety umieszczoną przy końcu opracowania. Gdyby umieścił ją na wstępie na pewno mniej by wywołał wątpliwości u niektórych czytelników. Odpowiedź autora jest następująca:

„Autor oddając swoją pracę do rąk robotnika chciał nie tylko wyłożyć zasady bezpiecznej pracy w odlewni metali nieżelaznych, lecz przez dość szczegółowe opisy maszyn, urządzeń i procesów technologicznych ze szczegółowym uwzględnieniem techniki bezpieczeństwa pracy starał się przyczynić do pobudzenia inicjatywy robotnika i skierowania jego myśli na pole racjonalizacji i wynalazczości w dziedzinie bezpieczeństwa i higieny pracy”.

Stanowisko autora jest zupełnie słuszne, ponieważ bez należytego zrozumienia technologii produkcji przez robotnika, nie można spodziewać się, aby miał on „otwarte oczy” na te wszystkie niespodzianki, jakie cyhają na niego w odlewni.

Całość tematu ujął autor w 18 rozdziałach, poza wstępem, w którym zwięźle wprowadza czytelnika w treść zagadnienia BHP. Kolejność tematyki rozdziałów odpowiada przebiegowi technologicznemu i obejmuje 13 rozdziałów. Na specjalne podkreślenie zasługuje rozdział V — Urządzenia wyciągowe przy instalacjach piecowych, w których autor zgromadził ciekawy materiał, na ogół mało znany odlewnikom. Końcowe rozdziały 14÷18 o warunkach chemicznej i cieplnej obróbki odlewów, odgrywających dużą rolę w odlewniach metali nieżelaznych, o ochronie osobistej robotników (bardzo ważne uwagi o konieczności stałej kontroli okularów ochronnych), o środkach polepszających warunki pracy w wysokich temperaturach oraz o pierwszej pomocy w nieszczęśliwych wypadkach, znacznie pogłębiają treść książki i niewątpli-

wie przyjęte będą przez czytelnika z zadowoleniem. Układ opracowania uważać należy więc za korzystny.

Autor wykazuje ogromną erudycję na odcinku BHP w odlewni, a jako że sam jest odlewnikiem ze znacznym stażem praktycznym, prowadzi więc umiejętnie czytelnika po odlewni, wskazując mu wszystkie niebezpieczne miejsca oraz sposoby uniknięcia katastrof i kalectwa. Wyczerpuje temat do najdrobniejszych szczegółów, lecz przedstawia je konkretnie i nie roz-wlekle.

Poziomem swoim książka jest dostosowana do czytelnika i powinna być czytana przez niego z zainteresowaniem.

Poprawność słownictwa technicznego oraz poprawność językowa, poza drobnymi przeoczeniami, powinny być ocenione wysoko i mogą służyć przykładem dla wielu piszących autorów-techników.

Zarzuty jakie mogą być postawione autorowi ograniczają się według mnie do nieco rozwlekłego opisu maszyn formierskich (str. 102÷106), niezrozumiałego ustępu przy końcu strony 119 oraz zbytecznego opisu piaseczarek komorowych (str. 155÷157) rzadko spotykanych w odlewniach metali nieżelaznych. Osobiście nie jestem też zwolennikiem stosowania w tych odlewniach pirometrów optycznych (str. 68), lecz raczej termopar na odległość.

Nie wahałbym się określić rysunki 2, 56, 86 (chomątko ochronne) i 121 — (w zbyt małej skali) jako nie udane; wymieniony na stronie 95 rysunek 6 jest opuszczony.

Również należało by na stronie 13 zastąpić „obmurze” „wymurowaniem”; w szeregu miejsc (str. 21, 32, 42 i inn.) zastosować poprawne określenie pieców elektrycznych małej i wielkiej częstotliwości, a nie zarzuconych już określeń niskiej i wysokiej oraz nie mówić o piecach płomieniowych (str. 37, 38 i dalsze), lecz o piecach „płomiennych”. W projekcie „Słownictwa Odlewniczego” przyjęty jest wyraz „odgarniak”, a nie „zgarniaka” (str. 63, 65 i inne). Na stronie 80 ten sam wyraz „zgarniak” użyty jest we właściwym zastosowaniu, przy transporcie masy formierskiej. Również widia do kadzi niesłusznie nazywa autor „nosiłkami” (str. 126, 133, rys. 117 itp.).

Do niedopatrzeń korektorsko-stylistycznych odnosi się zwrot na str. 128 w odniesieniu do „zalanych form”, gdy zdaje się jest mowa o formach przeznaczonych do odlwania, a na stronie 137 spotykamy „stateczny stół”.

Wykonanie edytorskie jest udane, szata zewnętrzna przyjemna, papier dostatecznie dobry, a ilustracje na ogół nie nasuwają zastrzeżeń. Jedno co nie zasługuje na pochwałę to „puszczony” „spis treści” — wiersze są niewyrównane à linea, a korekta też nieuważna.

Książka mgr inż. J. Holtorpa wzbogaca znacznie i to pozycją pierwszorzędną zbiór książek w „Bibliotece Ochrony Pracy”, jest książką pożyteczną i powinna być przestudiowana przez każdego odlewnika niezależnie od jego stanowiska w hierarchii odlewnictwa krajowego. Każdy z tej książki czegoś się nauczy.

K. Gierdziejewski

CZASOPISMA NADESŁANE KRAJOWE

PRZEGLĄD TECHNICZNY zeszyt nr 4/55 przynosi m. in. następujące artykuły: C. Domagala — „Produkcja maszyn rolniczych na tle doświadczeń rolnictwa”, inż. J. Kopiński — „O aktywniejszy udział inżynierów i techników w przygotowaniu i realizacji zakładanych planów techniczno-organizacyjnych”, inż. B.

Kierski — „Postęp techniczny w budownictwie polskim w latach 1954 i 1955“, inż. S. Krzesaj — „Dokumentacja techniczno-ruchowa dla eksploatacji i remontów maszyn i urządzeń produkcyjnych“, inż. W. Scharf — „Problemy energetyki jądrowej“, inż. K. Gierdziejewski i inż. J. Piaskowski — „Żeliwiak metalurgiczny jako nowa metoda otrzymywania żeliwa bez zastosowania surowki“, inż. Z. Kotarski — „Możliwości wykorzystania strużki i trocin w produkcji materiałów budowlanych“, inż. J. Nazarewski — „Współpraca kół zakładowych NOT z klubami techniki i racjonalizacji“ oraz dział: Nowiny techniczne z prasy zagranicznej, Wolna Trybuna, Sprawy Organizacyjne NOT i Stowarzyszeń.

PRZEGLĄD TECHNICZNY zeszyt nr 5/55 przynosi m. in. artykuły: — „1 Maja 1955 r.“, inż. J. W. Czarnowski — „O szybszy i pełniejszy rozwój piśmiennictwa technicznego“, inż. H. Trzaski — „Wpływ dokumentacji projektowo-kosztorysowej na obniżenie kosztów wznoszenia i eksploatacji inwestycji“, inż. J. Sitowski — „Główne kierunki rozwoju techniki w budownictwie przemysłowym“, inż. J. Horbaczewski — „Zakres zadań NOT w dziedzinie ochrony pracy“, St. Bartosiewicz — „Rola i zadania punktów dokumentacji w produkcyjnych zakładach pracy“, mgr E. Talejko — „O zakwalifikowaniu książek według systemu dziesiętnego“, mgr C. Szokowa — „Niektóre problemy związane z organizacją bibliotek technicznych“, inż. J. Ciążkowski — „Wystawa „Postęp techniczny w służbie człowieka“ oraz dział: Nowiny techniczne z prasy zagranicznej, Wolna trybuna, Sprawy organizacyjne NOT i Stowarzyszeń.

HUTNIK zeszyt nr 5/55 obejmuje m. in. następujące artykuły: Wł. Grykasz — „1 Maja 1955 roku“, prof. mgr inż. F. Olszak i mgr inż. A. Ofiok — „Odkrzemianie surowki martenowskiej“, mgr inż. F. Olszak i mgr inż. J. Natkaniec — „Ulepszenie składu chemicznego surowki martenowskiej w mieszałnikach i konwertorze“, inż. K. Radźwicki — „Intensyfikacja procesów stalowniczych“. W dziale Nowości z dziedziny hutnictwa znajdujemy m. in. następujące prace: J. Natkaniec — „Postęp w dziedzinie stosowania tlenku w procesach stalowniczych“, K. Radźwicki — „Wpływ przedmuchiwania tlenkiem węgla na jakość stali wytapianej w piecach elektrycznych“.

PRACE INSTYTUTU ODLEWNICTWA w zeszycie nr 3/54 znajdujemy m. in. następujące artykuły: K. Rutkowski i K. Sękowski — „Zależności między składem chemicznym, strukturą i własnościami mechanicznymi, niskomiedziowych mosiądzów manganowych“, J. Piaskowski — „Powstawanie różnych postaci grafitu podczas krzepnięcia żeliwa w świetle ogólnych teorii krystalizacji“, R. Krzeszewski — „Przyczynę do zagadnienia technologii wysokojakościowego żeliwa szarego“.

PRZEGLĄD MECHANICZNY w zeszycie nr 4/55 zamieszczono m. in. następujące artykuły: mgr inż. R. Baranowicz — „Obliczenia wytrzymałościowe kół zębatach w skrzynkach prędkości obrabiarek“, prof. inż. M. Wakalski — „Szybkościowe wiercenie głębokich otworów“, prof. inż. E. Dworczak i mgr inż. R. Jaworski — „Rośnięcie żeliwa aluminiowego“, prof. mgr inż. K. Kutarba i inż. K. Czwiertnia — „Obecny stan i perspektywy rozwojowe turbin gazowych“ część II. Typowe rozwiązania konstrukcyjne turbin gazowych“, mgr inż. W. Grzybowski i mgr inż. J. Kardaszewicz — „Automatyzacja walcowni ciągłych“ (część II), — „Narada z Czytelnika „Przeglądu Mechanicznego“ oraz dział: Przegląd prasy technicznej, Wiadomości SIMP.

PRZEGLĄD MECHANICZNY w zeszycie nr 5/55 zamieszczono m. in. następujące artykuły: — „Pierwszy Maj — święto solidarności i przyjaźni narodów walczących o pokój“, mgr inż. R. Błocki — „Niektóre osiągnięcia w budowie silników wysokoprężnych w pierwszym 10-leciu Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej“, prof. inż. J. Kutarba, inż. K. Czwiertnia — „Obecny stan i perspektywy rozwojowe turbin gazowych“ (część III. Zastosowanie turbin gazowych

w przemyśle i komunikacji), mgr inż. R. Baranowicz — „Obliczenia wytrzymałości kół zębatach w skrzynkach prędkości obrabiarek“, mgr inż. A. Tomaszewski — „W sprawie dźwigni zapewniającej stałość nacisku mierniczego w czujniku zegarowym“, mgr inż. E. Komar — „Nowe węgierskie dźwigi budowlane“, mgr inż. W. Leśniak — „Metalowe uszczelki grzebieniowe“, mgr inż. A. Gotuch — „Czy monolityczne koła zębata z żeliwa sferoidalnego znajdują zastosowanie w produkcji przekładni zębatach“, — „O tematyce „Przeglądu Mechanicznego“, — „XXIV Międzynarodowe Targi Poznańskie“ oraz dział: Przegląd prasy technicznej, Wiadomości SIMP.

WIADOMOŚCI HUTNICZE w zeszycie nr 5/55 znajdujemy m. in. następujące artykuły: W. G. — „1 Maja — święto pracy“, inż. Z. Kotas — „Odyskowanie żelaza ze zwałów żużlowych“, mgr inż. Z. Sobczyk — „Zagadnienie wybraków walcowniczych na zginiatcu“, mgr inż. Wł. Hansel — „Przygotowanie ryny spustowej pieca martenowskiego do spustu“, mgr inż. R. O'Donnel — „Zasady podziału wlewków stalowych przeznaczonych do produkcji blach tłocznych i głębokotłocznych“, inż. K. Dybał — „Eżegzjiny odciąg spalin“, mgr inż. L. Andrejew — „O dyfuzji arsenu w stali szynowej“, St. Oleński — „Hutnicy mobilizują się do wykonania zadań obniżki kosztów“, St. Grodzicki — „10 lat służby zaopatrzenia w hutnictwie“, mgr J. Mikołajtis — „Z dziejów wytapiania żelaza“ oraz dział: Bezpieczeństwo i higiena pracy, Nowości techniczne, Kronika hutnicza.

PRZEGLĄD SPAWALNICTWA zeszyt nr 3/55 zawiera m. in. następujące artykuły: J. Kurdumow — „Energia atomowa służy człowiekowi“, mgr inż. Z. K. Leśniak — „Spawalnictwo na tle uchwał konferencji naukowo-technicznej SIMP poświęconej oszczędności stali“, inż. J. Lombardini — „Nowe sposoby spawania blach platerowanych“, mgr J. Angres — „Próby rentgenograficzne wyznaczania typowych wad spoin“, inż. B. Milewski — „Naprawa płomienic i płomieniówek za pomocą spawania w kotłach parowozowych“ oraz dział: Przegląd prasy zagranicznej, Kronika.

PRZEGLĄD SPAWALNICTWA w zeszycie nr 4/55 zamieszczono m. in. następujące artykuły: Mgr inż. Z. K. Leśniak — „Zagadnienia organizacji prac dydaktycznych i naukowych w dziedzinie spawalnictwa“, — „Spawanie, Klasyfikacja wad spoin na podstawie radiogramów RN-53/MPM-21016“ (Komentarz), mgr inż. J. Biernacki — „Metoda obliczania sprawności cieplnej procesów spawalniczych i jej zastosowanie“, Dział Z praktyki warsztatowej przynosi prace: mgr inż. Z. Szczeciński — „Spawanie w naprawach urządzeń mechanicznych“, inż. J. Brennek — „Regeneracja nurników pompy hydraulicznej metodą metalizacji natryskowej“.

PRZEGLĄD SPAWALNICTWA zeszyt nr 5/55 zawiera m. in. następujące artykuły: mgr inż. M. Dworczyk — „Wytyczne rozwoju spawalnictwa w latach 1955÷1960 w świetle Uchwały Prezydium Rządu z 29. I. 1955“, kand. n. t. M. Radwan, mgr inż. T. Owczarski — „Metody radiologicznej kontroli spoin rurociągów wysokiego ciśnienia“, mgr inż. St. Gębalski, inż. L. Szulc — „Łożyska wrzecionowe obrabiarek o powierzchniach ślizgowych metalizowanych natryskowo“.

NORMALIZACJA zeszyt nr 5/55 obejmuje m. in. następujące artykuły: mgr J. Szomański — „Norma jako akt prawny“, mgr C. Stański — „Norma jako przepis obowiązujący“, W. Ostaszewski — „O kontroli stosowania norm“, Dział Normalizacja w resortach zawiera prace: — „Organizacja zakładowych komórek normalizacyjnych w przemyśle maszynowym“, inż. J. Kubiakowski — „Prace nad normalizacją oświetlenia elektrycznego w przemyśle leśnym“, D. Gajowiec — „Przemysł poligraficzny czeka na normy“, a dział Technika normalizacyjna — „Normalizacja maszyn i aparatury w przemyśle chemicznym“, — W sprawie opiniowania projektów norm“.

MECHANIK zeszyt nr 4/55 zawiera m. in. następujące artykuły: — „Złom i odpadki metalowe cennym surowcem wtórnym“, inż. W. Kawęcki — „Frezowanie gwintów krótkich“, inż. Z. Dębicki — „Metody ostrzenia i ostrzaki do frezów wałcowych i wałcowczołowych“, mgr inż. J. Tuszyński — „Uwagi na temat obróbki wałcowych ślimaków spiralnych“, inż. R. Giełazyn — „Szybkościowa obróbka wałków wielokarbowych“, W. G. — „Urządzenie do błyskawicznego przerywania procesu skrawania przy wysokich szybkościach skrawania“, mgr inż. W. Wróblewski — „Mechanizacja załadowywania pieców kuźniczych“, inż. R. Sypniewski — „Gospodarka remontowa w kuźni“, S. Zbierski — „Mechaniczne usuwanie naprężeń wewnętrznych wstrząsaniem“, B. Kwaśniewski — „Wyciskanie obrotowe“, B. Kwaśniewski i A. Turno — „Praktyczne wyznaczanie siły dociskającej przy wytłaczaniu przedmiotów okrągłych“, J. Pietraszek — „Określenie błędu kątownika 90° użytego do sprawdzania wzajemnej prostopadłości przesuwów sań mikroskopu mierniczego“, dr inż. Z. Zbichorski — „Wymiana doświadczeń w kuźniach motoryzacyjnych“ oraz działy: Usprawnienia, Bibliografia.

CZASOPISMA NADESLANE ZAGRANICZNE

LITIEJNOJE PROIZWODSTWO zeszyt nr 5/55 przynosi m. in. następujące artykuły: M. L. Chenkin — „Zasilanie odlewów stalowych, otrzymywanych metodą wosku traconego“, D. T. Zielenski — „Odlewianie brązów części parowozowych do form metalowych“, A. I. Korotkow — „Zmechanizowane urządzenia do wykonywania form skorupowych“, D. M. Nabrodow i L. M. Sobolew — „Maszyna do odlewania pod ciśnieniem drobnych odlewów z metali nieżelaznych“, K. P. Bunin i inni — „Rola powierzchni przy grafityzacji żeliwa białego“, A. A. Łuniew — „Staliwo międziodowe odporne na ścieranie“, S. I. Witenson i inni — „Z doświadczeń modyfikowania żeliwa magnezem“, M. M. Kantor i N. M. Sierpiak — „Wpływ kształtu perlitu i wymiaru ziarn ferrytu na własności staliwa“, N. D. Titow — „Rezerwy w odlewnictwie“, S. E. Utikin — „Mała mechanizacja w zakładach remontowych“, I. I. Gurdus i K. I. Kazakiewicz — „Intensyfikacja wyżarzania żeliwa ciągliwego“, A. A. Szmielew — „Zastosowanie szybkozmiennych płyt koordynacyjnych przy formowaniu maszynowym“, J. L. Mazin — „Urządzenie zasilające przy maszynie typu LD-7 do odlewania pod ciśnieniem“, M. M. Britach — „Maszyna od odlewania odśrodkowego z szybko zmieniającymi wlewnicami“, S. E. Babicz — „Przepalanie otworu spustowego za pomocą elektrody“, L. I. Pantalow — „Hydrodynamika roztopionych metali“.

FONDERIE w zeszycie nr 3/55 znajdujemy m. in. następujące artykuły: R. M. Lamb — „Wpływ miedzi w żeliwie zawierającym magnez“, P. Hubert i F. Danis — „Uwagi o żeliwiakach chłodzonych zewnętrznie natryskiem wody“, A. Blondel, P. Broquet — „Badania odlewów z lekkich stopów za pomocą promienia gamma przy użyciu radioaktywnego izotopu tulu 170“, a w dziale Rady praktyczne dla odlewników prace: — „Regulacja ciśnienia w piecach“, — „Cechy charakterystyczne zastosowania wypraw ogniotrwałych“, — „Notatka o brązach niklowych“, — „Wyniki obróbki stabilizującej żeliwo maszynowe“.

FONDERIE zeszyt nr 4/55 zawiera m. in. następujące artykuły: F. Danis, E. Doat — „Korelacje pomiędzy wynikami wytrzymałościowych badań zwykłego żeliwa szarego“, A. Ross — „Wpływ składu chemicznego wtrąceń krzemianowych na własności żeliwa szarego“, P. Nicolas — „Samoschnące spoiwa rdzeniowe“ a dział Rady praktyczne dla odlewników prace: — „Zastosowanie pneumatycznych podnośników do przemieszczania ciężkich form i skrzynek przy formowaniu i wybijaniu“.

JOURNAL OF THE IRON AND STEEL INSTITUTE w zeszycie nr 5/55 zamieszczono m. in. następujące artykuły: B. Jones, R. A. Owen-Barnett — „Sztuczne starzenie czystego żelaza przez zgniot“, L. E. Samuels — „Metalograficzne polerowanie żeliwa“, P. H. Frith — „Badania zmęczenia wytrzymałości wałcowanych stali stopowych z pieców martenowskich i elektrycznych“, J. I. T. Green, A. Conway — „Śruby łożyskowe samotoków rolkowych“, J. Philibert, C. Crussard — „Kinetyka przemiany martenzytycznej w stali nadeutektoidalnej“, J. G. Wistreich — „Przeróbka plastyczna metali na zimno“, R. Richards — „Ciągarki drutu stalowego“.

GIesserei zeszyt nr 6/55 zawiera m.in. następujące artykuły: R. Gautschi i B. Marincek — „Napięcie powierzchniowe żeliwa z dodatkiem ceru“, J. N. Alcacer i J. A. de Andrés — „Przebieg spalania w żeliwiaku“, E. Engelhard — „Odlewy artystyczne płyt żeliwnych rejonu Mozeli“, Dział: „Przegląd pism technicznych“ przynosi prace: „Wytrzymałość żeliwa białego w temperaturze powstawania pęknięć na gorąco“, — „Wytapianie surowki z brykietów otrzymywanych z mieszaniny rudy i węgla“, — „Wyroby odlewane i spawane“, — „Urządzenie do mierzenia wielkości skurczu i rozszerzania metali“, zaś dział: „Z praktyki odlewniczej“ — „Przelew odżużlający“ i dział: „Pytania i odpowiedzi“ zawiera notatkę: „Wsad metalowy na żeliwo wysokojakościowe“.

GIesserei zeszyt nr 7/55 obejmuje m. in. następujące artykuły: Tung-Ping Yao — „Badania ruchu metalu w formie“ a dział Przegląd pism technicznych prace: — „Własności technologiczne żeliwa sferoidalnego“, — „Zawartość gazów i tlenków w żeliwie“, — „Typowe wlewnice w ZSRR“, Dział Z praktyki odlewniczej zawiera prace: „Wpływ klimatu laboratorium na wyniki badań materiałów formierskich“ a dział Pytania i odpowiedzi: — „Odlewanie pokryw do silników elektrycznych“, — „Obliczenie potrzebnej ilości dmuchu do żeliwiaka“.

GIesserei w zeszycie nr 8/55 znajdujemy m. in. następujące artykuły: — „Niemieckie Targi, Hannover 1955“, H. W. Grönegress — „Staliwo do hartowania palnikiem“, H. Siegel — „Zależność pomiędzy zdolnością do pęcznienia i własnościami mechanicznymi bentonitów“, H. Basch — „Nowe spoiwo“, — „Żeliwo na Targach w Hannoverze 1955“, a w Przeglądzie pism technicznych prace: — „Obliczanie zbiorników wlewowych“, — „Tworzywo na łopatkę turbin“, — „Równoczesne odsiarczanie i odtlenianie kąpielą stalową“, — „Spawanie i cięcie miedzi palnikiem fluorowodorowym“, Dział Z praktyki odlewniczej przynosi prace: — „Podwyższenie wydajności modelarni“, — „Staliwny stojak do wałców o ciężarze 360 ton“ a dział Pytania i odpowiedzi prace: — „Tolerancje wymiarowe odlewów żeliwnych“, — „Dmuchawy do żeliwiaków“, — „Wady odlewów z zalanyimi węzownicami ze stali“, — „Pęcherze w odlewach żeliwnych w okolicy podpórek“, — „Zabezpieczenie tygla przed przechyleniem“, — „Wykonywanie odlewów o grubości ścianki 80÷250 mm“, — „Ochładzalnik do żeliwa ciągliwego“, — „Nowe urządzenia dla odlewni“.

Wydawca: Państwowe Wydawnictwa Techniczne — Warszawa, ul. Mazowiecka 2/4

Kolegium redakcyjne: mgr inż. Stanisław Buzek, zast. prof. inż. Edmund Janicki, doc. mgr 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: doc. mgr inż. Czesław Kalata

Sekretarz Redakcji: Jadwiga Gierdziejewska



WSKAZÓWKI DLA AUTORÓW

W celu ułatwienia i przyspieszenia prac redakcyjnych Redakcja „Przeglądu Odlewnictwa” zwraca się do Autorów z prośbą o przestrzeganie podanych niżej wskazówek:

1. Przy pisaniu artykułów należy przestrzegać Dekretu z dn. 26. 10. 1949 r. (Dz. U. R. P. Nr 55, poz. 437 z dn. 2. 11. 1949 r.).
2. Objętość artykułów nie powinna zasadniczo przekraczać 15 stron pisma maszynowego. Każdy artykuł przekraczający objętość 1 strony druku (tj. ok. 2 i 1/4 strony maszynopisu) powinien być zaopatrzone w zwięzłe streszczenie artykułu.
3. Maszynopisy powinny być dostarczone Redakcji w dwóch egzemplarzach, oba egzemplarze na papierze maszynowym (nie przebitkowym), pisane jednostronnie z odstępem między wierszami i marginesem o szerokości ok. 4 cm po lewej stronie i ok. 1,5 cm po prawej. Ilość wierszy około 30 na jednej stronie maszynopisu, długość wiersza — ok. 60 uderzeń klawisza maszyny.

Wszystkie strony maszynopisu muszą być ponumerowane pośrodku strony u góry.

Nowy ustęp należy zaczynać z nowego wiersza opuszczając kilka pierwszych miejsc od lewej strony.

4. W miejscu, gdzie ma być umieszczony rysunek lub tablica podać na marginesie „Rys. 1”, „Rys. 2”, „Tablica 1”, „Tablica 2”, itp. Wszelkie rysunki, wykresy i fotografie należy nazywać w tekście rysunkami (skrót „rys”) i numerować bieżąco liczbami arabskimi. Tablice także należy numerować liczbami arabskimi i należy je pisać na oddzielnych stronach, nie umieszczając ich w tekście artykułów. Nie należy w tekście zostawiać miejsca na rysunki i tablice.

Przy powoływaniu się w tekście na rysunki wzgl. tablice należy umieścić „rys.” wzgl. „tablica” w nawiasie okrągłym: np. (rys. 1).

Tytuły rozdziałów należy podkreślić linią ciągłą, natomiast podtytuły rozdziałów (ręcznie) wężym.

5. W artykułach należy posługiwać się pisownią według zasad Polskiej Akademii Umiejętności z roku 1936 oraz używać terminologii, oznaczeń i skrótów przyjętych przez Polski Komitet Normalizacyjny, Główny Urząd Miar oraz przez Polską Akademię Nauk Technicznych.

6. Maszynopis powinien być przejrzany i poprawiony przez Autora. Na końcu artykułu należy umieścić dokładny adres autora i rok urodzenia.

Wzory matematyczne należy podawać w oddzielnych wierszach tekstu, przy czym wzory proste powinny być pisane na maszynie, a wzory złożone ręcznie.

W celu zakreślenia różnicy między l i 1 na maszynopisach pisanych na maszynach nie posiadających 1 należy 1 poprawiać atramentem na 1.

Przy oznaczeniach „od” „do” należy w maszynopisach do druku zamiast „do” używać ÷, na przykład: 20÷30. Kropki należy nanosić atramentem.

Notki należy oznaczać cyframi z nawiasem podniesionym o pół wiersza do góry np. Praca dyplomowa¹⁾.

7. Należy podawać źródła, z których autor korzystał przy opracowywaniu artykułów. Odnosiłki bibliograficzne do czasopism i książek należy pisać w nawiasach kwadratowych.

W spisie literatury odnośnie książek należy podawać: skrót imienia i nazwisko autora, tytuł książki, miejsce wydania, rok wydania, np. A. N. Sokołow — Mecha-

nizowanianna obrubka i oczistka litia. Maszgiz, Moskwa 1948.

W spisie literatury odnośnie czasopism należy podawać: skrót imienia i nazwisko autora, tytuł artykułu, nazwa czasopisma, rok wydania, nr zeszytu i stronę np. St. Pelczarski — „Pomiar rzeczywistej ilości dmu-
chu w żeliwiaku”, Przegląd Odlewnictwa, 1953, nr 1, str. 42.

8. Ze względu na konieczność dostosowania treści artykułu do obecnego stanu wiedzy i właściwego ujęcia tematu pod względem dydaktycznym, Redakcja zastrzega sobie prawo dokonywania zmian natury merytorycznej i dydaktycznej z tym, że istotne poprawki i uzupełnienia będą uzgodnione z autorem przed oddaniem rękopisu do druku.

9. Odbitki fotograficzne, a zwłaszcza mikrofotografie powinny być wykonane kontrastowo (ostro) i na błyszczącym papierze.

Na odwrotnej stronie odbitki fotograficznej należy wpisać czytelnie ołówkiem numer rysunku. Odbitki fotograficzne należy dostarczać w jednym egzemplarzu.

10. Rysunki w jednym egzemplarzu mają być wykonane tuszem lub ołówkiem na kalce rysunkowej lub papierze rysunkowym w sposób zgodny z Polskimi Normami. Na każdym rysunku u dołu należy podać numer odpowiadający kolejności umieszczenia w tekście.

Wielkość rysunków i wykresów oraz grubość wyciąganych linii powinna uwzględniać 2- do 3-krotne zmniejszenie przy wykonywaniu klisz na szerokość łamu (8 cm) lub kolumny (16 cm), wyjątkowo zaś na wysokość kolumny (24 cm).

Nie należy wykonywać tuszem pod lub nad rysunkami napisów, objaśniających rysunek, które będą złożone drukiem. W tym celu należy dołączać do artykułu oddzielne spisy objaśnień do rysunków w 2-ch egzemplarzach. Nie umieszczać również na rysunkach oznaczeń, linii, elementów rysunku itp., lecz podawać je w spisie objaśnień, poniżej zasadniczego napisu. Zwracać uwagę na zgodność numeracji rysunków w tekście i na rysunkach.

11. Tablic nie należy zamieszczać w tekście, lecz załączyć na oddzielnych arkuszach w dwóch egzemplarzach. U góry każdej tablicy po prawej stronie należy podać numer tablicy, np. „Tablica 5”. Poniżej nad tablicą należy umieścić tytuł tablicy podkreślony np. Żużle żeliwiakowe o różnej zasadowości.

12. Spis literatury należy podawać przy końcu artykułu w sposób wymieniony ad 7.

U W A G A:

- a. O przyjęciu artykułu decyduje Komitet Redakcyjny.
- b. Redakcja nie zwraca maszynopisów nadesłanych artykułów.
- c. Przesłane szpalty artykułów do korekty autorskiej należy zwracać w ciągu 3 dni listem express pod adresem Redakcji: Kraków, ul. Straszewskiego 28, pokój nr 15.

REDAKCJA CZASOPISMA
„PRZEGŁĄD ODLEWNICTWA”

Do Czytelników naszego czasopisma

Komunikujemy, że od 1 lipca 1955 r. przyjmowanie prenumeraty naszego czasopisma załatwia Centrala Kolportażu Prasy i Wydawnictw „RUCH”, Warszawa, ul. Srebrna 12. Wobec tego wpłacanie prenumeraty na IV kwartał względnie II półrocze powinno nastąpić na konto PKO-Warszawa, 1-6-100020.

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWA TECHNICZNE

PRZEGŁĄD WYDAWNICTW Z DZIEDZINY BEZPIECZEŃSTWA I HIGIENY PRACY

Spis ten obejmuje zestawienie książek zarówno znajdujących się w obrocie księgarskim, jak wyczerpanych. Te ostatnie znaleźć można i korzystać z nich w bibliotekach.

- Album ochron osobistych.** Praca zbiorowa pod red. M. Zięborakowej. 1953, s. 142, zł 8.80 (opraw.)
- BATURIN W. W.: Podstawy wentylacji przemysłowej.** Tłum. z ros. A. Wysocki. 1954, s. 348, zł 36.30 (opraw.)
- Bezpieczeństwo pracy przy urządzeniach elektrycznych.** Praca zbiorowa. Stow. Elektr. Polskich. Wyd. 2 popraw. i uzup. 1954, s. 178, zł 17.—
- DZIKOWSKI A.: Bezpieczeństwo i higiena pracy w rzemiośle brązowniczym, galwanizerskim i odlewniczym.** Związek Izb Rzemieślniczych. 1954, s. 63, zł 4.—
- DZIKOWSKI A.: Bezpieczeństwo i higiena pracy w rzemiośle kowalskim.** Związek Izb Rzemieślniczych. 1953, s. 34, zł 2.—
- JEWTIUCHOW K. S.: Technika bezpieczeństwa transportu wewnątrzzakładowego.** Tłum. z ros. W. Czarnecka i J. Dobrzański. 1954, s. 183, zł 13.—

- LAZARIEW N. W.: Szkodliwe substancje w przemyśle.** Tom 1. Związki organiczne. Tłum. z ros. W. Nowacki i Z. Kowalski. 1954, s. 566, zł 60.— (opraw.)
- MICHNOWSKI J., KOZŁOWSKI T.: Książeczka galwanizera.** 1953, s. 79, zł 2.50
- MICHNOWSKI J., KOZŁOWSKI T.: Książeczka szlifierza.** 1953, s. 61, zł 2.10
- PALUCH E.: Toksykologia przemysłowa.** 1954, s. 380, zł 47.— (opraw.)
- SKŁODOWSKI A., ZANOZIŃSKI Z.: Bezpieczeństwo i higiena pracy w rzemiośle ślusarskim.** 1953, s. 50, zł 3.50
- TOMAROW M. M.: Technika bezpieczeństwa pracy przy tłoczeniu blach na zimno.** Tłum. z ros. W. Czaplicki 1953, s. 284, zł 23.— (opraw.)
- WALEWSKI A.: Bezpieczeństwo i higiena pracy w rzemiośle blacharskim i kotlarskim.** 1953, s. 40, zł 3.50
- ZIELIŃSKI J.: Wiadomości z higieny pracy.** 1952, s. 151, zł 9.—

BIBLIOTEKA OCHRONY PRACY

- BARAN I.: Sztuczne oświetlenie pomieszczeń pracy.** Wyd. 2. 1955, s. 107, zł 8.50
- BARAN I.: Światło i praca.** Wyd. 3 popraw. i rozszerz. 1952, s. 132, zł 2.—
- BIEKAREWICZ A. M., MIESZCZARIKOW J. S.: Technika bezpieczeństwa i higiena przemysłowa w odlewniach żeliwa.** Tłum. z ros. J. Holtorp. 1954, s. 166, zł 12.—
- BUKOWIECKI L., KELM L.: Prasownie. Młotownie. Kuźnie matrycowe i obręczarnie.** 1952, s. 44, z. 2.30
- CIUBRA K.: Pył w przemyśle i sposoby jego zwalczania.** 1952, s. 52, zł 2.—
- ĆWIEK Z.: Cięcie i spawanie metali pod wodą.** 1953, s. 74, zł 5.90
- DOBROWOLSKI J., ROTTENGRUBER J.: Polerowanie elektrolityczne.** 1954, s. 48, zł 3.—
- DZIKOWSKI A.: Szlifowanie.** 1953, s. 191, zł 11.50
- Eksploatacja linii napowietrznych wysokiego napięcia.** Wyd. 2 popraw. 1952, s. 108, zł 6.—
- Eksploatacja urządzeń elektrycznych sieci miejskich i wiejskich.** 1952, s. 136, zł 10.—
- GLAZER T.: Zakłady koksochemiczne.** 1954, s. 115, zł 7.80
- GOSZTOWTT J.: Ochrona pracy przy produkcji uszczelnień azbestowo-kauczukowych.** 1952, s. 64, zł 3.50
- HELBRECHT J.: Liny i łańcuchy.** 1952, s. 54, zł 4.—
- HELBRECHT J.: Przeladunek statków handlowych.** 1954, s. 96, zł 6.30
- HOLTORP J.: Bezpieczeństwo pracy przy obsłudze żeliwniaków.** 1953, s. 52, zł 3.50
- HOLTORP J.: Bezpieczeństwo pracy zalewaczy i wybijaczy w odlewniach żeliwa.** 1953, s. 40, zł 2.50
- HORBACZEWSKI J.: Technika ochrony pracy przy przeróbce metali na prasach.** 1953, s. 148, zł 8.30
- KONARZEWSKI T.: Bhp w rzemiośle elektromechanicznym.** 1954, s. 71, zł 4.—

- MAŁECKI I., KOŁTONSKI W., STRASZEWICZ W.: Zwalczanie hałasów w zakładach przemysłowych.** 1954, s. 208, zł 15.—
- Montaż ciepłno-mechanicznych urządzeń elektrowni.** Tymczasowe przepisy bezpieczeństwa i higieny pracy. 1952, s. 108, z 7.—
- OKRASA E., WOLSKI J.: Sprzęt ochronny w elektroenergetyce.** 1953, s. 59, zł 4.20
- Przepisy bezpieczeństwa pracy w eksploatacji linii napowietrznych o napięciu ponad 35 kV.** Wyd. 3 popraw. 1954, s. 91, zł 6.—
- Przepisy bezpieczeństwa pracy w eksploatacji urządzeń elektroenergetycznych elektrowni i stacji.** Wyd. 2. 1954, s. 95, zł 6.80
- Przepisy bezpieczeństwa pracy w eksploatacji urządzeń elektroenergetycznych sieci miejskich i wiejskich.** Wyd. 2. 1953, s. 106, zł 10.—
- Przepisy o bezpieczeństwie i higienie pracy z okresu od 6.XI.1946 r. do 29.II.1952 r.** Wyd. 2 uzup. 1952, s. 166, zł 11.—
- Przeróbka ropy naftowej i gazu ziemnego.** Praca zbiorowa. 1953, s. 41, zł 2.—
- ROSZKOWSKI S.: Bezpieczeństwo pracy przy pędniach.** 1952, s. 81, zł 5.30
- ROŻAŃSKI W.: Obróbka cieplna stali.** 1954, s. 63, zł 3.—
- RZEŃKI M.: Elektryczne spawanie i cięcie metali.** 1952, s. 99, zł 4.60
- RZEŃKI M.: Użytkowanie butli z gazami w przemyśle.** 1953, s. 116, zł 8.80
- SJERGIEJEW M. A., NIKITIN P. S.: Organizacja tokarskiego stanowiska roboczego.** Tłum. z ros. S. Pietkiewicz. 1955, s. 44, zł 2.—
- SOWIŃSKI L., ŻMIGRODZKA H.: Zagadnienia ochrony pracy w ustawodawstwie polskim.** 1954, s. 227, zł 16.50
- Sprzęt ochronny w elektroenergetyce.** Wyd. 2 popraw. i uzup. 1954, s. 58, zł 4.70

Do nabycia w księgarniach technicznych Domu Książki i u kolporterów zakładowych



PRZEGLĄD DOKUMENTACYJNY ODLEWNICTWA

OPRACOWANY PRZEZ OŚRODEK DOKUMENTACJI ODLEWNICTWA

DODATEK DO MIESIĘCZNIKA „PRZEGLĄD ODLEWNICTWA”

ROCZNIK V

KRAKÓW, LIPIEC — SIERPIEŃ 1955 R.

ZESZYT Nr 7 — 8

621.74 ODLEWNICTWO

143 621.74:621.81-32:621-436 IO — 7-8.55

Příbyl J.: **Wykonanie odlewu korpusu zaworu.** „Výroba odlitků tělesa kulového šoupátka”. Slévárnictví, t. 3, nr 1, stycz. 55, s. 10; A4, 3,4 str., 5 fot., 1 rys., 1 wykr., 1 tabl. — Opis technologii wykonania odlewu zaworu wodnego do jednej z elektrowni wodnych w Czechosłowacji. Wykonany ze staliwa odlew ważył około 23 tony. Opis technologii obejmuje wszystkie operacje począwszy od wykonania modelu aż do zalewania i wybijania formy. Podano również kalkulację czasu wykonania odlewu.

144 621.74:658.5 IO — 7-8.55

Löffler E.: **Wzrost produkcji i polepszenie jakości to najważniejsze zadania naszych odlewni w roku 1955.** „Produktionssteigerung und Qualitätsverbesserung — die wichtigsten Aufgaben unserer Gießereien für das Jahr 1955”. Giessereitechn., t. 1, nr 1, stycz. 55, s. 1; A4, 1,6 str. — Przedstawiono zagadnienie braków odlewniczych w Niemieckiej Republice Demokratycznej i walkę z nimi, która rozpoczęła się w 1954 roku. Wyśliki Partii Komunistycznej i Rządu NRD idą w kierunku podniesienia jakości produkcji przemysłowej i stały się przewodnim hasłem niemieckich odlewników. Ścisła współpraca Instytutów Naukowych z odlewniami ma dopomóc obniżeniu ilości braków.

145 621.74.042:669.14-462 IO — 7-8.55

Wiesner F., Městec H.: **Odlewanie odśrodkowe rur stalowych.** „Odstředivé odlévání ocelových trubkových těles”. Slévárnictví, t. 3, nr 2, luty 55, s. 44; A4, 3,2 str., 5 rys., 1 wykr., 1 tabl., 4 poz. bibl. — Przedstawiono w skrócie ogólne zagadnienia teoretyczne związane z odśrodkowym odlewaniem rur. Omówiono zasadnicze typy maszyn do odlewania odśrodkowego o poziomej i pionowej osi obrotu. Artykuł ma charakter wprowadzający do zagadnienia odlewnictwa odśrodkowego.

146 621.643.23:621.74.042 IO — 7-8.55

Baumgärtel H.: **Odlewanie odśrodkowe rur stalowych.** „Stahlrohrherstellung im Schleuderguss”. Giesserei, t. 42, nr 3, luty 55, s. 58; A4, 1,4 str., 2 rys., 3 tabl., 2 poz. bibl. — Skrót artykułu z czasopisma Materials and Methods, nr 2 z 1953 roku. Podano własności mechaniczne oraz składy chemiczne staliwa na rury odlewane odśrodkowo. Uzyskiwane własności mechaniczne odpowiadają w zupełności rurom bez szwu walcowanym. Opisaną pokrótce odlewanie odśrodkowe wałów do śrub okrętowych. Podano zakres stosowania rur stalowych odlewanych odśrodkowo.

147 621.74.043.1:643.352.2 IO — 7-8.55

Szportienko P. I.: **Odlewanie kokilowe garnków.** „Otlivka gorszkow w kokil”. Lit. Proizvod., nr 2, luty 55, s. 25; 30×22 cm, 2 str., 1 fot., 1 wykr. — Opis doświadczeń jednej z radzieckich odlewni, uzyskanych przy kokilowym odlewaniu żeliwnych garnków. Główną uwagę poświęcono zagadnieniu walki z występującymi w odlewach odbieleniami. Podano zalecany skład chemiczny żeliwa na garnki, przepisy na pokrycie izolacyjne kokil, opisano sam proces odlewania oraz metodę wypołu żeliwa.

148 621.74.043.1:669.715(73):669.5 IO — 7-8.55

Ruttewit K.: **Doświadczenia z zakresu produkcji i zastosowania stopów do odlewania pod ciśnieniem w USA.** „Herstellungspraxis und Auswahl von Druckgusslegierungen in der USA”. Z. Metallk., t. 46, nr 2, luty 55, s. 152; A4, 5 str., 3 tabl. — Omówiono produkcję stopów aluminium z surowca hutniczego i ze złomu obiegowego oraz wyrób stopów cynku do odlewa-

nia pod ciśnieniem. Załączone tablice podają składy chemiczne stopów, a w treści podano zastosowanie.

149 621.74.043.1:669.721.5:621.746.7 IO — 7-8.55

Osokin A. M.: **Walka z porowatością skurczową odlewów kokilowych wykonywanych ze stopów magnezu.** „Borba s usadocznou poristostju kokilnych otlivok iz magnijewych spławow”. Lit. Proizvod., nr 1, stycz. 55, s. 1; 29×22 cm, 2,5 str., 2 fot., 6 tabl., 2 poz. bibl. — W porównaniu ze stopami Al stopy Mg wykazują niższe własności mechaniczne oraz ze względu na duży skurcz dużą skłonność do porowatości w odlewach. Zapobiegać temu można albo przez powiększanie nadlewów i smarowanie wewnętrznej powierzchni kokili masą izolacyjną (dla zmniejszenia szybkości krzepnięcia nadlewu) albo przez utrzymanie optymalnej temperatury kokili (400°C) oraz zalewanego metalu (750°C). Badania nad wpływem tych parametrów na własności mechaniczne prowadzono dla stopu MŁ 5.

150 621.74.043.2 IO — 7-8.55

Lieby G.: **Trudności przy produkcji odlewów ciśnieniowych.** „Schwierigkeiten bei der Herstellung von Druckgussteilen”. Giesserei, t. 41, nr 19, wrzes. 54, s. 488; A4, 2,6 str. — Szczegółowe i wnikliwe omówienie źródeł wad odlewów ciśnieniowych. Zwrócono uwagę na wszelkie możliwości począwszy od konstrukcji formy i nieprawidłowej pracy maszyny, poprzez technologię topienia i odlewania, skończywszy na obróbce wykańczającej. Artykuł cenny zarówno dla konstruktorów form jak dla odlewników.

151 621.74.043.2 IO — 7-8.55

Otáhal V.: **Przemysłowa produkcja żeliwa sferoidalnego pod ciśnieniem.** „Provozni výroba tvárné litiny pod tlakem”. Slévárnictví, t. 3, nr 1, stycz. 55, s. 2; A4, 4,9 str., 3 fot., 1 rys., 6 wykr., 13 poz. bibl. — Po omówieniu zależności prężności par magnezu od temperatury oraz zużycia magnezu i rozchodu ciepła podczas reakcji magnezu wprowadzanego do żeliwa opisano pierwsze próby wytwarzania żeliwa sferoidalnego w szczelnym autoklawie przy ciśnieniu do 6,5 atm. Zużycie magnezu przy zawartości około 0,14% S wyniosło tylko 0,2%, co jest wielkością bardzo niską. Temperatura wyjściowa żeliwa 1350°C. Jako modyfikatora użyto żelazokrzemu w ilości 0,5%. Próby przemysłowe przeprowadzono przy użyciu uszczelnionej kadzi o pojemności 1 t, co pozwala stwierdzić, że opisana metoda ma istotne znaczenie praktyczne.

152 621.74.043.1:669.018.283.6 IO — 7-8.55

Lieby G.: **Kontrola techniczna odlewów ciśnieniowych.** „Technische Prüfung von Druckgussteilen”. Z. Metallk., t. 46, nr 2, luty 55, s. 137; A4, 8,6 str., 10 fot., 4 rys., 10 poz. bibl. — Omówiono sposoby przeprowadzania kontroli technicznej odlewów ciśnieniowych. Kontrola obejmuje: badania materiału, kontrola naukową, badania wymiarowe i wytrzymałościowe oraz badania struktury. W drugiej części artykułu omówiono organizację kontroli technicznej oraz podano przykładowe wyniki. Artykuł może zaciekać zarówno odlewników jak też mechaników stosujących wyżej wymienione odlewy.

153 621.74.043.1:669.5:669.71:669.018.28 IO — 7-8.55

Bayer K.: **Cynkowe i aluminiowe odlewy ciśnieniowe w USA.** „Zin- und Aluminium-Druckguss in den USA”. Z. Metallk., t. 46, nr 2, luty 55, s. 147; A4, 5 str., 5 fot., 2 tabl. — Omówiono organizację odlewnictwa ciśnieniowego stopów cynku i aluminium w Stanach Zjednoczonych. Zakres poruszonych zagadnień obejmuje: topienie i podgrzewanie stopów, maszyny do odlewania pod ciśnieniem, budowę form odlewniczych, produkcję odlewów, ich oczyszczanie i obróbkę mechaniczną.

ną, szlifowanie i wykończanie odlewów. Dane zebrano w czasie wycieczki fachowców europejskich do USA z wiosną 1954 r.

154 621.74.045 IO — 7-8.55
Pateman L. W., Rait J. B.: **Niektóre nowoczesne metody odlewania metali i stopów.** „Quelques développements dans l'art du moulage des métaux et alliages”. Rev. Métallurg., t. 52, nr 1, stycz. 55, s. 33; 28×21 cm, 14 str., 16 fot., 2 rys., 3 radiogr., 34 poz. bibl. — Wympniając nowoczesne technologie odlewania opisano zasadę odlewania precyzyjnego w formach skorupowych (wykonywanie form, zalewanie ich metalem) oraz sposób egzotermicznego zasilania odlewów (nadlew w otulinach egzotermicznych) Artykuł nie opisuje najistotniejszych szczegółów nowoczesnych procesów wykonywania odlewów, lecz opisuje raczej ogólne zasady i podkreśla konieczność współpracy konstruktora z technologiem.

621.742 TECHNOLOGIA MATERIAŁÓW FORMIERSKICH

155 621.742.3:658.387.5 IO — 7-8.55
Kimmel I. J., Korolczuk A. G., Ajzenberg I. S.: **Mechanizacja przygotowania mas formierskich.** „Mechanizacja przygotowania formowocnych miesiej”. Lit. Proizwod., nr 2, luty 55, s. 12; 30×22 cm, 0,9 str., 2 rys. — Opis zmechanizowanej instalacji do przygotowania mas formierskich i rdzeniowych, zaprojektowanej i wykonanej w jednej z radzieckich odlewni. Podano szkic instalacji i wyjaśnienia na temat jej konstrukcji.

156 621.742.41:531.75 IO — 7-8.55
Ornst J.: **Aerometryczna metoda określania zawartości lepiszcza w piaskach formierskich.** „Hustomérna metoda určeni obsahu hlíny ve slévárenských píscích”. Slévárenství, t. 3, nr 1, stycz. 55, Pr. cs. Vyzk. Slév., t. 2, nr 14, stycz. 55, s. 33; A4, 5,5 str., 2 rys., 5 wykr., 2 tabl., 17 poz. bibl. — Opracowana metoda pozwala na skrócenie czasu analizy do 4÷5 sekund. Zaletami jej są: prostota urządzeń, prostota pomiaru oraz szybkość pomiaru. Podano wymiary aerometru, metodę skalowania oraz opis metody pomiaru i oceny wyników. Dokładność i uniwersalność tej metody ustępuje dotychczas stosowanym znormalizowanym metodom. Metoda aerometryczna nadaje się doskonale do ruchomych, seryjnych analiz.

621.744 FORMOWANIE

157 621.744.4:621.5.09 IO — 7-8.55
Stołbowej S. Z.: **Obliczenie zużycia powietrza przy pracy pneumatycznych mechanizmów wstrząsowych.** „Rasczot razchoda vozducha pri rabotie pniewmatycznych wstrachiwajuszczich mechnizmow”. Lit. Proizwod., nr 2, luty 55, s. 14; 30×22 cm, 0,6 str., 4 poz. bibl. — Po krótkim przeglądzie opracowanych dotychczas metod podano uproszczony wzór autora określający ilość powietrza zużywanego w ciągu jednego wstrząsu maszyny formierskiej.

158 621.744.47.001 IO — 7-8.55
Aksionow P. N.: **Rozwój teorii pneumatycznych formierek-wstrząsarek.** „Razwítje teorii pniewmatycznych wstriachiwajuszczich formowocnych maszin”. Lit. Proizwod., nr 1, stycz. 55, s. 12; 29×22 cm, 4 str., 4 wykr., 4 poz. bibl. — W pierwszej części artykułu zebrano i omówiono prace opublikowane w prasie radzieckiej na temat teorii wstrząsowych maszyn formierskich. Omówiono metody konstrukcji wykresu indykatorowego cylindra wstrząsarki, analizę pracy wstrząsarek oraz optymalny cykl roboczy wstrząsarki.

159 621.744.5:621.744.343 IO — 7-8.55
Proces formowania skorupowego. „Shell-moulding processes”. Foundry Trade J., t. 98, nr 2008, luty 55, s. 209; 25×19 cm, 2,1 str., 1 fot., 1 tabl. — Omówiono metody precyzyjnego odlewania stosowane w Niemczech, ze szczególnym uwzględnieniem formowania skorupowego. Opisano metodę automatycznego spinania skorup. Zwrócono również uwagę na proces Shawa (formy ceramiczne).

160 621.744.57:643.352.2 IO — 7-8.55
Akopjan M. A.: **Formowanie maszynowe rynek.** „Maszynnaja formowka skoworodok”. Lit. Proizwod., nr 2, luty 55, s. 29; 30×22 cm, 1,2 str., 2 rys., 3 tabl. — Rynki formowane są metodą potokową przy zastosowaniu formierek prasujących. Podano opis technologii formy, skład i własności mas formierskich, kalkulację czasów roboczych oraz statystykę braków.

621.745 TOPIENIE. PIECE

161 621.745.3:621.783 IO — 7-8.55
Łakiediemonskij A. W.: **Piece do topienia z ceramicznymi palnikami o nieświecącym płomieniu.** „Pławilnyje pecki s kieramiczeskimi gazowymi gorielkami biezfakielnowo gorienja”. Lit. Proizwod., nr 9, grud. 54, s. 14; 30×22 cm, 3,2 str., 1 fot., 6 rys. — Opis paroletnich doświadczeń stosowania palników gazowych w piecu do przetapiania stopów typu babbit. Opisano konstrukcję palników, urządzenia do mieszania gazu z powietrzem, urządzenia zabezpieczające i automatyczną regulację temperatury.

162 621.745.34 IO — 7-8.55
Antonow A. N.: **O optymalnej metodzie prowadzenia żeliwiaka ze zbiornikiem.** „Ob optimalnom tiepłom rieżimie pławki w wagránkie s kopilnikom”. Lit. Proizwod., nr 9, grud. 54, s. 26; 30×22 cm, 1,3 str., 1 rys., 1 tabl. — Opis procesu topienia w żeliwiaku o średnicy 900 mm ze zbiornikiem. Podano szkic konstrukcji pieca, opisano sposób rozpalania i prowadzenia wytopu, stosowane wsady metalowe i koksowe.

163 621.745.34:669.13.018.2 IO — 7-8.55
Pietrow J. P.: **Otrzymywanie żeliwa wysokojakościowego w zbiorniku żeliwiakowym.** „Proizwodstwo wysokoprocnowo czuguna w kopilnikie wagránki”. Lit. Proizwod., nr 1, stycz. 55, s. 3; 29×22 cm, 1,5 str., 2 rys., 3 mikrogr., 1 tabl. — Opisano metodę wprowadzania magnezu i żelazokrzemu przy produkcji żeliwa sferoidalnego wprost w zbiorniku żeliwiakowym. Dodatki wprowadza się pod dzwonem przez otwór w górnej pokrywie zbiornika. Proces modyfikowania trwa 2—3 minut. W ten sposób można uzyskać żeliwo o temperaturze 1370—1380°C (pirometr optyczny bez poprawki) na rynnice zbiornika.

164 621.745.34:662.741 IO — 7-8.55
Sochor B., Jonza S.: **Zastosowanie drobnego koksu w żeliwiaku o średnicy 1200 mm.** „Použili drobného koksu v kuplovně o průměru 1200 mm”. Slévárenství, t. 2, nr 11, list. 54, s. 323; 30×21 cm, 4,6 str., 4 rys., 4 wykr., 5 tabl., 16 poz. bibl. — Na podstawie literatury i własnych doświadczeń omówiono zagadnienie najkorzystniejszej wielkości kawałków koksu stosowanego w żeliwiaku. Opisano doświadczenia ze stosowaniem koksu o średnicy kawałków 60÷100 mm w żeliwiaku o średnicy 1200 mm.

165 621.745.34 IO — 7-8.55
Speel G.: **Piec Frauenknechta.** „Der Frauenknecht-Ofen”. Giessereitechn., t. 1, nr 2, luty 55, s. 18; 30×21 cm, 2,5 str., 1 rys., 2 tabl., 4 poz. bibl. — Żeliwiak konstrukcji Frauenknechta wykorzystuje do podgrzewania powietrza dmuchu ciepło fizyczne spalin odciąganych ze strefy podgrzewania. Konstrukcja pieca jest bardzo prosta, jednak dotychczasowe doświadczenia ruchowe z żeliwami tego typu nie były zbyt zadowalające. W jednej z odlewni NRD uzyskano pozytywne wyniki przy prowadzeniu żeliwiaka Frauenknechta. Zużycie koksu spadło z 15% do 13%, wydajność zaś wzrosła z 35 t/h do 41 t/h.

166 621.745.34 IO — 7-8.55
Sewell R.: **Żeliwiak z podgrzewaniem dmuchu. Oszczędność przy przetapianiu wsadu do pieca płomienno-gazowego.** „Hot blast cupola. Economics of a premelting unit in an open heart shop”. Iron a. Steel, t. 28, nr 1, stycz. 55, s. 31; 25×18 cm, 1,5 str., 1 wykr., 4 tabl. — W jednej z odlewni angielskich zastosowano żeliwiak z podgrzewaniem dmuchu do przetapiania wsadu 45-tonowego pieca płomienno-gazowego do wytapiania staliwa. Próby wykazały pełną ekonomiczność tego rozwiązania. Podano stosowane wsady metalowe oraz efekty ekonomiczne.

- 167 621.745.34:621.741.4 IO — 7-8.55
Kootz T., Kellermeyer H.: **Żeliwiak z podgrzewaniem dmuchu w stalowni**. „Der Heisswind-Kupolofen im Stahlwerk“. Arch. Eisenhüttenw., t. 26, nr 1, stycz. 55, s. 1; A4, 8 str., 4 rys., 17 wyk., 2 tabl., 10 poz. bibl. — Badania prowadzono na żeliwiaku doświadczalnym o średnicy 1000 mm. Gorący dmuch podłączono z wielkopięcowego podgrzewacza powietrza. Celem badań było zbadanie możliwości wytopu możliwie niskowęglowego żeliwa przy zastosowaniu samego złożu. Zbadano wpływ temperatury żeliwa, zużycie koksu, ilości węgla we wsadzie oraz szybkości wlotu powietrza do żeliwiaka na zawartość w żeliwie węgla i krzemu. Nieoczekiwane było wyraźne stwierdzenie wpływu szybkości wlotu powietrza. Podano również bilans cieplny żeliwiaka.
- 168 621.745.34 IO — 7-8.55
Vilgus M., Otáhal V.: **Wzbogacanie tlenem dmuchu żeliwiakowego**. „Zkušební s přidáním kyslíku do kuplovny“. Slévárství, t. 2, nr 10, paźdz. 54, s. 292; A4, 4,2 str., 4 rys., 7 wyk., 3 tabl., 3 poz. bibl. — Opierając się o opublikowane już prace przeanalizowano teoretyczne zasady i możliwości wzbogacania dmuchu żeliwiaka tlenem. Po opisie przeprowadzonych przez autorów prób stwierdzono, że przez wzbogacanie tlenem osiągnięto wzrost koncentracji tlenu w dmuchu o 2%.
- 169 621.745.34.074 IO — 7-8.55
Brooks J. L.: **Utrzymanie stałej wilgotności dmuchu**. „Holding blast humidity constant“. Amer. Foundryman, t. 26, nr 6, grud. 54, s. 41; A4, 3 str., 1 fot., 1 rys., 1 wyk., 4 mikrogr., 1 tabl., 5 poz. bibl. — Omówiono wpływ zawartości wilgoci w powietrzu dostarczanym do żeliwiaka na temperaturę ciekłego żeliwa i jego własności w stanie stałym. W jednej z amerykańskich odlewni pierścieni tłokowych zainstalowano automatyczne urządzenia zapewniające stałą kontrolowaną zawartość wilgoci w dmuchu żeliwiakowym. Aparatura ta zdała egzamin i zapewniła większą stabilizację procesu. Artykuł zasługuje na uwagę naszych czytelników.
- 170 621.745.342:546.21 IO — 7-8.55
Ballhause W.: **Poprawianie jakości pierwszych spustów żeliwa przez dodatek tlenu do dmuchu w żeliwiaku ze zbiornikiem**. „Verbesserung des Anfangseisens durch Sauerstoffanreicherung im Gebläsewind für Kupolofen mit Vorherd“. Giessereitechn., t. 1, nr 1, stycz. 55, s. 2; A4, 1,5 str., 1 fot., 5 poz. bibl. — W jednej z odlewni niemieckich zastosowano w żeliwiaku o średnicy 800 mm i zbiorniku 2,5 t dodawanie tlenu do powietrza dmuchu. Temperatura pierwszych spustów żeliwa wzrosła do 1390—1410°C a przy następnych spustach wzrosła do 1420—1430°C. Wydajność żeliwiaka przy dodawaniu 25% O₂ wzrosła z 2,3 t/h do 2,9 t/h.
- 171 621.745.343.29 IO — 7-8.55
Plch J.: **Temperatura żeliwa w zbiorniku żeliwiaka**. „Sklopné předpeci a líčí teplota těžkých odlitků“. Slévárství, t. 3, nr 2, luty 55, s. 49; A4, 1,3 str., 1 rys., 1 tabl. — Po zestawieniu i omówieniu korzyści ze stosowania zbiornika w żeliwiaku (jednorodność składu i temperatury żeliwa, możność wykonywania dużych odlewów) stwierdzono, że dużą niedogodnością jest otrzymywanie żeliwa o niższej temperaturze. W obszernej tablicy zestawiono wyniki pomiarów temperatury żeliwa w szeregu wytopów odlewane go wprost do kadzi odlewniczej oraz poprzez zbiornik przy żeliwiaku, stwierdzając, że w tym ostatnim przypadku temperatura jest niższa.
- 172 621.791:621.745.45
Blanc G. M.: **Połączenia przy małym zapotrzebowaniu ciepła**. „Verbindungen bei geringem Wärmebedarf“. Giesserei, t. 41, nr 26, grud. 54, s. 700; A4, 3,6 str., 6 fot., 2 wyk., 2 mikrogr. — Niejednokrotnie spawanie wymaga dużych ilości ciepła dla nadtopienia łączonych części metalowych. Omówiono nowy sposób spawania mający na celu wydátne ograniczenia zapotrzebowania energii cieplnej przez łączenie za pomocą odpowiednio dobranego materiału ułatwiającego dyfuzję, w związku z czym unika się konieczności nadtopiania łączonych elementów. Podano szereg przykładów takiego „spawania dyfuzyjnego“.
- 173 621.745.51:662.611 IO — 7-8.55
Jungbluth H.: **Ocena jakości koksu na podstawie badań jego ruchów w żeliwiaku**. „Koksbeurteilung durch den Kupolofenversuch“. Giesserei, t. 42, nr 1, stycz. 55, s. 2; A4, 4,8 str., 1 tabl., 7 wyk., 22 poz. bibl. — Omówiono teorię procesu spalania w żeliwiaku. Na podstawie znajomości tej teorii można zaopiniować gatunek koksu przeprowadzając próbę topienia. Próba ta jest jednak uciążliwa i celowe byłoby opracowanie laboratoryjnej próby odtwarzającej zjawiska spalania w żeliwiaku.
- 621.746 WYPEŁNIANIE FORMY METALEM
Pomocnicze urządzenia odlewnicze
- 174 621.746:621.744.07
Szapował I. M.: **Krajowe próby produkcji dwuwarstwowych walców**. „Otiečestwienij opyt proizvodstva dwuslojnyh prokatnyh valkov“. Lit. Proizvod., nr 2, luty 55, s. 22; 30×22 cm, 3,3 str., 5 rys., 14 poz. bibl. — Pierwsze próby produkcji walców dwuwarstwowych podejmowano — jako pierwsze w Europie — z początkiem 19 wieku w Rosji. Szereg prób w ciągu 150 lat pozwolił dopiero dziś na poprawne opracowanie tej produkcji, którą opisano w omawianym artykule. Pierwsze odlewy wykonane z początkiem XX wieku składały się z plastycznego, stalowego rdzenia oraz twardej zewnętrznej warstwy żeliwnej. Obecnie opanowano produkcję, dokładnie opisaną, polegającą na odlaniu zewnętrznej, odbielonej żeliwnej warstwy walca oraz rdzenia z żeliwa szarego, bardzo miękkiego.
- 175 621.746:621.744.34 IO — 7-8.55
Wiejrauch N. N., Dienisienko I. G.: **Produkcja odlewów w formach trwałych**. „Proizvodstvo otliwok w postojannyh formach“. Lit. Proizvod., nr 2, luty 55, s. 31; 30×22 cm, 2 str., 9 rys., 1 tabl. — Opis doświadczeń przy odlewaniu do form metalowych stopów metali nieżelaznych, żeliwa oraz staliwa. Główną uwagę poświęcono konstrukcji kokil. Podano również opis przygotowania kokil przed zalewaniem i zalecane składy chemiczne żeliwa na odlewy oraz skład pokrycia ogniotrwałego kokil.
- 176 621.746.4 IO — 7-8.55
Dubickij G. M.: **O współczynniku zalewania (μ) układów wlewowych i metodach jego określenia**. „O koeficientie raschoda litnikowych sistem i metodach jevo opriedielenja“. Lit. Proizvod., nr 1, stycz. 55, s. 21; 29×22 cm, 1 str., 2 poz. bibl. — W artykule polemicznym wykazano błędy założeń pracy M. A. Kremera i W. N. Dudorowa (Lit. Proizvod., nr 1, 54), które doprowadziły do niesłusznych wyników obliczeń współczynników zalewania względnie współczynników oporu formy (μ).
- 177 621.746.4 IO — 7-8.55
Wlewy i nadlewy. „Runners and risers“. Foundry Trade J., t. 97, nr 2000, grud. 54, s. 769; 25×19 cm, 4,9 str., 3 fot., 16 rys. — Zestawienie dwóch artykułów, z których jeden traktuje o sposobie obliczania przekrojów wlewów doprowadzających, tak aby uniknąć turbulencji metalu w formie. Zalecono stosunek przekrojów poszczególnych elementów układu wlewowego jak 4:3:2. Drugi artykuł dotyczy praktycznego sposobu obliczenia wielkości nadlewu, gdzie uzasadniono stosowanie wzoru na wysokość nadlewu: $H = D (1\frac{1}{2} \text{ do } 2)$.
- 178 621.746.46:669.14-141 IO — 7-8.55
Bátek V., Stráka A., Kracik J.: **Stosowanie izolowanych nadlewów**. „Používání izolovaných nalitků u ocelových odlitků“. Slévárství, t. 2, nr 9, paźdz. 54, s. 267; A4, 3,2 str., 10 fot., 4 rys. — Otuliny izolacyjne wykonywano z masy zawierającej 75—85% popiołu. Wykazano korzyści płynące ze stosowania nadlewów izolowanych, przy czym stosowana izolacja nie nawęgliała stali, co stwierdzono przy posypywaniu nadlewów węglem drzewnym.

Fuss V.: **Nowoczesny sposób odlewania bloków z metali lekkich.** „Neuzeitliche Leichtmetallblockgiesserei-Verfahren“. Giesserei, t. 42, nr 2, stycz. 55, s. 25; A4, 11 str., 23 rys., 1 wykr., 4 tabl., 20 poz. bibl. — Wycho-
dząc z przedstawienia historycznego rozwoju metod odlewania bloków, podano urządzenia i sposób postępowania przy odlewaniu nowoczesnym, szczególnie wg opatentowanego sposobu FBK. Opisano sposób kierowania warstwowym krzepnięciem bloku, postępującym od dołu ku górze, jak też kierowanie postępującym ku górze wraz ze wzrostem wlewka chłodzeniem wodnym. Podano zalety tego sposobu postępowania, różnice między nim a poprzednio stosowanymi metodami oraz możliwości rozwojowe tej metody na przyszłość.

180 621.746.55:669.35 IO — 7-8.55

Wykonywanie ciężkich odlewów z mosiądzu specjalnego. „Giessen schwerer Gusstücke in Sondermessing“. Giesserei-Praxis, t. 73, nr 1, stycz. 55, s. 15; A4, 1,3 str. — Omawiając czynniki, które decydują o otrzymaniu poprawnego odlewu wymieniono: 1) wykonanie formy, tj. odpowiednich nadlewów i doprowadzeń metalu, 2) topienie i zalewanie metalem. Najistotniejsze jest tutaj zalewanie od dołu i dolewanie ciekłego metalu do nadlewów. Metal należy szybko stopić w atmosferze redukującej nie dopuszczając do jego kontaktu ze spalinami.

181 621.746.55:331.875:621.741.2.043.1 IO — 7-8.55

Vebr J., Mlčoch K.: **Mechanizacja odlewania żeliwa szarego do grawitacyjnych form metalowych.** „Mechanisační odlévání šedé litiny do kokilových forem“. Slévárnictví, t. 3, nr 1, stycz. 55, s. 6; A4, 3,1 str., 10 fot., 6 poz. bibl. — Opis maszyny o układzie karuzelowym do odlewania kokilowego żeliwa. Opisano korzyści stosowania tego urządzenia, samą maszynę, wykonanie kokila, proces odlewania oraz metodę obróbki cieplnej odlewów. Maszyna pozwala na wykonywanie odlewów o ciężarze do 10 kG. Koszt własny odlewów wykonanych na tej maszynie jest niższy o 25% w stosunku do odlewania w piasku.

182 621.746.55:674.05:621.9 IO — 7-8.55

Nagel A.: **Odlewy maszyn do obróbki drewna.** „Guss für Holzbearbeitungsmaschinen“. Giesserei-Praxis, t. 73, nr 5, marz. 55, s. 85; A4, 2,9 str., 12 fot. — Podano ogólne cechy odlewów do maszyn służących do obróbki drewna. Opisano technologię wykonania odlewów korpusu i kół piły taśmowej. Opis technologii ma charakter pobieżny. Artykuł nie przedstawia większej wartości dla naszych czytelników.

183 621.746.55:629.1.037.1 IO — 7-8.55

Odlewanie śrub okrętowych i potrzebne do tego wyposażenie. „Das Giessen von Schiffsschrauben und die dazu notwendige Einrichtung“. Giesserei-Praxis, t. 73, nr 1, stycz. 55, s. 11; A4, 4,5 str., 11 fot., 5 rys. — Opis największej angielskiej odlewni śrub okrętowych firmy J. Ston & Co. Podano plan odlewni i opis wyposażenia. Dokładniej omówiono metody przygotowania mas cementowych. Najwięcej miejsca poświęcono technologii wykonania form. Artykuł zasługuje na uwagę naszych czytelników.

184 621.746.6:669.13:621.744.527 IO — 7-8.55

Samojłow M. P.: **Szybkość studzenia odlewów żeliwnych i nagrzewania rdzeni.** „O skorosti ochlāzdenija czugunnych otlivok i nagriewa stierżniej“. Lit. Proizvod., nr 1, stycz. 55, s. 22; 29×22 cm, 0,8 str.,

3 wykr., 1 tabl., 3 poz. bibl. — Celem wyjaśnienia przyczyn por gazowych w odlewach traktora ChTZ-15—30 badano termoparami szybkość stygnięcia odlewu oraz szybkość nagrzewania się masy rdzeniowej. Stwierdzono, że skorupka skrzepłego metalu chroniąca przed wciskaniem się gazów do metalu powstaje na odlewach w czasie 2÷6 minut po zalaniu, w zależności od ciężaru i grubości ścianek odlewów.

621.747 OCZYSZCZANIE ODLEWÓW

185 621.747:621.51:621-225.9 IO — 7-8.55

Frenkiel A. B.: **Racjonalna konstrukcja dysz dla sprężonego powietrza.** „Racionalnaja konstrukcija dysz dla szatowo wozducha“. Lit. Proizvod., nr 2, luty 55, s. 13; 30×22 cm, 1 str., 3 rys., 1 tabl. — Omówiono wpływ kształtu dysz w oczyszczarkach na żywotność dysz i efekt czyszczenia. Najkorzystniejszymi okazały się dysze o kształcie cylindrycznym. Omówiono również wpływ materiału dysz na ich żywotność.

186 621.747.541.1 IO — 7-8.55

Solowjew Ł. P., Albrow P. A., Wołoszanowicz N. F.: **Z zagadnień hydraulicznego oczyszczania odlewów.** „K woprosu o gidrawliczeskoj oczistkie litja“. Lit. Proizvod., nr 1, stycz. 55, s. 31; 29×22 cm, 1,5 str., 2 tabl. — Poddano krytyce artykułu N. A. Anurowa z nr 5/1953 czasopisma Litiejnoje Proizwodstwo na temat hydraulicznego oczyszczania odlewów. Głównym celem krytyki był pogląd Anurowa o uniwersalności czyszczenia odlewów samą wodą bez dodatku piasku.

621.78 OBRÓBKA CIEPLNA

187 621.78:669.35 IO — 7-8.55

Dies K.: **Obróbka cieplna stopów Cu-Ni-Si, utwardzanych dyspersyjnie.** „Zur Wärmebehandlung des aushärtbaren Kupfer-Nickel-Silizium Legierungen“. Metall (Berlin), t. 8, nr 21-22, paźdz. 54, s. 842; 30×21 cm, 5 str., 28 wykr., 1 tabl. — Opisano przeprowadzone badania obróbki cieplnej stopów CuNi: 0,85÷1,1% Si; 0,4÷0,6% Cu; 1,7÷2,1% Ni; 0,5÷0,7% Si oraz Cu: 3,2÷4,0 Ni, 0,8÷1,0 Si w różnym stanie przeróbki plastycznej. Podano także uwagi odnośnie metalografii badanych stopów w oparciu o pseudopodwójny układ Cu-Ni₂Si jak również wpływ obróbki cieplnej na własności mechaniczne.

188 621.783 IO — 7-8.55

Urządzenie do obróbki cieplnej w firmie Smith-Clayton-Forge Ltd. „Heat-treatment installation at Smith-Clayton Forge Ltd“. Metal Treatm., t. 22, nr 112, stycz. 55, s. 15; 25×18 cm, 2,5 str., 4 fot. — Opis opalanego gazem, zupełnie zautomatyzowanego pieca tunelowego do obróbki cieplnej (hartowania i wyżarzania) odkuwek. Podano szczegóły urządzenia przepychowego budowy poszczególnych palników, jak też urządzenia do automatycznej kontroli atmosfery.

190 621.785 IO — 7-8.55

Koebel N. K.: **Atmosfera pieców i problemy obróbki cieplnej.** „Furnace atmosphere, heat-treating problems“. Metal Treatm., t. 21, nr 3, grud. 54, s. 549; 25×18 cm, 6 str., 4 wykr., 7 poz. bibl. — Rozpatrzone warunki jakim musi odpowiadać proces obróbki cieplnej, aby teoretyczne wykresy równowagi mogły być miarodajnymi dla procesu. Zagadnienie rozpatrzone na przykładach obróbki cieplnej stali narzędziowej, węglowej i stopowej. Niezbędna jest dokładna znajomość stałych równowagi oraz ściśle zachowanie przy obróbce cieplnej warunków równowagi odczytanych z wykresu.

Niniejszy Przegląd Dokumentacyjny zawiera jedynie część analiz dokumentacyjnych publikacji z zakresu odlewnictwa. Pełna dokumentacja ukazuje się w postaci kart dokumentacyjnych wydawanych przez Centralny Instytut Dokumentacji Naukowo-Technicznej (Warszawa, Al. Niepodległości 188), CIDNT przyjmuje prenumeratę kart dokumentacyjnych, która może obejmować zarówno całą dokumentację naukowo-techniczną, jak i oddzielne jej działy lub poszczególne zagadnienia i tematy techniczne. Cena karty dokumentacyjnej wynosi w prenumeracie 20 groszy.

CIDNT wykonuje (za zwrotem kosztów) fotokopie i mikrofilmy publikacji objętych zarówno Przeglądem Dokumentacyjnym jak i kartami dokumentacyjnymi.

KOMITET REDAKCYJNY:

Red. Nacz. doc. mgr inż. Januszewicz Platon

Redaktorzy działów: doc. mgr inż. Woźniacki Jan, mgr Sitko Roman

Redaktor Przeglądu Dokumentacyjnego Odlewnictwa: mgr Sitko Roman

Adres Redakcji: Kraków 12, Borek Fałęcki, ul. Zakopiańska 73, skr. poczt. 4

Z PRAC INSTYTUTU ODLEWNICTWA

Ziemia krzemionkowa jako nowe lepiszcze do syntetycznych mas formierskich

W poszukiwaniu nowych baz surowcowych Instytut Odlewnictwa prowadzi szereg prac naukowo-badawczych mających po opracowaniu zapewnić stałą dostawę surowców dla przemysłu odlewniczego, którego dalszy rozwój został nakreślony założeniami zbliżającego się planu 5-letniego.

Jednymi z podstawowych baz surowcowych, jakie Instytut Odlewnictwa ma za zadanie opracowania, są bazy surowców materiałów formierskich. Główny odciniek tych prac poświęcony jest przede wszystkim poszukiwaniu oraz opracowaniu technologii stosowania nowych złóż wysoko-gatunkowych glin formierskich jak i piasków kwarcowych i formierskich.

Praca programowa Instytutu Odlewnictwa poświęcona poszukiwaniom nowych złóż piasków formierskich i kwarcowych jest w chwili obecnej w pełnym biegu. Jej pierwsze wyniki sygnalizują o bogatych złożach wysoko-gatunkowego piasku kwarcowego, kwalifikującego się dla celów odlewniczych.

Zagadnienie wysoko-gatunkowych glin formierskich zostało rozwiązane przez Instytut dzięki bogatym złożom tzw. ziemi krzemionkowej, zalegającej okolicie środkowej Wisły oraz wyżynę lubelską. Należy zaznaczyć, że na przydatność jednego ze złóż tej ziemi do celów odlewniczych zwróciła uwagę grupa racjonalizatorów złożona z pracowników IO, AGH. Huty im. Lenina i Min. Przem. Mat. Budowl.

Tablica 1

Skład masy	Ilość części wagowych	Zawartość wilgoci w %	Przepuszczalność cm ³ /G. min	Wytrzymałość na ściskanie kG/cm ²
Piasek kwarcowy żwirowy Nr 9 Gлина formierska G-3	100 8	4	390	0,30
Piasek kwarcowy żwirowy Nr 9 Bentonit amerykański	100 8	6	420	0,53
Piasek kwarcowy żwirowy Nr 9 Ziemia krzemionkowa	100 8	5,6	430	0,55

Ziemia krzemionkowa pochodzi z formacji kredowej, jest materiałem pylastym, składającym się głównie z substancji bezpostaciowej, przy zawartości krzemionki według analizy chemicznej około 80%. Na podstawie badań laboratoryjnych i prób przemysłowych

opracowano w Instytucie Odlewnictwa instrukcje sporządzania syntetycznych mas formierskich z ziemią krzemionkową jako lepiszczem. Oprócz tego przeprowadzono badania nad wpływem przeróbki mechanicznej, ziarnistości, oraz warunków suszenia na własności technologiczne mas.

W wyniku badań laboratoryjnych stwierdzono, że ziemia krzemionkowa nadaje wysokie własności technologiczne syntetycznym masom formierskim, których własności zbliżone są do własności, jakie nadają wysoko-gatunkowe gliny bentonitowe. Dla przykładu w tabl. 1 podano własności technologiczne mas syntetycznych w oparciu o krajowe złoża gliny formierskiej, importowane bentonity, oraz w oparciu o ziemię krzemionkową. Cechą charakterystyczną ziemi krzemionkowej jest jej wysoka porowatość, wskutek czego materiał ten bardzo chłonie wilgoć, mimo że, jak wykazała próba koloidalna według Tumańskiego, ziemia krzemionkowa jest nisko-koloidalna.

Jako zasadnicze kryterium przydatności lepiszcza przyjmuje się obecnie własności technologiczne na wilgotno, do których należą:

a — wytrzymałość na ściskanie R_c^w

b — przepuszczalność P^w

c — płynność Pl

d — twardość H^w

oraz własności technologiczne na sucho, do których należą:

e — wytrzymałość na ściskanie R_c^s

f — wytrzymałość na rozciąganie R_t^s

g — twardość H^s

h — przepuszczalność P^s

Własności te określa się głównie jako tzw. próbę technologiczną. Oprócz tego uzupełniającym badaniem jest oznaczenie temperatury spiekania lepiszcza. Na tych zasadniczych własnościach oparta jest klasyfikacja i warunki techniczne glin formierskich stosowanych jako lepiszcza

Zgodnie z tymi założeniami przeprowadzone badania z ziemią krzemionkową surową (wysuszoną na powietrzu i przesianą przez sito Nr 70) wykazały, że posiada ona znacznie wyższe własności technologiczne niż najczęściej stosowana glina w gatunku G-3. Tak wysokie własności technologiczne ziemi krzemionkowej w zastosowaniu do syntetycznych mas formierskich na wilgotno jak i na sucho pozwalają zakwalifikować ją zgodnie z WT-53/MPM-22002 do rzędu najlepszych glin formierskich klasy BTIIF z tym, że charakter mineralogiczny nie kwalifikuje jej jako bentonitu. W tabl. 2 podano własności technologiczne syntetycznych mas formierskich w oparciu o zie-

Tablica 2

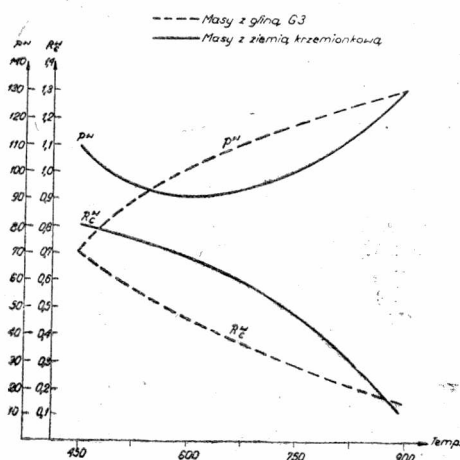
Skład masy			Wilgoć %	R_c^w kG/cm ²	P^w cm ³ /G. min	H^w jednostki	Pl %
Rodzaj piasku	Ilość piasku w %	Ilość ziemi krzemionkowej w %					
Piasek kwarcowy Biała Góra	94	6	4,6	0,43	110	76	78
	92	8	5,0	0,68	90	80	75
	80	10	5,0	0,93	78	86	75
	88	12	5,2	1,14	60	90	68
Piasek kwarcowy żwir Nr 9	94	6	5,2	0,31	500	65	78
	92	8	5,2	0,55	430	80	76
	90	10	5,6	0,74	418	80	72
Piasek kwarcowy pył spod wentylatora	94	6	4,0	0,64	28	85	82
	92	8	4,2	0,90	22	85	80
Piasek kwarcowy Świnia	92	8	4	0,60	90	80	70
	90	10	4,2	0,84	110	86	76

Tablica 3

Skład masy	Ilość części wagowych	Wilgoć %	R_c^w kG cm ²	P^w cm ³ /G. min	H^w jednostki	Pł %
Piasek kwarcowy Biała Góra Ziemia krzemionkowa z Piotrowic	100 8	5,4	0,60	90	76	70
Piasek kwarcowy Biała Góra Ziemia krzemionkowa z Lachówki	100 8	5,2	0,65	95	80	75
Piasek kwarcowy Biała Góra Ziemia krzemionkowa Krzywa Wola	100 8	5,0	0,75	95	85	72

mię krzemionkową przy różnych piaskach kwarcowych. Dla zobrazowania zalegania ziemi krzemionkowej na terenach środkowej Wisły i wyżyny lubelskiej, oraz stwierdzenia identyczności (oprócz badań jakościowych) przeprowadzono badania na próbkach z trzech różnych miejsc wydobywania, których wyniki podaje tabl. 3. Z przytoczonej tablicy widzimy wyraźnie, że ziemia krzemionkowa z trzech różnych miejsc wydobywania, tj. ziemia krzemionkowa z Piotrowic z okolic środkowej Wisły oraz ziemia krzemionkowa z Lachówki i Krzywej Woli z wyżyny lubelskiej posiada prawie jednakowe własności technologiczne.

Jako uzupełnienie badań nad technologią stosowania ziemi krzemionkowej przeprowadzono badania wpływu warunków suszenia, a więc temperatury i atmosfery suszarni. Wykres rys. 1 podaje wyniki



Rys. 1. Zatrata własności technologicznych masy ze wzrostem temperatury (zawartość wilgoci masy 5,6—5,8%).

badania zatruty własności technologicznych ziemi krzemionkowej ze wzrostem temperatury. Na podstawie badań laboratoryjnych i półprzemysłowych stwierdzono, że atmosfera CO₂ jak i spalin suszarni przemysłowej opalanej koksem nie ma wpływu na własności technologiczne ziemi krzemionkowej.

Bardzo ważnym problemem, który nie został jeszcze dokładnie zbadany ani nawet sprecyzowany w odlewnictwie, jest tzw. długowieczność mas formierskich. Problem ten został częściowo rozpracowany przez zbadanie zatruty własności technologicznych ze wzrostem temperatury, którego wyniki podaje wykres rys. 1.

Równocześnie przeprowadzono badania nad utratą własności technologicznych w miarę wykonywania kolejnych odlewów w tej samej masie formierskiej do chwili, gdy własności technologiczne okazały się poniżej własności normatywnych. W wyniku tych badań stwierdzono, że spadek własności technologicz-

nych a głównie wytrzymałości na ściskanie poniżej wartości normatywnym następuje po trzecim odlewie. Spadek własności wytrzymałościowych ma podobny przebieg jak zatrata własności wiążących pokazana na rys. 1. Na rys. 1 widoczny jest spadek własności wytrzymałościowych na ściskanie zarówno masy z ziemią krzemionkową jak i gliną G-3 wraz ze wzrostem temperatury, przy czym spadek ten w masach opartych na glinie G-3 jest bardziej ostry. Przepuszczalność mas natomiast w obu przypadkach wzrasta jednakowo.

Badania nad uaktywnieniem ziemi krzemionkowej na drodze „suchej” i „mokrej” dały wyniki pozytywne. Stwierdzono, że o ile własności wytrzymałościowe na wilgotno prawie nie ulegają zmianie, to na sucho własności te wzrastają prawie dwukrotnie. Ważne jest też podkreślenie że występująca osypywalność w masach nieuaktywnionych zanika prawie zupełnie w masach uaktywnionych. W tabl. 4 podano własności mas do odlewania na sucho uaktywnionych i nieuaktywnionych.

Dalsze badania obejmowały wpływ zmiany pH na własności technologiczne ziemi krzemionkowej. W wyniku badań stwierdzono, że jeśli nadamy ziemi krzemionkowej charakter zasadowy, własności masy (wytrzymałość na ściskanie i rozciąganie) podwyższają się nawet dwukrotnie. Natomiast jeśli nadamy ziemi krzemionkowej charakter kwaśny, powyższe własności podwyższają się w mniejszym stopniu.

Przedmiotem badań uzupełniających było również zbadanie wpływu przeróbki mechanicznej ziemi krzemionkowej na własności technologiczne mas, jak również możliwość sporządzania i stosowania zawieszin (past) z ziemią krzemionkową.

Tablica 4

Skład masy: Piasek kwarcowy Biała Góra 90%
Ziemia krzemionkowa 10%+2,5% Na₂CO₃

	Wilgoć %	P^s cm ³ /G. min	R_c^s kG cm ²	R_r^s kG/cm ²	H^s jednostki
Nieuaktywniona	8,0	100	5,3	1,4	80
Uaktywniona	7,7	120	8,9	1,4	90

Przeprowadzone badania wykazały, że stopień rozdrobnienia ziemi krzemionkowej nie wpływa specjalnie na własności technologiczne mas. Tłumaczy się to tym, że w procesie przygotowania masy formierskiej, tj. przez wymieszanie, następuje dodatkowe rozmielenie nieco grubszych ziarn ziemi krzemionkowej.

Wprowadzenie ziemi krzemionkowej w postaci pasty nasuwa zasadniczą trudność, albowiem dopiero przy stosunku ziemi krzemionkowej do wody jak 1:1 uzyskuje się konsystencję pasty. Pasta o tej konsystencji nie pozwala jednak na uzyskanie optymalnych własności masy, ponieważ dodanie do masy większego procentu ziemi krzemionkowej wprowadza równocześnie znaczną ilość wody obniżającą własności technologiczne mas.

Dla przeprowadzenia prób przemysłowych na podstawie badań wytypowano masę wyjściową o składzie: 87% piasku z Białej Góry, 10% ziemi krzemionkowej, 3% pyłu węglowego. Własności technologiczne masy: $P_w = 120 \text{ cm}^4/\text{G.min}$, $R_w = 0,65 \text{ kG/cm}^2$. Próby przeprowadzano na jednym z zakładów przemysłowych, gdzie jako próbne odlewy wytypowano dwa odlewy, jeden wagi 20 kg, drugi natomiast wagi około 150 kg.

Przeprowadzone badania przemysłowe dały wyniki zadowalające, masa dobrze się formowała, dobrze „odpadała” od odlewu, pozostawiając bardzo ładną powierzchnię. Masę na odlewy 20 kg odświeżano co drugi dzień dodając: 12% piasku kwarcowego, 2% ziemi krzemionkowej, 0,5% pyłu węglowego. Własności masy utrzymywały się w granicach: $R_w = 0,45 \div 0,60 \text{ kG/cm}^2$, $P_w = 110 \div 130 \text{ cm}^4/\text{G.min}$. Masę na odlewy 150 kg odświeżano codziennie dodając: 15% piasku kwarcowego, 3% ziemi krzemionkowej, 0,7% pyłu węglowego. Masę przygotowywano i odświeżano początkowo na mieszarce rdzeniowej, a następnie na mieszarce typu „Eirich”. Wśród odlanych około 400 odlewów nie zauważono ani jednego braku w winy masy formierskiej.

*mgr Tadeusz Rzepa
inż. Andrzej Czajka
mgr Jan Cichy*

Pojemnościowe suszenie rdzeni z żywicą mocznikową

Suszenie pojemnościowe, zwane również dielektrycznym, należy do najbardziej nowoczesnych metod suszenia, a przy tym również do najbardziej ekonomicznych.

Po raz pierwszy zastosowano ciepło wytwarzane przez prądy wysokiej częstotliwości do suszenia rdzeni w USA około 1940 roku. Metoda ta, nowa w odlewnictwie, od wielu lat była stosowana w różnych gałęziach przemysłu, między innymi do suszenia drzewa i materiałów syntetycznych. Suszenie to zaczyna powoli zdobywać zwolenników wśród odlewników niemieckich i angielskich. W Polsce metoda ta w warunkach przemysłowych jest nieznana, a próby stosowania jej w odlewnictwie przeprowadza Instytut Odlewnictwa łącznie z Instytutem Elektrotechniki.

Dotychczas rdzenie suszy się w suszarniach opalanych koksem, gazem ziemnym, ropą naftową lub też w suszarniach elektrycznych, w których osiągnąć można temperaturę do 250°C. Regulacja temperatury w wymienionych suszarniach, z wyjątkiem elektrycznych, jest na ogół trudna. W suszarniach tych krążące w nich powietrze gorące oddaje swe ciepło rdzeniom. Ciepło przenika stopniowo do wnętrza rdzenia, powodując ułatnianie się wody zawartej w wilgotnej masie rdzenia, a w przypadku rdzeni opartych o spoiwa olejowe — utlenianie oleju. Czas suszenia i temperatura suszenia zależna jest od wielkości rdzenia, jego kształtów oraz od użytego spoiwa. Suszenie w suszarniach nosi nazwę suszenia lub nagrzewania pośredniego i charakteryzuje się powolnym przenikaniem ciepła do wnętrza rdzenia. Czas przenikania ciepła jest długi, ponieważ piasek źle przewodzi ciepło. Przy tego rodzaju suszeniu rdzeni zdarza się często częściowe przepalenie rdzeni — w miejscach o mniejszej grubości. Może się również zdarzyć wysuszenie rdzeni w ich warstwach zewnętrznych, podczas gdy wewnątrz są jeszcze wilgotne. W komorze suszarni rzadko jest równomierny rozkład temperatury, co powoduje nierównomierne wysuszenie rdzeni.

Natomiast przy suszeniu pojemnościowym ciepło jest wytwarzane w całej masie rdzenia. Rdzenie układa się między dwiema równoległymi płytami metalowymi, które są elektrodami. Pomiedzy elektrodami wytwarza się pole wysokiej częstotliwości. Korzysta się tu ze zjawiska strat dielektrycznych, które występują w dielektrykach znajdujących się w zmiennym polu elektrycznym. Można założyć, że elementarne drobiny z ładunkami dodatnimi i ujemnymi w polu wysokiej częstotliwości ulegają ruchom rotacyjnym, podczas gdy jony dodatnie jak i ujemne ulegają oscylacjom. Stan cieplny ciała jest ściśle związany z ruchem jego cząsteczek — ruchy rotacyjne drobin i oscy-

lacyjne jonów tłumaczą nam zjawisko zagrzewania się rdzenia w całej masie, gdy umieścimy go w polu wysokiej częstotliwości.

Urządzenie do suszenia pojemnościowego składa się z prostownika, generatora wysokiej częstotliwości, pieca czyli suszarni i z tablicy rozdzielczej. Prostownik obejmuje transformator wysokiego napięcia i urządzenia prostownicze. W praktyce stosuje się najczęściej generatory o częstotliwości 1—50 MHz. Suszarnie mogą być komorowe lub bezkomorowe, przy czym w zależności od potrzeb przemysłowych mogą być one budowane na pracę ciągłą jako przelotowe, lub do ładowania wsadów każdorazowo.

Masy rdzeniowe zawierające jako spoiwo oleje wymagają wysokiej temperatury (do około 220°C) i dłuższego okresu czasu (4 do 8 godzin) do utlenienia olejów, przy czym zarówno piasek jak i spoiwa olejowe mają niską stratność dielektryczną. Z tych powodów masy tego rodzaju nie nadają się do suszenia pojemnościowego.

Natomiast żywice syntetyczne rozpuszczalne w wodzie wykazują wysoką stratność dielektryczną i nadają się dobrze do suszenia pojemnościowego. Spośród żywic syntetycznych stosowanych do wyrobu mas rdzeniowych wymienić należy żywice mocznikowo-formaldehadowe, fenolowo-formaldehadowe i melaminowo-formaldehadowe. Żywice melaminowe, stosowane głównie w Szwajcarii, są drogie i z tego powodu nasz przemysł odlewniczy nie bierze ich pod uwagę. Najczęściej używa się jako spoiw rdzeniowych w odlewnictwie żywic mocznikowych i fenolowych. Wymienione powyżej żywice syntetyczne należą do spoiw termoreaktywnych — twardnienie mas rdzeniowych w suszarniach polega na reakcjach kondensacji i polimeryzacji tych żywic, które powodują wysokie własności wytrzymałościowe mas rdzeniowych.

Nasze odlewnictwo stosuje jako spoiwo rdzeniowe żywicę mocznikową 121, która jest produktem kondensacji mocznika z formaldehydem. Określenie 121 pochodzi od stosunku molarnego mocznika do formaldehydu, tzn. 1:2,1. Żywica mocznikowa 121, dostarczana przemysłowi odlewniczemu, jest roztworem wodnym żywicy i zawiera 34% ciał stałych. W opisanych poniżej doświadczeniach używano mas rdzeniowych z żywicą 121, i należy pamiętać, że podany procent żywicy odnosi się do jej wodnego roztworu, tzn., że w 1,0% żywicy znajduje się 0,34% ciał stałych.

Próby pojemnościowego suszenia rdzeni przeprowadzono w Zakładzie Elektrotermii Instytutu Elektrotechniki w Warszawie. Próbkę suszono przy użyciu generatora produkcji CSR, typu GU5, mocy 3,5 KW, częstotliwości 17 MHz. Pracowano na maksymalnej mocy generatora do temperatury 100°C, tzn. do chwili rozpoczęcia parowania wody. Początkowe natężenie wynosiło 0,8 A, a moc 2,4 KW. Stosowano symetryczny układ elektrod. Od chwili rozpoczęcia parowania wody natężenie malało do 0,4 A, a moc wynosiła 1,2 KW; natężenie dalej już się nie zmniejszało.

Tablica 1

Skład badanych mas

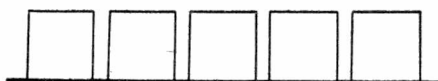
Lp. masy	100 części piasku kwarcowego	Żywica mocznikowa %	Olej lniany	Skrobia skrajstowana %	Woda %
1	z Białej Góry	1,0	—	1,0	4,0
2	z Białej Góry	1,5	—	0,5	4,0
3	z Białej Góry	1,5	—	1,0	4,0
4	gruboziarnistego	1,5	—	0,5	3,0
5	z Białej Góry	—	1,5	0,5	2,0

W trakcie suszenia stosowano wentylator celem uniknięcia kondensacji pary wodnej na powierzchni płyt kondensatora. Niestosowanie przedmuchu powietrzem między płytami kondensatora powodowało skraplanie się pary wodnej na płytach kondensatora i skapywanie jej na suszone próbki. Zastosowanie wentylatora usunęło całkowicie możliwość zwilżania suszonych próbek wodą pochodzącą z suszonej masy. Badania przeprowadzono na masach wymienionych w tabl. 1. Masy te mieszano przez 10 minut w mie-

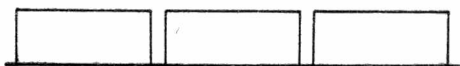
L.p. próby	Wymiary próbki w cm	Waga próbki w g	Ilość próbek	Masa (wg tabl. 1)	Pozycja próbek jak na rysunku	Czas suszenia w minutach	Wysuszenie	Temperatura w środku próbki °C
1	5,0 × 5,0	160	5	2	1	5	tak	—
2	10,0 × 4,0	450	4	3	2	5	tak	—
3	5,0 × 5,0	160	5	3	1	4	tak	—
4	5,0 × 5,0	160	5	3	1	3	tak	130
5	5,0 × 5,0	160	5	1	1	2	tak	112
6	5,0 × 5,0	160	5	1	1	1	nie	100
7	5,0 × 5,0	160	5	1	1	1,5	nie	—
8	5,0 × 5,0	160	5	1	3	2	tak	100
9	5,0 × 5,0	560	2	4	4	2	tak	120
10	10,3 × 3,0	800	2	4	4	2	tak	—
11	10,0 × 4,0	160	5	5	1	20	nie	—

szarce laboratoryjnej typu Simpson. Piasek kwarcowy z Białej Góry zawiera 0,90% gliny i posiada liczbę ziarnistości 85, piasek gruboziarnisty zawiera 0,75% gliny i posiada liczbę ziarnistości 35. Do prób sporządzano przeważnie standardowe próbki jak do badania wytrzymałości na ściskanie, a zatem w postaci walców o średnicy 5,0 cm, wysokości 5,0 cm, o wadze 160 g. Próbki suszono zarówno w pozycji stojącej jak i leżącej, na podkładkach ceramicznych.

W tabl. 2 podano opis przeprowadzonych prób suszenia mas, przy czym podano wymiary i wagę próbek, skład masy próbek, sposób ich ułożenia, czas suszenia. W kilku przeprowadzonych próbach podano temperaturę środka próbek. Należy zauważyć, że pomiaru temperatury dokonano przy użyciu termopary, bezzwłocznie po wyjęciu próbek z pola wysokiej częstotliwości. Pomiar temperatury próbek w trakcie suszenia pojemnościowego nie był możliwy ze względu na zakłócenie pola elektrycznego prądami wysokiej częstotliwości.



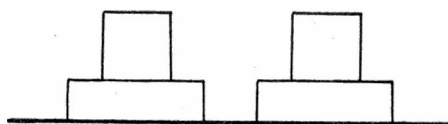
Rys. 1. Układ próbek w próbach: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 11



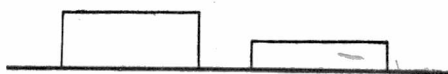
Rys. 2. Układ próbek w próbce 2



Rys. 3. Układ próbek w próbce 8



Rys. 4. Układ próbek w próbce 9



Rys. 5. Układ próbek w próbce 10

Rysunki 1÷5 przedstawiają schematycznie ułożenie suszonych próbek na dolnej elektrodzie, przy czym rys. 1 przedstawia ułożenie próbek w próbach 1, 3, 4, 5, 6, 7, 11 rys. 2 — w próbce 2, rys. 3 — w próbce 8, rys. 4 — w próbce 9, rys. 5 — w próbce 10.

Próby 1÷7 miały na celu ustalenie optymalnego czasu suszenia próbek. Czas ten, jak wynika z prób, wynosi 2 minuty. Próba 8 miała na celu ustalenie ewentualnego wpływu rozkładu pola elektrycznego wysokiej częstotliwości w suszonej próbce przy innym jej ułożeniu niż w próbach 1÷7. Próba wykazała, że różne ułożenia próbki nie mają praktycznego wpływu na przebieg suszenia. Podobne założenie, co w próbce 8, miało przy próbach 9 i 10. Próby te miały stwierdzić, czy czas suszenia 2 minut jest wystarczający przy bardziej skomplikowanych kształtach próbek — rozkład pola elektrycznego wysokiej częstotliwości jest ściśle zależny od kształtu próbek a tym samym wpływa na czas suszenia — jednak w podanych warunkach nie zaobserwowano różnic w czasie suszenia próbek o różnych kształtach.

Jak już zaznaczono, próbki suszono na podkładkach ceramicznych. Suszenie próbek na podkładkach metalowych dało wynik negatywny. W miejscach zetknięcia się próbek z metalową podkładką próbki były wilgotne i przedłużanie czasu suszenia nawet powyżej 5 minut nie dawało żadnych rezultatów — próbki w dalszym ciągu nie były całkowicie wysuszone. Przyczyną powyższego zjawiska była kondensacja pary wodnej na powierzchni podkładki, przy czym para ta nie miała ujścia. Próba 11 była przeprowadzona z próbkami sporządzonymi z masy olejowej — po upływie 20 minut powierzchnia próbek była wilgotna, a w środku próbki były przepalone. W ten sposób wykazano jednoznacznie, że masy rdzeniowe olejowe nie nadają się do suszenia pojemnościowego. Wysuszone próbki rdzeni, o których mowa w próbach 1÷11, były badane na wytrzymałość na ściskanie. Wytrzymałość ich przekraczała 13 kG/cm² — wartość ta jest wartością graniczną skali używanego aparatu produkcji szwajcarskiej (GF).

Rdzenie z mas olejowych suszy się na podkładkach metalowych, często uzbrajając je wewnątrz przy pomocy żeber odlewanych lub drutów. Zarówno rdzenie olejowe jak i rdzenie z żywicami syntetycznymi mają niskie własności wytrzymałościowe na wilgotno i dlatego bez podkładek nie da się ich suszyć, gdyż po zaformowaniu uległyby zniekształceniu. Przy suszeniu pojemnościowym należy unikać pionowych podkładek metalowych lub też drutów, gdyż mogą one spowodować przebicia między elektrodami — zastrzeżenie to może odnosić się do podkładek ułożonych poziomo względem elektrod.

(c.d.n.)

dr Jan Buciewicz